

การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศรับประทานสดผลเล็กเพื่อคุณภาพดี และผลผลิตสูง

Varietal improvement of cherry tomato for good quality and high yield

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร^{1*}, ชานนท์ ลาภจิตร¹, เกศจิตต์ ขามคุลา¹, จันทรเรม คำหนู²,
วุฒิพงษ์ ยศกล้า², ธงชัย ประสมสวย² และ ภราดร สือมนอธรรม²

Suchila Techawongstien^{1*}, Chanon Lapjit¹, Ketjit Khamkula¹, Janram Komnoo²,
Wuttipong Yokla², Thongchai Prasomsuay² and Paradorn Suemanotham²

บทคัดย่อ: เพื่อมุ่งพัฒนาพันธุ์มะเขือเทศรับประทานสดผลเล็กลูกผสมพันธุ์ใหม่ที่สามารถให้ผลผลิตและคุณภาพดี โดยเฉพาะความหวานที่ใกล้เคียงกับมะเขือเทศพันธุ์นำเข้าของมูลนิธิโครงการหลวง ในการศึกษาได้นำมะเขือเทศพันธุ์คัดของมูลนิธิโครงการหลวงที่มีอยู่เดิม และเชื้อพันธุ์กรรมมะเขือเทศของมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่รวบรวมไว้มาใช้เป็นเชื้อพันธุ์กรรมเริ่มต้น โดยวางแผนการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 ปี คือ ปี 2550-2552 ซึ่งผลการดำเนินงานทดลองในปีแรกได้สร้างประชากรพื้นฐาน (base population) ให้มีฐานพันธุ์กรรมที่หลากหลายจากมะเขือเทศพันธุ์พ่อแม่พันธุ์แท้ 22 สายพันธุ์ ทำการผสมเพื่อรวมยีน (gene pool) ในฤดูหนาว ช่วงเดือนตุลาคม 2550 - กุมภาพันธ์ 2551 ได้ลูกผสมเดี่ยว (single cross) จำนวน 16 คู่ผสม ได้ทำการเปรียบเทียบความดีเด่นของลูกผสมเดี่ยวทั้ง 11 คู่ผสมกับพันธุ์พ่อแม่ ในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2551 ซึ่งพบว่าลูกผสมเดี่ยวหลายคู่แสดงลักษณะที่ดีเด่นในด้านคุณภาพและผลผลิต เช่น 101/508 และ 501/506 โดยให้ผลผลิตที่มีความสม่ำเสมอ ทรงผล خوشรส และมีความหวานสูงแม้ปลูกที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งมีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ซึ่งลูกผสมที่ดีนี้ได้นำไปทดสอบยืนยันผลอีกครั้งในพื้นที่สูงของมูลนิธิโครงการหลวง ในฤดูหนาวของปีเดียวกัน จากนั้นจะได้นำพันธุ์พ่อแม่ของลูกผสมที่ดีที่คัดเลือกไว้ไปขยายเมล็ดพันธุ์ เพื่อสร้างลูกผสมพันธุ์การค้าของมูลนิธิโครงการหลวงต่อไป

คำสำคัญ: มะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก, การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศภายใต้สร้างโรงเรือน, มูลนิธิโครงการหลวง

ABSTRACT: For improving good yield and quality of cherry tomato, especially for high total soluble solid (%brix) and similar to the imported variety, the screened cherry tomatoes from The Royal Project Foundation were crossed with those of the elite lines from Khon Kaen University. The experiment was designed for 3 years (2008-2010). For the 1st year experiment, base population was produced by gene pool from 22 parental pure-lines, and resulted in 16 single-crosses during October 2007-February 2008. All single-crosses were grown and compared to their parents during the rainy season (May-September, 2008). The results showed that many single-crosses showed good quality of fruit yield, i.e 101/508 and 501/506. The single crosses with good uniformity in fruit yield, fruit cluster and high %brix even under high temperature of low-land research station at Khon Kaen University were selected. They will be confirmed under the high land research station of Royal Project Foundation during the cool season in the same year. The seed of their parental lines will be multiplied and produced the commercial hybrids for Royal Project Foundation thereafter.

Keywords: cherry tomato, green house tomato breeding, royal project foundation

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

² มูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่

Royal Project Foundation, Chiangmai

* Corresponding author: suctec@kku.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกให้ความสนใจในการผลิตและบริโภคมะเขือเทศรับประทานผลสดในรูปแบบเดียวกันกับการรับประทานผลไม้ ทั้งนี้เนื่องจากความมีประโยชน์นานาประการของสารสำคัญต่อสุขภาพหลายชนิดที่มีในมะเขือเทศ อาทิ ไลโคพีน (Cadoni et. al, 2000; Lopez et. al, 2001) เบต้าแคโรทีน (กันยนา, 2548 และ Baranska et. al., 2006) และวิตามินซี (อนุสร, 2544) ความนิยมรับประทานมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก (cherry tomato) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในและต่างประเทศ และมีการประเมินกันว่าความต้องการดังกล่าวมีมากกว่า 25% ของมะเขือเทศรับประทานผลสดทั้งหมด (Siviero et. al., 1999 อ้างถึงใน Bugianesi et. al., 2004)

โดยทั่วไปพื้นที่การผลิตมะเขือเทศของไทยมีแหล่งผลิตใหญ่กระจายอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีการผลิตมะเขือเทศผลใหญ่เพื่อรับประทานสด (table tomato) และมะเขือเทศผลเล็กเพื่อรับประทานสด (cherry/cocktail tomato) อยู่บริเวณภาคเหนือ ในขณะที่การผลิตเพื่ออุตสาหกรรม (processing tomato) และเมล็ดพันธุ์ (tomato seed production) อยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามการผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้าในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการผลิตในสภาพไร่ ที่มักประสบปัญหาสำคัญ คือ การควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตให้ได้ตรงตามความต้องการของตลาดได้ยาก โดยทั่วไปการผลิตมะเขือเทศของไทยสามารถให้ผลผลิตสูงในช่วงฤดูหนาว อย่างไรก็ตาม ในบางปีผลผลิตที่ได้มีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนการผลิตในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน มีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากมีอุณหภูมิสูง และมีแสงแดดที่มากเกินไปความต้องการบางแห่งมีปัญหาฝนตกชุก รวมทั้งการเข้าทำลายของโรคแมลงศัตรูอีกนานาชนิด ซึ่งสาเหตุทั้งหมดส่งผลเสียต่อทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิต จึงทำให้ปริมาณ

ของผลผลิตไม่เพียงพอ และคุณภาพไม่ได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ หลายหน่วยงานได้พยายามแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการต่างๆ ทั้งพัฒนาเทคนิคการผลิต การจัดการการผลิต ตลอดจนการพัฒนาพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการของตลาดสำหรับการผลิตมะเขือเทศรับประทานสดของมูลนิธิโครงการหลวงที่ผ่านมา นั้น ได้นำเข้าเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ดีจากต่างประเทศมาปลูกในโรงเรือน โดยปลูกในวัสดุปลูกที่มีการควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตามในการผลิตที่ผ่านมาต้องอาศัยเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูงมาโดยตลอด และปัญหาอีกประการหนึ่งคือ ผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ที่ผลิตได้มีความหวานที่ไม่สม่ำเสมอ และบางครั้งมีความหวานต่ำกว่าที่ตลาดต้องการ คือ ต่ำกว่า 9 องศาบริกซ์

จากข้อมูลปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทีมนักวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่นซึ่งมีประสบการณ์ในการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศมานานกว่า 20 ปี ประกอบกับมีเชื้อพันธุกรรมมะเขือเทศที่รวบรวมไว้อย่างหลากหลาย จึงได้เริ่มดำเนินงานวิจัยร่วมกับนักวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา ในการพัฒนาพันธุ์มะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก โดยใช้มะเขือเทศพันธุ์ดีของมูลนิธิโครงการหลวงที่มีอยู่เดิมร่วมกับเชื้อพันธุกรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อมุ่งพัฒนามะเขือเทศพันธุ์ใหม่ที่สามารถให้ผลผลิตและคุณภาพดีใกล้เคียงกับมะเขือเทศพันธุ์นำเข้าของมูลนิธิโครงการหลวง โดยเฉพาะมีความหวานสูงไม่ต่ำกว่า 9 องศาบริกซ์ มีจำนวนผลต่อช่อไม่ต่ำกว่า 10-12 ผลต่อช่อ ตลอดจนมีสีผลสดสวย ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตของมูลนิธิฯ และเป็นการวางแผนในระยะยาวที่จะให้มูลนิธิฯ มีมะเขือเทศพันธุ์ดีเป็นของมูลนิธิ โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศอีกต่อไป

วิธีการศึกษา

นำมะเชือกเทศพันธุ์แท้ของมูลนิธิฯ จำนวน 3 พันธุ์ กับมะเชือกเทศพันธุ์แท้ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นจำนวน 19 พันธุ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านต่างๆ อาทิ สีผล ขนาดผล ทรงผล จำนวนผลต่อช่อ และความหวาน (Table 1) มาผสมข้ามกันเพื่อรวมยีน (gene pool) ในฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน 2551) ที่แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยในการผสมข้ามระหว่างพันธุ์พ่อแม่ ได้ผสมข้ามระหว่างพันธุ์ที่ออกดอกในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสร้างลูกผสมเดี่ยวได้ 16 คู่ (Table 1 and 2) นำลูกผสมทั้งหมดมาปลูกทดสอบร่วมกับสายพันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์การค้า F₁ season red (Known You Seed Co.) โดยบ่มเมล็ด และย้ายเมล็ดลงถาดเพาะที่มีวัสดุเพาะกล้า ได้แก่ กากตะกอนหม้อน้ำตาล: แกลบเผา: แกลบดิบ: ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 2:1:1:1 เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 20-25 วัน ย้ายต้นกล้างลงในถุงปลูกขนาด 8x12 นิ้ว ที่มีวัสดุปลูก ได้แก่ กากตะกอนหม้อน้ำตาล: แกลบเผา: แกลบดิบ: ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1: 1:0.5 ภายใต้สภาพโรงเรือนที่คลุมหลังคาด้วยพลาสติกและกรุด้านข้างด้วยตาข่ายขนาด 20 mesh ที่แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม 2550-กุมภาพันธ์ 2551) โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block design (RCBD) มีพันธุ์พ่อแม่ ลูกผสม และพันธุ์การค้า รวมทั้งหมด 34 หน่วยทดลอง ทำ 3 ซ้ำ ซึ่งตลอดระยะเวลาในการศึกษา มีการให้น้ำพร้อมกับให้น้ำ โดยแบ่งตามความต้องการของมะเชือกเทศในแต่ละระยะการเจริญเติบโตตามวิธีการของ Phithaksoun (2005) มีการพ่นหมอกในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงเป็นระยะๆ รวมทั้งมีการตัดแต่งกิ่งออกให้เหลือไว้ 2 กิ่งต่อต้น และฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชเป็นช่วงๆ ตลอดการทดลอง ทำการเก็บเกี่ยวและบันทึกลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจต่างๆ ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของลูกผสมร่วมกับพันธุ์พ่อแม่

และพันธุ์การค้า โดยนำผลที่สูงแก่มาบันทึกลักษณะผลผลิตคือ ขนาดผล น้ำหนักผล จำนวนผลต่อช่อ และต่อต้น ความหนาเนื้อ (flesh thickness) ความแน่นเนื้อ (โดย penetrometer; g.mm-2) ความหวาน (โดย hand refractometer; %brix) รวมทั้งสีผล นำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Gomez and Gomez, 1984) นอกจากนั้นได้คัดเลือกคู่ผสมบางคู่ที่มีลักษณะที่น่าสนใจและตรงตามความต้องการของตลาด มาคำนวณค่าความดีเด่นเนื้อพ่อแม่ ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$\%Heterosis = \{(F_1 - MP) \times 100\} / MP$$

และสมการ

$$\%Heterobeltiosis = \{(F_1 - HP) \times 100\} / HP$$

โดย F₁ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของลูกผสม, MP หมายถึง ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ และ HP หมายถึง ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่หรือแม่ที่มีค่าสูงกว่า

ผลการศึกษา

ผลการปลูกทดสอบมะเชือกเทศลูกผสมทั้ง 16 คู่ ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์การค้าภายใต้สภาพโรงเรือนที่แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน 2551) พบว่าในช่วงเวลาที่ทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 32°C และพบว่าพันธุ์พ่อแม่มีความหลากหลายและแตกต่างกันตามที่คาดไว้ในทุกลักษณะที่ศึกษา (Table 1 and 2) อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า มะเชือกเทศพันธุ์ดีของมูลนิธิฯ คือ 101 (CHRY1) และ 511 (red cherry) แสดงลักษณะที่ดีหลายลักษณะใกล้เคียงกับพันธุ์การค้า 601 (season red) โดยให้ผลผลิตสูง (>500 g/ต้น) น้ำหนักผลประมาณ 9-15 g จำนวนผลต่อช่อ 10-12 ผล และความหวาน >8-9 %Brix เป็นต้น สำหรับพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการรวมยีนที่ดีนั้น พบว่านอกจากพันธุ์ 101 และ 511 แล้วยังมีอีกหลายสายพันธุ์ที่ให้ลักษณะที่ดีใกล้เคียง

Table 1 Economic characteristics of 22 accessions and 1 commercial varieties of tomato used in the experiment.

No.	Code	Accessions	Characteristics					
			Fruit color ^{1/}	Fruit shape ^{2/}	Fruit weight ^{3/}	Inflorescence ^{4/}	Fruit No./inflorescence ^{5/}	Brix (%) ^{6/}
Royal project								
1	101	CHRY1*	R	1	5	2	2	3
2	102	CHRY2	-	-	-	-	-	-
3	103	CHRY3	-	-	-	-	-	-
AVRDC								
4	201	CLN 2070A*	Y	3	5	2	2	2
5	202	CLN2071A	Y	3	5	2	2	2
6	203	CLN2498D	R	-	6	-	-	1
7	204	CLN2585A	R	2	6	1	1	1
TGRC								
8	301	LA2662	R	-	6	1	1	1
9	302	LA4026	R	2	6	1	1	1
USDA								
10	401	PI127468 57 AI	R	2	2	1	1	2
11	402	PI427271 91 GI	R	2	1	1	2	2
KKU								
12	501	Black cherry	B	2	3	2	3	3
13	502	Black plum*	B	5	6	1	1	2
14	503	BT 260	R	-	6	1	1	2
15	504	CH154	R	1	5	2	2	2
16	505	Cock tail tomato*	Y	2	1	3	4	1
17	506	CY1KKU*	Y	4	2	1	1	3
18	507	Lucullus	Y	2	6	3	4	2
19	508	Okitsu 101	R	2	4	1	1	2
20	509	Tomate Vesennij*	P	1	6	1	2	1
21	510	ST#3	-	-	-	-	-	-
22	511	Red cherry	R	1	4	2	3	2
Commercial variety								
23	601	F1-Season red	R	2	4	2	2	2

* The commercial variety of Royal Project Foundation

^{1/} Fruit color: R=red, Y=yellow, P=pink, B=black^{2/} Fruit shape: 1=oblate, 2=round, 3=heart, 4=pyriform, 5=plum^{3/} Fruit weight: 1=<5 g, 2=5-10 g, 3=10-15 g, 4=15-20 g, 5=20-30 g, 6=>30 g^{4/} Inflorescence type: 1=Generally Uniparous, 2=Both (Partly Uniparous, Partly multiparous), 3=Generally multiparous^{5/} Fruit No per inflorescence: 1=<10, 2=10-15, 3=15-20, 4=>20^{6/} %Brix: 1=<5 %Brix, 2=5-7 %Brix, 3=7-9 %Brix, 4=>9 %Brix

Table 2 Growth and yield performances of 17 parents, 16 single-crosses and 1 commercial varieties of tomato grown during October 2007 - February 2008 at Khon Kaen University research station.

No.	code	Target characteristics					General characteristics									
		fruit wt. (g)	fruit No./infor.	fruit No./plant	fruit yield/plant (g)	brix (°)	fruit size (mm.)		flower No. /infor.	flesh thickness (mm)	fruit firmness (g.mm ⁻³)	plant (cm.)		locule	seed/fruit	fruit color
							width	length				height	width			
1	101	12.44 f-j	10.00 c	75.00 b	579.2 def	8.40 ab	25.10 e-h	35.36 f-i	13.50 c	3.90 f-j	289.17 abc	166.67 d-i	61.00 a-e	2.00 i	26.00 d-i	R
2	201	18.83 ef	4.33 klm	58.63 bc	1049.3 a	5.56 h-m	29.35 d	33.31 h-m	8.50 gh	3.62 j-k	266.67 a-f	132.89 mno	62.33 a-e	2.44 f-i	40.30 ab	Y
3	202	18.03 fg	3.67 mn	16.25 fg	248.6 g-j	6.34 e-i	28.05 de	36.81 e-h	8.33 ghi	4.42 d-g	291.67 ab	150.42 l-m	66.50 a-e	2.33 ghi	26.72 c-h	-
4	203	90.50 a	2.67 no	16.83 fg	890.5 a-d	4.18 m	47.62 a	67.65 a	9.67 ef	6.52 a	227.78 f-j	111.22 op	64.11 a-e	3.50 bc	46.78 a	R
5	204	65.90 b	1.67 op	16.83 fgi	1124.4 a	4.72 klm	48.81 a	53.98 b	4.00 q	7.11 a	227.04 g-j	110.22 op	69.11 a-d	2.78 efg	33.03 bcd	R
6	302	14.38 f-i	8.00 def	11.00 fg	58.7 ij	6.55 e-i	26.42 d-g	34.70 f-k	8.00 hij	3.70 h-k	267.50 a-e	161.67 e-k	73.67 abc	2.00 i	14.00h-m	R
7	401	10.85 f-k	1.00 p	15.06 fg	169.5 hij	6.36 e-i	26.48 d-g	24.55 nop	5.50 op	2.36 l	172.50 mn	141.67 j-m	59.89 cde	2.86 ef	33.00 bcd	R
8	402	3.91 kl	6.50 hi	16.72 fg	43.2 ij	4.40 lm	18.20 klm	18.63 qr	8.00 hij	1.82 lm	185.83 k-n	178.50 cde	60.56 b-e	2.00 i	39.67 abc	R
9	502	26.88 de	5.00 jkl	18.00 efgj	483.8 e-h	4.79 j-m	28.35 de	41.26 de	7.33 jk	3.76 g-k	251.67 c-i	132.89 mno	67.89 a-e	2.00 i	23.44 d-k	B
10	503	16.26 fgh	7.33 fgh	18.00 efg	301.8 f-j	6.41 e-i	25.92 d-h	36.27 e-h	7.33 jk	3.81 g-j	246.67 d-j	188.33 bcd	60.00 cde	2.08 i	32.33 bcd	R
11	504	13.05 f-j	8.67 de	71.89 b	600.8 c-f	7.06 b-g	24.82 e-h	37.06 efg	10.00 e	3.83 g-j	270.56 a-e	167.78 d-h	64.00 a-e	2.00 i	10.00 lm	R
12	505	6.39 i-l	20.00 a	46.21 cd	297.9 f-j	4.44 lm	48.24 a	45.24 cd	22.00 a	4.10 f-i	160.56 n	193.75 bc	61.50 a-e	4.08 a	40.25 ab	Y
13	506	-	5.67 ij	7.17 fg	14.2 j	-	-	-	6.00 mno	-	-	-	76.33 a	-	-	Y
14	507	27.50 d	7.00 fgh	23.11 ef	1131.8 a	6.46 e-i	34.11 c	35.08 f-j	8.00 hij	4.51 c-f	183.70 lmn	132.22 mno	75.33 abc	2.65 e-h	22.67 d-l	Y
15	508	27.02 de	7.00 fgh	22.00 efg	620.6 b-e	6.12 f-j	34.86 c	35.39 f-i	7.00 kl	4.33 d-h	170.00 n	140.45 j-m	69.67 a-d	4.17 a	12.83 l-m	R
16	509	9.35 h-i	5.67 ij	16.44 fg	152.5 ij	6.98 c-g	22.90 g-j	29.22 k-n	6.50 lm	3.33 jk	254.17 b-i	126.78 mno	60.11 cde	2.00 i	25.79 d-j	P
17	511	9.59 h-i	13.33 b	49.71 cd	498.5 efg	7.59 a-e	25.07 e-h	24.65 nop	14.44 b	3.35 jk	251.11 c-i	183.33 cde	65.67 a-e	2.00 i	21.67 d-l	R

Table 2 Growth and yield performances of 17 parents, 16 single-crosses and 1 commercial varieties of tomato grown during October 2007 - February 2008 at Khon Kaen University research station (continued).

No.	code	Target characteristics					General characteristics									
		fruit wt. (g)	fruit No./inflor.	fruit No./plant	fruit yield/plant (g)	brix (%)	length		flower No./inflor.	flesh thickness (mm)	fruit firmness (g.mm ⁻²)	plant (cm.)		locule	seed/fruit	fruit color
							width	width				height	width			
18	101/508	13.11 f-j	8.00 def	34.08 de	504.8 efg	7.59 a-e	26.79 d-g	30.09 i-n	9.00 fg	3.15 k	261.29 a-h	177.44 cde	72.94 abc	2.35 ghi	28.41 b-g	R
19	102/509	9.14 h-l	9.00 cd	14.25 fg	138.0 ij	6.60 e-i	23.81 f-i	27.87 mno	9.00 fg	3.15 k	218.33 i-l	163.00 e-j	69.06 a-d	2.00 i	8.11 m	R
20	103/502	9.73 g-l	8.67 de	16.00 fg	166.6 hij	7.58 a-e	23.35 f-i	29.22 j-n	9.00 fg	3.39 jk	277.50 a-e	172.78 c-f	74.72 abc	2.00 i	12.75 j-m	R
21	202/302	15.49 fgh	6.67 ghi	13.56 fg	229.8 g-j	4.84 j-m	29.59 d	28.64 i-o	7.00 kl	4.79 b-e	168.89 n	148.33 g-m	63.00 a-e	3.03 cde	8.31 m	R
22	203/508	26.87 de	5.00 jkl	10.67 fg	291.7 f-j	5.41 i-m	35.75 c	35.86 e-h	5.00 p	4.86 bcd	224.58 g-k	138.11 k-n	60.78 a-e	3.58 b	15.81 g-m	R
23	204/509	27.78 d	5.33 jk	18.11 efg	536.6 efg	5.94 g-k	34.67 c	40.19 def	6.33 lmn	5.13 bc	245.74 d-j	160.89 e-k	76.33 a	2.29 hi	23.85 d-k	Y
24	301/510	49.05 c	4.00 lm	18.33 efg	902.5 abc	4.38 m	43.46 b	47.51 c	10.00 e	4.77 b-e	215.00 i-l	95.00 p	64.33 a-e	3.42 bcd	17.58 f-m	R
25	402/101	9.72 h-l	7.00 fgh	15.83 fg	151.3 ij	8.21 a-d	19.59 jkl	20.80 pqr	9.00 fg	2.38 l	222.08 h-l	178.50 cde	70.78 a-d	2.00 i	17.33 f-m	R
26	402/505	2.15 l	4.00 lm	43.67 cd	95.2 ij	8.33 a-c	14.55 m	15.73 r	12.50 d	1.42 m	282.50 a-e	209.17 ab	55.67 de	2.00 i	31.83 b-e	R
27	501/401	6.29 i-l	9.00 cd	10.67 fg	55.6 ij	8.31 a-b	20.34 i-l	21.65 pq	9.00 fg	2.22 l	277.08 a-e	148.89 f-m	70.33 a-d	2.00 i	11.46 klm	R/B
28	501/506	4.83 jkl	8.00 def	271.63 a	933.2 ab	7.33 a-f	17.77 lm	23.09 opq	8.00 hij	2.47 l	185.00 lmn	159.44 e-l	66.17 a-e	2.00 i	10.00 lm	R/B
29	505/201	9.22 h-l	9.02 cd	13.48 fg	124.5 ij	6.93 d-h	24.67 e-f	25.41 nop	9.03 fg	3.59 jkl	287.50 abc	168.06 d-g	60.89 a-e	2.17 i	18.83 e-m	Y
30	505/504	3.98 kl	9.00 cd	58.22 bc	237.5 g-j	8.49 a	17.70 lm	19.77 pqr	9.00 fg	2.14 l	263.33 a-g	227.78 a	52.56 e	2.00 i	30.04 b-f	R
31	508/203	29.13 d	1.67 op	5.61 g	166.9 hij	6.25 e-i	36.49 c	37.06 efg	5.67 nop	5.23 b	227.50 f-j	143.00 i-m	74.99 abc	3.00 de	25.50 d-j	R
32	508/503	31.22 d	7.67 efg	11.83 fg	342.3 e-i	5.47 i-m	36.48 c	38.21 efg	7.67 jkl	4.37 d-g	209.44 j-m	136.00 lmn	69.11 a-d	3.60 b	20.49 d-m	R
33	511/507	6.85 i-l	9.00 cd	15.38 fg	126.2 ij	6.43 e-i	22.90 g-j	23.19 opq	9.00 fg	2.33 l	295.00 a	134.00 mno	66.33 a-e	2.17 i	32.33 bcd	R
34	601	14.46 f-i	7.67 efg	70.67 b	865.6 a-d	5.76 g-l	27.74 def	31.31 h-m	8.00 hij	4.18 e-i	241.83 e-j	116.00 nop	70.22 a-d	2.00 i	32.72 bcd	R
F-test		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**
C.V.(%)		26.23	9.11	31.55	46.97	13.3	8.54	10.65	5.73	10.76	10.2	9.56	14.54	11.64		33.7

Mean within the same column followed by the different letters are significantly different according to DMRT ($P \leq 0.01$)

กับพันธุ์ดีเปรียบเทียบกับ โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่า 500 g/ต้น คือ สายพันธุ์ 201, 203, 204, 502, 504, 507 และ 508 ส่วนพันธุ์พ่อแม่ที่ให้ลักษณะคุณภาพผลผลิตที่ดีทางด้านจำนวนผลต่อช่อสูงกว่า 12 ผลต่อช่อ มีเพียงสายพันธุ์เดียวคือ 505 (20 ผลต่อช่อ) โดยสายพันธุ์ที่เหลือส่วนใหญ่ให้จำนวนผลต่อช่ออยู่ในช่วง 1-8 ผลต่อช่อ สำหรับความหวานนั้นพบว่าพันธุ์ 101, 504 และ 511 โดยให้ความหวานค่อนข้างสูง (>7 %Brix) และแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้าเปรียบเทียบกับ (601) ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ให้ความหวานต่ำกว่า 7%Brix สำหรับลูกผสมนั้น พบว่าคู่ผสมที่มีลักษณะดี ใกล้เคียงกับพันธุ์ดีของมูลนิธิฯ (101) ในลักษณะที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูงกว่า 500 g/ต้น ได้แก่คู่ผสม 101/508, 204/509, 301/510 และ 501/506 ส่วนคู่ผสมที่ให้ลักษณะคุณภาพผลผลิตที่ดีทางด้านจำนวนผลต่อช่อนั้น พบว่า หลายคู่ผสมให้ผลต่อช่อได้สูงที่สุดจำนวน 8-9 ผลต่อช่อ ได้แก่ 101/508, 102/509, 103/502, 501/401, 501/506, 505/201, 505/504 และ 511/507 เป็นต้น สำหรับความหวานนั้นพบว่ามีหลายคู่ผสมที่มีความหวานสูงกว่า 7-8%Brix ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบกับ ได้แก่ 101/508, 103/502, 501/401, 501/506 และ 505/504 เป็นต้น ส่วนในลักษณะองค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ส่วนใหญ่พบว่ามีภาระกระจายตัวแตกต่างกันออกไปในแต่ละคู่ผสม โดยบางคู่แสดงลักษณะที่ดีเพียง 1 หรือ 2 ลักษณะแต่ไม่ดีในอีกหลายลักษณะที่เหลือ

สำหรับค่าความดีเด่นของลูกผสม พบว่าลูกผสมส่วนใหญ่ให้เปอร์เซ็นต์ค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (%Heterosis) และค่าความดีเด่นเหนือค่าความดีเด่นของพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า (%Heterobeltiosis) ในเกือบทุกลักษณะมีค่าเป็นลบ (Table 3) อย่างไรก็ตามพบว่าบางลักษณะของบางคู่ผสมให้ค่าความดีเด่นในบางลักษณะของผลผลิตและคุณภาพผลผลิตสูงกว่าพ่อแม่

สรุปและวิจารณ์

จากผลการศึกษาลูกผสมทั้ง 16 คู่ผสม เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์เปรียบเทียบกับทั้ง 18 สายพันธุ์ สามารถสรุปได้ว่า ลูกผสมที่มีลักษณะใกล้เคียงและคล้ายคลึงกับพันธุ์การค้าของมูลนิธิฯ (CHRY1) โดยเฉพาะลักษณะที่สำคัญสำหรับมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็กพันธุ์การค้าของไทย กล่าวคือ มีน้ำหนักผล 12-15 กรัม จำนวนผลต่อช่อ 10-12 ผล ผลผลิตต่อต้นมากกว่า 500 กรัมต่อต้น และความหวานอยู่ในช่วง 8-9%Brix คือ คู่ผสม 101/508 ซึ่งมีมะเขือเทศพันธุ์คัด CHRY1 จากมูลนิธิฯ เป็นพันธุ์แม่และจากเชื้อพันธุ์กรรมของมหาวิทยาลัยขอนแก่น (Okitsu 101) เป็นพันธุ์พ่อ ที่ให้ลักษณะดังกล่าวดีเกือบทุกลักษณะที่ต้องการ ในขณะที่คู่ผสมอื่นๆ ให้ลักษณะที่ดีในบางลักษณะแต่ขาดบางลักษณะ เช่น คู่ผสม 501/506 ให้ลักษณะส่วนใหญ่ค่อนข้างดี ยกเว้นให้ขนาดผลที่ค่อนข้างเล็ก (~4-5 กรัม) หรือคู่ผสม 301/510 ที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูง แต่ลักษณะทางคุณภาพผลค่อนข้างด้อย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งค่าเฉลี่ยของลักษณะที่สำคัญต่างๆ ประกอบกับค่าความดีเด่นของลูกผสมทุกคู่แล้ว สามารถยืนยันได้ว่าคู่ผสม 101/508 มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นลูกผสมเพื่อการค้าของมูลนิธิฯ ในอนาคต เพราะถึงแม้ว่าคู่ผสมดังกล่าวมีค่าความดีเด่นไม่สูงเท่าที่ควร แต่เนื่องจากค่าเฉลี่ยที่แท้จริงของลักษณะที่สำคัญของพ่อและแม่ของคู่ผสมนี้มีค่าสูง จึงส่งผลทำให้ค่าความดีเด่นเหนือพ่อแม่ของคู่ผสมนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากคู่ผสม 101/508 แล้ว ยังควรพิจารณาคู่ผสมคู่อื่นๆ ที่มีลักษณะส่วนใหญ่ค่อนข้างดีอื่นๆ มาทดสอบที่พื้นที่สูงของมูลนิธิฯ ซึ่งเป็นพื้นที่ผลิตทางการค้า พร้อมทั้งทำการคัดเลือกและขยายเมล็ดพันธุ์พ่อแม่ให้มีความสม่ำเสมอและคงตัวก่อนทำการผสม

Table 3 Heterosis percentages of growth and yield performances in 11 selected single- crosses of tomato varieties grown during October 200-February 2008 at Khon Kaen University research station

No.	code	Target characteristics										General characteristics																	
		fruit weight (g)			fruit No./ plant (fruit)			fruit yield/plant (g)				brix (%)		fruit length		fruit width		flower No. /infor. (flower)		flesh thickness (mm)		fruit firmness (g.mm ⁻³)		plant height (cm)		plant width (cm)		seed/fruit	
		MP ^{1/}	HP ^{2/}	HP	MP	HP	MP	HP ^{1/}	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP
1	101/508	-33.55	-51.48	-29.73	-54.56	-5.88	-20	-15.85	-18.65	4.54	24.01	-14.93	-14.97	-10.64	-23.14	-12.19	-33.33	-23.45	-27.25	13.8	-9.64	15.55	6.46	11.64	4.69	46.33	9.26		
2	202/302	-4.41	-14.08	-0.47	-16.55	14.31	-16.62	49.56	-7.56	-24.9	-26.1	-19.89	-22.19	8.64	5.49	-14.26	-15.96	17.98	8.37	-39.59	-42.09	-4.94	-8.25	-10.1	-14.48	-59.18	-68.89		
3	203/508	-54.27	-70.3	-45.04	-51.5	3.41	-28.57	-61.39	-67.24	5.04	-11.6	-30.39	-46.99	-13.31	-24.92	-40.01	-48.29	-10.41	-25.46	12.91	-1.4	9.75	-1.66	-9.13	-12.76	-46.95	-66.2		
4	204/509	-26.16	-57.84	8.86	7.6	45.23	-5.99	-15.95	-46.3	1.53	-14.89	-3.38	-25.54	-3.3	-28.96	20.57	-2.61	-1.72	-27.84	2.13	-3.31	35.77	26.9	18.13	10.44	-18.9	-27.79		
5	402/101	18.89	-21.86	-65.48	-78.89	-15.15	-30	-51.38	-73.87	28.28	-2.26	-22.94	-41.17	-9.51	-21.95	-16.27	-33.33	-16.78	-38.97	-6.49	-23.2	3.42	0.01	16.45	16.03	-47.22	0.01		
6	402/505	-58.25	-66.35	38.78	-5.49	-69.81	-80	-44.18	-68.04	88.46	87.61	-50.74	-65.22	-56.2	-69.83	-16.66	-43.18	-52.02	-65.36	63.11	52.02	12.38	7.95	-8.78	-9.47	-20.34	-20.91		
7	505/201	-26.88	-51.03	-74.28	-77	-25.85	-54.9	-81.51	-88.13	38.6	24.64	-35.3	-28.13	-36.4	-48.85	-40.78	6.23	-6.99	-12.43	34.58	7.81	2.9	-13.25	-1.65	-2.31	-53.24	-53.27		
8	508/203	-50.42	-67.81	-71.1	-74.5	-65.46	-76.14	-77.91	-81.25	21.35	2.12	-28.06	-45.21	-11.51	-23.37	-31.97	-41.36	-3.59	-19.78	-97.37	-97.7	13.64	1.81	12.1	7.63	-14.44	-45.48		
9	508/503	44.26	15.54	-40.85	-46.22	7.04	4.63	-25.78	-44.56	-12.68	-14.66	6.64	5.34	20.03	4.64	7.04	4.63	7.37	0.92	-97.9	-98.22	-17.26	-27.78	6.59	-0.8	-9.25	-36.62		
10	505/504	-5.14	-29.34	-1.4	-19.01	-37.21	-55	-47.14	-60.46	47.65	20.25	-51.95	-56.29	-51.54	-63.3	-43.75	-59.09	-46.02	-47.8	22.16	-2.67	26	17.56	-16.23	-17.87	19.56	-25.36		
11	601/507	-63.06	-75.09	-57.75	-69.06	-11.46	-32.48	-84.51	-88.84	-8.46	-15.28	-22.35	-33.89	-22.6	-32.86	-19.78	-37.67	-40.71	-48.33	35.69	17.47	-15.06	-26.9	-5.91	-11.94	45.82	42.61		

^{1/} MP = mid parent, ^{2/} HP = high parent

เพื่อขยายเมล็ดลูกผสมทางการค้าต่อไป นอกจากนี้ การที่บางคู่ผสมมีลักษณะที่ดีในบางลักษณะที่ต้องการ แต่ยังขาดบางลักษณะนั้น ควรพิจารณานำมาผสมข้ามเพื่อเพิ่มเติมลักษณะที่ขาด อาทิ 402/505 ซึ่งมีความหวานที่ดีแต่ให้ผลผลิตไม่สูง หรือคู่ผสม 501/506 และ 505/504 ที่มีขนาดผลที่ค่อนข้างเล็กอาจพิจารณานำมาผสมข้ามกับพันธุ์หรือคู่ผสมอื่นที่มีขนาดผลใหญ่กว่า และเพื่อให้การพัฒนาพันธุ์มะเขือเทศเป็นพันธุ์การค้าของมูลนิธิฯ ในระยะยาวมีโอกาสประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงได้ทำการวางแผนรวมเป็น 2 รอบ โดยได้ดำเนินการรวมเป็นรอบที่ 2 ในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2551 ที่ผ่านมามีได้ลูกผสมคู่ (double cross) 4 คู่ผสม ซึ่งจะได้นำลูกผสมคู่ทั้งหมดไปทดสอบการกระจายตัว เพื่อคัดเลือกหาสายพันธุ์ที่มีการรวมเอาลักษณะที่ดีหลายลักษณะเข้าไว้ด้วยกันต่อไป นอกจากนี้ยังได้นำลูกผสมเดี่ยวที่มีศักยภาพ ไปทดสอบที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา ของมูลนิธิฯ ในช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคม 2551-กุมภาพันธ์ 2552) ซึ่งคาดว่าจะสามารถคัดเลือกคู่ผสมที่มีการปรับตัวและให้ผลผลิตที่ดีกว่าและเหมาะสมกับพื้นที่ผลิตเพื่อการค้าของมูลนิธิฯ เนื่องจากสภาพแวดล้อมบนพื้นที่สูงโดยทั่วไปมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกว่า โดยเฉพาะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าพื้นที่ราบ ซึ่งน่าจะส่งผลทำให้มะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีกว่า โดยเฉพาะสีผล ความหนาเนื้อและความหวาน (Jones, 1998; Wada et. al., 2006)

เอกสารอ้างอิง

กัญญา กรณ์เกษม. 2548. ความคงตัวของไลโคพีนที่สกัดได้จากมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- นิตยา ถมหนอง. 2551. สมรรถนะการรวมตัวของมะเขือเทศรับปะทานสดผลเล็ก เพื่อเพิ่มปริมาณไลโคพีน เบต้า-แคโรทีน และวิตามินซี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อนุสรฯ แสนสุทธิ. 2544. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะในมะเขือเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- Baranska, M., W. Schutze and H. Schulz. 2006. Determination of lycopene and carotene content in tomato fruits and related products: comparison of FT-Raman, ATR-IR and NIR spectroscopy. Anal. Chem. 78:8456-8461.
- Bugianesi, R., M. Salucci, C. Leonardi, R. Ferracane, G. Catasta, E. Azzini and G. Maiani. 2004. Effect of domestic cooking on human bioavailability of naringenin, chlorogenic acid, lycopene and β -carotene in cherry tomatoes. Eur. J. Nutr. 43:360-366.
- Cadoni, E., M.R. De Giorgi, E. Medda and G. Poma. 2000. Supercritical CO₂ extraction of lycopene and β -carotene from ripe tomatoes. Dyes pigment. 44:27-32.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley and Sons. NY.
- Jonhs, J.B. 1998. Tomato plant culture: in the field, greenhouse and home garden. Boca Raton. NY.
- Lopez J., R.M. Ruiz, R. Ballesteros, A. Ciruelos, R. Ortiz. 2001. Color and lycopene content of several commercial tomato varieties at different harvesting dates [Abstract]. Proc. 7th Int. Symp. on Processing Tomato. Ed. T.K. Hartz. Acta Hort 524.
- Phithaksoun, S. 2005. Growth and yield performances of tomatoes production under growing media and fertigation. Master of Science Thesis in Horticulture, Graduate School, Khon Kaen University, KK.
- Raffo, A., C. Leonard, V. Fogliano, P. Ambrosino, M. Salucci, L. Gernaro, R. Bugianesi, F. Giuffrida and G. Quaglia. 2002. Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. J. Agric. Food Chem. 50:6550-6556.

Wada, T., H. Ikeda, K. Matsushita, A. Kambara, H. Hirai and K. Abe. 2006. Effects of shading in summer on yield and quality of tomato grown on single-truss system. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75(1): 51-58.