

การเปรียบเทียบสารพฤกษเคมีในฟักข้าว 13 สายพันธุ์ในสองฤดู

Compasrison of phytochemical traits in 13 Gac fruit genotypes under 2 seasons

ณัฐยาพร นันตะ¹, พัชริน ส่องศรี^{1*}, พลัง สุริหาร¹, คมสร ฌมโธสง² และ กมล เลิศรัตน์¹

Natthayaporn Nanta¹, Patcharin Songsri^{1*}, Bhalang Suriharn¹, Khomsorn Lomthaisong² and Kamol Lertrat¹

บทคัดย่อ: ฟักข้าวเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากในเนื้อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนสูงซึ่งทำให้มีศักยภาพในเชิงของอาหารเพื่อสุขภาพ พันธุ์และสภาพแวดล้อมถือเป็นปัจจัยสำคัญ ที่มีผลกระทบต่อปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนของความเข้มข้นไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในฟักข้าว 13 พันธุ์ ทำการทดลอง ณ แปลงทดลอง ตำบลหนองฮีบ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ เก็บผลผลิต 2 ฤดู คือ ฤดูฝน (มิถุนายน-พฤศจิกายน 2557) และ ฤดูแล้ง (มกราคม-เดือนพฤษภาคม 2558) เก็บตัวอย่างเนื้อหุ้มเมล็ด เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนโดยวิธี HPLC จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของไลโคปีน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวม ของฟักข้าวที่เก็บเกี่ยวในแต่ละฤดู และในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าฟักข้าวพันธุ์ KKU ac.10-098 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่รวบรวมมาจากประเทศเวียดนาม มีความเข้มข้นไลโคปีน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวม สูงที่สุดทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

คำสำคัญ: แคโรทีนอยด์, ฟักข้าว, ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม, อายุการสุกแก่

ABSTRACT: Gac fruit or Spiny bitter gourd (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng), are excellent source of phytochemicals especially lycopene and beta-carotene are contain in red aril. However phytochemicals could be affected by environmental and genetic. The objective of this study was to evaluate seasonal variations in lycopene content, beta-carotene content in Gac fruit. The thir-teen genotypes were evaluated at Tambon Nong-Ea-Bood, Amphoe Huy-Pung, Kalasin Province, Thailand. The experiment was set up in a Randomized Complete Block design with three replications and harvest over two seasons. The data were recorded for lycopene and β -carotene contents, which were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). The season significantly affected concentrations of lycopene, β -carotene and total carotenoids in Gac fruits. The KKU ac.10-098 was collection from Vietnam had the highest lycopene, β -carotene and total carotenoids content in wet and dry season. Seasonal and genotypic variations were important sources of variations in lycopene, β -carotene and total carotenoids in Gac fruits.

Keywords: carotenoids, spiny bitter gourd, G $\times$ E interaction, fruit maturity

¹ ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Plant Breeding Research Center for Sustainable Agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, 40002

² ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

* Corresponding author: patcharinso@kku.ac.th

บทนำ

ผักและผลไม้เป็นแหล่งของสารพฤกษเคมีและวิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด เช่น ฟลาโวนอยด์ ฟีนอลิก วิตามินซี แอนโทไซยานิน และแคโรทีนอยด์ (Maiani et al., 2008; Delgado-Vargas et al., 2000) ฟักข้าว (*Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng) เป็นพืชอยู่ในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) พบว่าในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวในระยะที่ผลสุกแก่มีความเข้มข้นของสารไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนสูง (พัชริน, 2555; Aoki et al., 2002; Vuong et al., 2014) มีคุณสรรพคุณเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงจากมะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหาร และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น (Vuong et al., 2006; Ishida et al., 2009) รวมทั้งยังมีการดัดแปลงพันธุกรรม และเป็นประโยชน์ต่อการดูดซึมไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน (Vuong and King et al., 2003; Ishida et al., 2004) จากคุณประโยชน์ที่หลากหลายในฟักข้าวทำให้ได้รับความสนใจ และมีความต้องการในการบริโภคมากขึ้น การผลิตฟักข้าวในเชิงการค้า ควรเป็นพันธุ์ที่มีความเข้มข้นไลโคปีนสูงและมีความสม่ำเสมอ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและพันธุ์ที่ใช้จึงเป็นตัวกำหนดทั้งคุณภาพและปริมาณของผลผลิต (Ishida et al., 2009) เช่น อุณหภูมิ แสง ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีรายงานว่า ในมะเขือเทศ สภาพแวดล้อมถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการการสังเคราะห์ไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน (Panthee, 2012) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แสง และอุณหภูมิ (Gautier et al., 2005; Lumpkin, 2005) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์ไลโคปีนอยู่ระหว่าง 22 และ 25 องศาเซลเซียส (Dumas et al., 2003) และในสภาวะที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 27-32 องศาเซลเซียส การสะสมไลโคปีนจะลดลงและจะถูกยับยั้งเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส (Helyes and Lugasi, 2006; Gautier et al., 2008)

แต่การสังเคราะห์เบต้าแคโรทีนจะยังถูกผลิตจนกว่าอุณหภูมิจะสูงถึง 38 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นกระบวนการสังเคราะห์จึงจะถูกยับยั้ง (Brandt et al., 2006) อีกทั้งยังมีการรายงานว่าปริมาณน้ำและความชื้นสัมพัทธ์ยังมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของไลโคปีนได้เช่นกัน (Helyer et al., 2014; Pek et al., 2014)

เนื่องจากฟักข้าวเป็นพืชที่ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมต่อปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน มีเพียงการรายงานในกลุ่มพืชที่มีการผลิตแคโรทีนอยด์ ทั้งไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน เช่น มะเขือเทศ มันเทศ จึงได้นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการศึกษากระบวนการสังเคราะห์และปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลสามารถส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนในผลฟักข้าวได้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแปรปรวนของความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในฟักข้าว 13 พันธุ์ ที่รวบรวมจากประเทศไทย และประเทศเวียดนาม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกพันธุ์สำหรับการนำไปปลูกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหาร หรือในเชิงอุตสาหกรรมต่างๆ และสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในงานทางด้านปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดสอบพันธุ์ฟักข้าว จำนวน 13 พันธุ์ ที่มีแหล่งที่มาที่แตกต่างกันประกอบด้วย จากจังหวัดเพชรบูรณ์ 1 พันธุ์ (KKU ac.10-038) นครปฐม 2 พันธุ์ (KKU ac.10-087 และ KKU ac.11-158) กาญจนบุรี 1 พันธุ์ (BM 0054) ราชบุรี 2 พันธุ์ (KKU ac.11-148 และ KKU ac.11-149) กาฬสินธุ์ 3 พันธุ์ (KKU ac.09-030, KKU ac.11-139 และ KKU ac.11-144) ชัยภูมิ

1 พันธุ์(KKU ac.09-034) เวียดนาม 1 พันธุ์ (KKU ac.10-098) และขอนแก่น 2 พันธุ์ (KKUac.10-019 และ KKU ac.10-043) พักข้าวทั้ง 13 พันธุ์ ปลูกในเดือนกรกฎาคม 2554 ในแปลงทดลอง ตำบลหนองฮ่อ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดกาฬสินธุ์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ระยะห่างระหว่างต้น 4 เมตร พร้อมทั้งทำค้าง กว้าง 4 เมตร สำหรับให้พักข้าวเกาะเมื่อพักข้าวอายุได้ 15-20 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัมต่อต้น กลบโคนต้นพร้อมกำจัดวัชพืช ใช้สารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น ให้น้ำแบบปล่อยตามร่องในช่วงฤดูแล้ง เริ่มเก็บผลผลิตเป็น 2 ช่วงคือ ฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2557 และฤดูแล้ง เดือนมกราคม-เดือนพฤษภาคม 2558 เก็บเกี่ยวผลพักข้าวเมื่อผลสุกแก่เต็มที่ (ระยะ R6) (ปาริชาติ และคณะ 2553) โดยสังเกตได้จากผลมีสีแดงเข้ม และเจริญเติบโตสมบูรณ์ เก็บเกี่ยวหุ้มเมล็ดพักข้าวจากแต่ละผล ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน (ดัดแปลงจาก Kubola et al., 2011) ซึ่งเอื้อหุ้มเมล็ดพักข้าว 0.1 กรัม น้ำหนักสด เติมหุ่นทำลาย (hexane/ acetone /ethanol; 2:1:1) ปริมาณ 10 มิลลิลิตร บดเอื้อหุ้มเมล็ดพักข้าวจนสีซีด จากนั้นดูดสารสกัดลงในหลอดทดลอง เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ดูดสารส่วนที่อยู่ชั้นบนสุด ปริมาตรด้วยเฮกเซน ให้ปริมาตรรวมเท่ากับ 10 มิลลิลิตร เก็บสารสกัดพักข้าวใส่ขวดแก้วสีชา นำสารสกัดไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนด้วยเครื่อง HPLC ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร ตามวิธีของ Kubola and Siriamornpun (2011) และวิธีการคำนวณความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวมนั้น คำนวณจากผลรวมระหว่างความเข้มข้นไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ RCB โดยทำการวิเคราะห์แบบรวม (combined analysis) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) ของลักษณะที่ตรวจวัด โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป Statistix8

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ข้อมูลสภาพอากาศในระหว่างการศึกษาอ้างอิงจากสถานีอุตุนิยมวิทยา อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดกาฬสินธุ์ ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2557 ถึงเดือนพฤษภาคม 2558 ในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม-พฤษภาคม 2558) มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 33.7 องศาเซลเซียส และ ในช่วงเดือนเมษายนมีอุณหภูมิสูงสุดถึง 41.8 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนมกราคม คือ 12.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในช่วงฤดูฝน เท่ากับ 32.2 และ 24.39 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่อยู่ในระดับปานกลาง (1.84 มิลลิเมตร) ขณะที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในฤดูฝนสูงสุดคือ 7.41 มิลลิเมตร (มิถุนายน-พฤศจิกายน 2557) (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

จากการเปรียบเทียบพักข้าวพันธุ์ต่างๆ จำนวน 13 พันธุ์ พบว่า ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของไลโคปีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และมีอิทธิพลต่อ เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) (Table 1) พักข้าวที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูแล้งมีความเข้มข้นของไลโคปีนเฉลี่ย 1,912.42 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ความเข้มข้นของเบต้าแคโรทีน 314.46 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด และความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวม 2,226.89 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด สำหรับพักข้าวที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝน มีความเข้มข้นของไลโคปีน เบต้าแคโรทีนและความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์รวมเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูแล้ง คือ 1,678.98,

216.58 และ 1895.58 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 2)

การตอบสนองของพืชข้าวทั้ง 13 พันธุ์ พบว่า พันธุ์พืชข้าวมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของไลโคปีน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) (Table 1) และพบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาลกับพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกลักษณะ ($P \leq 0.01$) (Table 1)

พืชข้าวพันธุ์ KKU ac.10-098 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่รวบรวมมาจากประเทศเวียดนาม มีความเข้มข้นของไลโคปีน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวมสูงที่สุดในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง (3,724.10 และ 6,166.60 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มพืชข้าวที่รวบรวมภายในประเทศไทย พบว่า พืชข้าวพันธุ์ KKU ac.10-087 และ KKU ac.11-149 มีปริมาณไลโคปีน และแคโรทีนอยด์รวมสูงในฤดูแล้ง (2715.20 - 2807.20 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และ 2,856.90 - 3,073.10 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) (Table 2) แต่เนื่องจากลักษณะนี้มีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูกาลจึงทำให้มีการตอบสนอง ในบางพันธุ์แตกต่างจากภาพรวม เช่น พืชข้าวพันธุ์ KKU ac.11-139 ในฤดูฝน มีความเข้มข้นของไลโคปีนสูงกว่าฤดูแล้ง (1494.5 กับ 788.160 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และในพืชข้าวพันธุ์ KKU ac.11-158, BM0054, KKU ac.10-049, KKU ac.10-019 และ KKU ac.10-043 มีความเข้มข้นของไลโคปีนทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (Table 2)

ความแตกต่างของความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในพืชข้าวแต่ละพันธุ์ เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดู อุณหภูมิในฤดูร้อนและฤดูฝนทำให้ความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์ไลโคปีนอยู่ระหว่าง 21-26 องศา

เซลเซียส (Dumas et al., 2003; Gautier et al., 2008) และการสังเคราะห์ไลโคปีนจะถูกยับยั้งเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส การสะสมไลโคปีนจะค่อยๆ ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 31-35 องศาเซลเซียส และการเปลี่ยนแปลงระหว่างไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนจะถูกกระตุ้น (Baqar et al., 1978; Hamazu et al., 1998; Krumbein et al., 2006)

ในการศึกษานี้พบว่า อุณหภูมิในฤดูแล้งที่เพิ่มขึ้นจาก 24 ถึง 41 องศาเซลเซียส ทำให้พืชข้าวมีความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น แต่ในพืชข้าวบางสายพันธุ์จะพบว่ามีค่าความเข้มข้นของไลโคปีนในฤดูแล้งลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูฝน อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปและไม่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน อย่างไรก็ตาม การลดลงของความเข้มข้นของไลโคปีนทำให้ความเข้มข้นของเบต้าแคโรทีนเพิ่มสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากความสัมพันธ์กันในเชิงลบของไลโคปีนต่อเบต้าแคโรทีน (Nakkanong et al., 2012) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิระหว่าง 27-32 องศาเซลเซียส ทำให้ความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนลดลง และมีการรายงานว่ไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน ถูกควบคุมโดยยีน phytoene synthase (phytoene synthases gene:PSY) ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์สารดังกล่าว (Gautier et al., 2008)

นอกจากนี้ยังพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน มีผลกระทบต่อน้ำหนักของไลโคปีน จากการศึกษาในมะเขือเทศ พบว่า การให้น้ำพืชในปริมาณมากเกินไป มีผลทำให้ความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนลดลง (Ehret et al., 2013; Helyer et al., 2014; Pek et al., 2014) ซึ่งการลดลงของความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนของพืชข้าวในฤดูฝนในการศึกษานี้ อาจเนื่องมาจากความชื้นและปริมาณน้ำฝนในระดับสูงเช่นเดียวกัน

ในการผลิตเชิงพาณิชย์ นอกจากจะต้องเป็นพันธุ์ที่ให้ความเข้มข้นของสารพฤกษเคมีสูงแล้ว ควรเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีความเสถียรในทุกฤดูการเก็บเกี่ยว และต้องคำนึงถึงปริมาณผลผลิตรวมที่ฟักข้าวในแต่ละพันธุ์ด้วย ทั้งจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลสด น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น และความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน เมื่อคิดเป็นปริมาณผลผลิตต่อไร่ พบว่า KKU ac.10-038 มีผลผลิตทั้งน้ำหนักผลสด น้ำหนักเยื่อหุ้มเมล็ด และผลผลิตไลโคปีนสูงในฤดูฝน ฟักข้าวพันธุ์ KKU ac.10-087 สามารถให้ผลผลิตน้ำหนักผลและน้ำหนักเยื่อหุ้ม

เมล็ด และผลผลิตไลโคปีนสูงทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง (Figure 1a) นอกจากนี้ ฟักข้าวพันธุ์ KKU ac.09-030 ให้ผลผลิตเบต้าแคโรทีนสูงในฤดูฝน และฟักข้าวพันธุ์ KKU ac.10-098, BM 0054 และ KKU ac.10-087 สามารถให้ผลผลิตเบต้าแคโรทีนสูงทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (Figure 1b) จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกพันธุ์เพื่อใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์ฟักข้าวให้มีความเข้มข้นของสารสำคัญสูงและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เหมาะแก่การนำไปผลิตในทางการค้า

Table 1 Mean squares for lycopene ($\mu\text{g/g}$ fresh weight), β -carotene ($\mu\text{g/g}$ fresh weight) and total carotenoid ($\mu\text{g/g}$ fresh weight) contents of Gac fruit genotypes grown in wet and dry seasons during 2014 to 2015.

Parameter	SOV					Pooled error
	Season(S)	Rep./S	Variety(V)	S $\times$ V		
Lycopene	1062477 *	51216	6424808 **	1140019 **		49698
β -carotene	186842 **	566	127592 **	20622 **		1027
Total carotenoids	2140422 **	52237	7947168 **	1152000 **		55004
df	1	4	12	12		48

* and ** = significant at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively.

Table 2 Lycopene, beta-carotene, and total carotenoid contents in 13 Gac fruit genotypes grown in wet and dry seasons during 2014 to 2015.

Genotype	Lycopene (µg/g fresh weight)		β-carotene (µg/g fresh weight)		Total carotenoids (µg/g fresh weight)	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
KKU ac.10-038	1732.10 bcd	1295.00 f	120.12 gh	284.83 d	1852.30 bc	1579.80 e
KKU ac.10-087	1952.90 b	2715.20 b	103.60 hi	141.75 f	2056.50 bc	2856.90 b
KKU ac.11-158	1112.20 fg	993.00 g	160.17 ef	160.17 ef	1272.40 de	1153.10 f
BM 0054	1602.90 b-e	1569.80 cde	255.57 cd	255.57 d	1858.50 bc	1825.40 cde
KKU ac.11-148	1944.30 bc	1378.00 ef	143.38 efg	397.46 c	2087.70 bc	1775.50 de
KKU ac.11-149	1370.30 def	2807.20 b	279.42 c	265.86 d	1649.70 cd	3073.10 b
KKU ac. 10-049	873.50 g	708.40 h	78.36 i	414.34 c	951.90 e	1122.80 f
KKU ac.09-030	1480.50 def	1705.20 cd	235.53 d	222.43 de	1716.10 cd	1927.60 cde
KKU ac.11-139	1494.00 c-f	788.10 gh	170.70 e	250.58 d	1664.70 cd	1038.70 f
KKU ac.11-144	1208.30 efg	1508.40 def	123.13 fgh	130.96 f	1331.40 de	1639.40 de
KKU ac.10-098	3724.10 a	6166.60 a	562.85 a	801.42 a	4286.90 a	6968.10 a
KKU ac.10-019	1353.60 def	1395.10 ef	347.73 b	480.13 b	1701.40 cd	1875.20 cde
KKU ac.10-043	1978.10 b	1831.50 C	234.92 d	282.49 d	2213.00 b	2114.00 cde
Mean	1678.98	1912.42	216.58	314.46	1895.58	2226.89
F-test	**	**	*	**	**	**

* and ** = significant at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively.

Means in the same column followed by the same letters are not significant at $P < 0.05$ by LSD

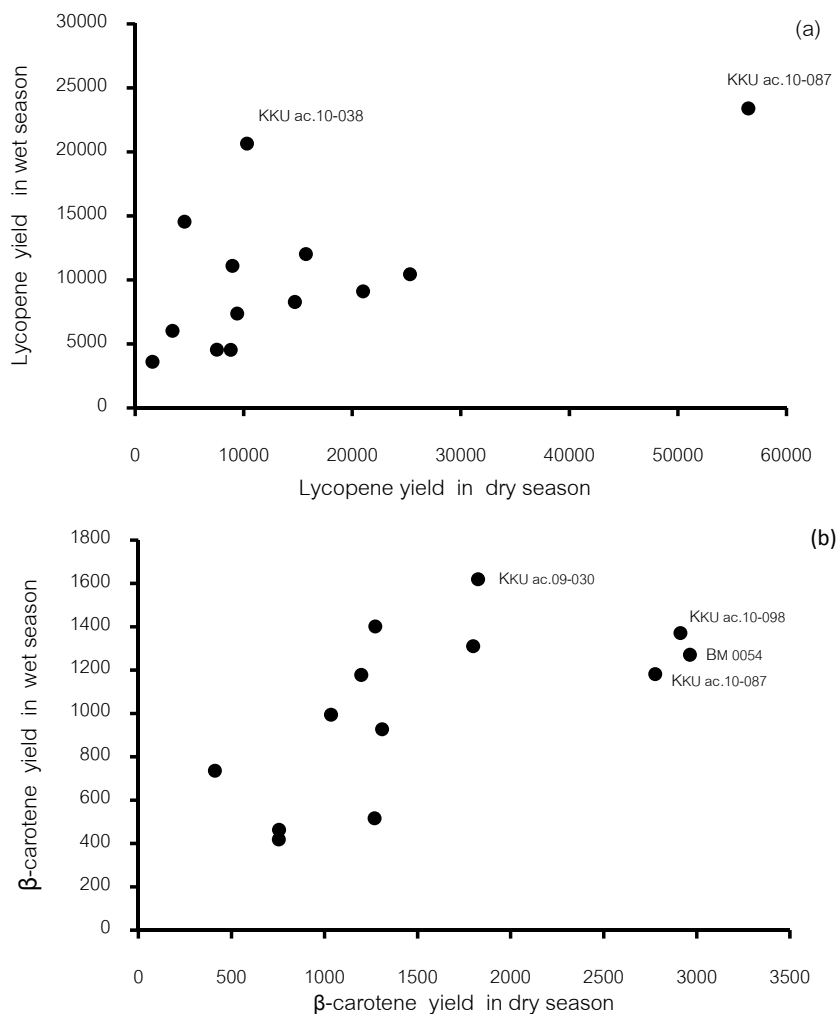


Figure 1 Lycopene yield ($\mu\text{g/g}$ fresh weight/rai) (a) and β -carotene yield ($\mu\text{g/g}$ fresh weight/rai) (b) of 13 Gac fruit genotypes grown in wet and dry season during 2014 to 2015.

สรุป

จากการเปรียบเทียบผลผลิตของผักข้าว จำนวน 13 พันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในสองฤดู พบว่า ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของไลโคปีนและเบต้าแคโรทีน ผักข้าวพันธุ์ต่างๆ มีการตอบสนองต่อฤดูกาลแตกต่างกันในลักษณะของ ความเข้มข้นของไลโคปีน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวมแตกต่างกัน ผักข้าวที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูแล้งมีความเข้มข้นของไลโคปีนเฉลี่ยสูงกว่า ผักข้าวที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝน และผักข้าวพันธุ์ KKU

ac.10-098 มีความเข้มข้นของไลโคปีน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด์รวมสูงที่สุดในทั้งสองฤดูที่ทำการศึกษาทดสอบ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐยาพร หนั่นดี, พัชริน สงศรี, พลัง สุริหาร และกมล เลิศรัตน์. 2557. การเปรียบเทียบผลผลิตผักข้าวสายนต้นต่างๆ. แก๊นเกษตร. 42: 627-633.
- ปาริชาติ ปาระทั้ง, พัชริน สงศรี, ปวันรัตน์ วินงส์, พลัง สุริหาร และกมล เลิศรัตน์. 2555. การเจริญเติบโตและระยะพัฒนาการของผลผักข้าว. แก๊นเกษตร. 40: 504-513.
- พัชริน สงศรี. 2555. ผักข้าวพืชพื้นบ้านคุณค่าสูงเพื่อสุขภาพ. แก๊นเกษตร. 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: 2479-2482.
- Brandt, S., Z. Pék, E. Barna, A. Lugasi, and L. Helyes. 2006. Lycopene content and color of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. J. Sci. Food Agric. 86: 568-572.
- Delgado-Vargas, F., A. R. Jimenez, and O. Paredes-Lopez, 2000. Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 40: 173-289.
- Dumas, Y., M. Dadomo, G. Di Lucca, and P. Grolier. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. J. Sci. Food Agric. 83: 369-382.
- Ehret, L. D., U. Kevin, T. Helmer, G. Block, D. Steinke, B. Frey, T. Kuang, and M. Diarra. 2013. Tomato Fruit Antioxidants in Relation to Salinity and Greenhouse Climate. J. Agric. Food Chem. 61: 1138-1145.
- Gautier, H., A. Rocci, M. Buret, D. Grasselly, Y. Dumas, and M. Causse. 2005. Effect of photoselective filters on the physical and chemical traits of vine-ripened tomato fruits Can. J. Plant Sci. 85: 439-446.
- Gautier, H., Diakou-Verdin, V., Bernard, C., Reich, M., Buret, M., F. Bourgad., Poessel, J. L., Caris-Veyrat, C., and Genard, M. 2008. How does tomato quality (sugar, acid, and nutritional quality) vary with ripening stage, temperature, and irradiance J. Agric. Food Chem. 56: 1241-1250.
- Helyes, L., and Lugasi. 2006. A. Formation of certain compounds having technological and nutritional importance in tomato fruits during maturation. Acta Alim., 35(2): 183-193.
- Helyers, L, A. Lugasi, H. G. Daoood, and Z. Pek. 2014. The Simultaneous Effect of Water Supply and Genotype on Yield Quantity, Antioxidants Content and Composition of Processing Tomatoes. Not Bot Horti Agrobo. 42(1): 143-149.
- Ishida, B. K., C. Turner, M. H. Chapman, and T. McKeon. 2004. Fatty acid and carotenoid composition of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) fruit. J. 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.
- Kubola, J., and S. Siriamornpun. 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng), Mahasarakham University. Food Chemistry. 127: 1138-1145.
- Lumpkin, H.A. 2005. Comparison of lycopene and other phytochemicals in tomatoes grown under conventional and organic management systems. Technical Bulletin 34AVRDC 05-623, Taiwan, pp 48
- Maiani, G., M. J. Periago Caston, G. Catasta, E. Toti, I. G. Cambrodon, and Bysted. 2008. A. Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. Mol Nutr Food Res. 53: 194-218.
- Nakkanong, K., J. H. Yang, and M. F Zhang. 2012. Carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression during fruit development in novel interspecific inbred squash lines and their parents. J. Agr. Food Chem. 60(23): 5936-5944.
- Panthee, D. R. 2012. Magnitude of Genotype environment interactions affecting tomato fruit quality. Hort Sice. 47: 721-726.
- Pek, Z., P., Szuvandzsiev, H. Daoood, A. Neményiand L. Helyes. 2014. Effect of irrigation on yield parameters and antioxidant profiles of processing cherry tomato. Cent. Eur. J. Biol. 9(4): 383-395.
- Vuong, L.T., 2002. A Fruit from Heaven, Vietnam journal. Available: <http://www.vietnamjournal.org/article> . Accessed Dec. 27, 2014.)
- Vuong, L.T., A. A. Franke, L. J Custer, and S. P. Murphy. 2006. *Momordica cochinchinensis* Spreng. (Gac) fruit carotenoids reevaluated. J. Food Compos. Anal. 19: 664-668.
- Vuong, L. T., 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 and Nutrition bulletin. 24(7): 224-230.