บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ข้าว (Rice) จัดว่าเป็นหนึ่งในกลุ่มของธัญพืช และจัดเป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้า (annual grass) อยู่ในสกุลออไรซา (Genus *Oryza*) ของวงศ์ (Family) Paoceae หรือ Gramineae สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และเขตอบอุ่น (temperate zone) และพบว่าข้าวที่จัดอยู่ในสกุล *Oryza* นั้นมีประมาณ 22 ชนิด (species) ด้วยกัน โดย 20 species จัดอยู่ในกลุ่มของข้าวป่า และอีก 2 species จัดอยู่ในกลุ่มของข้าวปลูก คือ *Oryza sativa* L. ซึ่งปลูกกันทั่วไปในแถบเอเชีย อเมริกาใต้ ยุโรปและออสเตรเลีย และอีกหนึ่งชนิดคือ *Oryza glabberima* L.ซึ่งมีแหล่งกำเนิดและปลูกกันทั่วไปในแถบแอฟริกาใต้ (Supaporn, 2006) โดยส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด (diploid, 2n = 24) และส่วนน้อยเป็นพวกที่มีโครโมโซม 4 ชุด (tetraploid, 2n = 48) (บุญหงษ์, 2547) ข้าวที่ปลูกในแถบเอเชียนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามความแตกต่างของสภาพพื้นที่และภูมิอากาศของแหล่งปลูกข้าว ได้ดังนี้

1. ชนิดอินดิคา (Indica type) ซึ่งเป็นเมล็ดยาวเรียวเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณเขตร้อน (tropical zone) เช่น ศรีลังกา จีนตอนใต้และตอนกลาง อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ ไทย และฟิลิปปินส์เป็นต้น
2. ชนิดจาโปนิคา (Japonica type) เป็นเมล็ดข้าวสั้นป้อม มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสต่ำ เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น เช่นประเทศจีนตอนเหนือและตะวันออก ญี่ปุ่น เกาหลี ยุโรปตอนใต้ เป็นต้น
3. ชนิดจาวานิคา (Javanica type) เป็นข้าวต้นสูง เมล็ดใหญ่ ป้อม และส่วนใหญ่จะปลูกในประเทศอินโดนีเซียเท่านั้น

ปัจจุบันทั่วโลกมีประเทศที่ผลิตข้าวมากกว่า 20 ประเทศ โดยมีแหล่งผลิตข้าวหลักที่สำคัญของโลก คือ จีนและอินเดีย ซึ่งมีเนื้อที่รวมมากถึงร้อยละ 48 ของเนื้อที่เก็บเกี่ยวรวมทั่วโลก ประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไทยจัดเป็นประเทศที่ผลิตข้าวรายใหญ่เป็นอันดับ 6 ของโลก โดยพื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่แถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ในปี 2548/49 มีปริมาณผลผลิตข้าวรวม 19.99 ล้านตันข้าวสาร ส่วนประเทศคู่แข่งที่มีการผลิตเพื่อส่งออกที่สำคัญได้แก่ จีน มีปริมาณผลผลิตรวม 126.41 ล้านตันข้าวสาร อินเดียมีปริมาณผลผลิตรวม 91.04 ล้านตันข้าวสาร อินโดนีเซียมีปริมาณผลผลิตรวม 34.96 ล้านตันข้าวสาร บังคลาเทศ มีปริมาณผลผลิตรวม 28.27 ล้านตันข้าวสาร และเวียดนามมีปริมาณผลผลิตรวม 22.77 ล้านตันข้าวสาร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) แต่ประเทศไทยจัดเป็นผู้ส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีส่วนแบ่งตลาดในปี พ.ศ. 2550 เป็น 9.20 ล้านตัน ในขณะที่ประเทศคู่แข่งที่สำคัญได้แก่ อินเดียและเวียดนามส่งออกได้ 6.00 และ 4.52 ล้านตันตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

ข้าวลูกผสม (Hybrid rice)

ข้าวลูกผสมเป็นเมล็ดข้าวที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวต่างพันธุ์หรือต่างสายพันธุ์ เป็นลูกผสมชั่วที่ 1 และเมล็ดข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ผลิตข้าวลูกผสมเป็นเชิงการค้าต่อไป ดังนั้นการผลิตข้าวลูกผสมจึงจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ใหม่ที่มาจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์แม่และพันธุ์พ่อทุกปี แตกต่างจากการทำนาโดยทั่วไป ที่ปลูกข้าวโดยใช้เมล็ดพันธุ์แท้ที่สามารถใช้เมล็ดพันธุ์จากแปลงปลูกในฤดูก่อนมาทำพันธุ์ต่อไปได้ การผลิตข้าวลูกผสมเป็นเทคโนโลยีที่นำเอาหลักการของความดีเด่นของลูกผสม (hybrid vigor หรือ heterosis) มาใช้ และลูกผสมที่ได้จะต้องมีความดีเด่นในการให้ผลผลิตเหนือกว่าพันธุ์พ่อ–แม่ หรือข้าวพันธุ์อื่นที่สามารถให้ผลผลิตได้สูงกว่าที่มาจากการปรับปรุงโดยวิธีปกติ แต่เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง โอกาสที่มีการผสมข้ามต้นมีน้อยมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่ทำให้พันธุ์ข้าวที่นำมาใช้เป็นสายพันธุ์แม่ มีละอองเกสรหรือเรณูเป็นหมัน การผลิตข้าวลูกผสมเป็นการผลิตเมล็ดชั่วที่ 1 (F_1) จากการผสมพันธุ์ ระหว่างพันธุ์/สายพันธุ์ ที่มีลักษณะเรณูเป็นหมัน กับพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวที่ปกติที่ดีและเหมาะสมกัน โดยเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 นี้เมื่อนำไปปลูกแล้วจะต้องแสดงออกในด้านความแข็งแรง และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงจากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีปกติประมาณ 20 % ขึ้นไป และเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวจากต้นข้าวลูกผสมไม่สามารถนำไปปลูกในฤดูกาลต่อไปได้ เนื่องจากจะมีการกระจายตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดขึ้นของลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมใหม่ๆ ทุกครั้งที่ปลูก (บริบูรณ์, 2546ข.)

การผลิตข้าวลูกผสมที่มีการใช้อย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับมี 2 ระบบด้วยกัน คือ

1. ระบบ 3 สายพันธุ์ (three-line hybrid) หรือระบบ cytoplasmic genetic male sterility โดยระบบนี้ใช้ข้าวทั้งหมด 3 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์แม่ที่มีไซโทพลาสซึมและยีนในนิวเคลียสที่ทำให้เรณูเป็นหมัน (CMS line หรือ A line) สายพันธุ์ที่รักษาเรณูเป็นหมัน (maintainer line หรือ B line) ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์เดิมที่ได้รับการปรับปรุงให้เป็น A line และสายพันธุ์แก้เรณูเป็นหมัน (restorer line หรือ R line) ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อที่มีเรณูสมบูรณ์ที่มีลักษณะที่ดี

2. ระบบ 2 สายพันธุ์ (two-line hybrid) หรือ ระบบ EGMS (Environmental-sensitive genic male sterility) โดยระบบนี้ใช้ข้าว 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์แม่ซึ่งมีลักษณะเรณูเป็นหมัน (S line หรือ EGMS line) พันธุกรรมเป็นหมันที่ควบคุมด้วยยีนด้อยภายในนิวเคลียส ที่ตอบสนองกับสภาพแวดล้อม เช่น ช่วงแสงหรืออุณหภูมิ และสายพันธุ์พ่อที่มีเรณูสมบูรณ์ที่มีลักษณะที่ดี สายพันธุ์แม่ที่มีลักษณะเรณูเป็นหมันถูกควบคุมโดยอุณหภูมิ เรียกว่า Thermo-sensitive Genetic Male Sterile (TGMS line) สายพันธุ์ที่ลักษณะเรณูเป็นหมันถูกควบคุมโดยช่วงแสง เรียกว่า Photo-sensitive Genetic Male Sterile line (PGMS) และสายพันธุ์แม่ที่ลักษณะเรณูเป็นหมันที่ถูกควบคุมทั้งอุณหภูมิและช่วงแสง เรียกว่า Photoperiod and Thermo-sensitive Genetic Male sterile line (PTGMS line)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thermo-sensitive Genic Male Sterile (TGMS line)

ระบบพันธุกรรมความเป็นหมันของเรณูที่เกิดจากอิทธิผลของอุณหภูมิ (TGMS) เป็นระบบที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่ามีประสิทธิภาพมากกว่า ระบบ 3 สายพันธุ์ (CMS) สำหรับพืชในเขตร้อน (Yuan, 1987; Lu *et al*., 1994) การแสดงความเป็นหมันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ใน TGMS

นั้นถูกควบคุม โดย single recessive nuclear gene ที่มีปฏิกิริยากับอุณหภูมิ (Borkakati and Virmani, 1996) ดังนั้นเมื่อนำสายพันธุ์แม่ที่เป็น TGMS ผสมกับพันธุ์พ่อที่มีเรณูปกติจะทำให้ลูกผสมที่ได้ไม่เป็นหมัน คือสามารถผลิตเมล็ดเพื่อใช้ในการบริโภคหรือในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ ซึ่งในการปลูกเพื่อการผสมพันธุ์นั้นจะต้องปลูกในสภาพอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้เรณูเป็นหมัน เพื่อให้ต้นแม่แสดงลักษณะเรณูเป็นหมันได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และจะได้เมล็ดพันธุ์ที่เป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 อย่างแท้จริง และสำหรับการขยายเมล็ดพันธุ์ TGMS ทำได้โดยปล่อยให้พืชได้ผสมตัวเอง ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้เป็นต้นที่มีเรณูสมบูรณ์ ในช่วงวิกฤตของการเจริญเติบโตคือ 15-11 วัน ก่อนระยะแทงรวง (heading) (Wu, 1997) F_1 hybrid seed ทางการค้านั้นได้มาจากการผสมพันธุ์ของ TGMS line กับสายพันธุ์พ่อที่สมบูรณ์เพศ เรียกระบบนี้ได้อีกอย่างว่า ระบบ 2 สายพันธุ์ (Yuan, 1987) สายพันธุ์ TGMS ต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตที่ดี มีรายงานหลายฉบับแสดงให้เห็นว่าลูกผสมที่ได้จากระบบ TGMS มีผลผลิตสูงกว่า 5-10 % เมื่อเทียบกับลูกผสมที่ได้จากระบบ CMS (Lu *et al*., 1994; Lopez and Virmani, 2000) และมากกว่า 95 % ของข้าวปลูกที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถนำมาใช้เป็นต้นสายพันธุ์พ่อที่ให้เรณูปกติ สำหรับใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ในระบบ 2 สายพันธุ์ ซึ่งสายพันธุ์แม่มีเรณูเป็นหมันเนื่องมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิ (TGMS) ในขณะที่ระบบ 3 สายพันธุ์ (CMS system) มีเพียง 5 % ของข้าวปลูกที่มีอยู่ที่สามารถนำมาใช้สำหรับเป็นต้นสายพันธุ์พ่อในระบบนี้ได้ (Yuan *et al*., 1994) นอกจากนี้วิธีการผลิตข้าวลูกผสมแบบ 2 สายพันธุ์ เป็นโอกาสที่ดีในการหาสายพันธุ์ข้าวลูกผสมที่ดีเด่นที่มีทั้งความสามารถในการให้ผลผลิตที่สูง และอายุสั้นสำหรับการปลูกก่อนฤดู ในขณะเดียวกันก็สามารถพัฒนาข้าวลูกผสมที่แสดงความดีเด่นสูงกว่าในข้าวจาโปนิกา ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาระดับผลผลิตที่คงที่ (stagnant yield) (บริบูรณ์ และ ปัทมา, 2550) การใช้สายพันธุ์แม่ที่มีพันธุกรรมของเรณูเป็นหมันในการผลผลิตลูกผสมนั้น ก็เพื่อความสะดวกในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งไม่ต้องทำการตอนเกสรตัวผู้ (emasculation) อีกทั้งยังแน่ใจได้ว่าลูกผสมที่ได้เป็นลูกผสมอย่างแท้จริงไม่ได้เกิดจากการผสมตัวเอง ดังนั้น การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมโดยใช้ พันธุ์แม่ที่มีลักษณะเป็น TGMS จึงเป็นวิธีการที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การพัฒนาสายพันธุ์เรณูเป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ (TGMS lines)

สายพันธุ์ที่มีลักษณะเรณูเป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิสามารถพัฒนาได้หลายวิธีดังนี้ (IRRI, 1997)

1. ทำการคัดเลือกจากพันธุ์ที่มีอยู่

1.1. ทำการสำรวจในแปลงปลูกพืชก่อนระยะการสุกแก่ ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง (ช่วงฤดูร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส)

1.2. คัดเลือกต้นพืชซึ่งให้รวงที่เป็นปกติบางส่วนและไม่ติดเมล็ดบางส่วนไว้ โดยเป็นวิธีแยกที่ค่อนข้างง่ายซึ่งดูจากรวงที่โน้มตกลงมาที่ให้เมล็ดเต็มเพียงบางส่วนเท่านั้น และสำหรับรวงที่ตั้งตรงนั้นแสดงว่ามีดอกที่เป็นหมันอยู่ในต้นเดียวกัน

1.3. ทำการศึกษาความเป็นหมันของเรณูจากรวงที่ยังอ่อนอยู่ และต้องแน่ใจได้ว่ามีความเป็นหมันสูงกว่า 99 %

1.4. ทำการขยายพันธุ์ต้นที่คาดว่าแสดงความเป็นหมันโดยการแยกหน่อไปปลูก

1.5. ทำการประเมินต้นพืชถึงลักษณะที่ไม่เป็นหมันภายใต้สภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันอย่างเช่น การปลูกใน growth chambers, phytotron หรือในสภาพแปลงปลูก

2. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์

2.1. ทำการคัดเลือกพันธุ์ที่เป็นที่นิยมและให้ผลผลิตสูงสำหรับนำมาชักนำให้กลายเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะเรณูเป็นหมัน

2.2. คัดเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ ทั้งวิธีทางกายภาพ (gamma rays, neutrons) หรือการใช้สารเคมี (EMS, MMS, NEU, DES เป็นต้น) ซึ่งการใช้วิธีการต่าง ๆ นั้นไม่มีความจำเพาะเจาะจง

2.3. นำเมล็ดไปทำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยวิธีต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาและในระดับที่แตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่ได้นี้เรียกว่า M_1 generation ซึ่งจะนำไปปลูกต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4. ทำการปลูก M_2 ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง และทำการคัดเลือกต้นพืชที่แสดงความแตกต่างของความเป็นหมันและไม่เป็นหมันในรวง ภายในต้นเดียวกัน หรือคัดเลือกต้นที่แสดงความเป็นหมันอย่างสมบูรณ์

2.5. ทำการขยายพันธุ์ต้นดังกล่าวโดยการแยกหน่อ และทำการประเมินต้นพืชในสภาวะที่ชักนำให้พืชเป็นปกติ ซึ่งเราสามารถคาดการณ์ได้ว่าต้นดังกล่าวนี้เป็นต้นที่มีลักษณะเรณูเป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ

3. วิธีการผสมพันธุ์

3.1. วิธีการนี้เป็นวิธีที่น่าเชื่อถือมากวิธีหนึ่ง ซึ่งเชื่อว่าจะสามารถถ่ายทอดยีน TGMS สู่พันธุ์พื้นเมืองที่มีความสามารถในการปรับตัวที่ดี

3.2. คัดเลือกต้นที่สามารถให้ลักษณะ TGMS ได้อย่างมีเสถียรภาพ และทราบช่วงอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้เรณูเป็นหมันหรือเรณูสมบูรณ์ที่แน่นอนทำการผสมข้ามกับพันธุ์ที่ต้องการถ่ายทอดยีนดังกล่าวเข้าไป

3.3. ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2

3.4. ปลูกลูกผสมชั่วที่ 2 ในสภาพอุณหภูมิที่ชักนำให้เกิดเรณูเป็นหมัน คัดเลือกต้นที่มีเรณูปกติจากประชากรที่มีการกระจายตัว

3.5. ปลูกลูกผสมชั่วที่ 3 ถึง 5 ในสภาพอุณหภูมิที่ชักนำให้เกิดเรณูเป็นหมัน และคัดเลือกต้นที่มีเรณูสมบูรณ์ที่น่าพอใจ 8 – 10 ต้น ในหนึ่งแถวของลูกที่มีการกระจายตัวของลักษณะเรณูเป็นหมัน สาเหตุที่ต้องทำการคัดเลือกหลายครั้ง ก็เพื่อให้แน่ใจว่าจะมีอย่างน้อยหนึ่งต้นที่มี genotype แบบ heterozygous ซึ่งจะกระจายตัวในการคัดเลือกลักษณะเรณูเป็นหมันในชั่วต่อไป

3.6. ปลูกประชากรลูกผสมชั่วที่ 5 ถึง 6 ในสภาพอุณหภูมิที่ชักนำให้เกิดเรณูเป็นหมัน และคัดเลือกต้นที่ให้ลักษณะเรณูเป็นหมันที่น่าพอใจ และทำการแยกหน่อของต้นดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.7. นำหน่อของต้นที่มีลักษณะเรณูเป็นหมันย้ายไปไว้ใน phytotron หรือ glasshouse ซึ่งมีอุณหภูมิ กลางวัน/กลางคืนเป็น 27/21 องศาเซลเซียส เพื่อชักนำให้เรณูมีสภาพที่ปกติ

3.8. ทำการคัดเลือกต้นพืชที่ให้เรณูปกติในสภาพที่อุณหภูมิต่ำและเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ ซึ่งเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวจะเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ให้ต้นพืชที่มีลักษณะเรณูเป็นหมันเนื่องจากอุณหภูมิ (TGMS)

3.9. นำเมล็ดดังกล่าวที่ได้ไปปลูกในสภาพอุณหภูมิที่ชักนำให้เกิดเรณูเป็นหมัน ในสภาพแปลงและทำการคัดเลือกต้นพืชที่มีลักษณะ TGMS ซึ่งให้เรณูเป็นหมันอย่างสมบูรณ์

ยีนและการแสดงออกของยีน (Gene action)

ยีนเป็นตัวนำลักษณะจากพ่อ – แม่ ถ่ายทอดไปสู่ลูกหลาน และเป็นตัวควบคุมลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ลักษณะภายนอกที่ปรากฏให้เห็นด้วยสายตาของสิ่งมีชีวิต (phenotype) จะเป็นผลรวมของลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) กับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม (environment) ลักษณะทางพันธุกรรมจะถูกควบคุมด้วยยีนซึ่งมีคุณสมบัติ 2 ประการคือ (1) ถ่ายทอดข้ามชั่ว จากพ่อ – แม่ ไปยังลูก โดยที่คุณสมบัติต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และ (2) เป็นศูนย์กลางที่ควบคุมให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ มีโครงสร้าง ส่วนประกอบ และลักษณะอื่น ๆ ที่ตรงกับลักษณะพ่อ-แม่ (วีรพันธ์, 2549)

การศึกษาการกระทำและการแสดงออกของยีนนั้น มีความสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างมาก เนื่องจากพืชจะแสดงลักษณะใด ๆ ออกมานั้นจะขึ้นอยู่ลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมโดยยีน และการแสดงออกของยีนนั้นจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมเช่นกัน ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรมนี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ (1) ลักษณะทางคุณภาพ (qualitative traits) ซึ่งเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่เพียง (1 – 3 คู่) เท่านั้น และ (2) ลักษณะทางปริมาณ (quantitative traits) เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ แต่ละยีนสามารถแสดงลักษณะได้น้อยมาก และเปลี่ยนแปลงตามสิ่งแวดล้อมได้ง่าย (เทิด, 2517)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะพฤติกรรมของยีน หรือ gene effects นั้น Fasoulas (1973) ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยกัน คือ

1. พฤติกรรมของยีนที่เป็นคู่ยีนเดียวกัน (allelic gene action) มี 4 แบบ ได้แก่

1. Dominance เป็นปรากฏการณ์ที่ allele หนึ่งแสดงความสามารถข่มอีก allele หนึ่งที่เป็นคู่กัน
2. Codominance เป็นปรากฏการณ์ที่ alleles ที่เป็นคู่กันต่างแสดงความสามารถโดยการผลิตสารพันธุกรรมที่เป็นอิสระต่อกันและสารนั้นสามารถอยู่ร่วมกันได้เมื่อทั้งคู่อยู่ในสภาพ heterozygous
3. Semidominance เป็นปรากฏการณ์ที่ alleles ที่เป็นคู่กันต่างแสดงความสามารถในการผลิตสารพันธุกรรมชนิดเดียวกันแต่ในปริมาณที่ต่างกัน
4. Recessive เป็นปรากฏการณ์ที่ allele หนึ่งของยีนขาดความสามารถในการแสดงออกของตัวเองเมื่ออยู่เป็นคู่กับ allele ที่เป็น dominance

2. พฤติกรรมของยีนที่ไม่ได้เป็นคู่ของกันและกัน (non-allelic gene action) มี 4 แบบ คือ

1. Epistasis เป็นปรากฏการณ์ที่ยีนหรือคู่ของยีนไปข่มความสามารถของยีนอื่นที่ไม่ได้เป็นคู่กันไม่ให้ยีนนั้นแสดงความสามารถออกมา
2. Coepistasis เป็นปรากฏการณ์ที่คู่ของยีนที่ไม่เป็นคู่กัน (non-allelic gene) ต่างผลิตสารพันธุกรรมที่เป็นอิสระต่อกัน
3. Semiepistasis เป็นปรากฏการณ์ของคู่ยีนที่ไม่เป็นคู่กันต่างผลิตสารพันธุกรรมชนิดเดียวกันแต่ต่างปริมาณกัน
4. Hypostasis เป็นปรากฏการณ์ที่ยีนหรือคู่ยีนถูกข่มความสามารถจากยีนอื่น ไม่ให้แสดงความสามารถออกมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ได้มีการจำแนกชนิดของการข่มของยีนออกเป็น 4 ชนิด (ไพศาล, 2526; เทิด, 2517) ดังนี้

1. การข่มแบบสมบูรณ์ (complete หรือ simple dominance) เป็นการข่มที่เกิดจาก allele หนึ่งข่มอีก allele หนึ่งอย่างสมบูรณ์ ทำให้สิ่งมีชีวิตที่มี genotype แบบ heterozygous จะแสดงลักษณะของ allele เด่นเพียงอย่างเดียว

2. การข่มแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance) เป็นการข่มชนิดที่ค่า allele ทั้ง 2 ชนิดมี genotype เป็น heterozygous ทำให้ลักษณะที่แสดงออกมามีลักษณะเป็นกลาง ๆ ระหว่างลักษณะที่ควรแสดง โดย allele ทั้งสอง การข่มแบบไม่สมบูรณ์สามารถแบบออกได้อีก 2 ประเภท คือ (1) partial dominance เมื่อลักษณะของ heterozygous ที่แสดงออกนั้นอยู่ค่อนไปทาง homozygous dominance หรือ homozygous recessive ทางใดทางหนึ่ง และ(2) no dominance เมื่อลักษณะของ heterozygous อยู่กึ่งกลางพอดีระหว่าง homozygote ทั้งสอง dominance ชนิดนี้จะให้ผลเช่นเดียวกับ additive gene action

3. การข่มร่วมกัน (co-dominance) เป็นการข่มชนิดที่ทั้ง 2 alleles ข่มกันไม่ลง ลูกผสมที่ประกอบด้วย alleles ทั้งสองชนิดจะแสดงลักษณะของแต่ละ alleles ออกมา

4. การข่มเกิน (over-dominance) เป็นการข่มชนิดที่เมื่อทั้ง 2 alleles อยู่รวมกันแล้วแสดงลักษณะออกมาได้ดีกว่าพ่อ-แม่ หรือดีกว่า homozygous dominance

การแสดงออกของยีนในลักษณะทางปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนจำนวนมาก ลักษณะที่ปรากฏย่อมจะเป็นผลลัพธ์ของยีนหลาย ๆ ยีน ส่วนผลลัพธ์ที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับการแสดงออก ซึ่งพฤติกรรมของยีนแต่ละยีนอาจจะแสดงออกได้โดยตรง โดยไม่เกี่ยวข้องกับยีนคู่อื่น การแสดงลักษณะของยีนเช่นนี้เป็นแบบผลบวก หรือ additive gene action ลักษณะที่ได้จะเป็นผลรวมของยีนทุกยีนที่เกี่ยวข้อง ถ้ามียีนจำนวนมากผลลัพธ์ยิ่งมากขึ้น แต่บางครั้งลักษณะที่ได้อาจจะเป็นผลมาจากยีนต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกัน หรือมีปฏิกิริยาต่อกัน (gene interaction) พฤติกรรมของยีนเช่นนี้เป็นแบบไม่เป็นผลบวก หรือ non-additive gene action ซึ่งรวมถึง dominance และ epistasis ลักษณะที่ได้ย่อมแตกต่างจากผลของ additive gene action

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความดีเด่นของลูกผสม (Heterosis)

ความดีเด่นของลูกผสม หมายถึงความสามารถของลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามของพืชที่มีพันธุกรรมต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ความแข็งแรง อัตราการเจริญเติบโต ความต้านทานต่อโรคและแมลง หรือความสามารถในการทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม มีคุณสมบัติที่ดีและมีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ดีกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อ-แม่ หรือดีกว่าสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี อย่างไรก็ตาม อาจพบลูกผสมที่ด้อยกว่าพ่อ-แม่ เนื่องจากความไม่สมดุลในระบบของยีน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อพืชนั้น ๆ มีพันธุกรรมที่แตกต่างกันมากจนเกินขีดจำกัด แม้แต่การผสมในพืชชนิดเดียวกัน อาจเกิดการไม่สมดุลของยีนขึ้นได้ การวัดค่าความดีเด่นของลูกผสมแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ 1) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ (mid-parent heterosis) 2) ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี (better-parent heterosis) และ 3) ความดีเด่นของลูกผสมเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ปลูกเป็นการค้า (standard heterosis) (Banga, 1998)

ทฤษฎีความดีเด่นในลูกผสม (Theories of heterosis)

1. ทฤษฎีการข่มเกิน (overdominance หรือ heterozygosity theory)

G.H. Shull และ E.M. East ได้เสนอทฤษฎีนี้ขึ้นในปี ค.ศ. 1908 (อ้างโดย เทิด, 2517) โดยเสนอว่า heterosis เป็นผลมาจากการรวมตัวกันของ allele ที่ไม่เหมือนกัน หรือเมื่อยีนอยู่ในรูปของ heterozygote จะมีสิ่งกระตุ้นทางสรีรวิทยาทำให้ heterozygote ดีกว่า homozygote ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเป็นพันธุ์ทาง ตามทฤษฎีนี้ allele ของแต่ละยีนจะทำหน้าที่ต่างกัน ผลรวมของ allele ทั้งสองในรูปของพันธุ์ทางย่อมดีกว่าผลรวมของ allele ที่เหมือนกันในรูปของพันธุ์แท้

2. ทฤษฎีการข่มปกติ (dominance theory)

ทฤษฎีนี้เสนอโดย Devenport ในปี ค.ศ. 1908, Bruce ปี ค.ศ. 1910, Keeble และ Pellow ปี ค.ศ. 1910 (อ้างโดย ไพศาล, 2526; เทิด, 2517) ได้อธิบายว่า ประชากรพืชผสมข้ามนั้นยีนด้อยจะถูกข่มไว้ด้วยยีนเด่น จึงทำให้ไม่สามารถแสดงลักษณะนั้นออกมาได้ เมื่อบังคับให้พืชผสมตัวเอง จะมีการกระจายตัวของยีนด้อยทำให้มีโอกาสที่ยีนด้อยจะมาเข้าคู่กันเป็น homozygous และแสดงอาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสื่อมถอยของลักษณะ หรือ inbreeding depression แต่เมื่อนำพืชพันธุ์แท้มาผสมข้ามพันธุ์ ยีนด้อยที่ไม่ดีก็จะถูกข่มไว้โดยยีนเด่นอีกครั้งหนึ่งทำให้ไม่สามารถแสดงลักษณะที่ไม่ดีออกมาได้ ดังนั้น ลูกผสมก็จะแสดง heterosis หรือ ความดีเด่นเกิดขึ้น และจะแสดงความดีเด่นมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับยีนที่มารวมตัวกัน ถ้ายีนของพ่อ-แม่ทั้งสอง เมื่อจับคู่กันแล้วให้ผลดี ก็จะได้ลูกผสมที่มี heterosis มาก ตรงกันข้าม ถ้าเป็นยีนที่ไม่สามารถเข้ากันได้ดี ลูกผสมจะแสดง heterosis ออกมาน้อย โดยทฤษฎีนี้ลูกผสมจะดีเด่นมากที่สุดเท่ากับพ่อ-แม่พันธุ์ดี

3. ทฤษฎีข่มข้ามคู่ (Epistasis Hypothesis)

เกิดเนื่องจากอิทธิพลของยีนตำแหน่งหนึ่งที่มีผลต่อการแสดงออกของยีนอีกตำแหน่งหนึ่งที่มีผลต่อความดีเด่นในการปรับตัวของ heterozygotes ซึ่งผลมาจากการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ ระหว่างยีนที่ต่างตำแหน่งกัน ผลของการข่มข้ามคู่จะเป็น non-linear function ที่เกิดจาก one-locus effect และค่าเฉลี่ย ด้วยการแสดงออกอย่างเพิ่มทวีคูณที่ซับซ้อนนี้ ทำให้ค่าเฉลี่ยของ additive effects สร้างข้อจำกัดที่คล้าย ๆ กัน สำหรับส่วนที่เหลือ ดังนั้น ความดีเด่นสำหรับลักษณะที่ซับซ้อนจะถูกกำหนดโดยปฏิกิริยาสัมพันธ์ของปัจจัยทางพันธุกรรมมากมาย (Banga and Banga, 1998)

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Hung *et al.* (1984) ได้ทำงานทดลองและรายงานว่าข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบ (check variety) ถึง 27 % คือให้ผลผลิต 9.5 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ พันธุ์ตรวจสอบให้ผลผลิตเพียง 7.8 ตันต่อเฮกตาร์

Pham *et al*., 2004 ได้ศึกษาความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในข้าวลูกผสมระหว่าง ข้าวสายพันธุ์ thermo-sensitive genic male sterile (TGMS) T29s และ ข้าว ในกลุ่มของ indica 7 สายพันธุ์ ได้แก่ D 101, R 68, Que 99, CR 203, Takanari, Dular และ Dhaka พบว่า ลูกผสมทั้ง 7 คู่ผสม นั้นแสดงความดีเด่นในทางบวกในด้านผลผลิตต่อต้น และจำนวนดอกข้าว (spikeletes) ต่อรวงเหนือกว่าพ่อ-แม่ และนอกจากนั้นลูกผสมดังกล่าวยังให้ผลผลิตที่เหนือกว่าลูกผสมที่ได้จากระบบ CMS ในด้านการสะสมน้ำหนักแห้งต่อต้นที่ระยะเริ่มแทงรวงนั้น ลูกผสมทั้งหมดยังเหนือกว่าพันธุ์พ่อ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่อีกด้วย ลูกผสมทั้งหมดยังให้จำนวนรวงต่อกอที่มากกว่าพันธุ์พ่อของในแต่ละคู่ผสม แต่จากการศึกษายังพบความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพันธุ์พ่อในทางลบในเรื่องของจำนวนวันของการออกรวง และความสูงของลำต้น

มีรายงานผลการทดลองการผลิตข้าวลูกผสมที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผลิตในระบบ 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วยสายพันธุ์แม่ที่มีเรณูเป็นหมัน หรือ A line สายพันธุ์รักษาเรณูเป็นหมัน (maintainer) หรือ B line และสายพันธุ์แก้ความเป็นหมัน (restorer) หรือ R line ทั้งหมด 22 สายพันธุ์ แล้วปลูกเปรียบเทียบผลผลิตกับข้าวพันธุ์มาตรฐานจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และสายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR88096-17-3-2-2 พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่าง RD21A-23/IR85110-114-2-2-2R ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีความดีเด่นในด้านการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน พันธุ์ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และสายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR88096-17-3-2-2 อยู่ 33, 32 และ16 % ตามลำดับ โดยที่พันธุ์มาตรฐานทั้ง 3 พันธุ์คือชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และสายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR88096-17-3-2-2 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 893, 848 และ 966 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่าง IR73328A/IR65155-47-2-1-19R ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,064 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความดีเด่นในด้านการให้ผลผลิตที่เหนือกว่าพันธุ์มาตรฐาน ชัยนาท 1 สุพรรณบุรี 1 และสายพันธุ์ข้าวดีเด่น SPR88096-17-3-2-2 อยู่ 27.0, 25.5 และ 10% ตามลำดับ (สุภาพรและบังอร,2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้มีการทดสอบผลผลิตของข้าวลูกผสม ที่ภาคเอกชนนำเข้ามาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ข้าวลูกผสมพันธุ์ดีของจีนให้ผลผลิตสูงถึง 1,143 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตที่ได้จากพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 และปทุมธานี 1 ประมาณ 59% และ 27 % (บริบูรณ์, 2546)

จากการศึกษาของ Verma and Srivastava (2004) ในข้าว *Oryza sativa* L. พบความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดี ในคู่ผสมระหว่าง Mahsuri/IR 24 สูงถึง 75.5 % และรองลงมาคือในคู่ผสมระหว่าง IR 24/NS 19 สูง 34.53 % และพบว่าลูกผสมระหว่าง NDR 359/T 21, Mahsuri/T 21, Sarjoo 52/NDR 359, IR 42/NDR 359 และ NDR 359/Jal Lahri มีความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ 1 (Mahsuri) สูงกว่า 50 % และคู่ผสมดังกล่าวยังมีความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ 2 (Sarjoo) สูง 30 %

Allahgholipour (2006) พบความดีเด่นของลูกผสมในข้าว ซึ่งลูกผสมทั้ง 6 คู่ผสมมีความดีเด่นเหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด (heterobeltiosis) ในทางบวกสำหรับผลผลิต โดยอยู่ในช่วง 4.1 ถึง 32.2 %

Maruyama *et al*. (1983) รายงานว่า พันธุ์ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1 hybrid) แสดงความดีเด่นของการให้ผลผลิตและน้ำหนักแห้งของต้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ สูงถึง 80% และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี มากกว่า 70% เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมทั้งเขตร้อนและเขตอบอุ่น แต่ในด้านลักษณะที่เป็นพันธุ์เบาและลักษณะต้นเตี้ยจะมีค่าต่ำกว่าต้นพันธุ์พ่อ-แม่

สมรรถนะในการผสม (Combining ability)

คุณสมบัติสำคัญของสายพันธุ์แท้ที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องการ คือเป็นสายพันธุ์ที่ใช้ผสมข้ามกับสายพันธุ์อื่นแล้วให้ลูกผสมที่มีลักษณะต่างๆดีเยี่ยม การทดสอบสมรรถนะในการผสมเป็นวิธีการที่นำมาใช้เพื่อวัดความสามารถในการผสมของพันธุ์พ่อ-แม่ โดยการศึกษาผลลัพธ์ที่ได้จากการแสดงออกของลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง พันธุ์พ่อ-แม่ นั้น การวัดค่าสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ต่าง ๆ แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ 1) สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability, g.c.a.) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งเมื่อนำไปผสมกับพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อื่น ๆ แล้วให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ของลูกผสมทั้งหมดที่ดี และ 2) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability, s.c.a.) หมายถึง ความสามารถของพืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งผสมกับพืชอีกพันธุ์หนึ่งแล้วลูกผสมจากคู่ผสมดังกล่าว แสดงค่าที่ดีกว่าหรือเลวกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ ที่นำมาผสม (Sprague and Tatum, 1942 อ้างโดย ดำเนิน, 2541)

ถ้าสายพันธุ์พ่อ-แม่ใดเมื่อนำไปผสมกับพันธุ์พ่อ-แม่อื่นๆ และลูกที่ได้ทุกๆ คู่ผสมแสดงความสามารถที่สูงเกินกว่าค่าเฉลี่ยที่ควรจะได้จากพ่อ-แม่ แสดงว่าพันธุ์พ่อ-แม่ นั้นมี g.c.a.สูง แต่ในบางครั้งกลับพบว่า มีเพียงพ่อ-แม่บางคู่ผสมเท่านั้น ที่ลูกผสมที่ได้แสดงความดีเด่นกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ จึงสามารถบอกได้ว่าคู่ผสมคู่นั้นมี s.c.a. สูง (ดำเนิน, 2541)

พ่อ-แม่พันธุ์ที่ดีต้องมีสมรรถนะการผสมที่ดี เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง พ่อ-แม่พันธุ์ต้องมีความแตกต่างทางพันธุกรรม ซึ่งจะส่งผลให้ได้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง และมีความแปรปรวนของลักษณะในรุ่นหลัง ๆ สูง ทำให้การคัดหาสายพันธุ์แท้ใหม่ ๆ มีประสิทธิภาพ ตรงกันข้ามหากพ่อ-แม่พันธุ์มีลักษณะพันธุกรรมใกล้เคียงกัน ลูกผสมที่ได้ก็จะคล้าย ๆ พ่อ-แม่เดิม ลูกรุ่นหลัง ๆ มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่ำ อย่างไรก็ตามความแตกต่างทางพันธุกรรมของพ่อ-แม่ย่อมมีขีดจำกัด ถ้าความแตกต่างทางพันธุกรรมสูงจนเกินขีดจำกัดสมรรถนะการผสมจะลดลง ทำให้ลูกรุ่นหลังมีการปรับตัวที่เลวลง ดังนั้นพ่อ-แม่ ที่ดีก็ควรเป็นสายพันธุ์ที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และให้ผลผลิตสูง (กฤษฎา, 2544)

ได้มีการศึกษาสมรรถนะในการผสมในพืชชนิดต่าง ๆ เช่นในข้าว *Oryza sativa* L. ซึ่งทำการศึกษาโดย Verma and Srivastava (2004) พบความแตกต่างของความแปรปรวนของค่า g.c.a. ในทุกคู่ผสมและทุกลักษณะที่ทำการศึกษา โดยพบ g.c.a. ในลูกผสม NDR 359 ในด้านผลผลิตสูงที่สุดและรองลงมาคือ T 21 และ IR 24 ตามลำดับ ในการศึกษาของ Singh and Kumar (2004) พบว่าสมรรถนะการผสมในข้าวลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ CMS 3 สายพันธุ์ กับพันธุ์/สายพันธุ์ที่ดี 9 พันธุ์/สายพันธุ์ มีความแตกต่างของความแปรปรวนของค่า g.c.a. ของลักษณะ จำนวนวันออกดอก ความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอและผลผลิตต่อต้น และพบค่าความแตกต่างของความแปรปรวนของค่า s.c.a. ของลักษณะผลผลิตต่อกอ และจากการศึกษาของ Zhang *et al*. (1997) โดยศึกษาลูกผสมข้าวระหว่าง Japonica และ Indica พบว่า Japonica PGMS line, Indica R-line และ Japonica-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

like WCVYH101 มีค่า g.c.a. สูงมากในลักษณะของผลผลิต และพบว่าลูกผสมจำนวน 3 คู่ มีค่า s.c.a. สูงในลักษณะของผลผลิตเช่นกัน Won and Tomohiko (2005) พบความแตกต่างของค่า g.c.a. ของลักษณะความยาวของหน่อข้าว ความอวบของหน่อข้าว น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดและผลผลิต และพบว่าความแตกต่างของลักษณะดังกล่าว เกิดจากการกระทำของยีนทั้งแบบผลบวกและไม่เป็นผลบวก การศึกษาของ Kaushik and Sharma (1988) พบว่ายีนแบบผลบวกมีความสำคัญต่อลักษณะความสูง ความยาวรวง และจำนวนดอกต่อรวง ในขณะที่น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนหน่อต่อกอ และผลผลิตเมล็ดต่อกอ ถูกควบคุมด้วยยีนแบบไม่เป็นผลบวก มีปฏิกิริยาข่มข้ามคู่ของยีนของวันออกดอก จำนวนหน่อต่อกอ ความเป็นหมันของดอกข้าวและผลผลิตต่อกอ โดยทุกลักษณะมีปฏิกิริยาข่มข้ามคู่อย่างสมบูรณ์ยกเว้นลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ Honarnejad (1999) ได้ศึกษาสมรรถนะการผสมของลักษณะและอิทธิพลของยีนในการกระจายตัวของประชากรชั่วที่ 2 ของข้าว ซึ่งพบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะอายุการออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ความสูงต้น ความยาวรวง จำนวนหน่อต่อกอ และน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ยกเว้นลักษณะเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง ถูกกระทำจากอิทธิพลของยีนแบบผลบวกและไม่เป็นผลบวก จำนวนหน่อต่อกอถูกควบคุมด้วยยีนเด่น ส่วนลักษณะวันออกดอก วันเก็บเกี่ยว ความสูง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดลีบต่อรวง เป็นผลมาจากอิทธิพลของยีนแบบข่มเกิน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Bansal *et al.* (2000) ที่พบว่ายีนแบบไม่เป็นผลบวกมีอิทธิพลต่อลักษณะวันออกดอก ความสูงต้น ความยาวรวง จำนวนหน่อต่อกอ จำนวนหน่อที่ไม่ให้รวงต่อกอ ผลผลิตเมล็ดต่อกอ น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ดและอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างของใบ Shukla and Pandey (2007) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะในการผสมของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในข้าวลูกผสมระบบ 2 สายพันธุ์ที่เรณูเป็นหมันเนื่องมาจากอิทธิพลของอุณหภูมิ ในสภาพแวดล้อมที่ให้ปุ๋ยในระดับที่สูงกว่าปกติ และพบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา ยกเว้นค่าสมรรถนะในการรวมตัวเฉพาะของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่ไม่พบความแตกต่าง และสายพันธุ์ TGMS 365-8S แสดงสมรรถนะในการผสมทั่วไปสูงสุดในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา Piyavadee *et al.,* 2007 ได้ทำการศึกษาสมรรถนะการผสมของข้าวลูกผสมในประเทศไทย โดยได้ศึกษาลักษณะที่สำคัญทางพืชไร่ต่างๆ และองค์ประกอบผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่า ข้าวสายพันธุ์ T6-4 (CMS line) มีสมรรถนะการผสมทั่วไปที่สูงและให้ผลผลิตที่มากขึ้น เมื่อนำไปผสมกับ restorer lines อื่นๆ ในขณะที่ สายพันธุ์ T6-6 (CMS line) มีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดี และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในเกณฑ์ที่ดีเมื่อนำไปผสมกับ restorer line บางสายพันธุ์เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved