บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ข้าวโพดฝักอ่อน (baby corn หรือ young ear corn) เป็นข้าวโพดซึ่งใช้รับประทานทั้งฝัก เมื่อฝักยังอ่อนอยู่และแกนกลางยังไม่แข็ง (ชำนาญ, 2529) หรือเป็นฝักอ่อนของข้าวโพดที่ยังไม่ได้รับการผสมจากละอองเกสร (Chutkaew and Paroda, 1994; Lekagul, 1998) ข้าวโพดฝักอ่อนนับว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการชนิดหนึ่ง เนื่องจาก เป็นพืชที่ให้สารอาหารแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ และกรดแอสคอร์บิคในปริมาณสูง (Lekagul, 1998) ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วไปทั้งภายในและต่างประเทศ ทั้งในรูปของฝักสด ฝักสดแช่เย็น ฝักสดแช่แข็ง และฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง นอกจากนี้ ผลพลอยได้จากเศษเหลือ ได้แก่ ส่วนของเปลือกฝัก ช่อดอกตัวผู้ ไหม ต้น และใบ ยังสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสด หรืออาหารหมัก สำหรับโคและกระบือได้เป็นอย่างดี (Chutkaew and Paroda, 1994)

การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อเป็นการค้าในระยะแรกนั้น หน่วยงานของทางราชการและเอกชน ยังไม่มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเพื่อผลิตฝักอ่อนโดยเฉพาะ เกษตรกรจึงผลิตข้าวโพดฝักอ่อนจากข้าวโพดชนิดต่างๆ เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดหวานพิเศษ ข้าวโพดเทียน และข้าวโพดไร่บางพันธุ์ (เกรียงศักดิ์ และ กัมพล, 2536) ต่อมา เมื่อหน่วยงานของทางราชการได้คำนึงถึงความสำคัญของพันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ชำนาญ และคณะ (2525) จึงได้พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนขึ้น และได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรโดยใช้ชื่อว่า ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์รังสิต 1 หลังจากนั้นต่อมา ธวัช และคณะ (2529) ได้แนะนำข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ไทยคอมพอสิต เบอร์ 1 ดีเอ็มอาร์ และในปี 2533 กรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยพืชไร่ได้พัฒนาข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์เชียงใหม่ 90 ขึ้นมา ซึ่งเป็นข้าวโพดฝักอ่อนประเภทพันธุ์ผสมเปิดที่เกษตรกรนิยมใช้กันทั่วไป (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2539)

ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์เชียงใหม่ 90 เป็นพันธุ์ที่มีข้อดีเด่น คือ ให้ผลผลิตสูง มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ต้านทานโรคราน้ำค้าง และมีคุณภาพฝักดี แต่ก็มีข้อด้อย คือ ลำต้นค่อนข้างอ่อนแอ ทำให้ไม่ต้านทานการหักล้ม และมีความถดถอยจากการผสมสายเลือดชิด (inbreeding depression) ค่อนข้างสูง (ทวีศักดิ์ และ ราเชนทร์, 2539) ดังนั้น ประวิตร และคณะ (2534) จึงได้ทำการสร้างประชากรข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นใหม่จากหลายแหล่งพันธุกรรม เพื่อเพิ่มฐานพันธุกรรมให้กว้างขึ้น และเป็นการปรับปรุงข้อด้อยของพันธุ์เชียงใหม่ 90

อย่างไรก็ตาม ประชากรข้าวโพดฝักอ่อนดังกล่าว ยังไม่ได้ผ่านการคัดเลือกแบบใดแบบหนึ่งมาก่อน จึงมีความแปรปรวนภายในประชากรสูงมาก ทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตค่อนข้างต่ำ การพัฒนาข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์สังเคราะห์จากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 ถือว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประชากรข้าวโพดฝักอ่อนดังกล่าว ให้มีความสม่ำเสมอภายในประชากร รวมถึงได้ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์สังเคราะห์ที่มีคุณลักษณะที่ดี มีความสามารถในการให้ผลผลิตและมีคุณภาพของผลผลิตอยู่ในระดับสูง อีกทั้ง ข้าวโพดฝักอ่อนสายพันธุ์ผสมตัวเองที่ผ่านการคัดเลือกแล้วนั้น ยังสามารถนำไปสกัดเป็นสายพันธุ์แท้ สำหรับการสร้างพันธุ์ลูกผสมในอนาคตได้อีกด้วย

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ผสมเปิดในประเทศไทย

พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เกษตรกรปลูกในอดีตนั้น หน่วยงานของทั้งภาคราชการและเอกชนยังไม่มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ใช้เฉพาะ เกษตรกรจึงใช้ข้าวโพดพันธุ์ผสมเปิดชนิดต่างๆ เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดหวานพิเศษ ข้าวโพดเทียน ที่มีลักษณะฝักดกและรูปร่างฝักสวยน่ารับประทาน ปลูกเพื่อผลิตเป็นข้าวโพดฝักอ่อนอยู่ระยะหนึ่ง ซึ่งก็เป็นที่น่าพอใจของเกษตรกร ถึงแม้ว่าผลผลิตจะต่ำ และไม่ต้านทานโรคราน้ำค้างก็ตาม ต่อมาเมื่อมีโรคราน้ำค้างระบาดหนักทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ ประกอบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เกษตรกรจึงหันมาใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ผสมเปิดแทนข้าวโพดทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรใช้เพื่อผลิตฝักอ่อนในขณะนั้น ได้แก่ พันธุ์ไทยดีเอ็มอาร์ เบอร์ 6 พันธุ์สุวรรณ 1 และพันธุ์สุวรรณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้มีข้อดี คือ มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง การเจริญเติบโตดี ลำต้นแข็งแรง และเมล็ดพันธุ์มีราคาถูก แต่การเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักอ่อนต้องเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม เนื่องจาก ฝักอ่อนมีการเจริญเติบโตเร็ว มิฉะนั้น จะได้ฝักที่มีแกนค่อนข้างใหญ่หรือได้ฝักอ่อนที่มีรูปร่างหัวโต ปลายลีบ รูปร่างคดงอหรือบิดเบี้ยว แกนแข็ง และมีขนาดฝักโตเกินมาตรฐานที่โรงงานอุตสาหกรรมต้องการ (ทิพย์, 2524; ชำนาญ และคณะ, 2525)

ต่อมาเมื่อความต้องการผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนมีเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าจะทวีความสำคัญมากขึ้น ทำให้เกษตรกรผู้เพาะปลูก พ่อค้าคนกลาง และโรงงานรับซื้อผลผลิตมีความต้องการพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น กรมวิชาการเกษตรจึงได้ริเริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเพื่อสร้างเป็นข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นในปี 2519 โดยนำเชื้อพันธุกรรมจากประเทศฟิลิปปินส์ อินเดีย และไทย จำนวน 147 พันธุ์ ทำการศึกษาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน คัดเลือกพันธุ์ และสร้างพันธุ์ จนในที่สุดก็ประสบความสำเร็จได้ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์รังสิต 1 ซึ่งได้แนะนำให้เกษตรกรปลูกตั้งแต่ปี 2525 เป็นต้นมา (ชำนาญ, 2531; ประวิตร, 2534) ต่อมา ธวัช และคณะ (2529) ได้ผสมและสร้างข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์คอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ ขึ้นในปี 2527 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงจากพันธุ์ (Tien x Golden Bantam) X Super Sweet DMR จากนั้นทำการคัดเลือกภายในพันธุ์

โดยเน้นที่อายุสั้น ฝักดก และฝักอ่อนมีขนาดที่เหมาะสม พันธุ์นี้มีคุณลักษณะเด่น คือ ให้ผลผลิตสูง ฝักดก อายุเก็บเกี่ยวสั้น และมีช่วงเวลาเก็บเกี่ยวสั้น

หลังจากปี 2529 เป็นต้นมา การขยายตัวของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนเพื่ออุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเป็น 4-5 เท่าตัวของช่วงแรกๆ ทำให้ทั้งภาคราชการและบริษัทเอกชนหันมาวิจัยและพัฒนาข้าวโพดฝักอ่อน ทั้งพันธุ์ผสมเปิดและพันธุ์ลูกผสมอย่างจริงจังยิ่งขึ้น ประวิตร และคณะ (2533) จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ จึงตั้งเป้าหมายที่จะพัฒนาข้าวโพดฝักอ่อนประเภทพันธุ์ผสมเปิดพันธุ์ใหม่ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ คือ ให้ผลผลิตที่ได้มาตรฐานสูง อายุเก็บเกี่ยวสั้น และต้านทานโรคราน้ำค้างพอสมควร จนได้ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์เชียงใหม่ 90 ซึ่งเป็นข้าวโพดฝักอ่อนประเภทพันธุ์ผสมเปิดชนิดพันธุ์ผสมรวม (composite) ที่เกิดจากการผสมรวมแบบสุ่มของสายพันธุ์ร่วมพ่อแต่ต่างแม่ (half-sib families) ที่ผ่านการคัดเลือก 3 สายพันธุ์ คือ คุณกริด 135-7 คุณกริด 135-28 และ คุณกริด 135-22 ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรในปี 2533 มีลักษณะดีเด่น คือ ให้ผลผลิตสูง ฝักดก อายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 43 วัน และมีความต้านทานโรคราน้ำค้างอยู่ในระดับเดียวกันกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 2

อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์เชียงใหม่ 90 นั้น ได้รับการคัดเลือกโดยเน้นเฉพาะจำนวนฝักต่อต้น อายุเก็บเกี่ยวสั้น และคุณภาพฝักอ่อนดี ทำให้มีข้อด้อยบางประการ ได้แก่ ลำต้นค่อนข้างอ่อนแอ ทำให้ไม่ต้านทานการหักล้ม และมีความถดถอยจากการผสมสายเลือดชิดค่อนข้างสูง เนื่องจาก มีฐานพันธุกรรมแคบ (ทวีศักดิ์ และ ราเชนทร์, 2539) ดังนั้น เพื่อปรับปรุงข้อด้อยดังกล่าว ประวิตร และคณะ (2534) จึงได้พัฒนาประชากรข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นใหม่ จากประชากรเริ่มต้นของพันธุ์เชียงใหม่ 90 คือ CMB 8704 และได้เพิ่มพันธุกรรมข้าวโพดฝักอ่อนที่มีลำต้นแข็งแรงจากข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมพันธุ์ Cargill 729, G-5407 และ Pioneer 3228 เข้าไปในประชากรใหม่ โดยการผสมรวมสายพันธุ์ผสมตัวเอง 1 ชั่ว จากประชากรและพันธุ์ดังกล่าวที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 30 สายพันธุ์ แล้วทำการผสมรวมอีกหลายครั้งเพื่อให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสายพันธุ์คลุกเคล้ากันดีขึ้น และในปี 2539 จึงได้ประชากรข้าวโพดฝักอ่อนที่ผ่านการผสมรวมมาแล้ว 4 ครั้ง ซึ่งมีลักษณะต้นสมบูรณ์แข็งแรง ไม่หักล้มง่าย และมีฝักดกเฉลี่ย 2-3 ฝักต่อต้น ให้ชื่อประชากรว่า CM 90 RM IV

(ประวิตร และคณะ, 2534; ประวิตร และคณะ, 2536; โกศล และคณะ, 2538; โกศล และคณะ, 2539)

สุนีย์รัตน์ (2538) ได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อปลูกในภาคใต้ โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จากพันธุ์สุวรรณ 2 รอบคัดเลือกที่ 7 [SW2(S)C_7] และสรุปว่า พันธุ์ที่เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์ดังกล่าว คือ SW2(GM)2 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางเกษตรกรรมอื่นๆ ที่ดี คือ ไม่เป็นโรคโคนเน่า และอายุเก็บเกี่ยวเร็วกว่าพันธุ์อื่น ๆ

ชำนาญ (2529) ได้เสนอว่า พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เกษตรกรจะใช้ปลูกเพื่อการอุตสาหกรรมในอนาคตนั้นควรเป็นพันธุ์ลูกผสม เกรียงศักดิ์ และ กัมพล (2536) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า การใช้ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ลูกผสมสำหรับการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในเชิงอุตสาหกรรมนั้น มีข้อได้เปรียบพันธุ์ผสมเปิดหลายประการ โดยเฉพาะการออกฝักและออกดอกตัวผู้ที่สม่ำเสมอและพร้อมเพรียงกันของพันธุ์ลูกผสม ทำให้เกิดความสะดวกในการถอดช่อดอกตัวผู้และการเก็บเกี่ยวฝักอ่อน เพราะสามารถทำได้ในเวลาใกล้เคียงกันและอาจใช้เวลาสั้นลงด้วย นอกจากนั้น การที่พันธุ์ลูกผสมมีความสม่ำเสมอของขนาดและรูปทรงของฝักอ่อนในเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด ทำให้มูลค่าของผลผลิตสูงกว่าด้วย แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อให้ได้ผลผลิตฝักอ่อนสูงนั้น จำเป็นจะต้องปลูกให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่สูง ทำให้ต้องใช้เมล็ดพันธุ์มาก ดังนั้น การสร้างพันธุ์ผสมเปิด เช่น พันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) หรือ พันธุ์ผสมรวม จึงยังคงมีความจำเป็นอยู่ เพราะเมล็ดพันธุ์มีราคาถูกกว่า และมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ผันแปรได้กว้างขวางกว่าพันธุ์ลูกผสม อีกทั้ง พันธุ์ผสมเปิดดังกล่าวจะมีความเสี่ยงต่อความเสียหาย ที่เกิดขึ้นจากโรคและแมลงน้อยกว่าพันธุ์ลูกผสม เนื่องจาก พันธุ์ผสมเปิดมีฐานพันธุกรรมที่กว้างกว่า นอกจากนี้ ประชากรของพันธุ์ผสมเปิดยังสามารถใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์แท้ (inbred line) เพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมได้เป็นอย่างดี (Singh, 1987)

ลักษณะของข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรม

พันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบอุตสาหกรรม นอกจากจะต้องให้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ผลผลิตหลังปอกเปลือก และผลผลิตของฝักอ่อนที่ได้มาตรฐานสูงแล้ว ยัง

ต้องมีลักษณะอื่นๆ ที่จำเป็นอีกหลายประการ (กฤษฎา, 2531; เกรียงศักดิ์ และ กัมพล, 2536) ดังนี้

1. อายุเก็บเกี่ยวสั้น ควรเริ่มเก็บฝักอ่อนได้ประมาณ 42-45 วัน หลังปลูก
2. มีช่อดอกตัวผู้เล็กและสามารถถอดช่อดอกตัวผู้ได้ง่าย
3. ลำต้นแข็งแรงและต้านทานต่อการล้มเมื่อปลูกในอัตราประชากรสูง
4. มีความต้านทานโรคดี โดยเฉพาะโรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้ และโรคราสนิม
5. ออกฝักพร้อมๆ กัน 2-3 ฝักต่อต้นเป็นอย่างน้อย และมีฝักที่ผิดปกติน้อย
6. เก็บฝักอ่อนได้ง่ายและมีช่วงเก็บฝักอ่อนสั้น ประมาณ 7-10 วัน
7. ควรมีอัตราน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือกต่อปอกเปลือกไม่เกิน 7 : 1
8. ให้ฝักอ่อนหลังปอกเปลือกรูปทรงสวย และมีขนาดสม่ำเสมอตรงตามมาตรฐาน
9. การเจริญของฝักทั้งที่อยู่บนต้นและหลังเก็บเกี่ยว ควรคงสภาพที่ต้องการได้นาน
10. เนื้อแกนฝักละเอียด ไม่กลวง มีความกรอบ และปลายฝักไม่แตกหักง่าย

ลักษณะมาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ที่ทางโรงงานอุตสาหกรรมและผู้ส่งออกฝักสดทั่วๆ ไปต้องการ (เกรียงศักดิ์ และ กัมพล, 2536; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536) คือ

1. ลักษณะฝักสมบูรณ์ รูปร่างไม่ผิดปกติ เช่น โคนฝักโตผิดปกติ บิดเบี้ยว คดงอ ยอดโต
2. ความยาวฝักอยู่ในช่วง 4-13 เซนติเมตร แต่ในช่วง 4-11 เซนติเมตร ทางโรงงานจะให้ราคาที่สูงกว่าฝักที่มีความยาวเกิน 11 เซนติเมตร
3. มีเส้นผ่าศูนย์กลางฝักอยู่ในช่วง 1.0-1.5 เซนติเมตร และเป็นสัดส่วนที่ดีกับความยาวฝัก
4. ฝักมีสีเหลืองหรือสีครีม
5. ไข่ปลา (ดอกย่อยที่ยังไม่ได้รับการผสม) ละเอียด การเรียงตัวของไข่ปลาตรงและไม่แยกเห็นเป็นร่อง
6. คุณภาพของฝักภายหลังการบรรจุภายในภาชนะหรือการแปรรูปแล้วดี คือ สามารถเก็บไว้ได้นาน ให้กลิ่นรสดี ให้เนื้อสัมผัสดี กรอบไม่แข็งกระด้าง

นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดมาตรฐานของขนาดความยาวฝักข้าวโพดฝักอ่อนที่แตกต่างกันออกไป เช่น สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2536) กำหนดความยาวฝักมาตรฐาน 4-13 เซนติเมตร โครงการมาตรฐานอาหาร FAO/WHO (Codex) กำหนดความยาวของฝักมาตรฐาน 5-12 เซนติเมตร (สุรพงษ์, 2540) ในขณะที่โรงงานอุตสาหกรรมข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องของประเทศไทย กำหนดความยาวฝักมาตรฐานในการรับซื้อ 4-11 เซนติเมตร (เกรียงศักดิ์ และ กัมพล, 2536) และยังได้แบ่งขนาดของฝักที่ได้มาตรฐานออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก 4-7 เซนติเมตร ขนาดกลาง >7-9 เซนติเมตรและขนาดใหญ่ >9-11 เซนติเมตร ฝักขนาดเล็กและขนาดกลาง เกษตรกรจะขายได้ราคาต่อกิโลกรัมสูง แต่จะได้น้ำหนักรวมของเนื้อข้าวโพดฝักอ่อนต่ำ

พันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะฝักดกของข้าวโพด

ลักษณะฝักดกเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของผลผลิต และมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงระหว่างจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นและผลผลิต (สมจินตนา, 2530) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ลักษณะฝักดกเพื่อการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนนั้นนับว่ามีความเหมาะสมมาก เพราะว่า หากเป็นพันธุ์ที่สามารถออกได้หลายฝักพร้อมกัน จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

ลักษณะฝักดกในข้าวโพด หมายถึง ลักษณะของข้าวโพดที่มีฝักมากกว่า 1 ฝักต่อต้น ซึ่งลักษณะจำนวนฝักต่อต้นเป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดได้ (Bonnett, 1954) และมีอัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมสูง (Lonnquist, 1967) โดยค่าประมาณของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (heritability estimate) ของจำนวนฝักต่อต้น จะอยู่ระหว่าง 30 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Hallauer และ Miranda, 1981) Hallauer (1974) ได้เสนอว่า ลักษณะฝักดกเข้ากันได้กับลักษณะที่เรียกว่า threshold trait ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจะเป็นลักษณะปริมาณ (quantitative) แต่จะมีการแสดงออกในลักษณะคุณภาพ (qualitative)

ยีนที่ควบคุมลักษณะจำนวนฝักนั้นมีตำแหน่งอยู่บนแขนข้างยาวของโครโมโซมคู่ที่ 3 (Chao, 1959) โดยยีนที่ควบคุมนั้นเป็นยีนหลัก (major gene) 1 คู่ และยีนรอง (minor gene) 2 คู่ (Ellsworth, 1971) Harris และคณะ (1972) Duvick (1974) และ Hallauer (1974) พบว่า ลักษณะฝักดกเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย (recessive gene) Sorrells

และคณะ (1976) สรุปว่า ลักษณะฝักดกถูกควบคุมจากการทำงานของยีนเดี่ยว (single locus) หรือ กลุ่มของยีนที่เกาะกลุ่มกัน (linked loci) และจำนวนฝักที่แสดงออกมานั้นก็ยังเป็นผลมาจากกระบวนการทางสรีรวิทยา ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการเดียวหรือหลายกระบวนการรวมกัน

การแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะฝักดก ในระยะเริ่มแรกของการศึกษานั้น พบว่า ยีนที่ควบคุมลักษณะฝักดกมีการข่มบางส่วน (partial dominance) ถึงข่มสมบูรณ์ (complete dominance) (Robinson *et al.*, 1955) ต่อมาได้มีการศึกษาเพิ่มขึ้นโดยคณะนักวิจัยอีกหลายกลุ่ม โดยผลของการศึกษาสามารถสรุปได้ในทิศทางเดียวกัน คือ การแสดงออกของยีนดังกล่าวเป็นแบบผลบวกสะสม (additive gene action) ที่มีบทบาทมากกว่าปฏิกิริยาของยีนแบบข่ม (dominant gene action) หรือแบบอื่นๆ (Laible and Dirks, 1968; Sorrells *et al.*, 1978; Younes and Andrew, 1978; Guo *et al.*, 1987; ประดิษฐ์, 2539)

พันธุ์สังเคราะห์

พันธุ์สังเคราะห์ คือ ชนิดพันธุ์ที่ได้จากการผสมรวมกันใหม่ (recombination) ของสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบสมรรถนะในการผสมหรือการคัดเลือกทางพันธุกรรมเบื้องต้นแล้ว (กฤษฎา, 2522; เจริญศักดิ์, 2527; Allard, 1960) ซึ่งพันธุ์สังเคราะห์มีข้อได้เปรียบเหนือพันธุ์ลูกผสม 2 ประการที่สำคัญ (Hayes and Garber, 1919; Sprague and Jenkins, 1943; Mayo, 1980) ได้แก่

1. พันธุ์สังเคราะห์มีฐานพันธุกรรมกว้าง เนื่องจาก มีจำนวนพ่อแม่ที่ใช้ในการผลิตเป็นพันธุ์สังเคราะห์มากกว่าพันธุ์ลูกผสม ทำให้มีความแปรปรวนในพันธุ์มากกว่า จึงเป็นพันธุ์ที่สามารถยืดหยุ่นหรือปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้กว้างกว่า

2. พันธุ์สังเคราะห์มีความเหมาะสมกับประเทศหรือเขตเกษตรเศรษฐกิจที่ด้อยการพัฒนา ซึ่งยังไม่มีการผลิตพันธุ์ลูกผสมเป็นการค้าอย่างกว้างขวาง หรือมีพื้นที่ปลูกจำนวนน้อยไม่คุ้มต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมออกจำหน่ายเป็นการค้า ทำให้พันธุ์สังเคราะห์มีความเหมาะสมกว่า เพราะว่า เมล็ดพันธุ์มีราคาถูก และเกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ในชั่วก่อนเพื่อนำไปปลูกในฤดูต่อไปได้โดยผลผลิตไม่ลดลงมากนัก อีกทั้ง ผลผลิตของข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในสภาพการผลิตของเกษตรกรที่ขาดแคลนปัจจัยการผลิต

นอกจากนี้ พันธุ์สังเคราะห์ยังสามารถปรับปรุงผลผลิตให้สูงขึ้นได้ โดยการใช้วิธีการปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนที่เหมาะสม และสามารถเพิ่มเติมลักษณะที่ต้องการเข้าไปในพันธุ์ได้ง่าย อีกทั้ง พันธุ์สังเคราะห์ยังเป็นแหล่งที่มีการสะสมยีนที่ดี สำหรับการสกัดสายพันธุ์แท้เพื่อการสร้างพันธุ์ลูกผสมได้อีกด้วย (Sprague and Jenkins, 1943; Dhawan, 1965)

ตัวทดสอบ (Tester)

ในการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ จำเป็นต้องมีการใช้ตัวทดสอบสำหรับผสมกับสายพันธุ์ เพื่อคัดเลือกลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีของสายพันธุ์ เรียกว่า วิธีการ topcross หรือ testcross (Allard, 1960) แล้วจึงนำไปทดสอบรุ่นลูกเพื่อประเมินคุณค่าทางพันธุกรรมของสายพันธุ์เหล่านั้น ก่อนที่จะนำสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากการประเมินดังกล่าว มาผสมรวมเพื่อสร้างเป็นพันธุ์สังเคราะห์ Bos (1982) กล่าวว่า การประเมินคุณค่าทางพันธุกรรม หรือ การทดสอบสมรรถนะการผสมที่แน่นอนนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แท้และระหว่างรุ่นลูก วิธีการคัดเลือก และการเลือกตัวทดสอบ การเลือกตัวทดสอบนั้นนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทดสอบสมรรถนะการผสม Matzinger (1953) และ Hallauer (1975) แนะนำว่า ตัวทดสอบที่เหมาะสมนั้น ควรเป็นพันธุ์ที่ง่ายต่อการใช้ประโยชน์ และให้ลำดับข้อมูลการแสดงออกของสายพันธุ์ได้ถูกต้อง นอกจากนี้ ตัวทดสอบที่ดีต้องสามารถจัดลำดับความดีเด่น และประสิทธิภาพของสายพันธุ์ที่ถูกทดสอบได้อย่างเด่นชัด (Rawlings and Tompson, 1961)

Saxena และ Reddy (1986) ได้ศึกษาธรรมชาติของตัวทดสอบ เพื่อประเมินสมรรถนะในการผสมทั่วไปของสายพันธุ์แท้ ซึ่งตัวทดสอบที่ใช้ คือ สายพันธุ์แท้ ลูกผสมเดี่ยว และประชากรฐานพันธุกรรมกว้าง พบว่า ประชากรฐานพันธุกรรมกว้างสามารถแยกสมรรถนะในการผสมทั่วไปของสายพันธุ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าลูกผสมเดี่ยว และสายพันธุ์แท้ ตามลำดับ

นอกจากนี้ การใช้ตัวทดสอบที่แตกต่างกัน เช่น ตัวทดสอบที่มีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ที่จะทดสอบ และตัวทดสอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ที่จะทดสอบ มีผลทำให้ลำดับของสายพันธุ์ที่ถูกทดสอบแตกต่างกันได้ (Keller, 1949) ซึ่ง Smith (1986) แนะนำว่า

ในการทดสอบสายพันธุ์ ควรใช้ตัวทดสอบที่ไม่มีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ที่จะทดสอบ นอกจากนี้ Hallauer และ Miranda (1981) ยังได้กล่าวว่า ตัวทดสอบที่ดีนั้นควรจะเป็นพันธุ์สังเคราะห์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วในปัจจุบัน

การทดสอบรุ่นลูกในสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 โดยวิธีผสมกับตัวทดสอบ

ถึงแม้ว่าการทดสอบสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 จะเสียเวลา แรงงาน และการลงทุนมากกว่าการทดสอบสายพันธุ์ที่เป็นประชากรเริ่มต้น หรือ สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 ก็ตาม แต่ก็มีผลดีหลายประการ ดังที่ Horner และคณะ (1969) พบว่า การทดสอบสายพันธุ์โดยการพิจารณาการแสดงออกของลูกท้อปครอส (topcross progeny) นั้น ควรใช้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 มากกว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 เนื่องจาก สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 มีความสม่ำเสมอภายในสายพันธุ์มากกว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 ทำให้เกิดความมั่นใจในการคัดเลือกมากขึ้น Horner และคณะ (1977) ได้กล่าวสนับสนุนว่า ในการทดสอบรุ่นลูกนั้น ควรใช้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 มากกว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 ด้วยเหตุผล 2 ประการ ได้แก่

1) สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมภายในสายพันธุ์เดียวกันน้อยกว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 แต่มีความแปรปรวนในระหว่างสายพันธุ์มากกว่า
2) ลักษณะต้นที่ไม่ต้องการสามารถที่จะคัดทิ้งไปได้ครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะคัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 เพื่อพัฒนาเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2

นอกจากนี้ Horner และคณะ (1977) ยังให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอีกว่า การทดสอบสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 ดีกว่าการทดสอบสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 ทั้งที่สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 มีความสม่ำเสมอมากกว่า เนื่องจาก สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 มีความอ่อนแอมากกว่าสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 Sprague (1946) กล่าวว่า ถ้าต้องการนำสายพันธุ์มาใช้เพียงเพื่อการสร้างพันธุ์สังเคราะห์เท่านั้น การแสดงออกของพันธุ์สังเคราะห์เมื่อใช้สายพันธุ์ผสมตัวเองในชั่วต้นๆ กับการใช้สายพันธุ์ที่ผสมตัวเองมากชั่วขึ้นให้ผลไม่แตกต่างกัน

การทดสอบสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 ในโครงการปรับปรุงข้าวโพดเพื่อพัฒนาสายพันธุ์แท้สำหรับการสร้างลูกผสมและการปรับปรุงประชากรมี 2 แนวทาง คือ การทดสอบลักษณะการแสดงออกของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 โดยตรง (S_2 *per se*) และการทดสอบจากการแสดงออกของลูกท้อปครอสของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2 topcross progenies) ซึ่ง Jensen และคณะ (1983) ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการในการพัฒนาสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างข้าวโพดลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงจาก 2 วิธีการดังกล่าว พบว่า ลูกผสมที่ได้จากสายพันธุ์แท้โดยพิจารณาจากลูกท้อปครอสของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมที่ได้จากการพิจารณาจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 โดยตรง เช่นเดียวกันกับการปรับปรุงประชากรข้าวโพด ซึ่ง Horner (1985) พบว่า การพิจารณาการแสดงออกของลูก ท้อปครอสของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 สามารถเพิ่มผลผลิตได้สูงกว่า การปรับปรุงประชากรโดยการพิจารณาการแสดงออกของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 โดยตรง Clucas (1985) กล่าวว่า การทดสอบสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 จากลูกท้อปครอสมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 โดยตรง ทั้งเพื่อการผลิตลูกผสมและเพื่อการปรับปรุงประชากร

ปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงออกของพันธุ์สังเคราะห์

ลักษณะของผลผลิตหรือลักษณะทางพันธุกรรมใดๆ ของพันธุ์สังเคราะห์สามารถที่จะคาดคะเนได้จากคำกล่าวของ Wright (1922 อ้างโดย เจริญศักดิ์, 2527) ว่า สิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการผสมแบบสุ่มของสายพันธุ์แท้จำนวน n สายพันธุ์ ถ้าไม่มีการคัดเลือกเกิดขึ้น ลูกในชั่วถัดไปจะให้ลักษณะดีต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของลูกชั่วแรกเป็น 1 ใน n เท่า ของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลูกชั่วแรกกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่เหล่านั้น จากความสัมพันธ์นี้สามารถเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\overline{Y}_2 = \overline{Y}_1 - \frac{(\overline{Y}_1 - \overline{Y}_0)}{n}$$

โดยที่ $\overline{Y}_2$ = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์สังเคราะห์ที่ได้จากการผสมแบบพบกันหมดของลูกผสมเดี่ยว 1 ชุด ของสายพันธุ์แท้ n สายพันธุ์

$\overline{Y}_1$ = ค่าเฉลี่ยลักษณะของลูกผสมเดี่ยวทุกคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ n สายพันธุ์

$\overline{Y}_0$ = ค่าเฉลี่ยลักษณะของสายพันธุ์แท้ที่เป็นพ่อแม่ n สายพันธุ์

Neal (1935) ได้ทำการพิสูจน์สูตรของ Wright ในข้าวโพดที่เป็นพันธุ์สังเคราะห์ พบว่า ค่าคาดคะเนของลักษณะผลผลิตในชั่วที่ 2 ใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริงมาก โดยให้ค่าสูงกว่าความเป็นจริงเพียง 0.4 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

จำนวนสายพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสมในการสร้างพันธุ์สังเคราะห์

ในแง่ของจำนวนสายพันธุ์เพื่อการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ โดยพิจารณาจากสูตรการคาดคะเนของ Wright นั้น Kinman และ Sprague (1945) ได้เสนอแนะว่า การที่จะเพิ่มลักษณะการแสดงออกของพันธุ์สังเคราะห์ให้มากขึ้นกว่าเดิมนั้น จำเป็นต้องเพิ่มปัจจัยพื้นฐานในการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ คือ

(1) เพิ่มจำนวนสายพันธุ์แท้ให้มากขึ้น

(2) เพิ่มค่าเฉลี่ยของผลผลิตของสายพันธุ์พ่อแม่

(3) เพิ่มค่าเฉลี่ยของผลผลิตของลูกในชั่วที่ 1

ในการเพิ่มลักษณะการแสดงออกของพันธุ์สังเคราะห์ โดยการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์แท้ให้มากขึ้นนั้น Hayes และคณะ (1944) ได้สร้างพันธุ์สังเคราะห์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากสายพันธุ์แท้ 8 สายพันธุ์ และทำการทดสอบผลผลิตนาน 3 ปี 10 สถานที่ทดสอบ พบว่า พันธุ์สังเคราะห์ดังกล่าวให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด Murdock และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสม Minihybrid 403 Kinman และ Spague (1945) ได้ทำการเปรียบเทียบพันธุ์สังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยสายพันธุ์แท้ตั้งแต่ 2 ถึง 10 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์สังเคราะห์ที่สร้างขึ้นจากสายพันธุ์แท้จำนวน 4 5 และ 6 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์สังเคราะห์อื่นๆ และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดถึง 17 เปอร์เซ็นต์

Inoue และ Kaneko (1977) พบว่า ข้าวโพดพันธุ์สังเคราะห์ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์พ่อแม่จำนวน 5-6 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตสูงสุด และผลผลิตในชั่วที่ 2 ลดลงจากชั่วแรกประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ แต่ในชั่วต่อๆ ไปนั้น ไม่มีความแตกต่างกัน Cordova และ Marquez-Sanchez (1982) ได้ทำการเปรียบเทียบการแสดงออกของข้าวโพดพันธุ์สังเคราะห์ต่างๆ ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์แท้จำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 8 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์สังเคราะห์ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์แท้ 5 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตสูงสุดและสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่เดิม 31 เปอร์เซ็นต์

การเพิ่มจำนวนของสายพันธุ์แท้ที่ใช้เป็นพ่อแม่อาจทำได้ง่าย แต่จะทำให้ผลผลิตหรือลักษณะการแสดงออกของพันธุ์สังเคราะห์ของลูกในชั่วถัดไปลดลงได้ ดังนั้น การเพิ่มผลผลิตของพ่อแม่ที่ใช้น่าจะมีความเป็นไปได้มากกว่าปัจจัยอื่นๆ โดยใช้สายพันธุ์ที่ได้รับการผสมตัวเองเพียง 1 หรือ 2 ครั้ง แล้วนำมาทดสอบสมรรถนะในการผสมโดยวิธีท้อปครอส ซึ่งสายพันธุ์ที่ผสมตัวเอง 1 หรือ 2 ครั้งนี้ มีความสามารถให้ผลผลิตได้ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์ผสมเปิด ในขณะที่สายพันธุ์แท้จะให้ผลผลิตเพียง 25 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์ผสมเปิด (Jenkins, 1935) กฤษฎา (2519) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การสร้างพันธุ์สังเคราะห์โดยใช้สายพันธุ์ในชั่วแรกๆ หรือสายพันธุ์ที่มิใช่สายพันธุ์แท้ ซึ่งได้รับการทดสอบความสามารถในการให้ลูกผสมในชั่วแรกๆ แล้ว น่าจะให้ผลผลิตของพันธุ์สังเคราะห์ที่ดีกว่าพันธุ์สังเคราะห์ที่สร้างมาจากสายพันธุ์แท้

Lonnquist และ McGill (1956) ได้ทำการทดสอบผลผลิตข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 ของพันธุ์ผสมเปิด แล้วนำมาสร้างเป็นพันธุ์สังเคราะห์จำนวน 3 พันธุ์ ซึ่งพันธุ์สังเคราะห์ดังกล่าวประกอบด้วยสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 จำนวน 10 13 และ 15 สายพันธุ์ พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์สังเคราะห์ทั้ง 3 พันธุ์ สูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดเดิม 13 เปอร์เซ็นต์ สมชาย (2530) ได้พัฒนาข้าวโพดพันธุ์สังเคราะห์จากประชากรข้าวโพด Amarillo Dentado (FS) C_5 ซึ่งประกอบด้วยสายพันธุ์พ่อแม่ผสมตัวเองชั่วที่ 2 จำนวน 6 10 และ 15 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์สังเคราะห์ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์พ่อแม่จำนวน 10 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่งานวิจัยของ วิทิตร (2530) พบว่า พันธุ์สังเคราะห์ที่ประกอบด้วยสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 จำนวน 12 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด ในการสร้างข้าวโพดพันธุ์สังเคราะห์อายุเก็บเกี่ยวสั้นจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2

ส่วนผลผลิตหรือลักษณะการแสดงออกของพันธุ์สังเคราะห์หลังจากชั่วที่ 2 ไปแล้วนั้น กฤษฎา (2519) และ Allard (1960) ได้อธิบายว่า ถ้าหากว่าทุกอย่างเป็นไปตามกฎของ Hardy–Weinberg โดยที่ประชากรในชั่วที่ 1 มีการผสมแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ และปราศจากการคัดเลือก การกลายพันธุ์ และการเคลื่อนย้าย (migration) แล้ว ประชากรในชั่วที่ 2 จะเข้าสู่สมดุลย์ทางพันธุกรรม ดังนั้น ผลผลิตหรือลักษณะการแสดงออกในชั่วต่อๆ ไปจะคงที่ นอกจากจะมีปัจจัยอย่างหนึ่งอย่างใดมาทำให้สมดุลย์ทางพันธุกรรมของประชากรเสียไป

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดฝักอ่อน

ในการปรับปรุงพันธุ์พืช นักปรับปรุงพันธุ์ต้องมีการจดบันทึกลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกพันธุ์หรือสายพันธุ์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยเฉพาะการคัดเลือกพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ (พีระศักดิ์, 2526) นักปรับปรุงพันธุ์จึงควรทราบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรแต่ละลักษณะว่ามีความสัมพันธ์ในระดับใดกับผลผลิต เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์หรือสายพันธุ์ได้อย่างถูกต้อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะทางการเกษตรที่เกี่ยวข้องสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) และการวิเคราะห์เส้นทาง (path coefficient analysis) (Wright, 1921 อ้างโดย สุรพล, 2536) ซึ่งเป็นวิธีการที่เสนอโดย Sewall Wright ในช่วงปี ค.ศ.1921 (Li, 1956) ซึ่งมีหลักการและวิธีการอธิบายอยู่ในสุรพล (2536), Li (1956), Singh และ Chaudhary (1979), Dabholkar (1992) และ Johnson และ Wichern (1992) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะซึ่งพิจารณาความเป็นไปในทำนองเดียวกัน โดยไม่คำนึงว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรสาเหตุ การศึกษาสหสัมพันธ์อาจไม่สามารถวัดผลได้กระจ่างหรือสมบูรณ์เท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากผลที่วัดได้นั้นบอกถึงอิทธิพลรวม (total effect) ว่าลักษณะแต่ละคู่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือมีความสัมพันธ์ขนาดไหนเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงอาจมีลักษณะหรือปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยไม่สามารถประเมินจากความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ ซึ่งอิทธิพลรวมประกอบด้วยอิทธิพลทางตรง (direct effect) และอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) ผ่านลักษณะอื่น (สุรพล, 2536) ส่วนการวิเคราะห์เส้นทางเป็นการแยกความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable) กับตัวแปรตาม (dependent variable) ไปเป็นอิทธิพลทางตรง

และอิทธิพลทางอ้อม ผ่านลักษณะตัวแปรอิสระที่ใช้ร่วมในการวิเคราะห์ (Singh และ Chaudhary, 1979) การวิเคราะห์เส้นทางทำให้สามารถทราบอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม และสามารถทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเหล่านั้น ว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด (สุรพล, 2536) เนื่องจาก การวิเคราะห์เส้นทางสามารถแยก สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว ออกเป็นอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรอิสระไปสู่ตัวแปรตาม (เช่น อิทธิพลของ X ต่อ Y) และอิทธิพลโดยทางอ้อมโดยผ่านทางตัวแปรอื่น (เช่น อิทธิพลของ X ต่อ Y โดยผ่านทาง Z) การวิเคราะห์เส้นทางสามารถทำได้สองระดับ คือ ทั้งระดับฟีโนไทป์ (phenotype) และระดับจีโนไทป์ (genotype) (Kang et al. 1983; Dabholkar, 1992) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ โดยการวิเคราะห์เส้นทาง ได้นำมาใช้ในพืชล้มลุกและพืชยืนต้นหลายชนิด เช่น Zubair และ Srinives (1986) ใช้ศึกษาองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเขียว Ofori (1996) ใช้ศึกษาองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วหรั่ง Haque และคณะ (1989) ใช้ศึกษาลักษณะความทนแล้งในข้าว Beard และ Geng (1982) ใช้ศึกษาในทานตะวัน Kang และคณะ (1983) และพร้อมพรรณ และคณะ (2540) ใช้ศึกษาลักษณะผลผลิตในอ้อย Oboh และ Fakorede (1990) ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตในปาล์มน้ำมัน ดำเนิน และ เฉลิมพล (2539) ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใบและมุมใบ ที่มีต่อน้ำหนักแห้งและผลผลิตในถั่วเหลือง และ Rai และคณะ (1993) ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางคุณภาพในลินิน (linseed) เป็นต้น

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต คือ น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐาน กับลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดฝักอ่อน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทาง เพื่อใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์หรือสายพันธุ์ยังมีการศึกษาไม่มากนัก เช่น กิตติ (2534) ได้ทำการศึกษาในลูกผสมข้าวโพดฝักอ่อนแบบ Full-sib จำนวน 176 ลูกผสม พบว่า จำนวนฝักต่อต้นมีอิทธิพลในทางบวกต่อน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานสูง ทั้งทางตรงและโดยรวม อายุเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลในทางลบต่อน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานค่อนข้างสูง ทั้งทางตรงและโดยรวม และช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลในทางลบต่อน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานในทางตรงค่อนข้างสูง ส่วนการศึกษาของสุวรรณษา (2541) ได้ทำการศึกษาในลูกผสมท้อปครอสของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 จำนวน 144 ลูกผสม พบว่า น้ำหนักฝักหลังปอกเปลือกมีอิทธิพลทางตรงต่อ

น้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานสูงที่สุด และจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานมีอิทธิพลทางตรงต่อน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานน้อยมาก แต่จะมีอิทธิพลทางอ้อมสูงโดยผ่านทางน้ำหนักฝักหลังปอกเปลือก ประสาทพร และคณะ (2544) ได้ทำการวิเคราะห์เส้นทางในข้าวโพดฝักอ่อน โดยใช้ข้อมูลผลผลิตจากแปลงทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยลูกผสม พ่อแม่ของลูกผสมเหล่านั้น และพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เป็นการค้า รวมทั้งสิ้น 90 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่า น้ำหนักฝักหลังปอกเปลือกเป็นลักษณะที่มีผลโดยตรงต่อผลผลิตน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานมากที่สุด ลักษณะที่มีอิทธิพลทางตรงสูงรองลงมา คือ จำนวนฝักที่เก็บเกี่ยว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างข้าวโพดฝักอ่อนชนิดพันธุ์สังเคราะห์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพของฝักอ่อนดี จากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 ของประชากรข้าวโพดฝักอ่อน CM 90 RM IV
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ที่มีต่อผลผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อมในข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมท้อปครอสโดยการวิเคราะห์เส้นทาง