

การประเมินคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ของเชื้อพันธุ์กรรมฟักทอง 29 accessions

Study on fruit quality and beta-carotene content in 29 accessions of pumpkin germplasms

จันทอง โสมกุล¹, ธนากร ไชยศิลา², ธรรพ์ อำพล², ปณาลี ภูวกรกุลชัย³, วรลักษณ์ ประยูรมหิศร²
และ อัญมณี อาวูชานนท์^{2*}

Jumnong Somkul¹, Thanakorn Chisila¹, Darod Ampoln¹, Panalee Pooworkulchai²,
Woraluk Prayoonmahisorn¹ and Anyamanee Auvuchanon^{2*}

บทคัดย่อ: การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของเชื้อพันธุ์กรรมฟักทอง 29 accessions และพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีสารเบต้าแคโรทีนสูง จำนวน 4 พันธุ์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและคัดเลือกเชื้อพันธุ์กรรมฟักทองเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง พบว่าเชื้อพันธุ์กรรมฟักทอง 29 accessions มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.012 - 0.522 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยฟักทองพันธุ์ SR13-0459 และ SR13-0483 มีของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงสุดคือ 0.505 และ 0.522 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด มีค่าความหวานอยู่ที่ 11.03 และ 12.91° Brix ตามลำดับ จึงได้ทำการคัดเลือกฟักทอง ที่มีสารเบต้าแคโรทีนมากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ได้จำนวน 2 accessions คือ SR13-0459 และ SR13-0483 ส่วนฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีเบต้าแคโรทีนสูง พบว่า พันธุ์ KPS-W103 KPS-101 KPS-104 และ KPS-10R ซึ่งมีค่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ที่ 0.942 0.903 0.992 และ 0.906 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ วิเคราะห์ Principal component analysis บนพื้นฐาน correlation matrix พบว่า ไม่สามารถจัดกลุ่มเชื้อพันธุ์กรรมทั้ง 29 accessions ได้แสดงถึงความหลากหลายของลักษณะคุณภาพผลของเชื้อพันธุ์กรรมที่นำมาศึกษา และสามารถคัดเลือกเชื้อพันธุ์กรรมฟักทองที่มีสารเบต้าแคโรทีนระดับกลาง 2 accessions คือ SR13-0459 และ SR13-0483 แต่สามารถนำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีรสชาติดี เนื่องจากมีค่าความหวานสูงต่อไป

คำสำคัญ: ฟักทอง, สารเบต้าแคโรทีน

ABSTRACT: Twenty-nine of pumpkin germplasm and four high beta-carotene pumpkin varieties were studied. The objective was to select pumpkin germplasm for breeding program. The result found that beta-carotene content were 0.012-0.522 mg/100 g FW. Two accessions that were SR13-0459 and SR13-0483 were the highest beta-carotene with 0.505 and 0.522 mg/ 100 g FW, and total soluble solids at 11.03 and 12.91° Brix, respectively. High beta-carotene varieties that were KPS-W103 KPS-101 KPS-104 and KPS-10R had beta-carotene at 0.942 0.903 0.992 and 0.906 mg/ 100 g FW respectively. From principal component analysis based on correlation matrix, 29 accessions could not be grouped and it showed the diverse of flesh quality of pumpkin germplasm. We selected two pumpkin accessions (SR13-0459 and SR13-0483) that had beta-carotene more than 0.5 for pumpkin improvement program.

Keywords: Pumpkin, Beta-carotene

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Tropical Vegetable Research Center, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus 73140

² ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Dept. of Horticulture, Fac. of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus 73140

³ World Vegetable Center East and Southeast Asia and Oceania, Research & Training Station, Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

* Corresponding author: agrana@ku.ac.th

บทนำ

ในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกฟักทองทั้งหมด 47,833 ไร่ และมีการผลิตฟักทอง 73,140 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยละ 3,321 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ปี 2557 มีปริมาณการส่งออกเมล็ดพันธุ์ฟักทอง 940,145.02 กิโลกรัม มูลค่า 124,542,751 บาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย, 2557) ฟักทองเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้รักสุขภาพนิยมบริโภค เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและสารที่สำคัญคือ สารเบต้าแคโรทีน เป็นโมเลกุลของ Provitamin A เมื่อรับประทานเข้าไป เอนไซม์ dioxygenase จะย่อยได้เป็นวิตามินเอ 2 โมเลกุล (Gross, 1991) จากการศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรรุ่น F_2 ของฟักทองพันธุ์ลูกผสมข้าวตอก-573 พบว่า สารเบต้าแคโรทีนเป็นลักษณะปริมาณ และสารเบต้าแคโรทีนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าสี a^* แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสี L^* (ปิ่น และคณะ, 2557) สุวรรณิ และคณะ (2556) ได้ศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในฟักทองพันธุ์การค้า 12 พันธุ์ และพันธุ์พื้นเมือง 2 พันธุ์ พบว่าฟักทองพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงเฉลี่ย 0.97 และ 0.95 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และพันธุ์พื้นเมืองมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนน้อย คือ 0.22-0.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด อุทิศ (2555) พบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ กลาง สูง มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย 0.5 0.5-0.7 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ โดยมีอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อมซึ่งมีผลต่อปริมาณของสารเบต้าแคโรทีน และสืบเนื่องมาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบหลักในการรวบรวมเก็บและรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชผักของประเทศและต่างประเทศไว้ ซึ่งเชื้อพันธุกรรมฟักทองที่ได้นำมาไว้มีหลากหลาย แต่ยังไม่มีการประเมินคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของพันธุ์ฟักทองที่เก็บรวบรวมจาก

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 29 accessions เปรียบเทียบกับสายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง เพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

วิธีการศึกษา

ตัวอย่างพันธุ์ฟักทองที่เก็บรวบรวมโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 29 accessions และพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีเบต้าแคโรทีนสูง จำนวน 4 พันธุ์ ประกอบด้วยฟักทองลูกผสม KPS-W103, KPS-101, KPS-104 พันธุ์ผสมเปิด KPS-10R

นำฟักทองทั้ง 33 accessions วัดค่าสีเนื้อโดยเครื่อง Color reader รุ่น CR-10 ซึ่งแสดงค่าเป็น L^* a^* และ b^* โดย L^* เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) ถึง 100 (สว่าง) a^* เป็นค่าที่แสดงระดับสีเขียวเป็นบวก(+) จนถึงสีแดงเป็นลบ(-) b^* เป็นค่าที่แสดงระดับสีน้ำเงินเป็นบวก(+) จนถึงสีเหลือง(-) แล้วนำค่ามาคำนวณค่า Chroma และ Hue angle โดย Chroma (C^*) เป็นดัชนีที่บอกถึงความชัดหรือความเข้มของสี คำนวณจากการใช้ค่าสีเนื้อ a^* และ b^* โดยสมการ ($Chroma (C^*) = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) และ Hue angle (h^*) เป็นค่าดัชนีที่บอกถึงระยะของสี โดยมีมุมระหว่าง 0 - 360 องศา ใช้สำหรับการกำหนดความแตกต่างของสีในผลไม้ที่สุกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีแดง จากสมการ (Raymond, 1992) โดย Hue angle (h^*) = $Arctangent (b^* / a^*)$ วัดความหนาเนื้อ (Thickness) ด้วย Vernier Calipers วัดความแน่นเนื้อ (Firmness) ด้วย Penetrometer ด้วยหัวกดขนาด 0.2 ตารางเซนติเมตร วิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง โดยนำเนื้อฟักทอง อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งจากสมการ (น้ำหนักแห้ง(เปอร์เซ็นต์) = $[\text{น้ำหนักแห้ง(กรัม)} / \text{น้ำหนักสด(กรัม)}] \times 100$) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ Total soluble solid (TSS) นำฟักทองมาสับให้ละเอียดแล้วทำการคั้นน้ำฟักทอง วัดด้วยเครื่อง Digital hand-

hold refractometer

การวัดปริมาณเบต้าแคโรทีน สกัดเบต้าแคโรทีน ด้วย Acetone:Hexane อัตราส่วน 4:6 นำส่วนใสไป วิเคราะห์ค่าดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ความยาวคลื่น 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร คำนวณปริมาณสารเบต้าแคโรทีน โดยสมการของ Nagata and Yamashita (1992) Beta-carotene (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) = $0.216 A_{663} - 1.22 A_{645} - 0.304 A_{505} + 0.452 A_{453}$ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วย Analysis of variance และวิเคราะห์ principal component analysis บนพื้นฐาน correlation matrix

ผลการศึกษาและวิจารณ์

เชื้อพันธุกรรมที่นำมาประเมิน เป็นเชื้อพันธุกรรม ที่เก็บรวบรวมมา และทำการขยายเมล็ดพันธุ์เพื่อเก็บ รักษา ยังไม่เกิดการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการปรับปรุง พันธุ์พืชทองให้มีคุณลักษณะด้านคุณภาพผลที่ดี การ ศึกษาครั้งนี้จึงนำเชื้อพันธุกรรมมาวิเคราะห์ปริมาณ สารเบต้าแคโรทีน พบว่าพืชทองพันธุ์ที่ได้รับการ ปรับปรุงพันธุ์แล้วมีปริมาณสารเบต้าสูงกว่าเชื้อ พันธุกรรมพืชทอง ได้แก่ พันธุ์ KPS-W103 KPS-101 KPS-104 และ KPS-10R คือ 0.943 0.904 0.991 และ 0.906 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ส่วนเชื้อพันธุกรรมพืชทองที่นำมาศึกษาทั้ง 29 acces-sions มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย 0.012-0.522 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด accession แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนน้อยกว่า 0.3 มี 26 accessions ส่วน accession ที่มีปริมาณสาร เบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.3-0.5 ได้แก่ SR16-0006 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีน คือ 0.327 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และพืชทองที่มีปริมาณสารเบต้า แคโรทีนมากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ได้แก่ SR13-0483 และ SR13-0459 มีปริมาณสาร เบต้าแคโรทีน คือ 0.522 และ 0.505 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ซึ่ง แสดงถึงความหวานในเนื้อพืชทอง โดยค่าความหวาน

ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ต้องมีค่ามากกว่า 11°Brix (Loy, 2006) พบว่าพันธุ์พืชทอง accessions SR16-0006 และ SR13-0526 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทั้งหมดสูงสุด มีค่า 14.86 และ 13.91 °Brix ตามลำดับ และรองลงมาคือ SR13-0483 และ SR13-0459 มี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ 12.91 และ 11.03 °Brix ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพืชทองที่มีประมาณ ของสารเบต้าแคโรทีนสูง คือ พันธุ์ KPS-W103 KPS-101 KPS-104 และ KPS-10R มีค่าปริมาณของแข็งที่ ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ที่ 10.81 9.00 8.89 และ 8.78 °Brix ตามลำดับ ซึ่งเชื้อพันธุกรรมดังกล่าว มีศักยภาพ ที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชทองให้มีรสชาติที่ ดีขึ้นได้ต่อไป

การประเมินความเหนียวของพืชทองขึ้นกับ ปริมาณแป้งในเนื้อพืชทอง ซึ่งสามารถทำได้โดยทาง อ้อมด้วยการใช้ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (อัญมณี และ คณะ, 2556) ค่าของน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อ ความเหนียวของเนื้อผลที่มากขึ้นไปด้วย จากการศึกษา พบว่าพืชทอง accessions SR16-0006 SR13-0526 และ SR13-0483 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุด อยู่ที่ 16.18 16.51 และ 16.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าความแน่นเนื้อ เป็นค่าที่แสดงถึงเนื้อสัมผัสของ พืชทอง โดยพืชทองที่มีความแน่นเนื้อสูงอาจบ่งบอก ถึงความกรอบของเนื้อพืชทองได้ ซึ่ง accessions SR13-0524 มีค่าความแน่นเนื้อผลมากที่สุดเท่ากับ 0.52 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

พืชทองพันธุ์การค้าของไทยส่วนใหญ่ ได้รับการ พัฒนาพันธุ์ให้มีเนื้อสีเหลือง ดังนั้นการประเมินสี พืชทองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การวัดสีเนื้อของ พืชทอง มีค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่าพืชทองที่นำมา ศึกษาทั้งหมดมีค่าสี L^* อยู่ระหว่าง 46.24-75.1 ค่าสี เนื้อ a^* พบว่าพันธุ์ที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูงมีค่าอยู่ ระหว่าง 18.19 - 26.03 มีค่าเฉลี่ย 22.48 และพืชทอง 29 accessions มีค่าอยู่ระหว่าง 6.05 - 28.14 มีค่า เฉลี่ย 15.90 จะเห็นได้ว่าเป็นค่าบวก แสดงว่า ในเนื้อ พืชทองมีส่วนของสีส้มที่ปนอยู่และค่าสีเนื้อ b^* พบว่า พันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูงมีค่าอยู่ระหว่าง 75.4 - 76.76 ค่าเฉลี่ย 77.09 และพืชทองทั้ง 29 accessions มีค่าอยู่

ระหว่าง 56.58 - 63.18 มีค่าเฉลี่ย 49.22 เห็นได้ว่า พันธุ์ที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง มีค่าเฉลี่ยรวมของความเป็นสีส้มและเหลืองมากกว่า พักทองทั้ง 29 accessions

ค่า Chroma ของพักทองที่มีเบต้าแคโรทีนสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 77.56 - 82.69 มีค่าเฉลี่ย 80.34 พักทองทั้ง 29 accessions มีค่าระหว่าง 66.47 - 40.03 มีค่าเฉลี่ย 51.93 จะเห็นได้ว่า พันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูง มีค่ามากกว่า 60 และมากกว่าทั้ง 29 accessions แสดงว่าพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูงมีสีเนื้อเข้มมากกว่าพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนที่น้อย และ ค่า Hue angle ถ้าค่าเข้าใกล้ 90 องศา สีของรงควัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง หากค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของรงควัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว จะเห็นได้ว่าพันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 71.27 - 76.44 องศา ค่าเฉลี่ย 73.78 องศา พักทองทั้ง 29 accessions มีค่าระหว่าง 62.49 - 81.31 องศา ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือเข้าใกล้ 90 องศา มีสีอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ถึงแม้ว่ามีค่าสีเหลืองที่ใกล้เคียงกัน แต่พันธุ์ที่มีเบต้าแคโรทีนสูง จะมีความเข้มของสีเนื้อที่สูงกว่า

เมื่อวิเคราะห์ Principal component analysis บนพื้นฐาน correlation matrix พบว่า PC1 แสดงความแปรปรวนของข้อมูล 45.97 เปอร์เซ็นต์ และ PC2 แสดงถึงความแปรปรวนของข้อมูลเป็น 22.92 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 2 PC บอกลักษณะความแปรปรวนของข้อมูลคือ 68.89 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนกับค่าสี a^* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ($r = 0.613^{**}$) ค่าสี b^* ($r = 0.880^{**}$) และค่าสี C^* ($r = 0.894^{**}$) จาก Figure 1 พบว่า พักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์คือ KPS-10R KPS-W103 KPS-101 และ KPS-104 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและแยกออกมาจากเชื้อพันธุกรรมอีก 29 accessions อย่างชัดเจนเนื่องจากทั้ง 4 พันธุ์มีค่าเบต้าแคโรทีนสูง และมีค่า TSS อยู่ระหว่าง 8.78 - 10.81 เปอร์เซ็นต์ และไม่สามารถจัดกลุ่มเชื้อพันธุกรรมทั้ง 29 accessions แต่มีเชื้อพันธุกรรมพักทองที่มีความโดดเด่นคือ SR13-0483 เนื่องจากมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับปานกลางคือ 0.522 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรากแห้ง 16.87 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า TSS 12.92 °Brix และเชื้อพันธุกรรมอื่นที่แยกออกมาชัดเจน

คือ SR13-0459 ที่มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 0.053 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด มีพักทอง 2 accessions SR13-0526 และ SR13-0006 ที่มีปริมาณเบต้าแคโรทีนในระดับรองลงมา คือ 0.2791 และ 0.3274 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรากแห้งเป็น 16.51 และ 16.18 เปอร์เซ็นต์ ค่า TSS 13.91 และ 14.86 °Brix ตามลำดับ ดังนั้น เชื้อพันธุกรรมพักทองทั้ง 4 accessions มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปเป็นเชื้อพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงพันธุ์พักทองที่ให้คุณภาพการบริโภคที่ดีได้ เนื่องจากมีค่าที่บ่งบอกถึงความหวานและความเหนียวของเนื้อพักทอง พันธุ์พักทองที่รวบรวมมาทั้ง 29 accessions มีปริมาณของสารเบต้าแคโรทีนน้อยเมื่อเทียบกับพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ให้มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูง แต่เห็นได้ว่ามี 2 accessions ที่มีปริมาณของสารเบต้าแคโรทีนอยู่ในระดับกลาง คือ SR13-0483 กับ SR13-0459 ดังอุทิศ (2555) รายงานว่า ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับกลางมีค่า 0.5-0.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ จากการศึกษาของ ปณาลี (2558) พบว่าในฤดูหนาวพักทองมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเฉลี่ยที่มากกว่าในฤดูฝน จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารเบต้าแคโรทีน กับ ค่าสีเนื้อ พบว่า ค่าสี a^* , b^* มีความสัมพันธ์ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของสารเบต้าแคโรทีน คือ เมื่อค่าสี a^* , b^* เพิ่มขึ้นปริมาณของสารเบต้าแคโรทีนก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และค่า L^* มีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามกับปริมาณของสารเบต้าแคโรทีน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) มีความสัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรากแห้ง (DW) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ความแน่นเนื้อ และค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรากแห้งมีปริมาณที่มากขึ้นตามไปด้วย แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามกับค่า L^* คือ เมื่อความสว่างมากขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดก็จะลดลง ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรากแห้งเป็นลักษณะที่บอกลักษณะของแบ่งซึ่งจะบอกได้ถึงความเหนียวของเนื้อพักทองหรือลักษณะดังกล่าวผู้บริโภคเรียกว่าความมันของพักทอง ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในประเทศไทย

ส่วนใหญ่ เพราะฉะนั้นนักปรับปรุงพันธุ์จึงเน้นพัฒนาสายพันธุ์ฟักทองให้มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งหรือความมันสูง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ความแน่นเนื้อแสดงให้เห็นถึงเนื้อสัมผัสของฟักทอง และเป็นตัวชี้วัดคุณภาพอีกอย่างหนึ่งของของ

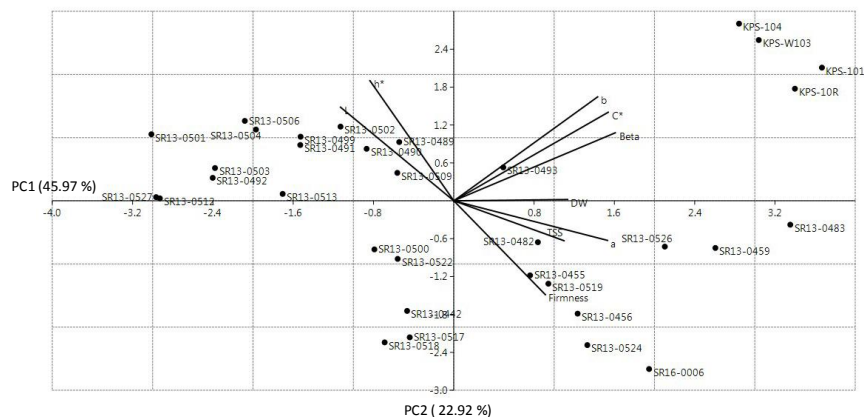
เนื้อฟักทองได้ ซึ่งค่าความแน่นเนื้อที่มากแสดงถึงความแข็งแรงและความกรอบของเนื้อฟักทอง และค่าความแน่นเนื้อผลที่น้อยก็จะแสดงถึงความนุ่มของเนื้อฟักทองเช่นกัน

Table 1 Fresh color (L^* , a^* , b^*), Chroma (C^*), Hue angle ($^{\circ}h$), Firmness, percentage of dry weight (DW (%), total soluble solids (TSS (%)) and Beta-carotene (mg/100 FW)

Cultivar	Flesh color			C^*	h°	Firmness	DW	TSS	Beta Carotene
	L^*	a^*	b^*						
SR16-0006	52.23	18.81	41.13	45.22	65.42	0.38	16.18	14.86	0.3274
SR13-0524	46.24	17.33	48.11	51.14	70.19	0.52	9.7	9.49	0.2955
SR13-0527	65.28	11.66	38.35	40.08	73.09	0.18	5.16	6.05	0.0121
SR13-0517	60.04	17.28	40.39	43.93	66.84	0.46	8.21	8.04	0.0874
SR13-0518	61.54	16.88	38.48	42.01	66.32	0.45	5.95	8.9	0.1245
SR13-0526	59.06	15.2	56.58	58.58	74.96	0.49	16.51	13.91	0.2791
SR13-0482	72.05	19.78	53.29	56.84	69.64	0.48	10.06	11.43	0.1955
SR13-0442	71.7	22.48	43.16	48.66	62.49	0.45	5.57	7.63	0.0861
SR13-0522	68.36	17.2	47.4	50.42	70.06	0.47	4.1	8.76	0.1943
SR13-0483	59.46	20.66	63.18	66.47	71.89	0.5	16.87	12.91	0.522
SR13-0519	64.09	23.46	53.6	58.51	66.36	0.5	6.49	8.45	0.1915
SR13-0459	58.91	28.14	58.66	65.06	64.38	0.35	9.12	11.03	0.5053
SR13-0500	71.08	13.34	46.16	48.05	73.88	0.49	8.15	10.35	0.0501
SR13-0512	74.8	10.15	39.11	40.41	75.45	0.36	4.55	6.88	0.0416
SR13-0455	61.71	24.55	53.26	58.65	65.25	0.42	5.07	7.99	0.2027
SR13-0456	61.55	24.94	52.04	57.7	64.4	0.5	6.31	8.89	0.2119
SR13-0513	72.16	14.35	48.16	50.25	73.41	0.4	3.57	6.79	0.0998
SR13-0489	71.83	15.95	57.4	59.57	74.47	0.35	7.52	8.23	0.1253
SR13-0490	71.25	14.66	54.01	55.97	74.81	0.32	8.86	8.29	0.0882
SR13-0492	75.1	6.05	39.58	40.03	81.31	0.37	10.31	10.75	0.0209
SR13-0499	72.04	13.9	50.41	52.29	74.59	0.23	8.13	8.28	0.0766
SR13-0504	69.83	8.39	50	50.7	80.48	0.31	7.66	8.48	0.0399
SR13-0501	74.55	7.73	44.14	44.81	80.07	0.31	5.61	7.1	0.0161
SR13-0502	68.56	9.98	55.34	56.23	79.78	0.33	7.74	9.61	0.0785
SR13-0503	74.93	9.83	41.64	42.78	76.72	0.29	8.86	8.79	0.0438
SR13-0491	69.68	12.68	51.95	53.47	76.29	0.32	6.35	7.1	0.1013
SR13-0506	73.59	8.98	50.88	51.66	80	0.34	6.63	7.88	0.054
SR13-0493	69.16	19.26	57.81	60.94	71.57	0.32	9.17	10.34	0.2244
SR13-0509	68.28	17.43	52.74	55.54	71.72	0.29	8.55	7.9	0.1442
KPS-W103	70.4	18.19	75.4	77.56	76.44	0.41	13.17	10.81	0.9426
KPS-101	60.21	24.19	79.08	82.69	72.99	0.36	10.84	9	0.9038
KPS-104	69.14	21.51	77.13	80.07	74.41	0.35	9.39	8.89	0.9914
KPS-10R	65.21	26.03	76.76	81.05	71.27	0.42	7.9	8.78	0.9062
Mean	66.78	17.17	52.38	55.37	72.45	0.39	8.62	9.21	0.1834
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CV(%)	9.75	36.53	16.43	-	-	14.04	18.53	11.99	34.485
LSD	4.47	4.3	5.94	-	-	0.04	1.48	0.85	0.0583

Table 2 Correlation coefficient of Beta-Carotene, total soluble solids (TSS), percentage of dry weight (DW), Firmness, and fresh color ($L^* a^* b^*$)

	a	b	C*	h*	Firmness	DW	TSS	Beta
L	-0.521**	-0.102	-0.171	0.563**	-0.436*	-0.421*	-0.443**	-0.312
a		0.531**	0.636**	-0.801**	0.443**	0.150	0.224	0.613**
b			0.991**	0.065	0.075	0.351	0.198	0.880**
C*				-0.064	0.136	0.340	0.215	0.894**
h*					-0.483**	0.041	-0.137	-0.130
Firmness						0.208	0.402*	0.184
DW							0.880**	0.438*
TSS								0.317

**Figure 1** Principal component analysis based on correlation matrix of pumpkin germplasm

สรุป

จากฟักทอง 29 accessions มีพันธุ์ที่เหมาะสมจะนำมาใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป 4 accessions ได้แก่ SR13-0459 และ SR13-0483 เนื่องจากมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนปานกลาง แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและน้ำหนักแห้งที่สูงกว่าสายพันธุ์ฟักทองที่มีเบต้าแคโรทีนสูง และฟักทองที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองใหม่มีรสชาติดีขึ้นมี 2 accessions ได้แก่ SR16-0006 และ SR13-0526 เนื่องจากมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดสูง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. ข้อมูลการถาวรพันธุ์พืช (รต.) 2555-2559. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/e8EFG6>. ค้นเมื่อ 15 เมษายน 2560.
- ปณาลี ภูวกรกุลชัย. 2558. การประเมินพันธุ์ฟักทองเพื่อการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มปริมาณสารเบต้าแคโรทีน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 46(3): 229-238.

- ปิ่น โลหะวิทยากุล ปณาลี ภูวกรกุลชัย วรพล ลากุล วรลักษณ์ ประยูรเมธีศร และอัญมณี อาวุชานนท์. 2557. การศึกษาการกระจายตัวของลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรรุ่น F₂ ของฟักทองลูกผสมข้าวตอก-573. แก่นเกษตร. 42(ฉบับพิเศษ 3): 858-863.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย. 2557. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/uQXo3n>. ค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2559.
- สุวรรณณี ชะเอม, สุมาลี หมั่นกระโทก, หิรัญกุล พลรักษ์, ศศิรินทร์ ศักดาเรืองโรจน์ และอัญมณี อาวุชานนท์. 2556. การประเมินลักษณะทางการเกษตรและปริมาณเบต้าแคโรทีนในฟักทองพันธุ์การค้าและพื้นเมืองบางพันธุ์ของไทย. น. 335-338. ใน: การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- อัญมณี อาวุชานนท์, พจนา สีมันตร, นุบผา คงสมัย และธนัฐรา พันธุ์เปรม. 2556. คุณภาพที่สำคัญบางประการของผลฟักทอง 12 สายพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(3): 117-120.
- อุทิศ สุภาพ. 2555. การสร้างสมการทำนายปริมาณสารเบต้าแคโรทีนด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในฟักทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- Boon, C.S., D.J. Mc Clements, J. Weiss, and E.A. Decker. 2010. Factors Influencing the Chemical Stability of Carotenoids in Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 50(6): 515-532.
- Gross, J. 1991. *Pigments in Vegetables: Chlorophylls and Carotenoids*. Van Nostrand, New York.
- Loy, J.B. 2006. Harvest period and storage affect biomass partitioning and attributes of eating quality in acorn squash (*Cucurbita pepo*), pp. 568-557. In: G.J. Holmes (ed.), *Cucurbitaceae Proceedings 2006*. Universal Press, Raleigh, North Carolina.
- Nagata, M., and I. Yamashita. 1992. Simple Method for Simultaneous Determination of Chlorophyll and Carotenoids in tomato Fruit. 39: 925-925.
- Raymond, G. McGuire. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service. Miami. 27: 1254-1255.