

ปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในตัวอย่างผักขาวจากสายต้นต่างๆ

Lycopene and beta-carotene contents in different spiny bitter gourd (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng) clones

ปวันรัตน์ วิhong¹, พัชริน ส่องศรี^{1*}, พลัง สุริหาร¹, คมสรณ์ ลมไธสง² และ กมล เลิศรัตน์¹

Pawanrat Wihong¹, Patcharin Songsri^{1*}, Bhalang Suriharn¹, Khomsorn Lomthaisong² and Kamol Lertrat¹

บทคัดย่อ: ผักขาวนับว่าเป็นพืชที่มีศักยภาพซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากในเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวมีสารไลโคปีนและสารเบต้าแคโรทีนที่ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคมะเร็ง ซึ่งการผลิตในเชิงการค้าเน้นความคงที่ของปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในผักขาวสายพันธุ์ต่างๆ ทั้งหมด 27 สายต้นที่รวบรวมมาจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งได้ทำการปลูกทดสอบผักขาวในฤดูฝน เดือนตุลาคม ปี 2553 ที่หมวดยไม้ผล ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการตรวจวัดปริมาณแคโรทีนอยด์รวม สารไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนที่ระยะสุกแก่ จากการศึกษาพบว่า การเปรียบเทียบปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน ของผักขาวจำนวน 27 สายต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายต้น Samgtae และ KCU ac.09-008 มีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม ปริมาณสารไลโคปีน และ ปริมาณเบต้าแคโรทีนสูง และยังพบว่าปริมาณสารไลโคปีนและ เบต้าแคโรทีนมีความสัมพันธ์กันสูงในทางบวกด้วย ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาพันธุ์ผักขาวเพื่อให้มีสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนสูงต่อไปได้

คำสำคัญ: เชื้อพันธุ์กรรม, เปรียบเทียบพันธุ์, แคโรทีนอยด์, สารพฤกษเคมี, สารต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT: Spiny bitter gourd or gac fruit (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng) has high potential for health food as it has exceptionally high lycopene and beta-carotene. The phytochemicals in spiny bitter gourd are beneficial to health as they reduce the risk for several cancers. Spiny bitter gourd is suitable for use as a raw material for production of functional food and important for quality of end products. The objective of this study was to compare of lycopene and beta-carotene contents different spiny bitter gourd clone, which were collected in Thailand and abroad. Twenty-seven spiny bitter gourd genotypes were evaluated at the Horticulture section Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. The experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications in the rainy season 2010. The genetic diversity of 27 clone of spiny bitter gourd was identified based on phytochemical contents (total carotenoids, lycopene, beta-carotene and lycopene per fruit) at maturity stage. Total carotenoid, lycopene and beta-carotene contents were highly significant was difference. Samgtae, and KCU ac.09-008 had high total carotenoid contents, lycopene contents and beta-carotene contents. It also found that the relationship between the concentration of lycopene and beta-carotene was highly and positively correlated. This information is important for production efficiency and the progress of spiny bitter gourd breeding.

Keywords: Germplasm, varietal trials, carotenoid, phytochemicals, antioxidance

¹ สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

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

² ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Biochemistry Science, Faculty of Science Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Correspondence author: patcharinso@kku.ac.th

บทนำ

ผักข้าว (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae พบในประเทศเวียดนาม อินเดีย บังคลาเทศ จีน พม่า มาเลเซีย ลาว และประเทศไทย (พัชริน, 2555; Vuong, 2002) ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในด้านอาหารมายาวนาน โดยเฉพาะในประเศเวียดนาม เรียกว่า Gac ซึ่งนิยมนำเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงมาทำขนมข้าวเหนียวแดงสำหรับงานมงคลต่างๆ (Vuong et al., 2006) ผักข้าวนับว่าเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากในเยื่อหุ้มเมล็ดผักข้าวมีสารพฤกษเคมีสูง โดยเฉพาะสารไลโคพีนและสารเบต้าแคโรทีน (Aoki, et al., 2002; Burke et al., 2005; Ishida et al., 2004; Ishida et al., 2009; Vuong, et al., 2002; Young and King., 2003; Vong, et al., 2006) สาร พฤกษเคมีเหล่านี้มีส่วนช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหาร และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น รวมทั้งยังมีการดัดแปลงพันธุกรรมที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อการดูดซึมของไลโคพีน และเบต้าแคโรทีน (Ishida et al., 2004)

ปัจจุบันมีรายงานการนำเยื่อหุ้มเมล็ดจากผลสุกของผักข้าวมาพัฒนาเป็นแคปซูลผักข้าว เยื่อหุ้มเมล็ดแช่เยือกแข็ง เยื่อหุ้มเมล็ดตากแห้ง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ขนม แคปซูลอาหารเสริมสุขภาพและเครื่องสำอาง (กมล และคณะ, 2553; พัชริน และกมล, 2554; พัชริน, 2555) ซึ่งในการผลิตเชิงการค้านั้น ปริมาณของสารไลโคพีน และ เบต้าแคโรทีน มักจะมีความแตกต่างกันในแต่ละแหล่งผลิต ที่มีสาเหตุมาจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม

การศึกษาเกี่ยวกับการประเมินเชื้อพันธุกรรมได้มีการศึกษาไว้บ้าง เช่น การใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและใบผักข้าวที่รวบรวมได้ในประเทศไทย และประเทศเวียดนาม ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกัน และสามารถจัดกลุ่มผักข้าวได้ (น้ำอ้อย และคณะ, 2555) การเปรียบเทียบผลผลิตของผักข้าว จำนวน 26 สายพันธุ์และลักษณะทางการเกษตรได้แก่ อายุสุกแก่ของ

ผล น้ำหนักผลสด น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และ น้ำหนักเมล็ด พบว่าในผักข้าวพันธุ์ต่างๆ มีความแตกต่างกัน (ปวันรัตน์ และคณะ, 2555) และนอกจากนี้ยังได้ทำการจัดกลุ่มลักษณะพันธุกรรมของผักข้าวโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ (RAPD) ศึกษาจากผักข้าวรวบรวมในไทยและประเทศเวียดนาม สามารถจัดกลุ่มพันธุกรรมได้ (Bootprom et al., 2011) แต่ในการเปรียบเทียบปริมาณสารไลโคพีน และเบต้าแคโรทีนในพันธุ์และเบต้าแคโรทีนในผักข้าวพันธุ์ต่างๆ นั้นยังไม่มี การศึกษามาก่อน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารไลโคพีนและเบต้าแคโรทีนในผักข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่เก็บรวบรวมจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย และพันธุ์ต่างประเทศ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาพันธุ์ผักข้าวในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีการศึกษา

ปลูกทดสอบพันธุ์ผักข้าวจำนวน 27 สายต้น (Table 1) ในเดือนตุลาคม ปี 2553 ที่หมวดไม้ผล ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) ผักข้าวจำนวน 27 สายต้นจำนวน 3 ซ้ำ โดยมีการเตรียมแปลงกว้าง 0.8 เมตร คลุมดินด้วยพลาสติก ระยะห่างระหว่างต้น 6 เมตร พร้อมทั้งทำค้างสำหรับให้ผักข้าวเกาะ เมื่อผักข้าวอายุได้ 14 วันหลังย้ายปลูกใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 10 กรัมต่อต้น โดยโรยห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร กลบโคนต้นพร้อมกำจัดวัชพืช ใช้สารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น ให้น้ำโดยใช้ระบบมินิสปริงเกลอร์ตลอดฤดูปลูก และเก็บเกี่ยวผลผักข้าวเมื่อผลสุกแก่เต็มที่ (ระยะ R6 = ผิวของผลเปลี่ยนสีเป็นสีแดง) ทำการตรวจวัดปริมาณสารไลโคพีนและเบต้าแคโรทีน โดยนำผลผักข้าวมาแยกเยื่อหุ้มเมล็ดออกจากเมล็ด แล้วนำไป

วิเคราะห์ปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน แล้วนำไปสกัดโดยนำตัวอย่างเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่ซังแล้ว 0.1 กรัม มาบดในโกร่งโดยเติมสารตัวทำละลาย n-hexane 95% : ethanol : acetone (1.5 มิลลิลิตร : 0.75 มิลลิลิตร : 0.75 มิลลิลิตร) (ดัดแปลงจาก Volker et al., 2002) บดจนเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวละเอียดและมีสีซีด แล้วนำตัวอย่างที่บดแล้วใส่ในหลอด facontube จากกนั้นเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 5,000 รอบ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วดูดสารสกัดตัวอย่างของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวบริเวณชั้นบนมา 5 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วย n-hexane 95 เปอร์เซนต์ 5 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 450, 470 และ 502 นาโนเมตร หลังจากนั้นนำมาคำนวณเพื่อหาปริมาณสารไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ RCB เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม statistix 8

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเปรียบเทียบปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนของผลในฟักข้าวสายต้นต่างๆ จำนวน 27 สายต้นนั้นพบว่า ปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในฟักข้าวทั้ง 27 สายต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) (Table 1) และเมื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนก็พบว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ซึ่งมีค่า $r = 0.92$ ($p < 0.01$) (Figure 1) ฟักข้าวที่มีปริมาณสารแคโรทีนอยด์รวมสูง คือ สายต้น Samngtae, Kku ac.09-008, Kku ac.12-165, Kku ac.09-030 และ Kku ac.12-163 (1,457.8, 1,434.4, 1,336.8, 1,335.7 และ 1,299.8 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ) (Table 1) ฟักข้าวที่มีปริมาณสารไลโคปีนสูง คือ สายต้น Samngtae และ Kku ac.09-008, (1,164.2 และ 1,155.5 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนัก

สดตามลำดับ) (Table 1) และฟักข้าวที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง คือสายต้น Kku ac.09-008, Kku ac.09-030, Kku ac.12-165, Kku ac.09-002 และ Samngtae (278.8, 269.2, 265.7, 263.7 และ 261.0 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ) (Table 1) ในขณะทำงานวิจัยของ Aoki et al. (2002) ได้รายงานว่าเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว 1 กรัม น้ำหนักสด มีไลโคปีนเฉลี่ย 310-460 ไมโครกรัม และมีเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย 60-140 ไมโครกรัม ส่วน Vuong et al. (2006) ได้รายงานว่า การวิเคราะห์แคโรทีนอยด์ในเยื่อหุ้มเมล็ดของฟักข้าว พบว่า ในเยื่อหุ้มเมล็ดมีแคโรทีนอยด์ทั้งหมดปริมาณ 497 ไมโครกรัม/กรัม มีไลโคปีนปริมาณ 408 ไมโครกรัม/กรัม และเบต้าแคโรทีนปริมาณ 83 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุแต่อย่างไรก็ตามส่วนหนึ่งน่าจะมาจากความแตกต่างของพันธุ์กรรมด้วย

เมื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนพบว่า ปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนทั้งมีความสัมพันธ์กันสูงในทางบวก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.92 ($p < 0.01$) (Figure 1) ซึ่งถ้าเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีสารไลโคปีนสูงก็จะมีสารเบต้าแคโรทีนสูงเช่นกัน สำหรับฟักข้าวสายต้นต่างๆทั้ง 27 สายต้นที่มีปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนแตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาของสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกัน ก็จะพบว่า ฟักข้าวที่มีปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนสูง โดยจะมีค่าสัดส่วนของสารไลโคปีนอยู่ประมาณ 70-80 เปอร์เซนต์ ของปริมาณแคโรทีนอยด์รวม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสายต้นที่มีแหล่งเชื้อพันธุกรรมที่แตกต่างกัน และนอกจากนี้จากการสังเกตยังพบว่าความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่ต่างกัน ส่วนในฟักข้าวสายต้น Samngtae Kku ac.09-008 และฟักข้าวจะมีความเข้มของสีเยื่อหุ้มเมล็ดเข้มมากกว่าฟักข้าวสายต้นอื่นๆ รวมทั้งความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัณฐานวิทยาของผลฟักข้าว (น้ำอ้อย และคณะ, 2555; ปวันรัตน์ และคณะ, 2555)

สรุป

พริกขี้หนูแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณแคโรทีนอยด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และปริมาณสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน มีความสัมพันธ์กันสูงในทางบวก และสายพันธุ์ที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม ไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน สูง คือ Sarngtae และ KKU ac.09-008 ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเพิ่มประสิทธิภาพ และเพิ่มความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาพันธุ์พริกขี้หนูเพื่อให้มีสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนสูงต่อไปได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา และการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์, มนัญญา งามศักดิ์, และอนุภาพ สังข์ศรี. 2553. R & D เพื่อการบริโภคผักและผลไม้: บนเส้นทางสู่คุณภาพชีวิต. โรงพิมพ์คลังนันทวิทยา, ขอนแก่น.
 น้ำอ้อย บุตรพรม, พัชริน สงศ์ศรี, พิมพร นวลตาล, วรวิมล พลวงษา, พลึง สุริหาร, และ กมล เลิศรัตน์. 2555. การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและใบในพริกขี้หนู (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng). แก่นเกษตร 40:185-194.
 ปวันรัตน์ วิหงส์, พัชริน สงศ์ศรี, น้ำอ้อย บุตรพรม, พลึง สุริหาร, และ กมล เลิศรัตน์. 2555. การเปรียบเทียบผลผลิตในพริกขี้หนูพันธุ์ต่างๆ. แก่นเกษตร 40:497-503.

พัชริน สงศ์ศรี, และ กมล เลิศรัตน์. 2554. พริกขี้หนูพันธุ์ใหม่ พันธุ์บ้านด่านมะเร็ง. เกษตรเกษตร. 35(1):173-174.
 พัชริน สงศ์ศรี. 2555. พริกขี้หนูพันธุ์บ้านด่านมะเร็งเพื่อสุขภาพ. แก่นเกษตร. 40(1):1-6.
 Aoki, H., N.T. Kieu, N. Kuze, K. Tomisaka, and N. Van Chuyen. 2002. Carotenoid pigments in gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng). Biosci. Biotechnol. Biochem. 66(11):2479-2482.
 Burke, D.S., C.R. Smidt, and L.T. Vuong. 2005. *Momordica cochinchinensis*, *Rosa Roxburghii*, wolfberry, and sea buckthorn-Highly nutritional fruit supported by tradition and science. Curr. Top. Nutraceut R. 3(4):259-266.
 Bootprom, N., P. Songsri, B. Suriham, P. Chareonsap, J. Sanitchon, and K. Lertrat. 2011. Evaluation of genetics diversity based on DNA markers in sweet gourd (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng). 12th SABRAO Congress on Plant Breeding towards 2025. January 13-16, 2012. Chiang Mai, Thailand. P:153.
 Ishida, B.K., C. Turner, M.H. Chapman, and A.T. Mckeen. 2004. Fatty acid and composition of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) fruit. Agric. Food Chem. 52:274-279.
 Ishida, B.K., and M.H. Chapman. 2009. Carotenoid extraction from plants using a novel, environmentally friendly solvent. J. Agric. Food Chem. 57:1051-1059.
 Volker B., N.L. Puspitasari-Nienaber, M.G. Ferruzzi, and S.J. Schwartz. 2002. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of α -Carotene, β -Carotene, Lycopene and Zeaxanthin. Agric. Food Chem. 50:221-226
 Vuong, L.T. 2002. A Fruit from Heaven, Vietnam journal. <http://www.vietnamjournal.org/article>. Accessed 10 September 2010.
 Vuong, T.L., and J.C. King. 2003. A method of preserving and testing the acceptability of gac fruit oil, a good source of beta-carotene and essential fatty acids. Food Nutr. Bull. 24(2):224-230.
 Vuong, L.T., A. A. Franke, L.J. Custer, and S.P. Murphy. 2006. *Momordica cochinchinensis* Spreng. (gac) fruit carotenoids reevaluated. J. Food Comp. Anal. 19:664-668.

Table 1 Total carotene (µg/g fresh weight) lycopene (µg/g fresh weight) and beta carotene (µg/g fresh weight) contents in 27 spiny bitter gourd clones

Clones	total carotene (µg/g fresh weight)	Lycopene (µg/g fresh weight)	beta-carotene (µg/g fresh weight)	Sources of collections
Sarngtae	1457.8 a	1164.2 a	261.0 ab	Yasothon Province, Thailand
KKU ac.09-008	1434.4 a	1155.5 ab	278.8 a	Chiang Mai Province, Thailand
KKU ac.12-165	1336.8 ab	1071.1 b	265.7 ab	Vietnam
KKU ac.09-030	1335.7 ab	1066.5 b	269.2 a	Kalasin Province, Thailand
KKU ac.12-163	1299.8 abc	1070.8 b	228.9 cd	Vietnam
KKU ac.09-002	1214.8 bcd	676.8 de	263.7 ab	Khon Kaen Province, Thailand
Kaenpayorm1	1113.9 ced	879.3 c	234.6 bc	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.11-138	1081.7 de	847.0 c	234.6 bc	Ratchaburi Province, Thailand
KKU ac.09-003	915.0 ef	709.1 d	205.9 cde	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.10-049	848.2 fg	626.4 def	221.7 cd	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.09-027	785.0 fgh	523.1 g-j	198.5 def	Kalasin Province, Thailand
KKU ac.09-010	773.5 fgh	595.6 efg	177.9 e-h	Nakhon Pathom Province, Thailand
KKU ac.10-043	752.0 fgh	577.7 fgh	174.3 e-i	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.10-087	723.7 fgh	551.1 f-i	172.6 f-i	Nakhon Pathom Province, Thailand
KKU ac.09-016	707.5 ghi	530.7 g-j	176.8 e-i	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.10-077	679.2 g-j	462.3 i-l	181.7 efg	Ratchaburi Province, Thailand
KKU ac.10-080	676.9 g-j	515.5 g-k	161.5 g-j	Ratchaburi Province, Thailand
KKU ac.10-090	666.2 g-j	499.6 h-k	166.6 f-j	Samut Songkhram Province, Thailand
KKU ac.09-018	632.9 h-k	466.7 i-l	166.2 g-j	Yasothon Province, Thailand
KKU ac.09-012	627.8 h-k	464.0 i-l	163.8 g-j	Kalasin Province, Thailand
KKU ac.09-020	619.2 h-k	467.7 i-l	151.5 g-j	Ratchaburi Province, Thailand
KKU ac.09-013	588.8 h-k	443.7 j-m	145.1 ij	Kalasin Province, Thailand
KKU ac.10-086	587.2 h-k	430.0 klm	157.2 g-j	Ratchaburi Province, Thailand
KKU ac.09-019	586.2 h-k	454.3 jkl	167.7 f-j	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.09-004	536.2 ijk	385.8 lmn	150.4 g-j	Khon Kaen Province, Thailand
KKU ac.09-011	490.8 jk	351.0 mn	139.8 j	Nong Khai Province, Thailand
KKU ac.09-034	465.5 k	300.3 n	149.2 hij	Chaiyaphum Province, Thailand
mean	849.5	640.2	195.0	
F-test	**	**	**	

** = significant at $p < 0.01$ Means in the same column followed with the same letter are not significant by LSD at $p < 0.05$

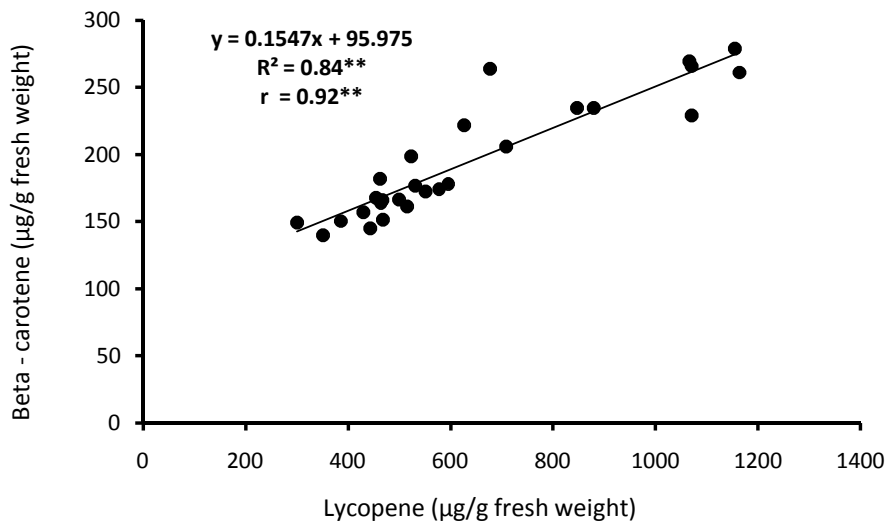


Figure 1 Relationship between lycopene and beta - carotene content in spiny bitter melon clones.

(** = significant at $p < 0.01$)