

การประเมินพ่อและแม่พันธุ์เพื่อการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 ของผักกาดเขียวปลี

Evaluation of Male and Female Parents for F₁ Hybrid Production of Leaf Mustard

ธีรวัฒน์ สีทอง^{1/} และ มณีฉัตร นิกรพันธุ์^{1/}
Teerawat Seetong^{1/} and Maneechat Nikompun^{1/}

Abstract: Seven F₁ hybrids, male and female parents of leaf mustard were tested in comparison with commercial varieties. A randomized complete block design with 3 replications was used. Yields of the varieties ranged from 2,016 to 4,435 kg./rai. Which was significantly different. Variety 2M gave the highest yielding variety. The F₁ hybrid BC9(4-4 x 2M) x 4OR was the highest yielding variety among the F₁ hybrids, it gave 3,468 kg./rai. Head weight of four F₁ hybrids derived from BC9(4-3 x 19H) x 2M, BC9(4-4 x 4OR) x 19H9, BC9(4-4 x 4OR) x 2M and BC11(4-4 x 4OR) x 2M ranged from 350 to 450 g./head and they were significantly different from other F₁ hybrids. These sizes of heads were the desirable size by processing factory. However, trimming percentage was not significantly different. Results showed that most of the F₁ hybrids exhibited negative heterotic effects on yield over their mid parents except the F₁ hybrid BC9(4-4x4OR)x19H9 which expressed promising negative heterosis effect on yield, head weight before and after trimming, percentage of trimming and stem shape index, at 16.7, 33.5, 16.7, 17.8 and 21.9% respectively. Positive heterosis effect on solidity and head shape index at 42.5 and 1.6, respectively. The F₁ hybrid BC11(4-4x4OR) x 2M, BC9(4-4x4OR) x 2M, BC9(4-3x19H) x 2M, BC9(4-4x4OR) x 19H9, BC9(4-4x2M) x 19H9, BC9(4-4x2M) x 4OR and BC11(4-4x4OR) x 19H16 which expressed promising negative heterobletiosis effect on yield, heterobletiosis value of 50.6, 50.5, 41.3, 35.1, 27.2, 16.0 and 13.9, respectively. The F₁ hybrids BC11(4-4x4OR) x 2M, BC9(4-4x4OR) x 2M, BC9(4-4x4OR) x 19H9, BC9(4-3x19H) x 2M, BC9(4-4x2M) x 19H9, BC11(4-4x4OR) x 19H16 and BC9(4-4x2M) x 4OR which expressed promising negative standards heterosis effect on yield, had standards heterosis value of 47.4, 47.3, 38.6, 37.5, 31.1, 23.8 and 16.9, respectively.

Keywords: F₁ hybrid, leaf mustard, heterotic effect

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, 239 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai. 50200

บทคัดย่อ: การประเมินผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 7 พันธุ์ และเปรียบเทียบกับ พันธุ์พ่อแม่ พันธุ์การค้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก มี 3 ซ้ำ ทดสอบในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2554 ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่ามีผลผลิตเฉลี่ย 2,016 ถึง 4,435 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ พันธุ์ 2M ส่วนพันธุ์ BC9(4-4 x 2M) ที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ผสมกับพ่อพันธุ์ 4OR ให้ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4x2M) x 4OR ที่มีผลผลิตสูง 3,468 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ BC9(4-3x19H) x 2M BC9(4-4x 4OR) x 19H9 BC9(4-4x 4OR)x2M และ BC11(4-4x4OR)x2M มีน้ำหนักปลีเฉลี่ย 350 ถึง 450 กรัมต่อหัว ซึ่งเป็นน้ำหนักหัวที่เป็นการต้องการของโรงงานแปรรูป ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เปอร์เซ็นต์การตัดแต่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติและการศึกษาความดีเด่นของผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 ลูกผสมชั่วที่ 1 ส่วนใหญ่มีความดีเด่นของลูกผสมระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ พ่อ-แม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4x4OR)x19H9 มีความดีเด่นของลูกผสม ในด้านของน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักปลีก่อนตัดแต่ง น้ำหนักปลีหลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์การตัดแต่ง และอัตราส่วนของลำต้นในทางลบ เท่ากับร้อยละ 16.7, 33.5, 16.7, 17.8 และ 21.9 ตามลำดับ ความแน่นของปลีและอัตราส่วนของหัวแสดงออกในทางบวก ซึ่งมีค่าความดีเด่น 42.5 และ 1.6 ตามลำดับ และความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุดในด้านผลผลิตต่อไร่ พบว่า พันธุ์ BC11(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-3x19H)x2M BC9(4-4x4OR)x19H9 BC9(4-4x2M)x19H9 BC9(4-4x2M)x4OR และ BC11(4-4x4OR)x19H16 แสดงความดีเด่นในทางลบ เท่ากับร้อยละ 50.6, 50.5, 41.3, 35.1, 27.2, 16.0 และ 13.9 ตามลำดับ ส่วนความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในด้านผลผลิตต่อไร่ พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC11(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x19H9 BC9(4-3x19H)x2M BC9(4-4x2M)x19H9 BC11(4-4x4OR)x19H16 และ BC9(4-4x2M)x4OR แสดงความดีเด่นในทางลบ เท่ากับร้อยละ 47.4, 47.3, 38.6, 37.5, 31.1, 23.8 และ 16.9 ตามลำดับ

คำสำคัญ: พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ผักกาดเขียวปลี ความดีเด่น

คำนำ

ผักกาดเขียวปลี (*Brassica juncea* L. var. *rugosa*) มีชื่อเรียกกันหลายชื่อ เช่น Indian mustard, brown mustard, leaf mustard และ Chinese mustard เกิดจากผักกาดชนิด *Brassica nigra* และ *Brassica campestris* (มณีจันทร์, 2545) มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา แต่มีปลูกในทวีปเอเชียและปลูกอย่างกว้างขวางจากยุโรป ตะวันออกจนถึงประเทศจีนและอินเดีย สำหรับในประเทศไทยอินเดียผักกาดเขียวปลีเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญมาก (Purseglove, 1968) ในประเทศไทยนิยมนำมาดองมากกว่าบริโภคสด แต่ในประเทศตะวันตกมีการปลูกเพื่อผลิตเมล็ด เรียกว่า เมล็ดมัสตาร์ด (mustard seed) ใช้ทำเครื่องเทศ จากสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) พบว่า ประเทศไทยนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลีจากต่างประเทศ ตั้งแต่ปี 2547-2552 โดยเฉลี่ยมีปริมาณ 77.5 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 5.2 ล้านบาทต่อปี

ปัญหาของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผักกาดดอง พบว่า ขนาดของปลีมีขนาดใหญ่ ไม่เหมาะสมต่อขนาดของ ภาชนะบรรจุ ทางบริษัทจึงต้องการปลีขนาดเล็กประมาณ 350-450 กรัม (จากการสอบถาม บริษัท สันติภาพ (ฮั่วเฟ่ง 1958) จำกัด)

พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันในไฮโดพลาสซึม ซึ่งได้จากการทำไฟโตพลาสฟิวชัน (protoplast fusion) ระหว่าง *B. napus* cv. Hanna กับ *B. juncea* เรียกพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันที่ได้นี้ว่า Anand cytoplasm ซึ่งระบบ พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันระบบนี้ค้นพบโดย Anand (Szasz et al., 1991) ต่อมา Rao et al. (1994) ได้ค้นพบระบบการเป็นหมันในไฮโดพลาสซึมที่เกิดจากการผสมกลับระหว่าง *Diplotoxis siifolia* และ *B. juncea* ได้พันธุ์เพศผู้เป็นหมันใน ไฮโดพลาสซึม (cytoplasmic male sterile line) ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะการเจริญเติบโตเหมือน *B. juncea* ซึ่งมีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงแคบ ก้านชูดอกเพศผู้สั้นลง และละอองเกสรเพศผู้ไม่

อุปกรณ์และวิธีการ

แตก และระบบพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์คือ Ogura cytoplasm ที่เป็นไฮโดพลาสซึมของผักกาดหัว (Yamagishi and Terachi, 1993) มีการพัฒนาแม่พันธุ์ผักกาดเขียวปลีให้มียืนเพศผู้เป็นหมันในไฮโดพลาสซึม โดยการย้ายนิวเคลียสจากพ่อพันธุ์เข้าไปในผักกาดเขียวปลีที่มีพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันแบบ Ogura cytoplasm และ Anand cytoplasm ซึ่งเป็นแม่พันธุ์โดยใช้วิธีการผสมกลับ (backcross) ประมาณ 7-8 ครั้ง ทำให้ได้ผักกาดเขียวปลีที่มีลักษณะเพศผู้เป็นหมัน เพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 (นรินทร์และคณะ, 2545) ซึ่งเป็นที่มาของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ใช้ในการทดลองนี้

ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis หรือ hybrid vigor) เป็นปรากฏการณ์ของลักษณะอันใดอันหนึ่ง เมื่อลูกผสมชั่วที่ 1 แสดงความสามารถเหนือกว่าความสามารถของพ่อแม่ที่แสดงออกในลักษณะดังกล่าว การเกิดขึ้นของความดีเด่นของลูกผสมในแต่ละลักษณะนั้นเกิดจากพฤติกรรมของยีนที่สลับซับซ้อนมาก (ดาเนิน, 2545) ความดีเด่นของลูกผสมสามารถแยกความแตกต่างออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) relative heterosis คือ ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (2) heterobeltiosis คือ ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุดของลูกผสมนั้น ๆ (3) standard heterosis คือ ลูกผสมแสดงความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในขณะนั้น (Banga, 1998) Lui *et al.* (2002) รายงานความดีเด่นของลูกผสมระหว่างพันธุ์เพศผู้เป็นหมันกับพันธุ์เพศผู้ปกติใน stem mustard (*B. juncea* var. *tumida*) และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของลูกผสม และพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งพบว่า น้ำหนักสด ผลผลิตต่อไร่ และความยาวใบในแนวราบที่ขนาดกบพื้น มีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมในการปรับปรุงพันธุ์ Indian mustard (Priti *et al.*, 2010) rapeseed (Sabaghnia *et al.*, 2010) *B. rapa* ssp. *brown sarson* (Dar *et al.*, 2011)

การศึกษานี้เป็นการประเมินพ่อและแม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 ของผักกาดเขียวปลี โดยพิจารณาลักษณะทางพืชสวนที่ดีและความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1

ปลูกพันธุ์พ่อและแม่ที่ใช้ผลิตผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 ในฤดูหนาว ช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2554 โดยปลูกผักกาดเขียวปลีพันธุ์พ่อ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ 2M 4OR 19H9 และ 19H16 ส่วนพันธุ์แม่ จำนวน 4 พันธุ์ คือ BC9(4-4X2M) BC9(4-4X4OR) BC11(4-4X4OR) และ BC9(4-3X19H) ซึ่งเป็นผักกาดเขียวปลีเพศผู้เป็นหมันในไฮโดพลาสซึม ได้เมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 7 คู่ ได้แก่ BC9(4-3x19H)x2M BC9(4-4x4OR)x19H9 BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x2M)x19H9 BC9(4-4x2M)x4OR BC11(4-4x4OR)x 19H16 และ BC11(4-4x4OR)x2M ปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เยี่ยม MAX 018 และ M-ONE เริ่มเพาะเมล็ดผักกาดเขียวปลีในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ รดน้ำให้ชุ่มทุกวัน หลังจากงอกประมาณ 7 วันย้ายลงถาดเพาะกล้า ใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ หลังจากย้ายลงถาดเพาะกล้าประมาณ 10 วัน รดปุ๋ยสูตร 46-0-0 ประมาณ 15 กรัมต่อน้ำ 15 ลิตร โดยจะให้ปุ๋ยในช่วงที่เป็นต้นกล้า 2 ครั้ง เมื่ออายุกล้าได้ 25 วัน คัดเอาต้นที่สมบูรณ์และสม่ำเสมอย้ายปลูกลงแปลง โดยวางแผนการทดลองแบบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกพันธุ์ละ 16 ต้นต่อซ้ำ ปลูกระยะ 50x50 เซนติเมตร แปลงขนาด 1X4 เมตร โดยเตรียมแปลงตากดินไว้ประมาณ 7 วัน และคลุมแปลงด้วยพลาสติกขนาดกว้าง 1.2 เมตร ให้น้ำโดยใช้ระบบน้ำหยด พร้อมกับให้สารละลายปุ๋ยที่ประกอบด้วย ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท (300 กรัม โพแทสเซียมไนเตรท 130 กรัม และ โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต 150 กรัม ผสมน้ำ 200 ลิตร) และธาตุอาหารรอง 5 กรัม (ประกอบด้วย Mg 9.0%, Fe 4.0%, Mn 4.0%, Cu 1.5%, Co 0.05%, Zn 1.5% , B 0.5% และ Mo 0.1%) โดยให้ไปพร้อมกับระบบน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เข้า-เย็น

หลังย้ายปลูกได้ 45 วัน เก็บเกี่ยวผลผลิต การบันทึกข้อมูล ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ องค์ประกอบของผลผลิตต่อไร่ ได้แก่ น้ำหนักก่อนตัดแต่ง น้ำหนักหลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์การตัดแต่ง ความแน่นของปลี ความยาว

และความกว้างของลำต้นและหัว นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ คำนวณหาค่าความดีเด่นของลูกผสม ได้แก่ ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุดและความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า

ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ปรากฏว่า ผักกาดเขียวปลีทั้งหมดในด้านผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 2,016 ถึง 4,435 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ 2M ให้ผลผลิตมากที่สุด

Table 1 Yield and yield components of leaf mustard in winter 2011

Variety	Yield (kg./rai)	Head Weight (g./head)		Trimming ^{2/} (%)	Solidity ^{3/} (gm/CC M)	HSI ^{4/}	SSI ^{5/}
		Before	After				
		Trimming	Trimming				
Hybrids							
BC9(4-3 x 19H) x 2M	2,605.7 ^{cde1/}	1,362.5 ^{abcd1/}	430.9 ^{cd1/}	66.6 ^a	1.17 ^{cd1/}	0.9 ^{b1/}	0.69 ^{ab1/}
BC9(4-4 x 4OR) x 19H9	2,560.3 ^{cde}	830.0 ^{ef}	423.3 ^{cd}	47.4 ^a	1.56 ^{bc}	1.0 ^b	0.6 ^{ab}
BC9(4-4 x 4OR) x 2M	2,197.4 ^{de}	1,106.7 ^{bcde}	363.3 ^d	66.5 ^a	1.63 ^{bc}	0.9 ^b	0.5 ^b
BC9(4-4 x 2M) x 19H9	2,872.8 ^{bcde}	1,454.2 ^{abc}	475.0 ^{bcd}	65.3 ^a	1.06 ^{cd}	1.0 ^b	0.8 ^{ab}
BC9(4-4 x 2M) x 4OR	3,467.5 ^{abcde}	1,310.8 ^{abcd}	573.3 ^{abcd}	59.3 ^a	1.51 ^{bc}	1.0 ^b	0.8 ^{ab}
BC11(4-4 x 4OR) x 19H16	3,180.2 ^{abcde}	1,337.5 ^{abc}	525.8 ^{abcd}	59.4 ^a	1.1 ^{cd}	1.0 ^b	0.7 ^{ab}
BC11(4-4 x 4OR) x 2M	2,192.4 ^{de}	1,060.0 ^{cdef}	362.5 ^d	64.5 ^a	2.1 ^b	0.9 ^b	0.6 ^{ab}
Female Parent							
BC9(4-3 x 19H)	3,381.8 ^{abcde}	1,394.2 ^{abc}	559.2 ^{abcd}	59.7 ^a	1.33 ^{cd}	0.9 ^b	0.7 ^{ab}
BC9(4-4 x 4OR)	2,197.4 ^{de}	890.8 ^{def}	363.3 ^d	58.4 ^a	1.1 ^{cd}	0.9 ^b	0.8 ^{ab}
BC9(4-4 x 2M)	2,545.2 ^{cde}	1,404.2 ^{abc}	420.8 ^{cd}	68.1 ^a	1.27 ^{cd}	1.0 ^b	0.6 ^{ab}
BC11(4-4 x 4OR)	2,016.0 ^e	670.0 ^f	333.3 ^d	47.6 ^a	1.53 ^{bc}	1.0 ^b	0.7 ^{ab}
Male Parent							
19H9	3,946.3 ^{abc}	1,606.7 ^a	652.5 ^{abc}	56.9 ^a	1.1 ^{cd}	1.2 ^b	0.8 ^{ab}
19H16	3,694.3 ^{abcd}	1,489.2 ^{ab}	638.3 ^{abc}	58.5 ^a	1.17 ^{cd}	1.1 ^b	0.7 ^{ab}
4OR	4,127.8 ^{ab}	1,564.2 ^a	682.5 ^{ab}	52.4 ^a	0.98 ^{cd}	1.1 ^b	0.8 ^{ab}
2M	4,435.2 ^a	1,604.2 ^a	733.3 ^a	54.2 ^a	1.06 ^{cd}	1.1 ^b	1.0 ^a
Control variety							
Yeam	4,032.0 ^{abc}	1,472.2 ^{abc}	666.67 ^{abc}	52.8 ^a	2.9 ^a	2.2 ^a	0.6 ^b
MAX 018	4,223.5 ^{ab}	1,487.5 ^{ab}	698.3 ^{ab}	52.1 ^a	0.8 ^d	1.0 ^b	0.8 ^{ab}
M-ONE	4,258.8 ^{ab}	1,463.3 ^{abc}	704.2 ^{ab}	49.1 ^a	1.25 ^{cd}	1.1 ^b	0.9 ^{ab}

^{1/} Mean within column with different letters differ at $P \leq 0.05$ according to least significant difference and ns = non significant at, respectively

^{2/} Percentage of Trimming = $\{(\text{Before Trimming} - \text{After Trimming}) / \text{Before Trimming} \} \times 100$

^{3/} Solidity = $MHW / (0.524 d_1^2 d_2)$

MHW = mean head weight, d_1 = mean length of head, d_2 = mean width of head

^{4/} HSI = Head shape index = $(\text{Head length}) / (\text{Head width})$

^{5/} SSI = Stem shape index = $(\text{Stem length}) / (\text{Stem width})$

และพันธุ์ BC11(4-4 x 4OR) ให้ผลผลิตน้อยที่สุด ในกลุ่มผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่าผักกาดเขียวปลีพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 BC9(4-4 x 2M)x4OR (ภาพที่ 1) ให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 3,468 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ได้จาก BC9(4-4 x 2M) เป็นพันธุ์แม่ผสมกับ 4OR น้ำหนักปลีก่อนตัดและหลังตัดแต่ง เท่ากับ 1,311 และ 573 กรัมต่อหัว ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 (ภาพที่ 2) ที่มีน้ำหนักปลีเฉลี่ย 350 ถึง 450 กรัมต่อหัว ซึ่งเป็นที่ต้องการของโรงงานแปรรูป ได้แก่ BC9(4-3 x 19H) x 2M, BC9(4-4 x 4OR) x 19H9, BC9(4-4 x 4OR) x 2M และ BC11(4-4 x 4OR) x 2M คือ 430.8, 423.3, 363.3 และ 362.5 กรัมต่อหัว ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งอยู่ระหว่าง 47.4-66.5 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งน้อยที่สุด คือ BC9(4-4x4OR)x19H9 พันธุ์ผักกาดเขียวปลีที่ทดลอง มีความแน่นของปลี (solidity) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.82-2.96 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในกลุ่มลูกผสมชั่วที่ 1 ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC11(4-4 x 4OR) x 2M มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ 2.10 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าพันธุ์แม่ 018 และพันธุ์ M-ONE ที่เป็นพันธุ์มาตรฐาน อัตราส่วนของปลี (head shape index) พบว่า พันธุ์เยี่ยม มีอัตราส่วนของปลีมากที่สุด คือ 2.19 ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่มีอัตราส่วนของปลีอยู่ระหว่าง 0.90 ถึง 1.03 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราส่วนของลำต้นที่พิจารณาจากความยาวกับความกว้างของลำต้น พบว่า ลูกผสมมีอัตราส่วนของลำต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.77 ซึ่ง

น้อยกว่าพันธุ์แม่ 018 และพันธุ์ M-ONE ที่มีอัตราส่วนของลำต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.84 และ 0.85 ตามลำดับ

ผลการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 (ตารางที่ 2) พบว่า ผลผลิตต่อไร่ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-3x19H)x2M BC11(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x19H9 BC9(4-4x2M)x19H9 แสดงความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ในทางลบ ผลผลิตต่อไร่เท่ากับร้อยละ 33.7, 33.3, 32.0, 16.7 และ 11.5 ตามลำดับ ยกเว้น พันธุ์ BC11(4-4x4OR)x19H16 และ BC9(4-4x2M)x4OR แสดงความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ในทางลบ ผลผลิตต่อไร่เท่ากับร้อยละ 11.4 และ 3.4 ตามลำดับ ความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีที่สุด พบว่า ผลผลิตต่อไร่ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC11(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-3x19H)x2M BC9(4-4x4OR)x19H9 BC9(4-4x2M)x19H9 BC9(4-4x2M)x4OR และ BC11(4-4x4OR)x19H16 แสดงความดีเด่นในทางลบ เท่ากับร้อยละ 50.6, 50.5, 41.3, 35.1, 27.2, 16.0 และ 13.9 ตามลำดับ ความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้า พบว่า ผลผลิตต่อไร่ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC11(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-4 x 4 OR)x1 9 H9 BC9 (4 -3 x1 9 H)x2 M BC9 (4 -4x2M)x19H9 BC11(4-4x4OR)x19H16 และ BC9(4-4x2M)x4OR แสดงความดีเด่นในทางลบ เท่ากับร้อยละ 47.4, 47.3, 38.6, 37.5, 31.1, 23.8 และ 16.9 ตามลำดับ



Figure 1 F₁ hybrids gave positive heterotic effects on yield over their mid parents



Figure 2 Head shape of F_1 hybrids, male and female parents and commercial varieties of leaf mustard after trimming

วิจารณ์

การประเมินพ่อและแม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 ของผักกาดเขียวปลี โดยพิจารณาลักษณะพืชสวนที่ดีและความดีเด่นของลูกผสม ผักกาดเขียวปลีพันธุ์แม่บางพันธุ์ยังมีลักษณะทางพืชสวนไม่เหมาะสม ทำให้พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าพันธุ์การค้า เป็นผลมาจากการผสมกลับของพันธุ์แม่ยังไม่สามารถให้ลักษณะการห่อหัวหรือลักษณะทางพืชสวนที่ดีได้สมบูรณ์ (นรินทร์, 2545) เนื่องจากแม่พันธุ์ผักกาดเขียวปลีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นพันธุ์ในไฮโดรพลาสซึม ที่ถ่ายทอดมาจากยีนของผักกาดหัว (มณีฉัตร, 2545) ผักกาดเขียวปลีทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งที่สูง ซึ่งส่วนใหญ่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่าต้องตัดส่วนที่เป็นใบและก้านทิ้งไปครึ่งหนึ่งทำให้สูญเสียผลผลิตไป

ทั้งนี้เนื่องจากผักกาดเขียวปลีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนใบที่มาก (โชคชัย, 2540) ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีน้ำหนักปลีเฉลี่ย 350 ถึง 450 กรัมต่อหัว ได้แก่ BC9(4-3 x 19H) x 2M, BC9(4-4 x 4OR) x 19H9, BC9(4-4 x 4OR) x 2M และ BC11(4-4 x 4OR) x 2M คือ 430.8 423.3 363.3 และ 362.5 กรัมต่อหัว ตามลำดับ ดังนั้นการใช้พ่อและแม่พันธุ์ที่ให้ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีน้ำหนักปลีเฉลี่ย 350 ถึง 450 กรัมต่อหัว ได้แก่ แม่พันธุ์ BC9(4-3 x 19H) ผสมกับพ่อพันธุ์ 2M แม่พันธุ์ BC9(4-4 x 4OR) ผสมกับพ่อพันธุ์ 19H9 แม่พันธุ์ BC9(4-4 x 4OR) ผสมกับพ่อพันธุ์ 2M และ แม่พันธุ์ BC11(4-4 x 4OR) ผสมกับพ่อพันธุ์ 2M จะให้ลูกผสมชั่วที่ 1 มีน้ำหนักปลีที่เหมาะสมกับความต้องการของโรงงานแปรรูปผักกาดเขียวปลี และสามารถนำพ่อแม่ของลูกผสมเหล่านี้ไปพัฒนาเพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีปลีขนาดเล็กและมีลักษณะทางพืชสวนที่ดี

Table 2 Heterosis, heterobeltiosis and standard heterosis of yield and yield components in winter 2011

Variety	Yield (kg./rai)	Head weight (g./head)		Trimming (%)	Solidity (g./CCM)	Head		HSI	Stem		SSI
		Before Trimming	After Trimming			length	width		length	width	
Heterosis											
BC9(4-3 x 19H) x 2M	-33.3	-9.1	-33.3	17.7*	-1.5	-12.8*	-7.4	-5.6*	-19.5	-5.5	-18.1
BC9(4-4 x 4OR) x 19H9	-16.7	-33.5	-16.7	-17.8	42.5	-15.2*	-16.2	1.6*	-3.1	22.8	-21.9
BC9(4-4 x 4OR) x 2M	-33.7	-11.3	-33.7	19.0*	49.4	-24.3*	-19.3	-5.9*	-12.2	40.4	-39.5
BC9(4-4 x 2M) x 19H9	-11.5	-3.4	-11.2	1.0	-10.4	-2.4*	9.1	-10.3*	9.6	-11.1	16.9
BC9(4-4 x 2M) x 4OR	3.4	-11.7	3.4	-11.4	34.2	-6.9*	-6.5	0.0	2.9	-9.2	9.3
BC11(4-4 x 4OR) x 19H16	11.4	23.9	8.2	12.0*	-18.9	16.5*	21.1	-3.5*	15.7	9.5	3.9
BC11(4-4 x 4OR) x 2M	-32.0	-6.8	-32.0	27.8*	62.1	-17.4*	-5.8	-11.8*	0.8	25.6	-22.1
Heterobeltiosis											
BC9(4-3 x 19H) x 2M	-41.3	-15.1	-41.3	11.5*	-11.5	-21.6	-10.6	-12.4	-25.0	-11.5*	-29.9
BC9(4-4 x 4OR) x 19H9	-35.1	-48.3	-35.1	-18.8	42.5	-25.8*	-17.3	-10.1	-10.2	18.4*	-24.1
BC9(4-4 x 4OR) x 2M	-50.5	-31.0	-50.5	13.9*	46.9	-34.6*	-24.1	-14.0	-19.2	40.4*	-45.3
BC9(4-4 x 2M) x 19H9	-27.2	-9.5	-27.2	-7.3	-16.6	-13.4*	4.6	-17.2	3.9	-24.7*	2.2
BC9(4-4 x 2M) x 4OR	-16.0	-16.2	-16.0	-20.5	18.9	-18.1*	-13.3	-5.4	-0.7	-21.6*	-8.0
BC11(4-4 x 4OR) x 19H16	-13.9	-10.2	-17.6	1.6	-28.4	-0.25	7.3	-7.4	-0.2	-1.1*	-1.7
BC11(4-4 x 4OR) x 2M	-50.6	-33.9	-50.6	20.9	37.2	-31.7*	-19.7	-15.1	-18.0	19.7*	-35.1
Standard Heterosis											
BC9(4-3 x 19H) x 2M	-37.5	-7.6	-37.5	29.7	-30.4	-18.0	-0.6	-34.0	-33.5	-12.1	-9.2
BC9(4-4 x 4OR) x 19H9	-38.6	-43.7	-38.6	-7.8	-7.1	-24.4	-17.0	-27.0	-33.1	2.6	-21.1
BC9(4-4 x 4OR) x 2M	-47.3	-24.9	-47.3	29.4	-3.0	-31.5	-15.7	-35.5	-28.3	21.6	-28.9
BC9(4-4 x 2M) x 19H9	-31.1	-1.4	-31.1	27.1	-36.9	-11.8	4.9	-32.6	-26.2	-12.7	1.3
BC9(4-4 x 2M) x 4OR	-16.9	-11.1	-16.9	15.5	-10.1	-15.1	-6.7	-27.0	-24.2	-9.0	-1.3
BC11(4-4 x 4OR) x 19H16	-23.8	-9.3	-23.8	15.7	-34.5	-4.1	8.9	-29.8	-23.5	-3.8	-5.3
BC11(4-4 x 4OR) x 2M	-47.4	-28.1	-47.4	25.7	25.0	-28.5	-10.7	-36.2	-27.3	3.7	-15.8

* Significant at 5% probability levels, respectively. % Heterosis = $(\bar{F}_1 - \bar{MP}) \times 100 / \bar{MP}$, % Heterobeltiosis = $(\bar{F}_1 - \bar{P}) \times 100 / \bar{P}$, MP = mid-parent, PI = better parent.

Standard Heterosis = $(\bar{F}_1 - \text{Control variety}) \times 100 / \text{Control variety}$.

จากผลการทดลองลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4x4OR)x2M BC9(4-3x19H)x2M BC11(4-4x4OR)x2M BC9(4-4x4OR)x19H9 BC9(4-4x2M)x19H9 ที่แสดงความดีเด่นในทางลบ เนื่องมาจากการแสดงออกของยีนแบบไม่เป็นผลบวกสะสม (non-additive gene) และถูกควบคุมด้วยยีนหลายยีน (วีรพันธ์, 2548) เป็นผลทำให้มีขนาดหัวของลูกผสมชั่วที่ 1 เล็กลง ส่วนลูกผสมมีความดีเด่นเหนือกว่าพ่อแม่ เนื่องมาจากยีนนั้นแสดงออกแบบผลบวกสะสม (additive gene) นอกจากนี้ กฤษฎา (2546) ยังได้กล่าวถึงการเกิดความดีเด่นของลูกผสมไว้ว่า ส่วนมากเกิดจากปฏิกิริยาการข่มของยีน ส่วนน้อยเกิดจากการข่มข้ามคู่และการข่มข้ามลักษณะของยีน ซึ่งความดีเด่นของลูกผสมที่เกิดจากการข่มข้ามคู่และการข่มข้ามลักษณะจะถูกคัดทิ้งโดยธรรมชาติ จึงได้สรุปว่าความดีเด่นของลูกผสมนั้นเป็นผลมาจากผลบวกสะสม (cumulative effect) ของยีนข่มแต่ละตัว จากยีนแต่ละชุดที่ต่างกันจะมีระดับการข่มที่ไม่เท่ากัน

สรุป

จากผลการทดลองดังกล่าว เห็นได้ว่าผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4 x 2M)x4OR มีผลผลิตสูงสุด 3,468 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ BC9(4-3 x 19H) BC9(4-4 x 4OR) BC11(4-4 x 4OR) 2M และ 19H9 เป็นพันธุ์แม่กับพันธุ์พ่อที่ให้ลูกผสมที่มีลักษณะทางพืชสวนที่ดีและมีน้ำหนักปลีที่เหมาะสมกับความต้องการของโรงงานแปรรูปผักกาดเขียวปลี

ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 ส่วนใหญ่มีความดีเด่นของลูกผสมระดับต่ำกว่าพ่อแม่ ยกเว้น ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4 x 2M)x4OR ที่ได้จากแม่พันธุ์ BC9(4-4 x 2M) ผสมกับพ่อพันธุ์ 4OR และ BC9(4-4 x 4OR) x 19H9 ที่ได้จาก แม่พันธุ์ BC9(4-4 x 4OR) ผสมกับพ่อพันธุ์ 19H9 แสดงความดีเด่นในด้านของน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักปลีก่อนตัดแต่ง น้ำหนักปลีหลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์การตัดแต่งและอัตราส่วนของลำต้นในทางลบ แต่ความแน่นของปลีแสดงออกในทางบวก ซึ่งทำให้ได้ขนาดน้ำหนักหัวหลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์การตัดแต่ง ความ

แน่น ที่เหมาะสมกับความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผักกาดดอง

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืช : ความหลากหลายทางแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 228 หน้า.
- โชคชัย ไชยมงคล มณีฉัตร นิกรพันธุ์ และ ตระกูล ต้นสุวรรณ. 2540. การเปรียบเทียบพันธุ์ผักกาดเขียวปลี. วารสารเกษตร 13(1) : 38-42.
- นรินทร์ เสนาป่า โชคชัย ไชยมงคล ตระกูล ต้นสุวรรณ และ มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. การปรับปรุงพันธุ์ผักกาดเขียวปลีลูกผสมโดยอาศัยยีนเพศผู้เป็นหมันในไฮโดรพลาสซึม. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 9: 283-288.
- มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. กะหล่ำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 208 หน้า.
- วีรพันธ์ กันแก้ว. 2548. ความดีเด่นของลูกผสมและสมรรถนะในการผสมของถั่วอะซูกิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 98 หน้า.
- ดำเนิน กาละดี. 2545. เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์พืช. โรงพิมพ์เมือง, เชียงใหม่. 256 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกเมล็ดพันธุ์. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th/ewtnews.php?id=145&filename=index> (24 สิงหาคม 2554).
- Banga, S.S. 1998. Heterosis: an introduction. In S. S. Banga, and S. K. Banga. Hybrid Cultivar Development. New Delhi, India. pp 1-6.
- Dar, Z. A., A. Shafiq, M. Altaf, M. Gulzaffar, H. Khan, M. Habib, Z. Ahmed and A. Ishfaq. 2011. Heterosis and combining ability analysis for

- seed yield and its attributes in *Brassica rapa* ssp. brown sarson. Journal of Oilseed Brassica 2(1): 21-28.
- Liu, Y. H., G. F. Zhou, Y. H. Fau, H. Q. Lin and C. L. Chen. 2002. The heterosis of F1 hybrid between CMS lines and male parent lines in tumorous stem mustard (var. *tumida*). Southwest China Journal of Agricultural Science 15(3): 33-38.
- Priti, G., H. B. Chaudhery and S. K. Lal. 2010. Heterosis and combining ability analysis for yield and its components in Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss). Frontiers of Agriculture in China 2010, 4(3): 299-307.
- Purseglove, J. W. 1968. Tropical Crops Dicotyledons 1. Longmans Green & Co. Ltd, London. 332 p.
- Rao, G.U., V. Batra-Sarup, S. Prakash and K.R. Shivanna. 1994. Development of a new cytoplasmic male sterility system in *Brassica juncea* through wide hybridization. Plant Breeding 112(2): 171-174.
- Sabaghnia, N., H. Dehghani, B. Alizaden and M. Mohghaddam. 2010. Heterosis and combining ability analysis for oil yield and its components in rapeseed. Australian Journal Crop Science 4(6): 390-397.
- Szasz, A., M. Landgren, J. Fahleson and K. Glimelius. 1991. Characterization and transfer of the cytoplasmic male sterile Anand catoplasm from *Brassica juncea* to *Brassica napus* via protoplast fusion. Physiologia Plantarum 82(1): 29.
- Yamagishi, H. and T. Terachi. 1993. Molecular and biological studies on male-sterile cytoplasm in the Cruciferae. The origin and distribution of Ogura male-sterile cytoplasm in Japanese wild radishes (*Raphanus sativus* L.) revealed by PCR-aided assay of their mitochondrial DNAs. Molecular and Cellular Biology 8(4): 1474-1480.