

การประเมินคุณสมบัติของผักกาดเขียวปลีสำหรับการแปรรูป

Evaluation of leaf mustard hybrid for processing

ธีรวัฒน์ สีทอง¹, มณีฉัตร นิกอร์พันธุ์¹, ณัฐา โพธาภรณ์¹, จานุลักษณ์ ขนบดี² และ จุฑามาส คุ่มชัย^{1*}

Teerawat Seetong¹, Maneechat Nikornpun¹, Nuttha Potapohn¹,
Chanulak Khanobdee² and Jutamas Kumchai^{1*}

¹ สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

¹ Division of Horticulture, Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

² สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

² Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Lampang 52000, Thailand

บทคัดย่อ: ผักกาดเขียวปลีเป็นผักที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผักกาดดอง ซึ่งภาคอุตสาหกรรมของไทย มีความต้องการวัตถุดิบเพื่อการแปรรูป 15,000 ตันต่อปี แต่ปัญหาที่พบของผักกาดเขียวปลีคือมีปลีขนาดใหญ่ ดังนั้นก่อนเข้าสู่กระบวนการดองจะต้องตัดแต่งใบนอก และใบที่ห่อปลีออก ร้อยละ 55 เพื่อให้มีขนาดปลีเหมาะกับการแปรรูป (250-350 กรัมต่อปลี) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพันธุ์ผักกาดเขียวปลีพันธุ์ลูกผสมสำหรับโรงงานแปรรูป โดยปลูกผักกาดเขียวปลีลูกผสมและพันธุ์การค้า จำนวน 18 คู่ผสม วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ (64 ต้นต่อซ้ำ) จากการทดลองพบว่า ผักกาดเขียวปลีทั้งหมดให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,991-3,456 กิโลกรัมต่อไร่ คู่ผสม H17 ให้ผลผลิตสูง 3,456 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้มีขนาดปลีหลังตัดแต่ง 422 กรัมต่อปลี ซึ่งเกินมาตรฐานของโรงงานแปรรูป ในขณะที่คู่ผสม H4 ให้ผลผลิต 2,494 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์การค้าและลูกผสมบางคู่ มีน้ำหนักปลีหลังตัดแต่งเท่ากับ 344 กรัม ความยาวของปลี 7.68 เซนติเมตร และความกว้างของปลี 7.91 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะสำหรับการแปรรูป นอกจากนี้ยังพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งเพียงเล็กน้อยร้อยละ 38.47 และมีความแน่นของปลีสอง 1.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อนำไปแปรรูปเนื้อของผลิตภัณฑ์คงคุณภาพดี งานทดลองนี้สรุปได้ว่า คู่ผสม H4 ให้ผลผลิตสูงเทียบเคียงได้กับพันธุ์การค้า และมีแนวโน้มที่ดีทางด้านน้ำหนักปลีหลังตัดแต่ง มีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งต่ำ ความแน่นและขนาดของปลีเป็นที่ต้องการของโรงงานคู่ผสม H4 จึงเหมาะที่จะนำไปส่งเสริมให้กับเกษตรกรปลูก เพื่อลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศ

คำสำคัญ: ผักกาดดอง; การตัดแต่ง; ความแน่นของปลี

ABSTRACT: Leaf mustard is popularly used for processing into pickled mustard greens. The Thai industrial demand for leaf mustard to be used as raw material for such processing is about 15,000 tons per year. However, the leaf mustard commonly grown in Thailand has an overly large head size making it necessary to trim off 55% of the outer leaves and wrapped leaves to get the suitable head size for processing (250-350 grams/head). The objective of this research was to evaluate leaf mustard hybrids for factory processing. A total of nineteen leaf mustards of hybrids and commercial varieties were planted using a randomized complete block design with 3 replications (64 plants per replication). The results revealed that all leaf mustards showed an average yield weight of 1,991-3,456 kg/rai. The H17 had a high average yield weight of 3,456 kg/rai but its head is still larger than the standard after trimming for processing. Meanwhile, H4 showed a yield weight of 2,494 kg/rai which is not significantly different from the commercial varieties and some hybrids. However, it has the head after trimming with 344 grams in weight, 7.68 centimeters in length, and 7.91 centimeters in width, which is suitable for processing. Moreover, it has

* Corresponding author: tkkumm6@gmail.com

a small trimming loss at 38.47 %, and a good head solidity of 1.36 g/cm³ that will provide good-quality pickled mustard from the processing. Thus, it can be concluded that the H4 is a good alternative to replace the commercial varieties that the processing businesses have promoted farmers to grow. This is because the H4 shows a high yield comparable to those of the commercial varieties and the tendency to give the right head weight after trimming, have a low percentage of trimming loss, as well as good head solidity and head size for pickling. Since all these characteristics are the attributes desired by the processing businesses, the H4 should be extended for farmers to grow to reduce the import of leaf mustard seeds from abroad.

Keywords: pickled leaf mustard; trimming; head solidity

บทนำ

ผักกาดเขียวปลี (Indian mustard, brown mustard, leaf mustard, Chinese mustard) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica juncea* L. var. *rugosa* เกิดจากการผสมระหว่าง *B. nigra* และ *B. campestris* (มณีฉัตร, 2545) โดยถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา แต่พบว่าปลูกมากทางยุโรปตะวันออกไปจนถึงสาธารณรัฐประชาชนจีนและอินเดีย โดยนิยมนำเมล็ดมาสกัดน้ำมันพืช (Oram et al., 2005) ในประเทศไทยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ ได้แก่ พะเยา เชียงราย เชียงใหม่ น่าน และลำปาง (อรสา และคณะ, 2540) และปลูกในฤดูหนาวเนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผักกาดเขียวปลีห่อหัวและมีคุณภาพตรงกับความต้องการของโรงงานในผักกาดหัวชนิดห่อหัว ได้แก่ ผักกาดเขียวปลี ผักกาดขาวปลี และก่ำปลี มีความต้องการอุณหภูมิต่ำสำหรับการเจริญเติบโต และการห่อปลี โดย Ngwenya (2016) รายงานว่าในกะหล่ำปลี อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต และห่อหัว จะอยู่ระหว่าง 15-18 องศาเซลเซียส เมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลีที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ จากสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563) รายงานว่า มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวที่เป็นปัจจัยการผลิตปริมาณ 88.9 ตัน คิดเป็นมูลค่า 21.1 ล้านบาท ทั้งหมดเป็นพันธุ์ผสมเปิด เพราะในปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมยังไม่มีผลิออกมาจำหน่าย เมล็ดพันธุ์ผสมเปิดมีข้อจำกัด เช่น ขนาดหัวค่อนข้างใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ ห่อหัวช้า แห่งช่อดอกเร็วในสภาพที่มีอากาศร้อน ซึ่งมีผลกระทบต่อโรงงานแปรรูปอาหารจากผักกาดเขียวปลี เนื่องจากปลีมีขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมกับขนาดของภาชนะบรรจุ จากการสัมภาษณ์ฝ่ายการผลิตของโรงงานแปรรูป ทราบว่า ลักษณะผักกาดเขียวปลีที่ตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมแปรรูปผักกาดต้อง ต้องมีขนาดปลีที่เหมาะสมกับการบรรจุกระป๋อง ควรมีน้ำหนัก 250-350 กรัมต่อปลี ความยาวและความกว้างของปลีเท่ากับ 7.50-8.10 เซนติเมตร ความแน่นของปลีเท่ากับ 1.0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์การตัดแต่งไม่เกินร้อยละ 50 รูปร่างปลีกลมหรืออัตรส่วนของปลีเท่ากับ 1.0 การห่อปลีมีลักษณะปลายใบทับกัน ลักษณะใบกลมรี สีก้านใบเขียวขาว ในการปรับปรุงพันธุ์ผักกาดเขียวปลีโดยใช้พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันในไซโทพลาซึม (cytoplasmic male sterile line) นิยมนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชวงศ์ Brassicaceae ซึ่งมีหลายรูปแบบที่ควบคุมด้วยยีนที่แตกต่างกันออกไป (Wani et al., 2020) พันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันในไซโทพลาซึมที่ได้จากการทำโพลีพลาสมิฟิเคชัน (protoplast fusion) ระหว่าง *B. napus* cv. Hanna กับ *B. juncea* เรียกพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันที่ได้นี้ว่า Anand cytoplasm ซึ่งระบบพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันระบบนี้ค้นพบโดย Anand แต่ไม่ได้รับความนิยมในการปรับปรุงพันธุ์ (Szasz et al., 1991) ต่อมาได้ค้นพบระบบการเป็นหมันในไซโทพลาซึมที่เกิดจากการผสมกิลีระหว่าง *Diplotoxissifolia* และ *B. juncea* ได้พันธุ์เพศผู้เป็นหมันในไซโทพลาซึมที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะการเจริญเติบโตเหมือน *B. juncea* มีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงแคบ ละอองเรณูไม่แตก (Rao et al., 1994) และระบบพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์คือ Ogura cytoplasm ที่เป็นไซโทพลาซึมของผักกาดหัว (Yamagishi and Brat, 2014) บรอกโคลี (Pei et al., 2017) ผักกาดก้านขาว (Liu et al., 2017) กะหล่ำดอก (Chamola et al., 2013) และมีการพัฒนาแม่พันธุ์ผักกาดเขียวปลีให้มียีนเพศผู้เป็นหมันในไซโทพลาซึม โดยการย้ายนิวเคลียสจากพ่อพันธุ์เข้าไปในผักกาดเขียวปลีที่มีพันธุกรรมเพศผู้เป็นหมันแบบ Ogura cytoplasm และ Anand cytoplasm ที่เป็นแม่พันธุ์ โดยใช้วิธีการผสมกลับ (backcross) ประมาณ 9 ครั้ง ทำให้ได้ผักกาดเขียวปลีที่มีลักษณะเพศผู้เป็นหมัน เพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลีลูกผสมชั่วที่หนึ่ง (นรินทร์ และคณะ, 2545) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พันธุ์ผักกาดเขียวปลีลูกผสมที่สามารถปลูกและห่อหัวได้ตลอดทั้งปีเพื่อส่งเสริมเกษตรกรให้สามารถผลิตและส่งวัตถุดิบจำหน่ายสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปผักกาดได้อย่างต่อเนื่อง

วิธีการศึกษา

เปรียบเทียบพันธุ์ลูกผสมชั่วที่หนึ่งของผักกาดเขียวปลีสำหรับการแปรรูป ปลุกผักกาดเขียวปลีลูกผสม สายพันธุ์พ่อ แม่ และพันธุ์การค้า ในเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นการปลูกทดสอบนอกฤดูปลูก โดยสายพันธุ์แม่มีลักษณะเกษตรเพศผู้เป็นหมันในไซโทพลาซึมจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ BC₉(4-4x2M)G3, BC₁₁(4-4x4OR) และ BC₉(4-4x2M)J11 สายพันธุ์พ่อจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ 4OR-2, 4OR-17, 2M-3, 2M-23 และ 19H9-9 ส่วนพันธุ์การค้าคือ Standard1 ลูกผสมทั้งหมดจำนวน 18 คู่ผสม (Table 1) วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ จำนวน 64 ต้นต่อซ้ำ เตรียม

Table 1 List of leaf mustard hybrids and their codes

Hybrids	Code	Hybrids	Code	Hybrids	Code
BC ₉ (4-4x2M)G3x2M-3	H1	BC ₉ (4-4x2M)J11x4OR-2	H7	BC ₁₁ (4-4x4OR)x2M-3	H13
BC ₉ (4-4x2M)G3x2M-23	H2	BC ₉ (4-4x2M)J11x4OR-17	H8	BC ₁₁ (4-4x4OR)x2M-23	H14
BC ₉ (4-4x2M)G3x19H9-9	H3	BC ₉ (4-4x2M)J11x2M-3	H9	BC ₁₁ (4-4x4OR)x19H9-9	H15
BC ₉ (4-4x2M)G3x19H16	H4	BC ₉ (4-4x2M)J11x2M-23	H10	BC ₁₁ (4-4x4OR)x19H16	H16
BC ₉ (4-4x2M)G3x4OR-2	H5	BC ₉ (4-4x2M)J11x19H9-9	H11	BC ₁₁ (4-4x4OR)x4OR-2	H17
BC ₉ (4-4x2M)G3x4OR-17	H6	BC ₉ (4-4x2M)J11x19H16	H12	BC ₁₁ (4-4x4OR)x4OR-17	H18

แปลงตากดินไว้ประมาณ 15 วัน หว่านโดโลไมท์เพื่อปรับสภาพดิน อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นกล้าผักกาดเขียวปลีอายุ 25 วัน คัดเลือกต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงย้ายปลูกลงแปลง ระยะปลูก 30x30 เซนติเมตร และให้สารละลายปุ๋ยที่ประกอบด้วย ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ 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%) โดยให้พร้อมๆกับระบบน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง หลังย้ายปลูกได้ 45 วัน เก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกข้อมูล ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักปลีก่อน-หลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์การตัดแต่ง ความแน่นของปลี (คำนวณจากมวลต่อปริมาตรของปลี) อัตราส่วนของปลี (head shape index: HSI) พิจารณาจากความยาวกับความกว้างของปลี เพื่อการประเมินรูปร่างลักษณะของปลีและลำต้น (stem shape index: SSI) พิจารณาจากความยาวกับความกว้างของลำต้น เพื่อประเมินรูปร่างของลำต้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติและประเมินลักษณะทางพืชสวนของผักกาดเขียวปลี ได้แก่ ลักษณะของใบของต้นกล้า (Figure 1A) รอยหยักของขอบใบที่เจริญเต็มที่ (Figure 1B) การห่อหุ้ม รูปร่างของหัว (Figure 1C) ลักษณะของใบที่ห่อปลี (Figure 1D) ความกว้างและความยาวปลี ตามเกณฑ์ของ IBPGR (1987) นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

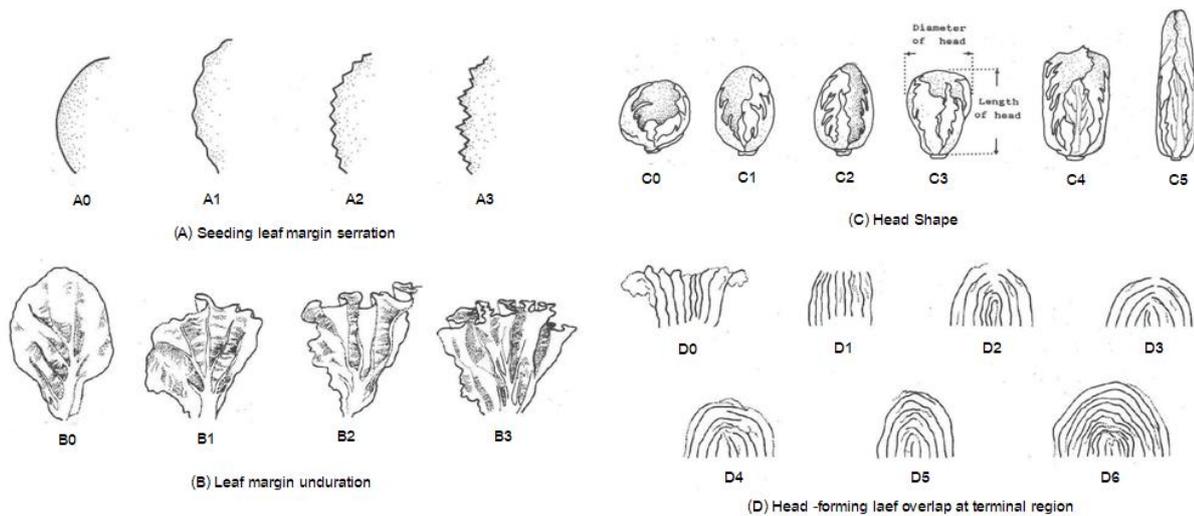


Figure 1 Seeding leaf margin serration(A); no serration(A0), crenate(A1), dentate(A2), doubly dentate(A3), leaf margin undulation(B); absent(B0), low(B1), intermediate(B2), high(B3), head Shape(C); round(C0), ovate(C1), obovate(C2), oblong(C3), elliptical(C4), cylindrical(C5), head-forming leaf overlap at terminal region(D); terminal leaves curled outwards(D0), erect(D1), curled inwards(D2), almost touching(D3), slight overlap(D4), intermediate(D5), considerable overlap (D6) (IBPGR, 1987)

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษา พบว่า น้ำหนักผลผลิตของผักกาดเขียวปลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีผลผลิต 1,991 ถึง 3,456 กิโลกรัมต่อไร่ คู่ผสม H17 (**Figure 2**) ให้ผลผลิตสูงและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์แม่ อย่างไรก็ตาม H17 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้า โดยให้ผลผลิตเท่ากับ 2,906 กิโลกรัมต่อไร่ และคู่ผสม H1, H8 และ H2 ที่ให้ผลผลิตเท่ากับ 3,209 2,912 และ 2,903 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่คู่ผสม H11 ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 1,991 กิโลกรัม ทางด้านน้ำหนักปลีก่อน-หลังตัดแต่ง พบว่า H1 ให้น้ำหนักปลีก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่งสูงสุดเท่ากับ 1,057 และ 427 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์การค้า และลูกผสมบางคู่ อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับคู่ผสม H17 ที่ให้น้ำหนักปลีก่อน-หลังตัดแต่ง เท่ากับ 979 และ 422 กรัม ตามลำดับ (**Table 2**)

คู่ผสมที่ให้น้ำหนักปลีที่อยู่ในช่วง 250-350 กรัม ซึ่งเหมาะสมในการแปรรูป ได้แก่ H4, H9, H3, H5, H18, H14, H15 และ H16 ซึ่งมีน้ำหนักปลีหลังตัดแต่ง 344, 339, 333, 333, 333, 311, 282, 289 และ 277 กรัม ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งของผักกาดเขียวปลีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 37.11-46.76 โดยคู่ผสมที่มีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งน้อย ได้แก่ H9 เท่ากับร้อยละ 37.11 รองลงมาคือ H4 และ H11 เท่ากับร้อยละ 38.47 และ 38.69 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์การค้า ส่วนคู่ผสมที่ให้เปอร์เซ็นต์การตัดแต่งสูงคือ H16 เท่ากับร้อยละ 45.00 ผักกาดเขียวปลีที่ปลูกประเมินในการทดลองครั้งนี้ มีความแน่นของปลี 0.83-1.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งคู่ผสม H4 (**Figure 3C**) ให้ความแน่นสูงสุดในกลุ่มลูกผสมเท่ากับ 1.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์การค้า และคู่ผสม H17 ให้ความแน่นต่ำสุดในกลุ่มลูกผสมเท่ากับ 0.83 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนอัตราส่วนของปลี ควรมีค่าเท่ากับ 1.00 หรือความยาวและความกว้างของปลีเท่ากับ 7.50 ถึง 8.10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่โรงงานต้องการ และมีลักษณะรูปร่างปลีกลมเหมาะกับกระป๋องที่ใช้บรรจุ โดยอัตราส่วนของปลีมีค่าเท่ากับ 0.83-1.05 คู่ผสม H5 มีอัตราส่วนของปลีสูงสุดเท่ากับ 1.05 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์การค้า ส่วนคู่ผสม H18 มีอัตราส่วนของปลีต่ำสุดเท่ากับ 0.83 ส่วนคู่ผสมที่มีอัตราส่วนของปลีใกล้เคียงกับ 1.00 ได้แก่ H4 และ H9 มีอัตราส่วนของปลีเท่ากับ 0.97 และ 1.03 ซึ่งจะมีลักษณะปลีที่กลม (**Table 1**) ด้านอัตราส่วนของลำต้นมีค่าระหว่าง 0.89-1.39 โดยคู่ผสม H7, H14 และ H16 มีอัตราส่วนของลำต้นสูงสุด เท่ากับ 1.39, 1.37 และ 1.37 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้า

Standard1 ที่ให้อัตราส่วนของปลีเท่ากับ 1.39 และกลุ่มผสมที่มีอัตราส่วนของลำต้นต่ำสุดคือกลุ่มผสม H4 และ H11 มีอัตราส่วนของลำต้นเท่ากับ 0.89 เท่ากัน (Table 2)

Table 2 Yield and yield components of leaf mustard hybrids and commercial variety

Variety	Yield (kg./rai)	Head Weight (g.)		Trimming ^{1/} (%)	Solidity ^{2/} (gm/cm ³)	HSI	SSI
		Before Trimming	After Trimming				
F₁ Hybrids							
H1	3,209 ^{ab}	1057 ^a	427 ^a	40.76 ^{bd}	0.95 ^b	0.89 ^{cd}	1.12 ^{a-c}
H2	2,903 ^{bc}	931 ^{bc}	379 ^{a-d}	40.71 ^{bd}	0.95 ^b	0.91 ^{cd}	1.12 ^{a-c}
H3	2,242 ^{de}	789 ^{d-f}	333 ^{d-f}	42.22 ^{a-c}	0.88 ^b	0.90 ^{cd}	1.14 ^{a-c}
H4	2,494 ^{c-e}	890 ^{b-d}	344 ^{c-e}	38.47 ^{cd}	1.36 ^a	0.97 ^{a-c}	0.89 ^c
H5	2,386 ^{c-e}	787 ^{d-f}	333 ^{d-f}	42.32 ^{a-c}	0.93 ^b	1.05 ^a	1.24 ^{a-c}
H6	2,838 ^{bc}	945 ^{ab}	390 ^{a-c}	41.28 ^{bd}	0.93 ^b	0.90 ^{cd}	1.14 ^{a-c}
H7	2,746 ^{b-d}	900 ^{b-d}	376 ^{b-d}	41.81 ^{bd}	0.98 ^b	0.90 ^{cd}	1.39 ^a
H8	2,912 ^{bc}	926 ^{bc}	393 ^{a-c}	42.44 ^{a-c}	1.00 ^b	0.96 ^{a-c}	1.21 ^{a-c}
H9	2,381 ^{c-e}	912 ^{b-d}	339 ^{be}	37.11 ^d	1.06 ^b	1.03 ^{ab}	1.19 ^{a-c}
H10	2,663 ^{b-d}	866 ^{b-d}	361 ^{c-e}	41.74 ^{bd}	0.95 ^b	0.94 ^{a-d}	1.25 ^{a-c}
H11	1,991 ^e	730 ^{e-g}	282 ^g	38.69 ^{cd}	1.05 ^b	0.94 ^{a-d}	0.89 ^c
H12	2,226 ^{de}	861 ^{c-e}	352 ^{c-e}	40.99 ^{bd}	0.89 ^b	0.92 ^{b-d}	0.93 ^{bc}
H13	2,794 ^{b-d}	810 ^{c-g}	354 ^{c-e}	43.84 ^{a-c}	0.94 ^b	1.04 ^{ab}	0.97 ^{bc}
H14	2,387 ^{c-e}	779 ^{d-f}	311 ^{e-g}	41.70 ^{bd}	0.93 ^b	0.96 ^{a-c}	1.37 ^a
H15	2,238 ^{de}	664 ^{fg}	289 ^{fg}	43.87 ^{a-c}	1.00 ^b	0.90 ^{cd}	1.27 ^{ab}
H16	1,997 ^e	643 ^g	277 ^g	45.00 ^{ab}	0.95 ^b	0.89 ^{cd}	1.37 ^a
H17	3,456 ^a	979 ^{ab}	422 ^{ab}	43.67 ^{a-c}	0.83 ^b	0.87 ^{cd}	1.22 ^{a-c}
H18	2,692 ^{b-d}	780 ^{d-f}	333 ^{d-f}	42.96 ^{a-c}	0.89 ^b	0.83 ^d	1.21 ^{a-c}
Commercial							
Standard1	2,906 ^{bc}	785 ^{d-f}	355 ^{c-e}	46.76 ^a	0.93 ^b	0.91 ^{cd}	1.39 ^a
F-test	**	**	**	*	*	**	**
%CV	17.43	13.95	13.29	7.38	15.90	8.08	19.87

*,** mean within column with different letters differ at $P \leq 0.05$ and ≤ 0.01 according to least significant difference.

^{1/}percentage of trimming = ((before trimming-after trimming)/ before trimming) x 100

^{2/}solidity = MHW / (0.524 d1²d2) MHW = mean head weight, d1 = mean length of head, d2 = mean width of head

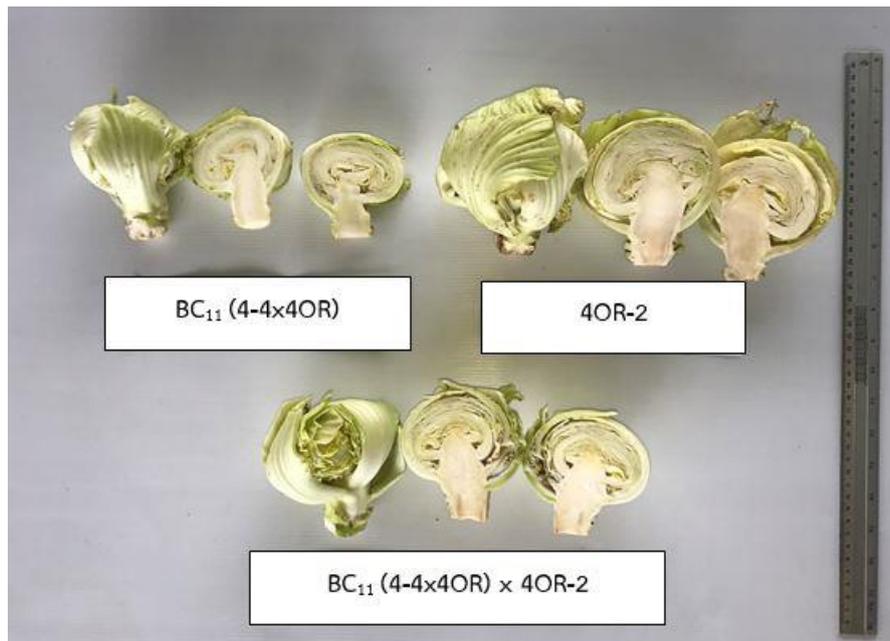


Figure 2 Head shape of F_1 hybrid (H17) and parental lines, $BC_{11}(4-4 \times 4OR)$ and 4OR-2 after trimming

การประเมินลักษณะทางพืชสวนของผักกาดเขียวปลี (Table 3) ซึ่งประเมินลักษณะของใบเลี้ยงเมื่อเมล็ดงอกอายุ 7 วัน และประเมินลักษณะของต้นกล้าที่อายุ 25 วันหลังเมล็ดงอก พบว่า ผักกาดเขียวปลีทุกคู่ผสม และพันธุ์การค้าที่นำมาเปรียบเทียบ มีลักษณะไม่แตกต่างกัน โดยสีของใบต้นกล้ามีสีเขียวอ่อน ความหยักของใบเลี้ยงเล็กน้อย ขนของต้นกล้าเกลี้ยง ขอบใบเป็นแบบหยักฟันเลื่อย (dentate) (Figure 3A) รอยหยักของขอบใบที่เจริญเต็มที่ที่มีลักษณะเป็นแบบคลื่นน้อย (low) (Figure 3B) ส่วนการประเมินลักษณะต้นผักกาดเขียวปลีที่เจริญเติบโตเต็มที่อายุ 55 วันหลังย้ายปลูก พบว่า ก้านใบรอบนอกที่เจริญเต็มที่ทำมุมกับพื้นดิน ($<30^\circ$) มีลักษณะเลื้อย รูปใบที่เจริญเต็มที่ที่เป็นแบบกลมรี ใบแก่มีลักษณะแบบไม่แบ่ง (entire) ใบมีสีเขียว ความเข้มสีใบมีสีเขียวเข้ม ก้านใบมีสีเขียวขาว ไม่มีขน ใบ ก้านใบหนาปานกลาง หน้าตัดเป็นแบบครึ่งวงกลม ไม่มีปุ่มปม ส่วนลักษณะของปลีได้ประเมินลูกผสมที่ได้จากแม่พันธุ์ที่มีลักษณะเกษตรเพศผู้เป็นหมันในช่วงฤดูร้อน พบว่า ลูกผสมทุกคู่มีการห่อปลีที่แน่นไม่มีช่องว่างระหว่างปลายใบที่ซ้อนทับกัน (Figure 3C) รูปร่างของปลีมีลักษณะเป็นแบบกลม (round) ลักษณะของใบที่ห่อปลีมีลักษณะปลายใบทับกันหมด (considerable overlap) (Figure 3D) ความกว้างของปลีหลังตัดแต่ง มีค่าเท่ากับ 7.86 ถึง 10.50 เซนติเมตร ซึ่ง H17 ให้ความกว้างของปลีสูงที่สุดเท่ากับ 10.50 เซนติเมตร และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายและพันธุ์การค้า รองลงมาคือคู่ผสม H1, H6 และ H2 มีความกว้างของปลีเท่ากับ 9.93, 9.57 และ 9.52 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความยาวของปลีหลังตัดแต่ง มีค่าเท่ากับ 7.12 ถึง 9.18 เซนติเมตร ซึ่งคู่ผสม H17 ให้ความยาวของปลีสูงที่สุดเท่ากับ 9.12 เซนติเมตร และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์แม่และพันธุ์การค้า รองลงมาคือคู่ผสม H1, H8, H9 และ H13 มีความยาวของปลีเท่ากับ 8.84, 8.78, 8.78 และ 8.77 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วน H16 มีความยาวของปลีต่ำที่สุดเท่ากับ 7.18 เซนติเมตร (Table 3)

Table 3 Characteristics of leaf mustard hybrids and commercial variety

Variety	Seedling leaf	Heading habit	Head Shape	Head - forming	Length of head(cm)	Width of head(cm)
F₁ Hybrids						
H1	dentate	heading	round	overlap	9.93 ^{ab}	8.84 ^{ab}
H2	dentate	heading	round	overlap	9.52 ^{a-d}	8.66 ^{ab}
H3	dentate	heading	round	overlap	9.03 ^{b-g}	8.03 ^{c-e}
H4	dentate	heading	round	overlap	7.91 ^{hi}	7.68 ^{d-f}
H5	dentate	heading	round	overlap	7.86 ⁱ	8.19 ^{b-d}
H6	dentate	heading	round	overlap	9.57 ^{a-c}	8.52 ^{ab}
H7	dentate	heading	round	overlap	8.94 ^{b-h}	8.03 ^{c-e}
H8	dentate	heading	round	overlap	9.17 ^{b-f}	8.78 ^{ab}
H9	dentate	heading	round	overlap	8.49 ^{d-i}	8.78 ^{ab}
H10	dentate	heading	round	overlap	8.62 ^{c-i}	8.05 ^{c-e}
H11	dentate	heading	round	overlap	8.26 ^{e-i}	7.77 ^{d-f}
H12	dentate	heading	round	overlap	9.19 ^{b-f}	8.48 ^{b-c}
H13	dentate	heading	round	overlap	8.43 ^{e-i}	8.77 ^{ab}
H14	dentate	heading	round	overlap	7.98 ⁱ	7.67 ^{d-f}
H15	dentate	heading	round	overlap	8.23 ^{f-i}	7.43 ^{e-f}
H16	dentate	heading	round	overlap	8.04 ^{g-i}	7.12 ^f
H17	dentate	heading	round	overlap	10.50 ^a	9.18 ^a
H18	dentate	heading	round	overlap	9.31 ^{b-e}	7.73 ^{d-f}
Commercial						
Standard1	dentate	heading	round	overlap	8.84 ^{c-i}	8.03 ^{c-e}
F-test					**	**
%CV					9.53	7.46

** mean within column with different letters differ at $P \leq 0.01$ according to least significant difference



Figure 3 Seeding leaf margin serration of F₁ hybrids (A), leaf margin undulations F₁ hybrids (B), head shape of F₁ hybrids (C) and head-forming leaf overlap of F₁ hybrids (D)

วิจารณ์

คู่ผสม H17 ให้ผลผลิตสูงเท่ากับ 3,456 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีขนาดปลีหลังตัดแต่ง ทั้งทางด้านน้ำหนัก ความกว้างและความยาวของปลีเกินมาตรฐานของโรงงานแปรรูป จากการสัมภาษณ์ฝ่ายผลิตของโรงงานแปรรูปผักกาดดองกระป๋องเพื่อการค้า พบว่า น้ำหนักของผลผลิตสดที่ตรงกับความต้องการจะอยู่ในช่วง 250-350 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ น้ำหนักผักสดของผักกาดเขียวปลีที่ใช้ในการดองตามงานวิจัยของ Sirilun et al. (2007) ด้วยเช่นกัน สำหรับการทดลองนี้คู่ผสม H4 มีน้ำหนักปลีหลังตัดแต่งเท่ากับ 344 กรัม และมีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 2,494 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้า ลักษณะอัตราส่วนของปลีเท่ากับ 0.97 โดยคู่ผสม H4 มีอัตราการตัดแต่งร้อยละ 38.47 ซึ่งแตกต่างกับพันธุ์การค้า Standard1 ที่มีการตัดแต่งมากกว่าโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 46.76 หมายถึงก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปจะต้องตัดแต่งกาบใบที่ห่อปลีออกเพื่อให้มีขนาดและน้ำหนักตามที่โรงงานต้องการ ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต คิดเป็นร้อยละความแตกต่าง 8.10 ในปัจจุบันโรงงานแปรรูปจะใช้ผักกาดเขียวปลี (พันธุ์การค้า Standard1) เป็นวัตถุดิบในการดอง 15,000 ตันต่อปี และมีของเสียจากการตัดแต่ง 13,176 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 88 ล้านบาทต่อปี หากโรงงานนำคู่ผสม H4 มาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูป จะช่วยลดของเสียจากการตัดแต่งได้ถึง 3,719 ตัน คิดเป็นมูลค่า 21 ล้านบาทต่อปี ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิต และการจัดการของเสียของทางโรงงานได้ ตลอดจนเกษตรกรก็จะมีรายได้เพิ่มขึ้น สำหรับคู่ผสม H4 มีเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งน้อย อาจเนื่องมาจากขนาดของปลีมีขนาดไม่เกิน 350 กรัมและใบล่างที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้มีปริมาณน้อย ทำให้เหลือส่วนนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ Hrish et al. (2018) ได้รายงานไว้ใน *B. juncea* มีส่วนที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อยู่ระหว่างร้อยละ 44.3-50.1 ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตและรายได้ที่เพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะของความแน่นปลีเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับโรงงานแปรรูป เนื่องจากหลังจากผ่านกระบวนการดองเบื้องต้นแล้ว ต้องตัดแต่งปลีโดยผ่าครึ่งก่อนบรรจุใส่กระป๋อง หากผักกาดดองมีความแน่นปลีต่ำกว่า 1.0 จะทำให้ส่วนที่อยู่ตรงกลางของปลีหลุดออกมา ซึ่งไม่สามารถนำส่วนของปลีนั้นมาใช้บรรจุกระป๋องได้ ซึ่งคู่ผสม H4 มีความแน่นสูงเท่ากับ 1.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นอกจากนี้ทางด้านอัตราส่วนลำต้นของปลีที่เป็นที่ต้องการในกระบวนการแปรรูปคือ ลักษณะของปลีหลังตัดแต่งจะมีรูปร่างกลม เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของกระป๋องที่บรรจุผักกาดดอง

ซึ่งอัตราส่วนของลำต้นในคอกผสม H4 มีค่าเท่ากับ 0.89 มีค่าต่ำกว่าลูกผสมบางพันธุ์และพันธุ์การค้า ดังนั้นอาจจะต้องพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ให้สัดส่วนของลำต้นที่เหมาะสมเพื่อการใช้ประโยชน์ในการตอสืบต่อไป (Nikompan et al. 2004)

สำหรับการประเมินลักษณะทางพืชสวนของลูกผสมทางด้านลักษณะการห่อปลี รูปร่างปลีกลม การห่อปลีที่มีลักษณะปลายใบทับกัน จัดเป็นลักษณะที่ต้องการของโรงงานแปรรูป ซึ่งในงานทดลองนี้พบว่า คอกผสมทั้งหมดมีลักษณะรูปร่างปลีกลม การห่อปลีที่มีลักษณะปลายใบทับกัน ลักษณะใบที่เจริญเต็มที่กลมรี สีก้านใบเขียวขาว ความยาวและความกว้างของปลีคอกผสม H4 มีความยาวของปลี 7.68 เซนติเมตร และความกว้างของปลี 7.91 เซนติเมตร อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับความต้องการของโรงงาน ซึ่งต้องการความยาวและความกว้างของปลีเท่ากับ 7.50 ถึง 8.10 เซนติเมตร การห่อปลีของสายพันธุ์แม่เกษตรกรผู้เป็นหมันในไฮโทพลาซิมนี้ มีลักษณะการห่อปลีปานกลาง เนื่องจากสายพันธุ์แม่ถูกพัฒนาจากฝักกาดเขียวปลีพันธุ์ CrGc 4-3 (Ablaabb) และฝักกาดหัวพันธุ์ CrGc 4-4 (Rlaabb) ที่มีลักษณะไม่ห่อปลีแต่มีเกษตรกรผู้เป็นหมันในไฮโทพลาซิม ทำให้ลูกผสมบางคู่ที่ได้จากการทดลองนี้ ห่อปลีไม่แน่น (นรินทร์, 2545) เกษตรกรจะผลิตตลอดทั้งปี แต่ถ้าปลูกในช่วงที่มีสภาพอากาศร้อนซึ่งเป็นฤดูกาลที่ไม่เหมาะสมเจริญเติบโตจะส่งผลต่อลักษณะทางคุณภาพของผลผลิต เช่น ห่อปลีไม่แน่น หรือไม่ห่อปลี ดังนั้นในฤดูร้อนควรเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสม หรือจัดโซนปลูกตามระดับความสูงของพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเหมาะสมกับการเจริญเติบโต ในขณะที่การปลูกในฤดูหนาว ควรจัดการด้านการเกษตรกรรม (จัดระยะปลูก) ตลอดจนการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสม จะช่วยลดขนาดของลำต้นลง และลดเปอร์เซ็นต์การตัดแต่งใบนอกที่ไม่ห่อปลี ซึ่งมีก้านใบขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักสูง จะช่วยให้เกษตรกรผลิตฝักกาดเขียวปลีได้ตรงตามความต้องการของโรงงาน (มณีฉัตร, 2545; Chakra et al. 2020)

สรุป

ฝักกาดเขียวปลีลูกผสม H17 ให้ผลผลิตต่อไร่สูงเท่ากับ 3,456 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีน้ำหนักหัวหลังตัดแต่งสูงไม่ตรงตามความต้องการของโรงงานแปรรูป ส่วนคอกผสม H4 ให้ผลผลิต 2,494 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับพันธุ์การค้าและมีน้ำหนักปลีหลังตัดแต่งเท่ากับ 344 กรัม อัตราส่วนของปลีเท่ากับ 0.97 โดยมีความยาวของปลี 7.68 เซนติเมตร และความกว้างของปลี 7.91 เซนติเมตร มีขนาดตรงกับความต้องการของโรงงานแปรรูป และมีการห่อปลีที่แน่นไม่มีช่องว่างระหว่างปลายใบที่ซ้อนทับกัน ความแน่นของปลี 1.36 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ประกอบกับมีอัตราการตัดแต่งน้อยร้อยละ 38.47 รูปร่างของปลีมีลักษณะเป็นแบบกลม ลักษณะของใบที่ห่อปลีมีลักษณะปลายใบทับกันหมด ลูกผสมดังกล่าว จึงมีความเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมการแปรรูปฝักกาดขาวปลีเพื่อใช้ทำฝักกาดตอง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัท สันติภาพ (ฮั่วเพ็ง 1958) จำกัด ที่อนุเคราะห์พื้นที่สำหรับการทดลอง และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- นรินทร์ เสนาป่า, โชคชัย ไชยมงคล, ตระกูล ต้นสุวรรณ และ มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. การปรับปรุงพันธุ์ฝักกาดเขียวปลีลูกผสมโดยอาศัยยีนเพศผู้เป็นหมันในไฮโทพลาซิม. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 9: 283-288.
- มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. กะหล่ำโอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ดำเนิน กาละดี. 2545. เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์พืช. โรงพิมพ์เมือง, เชียงใหม่.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ฝักกาดเขียวปลี: ปริมาณและมูลค่าการนำเข้า-ส่งออกเมล็ดพันธุ์.
- แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=145&filename=index. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2564.

- อรสา ตีสถาพร, ธงชัย สถาพรวรศักดิ์ และ จิราภา จอมไธสง. 2540. ผักกาดเขียวปลี. กลุ่มส่งเสริมการผลิตผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และพืชสมุนไพร สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/pak_kad.pdf. ค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2564.
- 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.
- Chakra, D., B.P. Bhattarai, S.R. Mishra, P. Ghimire, and D. Chaudhari. 2020. Effect of integrated plant nutrient management on growth, yield and leaf nutrient status of broadleaf mustard (*Brassica juncea* var. *rugosa*). *Horticulture International Journal*. 4(3): 78-81.
- Chamola, R., H.S. Balyan, and S.R. Bhat. 2013. Transfer of cytoplasmic male sterility from alloplasmic *Brassica juncea* and *B. napus* to cauliflower (*B. oleracea* var. *botrytis*) through interspecific hybridization and embryo culture. *Journal of Genetics and Plant Breeding*. 73(2): 203-210.
- Hrish, K.R., S. Mukesh, and R.S. Kana. 2018. Evaluation of yield performance of mustard (*Brassica juncea*) through cluster front line demonstration. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(7): 500-505.
- IBPGR. 1987. Family CRUCIFERAE. International Board for Plant Genetic Resources, IBPGR. Rome, Italy.
- Kaur, S., R. Kumar, S. Kaur and V. Singh. 2021. Combining ability for yield and its contributing characters in Indian mustard. *Journal of Oilseed Brassica*. 12(1): 32-37.
- Liu, Z., F. Dong, X. Wang, T. Wang, R. Su, D. Hong, and G. Yang. 2017. A pentatricopeptide repeat protein restores nap cytoplasmic male sterility in *Brassica napus*. *Journal of Experimental Botany*. 68(15): 4115-4123.
- Ngwenya, S.M. 2016. The effect of low temperature on growth and bolting of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). M.S. Thesis. University of Pretoria, South Africa.
- Meena, H.S., A. Kumar, B. Ram, V.V. Singh, P.D. Meena, B.K. Singh, and D. Singh. 2015. Combining ability and heterosis for seed yield and its components in Indian Mustard (*Brassica juncea* L.). *Journal of Agriculture Science and Technology*. 17: 1861-1871.
- Nikompun, M., and N. Senapa. 2004. The application of cytoplasmic male sterility on leaf mustard. Chinese Society for Horticultural Science, China. *China Vegetables*. 1: 10-11.
- Oram, R.N, J.T.O. Kirk, P.E. Veness, C.J. Hurlstone, J.P. Edlington, and D.M Halsall. 2005. Breeding Indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czern.) for cold-pressed, edible oil production-a review. *Australian Journal of Agricultural Research*. 56: 581-596.
- Pei, X., Z. Jing, Z. Tang, and Y. Zhu. 2017. Comparative transcriptome analysis provides insight into differentially expressed genes related to cytoplasmic male sterility in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Scientia Horticulturae*. 217: 234-242.
- 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*. 4(3): 299-307.
- Purseglove, J.W. 1968. *Tropical Crops, Dicotyledons 1*. Longmans Green & Co. Ltd, New York, USA.

- 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.
- Singh, M., and A. Tomar. 2020. Combining ability (gca and sca) and heterotic response analysis in Indian Mustard (*Brassica juncea* L. Czern and Coss) under Bundelkhand region. *International Journal of Agricultural Invention*. 5(1): 57-63.
- Sirilun, S., B.S. Sivamaruthi, P. Kesika, N. Makhamrueang, K. Chaiyasut, S. Peerajan, and C. Chaiyasut. 2017. Development and evaluation of Mustard green pickled liquid as starter for *Morinda citrifolia* Linn. fermentation. *International Food Research Journal* 24(5): 2170-2176.
- Wani, S.H., A.K. Thakur, and Y. Jeshima. 2020. Brassica improvement molecular, genetics and genomic perspectives. Springer Nature Switzerland, AG.
- Szasz, A., M. Landgren, J. Fahleson, and K. Glimelius. 1991. Characterization and transfer of the cytoplasmic male sterile Anandcytoplasm from *Brassica juncea* to *Brassica napus* via protoplast fusion. *Physiologia Plantarum*. 82(1): 29.
- Yamagishi, H., and S.R. Bhat. 2014. Cytoplasmic male sterility in Brassicaceae crops. *Breeding Science*. 64: 38-47.