

การประเมินคุณภาพผลและสารเบต้าแคโรทีนในประชากรฟักทอง F3-Pach และ F4-Paka ที่พัฒนามาจากฟักทองพันธุ์พื้นเมือง

Evaluation of Fruit Qualities and Beta-carotene in F3-Pach and F4-Paka Pumpkin Population Developed from Landrace Pumpkin Cultivars

วริศรา แสนมี¹ ณัฐกร สกุลเพ็ชร¹ รัชชานนท์ ทองแผ่น¹ และอัญมณี อวูชานนท์^{1*}

Warisara Saenmee¹ Nattakorn Sakunphet¹ Ratchanon Thongpan¹ and Anyamanee Auvuchanon^{1*}

Received: April 11, 2022

Revised: May 27, 2022

Accepted: May 30, 2022

Abstract: Seventeen F3 and F4 pumpkin populations derived from landrace pumpkin cultivars were evaluated and compared with one landrace and one commercial cultivar. These populations were developed for enhancement in fruit qualities and beta-carotene content. From these population improvement, there were diversity in fruit quality traits as yellow, yellow orange and orange yellow flesh color. The total soluble solids, percentage of dry weight, flesh firmness and beta-carotene content were between 5.98 and 14.73 °Brix, 6.75 and 21.28 %, 0.85 and 2.86 kg/cm² and 0.129-1.330 mg/100g FW, respectively. Principal component analysis based on 10 quality traits, 44 lines were selected with high beta-carotene content (> 0.7 mg/100g FW). This study indicated that pumpkin landrace cultivars could be used for pumpkin population improvement for quality diversity and development diverse from commercial cultivars and selection for new pumpkin varieties.

Keywords: population improvement, beta-carotene, percentage of dry weight, total soluble solids, landrace cultivar

บทคัดย่อ: ประเมินประชากรฟักทองชั่วที่ 3 และ 4 จำนวน 17 ประชากร ที่ได้รับการปรับปรุงประชากรมาจากฟักทองพันธุ์พื้นเมือง เพื่อพัฒนาคุณภาพผลและเพิ่มปริมาณสารเบต้าแคโรทีน เปรียบเทียบกับฟักทองพันธุ์พื้นเมือง 1 สายพันธุ์ และพันธุ์การค้า 1 สายพันธุ์ ประชากรฟักทองที่ได้รับการปรับปรุง มีความหลากหลายของลักษณะคุณภาพผลผลิต มีเนื้อ สีเหลือง เหลืองส้ม และส้มเหลือง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.98-14.73 องศาบริกซ์ เบต้าแคโรทีนน้ำหนักแห้ง 6.75-21.28 เปอร์เซ็นต์ ความแน่นเนื้อ 0.85-2.86 kg/cm² และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน 0.129-1.330 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด จากการวิเคราะห์ Principal component analysis ใช้ลักษณะของคุณภาพผลผลิต 10 ลักษณะ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองกลุ่มที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง (> 0.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ได้จำนวน 44 สายพันธุ์ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฟักทองพันธุ์พื้นเมืองสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงประชากร เพื่อสร้างความหลากหลายและปรับปรุงคุณภาพผลผลิตฟักทองให้แตกต่างจากพันธุ์การค้าได้ รวมถึงได้คัดเลือกฟักทองที่มีศักยภาพนำมาพัฒนาเป็นฟักทองสายพันธุ์ใหม่ต่อไป

คำสำคัญ: ปรับปรุงประชากร เบต้าแคโรทีน เบต้าแคโรทีนน้ำหนักแห้ง ของแข็งที่ละลายน้ำได้ พันธุ์พื้นเมือง

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author: agrana@ku.ac.th

คำนำ

ฟักทอง (*Cucurbita moschata*) เป็นพืชผักเศรษฐกิจที่มีการเพาะปลูกและจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2561 มีพื้นที่ปลูกฟักทอง 21,937 ไร่ ผลผลิตรวม 40,973 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) ฟักทองอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุ และมีสารสำคัญคือสารเบต้าแคโรทีน ที่มีพบในผักผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม ซึ่งสารเบต้าแคโรทีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยซ่อมแซมร่างกาย และลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งได้ (Tanumihardjo, 2013) ฟักทองในท้องตลาดไทยส่วนใหญ่เป็นฟักทองสายพันธุ์ลูกผสม (F_1 hybrid) มีลักษณะทรงผลแบน ผิวขรุขระหรือผิวคางคก ผิวลายเรียบหรือผิวลายขาวตอก มีเนื้อสีเหลือง ถึงแม้สายพันธุ์ฟักทองการค้าในไทยมีหลากหลายสายพันธุ์ให้เลือก แต่ฟักทองพันธุ์การค้าในไทยส่วนใหญ่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับต่ำถึงกลาง เช่น สายพันธุ์ KT537 และ MKD35 มีค่าเฉลี่ย 0.603 และ 0.754 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (ภูวไนย, 2562) อีกทั้งยังมีฐานพันธุ์กรรมแคบ และมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม กล่าวคือฟักทองพันธุ์การค้าไทยนั้นมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก (ปณาลี 2555, อัญมณี และปณาลี, 2559)

การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้าม โดยเน้นที่การปรับปรุงประชากรมากกว่าการปรับปรุงพืชแต่ละต้น โดยพยายามเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนที่ควบคุมจีโนมไปให้ต้องการให้เพิ่มขึ้นในประชากร (เซนษฎ์, 2562) โดยการผสมพันธุ์แบบสุ่มในการปรับปรุงประชากรแต่ละรอบการคัดเลือก จากการศึกษากการปรับปรุงประชากรดังกล่าวเพื่อเพิ่มความต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลืองด้วยวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ พบว่า ระดับความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นโดยการประเมินค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของอาการโรคในประชากรเริ่มต้น ลดลงจาก 2.79 เป็น 2.12 คะแนน ในประชากรรอบปรับปรุงที่ 3 (นิธิกร และคณะ, 2557) การปรับปรุงประชากรเพื่อเพิ่มขนาดเมล็ดของข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงต่อการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ 4 รอบ และการคัดเลือกแบบวงจรพื้นฐาน 2 พบว่า ไม่สามารถเพิ่มขนาดของเมล็ดของประชากร

ข้าวโพดได้ แต่ประชากรที่คัดเลือกมีขนาดเมล็ดใหญ่เทียบเท่ากับวิธีการปรับปรุงพันธุ์อื่นๆ (ประกาศิต และคณะ, 2558) การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประชากรฟักทองที่พัฒนามาจากฟักทองสายพันธุ์พื้นเมือง ที่รวบรวมมาจาก จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ชัยภูมิ ศรีสะเกษและนครปฐม ร่วมกับสายพันธุ์ปรับปรุง (breeding line) จากพันธุ์การค้า เพื่อพัฒนาให้สายพันธุ์ฟักทองมีความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยเฉพาะลักษณะของคุณภาพผลดีขึ้น รวมถึงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่เพิ่มสูงขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองให้มีคุณลักษณะที่ดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ฟักทองที่ใช้ในการศึกษา

ฟักทองที่ทำการศึกษาจำนวน 19 ประชากร/สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ฟักทองที่ปรับปรุงประชากร 17 ประชากร สายพันธุ์พื้นเมือง CM2 จากจังหวัดเชียงใหม่ และสายพันธุ์การค้า MKD35 โดยการปรับปรุงประชากรฟักทองด้วยการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมือง KAN1 จากจังหวัดกาญจนบุรี Sri จากจังหวัดศรีสะเกษ KPS1 และ PI2014 จากจังหวัดนครปฐม Crai และ Cpum จากจังหวัดเชียงราย และชัยภูมิ ตามลำดับ โดยจัดกลุ่มประชากรชั่วรุ่นที่ 3 และ 4 ที่ได้รับการคัดเลือกมาจากประชากรที่มีพันธุ์ประวัติเดียวกัน ดังนี้ (1) F3-Pach1, F3-Pach2, F3-Pach3 และ F3-Pach8 (2) F3-Pach5, F3-Pach6, F3-Pach7 (3) F3-Pach10, F3-Pach11 (4) F3-Pach13, F3-Pach14, F3-Pach15 (5) F4-Paka-1, F4-Paka-2, F4-Paka-3, F4-Paka-4, F4-Paka-5 (Table 1)

ปลูกฟักทองประชากร/สายพันธุ์ละ 10 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ปลูกในช่วงฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 ปลูกด้วยการขึ้นค้าง ระยะขิดระหว่างแถว 75 เซนติเมตรระหว่างต้น 1 เมตร เก็บเกี่ยวหลังดอกบาน 35-40 วัน ร่วมกับการสังเกตจากดัชนีการเก็บเกี่ยวคือผลขึ้นนวล ประเมินคุณภาพผลผลิตเป็นรายต้น ประเมินคุณภาพผลผลิต จำนวน 4 ซ้ำต่อผล และประเมินสารเบต้าแคโรทีนจำนวน 6 ซ้ำต่อผล

Table 1 Pedigree of F3 and F4 pumpkin population

Population	Pedigree	Population	Pedigree
F3-Pach1	KAN1/PI2014///Sri8/5//KPS1-8S-1S	F3-Pach13	Crai/Cpum//PI-2014-9S-18S
F3-Pach2	KAN1/PI2014///Sri8/5//KPS1-8S-2S	F3-Pach14	Crai/Cpum//PI-2014-9S-9S
F3-Pach3	KAN1/PI2014///Sri8/5//KPS1-8S-4S	F3-Pach15	Crai/Cpum//PI-2014-9S-13S
F3-Pach8	KAN1/PI2014///Sri8/5//KPS1-8S-20S	F4-Paka1	CM2/KAN1-8/10-3S
F3-Pach5	KPS1/K-GD//F4BK/CP-55/56-1S-6S	F4-Paka2	CM2/KAN1-8/10-4S
F3-Pach6	KPS1/K-GD//F4BK/CP-55/56-1S-9/4	F4-Paka3	CM2/KAN1-40S-2S
F3-Pach7	KPS1/K-GD//F4BK/CP-55/56-1S-14S	F4-Paka4	CM2/KAN1-52/51-5S
F3-Pach10	Crai/Cpum//PI-2014-7S-7S	F4-Paka5	CM2/KAN1-55S-4S
F3-Pach11	Crai/Cpum//PI-2014-7S-10S		

การวัดคุณภาพผล

วัดค่าสีเนื้อด้วยเครื่อง Color reader ซึ่งแสดงค่าสี L^* a^* b^* แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหา ค่า Chroma (ดัชนีความเข้มสี) และค่า Hue angle (ค่าสีจริง) ด้วยสมการ Chroma (C^*) = $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ และ Hue angle (h^*) Arctangent (b^*/a^*) ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ และของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) นำเนื้อฟักทองชั่งตวง 50 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักแห้งคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง (% Dry Weight) จาก น้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์) = (น้ำหนักแห้ง/น้ำหนักสด) $\times$ 100

การสกัดและวัดปริมาณสารเบต้าแคโรทีน

การสกัดและประเมินปริมาณสารเบต้าแคโรทีนตามวิธีของ Nagata and Yamashita (1992) นำเนื้อฟักทองสดหั่นเต๋าชขนาด 1x1 เซนติเมตร 0.5 กรัม นำมาปั่นร่วมกับสารละลาย Acetone : Hexane (4 : 6) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วยเครื่อง Homogenizer จนละเอียด นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 1 คืน แล้วจึงนำส่วนใสมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าดูดกลืนแสงมาคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังสมการ เบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) = $0.216A_{663} - 1.22A_{645} - 0.304A_{505} + 0.452A_{453}$

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ลักษณะคุณภาพผลผลิตด้วยวิธี Principal component analysis บนพื้นฐาน correlation matrix ด้วยโปรแกรม Past (Paleontological Statistics Version 3.17)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากประชากรฟักทอง 2 ประชากรคือ ประชากรชั่วที่ 3 จำนวน 12 ประชากรและ ประชากรชั่วที่ 4 จำนวน 5 ประชากร สามารถเก็บผลผลิตได้จำนวน 96 ต้น ประเมินคุณภาพของลักษณะผลผลิตฟักทอง 5 ลักษณะ พบความแตกต่างทางสถิติของ คุณภาพผลผลิตทุกลักษณะทั้งในประชากรเดียวกัน และต่างประชากร ซึ่งแสดงว่าประชากรฟักทองยังมีการกระจายตัวอยู่มาก และแตกต่างจากสายพันธุ์เปรียบเทียบคือพันธุ์ผสมเปิดที่คัดเลือกมาจากพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์การค้า (Table 2)

1. ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความหนาเนื้อของฟักทองในแต่ละกลุ่มประชากร พบว่ามีการกระจายตัวแตกต่างกัน โดยฟักทองทั้ง 2 ประชากร มีความหนาเนื้อเฉลี่ย 16.16 มิลลิเมตร ส่วนประชากร F3-Pach1-15 มีความหนาเนื้ออยู่ระหว่าง 8.93-43.24 มิลลิเมตร

และประชากร F4-Paka1-5 มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 11.63-18.63 มิลลิเมตร

โดยฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1 F3-Pach2 F3-Pach3 และ F3-Pach8 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 11.25-18.70 มิลลิเมตร ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach5 F3-Pach6 และ F3-Pach7 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 12.56-25.17 มิลลิเมตร ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach10 และ F3-Pach11 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 9.95-18.70 มิลลิเมตร ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 13.86-20.82 มิลลิเมตร ค่าความหนาแน่นของฟักทองกลุ่มประชากรที่ปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่มีค่าความหนาแน่นมากกว่าฟักทองสายพันธุ์พื้นเมือง CM2 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 12.92 มิลลิเมตร และมีค่าใกล้เคียงกับฟักทองสายพันธุ์การค้า MKD35 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 25.98 มิลลิกรัม

ความหนาแน่นของฟักทองในประชากร F3-Pach และ F4-Paka มีการกระจายตัวแตกต่างกัน ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1-15 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.90-2.15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1 F3-Pach2 F3-Pach3 และ F3-Pach8

มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1.23-2.15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach5 F3-Pach6 และ F3-Pach7 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1.58-2.10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach10 และ F3-Pach11 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.85-1.53 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นกลุ่มประชากรที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุด ส่วนฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.95-1.93 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ฟักทองกลุ่มประชากร F4-Paka1-5 มีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1.78-2.78 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมีประชากร F4-Paka1 ต้นที่ 4 มีความหนาแน่นสูงสุด 2.78 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากการวัดค่าความหนาแน่นพบว่าฟักทองกลุ่มประชากรส่วนใหญ่ F4-Paka1-5 มีความหนาแน่นมากกว่าฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1-15 และมีความหนาแน่นมากกว่าสายพันธุ์แท้ CM2 ที่เป็นสายพันธุ์พื้นเมือง และสายพันธุ์การค้า MKD35 ที่มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 1.61 และ 1.21 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อย่างไรก็ตามลักษณะความหนาแน่นจากประชากรที่ได้รับการปรับปรุงมาสูงกว่าสายพันธุ์การค้า (Figure 1)

Table 2 Mean squares and coefficient of variability (CV) for various traits in pumpkin

Parameter	Mean squares		CV (%)	LSD
	Cultivars	Error		
Thickness	242.693**	19.070	20.403	1.937
Firmness	3.961**	0.044	7.316	0.080
Dry weight (%)	146.910**	7.533	11.235	1.006
Total soluble solid	33.711**	1.563	3.647	0.214
Beta-carotene content	0.681**	0.035	16.906	0.065

*Note: Degree of freedom (d.f.) for cultivars and error = 18, and, 392 respectively.

** = highly statistic significant confidence level of 99%.

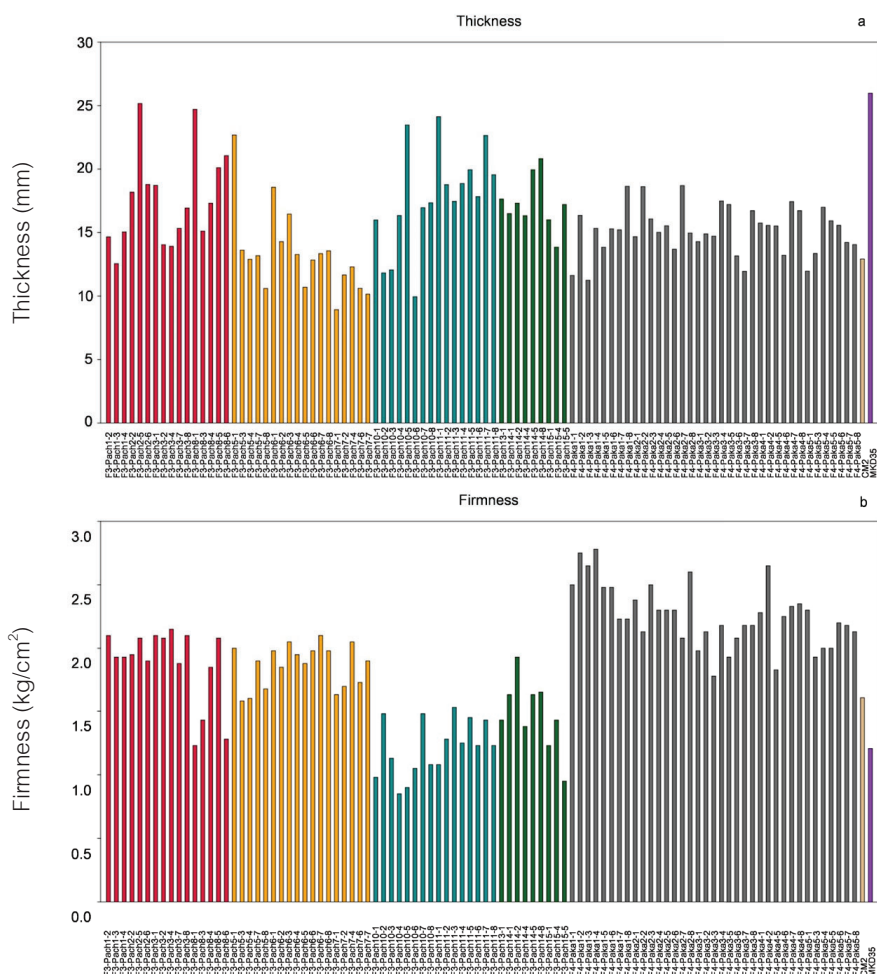


Figure 1 Mean performance of F_3 and F_4 populations for (a) Thickness and (b) Firmness

(Red: F3-Pach1, 2, 3, 8 Yellow: F3-Pach5, 6, 7 Blue: F3-Pach10, 11 Green: F3-Pach13, 14, 15 Gray: F4-Paka1-5 Pink: CM2 and Purple: MKD35)

2. สีเนื้อ

การประเมินสีของประชากรฟักทอง ด้วยเครื่องวัดสี ประกอบไปด้วยค่า L^* ค่าความสว่างที่มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า a^* และค่า b^* เป็นบวก มีค่าสี $L^* a^* b^*$ มีค่าเฉลี่ย 68.731 13.502 และ 75.472 ตามลำดับ ค่าสีที่แท้จริง ประเมินได้จากการคำนวณค่า Hue ฟักทองที่ศึกษา มีสีเหลือง เหลืองส้ม และส้มเหลือง ความหลากหลายของสีเนื้อ มีในประชากรชั่วที่ 3 มากกว่าประชากรชั่วที่ 4

ประชากรชั่วที่ 3 ประกอบด้วยฟักทองประชากร F3-Pach1-Pach15 แบ่งกลุ่มตามพันธุ์ประวัติได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 F3-Pach1-3 และ F3-Pach8 มีพันธุ์ประวัติจากลูกผสม F3 KAN1/PI2014//Sri8-5//KPS1 กลุ่มที่ 2 F3-Pach5-7

มีพันธุ์ประวัติจากลูกผสม F3 KPS1/K-GD//F4 BK/CP-55/56 กลุ่มที่ 3 F3-Pach10-11 มีพันธุ์ประวัติจากลูกผสม F3 Crai/Cpum//PI2014-7s และกลุ่มที่ 4 F3-Pach13-15 มีพันธุ์ประวัติจากลูกผสม F3 Crai/Cpum//PI2014-9s พบว่าในประชากร F3-Pach มีการกระจายตัวของลักษณะสีเนื้อ โดยประชากรฟักทองกลุ่มที่ 1 F3-Pach1-3 และ F3-Pach 8 มีค่า Hue อยู่ระหว่าง 65.39-80.34 มีสีเนื้อฟักทองเป็นสีส้มเหลืองเป็นส่วนใหญ่ กลุ่มที่ 2 F3-Pach5-6 และ F3-Pach7 ค่า Hue อยู่ระหว่าง 71.82-81.47 มีสีเนื้อฟักทองเป็นสีเหลืองส้มและสีส้มเหลือง ประชากรฟักทองกลุ่มที่ 3 F3-Pach10 ค่าสี Hue อยู่ในช่วง 78.82-85.59 ซึ่งมีกระจายตัวลักษณะสีเนื้อสูง โดยฟักทองในประชากรนี้ ต้นที่ 1 2 4 และต้นที่ 6

มีสีเนื้อฟักทองสีเหลืองส้ม ส่วนสีส้มเหลืองต้นที่ 3 5 7 และ 8 ฟักทอง F3-Pach11 ค่า Hue อยู่ระหว่าง 70.33-78.71 มีสีเนื้อฟักทองเป็นสีส้มเหลือง และประชากรฟักทองกลุ่มที่ 4 F3-Pach13-15 โดยฟักทองประชากร F3-Pach13 ค่า Hue อยู่ที่ 76.01 มีสีเนื้อฟักทองเป็นสีส้มเหลือง ส่วน F3-Pach14 มีค่า Hue อยู่ระหว่าง 53.38-68.34 มีสีเนื้อฟักทองเป็นสีส้มถึงสีแดง และ F3-Pach15 ค่า Hue อยู่ระหว่าง 77.00-82.66 มีสีเนื้อฟักทองทั้งสีส้มเหลือง และสีเหลืองส้ม

ประชากร F4-Paka1- Paka5 พันธุ์ประวัติ มาจากลูกผสม F4 CM2/KAN1 ฟักทองประชากร F4-Paka1 F4-Paka3 F4-Paka4 และ F4-Paka5 ค่า Hue อยู่ในช่วง 79.14-89.45 เนื้อฟักทองเป็นสีเหลืองส้มเป็นส่วนใหญ่ และพบการกระจายตัวของสีเนื้อฟักทองประชากร F4-Paka2 ค่า Hue อยู่ในช่วง 77.82-80.88 สีเนื้อฟักทองเป็นสีเหลืองส้มในต้นที่ 2 5 และ 8 สีส้มเหลืองแสดงออกในต้นที่ 1 3 4 6 และ 7 ฟักทองสายพันธุ์พื้นเมือง CM2 และพันธุ์การค้า MKD35 ค่า Hue 83.58 และ 80.33 เป็นโทนสีส้มเหลือง และสีเหลืองส้ม เช่นเดียวกับฟักทองที่ต้องการปรับปรุงประชากร F3-Pach และ F4-Paka (Figure 3)

3. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (%DW)

ฟักทองในแต่ละกลุ่มประชากร F3-Pach และ F4-Paka มีการกระจายตัวของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1-15 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 6.75-19.45 เปอร์เซ็นต์ โดยฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1 F3-Pach2 F3-Pach3 และ F3-Pach8 ที่มีพันธุ์ประวัติเดียวกันมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 13.49-19.45 เปอร์เซ็นต์ ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach5 F3-Pach6 และ F3-Pach7 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 9.83-17.47 เปอร์เซ็นต์ ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach10 และ F3-Pach11 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 6.86-19.36 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองประชากร F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 6.75-13.15 เปอร์เซ็นต์

ฟักทองกลุ่มประชากร F4-Paka1-5 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในช่วง 12.95-21.28 เปอร์เซ็นต์ ประชากร F4-Paka1 ต้นที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุดที่ 21.28 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ว่าฟักทองกลุ่มประชากร F4-Paka1-5 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากกว่าฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1-15 และยังมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากกว่าฟักทองสายพันธุ์พื้นเมือง CM2 และสายพันธุ์การค้า MKD35 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งอยู่ที่ 13.38 และ 14.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษากลุ่มประชากร F3-Pach มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากกว่าพันธุ์การค้า MKD35 มีจำนวน 55 ต้น คิดเป็น 57.29 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประชากร F4-Paka มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงกว่าประชากร F3-Pach ซึ่งเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่สูงนี้มีผลต่อความเหนียวมันของเนื้อฟักทอง (อัญมณี และคณะ, 2556) และสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองจากประชากร F3-Pach และ F4-Paka ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่มากกว่า 16.00 เปอร์เซ็นต์ ได้ (Figure 2)

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS)

ฟักทองที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ระดับที่ผู้บริโภคยอมรับอย่างน้อย 11 องศาบริกซ์ (Harvey *et al.*, 1997) โดยฟักทองกลุ่มประชากรที่ศึกษาทั้งหมดมีค่า TSS เฉลี่ยอยู่ที่ 9.98 องศาบริกซ์ ซึ่งฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1-15 มีค่า TSS อยู่ในช่วง 6.05-12.30 องศาบริกซ์ โดยฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1 F3-Pach2 F3-Pach3 และ F3-Pach8 มีค่า TSS อยู่ระหว่าง 5.98-11.20 องศาบริกซ์ ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach5 F3-Pach6 และ F3-Pach7 มีค่า TSS อยู่ระหว่าง 7.70-11.53 องศาบริกซ์ ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach10 และ F3-Pach11 มีค่า TSS อยู่ระหว่าง 7.55-11.23 องศาบริกซ์ ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 มีค่า TSS อยู่ระหว่าง 6.05-12.30 องศาบริกซ์

ฟักทองกลุ่มประชากร F4-Paka1-5 มีค่า TSS อยู่ระหว่าง 9.30-14.73 องศาบริกซ์ ซึ่ง F4-Paka3 ต้นที่ 2 มีค่าเฉลี่ย TSS สูงสุดที่ 14.73 องศาบริกซ์ กลุ่มประชากร F4-Paka1-5 มีค่า TSS

มากกว่ากลุ่มประชากร F3-Pach1-15 และมีค่ามากกว่าสายพันธุ์พื้นเมือง CM2 และสายพันธุ์การค้า MKD35 ที่มีค่าเฉลี่ย TSS อยู่ที่ 9.61 และ 9.89 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ประชากร F3-Pach

มีความหวานไม่มากนัก ซึ่งต่างจากกลุ่ม F4-Paka ที่มีความหวานเทียบเท่าหรือสูงกว่าพันธุ์การค้า (Figure 2)

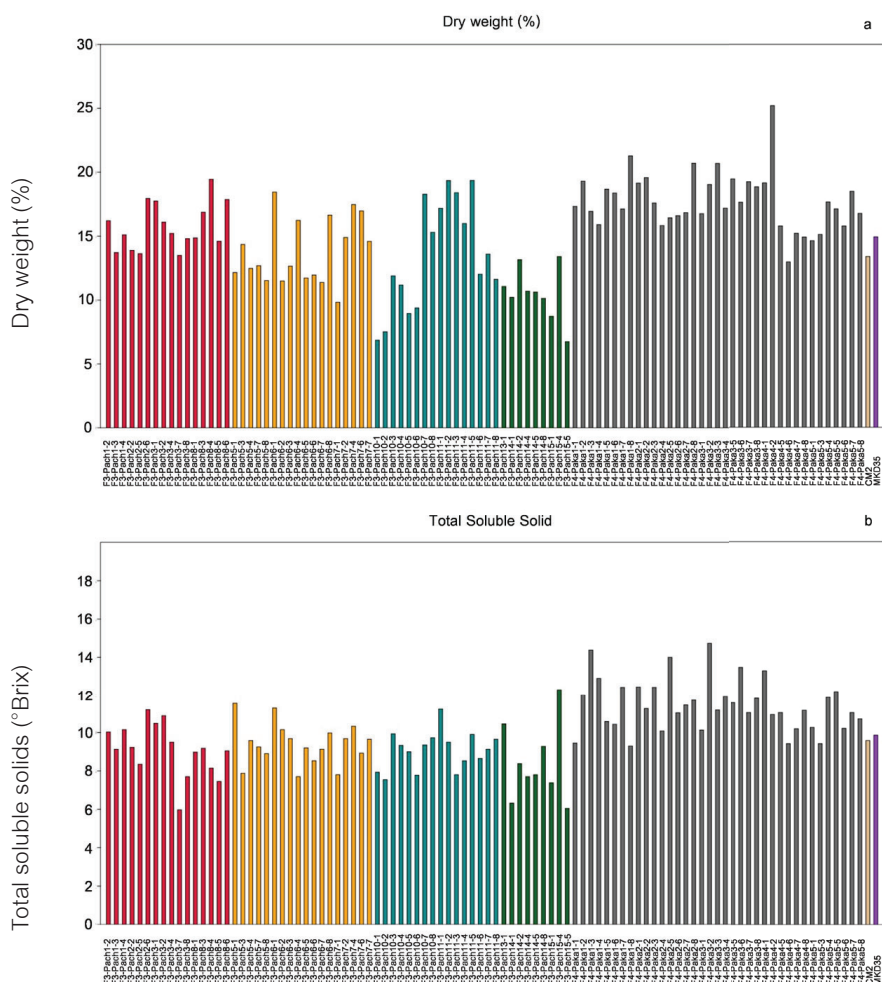


Figure 2 Mean performance of F_3 and F_4 populations for (a) Dry weight percentage and (b) Total Soluble Solids (Red: F3-Pach1, 2, 3, 8 Yellow: F3-Pach5, 6, 7 Blue: F3-Pach10, 11 Green: F3-Pach13, 14, 15 Gray: F4-Paka1-5 Pink: CM2 and Purple: MKD35)

5. ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน

จากรายงานผลการศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของประชากรฟักทองไทยของ อูทิศ (2555) สามารถจัดระดับปริมาณสารเบต้าแคโรทีนได้ 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับสูงมีค่าระหว่าง 0.780-1.060 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ระดับปานกลางมีค่าระหว่าง 0.630-0.760 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม และระดับต่ำมีค่าน้อยกว่า 0.63

มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม จากการศึกษารั้งนี้พบว่า มีการกระจายตัวของปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่มาก โดยมีค่าเฉลี่ย 0.650 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ซึ่งจัดอยู่ระดับปานกลาง โดยฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach1 F3-Pach2 F3-Pach3 และ F3-Pach8 มีปริมาณเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.406-1.330 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ฟักทองกลุ่มประชากร F3-Pach5 F3-Pach6 และ F3-Pach7

มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.382-1.020 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม พักทองกลุ่มประชากร F3-Pach10 และ F3-Pach11 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.129-1.102 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม พักทองกลุ่มประชากร F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.234-0.996 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม

พักทองกลุ่มประชากร F4-Paka1-5 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 0.185-1.108

มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด สังเกตเห็นว่าประชากรพักทองส่วนใหญ่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ในระดับต่ำถึงสูง นั่นคือ มีการกระจายตัวของลักษณะปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง พักทองที่ได้รับการปรับปรุงประชากร F3-Pach1-15 และ F4-Paka1-5 บางสายพันธุ์มีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากกว่าสายพันธุ์พื้นเมือง CM2 ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับปานกลาง และสายพันธุ์การค้า MKD35 มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนระดับสูง คือ 0.507 และ 0.728 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ตามลำดับ (Figure 3)

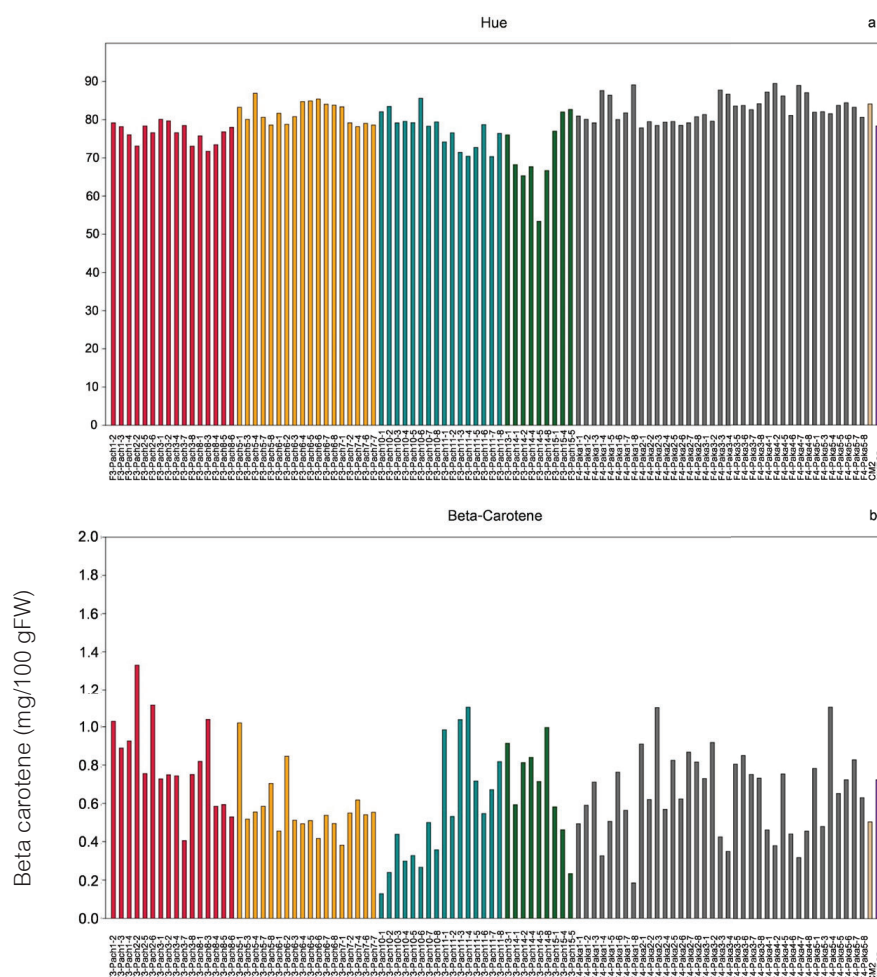


Figure 3 Mean performance of F_3 and F_4 populations for (a) Hue and (b) Beta-carotene

(Red: F3-Pach1, 2, 3, 8 Yellow: F3-Pach5, 6, 7 Blue: F3-Pach10, 11 Green: F3-Pach13, 14, 15 Gray: F4-Paka1-5 Pink: CM2 and Purple: MKD35)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพผลผลิตทั้ง 11 ลักษณะของฟักทองด้วย Principal component analysis (PCA) พบว่าสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ทั้งหมด 67.36 เปอร์เซ็นต์ โดย PC1 สามารถอธิบายความแปรผันได้ทั้งหมด 46.46 เปอร์เซ็นต์ โดยได้รับอิทธิพลมาจากลักษณะ L^* a^* b^* Chroma Hue และ ความแน่นเนื้อ โดยค่าสี a^* มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับค่าอื่นๆ และ PC2 อธิบายได้ 20.90 เปอร์เซ็นต์ โดยได้รับอิทธิพลมาจาก a^* เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน จากการวิเคราะห์ PCA พบว่า ฟักทองที่ได้รับการคัดเลือกจากลักษณะค่าสี a^* ความแน่นเนื้อ TSS เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน โดยคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่ 0.700 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ขึ้นไป จาก ฟักทองสายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือกจะอยู่บริเวณด้านบนแกน X ของเส้นกราฟ มีฟักทองถูกคัดเลือกทั้งหมด 44 สายพันธุ์ ประกอบด้วยฟักทองกลุ่มประชากร F4-Paka1-5 F3-Pach1 F3-Pach2 F3-Pach11 F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 โดยประชากร F4-Paka1-5 ประชากรที่คัดเลือก

F3-Pach และ F4-Paka ค่าสี a^* ความแน่นเนื้อ TSS และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 77.51 และ 82.84, 1.63 และ 2.25, 9.07 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ 11.45, 13.74 และ 17.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวของลักษณะเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อสูงซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์พื้นเมืองที่เป็นสายพันธุ์แม่ CM2 และมีบางสายพันธุ์ที่มีการกระจายตัวค่าสี L^* และค่า Hue ใกล้เคียงกับสายพันธุ์พื้นเมือง CM2 ประชากร F3-Pach1 และ F3-Pach2 ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวของลักษณะค่า a^* และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งมีค่าสูงกว่าสายพันธุ์การค้า MKD35 ประชากร F3-Pach11 มีการกระจายตัวสูงมากโดยมีการกระจายตัวของค่าสี a^* และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนตั้งแต่ค่าน้อยจนถึงมาก F3-Pach13 F3-Pach14 และ F3-Pach15 มีการกระจายตัวของค่าสี a^* และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนใกล้เคียงจนถึงมีค่ามากกว่าสายพันธุ์การค้า การปรับปรุงประชากรครั้งนี้ ทำให้เกิดความหลากหลายของลักษณะฟักทอง โดยมีการกระจายตัวของลักษณะค่าสีเนื้อฟักทอง ความแน่นเนื้อ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ

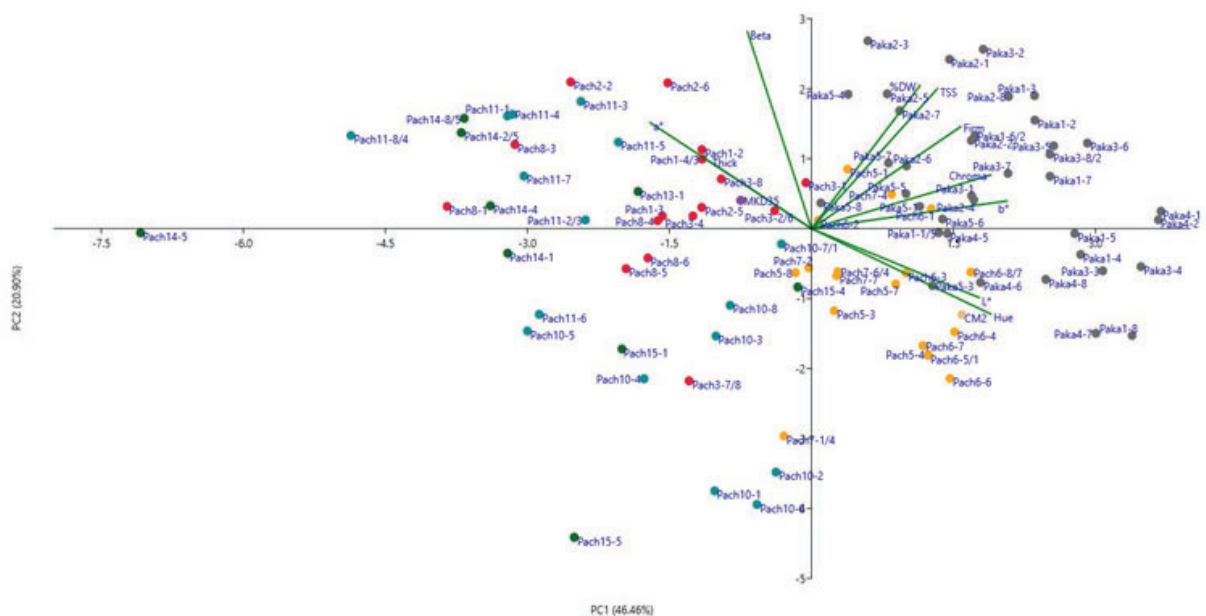


Figure 4 Principal component analysis (PCA) based on correlation matrix of ten fruit quality traits. (Red: F3-Pach1, 2, 3, 8 Yellow: F3-Pach5, 6, 7 Blue: F3-Pach10, 11 Green: F3-Pach13, 14, 15 Grey: F4-Paka1-5 Cream: CM2 and Purple: MKD35)

สรุป

ผักทองพันธุ์พื้นเมือง สามารถนำมาปรับปรุงพันธุ์ประชากรผักทอง ให้มีความหลากหลายด้านคุณภาพผลผลิต และพัฒนาผักทองให้มีสารเบต้าแคโรทีนสูงได้ โดยผักทองประชากร F3-Pach และ F4-Paka มีการกระจายตัวทำให้เกิดความหลากหลายของลักษณะสีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด เพอร์เซ็นต์น้ำหนักราก ความแน่นเนื้อ และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน จากการทดลองสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ผักทองได้ทั้งหมด 44 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนใกล้เคียงและสูงกว่าพันธุ์การค้าที่ทดสอบ รวมทั้งพัฒนาคุณภาพการบริโภคได้สูงขึ้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. รายงานสถานการณ์การเพาะปลูกผักทอง. 2561. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://production.doae.go.th/> (2 มีนาคม 2565).
- ชเนษฎี ม้าลำพอง. 2562. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 342 หน้า.
- นิธิกร อินทวารี, กมล เลิศรัตน์ และพลิง สุริหาร. 2557. การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 3 รอบเพื่อเพิ่มความต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลืองในประชากรแตงกวา. แก่นเกษตร 42(4): 473-480.
- ปณาลี ภูวกรกุลชัย. 2555. การประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของผักทองพันธุ์ผสมเปิดด้วย SRAP marker. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ประกาศิต ดวงพาเพ็ง, พลิง สุริหาร และกมล เลิศรัตน์. 2558. การตอบสนองต่อการคัดเลือก 2 วิธี

ของลักษณะเมล็ดในประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. แก่นเกษตร 43(4): 635-642.

ภูวไนย ไชยชุมภู. 2562. การเปรียบเทียบพันธุ์ผักทองลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ที่เหมาะสมต่อการแปรรูปและการประเมินคุณภาพผลในสองฤดูปลูก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 83 หน้า.

อัญมณี อาวูชานนท์ และปณาลี ภูวกรกุลชัย. 2559. การประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของผักทอง 29 สายพันธุ์ ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ AFLP. แก่นเกษตร 44 (2): 237-246.

อัญมณี อาวูชานนท์, พจนา สีมันตรา, บุปผา คงสมัย และธนัฐฐา พันธุ์เปรม. 2556. คุณภาพที่สำคัญบางประการของผลผักทอง 12 สายพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(3): 117-120.

อุทิศ สุภาพ. 2555. การใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีในการหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ผักทอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 108 หน้า

Harvey, W. J., G, D. Grant and J. P. Lammerink. 1997. Physical and sensory changes during the development and storage of buttercup squash. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25: 341-351.

Tanumihardjo, S. 2013. Carotenoids: Health effects. Encyclopedia of Human Nutrition 1: 292-297.

Nagata, M. and I, Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. Journal of the Japanese Society for Food Industry 39: 925-928.