

การคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองพื้นเมืองแบบสกัดสายพันธุ์ และจัดบันทึกประวัติเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพสูง

Selection of Local Pumpkin Varieties by Inbred Line Selection and Pedigree Method for High Yield and Quality

จานุลักษณ์ ขนบดี¹- ภัทรภรณ์ ศรีสมรรถการ² และ พรพนา จินาวงค์²
Chanulak Khanobdee¹, Pattharaporn Srisamatthakarn² and Pornpana Jinawong²

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 98 หมู่ 8 ต. ป่าป๋อง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220

¹ Research and Development Institute, Rajamangala University of Technology Lanna,
98 Moo 8, Papong, Doi Saket, Chiang Mai 50220, Thailand

² สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 202 ต. พิชัย อ. เมือง จ. ลำปาง 52000

² Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna,
202 Pichai, Mueang, Lampang 52000, Thailand

*Corresponding author: Email: januluk@yahoo.com

(Received: 22 April 2024; Accepted: 29 January 2025)

Abstract: The heirloom cultivars of pumpkin in Thailand are diverse and valuable for conservation and utilization. Selection of lines for the creation of hybrids is a method of use in the seed industry. The objective of this study was to select the 4th and 5th generations of local pumpkin lines, which were selected by inbred line selection and pedigree methods. Thirty-one lines of the 4th and 5th generations and seventeen lines of 4th and 5th generations of PKT/CMO439 pedigree method lines and 9 standard cultivars were grown to determine for yield, yield components, and quality using RCB design with 3 blocks during October 2022 to April 2023. The results showed the significant differences of all traits except harvesting period. In the evaluation, 13 lines with yields per rai and fruit weight of more than 1.4 tons and 1.7 kg, 21 varieties with a solid content of more than 20.0%, and 5 varieties with a raw pulp total soluble solid content of more than 11.0% were selected. By the independent culling selection was able to select 15 lines from inbred line selection and the pedigree method of 7 and 8 lines, respectively. The selected lines from inbred line selection had higher qualities than the selected lines from the pedigree method. Those qualities included solid content equal to 20.6 and 19.2%. The total soluble solid contents of raw and cooked flesh were 10.1 and 8.0 with 11.1 and 8.7%, respectively. The selected lines can be tested for combining ability in order to select high yield and quality crosses for creating hybrids that are suitable for the seed industry.

Keywords: Pumpkin, *Cucurbita moschata* Duch. ex Poir, plant breeding, yield, quality

บทคัดย่อ: พักทองพันธุ์พื้นเมืองของไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรม และมีคุณค่าแก่การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ การคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อการสร้างพันธุ์ลูกผสมเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์พักทองพันธุ์พื้นเมืองแบบสกัดสายพันธุ์และจดบันทึกประวัติชั่วที่ 4 และ 5 จำนวน 31 สายพันธุ์ และ 17 สายพันธุ์ จากการคัดเลือกแบบจดบันทึกประวัติของคู่ผสม PKT/CMO439 ชั่วที่ 4 และ 5 ร่วมกับพันธุ์มาตรฐาน 9 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 บล็อก ระหว่าง ตุลาคม 2565 ถึง เมษายน 2566 พบว่า ลักษณะผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต และลักษณะคุณภาพทางกายภาพ และเคมีทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว การประเมินคัดเลือก 13 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตต่อไร่และน้ำหนักผลมากกว่า 1.4 ตัน และ 1.7 กิโลกรัม และพบว่ามีจำนวน 21 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณของแข็งมากกว่า ร้อยละ 20.0 และ 5 สายพันธุ์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบมากกว่า ร้อยละ 11.0 การคัดเลือกอย่างอิสระ (independent culling selection) สามารถคัดเลือกได้ 15 สายพันธุ์ จากการสกัดสายพันธุ์และแบบจดบันทึกประวัติ จำนวน 7 และ 8 สายพันธุ์ ตามลำดับ พบว่า สายพันธุ์จากการสกัดมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพมากกว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือกแบบจดบันทึกประวัติ ได้แก่ ปริมาณของแข็ง เท่ากับ ร้อยละ 20.6 และ 19.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและเนื้อแข็งสุกเท่ากับ ร้อยละ 10.1 และ 8.0 กับ ร้อยละ 11.1 และ 8.7 ตามลำดับ สายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกสามารถนำไปทดสอบสมรรถนะการผสม เพื่อคัดเลือกคู่ผสมที่ให้ผลผลิตและคุณภาพสูงสำหรับสร้างเป็นพันธุ์ลูกผสมที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ต่อไป

คำสำคัญ: พักทอง การปรับปรุงพันธุ์พืช ผลผลิต คุณภาพ

คำนำ

พักทองเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติและพบการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมน้อย ลักษณะความดีเด่นเหนือพ่อแม่ระหว่าง ร้อยละ 40-44 (Wehner, 1999) การปรับปรุงพันธุ์พักทองนิยมการคัดเลือกพันธุ์โดยสกัดสายพันธุ์แท้ (inbred line selection) หรือการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) การคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่ต้องการและผสมตัวเองรุ่นต่อรุ่นจนได้สายพันธุ์แท้ จากนั้นนำไปสร้างเป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (single cross) พันธุ์การค้าไม่นิยมผลิตเป็นพันธุ์ลูกผสมสามทางหรือลูกผสมคู่ ส่วนการปรับปรุงพันธุ์แบบบันทึกประวัติ (pedigree method) และคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) สามารถเพิ่มความสม่ำเสมอให้ประชากรของพันธุ์ผสมปล่อย และสามารถใช้วิธีผสมกลับ (back cross) กับพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่มีลักษณะดี โดยทั่วไปแล้วลักษณะที่เป็นวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์พักทอง ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสูง การแสดงดอกเพศเมียสูง (gynoeceous type) การทดสอบพันธุ์ในระยะแรก ๆ มักจะใช้วิธีคัดด้วยสายตา

ในลักษณะที่มองเห็นได้ เช่น ลักษณะผลและสีผล สม่ำเสมอ ต้านทานต่อโรคและแมลง เป็นต้น ตลาดของพักทองให้ความสำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพการบริโภคที่สม่ำเสมอ พันธุ์ลูกผสมที่มีคุณภาพการบริโภคสูง รสชาติเนื้อเหนียวและหวาน ปริมาณของแข็งสูงและสีเนื้อสีเข้ม ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูง ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของโลก (Khanobdee, 2020; Paris, 2016) การศึกษายืนยันที่ควบคุมลักษณะเศรษฐกิจของพักทองจำนวน 173 ลักษณะ และมี 30 ยีน ซึ่งควบคุมลักษณะสารพฤกษเคมี (Paris and Padley, 2014) การถ่ายทอดพันธุกรรมของสารพฤกษเคมี เช่น ปริมาณของแข็ง แคโรทีนอยด์ วิตามินซี แคลเซียม และเหล็ก เป็นยีนแบบข่ม (over dominance) จึงทำให้การใช้ประโยชน์ความดีเด่นเหนือพ่อแม่เพื่อพัฒนาพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าชัดเจนยิ่งขึ้น (Sirohi and Yayasani, 2001) ทั้งนี้ ลักษณะเชิงปริมาณ เช่น ผลผลิต ขนาดผล ปริมาณของแข็ง การประเมินพันธุ์ต้องทำหลายสภาพแวดล้อม สถานที่ ฤดูกาล และทำซ้ำเพื่อพิจารณาการปรับตัวของพันธุ์ (Loy, 2012)

การสร้างสายพันธุ์โดยการสกัดสายพันธุ์เป็นวิธีการผสมพันธุ์ระหว่างต้นพืชที่เกี่ยวข้องเป็นเครือญาติกันหรือบรรพบุรุษร่วมกัน โดยใช้วิธีการผสมเลือดชิดและวิธีการผสมตัวเอง (selfing) เป็นวิธีที่นิยมที่สุดเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการขจัดยีนแฝงซึ่งควบคุมลักษณะที่ไม่ต้องการออกไป สามารถเพิ่มความถี่ของยีนและเพิ่มระดับความคงตัวของพันธุ์กรรมของยีนที่ดีในการคัดเลือกแต่ละชั่ว (Sleper and Poehlman, 2006) หรือการคัดเลือกพันธุ์ภายหลังการผสมพันธุ์ เช่น การคัดเลือกแบบจัดบันทึกประวัติ ซึ่งการคัดเลือกลักษณะทางคุณภาพสามารถคัดเลือกได้ในชั่วต้น ๆ แต่ถ้าเป็นลักษณะเชิงปริมาณต้องรอคัดเลือกในชั่วหลัง ๆ จึงจะได้ผล เพื่อให้พืชมีความคงตัวของพันธุ์กรรมสูงสุดก่อน ซึ่งจะอยู่ในชั่วที่ 6 ถึง 7 เป็นต้นไป (Khanobdee, 2020) Khanobdee *et al.* (2022a) รวบรวมเชื้อพันธุ์กรรมฟักทองพันธุ์พืชมรดกตกทอด “พันธุ์ไข่นา” ณ จ. น่าน ระหว่างตุลาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2564 จำนวน 110 สายพันธุ์ พบว่า น้ำหนักผลน้อยกว่า 4.0 กิโลกรัม จำนวน ร้อยละ 87.7 ผลกลมหรือยาวปานกลาง ร้อยละ 67.9 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละ 16.7 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อสดและเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 11.1 และ 10.9 ตามลำดับ ต่อมา Khanobdee *et al.* (2024) ประเมินความหลากหลายทางพันธุ์กรรมลักษณะพิเศษเคมีของเชื้อพันธุ์กรรมฟักทองพันธุ์พืชมรดกตกทอด “พันธุ์ไข่นา” รวบรวมจาก จ. น่าน จำนวน 100 สายพันธุ์ ระหว่างตุลาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2564 และคัดเลือกสายพันธุ์ ชั่วที่ 1 พบว่า ปริมาณของแข็งของกลุ่มเริ่มต้นและประเมินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 17.0 และ 14.7 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 11.0 และ 10.8 กับ 11.2 และ 11.5 Khanobdee *et al.* (2022b) รายงานการคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทอง ชั่วที่ 2 คัดเลือกสายพันธุ์ CM0420-1-1 ซึ่งมีน้ำหนักผลสูงที่สุดเท่ากับ 3.1 กิโลกรัม ผลกลมหรือผลยาวปานกลาง ปริมาณของแข็ง ร้อยละ 18.9 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 13.4 และ 14.1 ตามลำดับ และคัดเลือกและประเมินพันธุ์ไข่นา ชั่วที่ 3 จำนวน 2 ฤดูกาล พบว่า

คุณภาพทางเคมีและกายภาพของฟักทองในฤดูที่ 2 มีค่าสูงกว่าฤดูที่ 1 โดยมีปริมาณของแข็งร้อยละ 18.1 และ 16.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 14.7 และ 9.1 กับ 14.8 และ 8.6 ตามลำดับ พันธุ์ไข่นาให้ผลผลิตต่อไร่และน้ำหนักผลมากกว่าพันธุ์มาตรฐาน 1 และ 2 เท่ากับ 1.5, 1.1 และ 0.8 ตัน กับ 2.9, 2.1 และ 2.2 กิโลกรัม ตามลำดับ

การคัดเลือกอย่างอิสระ (independent culling level) มีหลักการคัดเลือกตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ หากพันธุ์ใดที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานจะถูกคัดทิ้งไป วิธีการทำงานแต่จะซับซ้อนเมื่อมีการพิจารณาลักษณะต่าง ๆ มากขึ้น และหากมีความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างลักษณะต่าง ๆ จึงควรพิจารณาลักษณะที่สำคัญบางประการ (Bernardo, 2010) Seangngern *et al.* (2012) ใช้วิธีการดังกล่าวในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดไร่ กำหนดลักษณะในการคัดเลือกโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยและสหสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ คะแนนความเป็นโรคใบไหม้แผลใหญ่และน้ำหนักเมล็ดต่อไร่ กำหนดความเข้มข้นของการคัดเลือก (selection intensity) ร้อยละ 21 คัดเลือกได้ 4 พันธุ์ จากทั้งหมด 20 พันธุ์

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองพื้นเมือง 2 วิธี คือ การคัดเลือกพันธุ์แท้ และการคัดเลือกแบบจัดบันทึกประวัติ เพื่อสร้างสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพสูงสำหรับพัฒนาเป็นพันธุ์ลูกผสมเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การรวบรวมเชื้อพันธุ์กรรมฟักทองซึ่งเป็นพันธุ์พืชมรดกตกทอด “พันธุ์ไข่นา” จากแปลงเกษตรกร ณ จ. น่าน ระหว่างตุลาคม 2562 ถึง ตุลาคม 2564 จำนวน 110 สายพันธุ์ (Khanobdee *et al.*, 2022a) จากนั้นปรับปรุงพันธุ์ 2 วิธี คือ การสกัดสายพันธุ์ ชั่วที่ 4 และ 5 จำนวน 31 สายพันธุ์ และการคัดเลือกแบบจัดบันทึกประวัติ ระหว่างคู่ผสม PKT/CMO439 ซึ่งเป็นคู่ผสมระหว่างพันธุ์การค้ากับพันธุ์พื้นเมืองที่มีศักยภาพ

คัดเลือกถึง ช่วงที่ 4 และ 5 จำนวน 17 สายพันธุ์ ดำเนินการประเมินผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตร่วมกับพันธุ์มาตรฐานซึ่งเป็นพันธุ์การค้า จำนวน 9 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 3 บล็อก จำนวน 12 ต้นต่อแปลงย่อย พื้นที่ศึกษา 3.5 ไร่ ระหว่าง ตุลาคม 2565 ถึง เมษายน 2566 ดำเนินการ ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จ. ลำปาง โดยมีการเพาะปลูกและดูแล คือ เพาะกล้าและย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 7 ถึง 10 วัน ระยะปลูกระหว่างต้นและแถว 1.0×4.5 เมตร ปลูกแถวคู่ ขนาดแปลงย่อย 40 ตารางเมตร เตรียมพื้นที่โดยใส่ปุ๋ยรองพื้น คือ ปุ๋ยหมักอัตรา 1 ตัน/ไร่ ปุ๋ยแต่งหน้าใส่มูลไก่ อัตรา 200 กก./ไร่ หลังย้ายปลูก 10, 20 และ 40 วัน การให้น้ำใช้ระบบน้ำหยด ในการทดลองไม่พบศัตรูพืชที่มีผลต่อผลผลิต และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 80 ถึง 100 วัน หลังย้ายปลูก

การบันทึกข้อมูลผลผลิตต่อไร่ องค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผล ขนาดผลและไส้ (เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาว) อัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความหนาและบางของเนื้อบริเวณส่วนที่กว้างและบางที่สุดของเนื้อ อายุเก็บเกี่ยว และช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ซึ่งคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัสของฟักทองดิบและสุกโดยเครื่อง Force Gauge, Model FS 1001 บริษัท Lutron, Republic of China ค่าสีของเนื้อฟักทองดิบและสุกโดยแสดงเป็นค่า L^* (lightness), a^* (red-green) และ b^* (yellow-blue) โดยใช้เครื่องวัดสี (3NH-NR200, Republic of China) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยวิธี AOAC (2000) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อฟักทองดิบและสุก โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ยี่ห้อ Atago, N-32 ประเทศญี่ปุ่น

จากนั้นดำเนินการคัดเลือกสายพันธุ์อย่างอิสระ (Bernardo, 2010) ทั้งนี้โดยพิจารณาลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของฟักทอง ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ น้ำหนักผล ปริมาณของแข็ง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและสุก ไม่น้อยกว่า 1.2 ตัน 1.5 กิโลกรัม ร้อยละ 14.6 และร้อยละ 7.0 และ 6.2 ตามลำดับ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การประเมินสายพันธุ์ฟักทองพื้นเมืองที่คัดเลือกพันธุ์ 2 วิธี คือ การสกัดสายพันธุ์และการคัดเลือกแบบจุดบันทึกประวัติ พบว่า ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตทุกลักษณะที่ศึกษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่อไร่ และน้ำหนักผลของสายพันธุ์ฟักทองพื้นเมืองและพันธุ์มาตรฐาน เท่ากับ 1.2 และ 1.1 ตัน กับ 1.7 และ 1.6 กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของขนาดผลและไส้ (เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาว) ของสายพันธุ์ฟักทองพื้นเมืองและพันธุ์มาตรฐาน เท่ากับ 17.3 และ 17.8, 11.4 และ 9.2 กับ 11.9 และ 12.1, 7.5 และ 5.5 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าอัตราส่วนของความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางผล เท่ากับ 0.7 และ 0.5 ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นฟักทองที่ลักษณะผลกลมหรือผลยาวปานกลาง โดยสายพันธุ์พื้นเมืองมีความยาวผลมากกว่าพันธุ์มาตรฐาน ความหนาและบางของเนื้อ เท่ากับ 3.0 และ 3.4 กับ 1.4 และ 1.3 เซนติเมตร ตามลำดับ อายุเก็บเกี่ยวและช่วงเวลาเก็บเกี่ยวของสายพันธุ์พื้นเมืองนานกว่าพันธุ์มาตรฐาน เท่ากับ 92.5 และ 88.6 วัน หลังย้ายปลูก และ 12.2 และ 12.6 วัน ตามลำดับ การคัดเลือกสายพันธุ์ฟักทองตามลักษณะผลผลิตต่อไร่และน้ำหนักผลมากกว่า 1.2 ตัน และ 1.7 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์มาตรฐาน จำนวน 13 สายพันธุ์ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งคัดเลือกสายพันธุ์แบบสกัดสายพันธุ์และจุดบันทึกประวัติ ได้จำนวน 6 และ 7 สายพันธุ์ ตามลำดับ (Table 1)

การศึกษาลักษณะคุณภาพทางกายภาพและเคมี พบว่า ทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดของสายพันธุ์ที่คัดเลือกมีค่ามากกว่าพันธุ์มาตรฐาน เท่ากับ ร้อยละ 19.7 และ 18.8 ตามลำดับ และเนื้อสัมผัสของเนื้อฟักทองดิบและสุก เท่ากับ 10.5 และ 9.6 กับ 0.4 และ 0.3 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและสุกมีค่าน้อยกว่าพันธุ์มาตรฐาน เท่ากับ 9.0 และ 9.6 กับ 9.6 และ 10.1 ตามลำดับ

ค่า L^* ของสีเนื้อฟักทองดิบและนึ่งสุก ซึ่งแสดงถึงความสว่างของสีของสายพันธุ์มีค่ามากกว่าพันธุ์มาตรฐานเท่ากับ 80.1 และ 78.8 กับ 58.6 และ 56.8 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสีแดง-สีเขียว (a^*) ค่าเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ของเนื้อดิบและนึ่งสุก พบว่า สายพันธุ์ที่คัดเลือกมีค่าน้อยกว่าพันธุ์มาตรฐาน เท่ากับ 8.2 และ 10.2 กับ 2.1 และ 3.3, 32.4 และ 33.1 กับ 12.3 และ 13.3 ตามลำดับ แสดงว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือกมีเนื้อสีเหลืองอมเขียวมากกว่าพันธุ์มาตรฐานที่มีเนื้อสีเหลืองอมส้ม

เนื่องจากค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบของสายพันธุ์ฟักทองพื้นเมือง เท่ากับ ร้อยละ 19.7 และ 9.0 และเชื้อพันธุ์กรรมฟักทองพันธุ์ที่ชมรดกตกทอด “พันธุ์ไข่นา” รวบรวมจาก จ. น่าน จำนวน 100 สายพันธุ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและนึ่งสุก เท่ากับ ร้อยละ 11.0 กับ 11.2 (Khanobdee *et al*, 2024) จึงคัดเลือก 21 สายพันธุ์ที่มีปริมาณของแข็งมากกว่า ร้อยละ 20 และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบมากกว่า ร้อยละ 11.0 จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ CM0421-2-4 #2-OP-4 KN, CM0421-2-4#-1-1 OP-2 KN, CM0421-2-1#-2-OP-1 KN, CM0421-4-2-2-5 KN และ CM0421-2-4#-1-1 OP-1 KN ในขณะที่สายพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติมีปริมาณของแข็งสูงมากกว่า ร้อยละ 22.0 แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า ร้อยละ 10.0 ได้แก่ สายพันธุ์ (PKT/CMO439)-#-6-4-4 H และ (PKT/CMO439)-#-6-4-2 (Table 2)

การคัดเลือกอย่างอิสระของสายพันธุ์ฟักทองกำหนดลักษณะในการคัดเลือกโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยและสหสัมพันธ์ในลักษณะที่ศึกษา สามารถกำหนดได้ 4 ลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ คือ 1) ผลผลิตต่อไร่ 2) น้ำหนักผล 3) ปริมาณของแข็ง และ 4) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและสุก กำหนดความเข้มข้นของการคัดเลือก (selection intensity) เป็นร้อยละ 31.3 คัดเลือกได้ 15 สายพันธุ์จากทั้งหมด 48 สายพันธุ์ จากการคัดเลือกสายพันธุ์แบบสกัดสายพันธุ์และจัดบันทึกประวัติ พบว่า มีฟักทองจำนวน 7 และ 8 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตต่อไร่มากกว่า 1.4 ตัน น้ำหนักผลระหว่าง 1.5 ถึง 2.6 กิโลกรัม ปริมาณของแข็ง ระหว่าง ร้อยละ 15.3 ถึง 27.0 และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบและนึ่งสุก เท่ากับ ร้อยละ 7 ถึง 12.0 และ 6.2 ถึง 12.0 ตามลำดับ (Table 3) ฟักทองที่มีปริมาณของแข็งสูงมีความสัมพันธ์กับปริมาณวิตามินซี น้ำตาล ฟีนอลรวม และฟลาโวนอยด์ในทางบวก (Javaherdashti *et al.*, 2012; Medelyaeva *et al.*, 2021) ดังนั้นการคัดเลือกผลผลิตต่อไร่ และลักษณะคุณภาพโดยเฉพาะปริมาณของแข็งและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จะทำให้เพิ่มผลผลิตและคุณภาพในการบริโภคร่วมกัน

Table 1. Yield and yield components of the 4th and 5th pumpkin inbred line selection and pedigree method lines were evaluated during October 2022 to April 2023

Number	Pedigree	Lines	Yield/rai (t)	Fruit weight (kg)	Fruit size		Ratio	Flesh size		Thickness of flesh			Harvesting	
					Diameter (cm)	Length (cm)		L/D	Diameter (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)	Thickness (cm)	Date (day)	Period (day)
1	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-4-2 KN	1.8 a ^{2/}	2.4 a-c	19.7 b-d	10.5 k-u	0.5	13.2 a-g	6.0 m-t	3.8 c-e	1.7 a-d	88.7 e-l	18.7	
2	S ₄	CM0420-2-10-2-1 KN	1.7 a-c	2.6 a	19.4 b-g	16.0 b	0.8	13.8 a-e	11.8 b	3.3 e-m	1.3 f-l	95.7 a-h	19.0	
3	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-4-5	1.7 a-c	2.2 a-e	19.9 bc	11.0 i-s	0.6	13.9 a-d	6.8 i-p	3.4 c-i	1.6 b-e	87.0 f-l	16.0	
4	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-4-3	1.7 a-d	2.1 a-g	19.7 b-e	10.0 o-x	0.5	13.1 a-h	6.1 m-t	3.6 c-g	1.5 b-j	94.3 b-i	20.3	
5	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-3-3 H	1.6 a-e	2.2 a-e	18.5 c-i	14.6 b-d	0.8	12.3 d-o	9.7 cd	3.3 e-m	1.7 a-c	91.3 d-l	19.0	
6	S ₄	CM0420-2-10-2-1	1.5 a-g	2.0 a-j	17.8 c-n	14.9 bc	0.8	12.1 e-o	10.2 c	3.3 e-m	1.4 d-k	88.0 e-l	14.7	
7	S ₄	CM0421-4-2-2-3 KN	1.4 a-h	1.7 d-n	17.3 c-p	11.2 h-r	0.6	11.8 f-p	6.9 h-o	3.0 e-q	1.6 b-e	94.3 b-i	16.0	
8	S ₅	CM0421-2-4#-2-OP-2 H, KN	1.4 a-i	1.9 b-k	17.8 c-n	11.7 g-o	0.7	11.9 f-p	7.6 f-l	3.0 e-q	1.5 b-i	95.7 a-h	8.3	
9	S ₅	CM0421-2-1#-2-OP-1 KN	1.4 a-h	1.8 c-m	18.6 c-i	10.2 n-w	0.5	12.2 d-o	6.7 j-q	3.4 c-j	1.4 d-k	85.7 g-l	21.7	
10	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-4-1 R	1.4 a-h	1.8 c-m	18.0 c-m	10.5 j-u	0.6	11.8 f-p	6.3 k-s	3.2 e-m	1.5 b-i	82.0 kl	14.3	
11	S ₄	CM0420-2-10-2-2	1.4 a-i	1.9 b-j	18.0 c-m	12.0 g-m	0.7	12.9 a-j	7.9 f-j	2.8 g-r	1.4 d-k	103.5 a-c	9.0	
12	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-4-3 R	1.4 a-i	2.2 a-f	19.6 b-f	12.2 f-k	0.6	14.0 a-c	7.6 f-l	3.1 e-n	1.5 b-i	93.3 b-j	17.0	
13	F ₅	(PKT/CMO439)-#6-4-2	1.4 a-i	1.8 c-m	18.7 b-h	10.3 m-v	0.6	13.2 a-g	6.3 l-t	3.1 e-o	1.5 b-k	94.0 b-j	16.3	
Line average			1.21	1.7	17.3	11.4	0.7	11.9	7.5	3.0	1.4	92.5	12.2	
Check average			1.1	1.6	17.8	9.2	0.5	12.1	5.5	3.4	1.3	88.6	12.6	
F-test ^{1/}			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	
C.V. (%)			26.6	19.9	7.5	8.1	7.2	9.7	13.1	10.6	5.7	5.7	12.5	

^{1/} ns and **: not significant and significant at 0.01 level of probability, respectively

^{2/} Means with different letters in the same column are significantly different at $P<0.05$ by DMRT

* S₄ and S₅ meant the 4th and 5th generations by inbred line selection, F₅ meant the 5th generations by pedigree method

Table 2. Physical and chemical qualities of the 4th and 5th pumpkin lines were evaluated during October 2022 to April 2023

Number	Pedigree	Lines	Total solid content (%)	Total soluble solid		Texture		Flesh color			
				Fresh (%)	Cooked (%)	Fresh (kg)	Cooked (kg)	Fresh		Cooked	
								L*	a*	b*	
1	F ₅	(PK7CMO439)*6-4-4 H	27.0 a ^{2/}	7.3 ij	6.2 t	11.9 a-d	0.7 a	81.7 c-j	13.1 bc	32.0 c-i	59.3 a
2	S ₅	CM0421-2-4#-2-OP-4 KN	25.6 b	12.0 a	14.1 a	10.7 c-kl	0.4 a-e	78.2 j-r	3.1 st	30.4 g-j	59.3 a
3	S ₅	CM0421-2-4#-1-1 OP-2 KN	22.9 c	11.0 b	9.8 d-n	10.8 b-k	0.4 a-f	80.5 e-o	7.0 j-r	31.9 c-i	60.7 a
4	S ₅	CM0420-1-1-1-4-2 KN	22.8 c	8.7 ef	9.5 f-o	9.9 g-m	0.5 a-c	82.2 b-i	9.0 d-m	32.9 b-i	59.8 a
5	S ₅	CM0420-1-1-1-4-1 KN	22.6 c	8.9 ef	6.9 st	9.8 g-m	0.4 a-f	81.3 d-k	5.7 n-t	32.1 c-i	59.2 a
6	S ₄	CM0420-2-10-2-4 R, KN	22.6 c	10.0 d	9.1 h-p	10.5 d-m	0.4 a-f	81.5 c-k	6.2 l-s	34.5 a-e	59.0 a
7	F ₅	(PK7CMO439)*6-4-2	22.1 d	8.3 fg	7.3 p-t	12.9 a	0.6 a	81.1 d-m	10.0 c-j	30.7 e-j	58.1 a
8	S ₄	CM0420-2-10-2-2	21.9 de	7.1 ij	7.0 rst	9.5 h-n	0.7 a	84.6 a-d	2.6 t	34.3 a-f	61.5 a
9	F ₅	(PK7CMO439)*6-4-1 HS, KN	21.5 e-g	9.3 e	8.8 j-q	11.0 b-j	0.4 a-f	78.5 k-r	8.2 f-o	34.9 a-c	58.9 a
10	S ₅	CM0421-2-1#-2-OP-2 KN	21.5 fg	10.0 d	11.3 b-e	9.7 g-n	0.4 a-f	78.2 j-r	7.8 g-p	36.7 a	58.7 a
11	S ₄	CM0420-2-10-2-3	21.4 fg	9.0 e	9.3 f-o	10.1 f-m	0.5 a-e	83.9 a-e	7.4 g-r	34.2 a-f	60.2 a
12	S ₅	CM0420-1-1-1-4-1 KN	21.3 fh	7.5 hij	9.0 i-q	11.3 a-h	0.5 a-e	83.0 a-g	4.9 o-t	32.2 c-i	59.4 a
13	S ₄	CM0420-2-10-2-1	21.3 fh	10.7 bc	12.0 b	9.8 g-m	0.4 a-f	80.4 e-o	9.5 d-l	36.2 ab	60.5 a
14	F ₅	(PK7CMO439)*6-4-2 Oval shape, KN	21.1 g-i	8.9 ef	8.7 k-s	9.6 h-n	0.5 a-f	80.7 e-n	9.6 d-k	32.8 b-i	59.5 a
15	S ₅	CM0421-2-1#-2-OP-1 KN	21.1 g-i	11.0 b	11.7 bc	9.7 g-n	0.2 f	75.8 q-r	7.7 g-p	33.7 a-g	58.0 a
16	S ₄	CM0421-4-2-2-5 KN	20.9 hi	11.0 b	10.7 b-i	10.1 f-m	0.2 f	78.2 j-r	4.6 p-t	31.6 c-i	58.3 a
17	S ₅	CM0421-2-4#-1-1 OP-1 KN	20.9 hi	11.7 a	11.7 bc	9.4 j-n	0.3 c-f	77.7 k-r	9.8 d-k	31.9 c-i	59.4 a
18	F ₅	(PK7CMO439)*6-4-1 KN	20.8 i	9.2 e	10.5 b-k	12.5 ab	0.5 a-d	78.8 h-r	11.6 b-e	32.5 b-i	58.6 a
19	S ₄	CM0420-2-1-3-1 H	20.8 i	10.7 bc	9.6 e-o	11.1 b-j	0.3 b-f	78.7 h-r	11.9 b-d	34.7 a-d	61.0 a
20	S ₅	CM0420-1-1-1-4-2 KN	20.7 i	7.1 ij	8.7 k-s	10.6 c-l	0.6 ab	81.8 c-j	4.3 q-t	31.3 c-i	60.4 a
21	S ₄	CM0421-4-2-2-1 KN	20.1 j	10.7 bc	10.9 b-h	9.2 k-n	0.2 f	78.9 h-r	4.1 r-t	32.8 b-i	58.3 a
Line average			19.7	9.0	9.6	10.5	0.4	80.1	8.2	32.4	58.6
Checks average			18.8	9.6	10.1	9.6	0.3	78.5	10.2	33.1	56.8
F-test ^{1/}			**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)			8.5	9.1	9.6	10.3	8.5	11.5	8.5	12.2	9.8

1/ ** : Significant at 0.01 level of probability

2/ Means with different letters in the same column are significantly different at $P < 0.05$ by DMRT

Table 3. Independent culling selection of multiple traits selected to the 4th and 5th of pumpkin lines

Number	Pedigree	Lines	Yield/rai	Fruit weight		Total solid content		Fresh (%)		Cooked (%)		Yield& Fruit weight		Quality		All traits Order
				Order	(kg)	Order	(%)	Order	Order	Order	Order	Order	Order	Order	Order	
1	S ₅	CM0421-2-#2-OP-4 KN	1.3	18	1.8	23	25.6	2	12.0	1	14.1	1	41	4	4	45
2	S ₄	CM0420-2-10-2-1	1.5	9	2.0	10	21.3	16	10.7	10	12.0	3	19	29	29	48
3	S ₅	CM0421-2-1#-2-OP-1 KN	1.4	11	1.8	23	21.1	18	11.0	5	11.7	6	34	29	29	63
4	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-2 KN	1.8	1	2.4	3	18.2	38	9.1	24	10.1	20	4	82	82	86
5	S ₅	CM0421-2-#2-OP-2 H ₁ KN	1.4	11	1.9	14	17.7	43	10.1	14	11.8	5	25	62	62	87
6	S ₄	CM0421-4-2-3 KN	1.4	10	1.7	29	17.0	47	11.7	2	12.1	2	39	51	51	90
7	S ₄	CM0420-2-10-2-1 KN	1.7	4	2.6	1	19.5	26	8.0	40	9.0	34	5	100	100	105
8	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-3-3 H	1.6	7	2.2	6	19.4	27	8.0	40	9.7	25	13	92	92	105
9	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-1 R	1.4	13	1.8	25	17.7	42	9.0	25	11.0	11	38	78	78	116
10	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-5	1.7	5	2.2	5	17.1	46	8.3	37	9.0	34	10	117	117	127
11	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-2	1.4	16	1.8	22	22.1	8	8.3	37	7.3	52	38	97	97	135
12	S ₄	CM0420-2-10-2-2	1.4	14	1.9	13	21.9	10	7.1	50	7.0	54	27	114	114	141
13	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-3	1.7	6	2.1	8	16.7	50	7.2	49	8.5	47	14	146	146	160
14	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-4 H	1.2	30	1.5	38	27.0	1	7.3	46	6.2	56	68	103	103	171
15	F ₅	(PK7/CMO439)-#6-4-3 R	1.4	15	2.2	7	15.3	52	7.0	53	8.0	50	22	155	155	177
1	Check 1		1.7	3	1.9	12	25.4	3	11.0	5	8.7	42	15	50	50	65
2	Check 6		1.8	2	2.5	2	15.1	53	8.7	35	8.7	42	4	130	130	134
3	Check 9		1.5	8	2.3	4	14.6	56	7.0	53	8.5	47	12	156	156	168

สรุป

การคัดเลือกสายพันธุ์ผักทองพื้นเมืองแบบ
สกัดสายพันธุ์และจัดบันทึกประวัติโดยคัดเลือกลักษณะ
ผลผลิตต่อไร่และน้ำหนักผลสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน
ได้จำนวน 7 และ 8 สายพันธุ์ ตามลำดับ สายพันธุ์ที่
มีปริมาณของแข็งมากกว่า ร้อยละ 20 และสายพันธุ์
ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเนื้อดิบ
มากกว่าร้อยละ 11 ได้แก่ CM0421-2-4#-2-OP-4
KN, CM0421-2-4#-1-1OP-2 KN, CM0421-2-1#-
2-OP-1 KN, CM0421-4-2-2-5 KN และ CM0421 -
2-4#-1-1 OP-1 KN และจากการคัดเลือกหลายลักษณะ
พร้อมกันในแต่ละชั่วได้จำนวน 15 สายพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งชาติ ในการสนับสนุนงบประมาณ
โครงการหน่วยบริหารจัดการเชื้อพันธุ์กรรมผักวงศ์แตง
ระยะที่ 6

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed.
The Association of Official Analytical
Chemists, Gaithersburg, Maryland. 2200 p.
Bernardo R. 2010. Breeding for Quantitative Traits
in Plants. 1st ed. Woodbury: Stemma Press.
390 p.
Javaherashti, M., M. Ghasemnezhad, H.S. Lahiji, M.
Shiri and M. Ali. 2012. Comparison of
nutritional value and antioxidant compounds
of some winter pumpkin (*Cucurbita* sp.)
species fruits in Iran. *Advances
Environmental Biology* 6(10): 2611 - 2616.
Khanobdee, C. 2020. Cucurbits Breeding and
Seed Production. O.S. Printing House,
Bangkok. 186 p. (in Thai)

Khanobdee, C., P. Srisamatthakarn, C. Pongsukhumalkul
and P. Jinawong. 2022a. Genetic diversity
and cluster analysis of 110 heirloom “Khi Nao”
pumpkin varieties. *Khon Kaen Agriculture
Journal* 50(Suppl. 1): 208-213. (in Thai)
Khanobdee, C., P. Srisamatthakarn, C. Pongsukhumalkul
and P. Jinawong. 2022b. Inbred line selection
and evaluation of “Khai-Nao Nan” pumpkin
varieties. pp. 214-223. *In: Proceedings of the 1st
Agricultural Innovation and Natural Resources
Conference 2022*. Prince of Songkla University,
Songkhla. (in Thai)
Khanobdee, C., P. Srisamatthakarn, C.
Pongsukhumalkul and P. Jinawong. 2024.
Genetic diversity assessment of physical
and chemical traits of 100 heirloom “Khai
Nao” pumpkin varieties. *Journal of
Agricultural Research and Extension*
41(1): 42-51 (in Thai)
Loy, J.B. 2012. Breeding squash and pumpkins.
pp. 93-139. *In: Y.-H. Wang, T.K. Behera.
and C. Kole (eds.). Genetics, Genomics
and Breeding of Cucurbits*. CRC Press,
Boca Raton.
Medelyaeva, A.Y., A.F. Bukharov, Y.V. Trunov, I.B.
Kirina, L.V. Titova and O.A. Protasova.
2021. Biochemical evaluation of the
assortment of pumpkin vegetable crops
for the creation of functional food
products. *Earth and Environmental
Science* 845: 012093, doi 10.1088/1755-
1315/845/1/012093.
Paris, H.S. 2016. Genetic resources of pumpkins
and squash, *Cucurbita* spp. pp. 111-154.
*In: R. Grumet, N. Katzir and J. Garcia-
Mas (eds.). Genetics and Genomics
of Cucurbitaceae*. Springer, Cham,
Switzerland.

- Paris, H.S. and Les D. Jr. Padley. 2014. Gene List for Cucurbita Species. Available: <https://cucurbit.info/wp-content/uploads/2018/10/gene14squash.pdf>. (September 26, 2024)
- Seangngern, J., P. Puddhanon, S. Siripin and V. Sangtong. 2012. Development of single cross hybrid field corn using DNA fingerprinting diversity and diallel cross. Journal of Agricultural Research and Extension 29(2): 25 - 35. (in Thai)
- Sirohi, P.S. and S.R. Yayasani. 2001. Gene action of mineral elements and vitamins in pumpkin (*Cucurbita moschata*). Vegetable Science. 28: 127-129.
- Sleper, D.A. and J.M. Poehlman. 2006. Breeding Field Crops. 5th ed. Wiley-Blackwell, Oxford. 432 p.
- Wehner, T.C. 1999. Heterosis in vegetable crops. pp. 387-397. *In*: J.G. Coors and S. Pandey (eds.). Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
-