พริกผลใหญ่ (*Capsicum annuum* L.) ลูกผสมชั่วที่ 1 พันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูป

New Large Fruited Pepper (*Capsicum annuum* L.) New F_1 Hybrids with High Potential for Food Processing Industry

บุปผารัฐ รอดภัย,[1] อรรัตน์ มงคลพร[1] และ สิริกุล วะสี[1]*

Buppharhus Rodpai,[1] Orarat Mongkolporn[1] and Sirikul Wasee[1*]

ABSTRACT

A significant amount of large fruited pepper is imported for food processing industry in each year because the domestic pepper fruit quality does not meet the industrial requirement. To address the problem, new large and good quality for processing varieties of pepper are needed. The study was aimed to indentify the new F_1 hybrids that met the industrial requirements. Seven large fruited pepper varieties were selected as parental lines based on large fruit size, light or dark green fruit color at mature green stage and red or dark red at ripe. Diallel cross included reciprocal crosses was applied and got total of 42 hybrids. Varietal traits of the hybrids and their parents were performed at an experimental field of the Tropical Vegetable Research Center, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, in a Randomized Complete Block Design with 3 replications. Eight F_1 hybrids showed the highest heterobeltiosis, specific combining ability (SCA), one of which was suitable for dried pepper, two for pepper sauce, and five for fresh market. Three parents 'CA365' 'CA500' and 'CA849' exhibited the highest general combining ability (GCA).

Keywords: diallel cross, heterobeltiosis, specific combining ability, general combining ability

บทคัดย่อ

การนำเข้าพริกผลใหญ่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมพริกแปรรูปมีปริมาณมากทุกปี เพราะคุณภาพของพริกที่ผลิตได้ในประเทศ ยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม การพัฒนาพริกพันธุ์ใหม่ที่มีผลใหญ่และคุณภาพดีสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปจึงมีความจำเป็น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จากพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะผลใหญ่ สีผลแก่สีเขียวถึงเขียวเข้ม และผลสุกสีแดงถึงแดงเข้ม จำนวน 7 สายพันธุ์ โดยใช้แผนการผสมแบบพบกันหมด รวมการผสมสลับพ่อแม่ด้วย ได้ลูกผสมทั้งหมด 42 คู่ผสม ปลูกทดสอบเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ มี 3 ซ้ำ พบว่าพันธุ์ลูกผสม 8 คู่ผสม ที่มีความดีเด่นสูง มีสมรรถนะการผสมเฉพาะ เหมาะสำหรับพริกแห้ง 1 คู่ผสม สำหรับพริก

[1*]ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Tropical Vegetable Research Center, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen. Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: Tel.08-6120-3092, E-mail address: sirikul1246@gmail.com

ทำซอส 2 คู่ผสม และ สำหรับพริกสด 5 คู่ผสม สายพันธุ์พ่อที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง คือ CA365 CA500 และ CA849

คำสำคัญ: การผสมแบบพบกันหมด ความดีเด่นของลูกผสม สมรรถนะการผสมเฉพาะ สมรรถนะการผสมทั่วไป

คำนำ

พริก (*Capsicum* spp.) เป็นพืชผักและเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโลก (Mongkolporn and Taylor, 2011) สำหรับประเทศไทย พริกเผ็ด จัดเป็นกลุ่มพริกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งถูกนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสดและแปรรูป การส่งออกพริกอยู่ในรูปของพริกสด/พริกแช่แข็ง/หรือแช่เย็น พริกแห้ง/พริกบด/พริกป่น และซอสพริก ซึ่งในปี 2553-55 มีปริมาณเฉลี่ยประมาณ 45,306 ตัน/ปี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกมากสุด คือ ซอสพริก รองลงมาคือ พริกสด/พริกแช่แข็ง/พริกแช่เย็น และพริกแห้ง อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังมีการนำเข้าพริกค่อนข้างมาก เฉลี่ยประมาณ 35,718 ตัน/ปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

การนำเข้าพริกชี้ให้เห็นว่าผลผลิตในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการ และคุณภาพของผลพริกยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมแปรรูปพริก (นิพัฒน์ และคณะ, 2556) พริกผลใหญ่เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมแปรรูป จากการสำรวจตลาดมีความต้องการพริกหลากหลายลักษณะ ได้แก่ พริกแห้ง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญรูปแบบหนึ่ง ก่อนนำไปแปรรูปเป็น พริกป่น น้ำพริก และเครื่องแกง พริกที่เหมาะสมต่อการแปรรูปเป็นพริกแห้งควรมีลักษณะเนื้อบาง เมื่อนำผลพริกไปตากแห้งทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว มีผิวเรียบเป็นมันและผลมีสีแดงเข้ม พริกสด นอกจากใช้ในการบริโภคสดแล้ว ยังเป็นวัตถุดิบของการแปรรูปซอสพริก ซอสพริกในปลากระป๋อง และซอสพริกมะเขือเทศ พริกสด ผลแก่มีสีเขียวเข้ม ซอสพริก ผลแก่มีสีเขียว ผลสุกสีแดงเข้ม

เพื่อตอบสนองตลาดพริกผลใหญ่ทั้งบริโภคสดและแปรรูป จึงต้องการพัฒนาพันธุ์พริกให้มีผลผลิตสูง คุณภาพและลักษณะตรงตามความต้องการของตลาด การสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จึงเป็นแนวทางที่ใช้ เนื่องจากให้ผลผลิตสูง มีความสม่ำเสมอในสายพันธุ์ ซึ่งจะตอบสนองความต้องการของผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ดีกว่าพันธุ์พริกผสมเปิด ความสำเร็จในการพัฒนาลูกผสมชั่วที่ 1 อาศัยการพัฒนาสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี ซึ่งลูกผสมที่ดีมาจากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง (กฤษฎา, 2559) โดยมีเป้าหมายให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะตามความต้องการของตลาด จึงคัดเลือกสายพันธ์ที่มาใช้เป็นพ่อแม่จากลักษณะผลใหญ่ สีผลเขียวอ่อนและเขียวเข้ม ผลสุกสีแดงเข้มและผลตรง เพื่อทดสอบสมรรถนะการผสม โดยใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ Diallel Cross Mating Design ซึ่งเป็นวิธีการหาพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสมเพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสม

อุปกรณ์และวิธีการ

สายพันธุ์พริกพ่อแม่และแผนการสร้างลูกผสม

พริกสายพันธุ์พ่อแม่สายพันธุ์แท้จำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ พริกมัน 4 สายพันธุ์ คือ CA428 CA365 CA649 และCA1098 พริกหยวก 2 สายพันธุ์ คือ CA500 และ CA651 และพริกหนุ่ม 1 สายพันธุ์ คือ CA849 (Table 1) ที่รวบรวมโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ปลูกในโรงเรือนแบบปิดของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน พันธุ์ละ 10 กระถาง ขนาด 12 นิ้ว ระยะห่างของกระถางระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระหว่างแถว 75 เซนติเมตร

ใช้แผนการสร้างลูกผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) รวมทั้งลูกผสมสลับ ได้คู่ผสมทั้งหมด 42 คู่ผสม

การทดสอบลูกผสม

ปลูกทดสอบลูกผสมที่ได้ 42 คู่ผสม และพันธุ์พ่อแม่ 7 สายพันธุ์ ระหว่างเดือนตุลาคม ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนา

พืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม จำนวน 24 ต้นต่อพันธุ์ ขนาดแปลงปลูก 1 x 6 เมตร ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ

บันทึกลักษณะผลผลิต ได้แก่ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล ความยาวผล ผลผลิตรวม ผลผลิตดี และสีผล วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของลักษณะต่างๆ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพันธุ์ โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) วิเคราะห์สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability : GCA) สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability : SCA) ตามวิธีของ Griffing method1 model I (Griffing, 1956) และความดีเด่นของลูกผสมที่ดีกว่าพ่อหรือแม่ (Heterobeltiosis)

Table 1 Pepper parental lines, their sources of collection and fruit characteristics

Parental lines	Sources	Fruit weight (g)	Fruit color		Fruit character	
			Mature green	Ripe	Fruit shape	Fruit position
1.CA428	Taiwan	12-13	dark green	red	elongate	pendent
2.CA365	Nakhon Pathom	13-14	dark green	red	elongate	pendent
3.CA500	Taiwan	35-40	yellowish green	red-orange	elongate	pendent
4.CA649	China	14-15	dark green	red	elongate	pendent
5.CA651	China	30-35	yellowish green	red-orange	elongate	erect
6.CA849	Tak	19-20	green	red-orange	elongate	pendent
7.CA1098	Nakhon Pathom	11-12	dark green	red	elongate	pendent

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาลักษณะผลพริกจำนวน 3 ลักษณะ คือ รูปร่าง สีผล และความหนาเนื้อ และลักษณะทางผลผลิตจำนวน 5 ลักษณะ ได้แก่ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล ความยาวผล ผลผลิตดี และผลผลิตรวม ของลูกผสมทั้งหมด 42 คู่ผสม (complete diallel) (Table 2) พบว่า ลูกผสมที่เกิดจากสลับพ่อแม่ (reciprocal) ไม่มีความแตกต่างกันในทุกลักษณะ โดยพิจารณาจากค่า SCA (Table 3) ดังนั้นการคัดเลือกจะพิจารณาเฉพาะลูกผสมตรง (direct crosses) จำนวน 21 คู่ผสม ซึ่งพบว่ามีเพียง 14 คู่ผสมมีลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมแปรรูป ได้แก่ ความยาวผล ความกว้างผล ความหนาเนื้อ สีผล นอกจากนี้ยังให้ผลผลิตสูง มีการเจริญเติบโต และปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของแปลงทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ความดีเด่นของลูกผสมและสมรรถนะการผสม

ลูกผสมที่ได้รับการคัดเลือกเบื้องต้น 14 คู่ผสม ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความดีเด่น (%Hb) และสมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA) โดยพิจารณาเฉพาะลักษณะทางผลผลิต พบว่ามีทั้งหมด 8 คู่ผสมที่มีความดีเด่นสูง มีSCA สูง อย่างไรก็ตามลูกผสมแต่ละคู่ผสมแสดงความดีเด่นสูง และSCA สูง ในลักษณะที่แตกต่างกัน ลูกผสมที่มีความดีเด่นสูงหรือ SCA สูง ในลักษณะจำนวนผลต่อต้น มี 8 คู่ผสม เช่น คู่ผสม CA365xCA428 มีความดีเด่นสูง (51.30 %) และ SCA สูง (10.88) น้ำหนักผล มีจำนวน 6 คู่ผสม เช่น คู่ผสม CA428xCA849 มี SCA สูง (2.83) ความยาวผล มีจำนวน 5 คู่ผสม เช่น คู่ผสม CA649xCA651 มี SCA สูง (4.09) ความหนาเนื้อ มีจำนวน 7 คู่ผสม เช่น คู่ผสม CA651xCA1098 มีความดีเด่นสูง (18.30 %) และคู่ผสม CA849xCA1098 มีความดีเด่นสูง (18.40%) และ SCA สูง (0.23) ผลผลิตดี มีจำนวน 7 คู่ผสม เช่น คู่ผสม CA365xCA649 มีความดีเด่นสูง (189.20 %) และคู่ผสม CA649xCA651 มีความดีเด่นสูง (534.50 %) และ SCA สูง (0.33) ผลผลิต

รวม มีจำนวน 7 คู่ผสม เช่น คู่ผสม CA500xCA365 และ CA428xCA500 มี SCA สูง (0.59 และ 0.49 ตามลำดับ) (Table 4)

การคัดเลือกลูกผสม 3 กลุ่มตามความต้องการของพริกแปรรูป ได้แก่ กลุ่มที่ 1 พริกแห้ง มีรูปร่างผลยาว 5-20 เซนติเมตร เนื้อบางน้อยกว่า 2 เซนติเมตร ผลแก่ (mature green) มีสีเขียวถึงเขียวเข้ม ผลสุก (ripe) มีสีแดงถึงแดงเข้ม ผิวเรียบเป็นมันหรือย่นเล็กน้อย มีความดีเด่นสูง หรือ SCA สูง ในลักษณะผลผลิต ยกเว้นลักษณะความหนาเนื้อควรมีความดีเด่นและ SCA ต่ำ เนื่องจากเนื้อบางเป็นลักษณะที่ต้องการ ได้แก่ คู่ผสม CA649xCA651 กลุ่ม 2 พริกสำหรับทำซอส มีรูปร่างผลยาว 10-20 เซนติเมตร เนื้อผลหนา 2-3 มิลลิเมตร ผลแก่สีเขียวถึงเขียวเข้ม ผลสุกสีแดงถึงแดงเข้ม มีความดีเด่นสูง หรือ SCA สูง ในลักษณะทางผลผลิต ได้แก่ คู่ผสม CA651xCA1098 และ CA849xCA1098 และ กลุ่ม 3 พริกสด ผลแก่ มีทั้งสีเขียวอ่อน เขียวถึงเขียวเข้ม มีความดีเด่นสูง หรือ SCA สูง ในลักษณะทางผลผลิต ได้แก่ คู่ผสม CA365xCA649 CA500xCA365 CA428xCA849 CA428xCA500 และ CA365xCA428

พริกลูกผสม 8 คู่ผสมที่ได้รับการคัดเลือกและวิเคราะห์ความดีเด่นและ SCA แล้วประกอบด้วย คู่ผสม CA649xCA651 CA365xCA649 CA500xCA365 CA428xCA849 CA428xCA500 CA365xCA428 CA849xCA1098 และ CA651xCA098 (Figure 1) โดยคัดเลือกตามความต้องการพริกแปรรูป พบว่า มาจากคู่ผสมพ่อแม่ CA365 มากที่สุด (38%) และรองลงมา CA500 (25%) และ CA849 (25%) เมื่อพิจารณาจากค่า GCA ของสายพันธุ์พ่อแม่ 3 สายพันธุ์นี้ พบว่ามีค่า GCA สูงในหลายลักษณะ (Table 4) สายพันธุ์ CA365 มี GCA สูงในลักษณะจำนวนผลต่อต้น ผลผลิตดี และผลผลิตรวม สายพันธุ์ CA500 มี GCA สูง ในลักษณะน้ำหนักผล ความยาวผล ความหนาเนื้อ ผลผลิตดี และผลผลิตรวม และสายพันธุ์ CA849 มี GCA สูงในลักษณะน้ำหนักผล ความยาวผล ผลผลิตดี และผลผลิตรวม ดังนั้น พริก 3 สายพันธุ์นี้จึงมีศักยภาพเหมาะสมในการใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการพัฒนาลูกผสมและพันธุ์สังเคราะห์

สรุป

คู่ผสมที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ลูกผสมสำหรับอุตสาหกรรมพริกแห้ง คือ CA649xCA651 อุตสาหกรรมพริกทำซอส คือ CA651xCA1098 และ CA849xCA1098 และพริกสด คือ CA365xCA649 CA500xCA365 CA428xCA849 CA428xCA500 และ CA365xCA428 สายพันธุ์ที่มี GCA สูง คือพันธุ์ CA365 CA500 และCA849

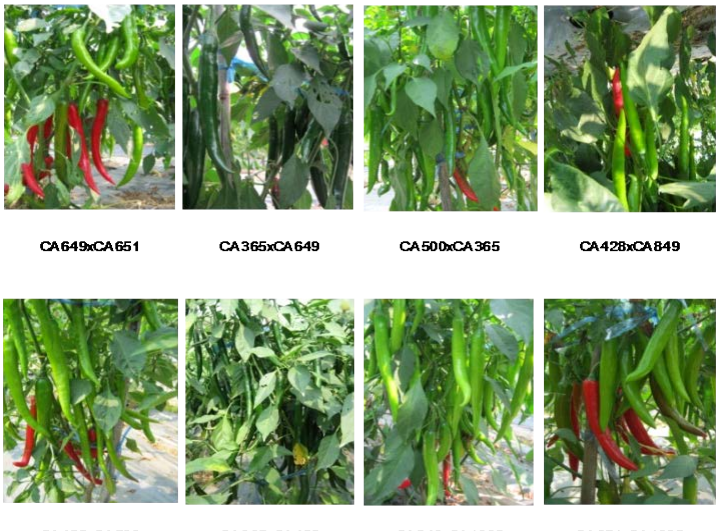

Figure 1 Eight F_1 hybrids with high potential for food processing industry

Table 2 Means of yield characteristics[1] and fruit color of the 21 F_1 hybrids

F_1 hybrid	Fruit number/plant	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit thickness (mm)	Marketable yield (ton/rai)	Total yield (ton/rai)	Fruit Color	
							mature green	ripe
CA649×CA651	45.5 b-d	32.6 c-e	23.2 a	2.3 a-h	1.8 a-k	2.5 a-d	green	red
CA649×CA365	54.5 b-c	20.5 k-n	14.3 d-f	2.2 b-i	1.0 j-n	2.8 a-d	dark green	red
CA649× CA500	45.0 b-d	33.3 c-e	17.6 b-d	2.4 a-f	1.7 a-l	2.4 a-d	green	red
CA649×CA098	56.5 a-c	18.0 m-o	14.0 d-f	1.7 i	1 .0 j-n	2.0 cd	dark green	red
CA649× CA849	51.4 b-c	23.6 i-l	15.4 d-f	2.0 d-i	1.8 a-k	2.5 a-d	green	red
CA649×CA428	52.8 b-c	16.8 no	13.3 ef	2.1 c-i	0.7 n-p	1.9 d	dark green	red
CA651×CA649	43.8 b-d	30.8 d-g	15.8 d-f	2.2 b-i	1.1 h-p	2.6 a-d	green	red
CA651×CA365	54.7 b-c	33.1 c-e	14.4 d-f	2.2 b-i	1.9 a-h	2.4 a-d	green	red
CA651×CA500	20.8 d	47.3 a	13.8 d-f	2.6 ab	0.6 op	2.0 cd	yellowish green	red-orange
CA651×CA1098	54.3 b-c	27.7 f-i	14.9 d-f	2.4 a-f	1.3 e-o	2.6 a-d	green	red
CA651×CA849	35.3 b-d	48.6 a	16.4 b-f	2.2 b-i	1.6 b-m	2.5 a-d	yellowish green	red-orange
CA651×CA428	42.7 b-d	27 g-i	13.9 d-f	2.4 a-f	1.0 j-n	2.7 a-d	green	red
CA365×CA649	59.8 ab	20.2 l-n	14.7 d-f	1.8 hi	1.3 e-o	2.9 a-d	dark green	red
CA365×CA651	55.0 b-c	30.3 d-g	14.3 d-f	2.2 b-i	1.9 a-h	2.5 a-d	green	red
CA365×CA500	62.9 ab	31.6 d-f	15.6 d-f	2.4 a-f	2.4 a	3.5 a	green	red
CA365×CA1098	53.7 b-c	18.2 m-o	12.4 f	1.9 e-i	1.3 e-o	3.1 a-d	dark green	red
CA365×CA849	49.7 b-c	25.1 h-k	15.4 d-f	1.9 e-i	1.9 a-h	2.5 a-d	green	red
CA365×CA428	84.7 a	19.7 l-n	15.1 d-f	2.3 a-h	1.1 h-p	3.7 a	dark green	red
CA500×CA649	60.0 ab	36.2 c	16.6 b-e	2.3 a-h	2.1 a-e	3.2 a-d	green	red
CA500×CA651	49.6 b-c	45.8 a	15.7 d-f	2.6 ab	1.0 j-n	2.8 a-d	yellowish green	red-orange
CA500×CA365	41.6 b-d	31.5 d-f	16.4 b-f	2.3 a-h	2.0 a-g	2.3 a-d	green	red
CA500×CA1098	57.6 a-c	34.3 cd	15.0 d-f	2.4 a-f	2.2 a-d	2.9 a-d	green	red
CA500×CA849	50.1 b-c	44.1 ab	20.1 a-c	2.6 a-d	2.2 a-c	3.4 a-c	yellowish green	red-orange
CA500×CA428	54.6 b-c	32.6 c-e	16.1 c-f	2.7 a	2.2 a-d	3.3 a-d	green	red
CA1098×CA649	53.6 b-c	21.5 j-m	16.1 c-f	2.4 a-f	1.3 e-o	2.6 a-d	dark green	red
CA1098×CA651	62.4 ab	30.6 d-g	14.5 d-f	2.4 a-f	1.4 d-o	2.6 a-d	green	red
CA1098×CA365	62.5 ab	18.2 m-o	12.3 f	2.1 c-i	0.9 l-p	3.4 a-c	dark green	red
CA1098×CA500	50.9 b-c	30.8 d-g	14.0 d-f	2.0 d-i	2.1 a-e	3.2 a-d	green	red
CA1098×CA849	61.6 ab	21.5 j-m	14.5 d-f	1.9 e-i	1.5 c-n	2.3 a-d	green	red
CA1098×CA428	52.4 b-c	16.9 no	12.4 f	2.0 d-i	0.8 n-p	2.8 a-d	dark green	red
CA849×CA649	56.7 a-c	26.6 g-i	15.6 d-f	2.0 d-i	1.8 a-k	2.5 a-d	green	red
CA849×CA651	56.0 b-c	41.2 b	15.9 d-f	2.2 b-i	1.9 a-h	2.7 a-d	yellowish green	red-orange
CA849×CA365	52.1 b-c	25.2 h-j	15.5d-f	2.0 d-i	2.4 ab	3.2 a-d	green	red
CA849×CA500	44.1 b-d	48.0 a	20.4 ab	2.6 ab	1.8 a-k	3.0 a-d	yellowish green	red-orange
CA849×CA1098	43.8 b-d	24.9 h-k	16.4 b-f	2.3 a-h	2.2 a-d	2.6 a-d	green	red
CA849×CA428	56.0 b-c	27.4 f-i	15.5 d-f	2.1 c-i	1.4 d-o	2.8 a-d	green	red
CA428×CA649	58.3 a-c	17.7 m-o	14.6 d-f	1.9 e-i	0.9 l-p	2.6 a-d	dark green	red
CA428×CA651	37.9 b-d	27.2 f-j	15.0 d-f	2.6 a-c	1.7 a-l	2.5 a-d	green	red
CA428×CA365	49.0 b-d	18.7 mn	13.1 ef	1.9 e-i	1.0 j-n	2.2 b-d	dark green	red
CA428×CA500	38.8 b-d	28.8 e-h	16.7 b-e	2.3 a-h	1.1 h-p	2.3 a-d	green	red
CA428×CA1098	41.1 b-d	13.9 o	14.6 d-f	2.3 a-h	0.5 p	1.9 d	dark green	red
CA428×CA849	31.3 d-c	21.7 j-m	15.5 d-f	2.0 d-i	1.0 j-n	2.0 cd	green	red
Mean	51.1	28.3	15.4	2.2	1.5	2.7	-	-
F-test	**	**	**	**	**	**	-	-
LSD 0.05	28.3	4.6	4.2	0.5	0.8	1.3	-	-
CV (%)	34.1	9.9	16.7	14.3	32.8	30.9	-	-

Note: Means followed by the same letters within the same column are not significant at P = 0.05

** showed significant difference among the hybrid means at P = 0.01

Highlighted rows are the selected hybrids according to fruit characteristics, yield, plant growth and adaptation

Table 3 Analysis of variance for the combining ability of yield characteristics

Source of variance	df	Fruit number /plant	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Marketable yield (ton/rai)	Total yield (ton/rai)
Replication	2	222.06 ns	45.85 *	5.569*	0.59 ns	0.67 ns
Treatment	48	377.54 ns	272.49 **	14.13**	1.06 **	0.64 ns
GCA	6	742.22 *	145.83 **	44.81**	11.54 **	1.75 *
SCA	21	303.02 ns	3.91 **	13.671**	6.88 **	0.55 ns
Reciprocal	21	347.87 ns	1.09 ns	5.83 ns	1.47 ns	0.80 ns
Error	96	297.44	13.35	5.78	0.21	0.79
GCA vs SCA		0.71	0.97	0.77	0.63	0.76
GCA vs reciprocal		0.68	0.99	0.88	0.89	0.69

Note: ns, * and ** non significant and significant at P = 0.05 and 0.01 respectively.

GCA vs SCA = GCA/(GCA + SCA)

GCA vs reciprocal = GCA/(GCA + reciprocal)

Table 4 Specific combining ability (SCA) and heterobeltiosis (%Hb) of 14 selected F_1 hybrids and general combining ability (GCA) of the 7 parental lines of pepper

F_1 hybrid	Fruit number/plant		Fruit weight		Fruit length		Fruit thickness		Marketable yield		Total yield	
	SCA	%Hb	SCA	%Hb	SCA	%Hb	SCA	%Hb	SCA	%Hb	SCA	%Hb
CA649×CA651	1.37	69.3	0.86	-10.5	4.09**	-20.8	-0.05	-19.20 **	0.33**	534.5	0.36	27.7
CA651×CA1098	9.72	-6.4	-0.37	-24	0.92	-32.2	0.03	18.30 **	0.11	-16.00	0.09	-32.2
CA365×CA649	-2.67	37.3	0.17	0.2	-0.23	-19.7	0.19	-14.50 **	-0.18	189.2	-0.05	15.1
CA365×CA1098	-1.76	-7.4	0.28	-9.9	-0.72	-12.7	0.03	-6.60 **	-0.33**	37.30	0.36	20.5
CA365×CA428	10.88	51.3	1.97	-2.3	0.67	0	0.02	10.60 **	-0.09	154.70	0.17	20.2
CA500×CA649	-7.49	0	-1.45	0	0.48	0	0.03	0	-0.22	181.00	-0.37	11.2
CA500×CA651	-14.36**	-17.4	0.72	25.8	-0.91	-12.5	-0.01	-9.50 **	-0.16	48.00	-0.4	-20.2
CA500xCA365	10.69	-30.7	0.04	-13	-0.38	-5.8	0.06	-1.02**	0.20	151.60	0.59	14.0
CA500×CA849	2.34	10	5.19*	11	2.59**	4.2	0.16	-19.00 **	0.10	97.60	0.26	-10.3
CA1098×CA500	3.37	-12.3	1.75	-22.4	0.5	-29.6	0.24	-37.50 **	0.04	186.00	-0.11	-8.8
CA849×CA365	-1.24	14.4	-0.08	-12.6	-0.05	-7.7	-0.07	0.30*	-0.26	111.10	-0.34	-10
CA849×CA1098	8.92	-24.5	-1.67	-13.9	-0.97	11.7	0.23	18.40 **	-0.32	39.40	-0.15	-22.5
CA428xCA500	7.91	-30.7	1.9	-27.5	-0.3	-12.5	0.22	-27.77**	0.55**	-0.70	0.49	-23.8
CA428×CA849	12.37	-44.2	2.83	-24.8	0.01	1.0	0.04	2.00 **	0.20	48.20	0.38	-28.7
Parental lines	GCA											
CA649	-0.28		-4.52*		0.44		-0.11*		-0.17*		-0.28 *	
CA651	-6.13 **		7.67*		-0.15		0.21**		-0.1		-0.2	
CA365	5.12 **		-3.93*		-0.86*		-0.13**		0.14**		0.16	
CA500	-3.74		9.74*		1.36**		0.30**		0.27*		0.23 *	
CA1098	5.05 **		-5.84*		-1.19**		-0.11*		-0.05		0.07	
CA849	-1.17		3.43*		1.23**		-0.11*		0.27*		0.05	
CA428	1.15		-6.54*		-0.83*		-0.06		-0.37*		-0.03	

Note: * and ** significantly different at P = 0.5 and 0.01 respectively

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. สถิติการผลิต การนำเข้าและส่งออกพริก. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2559. ปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ สุทธินี เจริญคิด สันติ โยธาราษฎร์ กิ่งกาญจน์ เกียรติอนันต์ ศิวพร แสงภัทรเนตร พันธุ์ศักดิ์ แก่นหอม และประนอม ใจอ้าย. 2556. เทคโนโลยีการผลิตพริกคุณภาพในเขตภาคเหนือตอนบน. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.

Mongkolporn O. and P.W.J. Taylor. 2011. *Capsicum.* Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. 43-57.

Received 4 July 2016

Accepted 27 April 2017