

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อลักษณะผลของฟักทองสายพันธุ์แท้

Genotype environment interactions on fruit characteristics in pumpkin inbred lines

ธนวินท์ เกิดจรงค์¹, วริศรา แสนมี¹, วชิรญา อิมสabay¹ และ อัญมณี อาวูชานนท์^{1*}

Tanawin Kirdjongrak¹, Warisara Saenmee¹, Wachiraya Imsabai¹ and Anyamanee Auvuchanon^{1*}

Received: 17 July 2024 ; Revised: 2 September 2024 ; Accepted: 19 September 2024

บทคัดย่อ

การตอบสนองของพืชแต่ละสายพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกแตกต่างกันมีผลต่อลักษณะปรากฏและคุณภาพผลผลิต ดังนั้นจึงประเมินลักษณะผลฟักทองทั้งหมด 29 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์แท้ 24 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พื้นเมือง 3 สายพันธุ์และสายพันธุ์การค้า 2 สายพันธุ์ ปลูกในสองฤดูกาลระหว่างฤดูหนาวและฤดูฝน จากการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนจากสองฤดูกาล พบว่าลักษณะที่ทดสอบมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันในสองฤดูกาล จึงวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาลต่อลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อ ($P < 0.01$) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ พบว่าลักษณะของน้ำหนักและความหนาเนื้อได้รับอิทธิพลหลักจากฤดูกาล ในขณะที่ลักษณะความแน่นเนื้อได้รับอิทธิพลหลักจากพันธุกรรมและพบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาล นอกจากนี้ ลักษณะน้ำหนักผลมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับความหนาเนื้อทั้งในฤดูหนาวและฤดูฝน ($P < 0.01$) $r = 0.85^{**}$ และ $r = 0.83^{**}$ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle component analysis, PCA) บนพื้นฐาน correlation matrix สามารถอธิบายความแปรปรวนใน PC1 และ PC2 ได้เท่ากับ 56.2 และ 21.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบความหลากหลายของลักษณะผลฟักทอง ทำให้สามารถจำแนกฟักทองสายพันธุ์แท้ที่มีน้ำหนักผลและความหนาเนื้อสูงเทียบเท่าพันธุ์การค้า 10 สายพันธุ์ จำแนกกลุ่มสายพันธุ์แท้ที่มีความหนาเนื้อสูง 13 สายพันธุ์ จากการศึกษาครั้งนี้สามารถคัดเลือกสายพันธุ์แท้ที่มีความโดดเด่นของลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อ ได้แก่ สายพันธุ์แท้ RT4, RT15, RT4/RT10–3s–3s, Pach13–4s และ Paka2

คำสำคัญ: *Cucurbita moschata*, น้ำหนัก, ความหนาเนื้อ, ความแน่นเนื้อ, การปรับปรุงพันธุ์

Abstract

The response of different plant cultivars to different environmental conditions affects to phenotype and quality of production. A total of 29 pumpkin lines consisting of 24 inbred lines, 3 landraces, and 2 commercial varieties were evaluated. The plants were grown in two seasons that were winter and the rainy season. Homogeneity of variance from 2 seasons was tested. The result shows the variance is no different between the 2 seasons in all traits. Therefore, a combined analysis of variance was tested. There was interaction between lines and seasons that affected to fruit characteristics, fruit weight, flesh thickness, and flesh firmness ($P < 0.01$). Phenotypic variance indicated that the characteristics of weight and flesh thickness were affected by the season, while the major effect of flesh firmness character was genetic factors and the interaction between lines and seasons. Additionally, fruit weight had a significantly positive correlation with flesh thickness in both winter and rainy seasons ($P < 0.01$), with $r = 0.85^{**}$ and $r = 0.83^{**}$, respectively. Principal Component Analysis (PCA) based on the correlation matrix explained 56.2% of the variance in PC1 and 21.3% in PC2. This study found diversity of fruit characters of pumpkin lines and identified 10 inbred lines with high fruit weight and flesh thickness compared with commercial cultivars. Furthermore, 13 inbred lines were classified as having high flesh firmness. From this study, the outstanding inbred lines were selected for their traits in fruit weight, flesh thickness, and flesh firmness that were RT4, RT15, RT4/RT10–3s–3s, Pach13–4s, and Paka2.

Keywords: *Cucurbita moschata*, weight, thickness, firmness, breeding

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom

* Corresponding author: E-mail: agrana@ku.ac.th

บทนำ

ฟักทอง (*Cucurbita moschata*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย โดยในปี 2566 พบว่ามีพื้นที่การเพาะปลูก 23,436.10 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 49,714 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) เนื่องจากฟักทองมีสารสำคัญหลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินอี แมกนีเซียม และสารเบต้าแคโรทีน จากประโยชน์ของสารสำคัญเหล่านี้ทำให้ฟักทองถูกนำมาบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ รวมทั้งสารสกัดต่างๆ ที่มีประโยชน์และมูลค่าสูง (Zhou *et al.*, 2007) นอกจากนี้ ในการเลือกฟักทองของผู้บริโภคยังมีความต้องการฟักทองที่มีน้ำหนักผลและความแน่นเนื้อสูง แต่อย่างไรก็ตามฟักทองพันธุ์การค้าในประเทศไทยนั้น มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทั้งรูปทรง ผิวผลและเนื้อสัมผัส และจากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของฟักทองพันธุ์การค้าพบว่ามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมสูง (อัญมณี อวูชานนท์ และปณาลี ภูวกรกุลชัย, 2559)

โครงการปรับปรุงพันธุ์จึงมีวัตถุประสงค์หลักในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองเพื่อเพิ่มความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยใช้สายพันธุ์การค้าและพันธุ์พื้นเมืองที่รวบรวมจากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย (รัชชานนท์ ทองแผ่น และคณะ, 2562; วัชรวิศา แสนมี และคณะ, 2565) มาปรับปรุงพันธุ์ฟักทองเพื่อให้ได้ฟักทองสายพันธุ์แท้ (inbred line) ที่เกิดจากการคัดเลือกและผสมตัวเองซ้ำๆ ประมาณ 5–8 รุ่น อย่างไรก็ตามฟักทองสายพันธุ์แท้ที่ได้นั้นขาดข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพและลักษณะทางการเกษตรเนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นใหม่ นอกจากนี้ลักษณะปรากฏ (phenotype) อาทิ น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ ปริมาณสารพฤกษเคมีในฟักทองและพืชชนิดอื่นๆ มีการแปรเปลี่ยนขึ้นอยู่กับปัจจัยจากพันธุกรรมและปัจจัยจากสภาพแวดล้อม เช่น สายพันธุ์, พื้นที่ปลูก, ฤดูกาล และปีที่เพาะปลูก เป็นต้น รวมทั้งปัจจัยร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม โดยการศึกษาของ Kumar *et al.* (2022) พบว่าลักษณะความหนาเนื้อของฟักทอง 6 สายพันธุ์ที่เพาะปลูกใน 3 สถานที่ มีความหนาเนื้อมีความแปรปรวนระหว่าง 2.03–2.82 เซนติเมตร ซึ่งได้รับผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ในขณะที่น้ำหนักผลได้อิทธิพลหลักจากสภาพแวดล้อม ตรงข้ามกับการศึกษาของ Aragão *et al.* (2015) พบว่าความหนาเนื้อของเมล่อน 9 สายพันธุ์จากแหล่งปลูก 3 สถานที่ในช่วง 3 ปี ไม่ได้รับอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม นอกจากนี้การศึกษาปริมาณผลผลิตของฟักทอง (*Cucurbita pepo*) ในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย (108 มิลลิเมตร) และ อุณหภูมิสูง (28 องศาเซลเซียส) มีปริมาณผลผลิต ลดลงประมาณ 4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะปลูกในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนสูง (120 มิลลิเมตร) และอุณหภูมิต่ำ (27 องศาเซลเซียส) (Oloyede & Adebooye, 2013) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการปลูกประเมิน

ลักษณะของสายพันธุ์ฟักทองในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์สำหรับการเพาะปลูกให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมนั้น อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์ฟักทองเพื่อผลิตฟักทองสายพันธุ์ลูกผสม จำเป็นต้องพัฒนาสายพันธุ์แท้เพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งการทดสอบสายพันธุ์แท้ในหลายสภาพแวดล้อม และประเมินปฏิกริยาร่วมระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมเพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือกสายพันธุ์แท้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้ งานวิจัยด้านการประเมินสายพันธุ์แท้ฟักทองในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันยังมีไม่มากนัก

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ น้ำหนักผล, ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อของฟักทองสายพันธุ์แท้ที่ปลูกในฤดูกาลที่ต่างกัน ได้แก่ ฤดูหนาวและฤดูฝน เพื่อคัดเลือกฟักทองสายพันธุ์แท้ที่มีความดีเด่นของลักษณะทางสัณฐานวิทยา รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลต่อฟักทองสายพันธุ์แท้เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาฟักทองพันธุ์ลูกผสมต่อไป

การทดลอง

1. สายพันธุ์ฟักทองที่ใช้ในการศึกษา

ฟักทอง 29 สายพันธุ์ ประกอบด้วยสายพันธุ์ฟักทองแท้ 24 สายพันธุ์ พันธุ์ฟักทองพื้นเมือง 3 สายพันธุ์ซึ่งคัดเลือกมาจากฟักทองพื้นเมืองที่รวบรวมมาจากจังหวัด กาญจนบุรี นครปฐม และ เชียงใหม่ และฟักทองพันธุ์การค้า 2 พันธุ์

2. การทดสอบในสภาพแปลงปลูก

ทำการเพาะปลูกฟักทองทั้ง 29 สายพันธุ์ ในสองฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 และฤดูฝน ในช่วงเดือนมิถุนายนถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2565 ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (14.0285°N, 99.9722°E) โดยข้อมูลสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้น แสดงใน Table 1 (สถานีอุตุนิยมวิทยา นครปฐม, 2566)

เตรียมตัวอย่างก่อนทำการปลูกในแปลงทดลองโดยเพาะเมล็ดในถาดหลุมเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นย้ายปลูกลงแปลงทดลองขนาดกว้าง 1.2 เมตรและยาว 35 เมตร ซึ่งทำการคลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกคลุมแปลง ทำการปลูกด้วยวิธีการขึ้นค้ำ ระยะระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้นเท่ากับ 1 เมตร จำนวนสายพันธุ์ละ 8 ต้น ในระหว่าง การเพาะปลูกทำการให้น้ำวันละ 2 ครั้ง ได้แก่ ช่วงเช้าและเย็น และให้ปุ๋ยสูตร 16–16–16 สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุผลประมาณ 35–40 วันหลังดอกบาน ควบคุมการสังเกตดัชนีการเก็บเกี่ยวของฟักทอง ได้แก่ ผลขึ้นพล หนดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและขั้วผลไม่มีหนาม

3. การเก็บข้อมูล

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตฟักทอง ทำการบันทึกน้ำหนักผลจำนวน 6 ผลต่อสายพันธุ์ และประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ความหนาเนื้อด้วยเครื่องเวอร์เนียคาลิเปอร์ โดยวัดความหนาเนื้อของฟักทองที่ทำการผ่าครึ่งทั้งสองซีก และบันทึกผลในหน่วยมิลลิเมตร และความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Penetrometer, FACCHINI S.R.L. FT 327) ด้วยหัวกดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร วัดความแน่นเนื้อบริเวณกึ่งกลางของเนื้อฟักทองที่ทำการผ่าครึ่งทั้ง 2 ซีก โดยวัดซีกละ 2 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่วัดได้ในหน่วยกิโลกรัมไปทำการคำนวณความแน่นเนื้อในหน่วยนิวตันต่อตารางเซนติเมตร

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Random Desing, CRD) และจัดสิ่งทดลอง (treatment) แบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) เพื่อศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาล วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ของลักษณะต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Paleontological Statistics version 4.17 (Past 4.17)

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} คือ ค่าสังเกตสายพันธุ์ที่ i ฤดูกาลที่ j และซ้ำที่ k , μ คือ ค่าเฉลี่ยของประชากร, α_i คือ อิทธิพลของสายพันธุ์ที่ i , β_j คือ อิทธิพลของฤดูกาลที่ j , $\alpha\beta_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์ที่ i และฤดูกาลที่ j และ ε_{ijk} คือ ความผันแปรอันเนื่องมาจากสายพันธุ์ที่ i และฤดูกาลที่ j โดย i คือ สายพันธุ์ฟักทอง 29 สายพันธุ์, j คือ ฤดูฝนและฤดูหนาว และ k คือ จำนวนซ้ำ

วิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (Homogeneity of variance) จากการเปรียบเทียบค่า $F_{\max}$ ตามวิธี Hartley's $F_{\max}$ (ค่าผลหารระหว่าง mean square error ในแต่ละฤดูกาล) กับค่า F จากการเปิดตารางที่ df เท่ากับ 28 และ K เท่ากับ 2 (ฤดูหนาวและฝน) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.77 (ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01) หากค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากตารางแสดงว่าค่าความแปรปรวนในสองฤดูกาลไม่แตกต่างกัน (Hartley, 1950)

วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ (phenotypic variance) จากอิทธิพลของสายพันธุ์ ฤดูกาล และอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาล ในรูปของร้อยละ โดยใช้ค่า Mean Square ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) และองค์ประกอบหลัก (Principal component analysis, PCA) จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสัณฐานวิทยาในฟักทองทั้งสองฤดูกาลบนพื้นฐานของ Correlation matrix เพื่อศึกษาความหลากหลายของสายพันธุ์ฟักทองด้วยโปรแกรม Past 4.17

Table 1 Rainfall, temperature, and humidity during the cropping year in the rainy and winter seasons.

Season	Month	Rainfall (mm.)	Temperature (°C)		Humidity (%)	
			Min	Max	Max.	Min.
Winter	Nov. (2021)	66.8	23.9	31.4	95.8	63.1
	Dec. (2021)	9.2	19.5	29.7	93.1	51.6
	Jan. (2022)	10.6	19.6	32.6	96.8	49.3
	Feb. (2022)	39.8	22.2	32.5	95.4	56.1
	Mean	31.6	21.3	31.55	95.3	55.0
Rainy	Jun. (2022)	56.6	25.2	35.5	93.0	53.2
	Jul. (2022)	84.3	24.9	34.5	93.8	57.3
	Aug. (2022)	327.5	24.8	33.8	94.6	61.9
	Sep. (2022)	308.3	24.6	32.8	96.3	65.0
	Mean	194.2	24.88	34.15	94.4	59.3

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ลักษณะน้ำหนักผล, ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อของฟักทองที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ทั้ง 29 สายพันธุ์ แสดงใน Table 2 น้ำหนักผลฟักทองในฤดูหนาวมีค่าระหว่าง 334.7 ถึง 1,270.4 กรัม และในฤดูฝนมีค่าระหว่าง 426.7 ถึง 1,763.0 กรัม เมื่อทดสอบ ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนด้วย F_{max} มีค่าเท่ากับ 2.43 ซึ่งต่ำกว่าวิกฤต แสดงว่าความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักผลของฟักทองในสองฤดูกาลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงวิเคราะห์อิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาล และพบความแตกต่างทางสถิติของอิทธิพลร่วมของสายพันธุ์และสภาพแวดล้อมต่อลักษณะน้ำหนักผล ($P < 0.01$) แสดงใน Table 3 จากข้อมูลน้ำหนักผลของสายพันธุ์แท้ 29 สายพันธุ์ พบว่า ฟักทองส่วนใหญ่ให้น้ำหนักผลในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูหนาว มีเพียง 7 สายพันธุ์ ที่มีค่าน้ำหนักผลไม่แตกต่างกันทางสถิติในสองฤดูกาล ซึ่งเป็นฟักทองสายพันธุ์แท้ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ RT1, RT14, RT17, Pach13-2/3, Pach13-4s และ Paka2 รวมทั้งสายพันธุ์พื้นเมือง KAN1 โดยสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักผลสูงที่สุดในฤดูหนาวและฤดูฝนคือ สายพันธุ์ KPS(PW) (1,270.4 และ 1,763.0 กรัม ในฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ) ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์พื้นเมืองจากเชียงใหม่ CM1 และ KPS(PW) รวมทั้งมี น้ำหนักผลสูงกว่าพันธุ์การค้า KT และ TT ที่นำมาปลูกทดสอบในทั้งสองฤดูกาล โดยสายพันธุ์

KPS(PW) เป็นสายพันธุ์พื้นเมืองในจังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกเดียวกันกับการศึกษานี้ ทำให้มีการปรับตัวได้ดีกว่าสายพันธุ์อื่น แม้มีความแตกต่างของน้ำหนักผลทั้งสองฤดูกาล แต่ยังให้น้ำหนักผลสูง ส่วนสายพันธุ์ฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาให้น้ำหนักผลที่ดีแตกต่างจากสายพันธุ์อื่น และสภาพแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักผลคือ Paka2, Pach13-2/3 และ Pach13-4S อย่างไรก็ตาม น้ำหนักผลฟักทองสายพันธุ์แท้ได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลที่ปลูก โดยฟักทองที่ปลูกในฤดูหนาวมีขนาดผล 3 เกรด ตามมาตรฐานสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555) กล่าวคือ มีฟักทอง 9 สายพันธุ์ที่เป็นรหัสขนาด 8 โดยมีน้ำหนักผลต่ำกว่า 500 กรัม ฟักทอง 16 สายพันธุ์ มีขนาดเทียบเท่ารหัสขนาด 7 ซึ่งฟักทองกลุ่มนี้ มีขนาดอยู่ระหว่าง >500–1,000 กรัม และมีฟักทอง 4 สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักผลตามรหัสขนาด 6 คือน้ำหนักผล >1,000–1,500 กรัม อย่างไรก็ตาม ฟักทองที่ปลูกในฤดูฝนมีขนาดผลที่รหัสขนาด 8 เพียง 2 สายพันธุ์ รหัสขนาด 7 จำนวน 12 สายพันธุ์ และฟักทองสายพันธุ์แท้ 11 สายพันธุ์มีน้ำหนักผลที่รหัสขนาด 6 นอกจากนี้ มีฟักทองจำนวน 5 สายพันธุ์ ที่มีขนาดผลตามรหัสขนาด 5 คือ >1,500–2,000 กรัม ได้แก่ สายพันธุ์แท้ RT4 พันธุ์พื้นเมือง KPS(PW), CM1 และพันธุ์การค้า KT

Table 2 Weight, thickness, and firmness of 29 pumpkin lines in winter (WS) and rainy (RS) season

Code	Line	Weight (g.)		Thickness (mm.)		Firmness (N/cm ²)	
		WS	RS	WS	RS	WS	RS
RT1	Inbred line	385.8	495.5	12.2	13.9	481.1	613.7
RT3	Inbred line	608.8	1,307.8	17.4	23.2	309.4	344.6
RT4	Inbred line	997.3	1,543.5	21.1	24.5	448.6	526.6
RT7	Inbred line	692.8	1,262.2	17.0	21.2	403.1	392.7
RT8	Inbred line	851.7	1,174.0	13.7	19.3	384.9	315.9
RT9	Inbred line	401.5	755.0	12.3	16.5	499.3	480.5
RT10	Inbred line	334.7	675.3	12.8	16.5	475.9	537.4
RT14	Inbred line	429.5	526.5	10.8	14.0	600.7	527.9
RT15	Inbred line	750.8	1,054.2	14.8	20.9	460.3	582.5
RT17	Inbred line	608.2	776.7	15.3	17.6	553.9	585.1
Pach1-3/5	Inbred line	388.5	752.5	7.4	12.5	513.6	475.9
Pach1-4s	Inbred line	562.3	863.3	9.3	13.1	535.7	516.2
Pach1-5s	Inbred line	407.2	718.5	8.9	14.5	408.8	504.5
Pach1-7/8	Inbred line	573.3	859.7	10.6	16.0	486.3	395.3
Pach13-2/3	Inbred line	1003.2	1,087.7	22.0	20.7	369.3	524.0

Table 2 Weight, thickness, and firmness of 29 pumpkin lines in winter (WS) and rainy (RS) season (cont.)

Code	Line	Weight (g.)		Thickness (mm.)		Firmness (N/cm ²)	
		WS	RS	WS	RS	WS	RS
Pach13–3/6	Inbred line	831.3	1,085.3	21.1	21.3	375.8	403.1
Pach13–4s	Inbred line	825.7	1,012.2	18.1	22.0	486.3	598.1
Pach13–5/3	Inbred line	540.7	965.2	13.3	19.6	387.5	576.0
Pach14–1s	Inbred line	596.8	880.5	13.4	19.8	529.2	466.8
Paka1	Inbred line	861.0	1,196.8	12.3	14.4	469.4	509.7
Paka2	Inbred line	1,118.7	1,300.5	19.8	23.4	725.5	533.1
RT4/RT10–3s	Inbred line	409.2	1,002.0	9.2	20.0	578.6	495.4
RT4/RT10–5/1	Inbred line	470.4	871.8	11.0	20.0	558.6	469.6
RT4/RT10–3s–3s	Inbred line	758.5	1,303.0	16.3	30.0	565.6	440.8
KAN1	Landrace	488.0	426.7	12.6	13.4	472.0	447.3
KPS(PW)	Landrace	1,270.4	1,763.0	22.1	26.5	401.0	546.1
CM1	Landrace	1,248.8	1,544.0	22.9	28.5	577.3	444.7
TT	Commercial	565.5	820.4	12.6	16.8	486.3	390.1
KT	Commercial	690.7	1,501.5	17.4	23.7	516.2	610.4
Mean		678.3	1018.1	14.7	19.4	484.8	491.5
C.V. (%)		18.8	19.6	13.1	14.2	9.3	14.2
LSD _{GXE}		229.7		3.3		81.2	

Table 3 Analysis of Variance for weight, thickness, and firmness

Source	df	Weight		Thickness		Firmness	
		MS	P-value	MS	P-value	MS	P-value
Lines	28	730,232	<0.01	181	<0.01	51,895	<0.01
Season	1	7,799,430	<0.01	1,481	<0.01	2,047	0.4
Lines x Season	28	100,558	<0.01	25	<0.01	27,117	<0.01
Error		27,287		6		3,350	

ความหนาเนื้อของฟักทองในฤดูหนาวมีค่าอยู่ในช่วง 7.4 ถึง 22.9 มิลลิเมตร และในฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 12.5 ถึง 30.0 มิลลิเมตร เมื่อทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนด้วยค่า $F_{\max}$ เท่ากับ 2.0 โดยพบว่าความแปรปรวนของความหนาเนื้อในสองฤดูมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยลักษณะความหนาเนื้อได้รับผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์กับฤดูกาลมีค่า $P < 0.01$ พบว่าฟักทองส่วนใหญ่มีความหนาเนื้อในฤดูฝนมากกว่าฤดูหนาว โดยมีเพียง 7 สายพันธุ์ที่มีความหนาเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติในสองฤดูกาล ได้แก่ สายพันธุ์ RT1, RT14, RT17, Pach13–2/3, Pach13–3/6,

Paka2 และ KAN1 ลักษณะความหนาเนื้อเป็นไปในทำนองเดียวกับน้ำหนักผล กล่าวคือ ฟักทอง 7 สายพันธุ์ที่น้ำหนักผลไม่แตกต่างกันทางสถิติในสองฤดูกาล พบว่ามีความหนาเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อปลูกในสองฤดูกาลเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบฟักทองสายพันธุ์เท่ากับฟักทองพันธุ์การค้า TT และ KT พบว่าสายพันธุ์ฟักทองที่มีความหนาเนื้อมากกว่าพันธุ์การค้าเมื่อปลูกในฤดูหนาว คือ Pach13–2/3, Pach13–3/6, KPS(PW) และ CM1 ซึ่งพันธุ์การค้าทั้ง TT และ KT ที่ปลูกในฤดูฝนมีความหนาเนื้อสูงกว่าฟักทองจากฤดูหนาวเช่นกัน สายพันธุ์ที่มีความหนาเนื้อสูงกว่าพันธุ์การค้าทั้งสองสายพันธุ์ในฤดูกาลนี้

คือ สายพันธุ์แท้ RT4/RT10-3s-3s และ พันธุ์พื้นเมือง CM1 และยังพบว่า มีฟักทองจำนวน 9 สายพันธุ์ ที่มีความหนาเนื้อไม่แตกต่างจากฟักทองพันธุ์การค้า KT แม้ความหนาเนื้อของฟักทองสายพันธุ์เหล่านี้มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบจากการผลิตฟักทองสองฤดูกาล แต่มีฟักทองบางสายพันธุ์ที่มีความหนาเนื้อสูงยังคงแสดงลักษณะดังกล่าวทั้งสองฤดูกาล จึงเห็นได้ว่า หากเลือกสายพันธุ์ฟักทองที่มีความหนาเนื้อสูงจะยังคงให้ลักษณะความหนาเนื้อสูงแม้ปลูกต่างฤดูกาล

ความหนาเนื้อของฟักทองในฤดูหนาวมีค่าอยู่ในช่วง 309.4 ถึง 725.5 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และในฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 315.9 ถึง 613.7 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบ ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนด้วยค่า F_{max} เท่ากับ 2.38 พบว่าความแปรปรวนของความลักษณะความหนาเนื้อของฟักทองในสองฤดูกาลไม่แตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนต่อลักษณะความหนาเนื้อพบว่าความหนาเนื้อได้รับผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์กับฤดูกาลมีค่า $P < 0.01$ พบว่ามีฟักทอง 14 สายพันธุ์ที่มีค่าความหนาเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติในสองฤดูกาล ได้แก่ RT3, RT4, RT7, RT8, RT9, RT10, RT14, RT17, Pach1-2s-3/5, Pach1-2s-4s, Pach13-3/6, Pach14-1s, Paka1 และ KAN1 ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้น มีฟักทอง 13 จาก 14 สายพันธุ์ เป็นสายพันธุ์แท้ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มีความหนาเนื้อค่อนข้างคงที่ทั้งสองฤดูกาล ซึ่งต่างจากฟักทองพันธุ์การค้า TT และ KT และพันธุ์พื้นเมือง KPS(PW) และ CM1 ที่พบความแตกต่างของความหนาเนื้อเมื่อปลูกในฤดูกาลที่ต่างกัน จากการศึกษาพบว่า สายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์ มีความหนาเนื้อแตกต่างกันทางสถิติ โดยฟักทองสายพันธุ์แท้ 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝนมีความหนาเนื้อสูงกว่าฟักทองจากฤดูหนาว ในขณะที่มีฟักทองอีก 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในฤดูฝนมีความหนาเนื้อต่ำกว่าฟักทองจากฤดูหนาว ซึ่งความหนาเนื้อเป็นลักษณะสำคัญในการคัดเลือกฟักทองเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อสัมผัสความนุ่มหรือความแข็งของเนื้อฟักทอง (Martínez-Valdivieso *et al.*, 2015) เมื่อเปรียบเทียบความหนาเนื้อระหว่างสายพันธุ์การค้า ได้แก่ KT และ TT ที่มีค่าความหนาเนื้อตามความต้องการของตลาดกับสายพันธุ์แท้พบว่ามี 6 สายพันธุ์ที่มีความหนาเนื้อไม่แตกต่างจากสายพันธุ์การค้า ได้แก่ RT1, RT4, RT10, RT15, RT17 และ Pach13-1s-4s จากการศึกษาครั้งนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์กับฤดูกาลต่อลักษณะที่ทำการศึกษาร่วมกับงานวิจัยในเมล่อนที่เพาะปลูกในปีที่แตกต่างกัน พบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์กับปีที่เพาะปลูกมีผลต่อ

น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Guimarães *et al.*, 2016) รวมทั้งพบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์กับสถานที่เพาะปลูกต่อน้ำหนักผลผลิตในข้าวโพด (Nzuve *et al.*, 2013) จากการประเมินพบฟักทองที่มีความโดดเด่น 3 สายพันธุ์ ได้แก่ RT14, RT17 และสายพันธุ์พื้นเมือง KAN1 เนื่องจากมีลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อและความหนาเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติในสองฤดูกาล จึงเป็นสายพันธุ์ที่สามารถปลูกและให้ผลผลิตได้ดีในทั้งฤดูหนาวและฤดูฝน

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนต่อลักษณะที่ปรากฏ แสดงใน Figure 1 พบว่าน้ำหนักผลและความหนาเนื้อได้รับอิทธิพลหลักมาจากฤดูกาล มีค่าเท่ากับร้อยละ 90.1 และ 84.5 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของหน้าของ Kuslu *et al.* (2014) ประเมินปริมาณผลผลิตของฟักทอง (summer squash) เมื่อให้น้ำที่ระดับต่างกัน (300, 400 และ 500 มิลลิเมตร) พบว่าปริมาณผลผลิตมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำ โดยสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้พบว่าในฤดูฝนฟักทองได้รับน้ำในปริมาณมาก ทำให้น้ำหนักผลและความหนาเนื้อมีความมากกว่าในฤดูหนาว ในขณะที่ลักษณะความหนาเนื้อได้รับอิทธิพลหลักมาจากสายพันธุ์ร้อยละ 61.5 และอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาลมีค่าเท่ากับร้อยละ 32.1 จึงเห็นได้ว่า พันธุกรรมเป็นปัจจัยหลักต่อลักษณะความหนาเนื้อ ส่วนสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อความหนาเนื้อเพียงร้อยละ 2.4 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bang *et al.* (2004) พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อลักษณะความหนาเนื้อและคุณภาพผลของแตงโมอาทิ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด และปริมาณสารไลโคปีน ขึ้นอยู่กับปัจจัยของพันธุกรรม มากกว่าปัจจัยของสภาพแวดล้อมหรือปริมาณของน้ำที่ให้น้ำในการเพาะปลูก

จากข้อมูลน้ำหนักผล ความหนาเนื้อและความหนาเนื้อของฟักทองที่เพาะปลูกในสองฤดูกาล สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการปลูก โดยเพาะปลูกฟักทองในช่วงฤดูฝนเพื่อให้ได้น้ำหนักผลและความหนาเนื้อสูง หรือเลือกเพาะปลูกสายพันธุ์ Pach13-2/3, Pach13-4s และ Paka2 ที่ให้น้ำหนักผลและความหนาเนื้อสูงทั้งสองฤดูกาล รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลสำหรับคัดเลือกสายพันธุ์ให้เหมาะสมต่อฤดูกาลที่เพาะปลูกเพื่อให้มีความหนาเนื้อสูง โดยสายพันธุ์ Pach1-7/8, Paka2RT4/RT10-3s, RT4/RT10-5/1, RT4/RT10-3s-3s ควรปลูกในฤดูหนาว ในขณะที่สายพันธุ์ RT1, RT15, Pach1-5s, Pach13-2/3, Pach13-4s, และ Pach13-5/3 ควรปลูกในช่วงฤดูฝนเพื่อให้ได้ความหนาเนื้อสูง

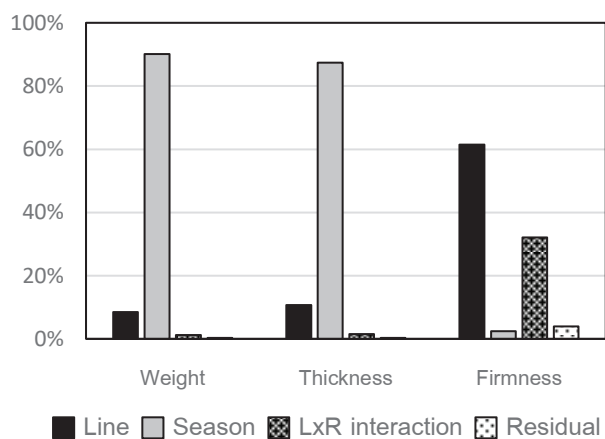


Figure 1 Percent Phenotypic Variance explained

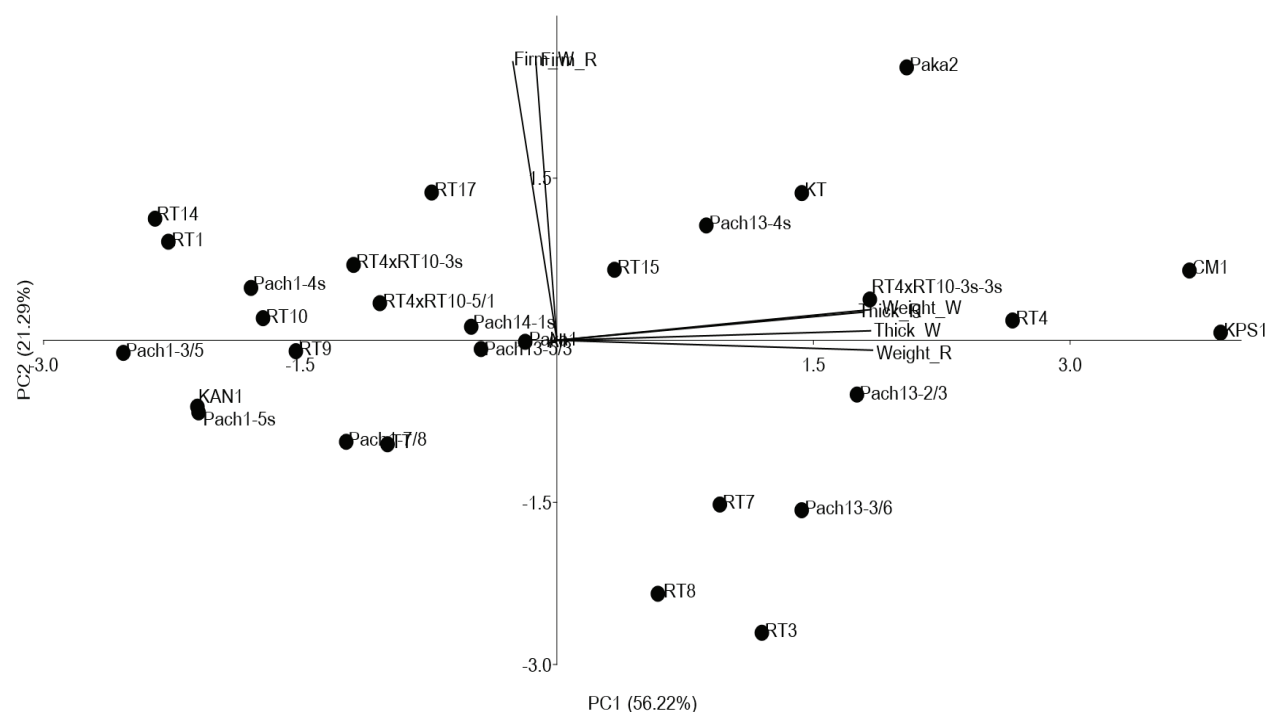
จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อในแต่ละฤดูการ แสดงใน Table 4 พบว่าลักษณะของน้ำหนักผลในสองฤดูการมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันโดยมีค่า r เท่ากับ 0.82 หมายความว่า สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักผลสูง เมื่อปลูกในสองฤดูการยังมีน้ำหนักผลในอันดับ (ranking) ที่สูงทั้งสองฤดูการ และความหนาเนื้อในสองฤดูการมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันมีค่า r เท่ากับ 0.78 รวมทั้งพบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักผลกับความหนาเนื้อในแต่ละฤดูการมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันโดยมีค่า r เท่ากับ 0.85 และ 0.83 ในฤดูหนาวและฤดูฝน ตามลำดับ ส่วนความแน่นเนื้อไม่พบความสัมพันธ์ในสองฤดูการ ($r = 0.28$) เนื่องจากความแน่นเนื้อได้รับอิทธิพลของพันธุกรรมเป็นหลัก และยังได้รับอิทธิพลระหว่างสายพันธุ์กับฤดูการ (Figure 1) เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) บนพื้นฐานของ correlation matrix แสดงใน Figure 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 77.51 โดย PC1 และ PC2 อธิบายความแปรปรวนได้เท่ากับร้อยละ 56.22 และ 21.29 ตามลำดับ ใน PC1 แสดงในแกน X ของ Figure 2 บ่งบอกความแปรปรวนของลักษณะน้ำหนักผลและความหนาเนื้อในสองฤดูการ ในส่วนของ PC2 แสดงในแกน Y บ่งบอกความแปรปรวนของลักษณะความแน่นเนื้อในสองฤดูการ จากการวิเคราะห์พบความสัมพันธ์ของลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อในสองฤดูการมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยการวิเคราะห์ PCA แสดงความหลากหลายของสายพันธุ์ฟักทองที่ทำการศึกษานี้ใน Figure 2 และสามารถจำแนกกลุ่มของสายพันธุ์ตามน้ำหนักผลและความหนาเนื้อ

ได้ ดังนี้ ฟักทองที่มีน้ำหนักผลและความหนาเนื้อน้อย อยู่ในบริเวณ Quadrant ที่ 2 และ 3 (แกนลบของ PC1) จำนวน 16 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ RT1, RT9, RT10, RT14, RT17, Pach1-3/5, Pach1-4s, Pach1-5s, Pach1-7/8, Pach13-5/3, Pach14-1s, Paka1, RT4/RT10-3s, RT4/RT10-5/1, สายพันธุ์การค้า TT และสายพันธุ์พื้นเมือง KAN1 ส่วนสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักผลและความหนาเนื้อมาก จำนวน 13 สายพันธุ์กระจายตัวอยู่ใน Quadrant ที่ 1 และ 4 (แกนบวกของ PC1) ได้แก่ สายพันธุ์แท้ Pach13-4s, Pach13-2/3, Pach13-3/6, RT3, RT4, RT7, RT8, RT15, RT4/RT10-3s-3s, Paka2, สายพันธุ์การค้า KT และสายพันธุ์พื้นเมือง CM1 และ KPS1 (PW) รวมทั้งสามารถจำแนกสายพันธุ์ที่มีความแน่นเนื้อสูงและต่ำตามแกน PC2 โดยหากสายพันธุ์อยู่ใน Quadrant ที่ 1 และ 2 (แกนบวกของ PC2) จะมีความแน่นเนื้อสูง ได้แก่ สายพันธุ์ RT1, RT4, RT10, RT14, RT15, RT17, RT4/RT10-3s, RT4/RT10-3s-3s, RT4/RT10-5/1, Pach1-4s, Pach13-4s, Pach14-1s, Paka2, KT, CM1 และ KPS1(PW) ส่วนสายพันธุ์ฟักทองที่ถูกจัดอยู่ในแกนลบของ PC2 จะมีค่าความแน่นเนื้อต่ำมีจำนวน 13 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ RT3, RT7, RT8, RT9, Pach1-3/5, Pach1-5s, Pach1-7/8, Pach13-2/3, Pach13-3/6, Pach13-5/3, Paka1, KAN1 และ TT จากการวิเคราะห์พบว่าสายพันธุ์พื้นเมือง CM1 และ KPS(PW) ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองจากจังหวัดเชียงใหม่และนครปฐมมีการกระจายตัวแยกออกจากสายพันธุ์อื่นอย่างชัดเจน เนื่องจากมีน้ำหนักผลและความหนาเนื้อสูงในทั้งสองฤดูการ นอกจากนั้นพบสายพันธุ์แท้ที่มีความโดดเด่นของน้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อสูง มีทั้งหมด 5 สายพันธุ์ ได้แก่ RT4, RT15, RT4/RT10-3s-3s, Pach13-4s และ Paka2 แสดงใน Quadrant ที่ 1 และอยู่ในกลุ่มเดียวกับพันธุ์การค้า KT โดยทั้ง 5 สายพันธุ์นี้มีน้ำหนักผลอยู่ใน รหัสที่ 6 (1-1.5 กิโลกรัม) รวมทั้งมีความแน่นเนื้อมากกว่าค่าเฉลี่ยของฟักทองทั้งหมดที่ทำการศึกษา โดยสายพันธุ์ Paka2 มีน้ำหนักผล, ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อสูงแตกต่างจากกลุ่มของสายพันธุ์อื่นที่ทำการศึกษา รวมทั้ง สายพันธุ์ RT4 มีน้ำหนักผลและความหนาเนื้อในสองฤดูการสูงใกล้เคียงกับกลุ่มของสายพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ดังกล่าวนี้สำหรับการเป็นพ่อหรือแม่ในการสร้างสายพันธุ์ลูกผสมเพื่อเพิ่มลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อในฟักทองต่อไป

Table 4 Principal Component Analysis (PCA) and correlation coefficients of weight, thickness, and firmness of 29 pumpkin lines in the winter (W) and rainy (S) seasons

PC	Eigenvalue	% variance	Correlation Coefficient				
			Weight_W	Weight_R	Thickness_W	Thickness_R	Firmness_W
1	3.37	56.22	Weight_W				
2	1.28	21.29	Weight_R	0.82**			
3	0.76	12.64	Thickness_W	0.85**	0.73**		
4	0.31	5.18	Thickness_R	0.70**	0.83**	0.78**	
5	0.23	3.88	Firmness_W	-0.03 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	-0.18 ^{ns}	0.02 ^{ns}
6	0.05	0.80	Firmness_R	-0.01 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.06 ^{ns}

ns = non-significantly different, * = significantly different at $P < 0.05$, ** = significantly different at $P < 0.01$

**Figure 2** Principal component analysis base on correlation matrix of 29 pumpkin lines

อย่างไรก็ตามฟักทองสายพันธุ์ส่วนใหญ่มีน้ำหนักและความหนาเนื้อน้อยโดยมีการกระจายตัวอยู่ใน Quadrant ที่ 2 และ 3 โดยน่าจะเกิดจากความถดถอยทางพันธุกรรม (genetic depression) เมื่อมีการผสมตัวเองหลายรุ่นจากการปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์แท้ (Cardoso, 2004) รวมทั้งจากการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ก่อนหน้ามีวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มลักษณะของปริมาณสารเบต้าแคโรทีน (วรศรา แสนมี และคณะ, 2565) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง (รัชชานนท์ ทองแผ่น และคณะ, 2562) โดยไม่ได้คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะของน้ำหนักผล ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อสูง อย่างไรก็ตาม ในการศึกษา

ครั้งนี้ สามารถคัดสายพันธุ์ที่มีความแน่นเนื้อสูงได้ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวควบคุมด้วยพันธุกรรมเป็นหลัก รวมถึงได้สายพันธุ์แท้ที่ผลขนาดกลางและมีความหนาเนื้อที่ดีเทียบเท่าพันธุ์การค้า สายพันธุ์แท้ที่มีความโดดเด่นของลักษณะน้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อ อาทิ สายพันธุ์ RT4, Pach13-2/3 และ Paka2 สายพันธุ์เหล่านี้สามารถคัดเลือกเพื่อนำไปใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในการพัฒนาสายพันธุ์ลูกผสม

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ฟักทองสายพันธุ์แท้จากการปรับปรุงพันธุ์มีความหลากหลายของน้ำหนักผล ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อ

จากการประเมินในสองฤดูกาลพบว่า น้ำหนักผลและความหนาเนื้อได้รับอิทธิพลอย่างมากจากฤดูกาล โดยในฤดูฝนมีค่าน้ำหนักผลและความหนาเนื้อมากกว่าฤดูหนาว อย่างไรก็ตามความแน่นเนื้อในฟักทองขึ้นอยู่กับสายพันธุ์เป็นหลักและยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และฤดูกาล โดยในการศึกษานี้มีฟักทอง 3 สายพันธุ์ที่มีลักษณะที่ประเมินไม่แตกต่างกันในทั้งสองฤดูกาล ได้แก่ RT14 RT17 และ KAN1 จากการวิเคราะห์ Principle component analysis สามารถจำแนกสายพันธุ์ฟักทองที่ผลมีน้ำหนักมาก ความหนาเนื้อสูงและความแน่นเนื้อสูงได้ รวมทั้งสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความโดดเด่นของน้ำหนักผล ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อได้แก่ สายพันธุ์ RT4, RT15, RT4/RT10-3s-3s, Pach13-4s และ Paka2 ซึ่งสามารถใช้สำหรับการพัฒนาฟักทองสายพันธุ์ลูกผสมที่มีปริมาณผลผลิตและความแน่นเนื้อสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ FF (KU) 1.64 สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัยและภาควิชาชีพสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สำหรับสถานที่ รวมทั้งอุปกรณ์สำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2566, 20 ธันวาคม). รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืชอายุสั้น ชนิดฟักทองทั่วประเทศ. <http://production.doae.go.th/>

รัชชานนท์ ทองแผ่น, วรลักษณ์ ประยูรมหิธร และ อัญมณี อาวุชานนท์. (2562). การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองเพื่อพัฒนาฟักทองสายพันธุ์แท้ที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 37(4), 619–626.

วิศรา แสนมี, ณัฐกร สกกุลเพ็ชร, รัชชานนท์ ทองแผ่น และ อัญมณี อาวุชานนท์. (2565). การประเมินคุณภาพผลและสารเบต้าแคโรทีนในประชากรฟักทอง F3–Pach และ P4–Paka ที่พัฒนามาจากฟักทองพันธุ์พื้นเมือง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ*, 5(2), 38–47.

สถานีอุตุนิยมวิทยา นครปฐม. (2566). ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาการเกษตร 2565–2566. กรมอุตุนิยมวิทยา.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (มกอช.). (2555). มาตรฐานสินค้าเกษตรฟักทอง. <https://www.acfs.go.th/standard/download/PUMPKIN.pdf>

อัญมณี อาวุชานนท์ และปณาลี ภูวกรกุลชัย. (2559). การประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของฟักทองไทย 29 สายพันธุ์ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ AFLP. *วารสารแก่นเกษตร*, 44(2), 237–246.

Aragão, F. A. S. D., Nunes, G. H. D. S., & Queiróz, M. A. D. (2015). Genotype x environment interaction of melon families based on fruit quality traits. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 15, 79–86.

Bang, H., Daniel, I. L., David A. B. & Kevin, C. (2004). Deficit irrigation impact on lycopene, soluble solids, firmness and yield of diploid and triploid watermelon in three distinct environments. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79(6), 885–890.

Cardoso A. I. I. (2004). Depression by inbreeding after four successive self-pollination squash generations. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*, 61(2), 224–227.

Guimarães, I. P., Dovalle, J. C., Antônio, R. P., Aragão, F. A. S. D., & Nunes, G. H. D. S. (2016). Interference of genotype by environment interaction in the selection of inbred lines of yellow melon in an agricultural center in Mossoró-Assu, Brazil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38(1), 51–59.

Hartley, H. O. (1950). The Maximum F–Ratio as a Short–Cut Test for Heterogeneity of Variance. *Biometrika*, 37, 308–312.

Kumar, V., Mishra, D. P., Yadav, G. C., Singh, D. K., & Tiwari, A. (2022). Genotype× environment interaction and stability analysis for yield and biochemical traits in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.). *Vegetable Science*, 49(2), 145–155.

Kuslu, Y., Sahin, U., Kiziloglu, F. M., & Memis, S. (2014). Fruit Yield and Quality, and Irrigation Water Use Efficiency of Summer Squash Drip–Irrigated with Different Irrigation Quantities in a Semi–Arid Agricultural Area. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(11), 2518–2526.

Martínez–Valdivieso, D., Pedro, G., Rafael, F., Angeles, A. M., & Mercedes, D. R. C. (2015). Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. *LWT–Food Science and Technology*, 64, 1225–1233.

- Nzuve, F., Githiri, S., Mukunya, D. M., & Gethi, J. (2013). Analysis of genotype x environment interaction for grain yield in maize hybrids. *Journal of Agricultural Science*, 5(11), 78–85.
- Oloyede, F., & Adebooye, O. C. (2013). Effect of planting date on the yield and proximate composition of pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn.) fruit. *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(1), 174-181.
- Zhou T., Q. Kong, J., Huang. R., Dai, & Quanhong, L. (2007). Characterization of nutritional components and utilization of pumpkin. *Food*, 1(2), 313–321.