

การศึกษาการกระจายตัวของลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ของประชากรรุ่น F_2 ของฟักทองลูกผสมข้าวตอก-573

The study of beta-carotene quantitative trait segregation in the F_2 population of pumpkin Khao Tok-573 Hybrid

ปิ่น โลหะวิทยากุล¹, ปณาลี ภูวกรกุลชัย¹, วรพล ลากุล¹, วรลักษณ์ ประยูรมหิสร¹
และ อัญมณี อาวุชานนท์^{1*}

Pin Lohawithayakun¹, Panalee Pooworkulchai¹, Worapol Lakul¹,
Woraluk Prayoonmahisorn¹ and Anyamanee Auvuchanon^{1*}

บทคัดย่อ: ลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเป็นลักษณะทางปริมาณ ซึ่งพบมากในฟักทอง จึงได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะดังกล่าวจากประชากรรุ่น F_2 ของฟักทองพันธุ์ลูกผสมข้าวตอก-573 จำนวน 197 ต้น พบว่ามีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย 0.616 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (อยู่ระหว่าง 0.02 – 1.64 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม) โดยพบว่าสารเบต้าแคโรทีน ค่าสี ($L^* a^* b^*$) และความแน่นเนื้อ มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ (Shapiro-Wilk test: P-value; <0.010; 0.012, 0.049, < 0.010 และ 0.001 ตามลำดับ) แต่พบว่าค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวมมีการกระจายตัวแบบปกติ (Shapiro-Wilk test: P-value; 0.097 และ 0.740 ตามลำดับ) และพบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนกับค่าสี L^* มีความสัมพันธ์เชิงตรงกันข้าม ($r = -0.594^{**}$) ปริมาณเบต้าแคโรทีนกับค่าสี a^* ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวม และความแน่นเนื้อ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ($r = 0.399^{**}$, $r = 0.384^{**}$, $r = 0.479^{**}$ และ $r = 0.281^{**}$ ตามลำดับ) ส่วนค่าสี b^* ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเบต้าแคโรทีน ($r = -0.123^{ns}$) สำหรับความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยพ่อแม่ (heterosis) ของเบต้าแคโรทีน ค่าสี ($L^* a^* b^*$) ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวม และความแน่นเนื้อพบว่ามีค่าเป็น -40.132, 5.366, -36.646, 11.985, -8.513, -9.959 และ -10.078 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษานี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นต่อไปเนื่องจากฟักทองพันธุ์การค้าในปัจจุบันได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้สีเนื้อเหลืองเป็นเกณฑ์ ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณสารเบต้าแคโรทีน และคุณสมบัติการบริโภคอื่นๆ

คำสำคัญ: ลักษณะเชิงปริมาณ, สหสัมพันธ์, ความดีเด่นของลูกผสม, สารต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT: Beta-carotene is quantitative trait and it is found as main nutrition in pumpkin. This experiment was conducted to study the genetic segregation of beta-carotene, color ($L^* a^* b^*$), total soluble solid (TSS), percentage of dry weight and flesh firmness in 197 plants of Khao Tok-573 F_2 population. The average of beta-carotene content was 0.616 mg/100 g FW (from 0.02 to 1.64 mg/100 g FW). For normal distribution testing, beta-carotene, color ($L^* a^* b^*$) and flesh firmness were not normal distribution (Shapiro-Wilk test: P-value; <0.010; 0.012, 0.049, <0.010 and 0.001, respectively) but TSS and percentage of dry weight were normal distribution (Shapiro-Wilk test: P-value; 0.097 and 0.740, respectively). The correlation between beta-carotene and a^* value, TSS, percentage of dry weight and flesh firmness were positive correlation ($r = 0.399^{**}$, $r = 0.384^{**}$, $r = 0.479^{**}$ and $r = 0.281^{**}$, respectively) but there was negative correlation between beta-carotene and L^* value ($r = -0.594^{**}$) and b^* value was not correlated with beta-carotene ($r = -0.123^{ns}$). Mid-parent heterosis of beta-carotene, color value ($L^* a^* b^*$), TSS, percentage of dry weight and flesh firmness were -40.132, 5.366, -36.646, 11.985, -8.513, -9.959 and -10.078%, respectively. The results of this study could be used as a new purpose for high nutrition pumpkin breeding program because currently commercial pumpkin cultivars have been bred using yellow color as the criterion, regardless of the beta-carotene content and other properties consume.

Keywords: quantitative trait, correlation, heterosis, antioxidant

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Horticulture, Fac. of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

บทนำ

ฟักทอง มีชื่อสามัญคือ Pumpkin ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Cucurbita moschata* Decnc. อยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae เป็นพืชผักที่คนไทยนิยมบริโภค ฟักทองเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีสารเบต้าแคโรทีนที่มีกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (Mohammadet al., 2012) ช่วยในการป้องกันโรคมะเร็ง และป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ (Abbo et al., 2005) จากผลการศึกษาแคโรทีนอยด์ในแครอท (ไฟโตอิน เบต้าแคโรทีน แอลฟาแคโรทีน และไลโคปีน) ในกลุ่มสมที่มีฐานพันธุกรรมที่ต่างกันในประชากรรุ่น F_2 (Brasilia x HCM) พบว่าเบต้าแคโรทีนมีการกระจายตัวแบบปกติ (Carlos and Philipp, 2006) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปริมาณไลโคปีน และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะเขือเทศของประชากร F_2 ที่เกิดจากการผสมระหว่าง *Solanum lycopersicum* และ *S. pimpinellifolium* พบว่ามีการกระจายตัวแบบปกติ (Sun et al., 2012) และมีการศึกษาปริมาณวิตามินซีในมะเขือเทศของประชากร BC_2F_2 (*Solanum lycopersicum* x *S. peruvianum*) จำนวน 118 ต้น พบว่ามีการกระจายตัวแบบปกติ (Duygu, 2009) แสดงว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในแครอท ปริมาณไลโคปีน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซีในมะเขือเทศเป็นลักษณะทางปริมาณซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางการเกษตร และควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (Collard et al., 2005) ในปัจจุบันมีฟักทองพันธุ์การค้าจำนวนมาก ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ตามความต้องการของผู้บริโภค แต่การคัดเลือกพันธุ์ฟักทองยังขาดการประเมินปริมาณสารเบต้าแคโรทีน สุวรรณี (2556) ได้ทำการปลูกฟักทองพันธุ์การค้าของไทย จำนวน 12 พันธุ์ พบว่ามีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระหว่าง 0.220 – 0.970 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ซึ่งถือว่ามีปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับสายพันธุ์ในต่างประเทศ การปรับปรุงพันธุ์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพัฒนาฟักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สูงขึ้น และเป็นที่ยอมรับว่าฟักทองสามารถใช้เป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีนที่สำคัญได้เนื่องจากเมื่อเทียบกับพืชผักชนิดอื่นที่มีเบต้าแคโรทีน ฟักทองมีราคาไม่แพง ปลูกง่ายได้ตลอดทั้งปี (Norshazila et al., 2012) ดังนั้นจึงทำการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะปริมาณของสารเบต้าแคโรทีน และคุณสมบัติทางการบริโภค เช่น ความหวาน ความมัน และความเหนียวของฟักทองประชากรรุ่น F_2 เพื่อเป็นแนวทางในการนำลักษณะเหล่านั้นมาช่วยในการคัดเลือก และใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นไป

วิธีการศึกษา

ทำการปลูกฟักทองลูกผสมพันธุ์ข้าวตอก-573 สายพันธุ์แม่ - พ่อ และประชากรรุ่น F_2 จำนวน 197 ต้น ในเดือน พฤษภาคม – กรกฎาคม พ.ศ. 2556 การเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยเก็บที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป โดยพิจารณาจากดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เกษตรกรถือปฏิบัติ คือ ผลขึ้นแตงขนาด และขนาดที่หัวผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล จากนั้นนำผลฟักทองที่ได้มาเก็บข้อมูล โดยชั่งน้ำหนักต่อผล วัดสีเนื้อของตัวอย่างฟักทองด้วยเครื่อง Color Reader แล้วบันทึกผลซึ่งมีการแสดงเป็นค่าสี (L^* , a^* , b^*) โดยค่า L^* คือ ค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 (ดำ-สว่าง) ค่า a^* คือ ค่าสีแดง-สีเขียว มีค่าตั้งแต่บวก (+) ถึง ลบ (-) ค่า b^* คือ ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน มีค่าตั้งแต่บวก (+) ถึง ลบ (-) วัดความแน่นเนื้อ ข้างละ 2 จุด (ซ้าย-ขวา) วัดความหนาเนื้อ (ซ้าย-ขวา) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid: TSS) ด้วยเครื่อง Digital handheld refractometer วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Percentage of dry weight) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง จากนั้นทำการวิเคราะห์เบต้าแคโรทีนตามวิธีของ Nagata and Yamashita (1992) ด้วย Acetone:Hexane (อัตราส่วน 4:6) จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนดังสมการ เบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด

100 กรัม) = $0.216A_{663} - 1.220A_{645} - 0.304A_{505} + 0.452A_{453}$ นำค่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่วิเคราะห์ได้ในประชากรรุ่น F_2 มาทดสอบการกระจายตัวแบบปกติ Shapiro-Wilk test โดยมีสมมติฐาน ดังนี้ H_0 คือ ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรที่นำมาทดสอบ มีการแจกแจงแบบปกติ; H_a คือ ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรที่นำมาทดสอบไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จากนั้นคำนวณค่าทุกความสัมพันธ์กันของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ และคำนวณหาค่าความดีเด่นของลูกผสม (Mid-parent heterosis)

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนและคุณภาพผลผลิตฟักทองลูกผสมพันธุ์ข้าวตอก-573 สายพันธุ์แม่ สายพันธุ์พ่อ และประชากรรุ่น F_2 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย 0.300, 1.623 และ 0.616 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัมตามลำดับ ซึ่งลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรในรุ่น F_2 มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ (Shapiro-Wilk test: P-value; <0.010) นอกจากนี้ การทดสอบการกระจายตัวของประชากรรุ่น F_2 ในลักษณะอื่นๆ ยังพบการกระจายตัวที่ไม่เป็นปกติ ในลักษณะ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ที่มี Shapiro-Wilk test: P-value; 0.012, 0.049, < 0.010 ตามลำดับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.50, 11.10 และ 66.52 ตามลำดับ และลักษณะค่าความแน่นเนื้อมี Shapiro-Wilk test: P-value; 0.001 ค่าเฉลี่ยเป็น 1.80 มีเพียง 2 ลักษณะที่มีการกระจายตัวในประชากรรุ่น F_2 ที่มีการกระจายตัวแบบปกติคือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Shapiro-Wilktest: P-value; 0.097) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Shapiro-Wilktest: P-value; 0.740)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้บ่งบอกถึงความหวานของเนื้อซึ่งเป็นการวัดน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนใหญ่ โดยฟักทองที่ทำการศึกษามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 6.80 ถึง 20.10 องศาบริกซ์ มีค่าเฉลี่ยเป็น 13.40 องศาบริกซ์ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสามารถบ่งบอกได้ถึงปริมาณแป้งที่มีการสะสมในเนื้อผล เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่สูง แสดงถึงปริมาณแป้งที่มีการสะสมอยู่มาก จากการทดลองพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.21 ถึง 24.81 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 13.50 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1 และ Table 1) เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของทุกลักษณะพบความสัมพันธ์ของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนกับค่าสี L^* และ a^* โดย ค่า L^* มีความสัมพันธ์เชิงตรงกันข้ามกับปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ($r = -0.594^{**}$) คือเมื่อความสว่างของเนื้อเพิ่มขึ้น ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนจะลดลง ส่วนค่า a^* มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในทิศทางเดียวกัน ($r = 0.399^{**}$) คือเมื่อค่า a^* เพิ่มขึ้น ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนกับค่า b^* นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อ (Table 2) ในส่วนของความดีเด่นของลูกผสม พบว่ามีความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยพ่อและแม่ (Mid-parent heterosis) ของลักษณะสีเนื้อฟักทอง L^* และ b^* โดยมีค่าเท่ากับ 5.366 และ 11.985 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับแต่ไม่พบความดีเด่นเนื้อพ่และแม่ในลักษณะ เบต้าแคโรทีน สี a^* ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและความแน่นเนื้อมีค่าเท่ากับ -40.132, -36.646, -8.513, -9.959 และ -10.078 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1)

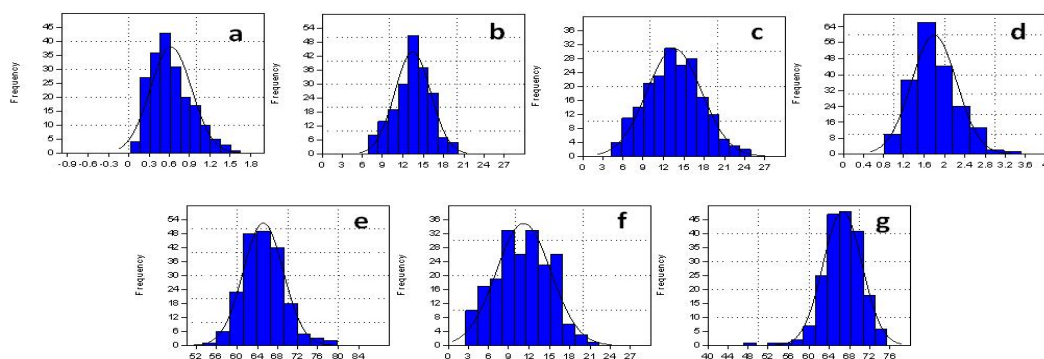


Figure 1 Distribution of beta-carotene (a), total soluble solid (b), percentage of dry weight(c), flesh firmness (d), and color values(L^* , a^* , b^*) (e), (f) and (g).

Table 1 color values (L^* , a^* , b^*), beta-carotene, total soluble solid, percentage of dry weight, flesh firmness and mid-parent heterosisin F_1 and 197 plants of F_2 population.

	L^*	a^*	b^*	Beta-carotene (mg/100 g FW)	Soluble Solid (° Brix)	Dry Weight (%)	Flesh Firmness
P_1	66.53	15.64	67.29	0.300	11.02	12.42	1.20
P_2	55.14	11.86	60.34	1.623	12.53	13.82	2.03
F_1	64.10	8.71	71.46	0.576	10.77	11.81	1.45
F_2 (mean)	65.50	11.10	66.52	0.616	13.40	13.50	1.80
F_2 (ranking)	53.15-79.70	2.55-22.30	47.10-75.30	0.02-1.64	6.80-20.10	4.21-24.81	0.75-3.50
F_2 (Shapiro-Wilk: value)	0.982	0.986	0.961	0.960	0.988	0.995	0.975
F_2 (Shapiro-Wilk: test)	0.012	0.049	<0.010	<0.010	0.097	0.740	0.001
Heterosis (%)	5.366	-36.646	11.985	-40.132	-8.513	-9.959	-10.078

Table 2 Correlation of color values (L^* , a^* , b^*), beta-carotene, total soluble solid, percentage of dry weight and flesh firmness in F_2 population.

	L^*	a^*	b^*	Beta-carotene	Soluble Solid	DryWeight	Flesh Firmness
L^*	-	-0.443**	0.026 ^{ns}	-0.594**	-0.518**	-0.535**	-0.148 ^{ns}
a^*		-	-0.140 ^{ns}	0.399**	0.140 ^{ns}	0.138 ^{ns}	-0.071 ^{ns}
b^*			-	-0.123 ^{ns}	0.172 ^{ns}	0.223**	0.203**
Beta-carotene				-	0.384**	0.479**	0.281**
Soluble Solid					-	0.767**	0.356**
Dry Weight						-	0.397**
Flesh Firmness							-

วิจารณ์

จากการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรรุ่น F_2 พบว่าปริมาณสารเบต้าแคโรทีนมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่องแต่ไม่เป็นการกระจายแบบปกติ และยังพบลักษณะผลผลิตอื่นๆ ที่มีการกระจายตัวในลักษณะเดียวกันคือค่า L^* , a^* , b^* อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวอย่างต่อเนื่องของลักษณะดังกล่าวบ่งบอกถึงการเป็นลักษณะทางปริมาณ (Quantitative trait) โดยส่วนใหญ่ลักษณะทางปริมาณนั้นเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นักปรับปรุงพันธุ์ต้องการพัฒนาให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์ฟักทองพันธุ์การค้าในปัจจุบันที่อาศัยลักษณะที่ปรากฏเนื้อสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น อันเป็นความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมสีเหลืองทอง โดยที่ลักษณะดังกล่าวต้องใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณ และคณะ (2555) ทำการศึกษาลักษณะคุณภาพผลของฟักทองพันธุ์การค้าของไทย จำนวน 11 พันธุ์พบว่าฟักทองของไทยส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันมีค่า b^* สูงซึ่งบ่งบอกถึงการมีเนื้อสีเหลือง อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ลักษณะเนื้อสีเหลืองกลับไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเนื่องจากฟักทองที่มีค่า a^* สูง ความสว่างของสีเนื้อน้อย กลับมีค่าเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rachel and Kabelka (2009) ที่พบว่าค่า L^* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแคโรทีนอยด์ ในขณะที่ค่า a^* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแคโรทีนอยด์และสุวรรณี (2556) ได้ทำการศึกษาปริมาณเบต้าแคโรทีนในฟักทองพันธุ์การค้า และพันธุ์พื้นเมืองของไทย จำนวน 14 พันธุ์ จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณเบต้าแคโรทีน และค่าของสีเนื้อ พบว่าปริมาณเบต้าแคโรทีนไม่มีความสัมพันธ์กับค่า b^* แต่จะมีความสัมพันธ์กับค่า a^* การวิจัยในครั้งนี้ยังพบอีกว่าเบต้าแคโรทีนมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งและความแน่นเนื้อ สอดคล้องกับ Alexandra (2006) ที่ทำการศึกษา

ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในประชากร F_2 ของแคนตาลูปที่ผสมระหว่าง Sunrise (เนื้อสีขาว) กับ TAM Uvalde (เนื้อสีส้ม) พบความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันระหว่างเบต้าแคโรทีนกับค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้จากรายงานการวิจัย และการวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกันชี้ให้เห็นว่าค่า a^* มีความสัมพันธ์กับแคโรทีนอยด์เนื่องจากแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุ สีเหลืองสีส้มและสีแดง (Krinsky and Johnson, 2005) และค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนดังนั้นในการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงขึ้น สามารถที่จะใช้ค่า a^* และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในการคัดเลือกทางอ้อมได้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง สามารถบ่งบอกได้ถึงปริมาณแป้งที่มีการสะสมในเนื้อผล และความเหนียวของเนื้อฟักทอง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่สูง แสดงถึงปริมาณแป้งที่มีการสะสมอยู่มาก เนื่องจากน้ำหนักแห้งเป็นค่าที่สามารถนำมาทำนายปริมาณแป้งในเนื้อฟักทองได้ (Corrigan et al., 2006) สอดคล้องกับ อัญมณี และคณะ (2556) ได้ทำการประเมินคุณภาพที่สำคัญบางประการของผลผลิตฟักทองสด 12 สายพันธุ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแป้ง

สรุป

ฟักทองในประชากร F_2 มีค่าความสว่างของสีเนื้อ (L^*) โดยมีค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 53.15-79.70 มีค่าสีแดงและเขียว (a^*) อยู่ระหว่าง 2.55-22.30 มีค่าสีเหลือง และน้ำเงิน (b^*) อยู่ระหว่าง 47.10-75.30 มีค่าเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.02-1.64 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัมมีค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ อยู่ระหว่าง 6.80 - 20.10 °Brix มีค่าร้อยละของน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 4.21 - 24.81% และค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 0.75 - 3.50 ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในประชากรฟักทองรุ่น F_2 มีความสัมพันธ์กับค่า (L^*, a^*) ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

และค่าความแน่นเนื้อ ผลการศึกษาการกระจายตัวของสารเบต้าแคโรทีนในประชากร F_2 มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ เนื่องจากการคัดเลือกพันธุ์เน้นคัดลักษณะสีเนื้อเหลือง (b^*) โดยที่ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณสารเบต้าแคโรทีน จึงส่งผลต่อค่าความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยพ่อและแม่ (Mid-parent heterosis) ของลักษณะสีเนื้อฟักทอง L^* และ b^* แต่ลักษณะดังกล่าวไม่มีประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สูงได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัท อีสท์ เวสท์ ซีด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างฟักทองในการศึกษา และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ปณาลี ภูวกรกุลชัย, สราวุธ เกตุแก้ว, เขมวรรณ ศรีตงกิม, บุปผา คงสมัย, และอัญมณี อาชานนท์. 2556. การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ SRAP และลักษณะคุณภาพผลของฟักทองพันธุ์การค้าของไทยบางพันธุ์. การจัดสัมมนาวิชาการและจัดประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9 งานเกษตรกำแพงแสน.
- สุวรรณณี ชะเอม. 2556. การศึกษาปริมาณเบต้าแคโรทีนและลักษณะทางการเกษตรในฟักทองพันธุ์การค้าและพันธุ์พื้นเมืองบางพันธุ์ของไทย. การจัดสัมมนาวิชาการและจัดประชุมวิชาการแห่งชาติครั้งที่ 10 งานเกษตรกำแพงแสน.
- อัญมณี อาชานนท์, พจนนา สีมั่นตร, บุปผา คงสมัย, และธนัฐรา พันธุ์เปรม. 2556. คุณภาพที่สำคัญบางประการของผลฟักทอง 12 สายพันธุ์. ว.วิทย. กษ. 44:3 (พิเศษ): 117-120.
- Abbo, S., C. Molinda, R. Jungmann, M.A. Grusak, Z. Berkovitch, R. Reifen, G. Kahl, P. Winter, and R. Reifen. 2005. Quantitative trait loci governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Theoretical and Applied Genetics. 111:185-1985.
- Alexandra, B.N. 2006. Identification and confirmation of molecular marker and orange flesh color associated with major QTL for high beta-carotene content in Muskmelon. M.S. Thesis. Texas A&M University.
- Carlos, A. F. S., and W.S. Philipp. 2006. Heritabilities and minimum gene number estimates of carrot carotenoids. Euphytica. 151: 79-86.
- Collard, B.C.Y., M.Z.Z. Jahufer, J.B. Brouwer, and E.C.K. Pang. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. Euphytica. 142: 169-196.
- Corrigan V.K, D.I. Hedderley and P.L. Hurst. 2006. Assessment of objective texture measurement for characterizing and predicting the sensory quality of squash (*Cucurbita maxima*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 34:369-379.
- Duygu, Y. 2009. Quantitative trait analysis in *Solanum lycopersicum* x *Solanum peruvianum* population. M.S. Thesis. Engineering and Sciences of Izmir Institute of Technology.
- Krinsky N.I., and E.J. Johnson. 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease, Mol. Aspects Med. 459-516.
- Mohammad, J., M. Ghasemnezhad, H.S. Lahiji, and M.A. Shiri. 2012. Comparison of Nutritional Value and Antioxidant Compounds of Some Winter Pumpkin (*Cucurbita Sp*) Species Fruits In Iran. Advances in Environmental Biology, 6(10): 2611-2616.
- Nagata, M., and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and Carotenoids in tomato fruit. J. Japan. Soc. Food. Sci. Tech. 39: 925-928.
- Norshazila, S., J. Irwandi, R.Othman, and H.H. Yumi Zuhanis. 2012. Scheme of obtaining β -carotene standard from pumpkin (*Cucurbita moschata*) flesh. International Food Research Journal 19(2): 531-535.
- Rachel, A. Itle, and E.A. Kabelka. 2009. Correlation Between L^* a^* b^* Color Space Values and Carotenoid Content in Pumpkins and Squash (*Cucurbita* spp.). HortScience 44(3):633-637.
- Sun, Y.D., Y. Liang, J.M. Wu, Y.Z. Li, X. Cui, and L. Qin. 2012. Dynamic QTL analysis for fruit lycopene content and total soluble solid content in a *Solanum lycopersicum* x *S. pimpinellifolium* cross. Genetic and Molecular Reserch. Ministry of Agriculture, College of Horticulture, Northwest A & F University.