บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญและประวัติความเป็นมาของข้าวไร่

ข้าวไร่เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญต่อเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่สูงโดยเฉพาะชาวเขาและเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทห่างไกลที่มีการคมนาคมไม่สะดวกในด้านการใช้เป็นอาหารหลักเพื่อบริโภคภายในครัวเรือนและเพื่อใช้ประกอบพิธีกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน มีความสำคัญต่อวิถีชีวิต ขนบธรรมเนียม จารีตประเพณี และวัฒนธรรมของเกษตรกร หรือ กลุ่มชาติพันธุ์บนที่สูงอย่างแนบแน่น อาทิ การใช้ข้าวทั้งข้าวสาร ข้าวสุกหรือคั่วทำเป็นข้าวตอก ใช้เป็นเครื่องเซ่นประกอบพิธีกรรมต่างๆ การนำข้าวใหม่มาทำเป็นข้าวเม่าของพวกขมุ การนำเอาข้าวมาทำเป็นขนมข้าวปุกในพิธีปีใหม่ นอกจากนี้ยังมีการใช้ข้าวเป็นยารักษาโรคในชาวเขาบางเผ่า เช่น เผ่ากะเหรี่ยงกลุ่มย่อยสะกอใช้ข้าวบือกะชอแมที่แปลว่าข้าวงาช้างเป็นยา ชาวเย้าใช้ข้าวเหนียวเป็นยากลางบ้านเป็นต้น (จันทบูรณ์, 2533)

สำหรับประวัติความเป็นมาของข้าวไร่เริ่มเมื่อ พ.ศ. 2477 โดย ดร.แสวง กุลทองคำ ได้เป็นผู้รายงานว่ามีการปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2496 งานค้นคว้าวิจัยข้าวไร่ได้เริ่มดำเนินการในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยกรมกสิกรรม และในปี พ.ศ. 2502 กรมการข้าวโดยสถานีทดลองข้าวพานได้เริ่มรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่และงานทดลองข้าวไร่ตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา ในปี พ.ศ. 2515 นายวิฑูรย์ ขันธิกุล ได้เริ่มงานทดลองข้าวไร่ที่สูงภาคเหนือ โดยผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ขี้ช้าง กับ กข1 ได้สายพันธุ์ดีที่แนะนำให้ปลูกในที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,200 เมตร ต่อมา พ.ศ. 2518 นางสาววราภรณ์ คำบุญเรือง และคณะหลายฝ่าย ได้ทำการคัดเลือกจนได้ข้าวไร่พันธุ์ชิวแม่จัน ซึ่งเป็นพันธุ์แนะนำให้ใช้ปลูกมาจนถึงปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2525 ได้มีการเสนอโครงการข้าวไร่ที่สูง มีระยะเวลาในโครงการระหว่าง ปี พ.ศ. 2525-2529 โดยมีเขตปฏิบัติการจำกัดเฉพาะอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน โดยรับผิดชอบในการเร่งรัดเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ในพื้นที่ประมาณ 720,000 ไร่ ต่อมา โครงการนี้เปลี่ยนเป็นโครงการพัฒนาข้าวในเขตเกษตรล้าหลัง (ศูนย์วิจัยข้าวแพร่, 2533) ในปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด (สมเดชและคณะ, 2544) และมีพันธุ์ข้าวไร่ที่กรมวิชาการเกษตรได้รับรองพันธุ์ที่พัฒนาจากพันธุ์พื้นเมืองและแนะนำให้เกษตรกรปลูกมีทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวจำนวน 7 พันธุ์ คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์ชิวแม่จัน ดอกพะยอม กู้เมืองหลวง อาร์258 ขาวโป่งไคร้ เจ้าฮ่อ และพันธุ์น้ำรู เป็นต้น (สมเดช, 2536)

2.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพืชไร่ของข้าวไร่

IRRI (1984) ได้ทำการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวไร่มากกว่า 4,000 เชื้อพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพืชไร่ พบว่า มีลักษณะดังนี้คือ

1. มีลักษณะต้นสูง
2. ระบบรากลึก หนา และมีการแตกแขนงของรากที่ดี
3. จำนวนหน่อต่อกอต่ำและมีลักษณะของหน่อที่แข็ง
4. ใบมีลักษณะสีเขียวอ่อน ยาว กว้าง โน้มลง และไม่มีขน
5. มีดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index) ระดับต่ำ
6. การม้วนของใบขึ้นอยู่กับการต้านทานการคายน้ำ
7. มีระดับการพื้นตัวหลังขาดน้ำค่อนข้างต่ำ
8. ลำต้นมีลักษณะหนาและเปราะเมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว
9. รวงมีลักษณะยาว และโผล่พ้นคอรวง
10. วันเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 95-140 วัน และมีลักษณะไวต่อช่วงแสง
11. เมล็ดมีขนาดใหญ่ กว้าง หนาและมีน้ำหนักเมล็ดมาก
12. ปริมาณอมัยโลส (amylose) ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (18-25%) อุณหภูมิที่แป้งสุกปานกลาง และมีความร่วนของข้าวระดับต่ำถึงปานกลาง
13. ให้รวงที่สมบูรณ์สูงเมื่ออยู่ใต้ภาวะแห้งแล้ง
14. ต้านทานต่อเชื้อบางชนิดของโรคไหม้และอ่อนแอต่อเพลี้ยจักจั่น เพลี้ยกระโดด และโรคที่เกิดจากไวรัสในข้าวนาสวน
15. ทนทานต่อการขาดธาตุฟอสฟอรัส ความเป็นพิษของธาตุอลูมินัมและแมงกานีส และมีลักษณะทนทานต่อดินเค็ม
16. มีการตอบสนองต่อไนโตรเจนต่ำ
17. ผลผลิตต่ำแต่มีลักษณะคงที่
18. ดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index) ในระดับต่ำกว่า 0.4

สุทัศน์ และคณะ (2524) ได้การศึกษาและรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่ทั้งในประเทศและต่างประเทศจำนวนประมาณ 500 พันธุ์ ผลการศึกษาพบว่า พันธุ์ข้าวไร่ที่ใช้ศึกษามากกว่าครึ่งเป็นพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวเหนียว มีเมล็ดป้อมสั้น มีความสูงเฉลี่ยมากกว่า 100 ซม. มีอายุเก็บเกี่ยว 120-150 วัน มีการแตกกอน้อย เฉลี่ยต่ำกว่า 10 หน่อต่อต้น และผลผลิต (เมล็ด) เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ต่ำคือ 10-20 กรัมต่อต้น สีของเมล็ด สีข้าวเปลือกมีหลายสีตั้งแต่ สีแดง ขาว เหลือง น้ำตาล เทา และสีดำ

ในการปรับพันธุ์ข้าวไร่นั้นมีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่ให้มีลักษณะให้ผลผลิตสูงและมีเสถียรภาพ มีลักษณะทางพืชไร่ที่ดี สามารถเจริญเติบโตและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูก มีลักษณะทางคุณภาพของเมล็ดตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญ เป็นต้น ซึ่งชัยฤกษ์ (2517) กล่าวถึงลักษณะของข้าวไร่ที่จะให้ผลผลิตสูงควรมีลักษณะดังนี้

1. ต้นสูงประมาณ 100-120 ซม.ใบมีลักษณะยาว ใบบนตรง ใบล่างลู่
2. มีการเจริญเติบโตเร็วและแข็งแรง
3. แตกกอปานกลางถึงแตกกอมาก ลักษณะฟางแข็ง
4. ต้านทานแล้งและฟื้นแล้งได้ดี
5. ทนต่อการหักล้ม
6. ต้านทานโรคไหม้ โรคใบจุดสีน้ำตาล แมลงบั่ว ไส้เดือนฝอย รากกุด
7. ทนทานดินที่มีปัญหา เช่น ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ดินกรด ดินเค็ม
8. สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ดี
9. กรณีเป็นพันธุ์ไวต่อช่วงแสงควรออกดอกในเดือนกันยายน หรือไม่ช้ากว่ากลางเดือนตุลาคม ส่วนพันธุ์ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงควรมีอายุ 100-140 วัน
10. รวงข้าวมีลักษณะยาวโผล่พ้นใบธงและมีคอรวงยาว แต่ละกอควรให้จำนวนรวง 5-8 รวงต่อกอและให้เมล็ด 150-200 เมล็ดต่อรวง
11. มีคุณภาพเมล็ดดี เมล็ดยาวเรียว ไม่ร่วงง่าย ข้าวกล้องควรมีขนาดยาวประมาณ 7.3 มม. กว้าง 2.2-2.4 มม. และหนา 1.7 มม. เมล็ดไม่มีท้องไข่
12. มีคุณภาพสีดี คุณภาพหุงต้มดี และข้าวมีกลิ่นหอม

Cheng *et al.*, (2002) ได้ศึกษาลักษณะของข้าวไร่ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตโดยทำการศึกษาจำนวน 42 ลักษณะ พบว่า จำนวนรวงต่อกอเป็นปัจจัยสำคัญมากกว่าทุกลักษณะ ส่วนลักษณะทางพืชไร่อื่นๆ ที่สำคัญและจำเป็นสำหรับข้าวไร่ ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอที่มีประสิทธิภาพจำนวนเมล็ดต่อรวงมาก และลักษณะพันธุ์เบา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง Ecotype

การผสมพันธุ์และการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโดยวิธีผสมข้ามระหว่าง ecotype นับว่าเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เพื่อให้ได้พันธุ์หรือสายพันธุ์ดีตามต้องการ จากการศึกษาการที่ผ่านมานักปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้ผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง ecotype เช่น ข้าวไร่ x ข้าวนาสวน ข้าวไร่ x ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวนาสวน x ข้าวขึ้นน้ำ เป็นต้น การศึกษาที่ผ่านมามีดังนี้ Taira (1971) ทำการผสมข้ามระหว่างข้าวนาสวน x ข้าวไร่ พบว่า สายพันธุ์ที่ออกรวงเร็วมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสายพันธุ์ที่ออกรวงช้า ผลผลิตข้าวกล้อง (brown rice) มีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะ 1,000 เมล็ด และปริมาณโปรตีน ส่วนความเป็นหมันของดอกข้าวพบว่ามีความสัมพันธ์กับการถ่ายทอดลักษณะใบเรียบไม่มีขน (glabrous leaf) เปลือกข้าวสีทอง (gold hull) และข้าวเหนียว (glutinous endosperm) โดยทำการศึกษาจากการผสมภายในข้าวไร่ 3 คู่ผสม และผสมข้ามระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวน จำนวน 8 คู่ผสม (Hung and Chang, 1976) ส่วนลักษณะความต้านทานของยีนส์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชในข้าวไร่ญี่ปุ่นพันธุ์ Rikuto Norin Mochi 4 (RNM4) มีความต้านทานต่อเชื้อ *Pyricularia oryzae* เมื่อผสมกับข้าวนาสวนพันธุ์ Sasanishiki ที่มีลักษณะอ่อนแอ (susceptible) ต่อเชื้อ พบว่าลักษณะความต้านทานเกิดจากการกระทำของยีนส์แบบผลบวก (Maruyama *et al.*, 1983) Ling *et al.*, (1990) ทำการศึกษาการถ่ายทอดน้ำหนักสดของใบธงในประชากรชั่วที่ 1, 2 และ 3 ของข้าวลูกผสมข้ามระหว่างข้าวไร่ 4 พันธุ์ ได้แก่ IAC25, Accession 36151, Qinai และQinnon2 และ ข้าวนาสวน 4 พันธุ์ คือ Heijiang 8, Hanjiu, N86-18 และ Sachiminori ทดสอบในสภาพไร่ พบว่าความแปรปรวนของน้ำหนักสดใบธงถูกควบคุมด้วยยีนส์หลายตำแหน่งบนโครโมโซม (multiple genes) ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างเท่ากับ 0.49 ของคู่ผสม IAC25 x Hanjiu และ 0.15 ใน Heijiang 8 x Accession 36151 ขณะที่อัตราพันธุกรรมของลักษณะการเกิดแคลลัส (callus formation) จากการเพาะเลี้ยงเกสรตัวผู้ ทำการผสมแบบพบกันหมดระหว่างพันธุ์ข้าวนาสวนญี่ปุ่น 3 พันธุ์ ข้าวไร่ญี่ปุ่น 2 พันธุ์ และข้าวนาสวนของจีน 1 พันธุ์ พบว่า ข้าวสายพันธุ์จาโปนิก้าของญี่ปุ่นทั้งข้าวไร่และข้าวนาสวนมีความสามารถในการเกิดแคลลัสได้ดีกว่าข้าวสายพันธุ์อินดิกา อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าสูง ลักษณะการเกิดแคลลัสสมบูรณ์เกิดจากยีนส์เด่น (Imuta *et al.*, 1991) ส่วน Kamoshita *et al.*, (1999) ได้ศึกษาลักษณะความลึกและความหนาแน่นของระบบรากข้าวในสภาพขังน้ำ 45 วันหลังหว่าน ประเมินจากคู่ผสมข้ามระหว่างข้าวไร่จาโปนิกา x ข้าวนาสวนอินดิกา และสายพันธุ์ลูกผสมภายในระหว่างข้าวนาสวนด้วยกันเอง จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงลักษณะทางพันธุกรรมของรากข้าวนาน้ำฝน (rainfed lowland rice) ทำได้โดยอาศัยการถ่ายทอดยีนส์ (introgressing) จากข้าวไร่จาโปนิกา (upland japonica rice)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และจากการผสมภายในข้าวนาสวนอินดิกา (lowland indica rice) อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกควรคัดเลือกภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกับพันธุ์ที่ได้รับการถ่ายทอดลักษณะที่ดีนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Verma *et al.,* (2002) ศึกษาความดีเด่นและความเสื่อมถอยของผลผลิตและลักษณะทางสรีรวิทยาในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ที่สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมนิเวศน์วิทยาต่างกัน โดยผสมข้ามระหว่างข้าวไร่ 4 สายพันธุ์และข้าวนาสวน 3 สายพันธุ์ พบว่า ความดีเด่นเหนือพ่อ-แม่แสดงความแตกต่างทางสถิติ ของลูกผสมจำนวน 15 คู่ผสม ได้แก่ ลักษณะดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index) ของคู่ผสม Mahsuri x IR 24, IR 24 x Sarjoo 52, NDR 359 x T 21 ผลผลิตทางชีวภาพ (biological yield) NDR 359 x T 21, Mahsuri x IR 24, Sarjoo 52 x NDR 359 ดัชนีพื้นที่ใบธง (flag leaf area) Sarjoo 52 x NS 19, IR 24 x NDR 359 ระยะเวลาการเจริญเติบโตของเมล็ด (grain filling period) IR 24 x T 21, Sarjoo 52 x NS 19, Sarjoo 52 x Jal Lahri, T 21 x Jal Lahri และความสูง (plant height) ในคู่ผสม Sarjoo 52 x NDR 359, IR 24 x NDR 359 และ Mahsuri x IR 24 คู่ผสมที่แสดงความดีเด่นทางสรีรวิทยาเป็นผลจากการได้รับลักษณะที่ดีจากการผสมข้ามต่างสายพันธุ์ที่สามารถปรับตัวในสภาพแวดล้อม นิเวศน์วิทยาต่างกัน ได้แก่ ข้าวไร่ x ข้าวนาสวน หรือการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ที่ปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยลักษณะดีเด่นของลูกผสมได้รับจากพ่อหรือแม่ที่แสดงความดีเด่นเหนือกว่า ลักษณะผลผลิตทางชีวภาพและผลผลิตเมล็ดเป็นผลจากอิทธิพลของยีนส์แบบผลบวก จากอิทธิพลดังกล่าวสามารถนำลักษณะความดีเด่นเหนือพ่อ-แม่ของลักษณะผลผลิตเมล็ดของประชากรชั่วหลังมาพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Virmani *et al.,* (1991) พบว่าสายพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างข้าวจาโปนิกาและอินดิกาในลูกผสมชั่วที่ 1 เกิดปัญหาเรื่องความเป็นหมันที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ ซึ่งลักษณะความเป็นหมันนี้ สามารถแก้ไขได้โดยใช้พันธุ์ข้าวที่มีความสามารถในการผสมเข้ากันได้กว้าง (wide compatibility) สุรางค์ศรี (2537) พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างจาโปนิกาและอินดิกานั้น เป็นหมันในเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างสูง การเกิดความเป็นหมัน (sterility) หรือบางคู่ผสมเกิดความเป็นหมันเพียงบางส่วน (semisterility) ส่งผลให้ผลผลิตเมล็ดต่ำ (Araki *et al.,* 1988; Xu *et al.,* 1989) Xian-guang (1990) ได้รายงานว่าความเป็นหมันของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าว indica x japonica เกิดขึ้นเนื่องจากยีนหรือ cryptic structural hybridity ระหว่างโครโมโซมของพันธุ์ข้าวอินดิกาและจาโปนิกา

สำหรับการศึกษาและใช้ประโยชน์จากการผสมข้ามระหว่าง ecotype เพื่อปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ข้าวไทย มีการศึกษาโดยสังเขป ดังนี้ สุรีย์ (2533) ปรับปรุงพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำพันธุ์ กข 19 ทำการศึกษาจากคู่ผสมในชั่วที่ 1, 2 และ 3 และการผสมกลับของคู่ผสม กข19 x น้ำสะกุย และขาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอกมะลิ105 x กข19 ทำการปลูกและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1. เพื่อปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว กข19 ตามลักษณะท้องไข่ (chalkiness) ปริมาณอมัยโลส (amylose content) และอุณหภูมิที่แป้งสุก (gelatinization temperature) 2. ศึกษาความสัมพันธ์ของสามลักษณะดังกล่าวข้างต้น พบว่า ลักษณะท้องไข่เป็นลักษณะด้อยและลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสมระหว่างขาวดอกมะลิ105 x กข19 แสดงอิทธิพลจากแม่ (maternal effect) อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ ปริมาณอมัยโลสถูกควบคุมด้วยยีนส์ 2 คู่ ในคู่ผสม กข19 x น้ำสะกุย และ 1 คู่ ในคู่ผสม ขาวดอกมะลิ105 x กข19 อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมมีค่าสูงระหว่าง 79-92 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูที่แป้งข้นใสวัดโดยวิธีการสลายในด่าง ค่าการสลายในด่างสูง เป็นลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ในคู่ผสมขาวดอกมะลิ105 x กข19 และจากการกระจายตัวในลูกชั่วที่ 2 ของทั้งสองคู่ผสมพบว่ามียีนส์หลายคู่ (polygenes) ควบคุมลักษณะนี้ อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในคู่ผสม กข19 x น้ำสะกุย มีค่าสูงปานกลาง และมีค่าสูงในคู่ผสมขาวดอกมะลิ105 x กข19 ต่อมา ประโยชน์และคณะ (2538) ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมทนน้ำลึก โดยทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ข้าวหอมนาสวนและข้าวทนน้ำลึก จำนวน 14 คู่ผสม ได้ข้าวหอมทนน้ำลึกชั่วที่ 5 จำนวน 36 สายพันธุ์ จัดแบ่งเป็นข้าวหอมที่มีอมัยโลสสูง 12 สายพันธุ์ และอมัยโลสต่ำ 24 สายพันธุ์ เช่นเดียวกับ วิไลลักษณ์และคณะ (2538) ได้ทำการผสมพันธุ์ข้าวนาสวนพันธุ์ดีกับข้าวขึ้นน้ำ เพื่อปรับปรุงทางด้านผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดให้สูงขึ้น ผลการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำลูกผสมในชั่วที่ 5 จากจำนวน 4 คู่ผสมได้ 9 สายพันธุ์โดยข้าวที่คัดเลือกไว้สามารถในการขึ้นน้ำใกล้เคียงกับพันธุ์พลายงาม ปราจีนบุรี ปิ่นแก้ว 56 และเล็บมือนาง 111 ซึ่งได้นำไปปลูกคัดเลือกในฤดูนาปี 2539 ต่อไป ในการการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่นั้น เกริกและคณะ (2540) ได้ทำการผสมและคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ในเขตศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดยการนำข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 2 คู่ผสมที่ได้จากการผสมของข้าวนาสวนได้แก่ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 เหลืองประทิว123 สามรวงและเจ๊กกระโดด ตามลำดับ เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวไร่ที่สามารถปรับตัวได้ดีในพื้นที่ภาคกลาง เนื่องจากสายพันธุ์ข้าวไร่ที่นำมาผสมพันธุ์โดยทั่วไปมักเป็นสายพันธุ์ข้าวจากที่สูงหรือทางภาคเหนือ มีพื้นฐานทางพันธุกรรมค่อนข้างแคบ ปรับตัวได้ดีเฉพาะในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงๆ เมื่อนำมาปลูกในพื้นที่เขตภาคกลาง ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร มักจะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้น้อย จากผลการคัดเลือกได้ลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 37 สายพันธุ์ ปลูกคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 3 ได้สายพันธุ์ใหม่ 315 สายพันธุ์ บุญหงษ์ (2545) ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ต้านทานแล้งเพื่อสามารถปลูกในสภาพไร่ โดยการผสมระหว่างข้าวดอกขาวมะลิ105 กับพันธุ์ดอกพะยอมซึ่งเป็นข้าวไร่ต้านทานแล้ง นำเมล็ดลูกผสมชั่วแรก (F_1) อาบรังสีแกมม่าอัตรา 20 กิโลแรดส์ (Krads) ก่อนที่จะนำไปปลูกให้สร้างอับละอองเรณู หลังจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นั้นจึงนำอับละอองเรณูของต้นลูก F_1 ไปเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์จนพัฒนาเป็นต้นแล้วนำสายพันธุ์ไปปลูกคัดเลือก พบว่า มีสายพันธุ์ต้านทานแล้งในระยะกล้า จำนวน 36 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่ต้านทานแล้ง มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีกว่าพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่จำนวนทั้งหมด 20 สายพันธุ์

2.4 สมรรถนะการผสม (combining ability)

ความสามารถในการรวมตัว หรือ สมรรถนะในการผสมพันธุ์ หรือเรียกสั้น ๆ ว่าสมรรถนะการผสมนั้น Hayes and Immer (1942) เป็นผู้ให้ความหมายไว้เป็นคนแรกว่าเป็นความสามารถเฉพาะของสิ่งมีชีวิตที่จะถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการไปยังลูกหลานของตนเอง ซึ่ง Sprague and Tatum (1942) ได้แบ่งสมรรถนะการผสมออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability, g.c.a.) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง เมื่อผสมกับอีกหลายๆ สายพันธุ์แล้ว ให้ค่าเฉลี่ยของลูกผสมทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและค่า g.c.a. นี้ จะเป็นการวัดการกระทำของยีนส์แบบผลบวก (additive gene action) ส่วนสมรรถนะการผสมอีกแบบหนึ่ง คือ สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability, s.c.a.) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง เมื่อผสมกับอีกสายพันธุ์หนึ่งแล้วให้ลูกผสมที่ดี ซึ่งสมรรถนะการผสมเฉพาะนี้จะเป็นการวัดการกระทำของยีนส์ที่ไม่เป็นผลบวก (non additive gene action) (Griffing, 1956 ; Sing *et al.*, 1977)

2.4.1 การทดสอบสมรรถนะการผสม (progeny testing)

การทดสอบสมรรถนะการผสม คือ การนำเอาลูกผสมที่ได้มาปลูกทดสอบ เพื่อดูคุณค่าของพ่อ-แม่พันธุ์ว่าสามารถให้ลูกผสมได้ดีเพียงใด สำหรับพืชทั่วๆ ไปมีอยู่ 3 วิธี คือ

1. วิธีผสมกับตัวทดสอบ (topcross testing) ทำได้โดยการผสมสายพันธุ์ที่ต้องการจะทดสอบกับตัวทดสอบตัวใดตัวหนึ่ง แล้วนำไปปลูกดูลักษณะที่ต้องการ ถ้าตัวทดสอบมีฐานพันธุกรรมแคบ เช่น สายพันธุ์แท้ ลูกผสมเดี่ยวหรือลูกผสมคู่ ก็จะเป็นการวัดสมรรถนะการผสมเฉพาะ แต่ถ้าตัวทดสอบมีฐานทางพันธุกรรมกว้าง เช่น พันธุ์ผสมปล่อย ก็จะเป็นการวัดสมรรถนะการผสมทั่วไป วิธีการอันนี้ใช้ได้ทั้งพืชผสมตัวเองและพืชผสมข้าม

2. การทดสอบลูกผสมเดี่ยว (single cross test or diallel crosses) คือ การผสมพืชที่ต้องการจะทดสอบในแบบเจอกันหมด เป็นการวัดสมรรถนะการผสมได้ทั้งสองแบบ ใช้ได้ทั้งพืชผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวเองและพืชผสมข้าม การผสมแบบพบกันหมดภายในกลุ่มนี้ทำให้ได้คู่ผสมเท่ากับ n(n-1)/2 เมื่อ n เท่ากับจำนวนสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบ วิธีการนี้เป็นการทดสอบคู่ผสมแต่ละคู่โดยตรง ค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่เกี่ยวข้องกับแต่ละสายพันธุ์ใช้เป็นดัชนีวัดค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์นั้นๆ และคู่ผสมแต่ละคู่ใช้เป็นดัชนีวัดค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของคู่ผสมนั้นๆ

3. การทดสอบลูกผสมปล่อย เป็นการทดสอบพืชผสมข้าม โดยการเลือกเอาต้นที่เห็นว่าดีมาปลูกทดสอบ ก่อนจะนำเอาเมล็ดที่เหลือไปทำการผสมพันธุ์กันต่อไป (กฤษฎา, 2527:2544)

2.4.2 การศึกษาสมรรถนะการผสมของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

สำหรับข้าวได้มีการศึกษาสมรรถนะการผสม เพื่อศึกษาพันธุกรรมและใช้ประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ เช่นเดียวกับพืชอื่นๆ ในการศึกษาสมรรถนะการผสมของลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต Sing and Nanda (1976) ศึกษาผลผลิตและลักษณะของรวง พบว่าอิทธิพลของยีนส์แบบผลบวกและไม่เป็นผลบวกมีความสำคัญต่อทุกลักษณะ Haque *et al.*, (1981) พบว่าอายุออกดอก ความสูง จำนวนหน่อที่ให้รวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดต่อกอ ถูกควบคุมด้วยยีนส์แบบผลบวกมากกว่าไม่เป็นผลบวก Singh (1982) ได้ศึกษาสมรรถนะการผสมทั่วไปที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ข้าวเพื่อผลิตลูกผสม พบว่า มีพันธุ์พ่อและแม่เพียง 2 พันธุ์ ที่ได้จากการศึกษาแสดงสมรรถนะการผสมทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักเมล็ด ซึ่งบ่งถึงการทำงานของยีนส์ส่วนใหญ่เป็นแบบผลบวก (additive gene action) ส่วนองค์ประกอบของผลผลิตอื่นๆ จะมีสมรรถนะการผสมเฉพาะ ซึ่งบ่งถึงการกระทำของยีนส์ที่ไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ghorrai and Pande (1982) ที่พบว่ามีการกระทำของยีนส์แบบผลบวกในลักษณะ จำนวนหน่อต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kaushik and Sharma (1988) พบว่ายีนส์แบบผลบวกมีความสำคัญต่อลักษณะความสูง ความยาวรวง และจำนวนดอกต่อรวง ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำหน่อต่อกอ และผลผลิตเมล็ดต่อกอ ถูกควบคุมด้วยยีนส์แบบไม่เป็นผลบวก มีปฏิกิริยาข่มข้ามคู่ของยีนส์ของวันออกดอก จำนวนหน่อต่อกอ ความเป็นหมันของดอกข้าว และผลผลิตต่อกอ โดยทุกลักษณะมีปฏิกิริยาข่มข้ามคู่สมบูรณ์ยกเว้นลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ การศึกษาข้าวนาสวนของไพลิน (2533) พบว่า ทั้งสมรรถนะการผสมทั่วไป และสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความสำคัญต่อทุกลักษณะ ได้แก่ ผลผลิต จำนวนรวงต่อต้น จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ความยาวรวง ความสูง จำนวนหน่อต่อต้นและอายุวันออกดอก อัตราส่วนความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไปต่อสมรรถนะการผสมเฉพาะมีค่ามากกว่าหนึ่งของทุกลักษณะยกเว้นผลผลิต แสดงให้เห็นว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อิทธิพลของยีนส์แบบไม่เป็นผลบวกมีความสำคัญมากกว่าอิทธิพลของยีนส์แบบผลบวก ส่วนลักษณะอื่นนั้น อิทธิพลของยีนส์แบบผลบวกมีความสำคัญมากกว่า ในขณะที่ Singh *et al.*, (1992) พบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในผลผลิตเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิต โดยอิทธิพลแบบไม่เป็นผลบวกมากกว่าแบบผลบวก ต่างจากสมพงษ์ (2535) ที่ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของข้าว 6 พันธุ์ ลักษณะที่ศึกษาได้แก่ ความสูง อายุวันออกดอก จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง ความยาวรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและน้ำหนัก 100 เมล็ด ของพันธุ์ข้าวลูกผสม 15 คู่ พบว่าลูกผสมส่วนใหญ่แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ (mid-parent) และเหนือพันธุ์พ่อหรือแม่ที่มีค่าสูงกว่า (better-parent) ของลักษณะความสูง ความยาวรวง และน้ำหนัก 100 เมล็ด ส่วนสมรรถนะการผสม พบว่าความแปรปรวนของลักษณะส่วนใหญ่เป็นผลมาจากพฤติกรรมของยีนส์แบบเป็นผลบวกมากกว่าไม่เป็นผลบวก ส่วนปฏิกิริยาการกระทำของยีนส์ที่ควบคุมลักษณะต่างๆ เป็นแบบผลบวกมีความสำคัญต่อทุกลักษณะ ส่วนการศึกษาในข้าวน้ำลึกนั้น Borgohain and Sarma (1998) ได้ศึกษาสมรรถนะการผสมทั่วไปเพื่อผลผลิตและลักษณะขององค์ประกอบผลผลิต พบว่าปฏิกิริยาของยีนส์แบบผลบวกมีอิทธิพลมากกว่าไม่เป็นผลบวกในลักษณะ ผลผลิตเมล็ดต่อกอ ความสูง วันออกดอก ความยาวของปล้อง และความสามารถชูส่วนยอดและรวงเหนือผิวน้ำ (kneeing ability) Honarnejad (1999) ได้ศึกษาสมรรถนะการผสมของลักษณะและอิทธิพลของยีนส์ในการกระจายตัวของประชากรชั่วที่ 2 ของข้าว พบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไปและการรวมตัวเฉพาะมีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะอายุออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ความสูง ความยาวรวง จำนวนหน่อต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ยกเว้นลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ถูกกระทำจากอิทธิพลของยีนส์แบบผลบวกและไม่เป็นผลบวก จำนวนหน่อต่อกอถูกควบคุมด้วยยีนส์เด่น (dominance gene effect) ส่วนลักษณะวันออกดอก วันเก็บเกี่ยว ความสูง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง เป็นผลมาจากอิทธิพลของยีนส์ข่มเกิน (overdominance gene effect) ต่างจากการศึกษาของ Bansal *et al.*, (2000) พบว่ายีนส์แบบไม่เป็นผลบวกมีอิทธิพล ต่อลักษณะวันออกดอก ความสูง ความยาวรวง จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนหน่อที่ไม่ให้รวงต่อกอ ผลผลิตเมล็ดต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างของใบ

ทางด้านลักษณะทางกายภาพของเมล็ด Rui and Zhao (1984) รายงานว่าสมรรถนะการผสมทั่วไปมีนัยสำคัญทางสถิตินั้นจะพบในลักษณะความยาวและความกว้างของเมล็ด ส่วนความหนาของเมล็ดมีความแตกต่างนัยสำคัญทางสถิติของสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ ส่วน Ahmed *et al.*, (1995) ได้ศึกษาอัตราพันธุกรรมของความยาว ความกว้างและรูปร่างของเมล็ด จำนวน 3 คู่ผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้แก่ Pankaj x Badsahbhog, S214 x Mahsuri และ S214 x S260 พบว่า ลักษณะเมล็ดขนาดใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนส์ย่อยจำนวนมากและมีบางคู่ผสมถูกควบคุมด้วยยีนส์หลักที่แสดงออกได้อย่างชัดเจน (major genes)

2.5 ความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรมและการกระทำของยีนส์ (Inheritance and Gene Action)

ความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์ทางลักษณะปริมาณ (quantitative character) จะมีมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของความผันแปรทางพันธุกรรม (genotypic variance) ของลักษณะต่างๆ ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกได้ แต่เนื่องจากลักษณะทางปริมาณไม่สามารถแบ่งจำแนกออกเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจนเหมือนลักษณะทางคุณภาพ (qualitative character) จึงจำเป็นต้องวัดในรูปของความแปรปรวนของแต่ละลักษณะที่แสดงออก และเนื่องจากสิ่งแวดล้อมสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะของพืชได้ ด้วยเหตุนี้ความแตกต่างที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม อาจบดบังความแตกต่างอันเกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ยิ่งสัดส่วนของความแตกต่างอันเกิดจากสิ่งแวดล้อมมีมาก ส่งผลให้การคัดเลือกลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรมที่แท้จริงเป็นไปได้โดยยาก แต่ถ้าความแตกต่างอันเกิดจากสิ่งแวดล้อมมีน้อย จะทำให้การคัดเลือกมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะลักษณะที่คัดเลือกได้ จะเป็นลักษณะตรงตามลักษณะพันธุกรรมที่แท้จริง (กฤษฎา, 2527) ดังนั้นการประเมินความสามารถของการถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรืออัตราพันธุกรรม (heritability) จึงเป็นการประเมินความก้าวหน้าของการคัดเลือกลักษณะทางปริมาณ ที่จะสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ ค่าที่คำนวณหรือประเมินได้จะมีมากน้อยเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของพันธุกรรมของลักษณะนั้นๆ เป็นสำคัญ Wright (1935) อ้างโดย ศิริธร (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงออกของลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็นเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ดังนั้น ความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจึงมีค่าเป็น

$$V_P = V_G + V_E + 2COV_{GE}$$

เมื่อ V_P = ลักษณะความแปรปรวนที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต

V_G = ความแปรปรวนทางพันธุกรรม

V_E = ความแปรปรวนเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม

COV_{GE} = เป็นความแปรปรวนร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าอัตราพันธุกรรมสามารถประเมินหรือวัดได้ 2 แบบ คือ

1. อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad-sense heritability) ประเมินได้โดยการวัดความแปรปรวนของพันธุกรรมที่มีต่อลักษณะความแปรปรวนทั้งหมด (total variance) ซึ่งลักษณะความแปรปรวนทั้งหมดนี้ ประกอบด้วยความแปรปรวนซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม (environmental variance) และความแปรปรวนที่เกิดจากการแสดงออกของยีนส์ทุกชนิด (genetics variance)
2. อัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow-sense heritability) ประเมินได้โดยการวัดอัตราส่วนความแปรปรวนที่เกิดจากความแปรปรวนของพันธุกรรมแบบบวก (additive variance) ต่อความแปรปรวนทั้งหมด (Henson,1963 อ้างโดย ศิริธร, 2538)

การประเมินค่าความสามารถของการถ่ายทอดอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ของข้าว ได้มีการศึกษาและรายงานไว้ ดังนี้ Wisudharomn and Weerapat (1974) ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในประชากรชั่วที่ 2 และ 3 พบว่า ลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และจำนวนเมล็ดดีต่อรวง มีค่าต่ำ ในขณะที่น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีค่าปานกลาง และลักษณะความสูงมีค่าอัตราพันธุกรรมสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Kim *et al.*, (1977) พบว่าความยาวลำต้นถูกกระทำด้วยอิทธิพลของยีนส์แบบผลบวก และมีอัตราการถ่ายทอดลักษณะสูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kim *et al.*, (1981) พบว่าลักษณะอายุเก็บเกี่ยวช้าเป็นยีนส์เด่นควบคุมลักษณะอายุเก็บเกี่ยวเร็ว โดยอายุเก็บเกี่ยวเร็วและต้นเตี้ย ของพันธุ์ Ai-nan-tsao 7, Hsiang-ai-tsao และ Hsiang-lu-ai 8 ถูกควบคุมด้วยยีนส์ด้อย 1 คู่ โดยลักษณะจำนวนวันออกดอกและความยาวลำต้นมีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสูง Mehetre *et al.*, (1996) พบว่า ความสูงมีอัตราพันธุกรรม 50.5 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนดอกต่อรวง 42.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Singh and Sharma (1982) พบว่าลักษณะความสูงถูกควบคุมด้วย single major gene ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตถูกควบคุมด้วยกลุ่มของยีนส์ (polygenic control) ส่วนอัตราพันธุกรรมแบบแคบพบว่ามีค่าสูงของลักษณะวันออกดอก ความสูง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด Huang (1984) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในข้าวนาปรัง (second-crop rice) พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างของน้ำหนัก 1,000 มีค่า 98% จำนวนรวงต่อพื้นที่ 70% จำนวนดอกต่อรวง 68% และเมล็ดที่ผสมติด (fertility) 55% ในด้านการผสมข้ามระหว่าง subspecies ของ สุรางค์ศรี (2537) ได้การประเมินอัตราพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะพันธุ์เบา ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตจากการผสมพันธุ์ข้าวระหว่างจาโปนิก้าและอินดิก้า พบว่า อายุออกดอก อายุสุกแก่ ความสูง จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างค่อนข้างสูงของแต่ละคู่ผสม ยกเว้นลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอเท่านั้นที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าค่อนข้างต่ำ ส่วนอัตราพันธุกรรมแบบแคบ พบว่าลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ และดัชนีเก็บเกี่ยวของทุกคู่ผสมมีค่าค่อนข้างสูง ส่วนลักษณะอายุดอก อายุสุกแก่ และองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ มีค่าแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับคู่ผสมระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ จากการประเมินอัตราพันธุกรรมแบบแคบของข้าวพื้นเมืองในประเทศอิหร่าน 7 พันธุ์ของ Honarnejad (1999) พบว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ดังนี้ วันออกดอก 44% วันเก็บเกี่ยว 22% ความสูง 21% จำนวนหน่อต่อกอ 47% และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 23%

นอกจากการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตแล้ว มีรายงานการศึกษาลักษณะทางปริมาณของลักษณะอื่นๆ อีก เช่น

Eruotor (1983) ทำการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะสีของกาบใบข้าว โดยประเมินจากประชากรชั่วพ่อ-แม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 2 และลูกผสมกลับ (back crosses) ของพันธุ์ Taichung 1 (กาบใบสีเขียว) x Dular (กาบใบสีม่วง) พบว่า ลักษณะของกาบใบสีม่วงเป็นยีนส์เดี่ยว (monogenic) แบบเด่น สุรเดช (2533) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมในข้าวนาสวน 8 พันธุ์ พบว่าลักษณะดังกล่าวถูกควบคุมด้วยยีนส์ทั้งแบบผลบวกและแบบไม่เป็นผลบวก โดยยีนส์ที่ไม่เป็นผลบวกที่ควบคุมลักษณะนี้เป็นยีนส์เด่นที่มีลักษณะข่มไม่สมบูรณ์และมีปฏิกิริยาข่มของยีนส์ต่างตำแหน่ง ลักษณะทนทานต่อสภาพน้ำขังนี้มีอัตราพันธุกรรมแบบแคบค่อนข้างสูงมีค่าเท่ากับ 0.67 ในขณะที่ สำเริง (2535) ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการทนเค็มจากข้าว 7 พันธุ์ พบว่า ปฏิกิริยาการทำงานของยีนส์เป็นแบบบวกสะสมและไม่บวกสะสมในการควบคุมลักษณะการทนเค็ม โดยอิทธิพลของยีนส์แบบบวกสะสมมีความสำคัญมากกว่า และพบว่ามีอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.73 ในลูกชั่วที่ 1 และ 0.60 ในลูกชั่วที่ 2 ตามลำดับ จากการศึกษาลักษณะไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงของ ศิลปชัย (2544) พบว่า ลักษณะไวต่อช่วงแสงมีแนวโน้มควบคุมด้วยยีนส์ 1-2 คู่ โดยลักษณะไวต่อช่วงแสงข่มต่อลักษณะไม่ไวต่อช่วงแสง ส่วนลักษณะความหอมมีแนวโน้มควบคุมด้วยยีนส์ 1-2 คู่ เช่นเดียวกันโดยลักษณะไม่หอมข่มต่อลักษณะหอม ศิริธร (2538) ทำการศึกษาอัตราพันธุกรรมของผลผลิตและคุณภาพการสีของข้าว พบว่าอายุเก็บเกี่ยว ความสูงของต้น เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ได้แก่ ความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ด มีค่าอัตราพันธุกรรมทั้งแบบกว้างและแบบแคบสูงมาก ส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อรวงจำนวนรวงต่อกอ และความแข็งแกร่งของเมล็ดมีค่าอัตราพันธุกรรมทั้งสองแบบต่ำ นอกจากนี้ Yang *et al.*, (1986) พบว่า ลักษณะท้องไข่ถูกควบคุมด้วยยีนส์ด้อยที่สำคัญ 2 ยีนส์

จากผลการศึกษาและการรายงานที่ผ่านสามารถสรุปได้ว่า ค่าความสามารถในการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะใดๆ ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนทางพันธุกรรมของแต่ละประชากรที่ทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาและสภาพแวดล้อมในขณะนั้น การประเมินอาจจะต้องนำลำดับหรือชั่วทางพันธุกรรม (generation) ของประชากรมาร่วมพิจารณาด้วยเช่นกัน (Panwar, 1982)

2.6 การศึกษาความสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะต่างๆ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ และการวิเคราะห์ Path coefficient ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตรวมถึงลักษณะอื่นๆ ได้มีการศึกษาและรายงาน ดังนี้ Mishra *et al.*, (1973) คัดเลือกพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีลักษณะต้นเตี้ย พบว่าจำนวนเมล็ดต่อรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อผลผลิต ผลการวิเคราะห์ Path coeffcient พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดมีอิทธิพลต่อผลผลิตสูง ส่วนจำนวนหน่อที่ให้รวง (ear-bearing tillers) แสดงผลทางลบต่อจำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนัก 100 เมล็ด เช่นเดียวกับ Virmani *et al.*, (1981) พบว่า จำนวนเมล็ดต่อกอและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kim and Rutger (1988) พบว่าจำนวนเมล็ดต่อกอและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีผลกระทบทางตรงกับผลผลิตมากกว่าจำนวนรวงต่อกอ ส่วนการศึกษาของ Babu *et al.*, (2002) พบว่า ลักษณะความสูงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตเมล็ดต่อกอ และมีผลกระทบทางอ้อมผ่านทางความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวงและดอกที่สมบูรณ์ (spikelet fertility) Wong Perez (1983) ได้ทำการวิเคราะห์ผลผลิตเมล็ดและองค์ประกอบผลผลิตในประชากรชั่วที่ 3 ของคู่ผสมต้นสูง x ต้นเตี้ย ต้นเตี้ย x ต้นเตี้ย และต้นสูงปานกลาง x ต้นสูงปานกลาง (intermediate) พบว่า ผลผลิตเมล็ดและจำนวนหน่อต่อกอมีความสัมพันธ์ทางบวกแตกต่างทางสถิติ ทั้ง 3 คู่ผสม ส่วนในคู่ผสมระหว่าง ต้นเตี้ย x ต้นเตี้ย พบว่า ความยาวรวงมีความสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดต่อรวง และมีความสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดในคู่ผสมที่ 3 เมื่อวิเคราะห์ Path coeffcient พบว่าในแต่ละ family มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จำนวนหน่อต่อกอมีความสำคัญต่อทั้ง 3 คู่ผสม Yang *et al.*, (1986) พบว่าการผสมติดของเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อผลผลิตและมีผลกระทบทางตรงต่อผลผลิต การวิเคราะห์ Path coefficient สรุปได้ว่าการเพิ่มเมล็ดผสมติดมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต โดยการเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อรวงจะเป็นประโยชน์ต่อการให้ผลผลิตด้วยเช่นเดียวกัน Gomathinayagam *et al.*, (1988) พบว่าผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์กับช่วงระยะเวลา (r = 0.29) และความสูง (r = 0.32) เมื่อทำการวิเคราะห์ Path coefficient พบว่า ทั้งสองลักษณะมีอิทธิพลทางตรงกับผลผลิตอย่างมาก โดยความสูงมีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลผลิตผ่านทางลักษณะทุกลักษณะยกเว้นน้ำหนัก 1,000 เมล็ด Mehetre *et al.*, (1996) พบว่าอายุออกดอกและเก็บเกี่ยวมีผลกระทบทางตรงแบบบวกต่อผลผลิตเมล็ด ขณะที่ Surek *et al.*, (1998) ได้ศึกษาความสัมพันธ์และวิเคราะห์ Path coeffcient ระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว 8 พันธุ์ โดยประเมินในชั่วพ่อ-แม่ ประชากรชั่วที่ 1 จำนวน 28 คู่ผสม และชั่วที่ 2 จำนวน 28 คู่ผสม จากการผสม 8 x 8 half diallel พบว่า ผลผลิตเมล็ดต่อกอมีความสัมพันธ์แตกต่างทางสถิติกับองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยว เมื่อวิเคราะห์ Path coefficient แสดงให้เห็นว่าผลผลิตในทางชีวภาพ (biological yield) มีผลทางตรงอย่างสูงต่อผลผลิตเมล็ดต่อกอทั้ง 2 ชั่วประชากร ตามด้วยดัชนีการเก็บเกี่ยวและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลผลิตเมล็ดต่อกอให้มีประสิทธิภาพโดยการคัดเลือกบนพื้นฐานขององค์ประกอบของลักษณะเหล่านี้ จากการศึกษาของ Allahgholipour *et al.*, (2003) พบว่า ผลผลิตเมล็ดมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบบวกกับ วันออกดอก จำนวนรวงต่อกอ ความกว้างของใบธง จำนวนเมล็ดต่อกอ จำนวนหน่อต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เมื่อนำผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักพืช และจำนวนเมล็ดต่อรวง มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างสูง และจากการวิเคราะห์ Path coefficient แสดงให้เห็นว่าผลผลิตเมล็ดโดยส่วนใหญ่มาจากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved