

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองนี้ได้ปลูกทดสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ของลูกผสมชั่วที่ 1 และสายพันธุ์พ่อ-แม่ โดยได้ทำการศึกษาลักษณะต่างๆ ที่สำคัญทางพืชไร่ ได้แก่ อายุวันออกดอก วันสุกแก่ ความสูงลำต้น จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยในลักษณะต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างประชากรพ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 รวมทั้งมีความแตกต่างระหว่างประชากรของพ่อ-แม่ และระหว่างประชากรของกลุ่มผสมต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ของทุกลักษณะ ภายในประชากรสายพันธุ์พ่อ-แม่ ทั้ง 4 สายพันธุ์ให้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของทุกลักษณะ แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ ที่นำมาศึกษาเพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 ในการทดลองครั้งนี้ มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว (ตาราง 1) การศึกษาลักษณะอายุออกดอก และอายุสุกแก่ ของสายพันธุ์พ่อ-แม่ พบว่า สายพันธุ์ KDML 105 TGMS-2 ให้อายุสุกแก่เร็วที่สุด เฉลี่ย 81 วัน รองลงมาคือพันธุ์สุวรรณบุรี 60 มีอายุสุกแก่เฉลี่ย 94 วัน ในขณะที่พันธุ์สุวรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 ให้อายุสุกแก่ช้าที่สุดคือ มีอายุสุกแก่เฉลี่ย 105 วันเท่ากัน เมื่อนำลักษณะดังกล่าวเปรียบเทียบกับลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกกลุ่มผสมแสดงลักษณะเป็นพันธุ์เบาว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ คือ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อหรือแม่ ที่แสดงลักษณะพันธุ์เบา แสดงให้เห็นว่า ลักษณะพันธุ์เบาที่ถ่ายทอดสู่ลูกผสมนี้เป็นทั้งการกระทำของยีนแบบเป็นผลบวก และไม่เป็นผลบวก (ตาราง 3) แต่การกระทำของยีนแบบเป็นผลบวกมีอิทธิพลมากกว่า ขณะเดียวกันพันธุ์เบาแสดงค่า heterosis effect ได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Pham *et al.* (2004) ที่พบว่า วันแทงรวง ในลูกผสมชั่วที่ 1 จะแสดงลักษณะเป็นพันธุ์เบาใกล้เคียงกับพันธุ์พ่อหรือแม่ที่มีลักษณะพันธุ์เบา เช่นเดียวกับ การศึกษาของ Lopez and Virmani (2000) ที่พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างสายพันธุ์ TGMS กับสายพันธุ์แท้มีวันออกดอกที่เร็วกว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ สำหรับลักษณะความสูงของลำต้น พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 4 กลุ่มผสม มีความสูงของลำต้นเฉลี่ยสูงกว่า

สายพันธุ์พ่อและแม่ โดยกลุ่มผสมที่มีค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นสูงที่สุดคือ KDML 105 TGMS-2 x SP1 เท่ากับ 136.75 เซนติเมตร สำหรับกลุ่มผสม SP1 x SP60 และ SP60 x PT1 ให้ค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นมากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่ โดยมีค่าใกล้เคียงกับพ่อหรือแม่ที่มีความสูงของลำต้นที่สูงกว่า แสดงให้เห็นว่าลักษณะความสูงของลำต้นที่เป็นต้นสูงข่มลักษณะต้นเตี้ย ซึ่งมีทั้งการแสดงออกแบบข่มเกิน (over dominance) และการข่มแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance) ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Pham *et al.* (2004) ที่พบว่าลักษณะความสูงของการมีลำต้นที่สูงจะข่มลักษณะของลำต้นเตี้ย ส่วนลักษณะจำนวนรวงต่อกอ นั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนรวงต่อกอในประชากรสายพันธุ์พ่อ-แม่ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เช่นเดียวกับ ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของสายพันธุ์พ่อ-แม่ กับลูกผสมชั่วที่ 1 แล้วพบว่า ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอที่ไม่แตกต่างกัน คือเท่ากับ 16 รวงต่อกอ แต่เมื่อเปรียบเทียบ ในแต่ละกลุ่มผสมกับสายพันธุ์พ่อ-แม่ แล้วพบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 แต่ละกลุ่มผสมให้ค่าเฉลี่ยในลักษณะจำนวนรวงต่อกอไม่มากไปกว่าพันธุ์พ่อหรือแม่เลย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) โดยทำการศึกษาลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างสายพันธุ์ TGMS และสายพันธุ์แท้ พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ลักษณะจำนวนรวงต่อกอ ที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่ ทุกกลุ่มผสม สำหรับลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวง พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวงในประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของประชากรสายพันธุ์พ่อ-แม่ ทั้ง 4 สายพันธุ์ เช่นเดียวกับลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อกอ ที่ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประชากรพ่อ-แม่ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวง ที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อ-แม่ ซึ่งให้ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Pham *et al.* (2004) แสดงว่าลักษณะดังกล่าวนี้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น และเมื่อลูกผสมชั่วที่ 1 มี genotype อยู่ในรูป heterozygote ทำให้มีการแสดงลักษณะดังกล่าวออกมาได้น้อยกว่าพ่อ-แม่ที่มี genotype ในรูป homozygote สำหรับลักษณะผลผลิตนั้นพบว่า ทั้งลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และ น้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 นั้นให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่า ค่าเฉลี่ยของประชากรสายพันธุ์พ่อ-แม่ โดยกลุ่มผสม SP1 x SP60 ให้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดต่อกอสูงที่สุด เท่ากับ 74.91 กรัม และพบว่าในแต่ละกลุ่มผสมให้ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ อยู่ระหว่าง 53.97 ถึง 74.91 กรัม ซึ่งความแปรปรวนที่เกิดขึ้นนี้อาจเนื่องมาจาก สาย

พันธุ์พ่อ-แม่ ที่มีพันธุกรรมต่างกัน และลักษณะของผลผลิตนั้นเป็นลักษณะทางปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายยีน และจะแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อม ทำให้ค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตมีความแตกต่างกัน ลักษณะผลผลิตของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีค่าสูงกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ ในการทดลองครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับงานทดลองของ Verma and Srivastava (2003), Pham *et al.* (2004) และ Lopez และ Virmani (2000) ที่พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 จะให้ลักษณะผลผลิตต่อต้นที่มากกว่าพันธุ์พ่อ-แม่

การศึกษาความดีเด่นของลูกผสม เป็นการประเมินความสามารถของพันธุ์พ่อ-แม่ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ว่าจะสามารถให้ลูกผสมที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่ดี แสดงออกมาได้มากน้อยเพียงใด และยังบอกถึงการกระทำของยีน (gene action) ที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ โดยนำค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1 มาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี (วีรพันธ์, 2548)

จากผลการทดลองพบว่า ค่าความดีเด่นของลักษณะต่าง ๆ ที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีนั้นมีทั้งค่าบวก และค่าลบ ถ้าลูกผสมใดแสดงค่าความดีเด่นในทางบวก แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยในลักษณะนั้นที่เหนือกว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ แต่ถ้าลูกผสมใดแสดงค่าความดีเด่นในทางลบ แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยในลักษณะนั้นที่น้อยกว่าพ่อ-แม่ นอกจากนี้ความดีเด่นของลูกผสมจะแสดงค่าออกมามากเมื่อสายพันธุ์พ่อ-แม่ ที่นำมาใช้สร้างลูกผสมมีความแตกต่างทางพันธุกรรม และความถี่ของ allele สูง และในแต่ละพันธุ์จะต้องมีความเป็น inbred line สูง (Brummer, 1999) สำหรับการศึกษาในลักษณะของวันออกดอก และวันสุกแก่ ในลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่าแสดงค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางลบทุกคู่ผสม ซึ่งหมายความว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้ง 6 คู่ผสม แสดงลักษณะที่เป็นพันธุ์เบา มากกว่าพ่อ-แม่ ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะที่ดี ที่จะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น ซึ่งให้ผลที่เหมือนกับงานศึกษาของ Shukla and Pandey (2004) และของ Lopez and Virmani (2000) ที่ทำการศึกษาในลูกผสมชั่วที่ 1 แล้วพบว่า ให้ค่าความดีเด่นในทางลบ เช่นกัน ความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 ในลักษณะของความสูงของลำต้น พบว่า มีจำนวน 4 คู่ผสม ที่แสดงค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวก ซึ่งมีค่าความดีเด่นระหว่าง 3.62 % - 34.16 % และมีเพียง 2 คู่ผสมที่แสดงลักษณะการเป็นต้นเตี้ย โดยให้ค่าความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางลบ คือคู่ผสม SP1 x SP60 และ SP60 x PT1 ที่มีค่า

เท่ากับ -10.36 % และ -6.57 % ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษามีความสูงเฉลี่ยที่สูงกว่าพ่อและแม่ อาจเนื่องมาจากลักษณะความสูงนั้นเป็นลักษณะทางปริมาณ ที่ถูกควบคุมด้วยยีน หลายยีน จึงทำให้มีการแสดงออกของยีนแบบผลบวกสะสม หรือการข่มเกินออกมาได้ เมื่อลูกผสมมี genotype แบบ heterozygote ซึ่งให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับ Kaushik and Sharma (1986) มีหลายงานทดลองที่พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าความดีเด่นในลักษณะความสูงที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และพบว่าลูกผสมยังให้ความสูงที่เหนือกว่าพันธุ์ทดสอบอีกด้วย แต่ในบางงานทดลองก็แสดงให้เห็นว่าลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าความดีเด่นในทางลบเช่นกัน (Pillai, 1961, และ Singh and Singh, 1978) นอกจากนี้ Chang *et al.* (1971) ได้รายงานว่าคุณสมบัติเด่นในลักษณะความสูงของลำต้นนั้น จะก่อให้เกิดปัญหาในด้านการหักล้มของลำต้น (lodging) ซึ่งมีความสำคัญมาในการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ-แม่ในการสร้างลูกผสม อาจกล่าวได้ว่าการที่ลูกผสมแสดงความดีเด่นของลักษณะความสูงในทางบวกนั้น เป็นข้อเสียอย่างหนึ่ง ที่จะทำให้ผลผลิตลดลงได้ Virmani *et al.* (1982) รายงานว่า ความสูงของลำต้นในข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 นั้นควรเท่ากับหรือน้อยกว่าสายพันธุ์พ่อ-แม่ หรือพันธุ์ทดสอบ เพราะการแสดงความดีเด่นของลักษณะความสูงในทางลบ หรือมีลักษณะต้นเตี้ยจะมีความสัมพันธ์กับการต้านทานต่อการหักล้มได้ ส่วนลักษณะของจำนวนรวงต่อกอที่พบพบว่าทุกกลุ่มผสมแสดงค่าความดีเด่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี แต่ค่าความดีเด่นที่แสดงออกมานี้มีทั้งค่าบวกและค่าลบ โดยมีเพียงกลุ่มผสมเดียวที่มีค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ในทางบวก คือ SP1 x SP60 เท่ากับ 17.92 % และ 13.33 % ตามลำดับ แสดงว่ากลุ่มผสมนี้แสดงลักษณะของการมีจำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่อีก 5 กลุ่มผสมนี้แสดงค่าความดีเด่นในทางลบ แสดงว่ากลุ่มผสมดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดจำนวนรวงต่อกอลง เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ-แม่ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ในทางลบ มีรายงานหลายฉบับที่ชี้ให้เห็นว่า จำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น จะมีผลสนับสนุนให้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ heterosis ของผลผลิตให้มากขึ้นได้ (Devarathinam, 1984; Dhulappanavar and Mensikai, 1967; Karunakaran, 1968; Muruyama, 1973; Singh and Singh, 1978, 1979) สำหรับความดีเด่นของลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวง และจำนวนเมล็ดดีต่อกอนั้นพบว่า ทั้ง 6 กลุ่มผสมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าความดีเด่นที่แสดง

ออกมานั้นมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ในทั้งสองลักษณะ แสดงให้เห็นว่าในจำนวน 6 กลุ่มสมนี้ไม่มีกลุ่มใดที่แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี ยกเว้นกลุ่มสม KDML 105 TGMS-2 x SP60 ที่แสดงค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ ในทางบวกเท่ากับ 16.48 % และแตกต่างจากพ่อ-แม่ที่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และความดีเด่นของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ในลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่ามีกลุ่มสมจำนวน 5 กลุ่ม ที่มีค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ในทางบวก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีในการนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 โดยมีค่าระหว่าง 3.04 ถึง 102.66 % สำหรับค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี พบว่ามีเพียง 2 กลุ่มสม ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในทางบวก คือกลุ่มสม SP1 x SP60 และ KDML 105 TGMS-2 x SP60 มีค่าเท่ากับ 3.34 ถึง 1.33 % ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มสม สองกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ที่มากกว่าสายพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 เช่นกัน Kim (1985) พบว่า จำนวนดอกต่อรวง และน้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโดยตรงมากกว่า จำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น สำหรับลักษณะน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ นั้น พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกกลุ่มสมแสดงค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวกทั้งสิ้น โดยกลุ่มสมที่แสดงความดีเด่นด้านผลผลิตน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีมากที่สุด คือ SP1 x SP60 และ KDML 105 TGMS-2 x SP60 มีค่าเท่ากับ 79.02 % และ 49.36 % ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้ง 6 กลุ่มสมมีความสามารถในการให้ผลผลิตที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ และมากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี แสดงให้เห็นว่าลักษณะของน้ำหนักเมล็ดต่อกอที่เพิ่มขึ้นสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ดี เนื่องจากทั้ง 6 กลุ่มสมแสดงค่า heterosis effect ได้อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 2) Virmani *et al.* (1981) ได้เสนอข้อมูลเกี่ยวกับความแปรปรวนของความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ และความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ของผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ซึ่งพบว่า ค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ของลักษณะผลผลิตอยู่ระหว่าง 396 ถึง -91 % ลักษณะเมล็ดต่อรวงอยู่ระหว่าง 55 ถึง -70 % ลักษณะของน้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 14 ถึง -31 % และในลักษณะของจำนวนรวงต่อกอพบว่า มีค่าระหว่าง 505 ถึง -45 % เช่นเดียวกับการศึกษาของ Virmani (1981,1982) แสดงให้เห็นว่า ค่าความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ย

ของพันธุ์พ่อ-แม่ มีค่าสูงถึง 73 % สำหรับค่าความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี สูงถึง 57 % และมีค่าความดีเด่นสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานถึง 34 % และได้มีการทดสอบผลผลิตข้าว ลูกผสมที่ภาคเอกชนนำเข้ามาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า ข้าวลูกผสมพันธุ์ดีของจีนให้ ผลผลิตสูงถึง 1,143 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าผลผลิตที่ได้จากพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2 และปทุมธานี 1 ประมาณ 59 % และ 27 % (ปริบูรณ์, 2546)

ปริมาณผลผลิตของ F_1 hybrid มีแนวโน้มที่จะแปรปรวนอย่างมากในแต่ละฤดูกาล เพาะปลูกพืชในพื้นที่เขตร้อน (tropics) (Ponnuthurai *et al.*, 1984 และ Virmani *et al.*, 1982) และ ผลผลิตของ F_1 hybrid จะแสดงลักษณะที่ไม่คงตัวเมื่อปลูกในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ (Tian, 1980 และ Wu *et al.*, 1980) นอกจากนี้ Chang *et al.* (1971) ได้พบว่า ค่าความดีเด่นของลูกผสม จะลดลงเมื่อ ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม แต่จะมีค่าความดีเด่นเพิ่มมากขึ้นเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่ เหมาะสม Yab and Chang (1976) ได้ทำการศึกษาความสามารถของลูกผสม แล้วพบว่า ลูกผสมจะ สามารถแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมาได้ดีในสภาพ dryland นอกจากนี้ Kim (1985) ได้แสดงให้เห็น ว่า การให้ผลผลิตของลูกผสมชั่วที่ 1 นั้นไม่มีความแปรปรวนในแต่ละปีการเพาะปลูก ซึ่งต่างกับ สายพันธุ์พ่อ-แม่ที่จะมีความแปรปรวนของผลผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละปีการเพาะปลูก

การศึกษามรรณะในการผสม เพื่อทดสอบสายพันธุ์ในการคัดเลือก เพื่อนำมาผลิตเป็น ลูกผสมชั่วที่ 1 แล้วให้ลักษณะที่ดีมาน้อยเพียงใด และเพื่อศึกษารูปแบบการกระทำของยีนที่มี อิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ สมรรถนะการผสมทั่วไปพบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้น ลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ลักษณะจำนวน เมล็ดดีต่อกอนั้น ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่าลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษานี้ ถูกควบคุม ด้วยยีนที่มีการกระทำแบบเป็นผลบวก (additive gene action) สำหรับความแปรปรวนของ สมรรถนะในการผสมเฉพาะ พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้นลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวง ที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่าลักษณะดังกล่าวถูก ควบคุมด้วยยีนที่มีการกระทำแบบไม่เป็นผลบวก (non additive gene action) จากการศึกษา สมรรถนะในการผสมของลักษณะ อายุออกดอก อายุสุกแก่ ความสูงของลำต้น จำนวนรวงต่อกอ

จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ พบว่ามีอิทธิพลเนื่องมาจากการกระทำของยีนแบบเป็นผลบวก และการกระทำของยีนแบบไม่เป็นผลบวกร่วมกัน เมื่อพิจารณาสัดส่วนของ g.c.a. : s.c.a. พบว่า ลักษณะอายุออกดอก อายุสุกแก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ มีค่ามากกว่า 1.0 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ ถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของยีนที่มีการกระทำแบบเป็นผลบวกมากกว่าอิทธิพลของยีนที่มีการกระทำแบบไม่เป็นผลบวก ในขณะที่ ลักษณะความสูงของลำต้น และจำนวนเมล็ดดีต่อกอนั้น มีสัดส่วนของ g.c.a. : s.c.a. ที่น้อยกว่า 1.0 แสดงว่า สองลักษณะนี้ถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของยีนที่มีการกระทำแบบไม่เป็นผลบวก มากกว่าการกระทำของยีนแบบผลบวก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่พบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไป และสมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้น สมรรถนะในการผสมเฉพาะของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของยีนที่มีการกระทำแบบผลบวก และไม่เป็นผลบวกมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา และพบว่า ค่าความแปรปรวนของสมรรถนะในการผสมเฉพาะมีมากกว่า ค่าความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไป นอกจากนี้ สัดส่วนของ g.c.a. : s.c.a. ยังน้อยกว่า 1.0 ในทุกลักษณะ แสดงให้เห็นว่า ลักษณะต่าง ๆ นั้นมีแนวโน้มที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่มีการกระทำแบบไม่เป็นผลบวกมากกว่า (non additive gene action)

จากการประเมินค่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไปของลักษณะต่าง ๆ ในสายพันธุ์ข้าว พ่อ-แม่ ทั้ง 4 สายพันธุ์ (ตาราง 4) พบว่า พันธุ์สุพรรณบุรี 1 (SP1) และพันธุ์ปทุมธานี 1 (PT1) ให้ความสามารถในการรวมตัวทั่วไปของลักษณะอายุออกดอก และอายุเก็บเกี่ยวเป็นบวก แสดงว่ามีสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะพันธุ์หลัก ส่วนพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 (SP60) และ KDML 105 TGMS-2 แสดงค่าสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปที่เป็นค่าลบ แสดงว่าสองพันธุ์นี้มีสมรรถนะในการรวมตัวที่ดีของลักษณะพันธุ์เบา สำหรับลักษณะความสูงของลำต้น พบว่า พันธุ์สุพรรณบุรี 1 และปทุมธานี 1 มีสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะต้นสูง ในขณะที่พันธุ์ KDML 105 TGMS-2 และ สุพรรณบุรี 60 ให้สมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะต้นเตี้ย Foster and Rutger (1978) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะความสูงของลำต้น โดยมีสายพันธุ์พ่อ-แม่ จำนวน 10 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะต้นสูง 2 สายพันธุ์ (tall

japonicas) และอีก 8 สายพันธุ์มีลักษณะต้นสูงปานกลาง ซึ่งมีฐานพันธุกรรมมาจากข้าว japonica และ indica-japonica พบว่า ความแปรปรวนของลักษณะความสูงถูกควบคุมด้วย 3 major gene และเมื่อวิเคราะห์โดยวิธีของ Hayman-Jinks แล้วพบว่ามียธิพิลของการกระทำของยีนแบบผลบวก และการกระทำของยีนแบบข่ม ที่แตกต่างกัน แต่ไม่พบการกระทำของยีนแบบ epistasis เมื่อศึกษา ลักษณะของจำนวนรวงต่อกอพบว่าพันธุ์ปทุมธานี 1 เพียงพันธุ์เดียวที่ให้ค่าสมรรถนะในการรวมตัว ทั่วไปเป็นบวก แสดงว่ามีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะการเพิ่มจำนวนรวงต่อ กอ ในขณะที่อีก 3 สายพันธุ์ให้ค่าที่เป็นลบ สำหรับลักษณะผลผลิต จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และ จำนวนเมล็ดดีต่อกอนั้น พบว่ามีค่าสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปทั้งค่าบวกและค่าลบ โดยพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 แสดงค่าที่เป็นบวก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เพียงพันธุ์เดียว เท่านั้น แสดงว่าพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะจำนวนเมล็ด ดีต่อรวงที่เพิ่มขึ้น ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ มีแนวโน้มลดจำนวนเมล็ดดีต่อรวงลง เช่นเดียวกับลักษณะ จำนวนเมล็ดดีต่อกอ และสำหรับพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และ ปทุมธานี 1 พบว่าให้ค่าสมรรถนะในการ รวมตัวทั่วไปเป็นบวกของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ แสดงว่ามี ความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอที่ เพิ่มขึ้นเมื่อนำไปผสมกับพันธุ์อื่นๆ

ผลการประเมินค่าสมรรถนะในการรวมตัวเฉพาะ ของลักษณะต่าง ๆ ในลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้ง 6 คู่ผสม (ตาราง 5) พบว่า คู่ผสม KDML 105 TGMS-2 x SP60, KDML 105 TGMS-2 x PT1, SP1 x SP60 และ SP60 x PT1 มีสมรรถนะในการรวมตัวเฉพาะที่ดีของลักษณะการเป็นพันธุ์เบา และ คู่ผสม KDML 105 TGMS-2 x SP1, KDML 105 TGMS-2 x SP60 และ KDML 105 TGMS-2 x PT1 มีสมรรถนะในการรวมตัวเฉพาะที่ดีในลักษณะของการเป็นต้นเตี้ย ส่วนคู่ผสม SP1 x SP60 แสดงสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะที่ดีในลักษณะของการเป็นต้นเตี้ย และลักษณะจำนวนรวงต่อกอ ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่คู่ผสมอื่นๆ แสดงค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแสดงสมรรถนะการรวมตัว เฉพาะที่ดีของลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวงที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่คู่ผสมอื่น ๆ ไม่แสดงความแตกต่าง กันทางสถิติเช่นกัน สำหรับลักษณะผลผลิต น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ นั้น พบว่า คู่ผสม KDML 105 TGMS-2 x SP60 แสดงค่าสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะที่ดีและมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 6.826 และ 19.793 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า คู่ผสม KDML 105 TGMS-2 x SP60

แสดงลักษณะที่ดีของน้ำหนักราก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักรากเมล็ดดีต่ออกที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการสำหรับการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น Li (1975) ทำการศึกษาความดีเด่นของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของลูกผสม ภายใต้สภาวะการให้ปุ๋ยในโตรเจน 2 ระดับ พบว่า การให้ผลผลิตต่อต้นของข้าวลูกผสมนั้นถูกควบคุมด้วยยีนที่มีการแสดงออกแบบ over dominance มากกว่าใน ขณะที่การกระทำของยีนแบบผลบวกมีผลต่อลักษณะนี้น้อยมาก ส่วนลักษณะอื่นๆ ทั้งหมดที่ทำการศึกษานั้นพบว่า ถูกควบคุมด้วยยีนที่มีการกระทำแบบผลบวกมากกว่า Maurya and Singh (1977) รายงานว่า จากการศึกษาสมรรถนะในการรวมตัวจากพ่อ-แม่ จำนวน 6 สายพันธุ์ ในแปลงทดลอง พบว่าทั้งสมรรถนะการรวมตัวทั่วไป และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความแปรปรวนเนื่องมาจากสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปมีมากกว่าค่าสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ แสดงว่าลักษณะส่วนใหญ่ที่ศึกษานั้นถูกควบคุมด้วยยีนที่มีการกระทำแบบเป็นผลบวก Singh *et al.* (1980) ได้ทำการศึกษาผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในข้าวลูกผสม จากจำนวนพ่อ-แม่ 6 สายพันธุ์ พบว่า อิทธิพลของการกระทำของยีนแบบไม่เป็นผลบวกและการกระทำของยีนแบบข่ม มีอิทธิพลมากต่อการแสดงออกของลักษณะผลผลิต Rao *et al.* (1980) ได้ศึกษาสมรรถนะในการรวมตัวของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิต 10 ลักษณะด้วยกัน และพบว่าทั้งสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปและสมรรถนะในการรวมตัวเฉพาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 10 ลักษณะที่ทำการศึกษา Rahman *et al.* (1981) กล่าวว่า การให้ผลผลิตต่อต้นในข้าวลูกผสมนั้น สายพันธุ์พ่อ-แม่ที่แสดงความสามารถออกมาให้เห็นได้มาก ไม่จำเป็นต้องเป็นพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไป สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ-แม่ เพื่อนำมาผลิตลูกผสมนั้น การดูเฉพาะค่าความสามารถของตัวพ่อ-แม่เอง หรือค่าสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปเพียงอย่างเดียวไม่น่าเพียงพอที่จะทำให้ได้ลูกผสมที่ดีที่สุด ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ-แม่ ควรดูทั้งค่าความสามารถของในแต่ละพันธุ์เอง และค่าสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้ได้ลูกผสมที่สามารถแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมาได้ดี และลูกผสมที่จะสามารถแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมาได้ดีนั้น จะต้องมาจาก การให้ค่าสมรรถนะในการรวมตัวเฉพาะที่เหมาะสม และพันธุ์พ่อ-แม่ อย่างน้อยหนึ่งพันธุ์ต้องให้ค่าสมรรถนะในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะนั้น ๆ ที่สูงด้วย

ผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า การผลิตลูกผสมแบบ 2 สายพันธุ์ นั้นมีประโยชน์อย่างมาก ไม่เพียงแต่จะเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้มากขึ้นแล้ว ยังสามารถเพิ่มผลผลิตต่อวันได้มากขึ้นด้วย โดยดูได้จากความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่แสดงค่าเป็นลบ แสดงว่าลักษณะการออกดอกของลูกผสมชั่วที่ 1 ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงและยังคงเป็นพันธุ์เบาเช่นเดียวกับสายพันธุ์แม่ ซึ่งได้รับการถ่ายทอดยีนมาจากสายพันธุ์ T29s และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกกลุ่มผสมมีอายุออกดอกที่สั้นกว่าสายพันธุ์พ่อ ดังนั้น กล่าวได้ว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ยังคงสภาพการเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงไว้ได้ ที่ทำให้เราสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น และในลักษณะความสูงนั้นแสดงออกในลักษณะของ over dominant ทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อ-แม่ นั้นมีความสำคัญอย่างมาก และสายพันธุ์พ่อที่ดีควรมีความสูงของลำต้นใกล้เคียง หรือน้อยกว่าสายพันธุ์แม่เล็กน้อย เพื่อให้มีความสามารถในการปล่อยละอองเกสรได้ดี ซึ่งส่งผลให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ในทางการค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น และลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จะแสดงลักษณะต้นสูงปานกลาง ทำให้ไม่เกิดการหักล้มได้ง่าย และผลผลิตที่ได้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้น