ความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะปริมาณสารไลโคพีน ในมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก

Response to selection for quantity of lycopene content in cherry tomato

ชมพู่ โทวรรณา[1], พัชริน ส่งศรี[2], และ สุชีลา เตชะวงค์เสถียร[2*]

Chomphoo Thowanna[1], Patcharin Songsri[2], and Suchila Techawongstien[2*]

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลในการคัดเลือกลักษณะปริมาณสารไลโคพีน ในมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก โดยนำประชากรที่มีการกระจายตัวของลักษณะสารไลโคพีนในชั่วรุ่นที่ 3 ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์พ่อแม่ 3 พันธุ์ คือ KKU-T72004 (BP), KKU-T72002 (CT) และ KKU-T12005 (CR) จำนวน 4 ประชากร มาปลูกทดสอบในฤดูฝน (กรกฎาคม ถึง ตุลาคม 2552) ในสภาพแปลงทดลองหมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block (RCB) มี 3 ซ้ำๆ ละ 20 ต้น โดยใช้ระยะปลูก 40x50 ซม. และวิเคราะห์หาปริมาณสารไลโคพีน จากค่าการดูดกลืนแสงที่ 472 นาโนม. โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (รุ่น Thermo Spectronic Genesys 5, Milton Ray company) จากการศึกษา พบว่า การคัดเลือกส่งผลให้ในทุกคู่ผสมมีปริมาณสารไลโคพีนเพิ่มขึ้น โดยสายพันธุ์ที่เกิดจากคู่ผสมระหว่าง CT กับ CR คือ CTxCR -147 มีปริมาณสารไลโคพีนเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 60.72 % และคู่ผสมชั่วรุ่นที่ 3 ที่เกิดจากคู่ผสมระหว่าง BP กับ CT คือ BPxCT-6 BPxCT-14 และ BPxCT-74 มีปริมาณสารไลโคพีนเพิ่มขึ้น เท่ากับ 44.78 33.20 และ 27.42 % ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความก้าวหน้าในการคัดเลือก สารไลโคพีน มะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก

Abstract: The objective of this study was to determine the effect of selection for quantity of lycopene content in cherry tomato. Four segregating populations in lycopene content of F_2 and seleced F_3 generations of crosses using 3 lines, i.e., KKU-T72004 (BP), KKU-T72002 (CT) and KKU-T12005 (CR) were studied for selection gain. Randomized complete block design (RCBD) with 3 replications and 20 plants per replication with spacing 40x50 centimeters was used for the study during rainy season (July 2009-October 2009) at the experimental field, Khon Kaen University. Lycopene were analyzed at the 472 nm. absorbance with Spectrophotometer (series Thermo Spectronic Genesys 5, Milton Ray Company). The results showed the progress of selection in F_3 on F_2 for lycopene content in all F_3 populations studied. The selection progress in the population of cross between CT and BP (i.e. CTxCR-147 of F_3 on F_2) for lycopene contents was the highest (60.72). For the populations crossing between BP and CT, (i.e. BPxCT-6; BPxCT-14 and BPxCT-74 of F_3 on F_2), their selection progress for lycopene contents were 44.78, 33.2 and 27.42 %, respectively.

Key words: responsed to selection, lycopene, cherry tomato

[1] นักศึกษาบัณฑิตศึกษา ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

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

[2] ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

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

* Corresponding author: suctec@kku.ac.th

บทนำ

มะเขือเทศถือเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญ นอกจากสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในการปรุงแต่งรสชาติ และสีสันอาหารให้น่ารับประทาน ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ นอกจากนี้ มะเขือเทศยังถือเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากมะเขือเทศเป็นพืชที่อุดมไปด้วยวิตามิน และเกลือแร่ต่างๆ โดยเฉพาะวิตามินซี และยังเป็นแหล่งของสารไลโคพีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักปริมาณ 80-90 % ในสารประกอบแคโรทีนอยด์ ทั้งหมดในมะเขือเทศ (Shi and Le Maguer, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มะเขือเทศในกลุ่มรับประทานสดผลเล็กมีความเข้มข้นของปริมาณสารไลโคพีน และวิตามินซีมากกว่ามะเขือเทศในกลุ่มอื่นๆ ดังนั้น ในปัจจุบันมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก จึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในปริมาณที่เพิ่มขึ้น อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคสนใจที่จะเลือกรับประทานอาหารผัก และผลไม้ เพื่อสุขภาพมากขึ้น รวมถึงแนวโน้มการปรับปรุงพันธุ์พืชในปัจจุบัน หันมาปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณสารสำคัญในพืชมากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค และสารที่สำคัญในมะเขือเทศเอง คือ สารไลโคพีน ซึ่งเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ดังนั้น ในการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศเพื่อเพิ่มปริมาณสารไลโคพีนจำเป็นจะต้องมีการผสมข้ามพันธุ์ และคัดเลือกในหลายๆชั่วรุ่น เป็นการเปิดโอกาสให้ยีนควบคุมลักษณะที่ต้องการมาเข้าคู่กันส่งผลให้ประชากรในชั่วรุ่นถัดไปมีค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ต้องการเพิ่มขึ้นจากฐานพันธุกรรมเดิมหรือชั่วรุ่นก่อนหน้า โดยในขั้นตอนการคัดเลือกพันธุ์ จำเป็นต้องศึกษาถึงความก้าวหน้าในการคัดเลือก เพื่อตรวจสอบว่าลักษณะที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากอิทธิพลของยีนหรือจากสภาพแวดล้อม ซึ่งผลงานวิจัยของ Thompson et al. (1967) ที่ใช้ยีน *crimson* ในการเพิ่มไลโคพีน ในมะเขือเทศ พบว่าสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 50% อีกทั้งยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารไลโคพีน มีผลมาจากสภาพแวดล้อมอีกด้วย นอกจากนั้น Foolad, (2009) ได้พัฒนาประชากรมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็กเพื่อเพิ่มปริมาณสารไลโคพีน โดยคัดเลือกประชากรลูกผสม พบว่า ในชั่วรุ่นที่ 10 (F_{10}) มีความก้าวหน้าจากประชากรเริ่มต้นหรือเพิ่มขึ้นจากเดิม 200 % อย่างไรก็ตาม การศึกษาในลักษณะดังกล่าวข้างต้น มีค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศ เพื่อเพิ่มปริมาณสารไลโคพีน โดยทำการผสมข้าม และคัดเลือกพันธุ์ และศึกษาความก้าวหน้าในการเพิ่มของปริมาณสารไลโคพีนในชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) เปรียบเทียบกับชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) ที่ผ่านการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (Pedigree method of selection)

วิธีการศึกษา

ได้คัดเลือกสายพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมมีลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 (F_1) ที่มีปริมาณสารไลโคพีนสูง จำนวน 2 คู่ ที่เกิดจากการผสมข้าม ระหว่างมะเขือเทศพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 3 พันธุ์ คือ KKU-T72004 (BP) ซึ่งมีปริมาณสารไลโคพีนสูง การเจริญเติบโต เลื้อยหรือแบบไม่สิ้นสุด (indeterminate) ผลแบบทรงกลม (plum) เมื่อสุกสีม่วงดำ มีความหนาเนื้อสูง พันธุ์ KKU-T72002 (CT) มีปริมาณสารไลโคพีนน้อย การเจริญเติบโตแบบเลื้อย (indeterminate) แต่มีการเรียงตัวของช่อดี และจำนวนผลต่อช่อมากกว่า 12 ผล และพันธุ์ KKU-T12005 (CR) มีปริมาณสารไลโคพีนปานกลาง การเจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อย เนื้อกรอบแน่น มีของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid) สูงกว่า 5% (นิตยา, 2551) ได้แก่ KKU-T72004 (BP) x KKU-T72002 (CT) และ KKU-T72002 (CT) x KKU-T12005 (CR) ในช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม 2551-กุมภาพันธ์ 2552) ได้ปลูก และคัดเลือกประชากรชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) จำนวน 2 คู่ผสม (BPxCT และ CTxCR) โดยคัดเลือกเฉพาะต้นที่มีปริมาณสารไลโคพีนสูง ได้ประชากรชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) จากคู่ผสมระหว่าง BPxCT จำนวน 3 ประชากร คือ BPxCT-6 BPxCT-14 และ BPxCT-74 และจากคู่ผสมระหว่าง CTxCR จำนวน 1 ประชากร คือ CTxCR-147

จากนั้น นำลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 2 และ 3 มาปลูกทดสอบร่วมกับ พันธุ์พ่อแม่ พันธุ์ Lukullus ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีรายงานว่ามีสารไลโคพีนสูง และพันธุ์การค้า (Tubtim deang) ในช่วงเดือนกรกฎาคมึพฤศจิกายน 2552 วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block (RCB) ทำ 3 ซ้ำๆ ละ 20 ต้น ในสภาพแปลงที่มีการคลุมพลาสติก มีการให้น้ำ และปุ๋ย โดยระบบน้ำหยด ระยะปลูกระหว่างต้น 40 ซม. ระหว่างแถว 50 ซม. โดยศึกษา 9 ลักษณะ คือ 1) ปริมาณสารไลโคพีน (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักสด) 2) ผลผลิตต่อต้น (กรัม/ต้น) 3) น้ำหนักต่อผล (กรัม/ผล) 4) ความยาวผล (มม.) 5) ความกว้างผล (มม.) 6) ความแน่นเนื้อ (กรัม/ตร.ม.) 7) ความหนาเนื้อ (มม.) 8) ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid, %) 9) จำนวนผลต่อช่อ (ผล) และนำผลมะเขือเทศสุก (ผลในช่อที่ 2-3) มาวิเคราะห์ปริมาณสารไลโคพีน โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (รุ่น Thermo Spectronic Genesys 5, Milton Ray company) ที่ความยาวคลื่น 472 นาโนเมตร ตามวิธีการของ (Suwannalert, 2006) วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารไลโคพีน (Gomez and Gomez, 1984) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ โดยใช้สมการถดถอยหรือรีเกรสชัน (Regression)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการปลูกทดสอบมะเขือเทศชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ที่คัดเลือกให้มีปริมาณไลโคพีนสูงของคู่ผสมระหว่าง BPxCT และ CTxCR จำนวน 4 ประชากร คือ BPxCT-6 BPxCT-14 BPxCT-74 และ CTxCR-147 เปรียบเทียบกับลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 2 พันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ (Lukullus และทับทิมแดง) เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะปริมาณสารไลโคพีนในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม - พฤศจิกายน 2552) พบว่า ลูกผสมชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ที่คัดเลือกทั้ง 4 ประชากรให้มีสารไลโคพีน เพิ่มขึ้นจากชั่วรุ่นที่ 1 2 และพันธุ์พ่อแม่ (**Table 1**) โดยประชากร BPxCT-6 มีค่าความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะปริมาณสารไลโคพีน จากชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) เท่ากับ 44.78 % BPxCT-14 มีค่าความก้าวหน้าจากชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ต่อชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) เท่ากับ 33.20 % BPxCT-74 มีค่าความก้าวหน้าจาก ชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ต่อชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) เท่ากับ 27.42 % และ CTxCR-147 มีค่าความก้าวหน้าจาก ชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ต่อชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) สูงที่สุด คือ 60.72 % อย่างไรก็ตาม ถ้าเปรียบเทียบปริมาณสารไลโคพีนของประชากร ทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า BPxCT-6 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 44.78 ไมโครกรัม/กรัม และใกล้เคียงกับ BPxCT-14 (41.20 ไมโครกรัม/กรัม) ในขณะที่ BPxCT-74 และ CTxCR-147 มีปริมาณสารไลโคพีนต่ำกว่า คือ 39.4 และ 37.72 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ หากเปรียบเทียบปริมาณสารไลโคพีนของชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ทั้ง 4 สายพันธุ์ (F_3 line/populations) กับพันธุ์เริ่มต้นหรือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ BPxCT-6 BPxCT-14 BPxCT-74 และ CTxCR-147 ให้ค่าความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น คือ 120.16 102.56 93.76 และ 57.76 % ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากสมการรีเกรสชัน (Regressions) ของประชากรชั่วรุ่นที่ 3 (selection F_3 line) กับประชากรเริ่มต้น (**Figure 1**) ในด้านปริมาณสารไลโคพีน พบว่า คู่ผสมชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) ของ BPxCT และ CTxCR ได้แก่ BPxCT-6 BPxCT-14 BPxCT-74 และ CTxCR-147 ทั้ง 4 สายพันธุ์มีปริมาณสารไลโคพีนเพิ่มขึ้น จากประชากรชั่วรุ่นที่ 2 (F_2) เท่ากับ 7.19 6.11 4.40 และ 3.21 ไมโครกรัม/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมี % การเพิ่มขึ้นค่อนข้างสูง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสารไลโคพีนมีการแสดงออกหรือควบคุมโดยยีนแบบบวกสะสม (additive gene action) ซึ่งการแสดงออกแบบนี้ สามารถถ่ายทอดลักษณะไปสู่ลูกหลานได้ และถ้าจะปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศให้มีปริมาณไลโคสูงนั้น สามารถทำได้ในชั่วรุ่นแรกๆ (นิตยา, 2551)

สำหรับลักษณะทางการเกษตรของประชากรที่คัดเลือก เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่ (BP CT และ CR) พันธุ์ที่มีรายงานว่า มีสารไลโคพีนสูง (Lukullus) และพันธุ์การค้า (ทับทิมแดง) พบว่า ประชากรชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) หรือสายพันธุ์ BPxCT-6 มีปริมาณสารไลโคพีน ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid)

สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ อีกทั้งยังมีจำนวนผลต่อช่อมากกว่า 12 ผล ประชากรชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) หรือสายพันธุ์ BPxCT -14 มีปริมาณสารไลโคพีน และของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid) สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ และมีความหนาเนื้อ แน่นเนื้อใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ ประชากรชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) หรือสายพันธุ์ BPxCT-74 มีปริมาณสารไลโคพีน ความแน่นเนื้อ และความหวานสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ และประชากรชั่วรุ่นที่ 3 (F_3) หรือสายพันธุ์ CTxCR-147 มีปริมาณสารไลโคพีนต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ แต่มีของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid) และจำนวนผลต่อช่อสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ

ดังนั้น หากพิจารณาจากปริมาณสารไลโคพีนร่วมกับลักษณะทางการเกษตร ได้แก่ จำนวนผลผลิตต่อต้น น้ำหนักต่อ ความยาวผล ความกว้าง ความแน่นเนื้อ ความหนาเนื้อ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid) และจำนวนผลต่อช่อ (ผล) พบว่า BPxCT-6 และ BPxCT-74 เหมาะสมที่จะนำมาทำการพัฒนาและคัดเลือกทางการค้าที่มีลักษณะที่ดี ทั้งปริมาณสารไลโคพีน และมีลักษณะดีทางการเกษตร (**Table 2**) อย่างไรก็ตาม การศึกษาความก้าวหน้าในการคัดเลือกเป็นการตรวจสอบว่า ลักษณะที่เราคัดเลือกมาเป็นผลมาจากอิทธิพลของยีนหรือจากสภาพแวดล้อมนั้น ต้องดำเนินการทดสอบหลายสภาพแวดล้อม (หลายฤดูหรือหลายปี) เพื่อให้สามารถสรุปผลได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

สรุป

ในการศึกษาความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณสารไลโคพีนจากชั่วรุ่นที่ 2 ไปยังชั่วรุ่นที่ 3 สามารถคัดเลือกให้มีสารไลโคพีนสูงขึ้นหรือมีความก้าวหน้าได้ โดยสายพันธุ์ชั่วรุ่นที่ 3 (F_3 lines) BPxCT-6 BPxCT-14 BPxCT-74 และ CTxCR-147 มีปริมาณสารไลโคพีนในชั่วรุ่นที่ 3 เพิ่มขึ้นจากชั่วรุ่นที่ 2 เท่ากับ 44.78 33.2 27.4 และ 60.72 % ตามลำดับ ซึ่งควรคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ เพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าต่อไป ในสายพันธุ์ BPxCT-6 และ BPxCT-74 เพราะมีปริมาณสารสารไลโคพีนสูง และมีลักษณะที่ดีทางการเกษตรอื่นด้วย

Table 1 Lycopene content of mid-parents and segregating populations in F_2 and F_3 generations of the cross between KKU-T72004 (BP) x KKU-T72002 (CT) and KKU-T72002 (CT) x KKU-T12005 (CR) in cherry tomato grown in field during rainy season (July-October 2009) at Khon Kaen University.

Pedigree	Lycopene content (µg/g)			
	BPxCT-6	BPxCT-14	BPxCT-74	CTxCR-147
Mid-parents	20.34c	20.34c	20.34	23.91bc
F_1	32.38b (59.19)[1/]	32.38b (59.19)[1/]	32.38 (59.19)[1/]	32.72ab (36.85)[1/]
F_2	30.93b (-4.48)[1/]	30.93b (-4.48)[1/]	30.93 (-4.48)[1/]	23.47c (-28.27)[1/]
F_3	44.78a (44.78)[1/]	41.20a (33.20)[1/]	39.41(27.42)[1/]	37.72a (60.72)[1/]
Average	32.11	31.21	30.76	29.46
F-test	**	**	ns	*
b-valuae	7.19*	6.11*	4.4*	3.22^{ns}
C.V.(%)	8.93	8.69	27.95	15.39

Means in the same column with a common letters are not significantly different by LSD at $p \leq 0.05$

*,** , ns : indicate significant at $P \leq 0.05$ and 0.01, respectively.

[1/] The number in parenthesis is percent decrease or increase from F_1 to F_2 and F_2 to F_3.

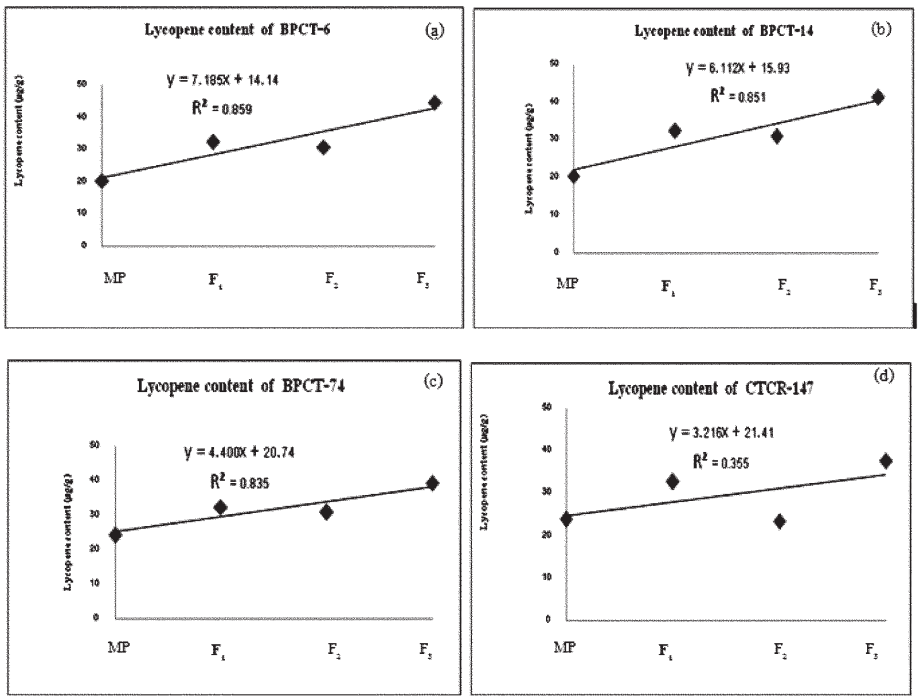

Figure 1 Simple linear regression of (a) lycopene contents of F_{1-3} (BP x CT), (b) lycopene contents of F_3 (BP x CT form pedigree selection) on F_2 (BP x CT), (c) lycopene contents of F_{1-3} (BP x CT) and (d) lycopene contents of F_3 (CT x CR) form pedigree selection) on F_2 (CT xCR) (d) in rainny season.

Table 2 Lycopene content and fruit weight/plant, number of fruit /plant, thickness, firmness, soluble solids and number of fruits /inflorescence of 9 cherry tomato genotypes grown in the field during rainy season (July-October 2009) at Khon Kaen University research station.

		Lycopene (µg/g)	Fruit yield (g/plant)	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Flesh thickness (mm)	Fruit firmness gm^{-1}	Soluble solids (%)	Fruit number /inflorescence
KKU-T72002 (CT)	Parental	13.45c	28.67d	0.97c	11.9e	11.76d	0.81e	219.63a	4.93bcd	29.67a
KKU-T12005 (CR)	Parental	34.38ab	934.54ab	16.73bc	40.54b	26.7bc	4.16b	191.48ab	5.82ab	26.67a
KKU-T72004 (BP)	Parental	27.23abc	839.18bc	29.28ab	49.64a	33.82ab	4.96a	41.48c	4.29d	8.33f
CTxCR-147	F3	37.72a	205.55d	5.64c	22.78d	19.4cd	2cd	174.73b	5.56abc	26.5ab
BPxCT-6	F3	44.78a	208.3d	2.21c	20.21d	13.35cd	1.36de	206.96ab	6.38a	18cd
BPxCT-14	F3	41.2a	238.14d	5.38c	21.05d	20.52cd	2.13cd	169.77ab	5.7ab	12.12de
BPxCT-74	F3	39.41a	301.77cd	3.51c	19.42d	16.72cd	1.42cd	228.52ab	5.91ab	13.5d
Lukullus	check	39.17a	2049.4a	52.09a	33.71c	60.7a	2.16c	163.64ab	4.33abc	7.19ef
Tubtim deang	check	21.18bc	934.54ab	16.73bc	40.54b	26.7bc	2.15c	195.17ab	5.47abc	20.37bc
Average		31.75	637.79	14.73	28.87	25.52	2.35	176.82	5.38	18.04
F-test		*	**	**	**	**	**	**	*	**
C.V.(%)		29.62	61.99	75.78	9.05	32.01	14.58	15.4	10.88	16.38

Means in the same column with a common letters are not significantly different by LSD at $p \leq 0.05$

*,** , ns : indicate significant at $P \leq 0.05$ and 0.01, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน ที่สนับสนุนทุนและสถานที่ในการทำงานวิจัย ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิตยา ถมหนวด. 2551. สมรรถนะการรวมตัวของมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็กเพื่อเพิ่มปริมาณวิตามินซี เบต้าแคโรทีน ไลโคพีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Foolad, M.R. 2009. High lycopene content tomato plants and markers for use in breeding for same. Available: http://www.freepatentsonline.com/y2009/0241209.html.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd ed, John Wiley and Sons. Singapore.

Suwannalert P. 2006. Lycopene content, antioxidant activity in colored fruits and serum lycopene level in Northeastern Thai people. Master of Science Thesis in Medical Biochemistry, Graduate School, Khon Kean University, Khon Kean.

Shi, J. and M. Le Maguer. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 40: 1-42.

Thompson, A.E., M.L. Tomes, H.T. Erickson, E.V. Wann and R.J. Amstrong. 1967. Inheritance of crimson fruit color in tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 495-504.