วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ความดีเด่นของลูกผสมและการคัดเลือกสายพันธุ์ทนร้อนในผักกาดขาวปลี

Heterosis in chinese cabbage and selection of heat-tolerant varieties

สุรัตน์มณี ธิสา[1] และ จุฑามาศ คุ้มชัย[1]*

Suratmanee Tisa[1] and Jutamas Kumchai[1]*

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1] Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200

บทคัดย่อ: ผักกาดขาวปลีเป็นผักที่เพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และในฤดูหนาว เนื่องจากต้องการอากาศเย็นเพื่อกระตุ้นให้ห่อหัว ผักชนิดนี้ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในและต่างประเทศ การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมผักกาดขาวปลีที่มีความดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ และมีลักษณะทนร้อนเหมาะสำหรับการผลิตในประเทศไทย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (randomized complete block design: RCBD) จำนวน 30 คู่ผสม สายพันธุ์พ่อแม่ 6 พันธุ์ และพันธุ์การค้า 2 สายพันธุ์ กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ระหว่างเดือนเมษายน-มิถุนายน 2563 จากผลการทดลองพบว่า 3 คู่ผสมที่มีแนวโน้มที่ดีได้แก่ PR_4 x PR_1, PR_3 x PR_1 และ PR_2 x PR_6 สามารถห่อหัวได้ในฤดูร้อน รูปทรงของหัวยาว โดยมีค่าดัชนีหัวตั้งแต่ 1.5 และให้ผลผลิตหลังตัดแต่งสูงกว่าพันธุ์การค้า และคู่ผสมอื่น ๆ ในขณะที่พันธุ์การค้านั้นไม่ห่อหัว นอกจากนี้ยังพบว่า คู่ผสม PR_1 x PR_2, PR_2 x PR_6, PR_3 x PR_1, PR_4 x PR_1 และ PR_6 x PR_3 มีค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ทางบวกในทุกลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ความสูงต้น ทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักก่อนตัดแต่ง และน้ำหนักหลังตัดแต่ง จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าคู่ผสมหลายคู่มีศักยภาพที่ดีในการนำไปพัฒนาลูกผสมเพื่อใช้เพาะปลูกในประเทศไทย สามารถห่อหัวได้ตลอดทั้งปี และให้ผลผลิตหลังตัดแต่งสูง ตลอดจนมีลักษณะของหัวที่ดี ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

คำสำคัญ: ดัชนีห่อหัว; ห่อหัว; การตัดแต่ง

ABSTRACT: Chinese cabbage is a vegetable crop cultivated ubiquitously in the upper northern region in the winter season because it needs cold temperature to induce the heading. It is also popularly consumed in Thailand and other countries. The objective of this study is to select the hybrid variety that has heterosis over the parental line and is heat tolerant for growing in Thailand. The experiment was conducted, from April to June 2020, in a randomized complete block design (RCBD) with 30 hybrid varieties, six parental lines, and two commercial varieties, and three replications. The results showed that three hybrids (PR_4 x PR_1, PR_3 x PR_1 and PR_2 x PR_6) are heading in the summer season, with the long head shape and the head shape index above 1.5. Moreover, their yield weights after trimming are relatively higher compared to both commercial varieties and other hybrids. However, the hybrid of PR_1 x PR_2, PR_2 x PR_6, PR_3 x PR_1, PR_4 x PR_1 and PR_6 x PR_3 showed positive heterosis in all traits such as plant height, canopy width, leaf number, leaf width, leaf length, weight before trimming and weight after trimming. These indicated that many varieties from cross-hybridization have great potential for hybrid improvement for growing in Thailand as their heading can take place year-round, while they can produce both high yield weight and the head shape preferred by consumers.

Keywords: head shape index; heading; trimming

* Corresponding author: tkkumm6@gmail.com

Received: date; November 10, 2020 Accepted: date; November 10, 2021 Published: date; January 5, 2022

บทนำ

ผักกาดขาวปลี เป็นผักที่รับประทานได้ง่ายทั้งบริโภคสด และทำให้สุก นำมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด ปัจจุบันนอกจากจะนำเมล็ดเข้ามาปลูกในประเทศไทยแล้ว ยังมีการนำเข้าในรูปของผักสดจากประเทศจีน (วารสารเคหะการเกษตร , 2562) เนื่องจากมีปริมาณความต้องการบริโภคสูงตลอดทั้งปี และในประเทศไทยประสบปัญหาในการผลิตเนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวน อุณหภูมิสูงขึ้น ทั้งในฤดูหนาวที่อุณหภูมิต่ำมากจนทำให้เกิดการแทงช่อดอกเร็ว และฤดูร้อนที่อุณหภูมิสูงเกินไปจนไม่ห่อหัว

ผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*) อยู่ในวงศ์กะหล่ำ (Brassicaceae) พืชในสกุลนี้มีประมาณ 40 ชนิด (Purseglove, 1968; Kim et al., 2019) เป็นพืชฤดูเดียว (annual) มีช่อดอกแบบ raceme ดอกจัดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบดอกมีสีเหลือง อับละอองเกสร 6 อัน เป็นแบบ tetradynamus ก้านชูเกสรตัวเมีย 1 อัน และยอดเกสรตัวเมีย 1 อัน รังไข่เป็นแบบ superior ovary ผลเป็นแบบ silique เมื่อแก่มีสีน้ำตาลอ่อนหรือเหลือง จำนวนเมล็ด 1-20 เมล็ดต่อฝัก (Purseglove, 1968; Kalloo and Rana, 1993) ดอกผักกาดขาวปลีเป็นดอกสมบูรณ์เพศ แต่มีลักษณะของการผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatibility) ชนิด sporophytic system ซึ่งมี S-gene ควบคุมอยู่ 1 ตำแหน่ง (Shinohara, 1981) ผักวงศ์กะหล่ำต้องการอุณหภูมิต่ำ สำหรับการเจริญเติบโต การห่อหัว และการเกิดดอก (Motoki et al., 2019) ประเทศไทยสามารถผลิตผักกาดขาวปลีได้ตลอดทั้งปีเฉพาะในบริเวณพื้นที่สูงแต่ในบริเวณพื้นที่ราบผลิตได้เฉพาะฤดูหนาวเท่านั้น ส่งผลให้การผลิตในฤดูร้อนไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดผู้บริโภคตลอดจนมีราคาสูง การสร้างพันธุ์ทนร้อน หรือพันธุ์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จะช่วยให้เกษตรกรพื้นที่ราบสามารถเพาะปลูกผักกาดขาวปลีได้ ส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการของตลาดภายในประเทศ หรือแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้ และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าให้แก่เกษตรกร

ปัจจุบันเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลีที่นำเข้ามาขายในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสม ได้มาจากการผสมข้ามระหว่างพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดี สายพันธุ์แม่ที่นิยมนำมาผลิตลูกผสมนั้นจะใช้ทั้งแม่พันธุ์ที่มีลักษณะของการผสมตัวเองไม่ติด และลักษณะของความเป็นหมัน (มณีฉัตร, 2545; Xie et al., 2005) ซึ่งประเทศไทยมีสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันอยู่น้อย เนื่องจากฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมไม่ได้อยู่ในประเทศไทย สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสามารถทำได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ลูกผสมเดี่ยว (single cross hybrid) ลูกผสมสามทาง (three-way cross hybrid) และลูกผสมคู่ (double-cross hybrid) (Arncken and Dierauer, 2005) โดยพ่อแม่พันธุ์ที่นำมาใช้ในการผลิตลูกผสม และลูกผสมที่ได้จะถูกนำไปประเมินค่าความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ก่อนที่จะนำมาจำหน่าย ซึ่งค่าความดีเด่นของลูกผสม เป็นปรากฏการณ์ที่ลูกผสมมีลักษณะดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ทางด้านความแข็งแรง การเจริญเติบโต ผลผลิต และความต้านทานโรคแมลง ลักษณะดังกล่าวเกิดจากการที่ยีนอยู่ในสภาพ heterozygous พบมากในลูกผสมชั่วที่ 1 โดย East และ Shull (1908) กล่าวว่า ลักษณะดีเด่นกว่าพ่อแม่ ส่วนใหญ่มาจากปฏิกิริยายีนข่ม (dominant) ในพืชผสมข้ามยีนด้อยจะถูกข่มไว้ด้วยยีนเด่น แต่เมื่อใดที่พืชผสมตัวเองก็มีโอกาสที่จะทำให้ยีนด้อยจับคู่กันเป็น homozygous ถ้าสายพันธุ์ที่ยีนมีสภาพต่างกันมาผสมกัน ยีนด้อยก็จะถูกข่มเอาไว้ด้วยยีนเด่นอีกครั้ง การรวมตัวของยีนที่เป็นคู่กันเข้ามาอยู่ในสภาพ heterozygous เมื่อยีนรวมตัวอยู่ในสภาพนี้ จะมีการกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมทางสรีรวิทยาของพืชตามทฤษฎีนี้ ยีนในแต่ละคู่จะสนับสนุนซึ่งกันและกัน มีผลให้ลักษณะที่เป็นพันธุ์ทางแสดงออกได้มากกว่าลักษณะของพ่อหรือแม่สายพันธุ์แท้

ความดีเด่นของลูกผสมประเมินได้หลายวิธีการ เช่น ความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ (mid-parent) และความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดี (better parent) โดยทั่วไปแล้วการวัดค่าความดีเด่นของลูกผสมในพืชผสมตัวเองนิยมใช้วิธีแรก ส่วนในพืชผสมข้ามนิยมใช้วิธีที่สอง (กฤษฎา, 2544) ธีรวัฒน์ (2562) ศึกษาความดีเด่นของผักกาดเขียวปลีในลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่าลูกผสมส่วนใหญ่มีความดีเด่นของลูกผสมระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ BC9(4-4x4OR)x19H9 มีความดีเด่นของลูกผสม ในด้านของน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักหัวก่อนตัดแต่ง น้ำหนักหัวหลังตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์การตัดแต่ง และอัตราส่วนของลำต้นในทางลบ ความแน่นของหัวและอัตราส่วนของหัวแสดงออกในทางบวก ส่วนความดีเด่นของลูกผสมที่เหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีและความดีเด่นเหนือกว่าพันธุ์มาตรฐานหรือพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าในด้านผลผลิตต่อไร่พบว่าทุกสายพันธุ์แสดงความดีเด่นในทางลบ Xie et al., (2018) รายงานว่า พืชวงศ์กะหล่ำมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จากการศึกษาค่าความดีเด่นของลูกผสมทางด้านวิตามินและแร่ธาตุใน

ผักกาดขาวปลีชนิดไม่ห่อหัว พบว่าลูกผสมทั้ง 3 คู่ผสม A1 (hau CMS) × C03, A2 (eru CMS) × C03 and A2 × C11 มีความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพ่อ-แม่พันธุ์และความดีเด่นเหนือกว่าพ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวก ตอบสนองต่อความต้องการทางด้านการตลาดและผู้บริโภคได้ Chen et al., (2021) ศึกษาความดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ในแง่ของการเจริญเติบโตของผักกาดขาวปลี พบว่าลูกผสมทั้งหมด 48 คู่ผสม ส่วนใหญ่มีค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพ่อแม่พันธุ์ในแง่บวก โดยมีค่าเฉลี่ย 111.17% อีกทั้งยังมีค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า 82.03% จากรายงานการวิจัย พบว่า การประเมินผลผลิตทางชีวมวลผักกาดขาวปลี ในลักษณะของ น้ำหนักใบเดี่ยว จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ ความสูงของต้น และน้ำหนักรวม ในระยะต้นกล้า และระยะสร้างหัว พบความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ และความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดี ในแง่บวกทุกลักษณะที่ทำการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ผลผลิตชีวมวลที่เพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากน้ำหนักใบที่เพิ่มขึ้นมากกว่าจำนวนใบ (Li et al., 2021)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ในการทำงานวิจัยนี้ เพื่อทำการพัฒนาสายพันธุ์พ่อแม่ ปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมผักกาดขาวปลีที่มีลักษณะทนร้อน ห่อหัวได้ในพื้นที่ราบ และปลูกได้ตลอดทั้งปีในประเทศไทย

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ขั้นตอนคือ การสร้างลูกผสม และการปลูกทดสอบลูกผสมเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์การค้า

การสร้างลูกผสม

เพาะเมล็ดพ่อแม่พันธุ์ผักกาดขาวปลี 6 สายพันธุ์ (23-6 , 23-8-7, 23-9-3, 27-8-7, 142-6-5 และ 142-7-12) ใส่ Petri dish 1-2 วัน จากนั้นนำไปวางในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาปลูกในกระบอกฟิล์ม ที่เจาะรูแล้ววางรองปิดทับที่ก้นกระบอกด้วยผ้าวีนาเร่ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ ก่อนบรรจุด้วยพีทมอส และมีการให้ปุ๋ยละลายช้าสูตร 13-13-13 จำนวน 3 เมล็ด วางภาชนะปลูกบนแผ่นโฟมที่อยู่ภายในถาดพลาสติก ให้น้ำทุกวันและให้ปุ๋ยสูตร Hoagland สัปดาห์ละครั้ง วางถาดไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 22 องศาเซลเซียส และเปิดแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสงประมาณ 3,000-6,000 ลักซ์ ตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อผักกาดขาวปลีมีอายุ 25-30 วัน จะเริ่มแทงช่อดอก (**Figure 1a**) เริ่มผสมเกสรโดยนำเกสรเพศผู้ของพันธุ์แท้ไปป้ายลงบนยอดเกสรเพศเมียของต้นแม่พันธุ์ ทำการผสมข้ามในสายพันธุ์ดังกล่าวแบบพบกันหมดและติดป้ายแท็ก ดอกที่ได้รับการผสมจะพัฒนาและขยายขนาดใหญ่ (**Figure 1b**) จากนั้นรอจนกระทั่งฝักแก่(เปลี่ยนเป็นสีเหลือง-น้ำตาล) จึงนำเมล็ดมาผึ่งให้แห้ง แล้วเก็บใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกไว้ในตู้เก็บเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70 เปอร์เซ็นต์

Figure 1 Chinese cabbage cultivate under room temperature. (a) Chinese cabbage flowering at 30 days after transplant. (b) Chinese cabbage pod at 14 days after pollination

ทดสอบลูกผสม

นำลูกผสมที่ได้มาปลูกทดสอบในฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน พ.ศ. 2563 ที่แปลงแปลงทดลองสาขาวิชาพืชสวน ศูนย์วิจัย สาธิต และฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการปลูกผักกาดขาวปลีลูกผสมทั้งหมด 30 คู่ พ่อแม่ 6 พันธุ์ และสายพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 3 ซ้ำ

บันทึกข้อมูลลักษณะทางพืชสวนได้แก่ ความสูงต้น และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อผักกาดขาวปลีอายุ 45 วัน บันทึกน้ำหนักก่อนตัดแต่ง น้ำหนักหลังตัดแต่ง ดัชนีรูปร่างหัว (head shape index: HSI = ความยาวหัว/ความกว้างหัว) (มณีฉัตร, 2545) รูปร่างการห่อหัวแบบ IBPGR (1987) ของผักกาดขาวปลี จากนั้นนำข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์ความดีเด่นของลูกผสมตามวิธีของ Chen et al. (2003)

% Mid-Parent Heterosis (MPH) = $(\overline{F1}-\overline{MP}) \times 100/\overline{MP}$

% Best-Parent Heterosis (BPH) = $(\overline{F1}-\overline{Pi}) \times 100/\overline{Pi}$ (i = 1 หรือ 2)

$\overline{F1}$ = ค่าเฉลี่ยของลูกผสม

$\overline{MP}$ = ค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่ (mid-parent)

$\overline{Pi}$ = ค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี (better parent)

(i = 1 เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแม่ (female) และ i = 2 เมื่อเปรียบเทียบกับต้นพ่อ (male))

ผลการทดลองและวิจารณ์

การปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ผักกาดขาวปลีลูกผสมชั่วที่ 1 ร่วมกับสายพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์การค้า (**Figure 1**) พบว่าลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเจริญเติบโตของผักกาดขาวปลีพบว่า ความสูงเฉลี่ยของผักกาดขาวปลีทั้ง 30 คู่ผสม มีความสูงระหว่าง 9.8-37 เซนติเมตร ความสูงของพันธุ์ผักกาดขาวปลีที่ทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 1)** ด้านผลผลิตพบว่า ผักกาดขาวปลีทั้ง 30 คู่ผสม มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งระหว่าง 750 – 30 กรัม โดยพันธุ์ผักกาดขาวปลีที่มีน้ำหนักก่อนตัดแต่งสูง ได้แก่ พันธุ์ PR_3 x PR_2, PR_2 x PR_4 และ PR_2 x PR_1 มีน้ำหนักเท่ากับ 750, 748.3 และ 655 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์การค้า ในขณะที่น้ำหนักหลังตัดแต่งของผักกาดขาวปลีในสายพันธุ์ที่ให้น้ำหนักสูงได้แก่ PR_4 x PR_1, PR_3 x PR_1 และ PR_2 x PR_6 มีน้ำหนักเท่ากับ 221.7, 215 และ 174.2 กรัม ตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์การค้า (**Table 1**)

การเข้าหัวในผักกาดขาวปลีของลูกผสมชั่วที่ 1 พบเพียง 19 สายพันธุ์ คู่ผสมที่มีการเข้าปลี โดยมีค่าดัชนีรูปร่างหัว (head shape index) อยู่ระหว่าง 1.5 – 2.2 (**Table 1**) สอดคล้องกับความต้องการของตลาดภายในประเทศไทยที่ต้องการผักกาดขาวปลีที่มีลักษณะปลียาว คือ มีดัชนีรูปร่างหัวสูงกว่า 1.6 (กรุง และคณะ, 2528) ปัจจุบันแนวโน้มการพัฒนาสายพันธุ์ผักกาดขาวปลีขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภคในตลาดเป็นหลัก เช่น ในประเทศจีนมีการพัฒนาสายพันธ์ใหม่ Yuxin 60 ที่มีลักษณะปลีสั้น โดยมีค่าดัชนีรูปร่างหัวประมาณ 1.19 ผู้บริโภคสามารถทานในรูปแบบสลัดหรือประกอบอาหาร (Yuan *et al.*, 2003) และในส่วนของผักกาดขาวปลีที่มีลักษณะปลียาว มีค่าดัชนีรูปร่างหัว 4.33 (ความยาวหัว 57.33/ความกว้างหัว 13.25 cm.) ที่มีสัดส่วนของใบมากกว่าก้านใบ นิยมนำมาแปรรูปเป็นกิมจิในประเทศเกาหลี (Park et al., 2018) อย่างไรก็ตามสำหรับการผลิตผักกาดขาวปลีแต่ละรุ่น หรือในบางฤดูกาลจะพบว่าผักกาดขาวปลีบางต้น บางสายพันธุ์ ไม่เข้าหัว เช่นเดียวกับผลการทดลองนี้ ซึ่งพบว่าพันธุ์การค้า และพ่อแม่พันธุ์ ไม่ห่อหัว อาจเป็นเพราะปลูกในช่วงฤดูร้อน โดยมีอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ยที่ 33 - 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย 22 - 25 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับผลการทดลองนี้ ซึ่งพบว่าพันธุ์การค้า และพ่อแม่พันธุ์ ไม่ห่อหัว เนื่องจากปลูกทดสอบในช่วงฤดูร้อน ผักกาดขาวปลีได้รับอุณหภูมิ ไม่เหมาะสมต่อการสร้างหัวที่ต้องการอุณหภูมิประมาณ 21 องศาเซลเซียส ในตอนกลางวัน และ 15.6 องศาเซลเซียส ในตอนกลางคืน (Lorenz, 1964) ส่งผลให้การเจริญเติบโตของผักกาดขาวปลีถูกจำกัด ไม่สามารถห่อหัวได้ หรือชะงักการเจริญเติบโตในระยะการห่อหัว (Oh et al., 2014) ความเครียดที่เกิดจากการได้รับอุณหภูมิสูงของพืชเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญในการจำกัด

การเจริญเติบโต คุณภาพ และผลผลิต (Bita and Gerats, 2013: Aleem et al., 2020) Lin et al. (2010) รายงานว่า ผักกาดขาวปลีที่ปลูกทดสอบในฤดูร้อนจะมีขนาดความกว้างและความยาวใบน้อยกว่าผักกาดขาวปลีที่ปลูกทดสอบในฤดูหนาว อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของพืชต่ออุณหภูมิสูงจะแตกต่างกันไปตามระดับของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ได้รับแสง และชนิดของพืช การตอบสนองของพืชตระกูลกะหล่ำเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง ได้แก่ การเจริญเติบโต การสร้างหัวที่ล่าช้า เพิ่มสัดส่วนของใบที่ไม่ห่อหัวมากกว่าใบที่ห่อหัว ส่งผลให้ผลผลิตลดลง มูลค่าทางตลาดลดลง เนื่องจากคุณภาพลดลง สำหรับการสร้างหัวของพืชเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญของผักชนิดที่ห่อหัว แสดงถึงลักษณะทนร้อน (Park et al., 2013)

เมื่อพิจารณาค่าความดีเด่นของลูกผสมพบว่าผักกาดขาวปลีคู่ผสม PR4 x PR1 นอกจากจะให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตมากกว่าพันธุ์การค้าแล้ว ยังแสดงค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ทั้ง ความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ (mid-parent) และความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดีกว่า (better parent) โดยแสดงค่าทางบวกทุกลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ด้านการเจริญเติบโต แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ร้อยละ 47.99 แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดีกว่าร้อยละ 22.05 (**Table 2**) ด้านน้ำหนักก่อนตัดแต่ง น้ำหนักหลังตัดแต่ง และดัชนีรูปร่างหัว แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ร้อยละ 201.27, 224.41 และ 8.79 ตามลำดับ แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดีกว่าร้อยละ 104.18, 118.76 และ 1.65 ตามลำดับ การที่พืชมีดัชนีรูปร่างหัวเป็นบวก หมายความว่าหัวที่ได้มีลักษณะยาวกว่าพ่อแม่พันธุ์ และมีลักษณะหัวสั้นหากค่าที่ได้เป็นลบ (**Table 2**) สอดคล้องกับ Opena และ Lo ในปี 1979 กล่าวว่า การศึกษาความดีเด่นของลูกผสม มีประโยชน์ในการผลิตและพัฒนาผักกาดขาวปลี พันธุ์ลูกผสมของ AVRDC พบว่าลูกผสมมีความดีเด่นสูงกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ประมาณ 50% นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมในกะหล่ำปลี 24 สายพันธุ์ พบว่าลูกผสม P8 x P4 แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพ่อแม่พันธุ์และความดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ที่ดีในแง่ของ ทั้งในเรื่อง เส้นผ่าศูนย์กลางหัว และความยาวหัว ตามลำดับ (Kibar et al., 2015)

Table 1 Plant height, weight before trimming, weight after trimming, leaf number, head shape index (HSI), of F_1 hybrids, parental lines, and commercial varieties

Code	Height (cm)	Weight before trimming (g)	Weight after trimming (g)	HSI
Parents				
23-6 (PR_1)	25.7^{klm}	271.0^{h-m}	101.3^{e-h}	1.3
23-8-7 (PR_2)	14.0^{qrs}	57.2^{pq}	34.8^{mn}	1.5
23-9-3 (PR_3)	19.3^{nop}	182.2^{m-p}	76.2^{g-k}	1.4
27-8-7 (PR_4)	14.5^{qr}	96.3^{n-q}	35.3^{lmn}	1.4
142-6-5 (PR_5)	19.2^{op}	93.5^{opq}	49.8^{i-n}	1.3
142-7-12 (PR_6)	25.5^{klm}	232.8^{i-n}	97.8^{e-h}	1.5

* Means followed by the same letter in the same column were not significantly different by LSD test at $P \leq 0.05$

Table 1 Plant height, weight before trimming, weight after trimming, leaf number, head shape index (HSI), of F_1 hybrids, parental lines, and commercial varieties

Code	Height (cm)	Weight before trimming (g)	Weight after trimming (g)	HSI
F_1 hybrids				
$PR_1 \times PR_2$	28.8^{f-k}	473.3^{c-f}	125.0^{def}	2.0
$PR_1 \times PR_3$	28.0^{g-l}	381.7^{e-h}	75.0^{g-l}	1.7
$PR_1 \times PR_4$	26.8^{i-m}	333.3^{g-k}	83.3^{g-k}	1.7
$PR_1 \times PR_5$	33.5^{a-d}	600.0^{bc}	100.0^{e-h}	1.5
$PR_1 \times PR_6$	33.0^{a-f}	536.7^{bcd}	130.0^{def}	1.7
$PR_2 \times PR_1$	31.7^{b-g}	655.0^{ab}	88.3^{f-i}	1.7
$PR_2 \times PR_3$	24.2^{im}	415.3^{d-g}	110.0^{d-g}	1.5
$PR_2 \times PR_4$	34.6^{abc}	748.0^{a}	148.3^{bcd}	1.5
$PR_2 \times PR_5$	30.0^{d-j}	525.0^{bcd}	148.3^{bcd}	1.8
$PR_2 \times PR_6$	34.3^{abc}	585.0^{bc}	174.2^{b}	1.8
$PR_3 \times PR_1$	37.0^{a}	605.7^{bc}	215.0^{a}	1.9
$PR_3 \times PR_2$	37.0^{a}	750.0^{a}	50.0^{i-n}	2.1
$PR_3 \times PR_4$	35.0^{ab}	573.3^{bc}	148.3^{bcd}	1.8
$PR_3 \times PR_5$	30.3^{c-i}	595.0^{bc}	167.3^{bc}	1.8
$PR_3 \times PR_6$	31.3^{b-h}	528.3^{bcd}	125.0^{def}	2.2
$PR_4 \times PR_1$	30.8^{b-i}	553.3^{bc}	221.7^{a}	1.5
$PR_4 \times PR_2$	11.8^{rs}	26.8^{q}	17.0^{n}	1.9
$PR_4 \times PR_3$	16.5^{pq}	94.3^{opq}	44.7^{j-n}	1.7
$PR_4 \times PR_5$	23.5^{mn}	226.7^{j-o}	93.3^{e-h}	1.9
$PR_4 \times PR_6$	23.3^{mno}	260.0^{h-m}	110.7^{d-g}	1.8
$PR_5 \times PR_1$	27.5^{g-m}	326.7^{g-l}	103.3^{e-h}	2.0
$PR_5 \times PR_2$	27.2^{h-m}	270.0^{h-m}	95.8^{e-h}	2.3
$PR_5 \times PR_3$	23.5^{mn}	195.0^{l-p}	99.2^{e-h}	1.6
$PR_5 \times PR_4$	24.2^{lm}	241.3^{i-m}	84.2^{g-i}	2.0
$PR_5 \times PR_6$	9.8^{s}	35.0^{q}	22.5^{n}	2.0
$PR_6 \times PR_1$	32.5^{b-f}	508.3^{cde}	86.3^{f-i}	2.2
$PR_6 \times PR_2$	28.9^{e-k}	266.7^{h-m}	66.5^{h-m}	1.9
$PR_6 \times PR_3$	33.2^{a-e}	361.7^{f-j}	105.3^{e-h}	2.2
$PR_6 \times PR_4$	13.8^{qrs}	102.8^{n-q}	43.7^{k-n}	1.6
$PR_6 \times PR_5$	14.2^{qr}	32.0^{q}	20.0^{n}	1.6
Commercial varieties				
C_1	25.8^{j-m}	204.5^{k-o}	95.5^{e-h}	1.8
C_2	34.3^{abc}	368.3^{f-i}	94.5^{e-h}	1.8
F-test	*	*	*	
$L.S.D._{.05}$	4.26	138.22	39.74	
C.V. (%)	14.30	34.64	35.96	

* Means followed by the same letter in the same column were not significantly different by LSD test at $P \leq 0.05$

Table 2 Heterosis (%) values over mid-parent (HMP) and better parent values (HBP) of plant height, yield weight and HSI in F_1 hybrids

F_1 hybrids	Height (cm)		Weight before trimming (g)		Weight after trimming (g)		HSI	
	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)
$PR_1 \times PR_2$	45.35	12.31	188.47	74.66	83.61	23.36	44.67	33.53
$PR_1 \times PR_3$	24.44	9.08	68.44	40.84	-15.49	-25.98	28.44	21.08
$PR_1 \times PR_4$	26.74	4.52	81.49	23.00	21.95	-17.76	24.81	16.62
$PR_1 \times PR_5$	49.42	30.50	229.22	121.40	32.31	-1.31	19.80	17.74
$PR_1 \times PR_6$	37.96	28.55	113.04	98.03	30.55	28.29	23.00	14.90
$PR_2 \times PR_1$	59.67	23.37	299.18	141.70	29.74	-12.83	25.26	15.62
$PR_2 \times PR_3$	45.03	25.04	246.79	127.81	98.20	44.41	2.25	-0.02
$PR_2 \times PR_4$	125.50	107.44	875.02	676.84	322.83	319.84	-0.03	-1.35
$PR_2 \times PR_5$	80.89	56.49	596.89	461.50	250.41	197.67	30.49	22.40
$PR_2 \times PR_6$	97.68	61.25	303.45	151.26	162.58	78.03	21.41	23.02
$PR_3 \times PR_1$	64.44	44.14	167.74	123.86	142.25	112.18	41.96	33.82
$PR_3 \times PR_2$	122.02	91.41	526.72	311.70	-9.91	-34.36	47.20	43.93
$PR_3 \times PR_4$	105.56	91.41	311.73	214.72	166.06	94.74	25.30	24.13
$PR_3 \times PR_5$	81.82	81.07	331.68	226.62	165.60	119.68	33.86	28.30
$PR_3 \times PR_6$	46.17	36.81	154.62	126.92	43.68	27.77	51.05	49.60
$PR_4 \times PR_1$	47.99	22.05	201.27	104.18	224.41	118.76	8.79	1.65
$PR_4 \times PR_2$	-23.38	-29.51	-65.04	-72.15	-51.54	-51.88	30.50	28.79
$PR_4 \times PR_3$	-8.33	-1.02	-32.26	-48.22	-19.87	-41.35	20.88	22.03
$PR_4 \times PR_5$	31.14	22.59	138.81	135.31	119.19	87.30	41.01	33.94
$PR_4 \times PR_6$	12.41	-1.53	57.98	11.67	66.22	13.12	26.98	26.95
$PR_5 \times PR_1$	22.66	7.13	79.24	20.54	36.72	1.97	52.77	50.14
$PR_5 \times PR_2$	63.82	41.73	258.40	188.77	126.39	92.31	65.91	55.63
$PR_5 \times PR_3$	22.08	21.57	41.47	7.04	57.41	30.20	20.48	15.47
$PR_5 \times PR_4$	31.14	22.59	154.26	150.52	97.67	68.91	46.36	39.02
$PR_5 \times PR_6$	-52.83	-56.02	-78.55	-84.97	-69.52	-77.00	45.20	37.88
$PR_6 \times PR_1$	35.87	26.61	101.79	87.58	-13.31	-14.80	60.14	49.60
$PR_6 \times PR_2$	59.86	30.40	83.91	14.53	0.26	-32.02	30.97	29.29
$PR_6 \times PR_3$	59.86	49.62	74.30	55.34	21.07	7.67	52.36	50.89
$PR_6 \times PR_4$	-28.78	-37.62	-37.52	-55.83	-34.41	-55.36	12.40	12.38
$PR_6 \times PR_5$	-31.45	-36.08	-80.39	-86.26	-72.91	-79.56	19.27	13.26

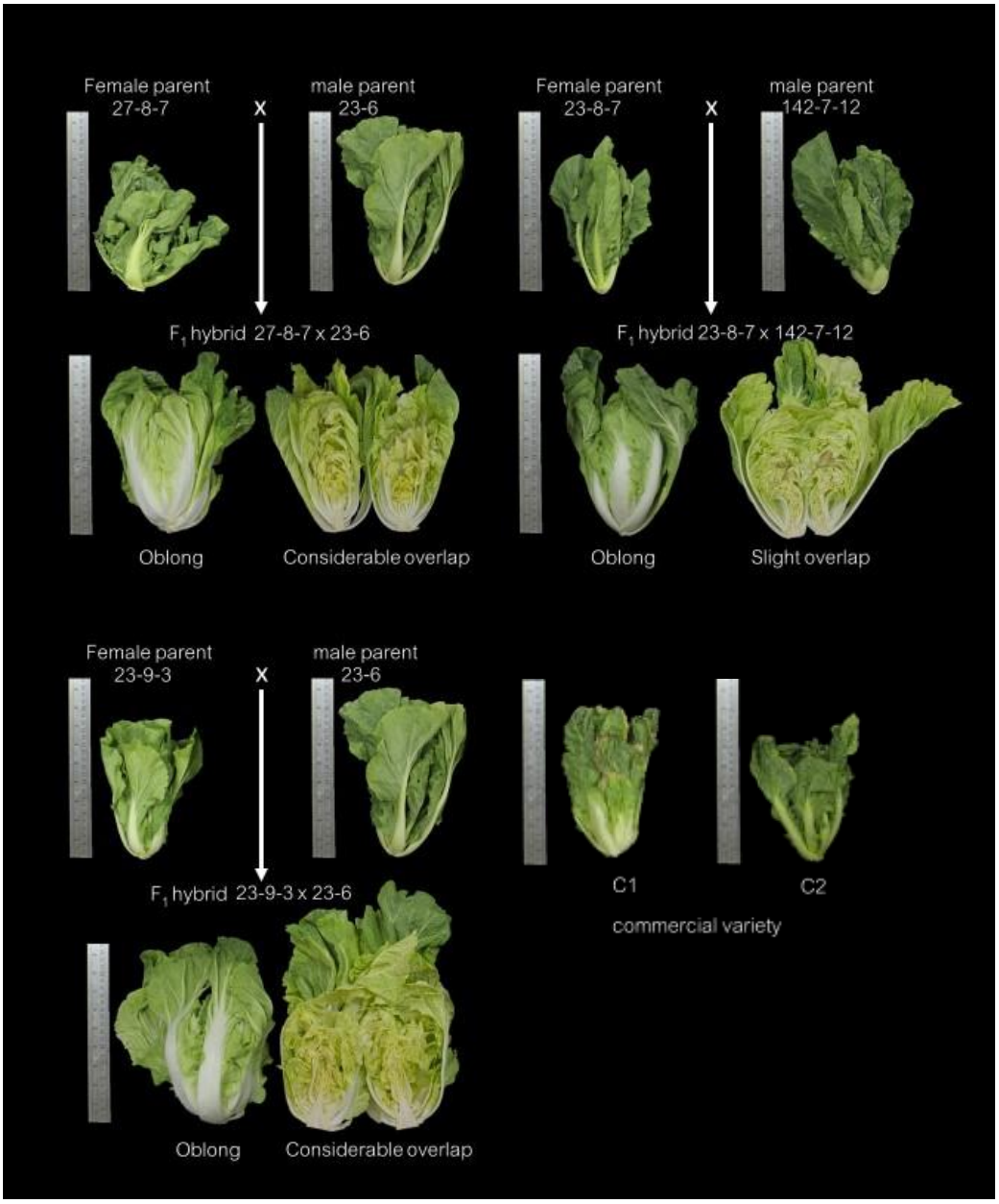

Figure 2 Head shape of hybrids, PR_4 x PR_1, PR_3 x PR_1, PR_2 x PR_6 and commercial varieties

สรุป

การปรับปรุงพันธุ์ผักกาดขาวปลีปัจจุบัน นอกจากต้องการลักษณะที่เป็นที่ต้องการของตลาดในแง่ของรูปร่าง สารอาหาร ยังต้องการพันธุ์ที่ทนร้อน ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ซึ่งคู่ผสม PR_4 x PR_1, PR_3 x PR_1 และ PR_2 x PR_6 มีศักยภาพในการทนร้อน มีแนวโน้มของรูปร่างปลีเป็นที่ต้องการของตลาด สามารถนำไปปรับปรุงพันธุ์ต่อเพื่อให้ได้รูปร่างที่ตรงความต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้สายพันธุ์ดังกล่าวแสดงลักษณะความดีเด่นเหนือพ่อแม่พันธุ์ทั้ง ความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ และความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ดีในแง่บวกทุกลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ความสูงทรงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักหัว เส้นรอบวงหัว และความยาวหัว

เอกสารอ้างอิง

กรุง สีตะชะนีม ,วิษณุ อภิชาติพัฒนศิริ, ธีรพล ครุฑรังสิต, ธีรวัฒน์ กษิรวัฒน์, เฉลย ดวงตา, สมภาส เสียงใหญ่ และ กนกพันธ์ นิติพันธุ์. 2528. การทดสอบพันธุ์ผักกาดขาวปลีทนร้อน. โครงการพัฒนาพืชผักสู่ชนบท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วารสารเคหะการเกษตร. 2562. ส่องผักนำเข้าจากจีน ศึกหนักของผักไทย. แหล่งข้อมูล: https://www.kehakaset.com/newsactivities_details.php?view_item=436#view_newsactivity_detail ค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2564.

ธีรวัฒน์ สีทอง. 2563. การประเมินพ่อและแม่พันธุ์เพื่อการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 ของผักกาดเขียวปลี. วารสารเกษตร. 30(2): 111-119.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2545. กะหล่ำ. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. มูลค่าเศรษฐกิจการเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://oaezone.oae.go.th/view/1/ปัจจัยการผลิต/TH-TH ค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2564.

Aleem, S., I. Sharif, E. Amin, M. Tahir, N. Parveen, R. Aslam, M. Najeebullah, M. Tasdiq, and M.T.H. Shahid. 2020. Heat tolerance in vegetables in the current genomic era: an overview. Plant Growth Regulation. 96: 1-20.

Arncken, C., and H. Dierauer. 2005. Hybridsorten im Bio-Getreide? Perspektiven und Akzeptanz der Hybridzüchtung für den Bio-Anbau. Schlussbericht, Juni 2005 Coop Naturaplan-Fonds Biosaatgutprojekt Modul 1.4. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick, Switzerland.

Bita, C. E., and T. Gerats. 2013. Plant tolerance to high temperature in a changing environment scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. Frontiers in Plant Science. 4: 1-18.

Chen, L., X. Kong, R. Wang, S. Ma, Y. Meng, Q. Lu, and L. Zhang. 2021. Heterosis of plant gross weight and heterotic group classification of inbred lines in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). Scientia Horticulturae. 280: 109938.

Chen, X., W. Sorajjapinum, S. Reiwthongchum, and P. Srinives. 2003. Identification of parental mungbean lines for production of hybrid varieties. CMU Journal. 2(2): 97-105.

East, E.M., and G.H. Shull. 1908. Inbreeding in corn. Principle of Plant Breeding. John, Wiley and Sons, Inc, United States.

Kallo, G., and M. Rana. 1993. Chinese cabbage: *Brassica pekinensis*, *B. chinensis*. In Genetic Improvement of Vegetable Crops. Pergamon Press, New York, United States.

Kim, Y.Y., S.H. Oh, W. Pang, X. Li, S.J. Ji, E. Son, and Y.P. Lim. 2017. A review of the scientific names of Chinese cabbage according to the international codes of nomenclature. Horticultural Science & Technology. 35(2): 165-169.

IBPGR. 1987. Descriptors for *Brassica campestris* L. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

Kibar, B., O. Karaagac, and H. Kar. 2015. Heterosis for yield contributing head traits in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). International Journal of Agriculture and Natural Resources. 42(2): 205-216.

Li, P., T. Su, D. Zhang, W. Wang, X. Xin, Y. Yu, and F. Zhang. 2021. Genome-wide analysis of changes in miRNA and target gene expression reveals key roles in heterosis for Chinese cabbage biomass. Horticulture Research. 8(1): 1-15.

Lin, K.H., H.C. Huang, and C.Y. Lin. 2010. Cloning, expression and physiological analysis of broccoli catalase gene and Chinese cabbage ascorbate peroxidase gene under heat stress. Plant Cell Reports. 29(6): 575-593.

Lorenz, O. A. 1964. Response of Chinese cabbage to temperature and photoperiod. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. 47: 309-319.

Motoki, K., Y. Kinoshita, and M. Hosokawa. 2019. Non-vernalization flowering and seed set of cabbage induced by grafting onto radish rootstocks. Frontiers in plant science. 9: 1967.

Oh, S., K.H. Moon, I.C. Son, E.Y. Song, Y.E. Moon, and S.C. Koh. 2014. Growth, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of Chinese cabbage in response to high temperature. Korean Journal of Horticultural Science and Technology. 32: 318-329.

Opena, R.T., and S.H. Lo. 1979. Genetics of heat tolerance in heading Chinese cabbage. Horticultural Science. 14: 33-34.

Park, H.J., W.Y. Jung, S.S. Lee, J.H. Song, S.Y. Kwon, H. Kim, and H.S. Cho. 2013. Use of heat stress responsive gene expression levels for early selection of heat tolerant cabbage (*Brassica oleracea* L.). International journal of molecular sciences. 14(6): 11871-11894.

Park, S. U., Y. B. Chung, S. H. Park, H. W. Park, and E. S. Han. 2018. Quality characteristics and kimchi processing ability of kimchi cabbage cultivars 'Cheonjincheongmayeop'and 'Chunkwang'. Korean Journal of Food Preservation, 25(2): 189-194.

Purseglove, J.W. 1968. Tropical Crops Dicotyledon I. Longmans, Green & co Ltd, London.

Shinohara, S. 1981. Principle of Vegetable Seed Production. JICA. Japan.

Xie, C.T., Y.H. Yang, Y.L. Qiu, X.Y. Zhu, and H.Q. Tian. 2005. Cytochemical investigation of genic male-sterility in Chinese cabbage. Sexual plant reproduction. 18(2): 75-80.

Xie, F., J. Zha, H. Tang, Y. Xu, X. Liu, and Z. Wan. 2018. Combining ability and heterosis analysis for mineral elements by using cytoplasmic male-sterile systems in non-heading Chinese cabbage. (*Brassica rapa*). Crop and Pasture Science. 69(3): 296-302.

Yuan, Y.X., X.W. Zhang, J.F. Geng, W.S. Jiang, and Y.P. Han. 2004. Yuxin 60-a new early-maturing Chinese cabbage hybrid. Acta Horticulturae Sinica. 31(5): 704.