การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ในประชากรฟักทองประดับผลสีขาวและสีส้ม

Response to Modified Mass Selection in White and Orange Fruit Skin Ornamental Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) Populations

รัฐพร คำฝั้น กมล ทิพโชติ ต่อนภา ผุสดี และจุฑามาส คุ้มชัย*

Rattapohn Khamfun, Kamon Thippachote, Tonapha Pusadee and Jutamas Kumchai*

ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

** Corresponding author: Email: tkkumm6@gmail.com*

(Received: 18 December 2023; Accepted: 19 April 2024)

Abstract: Two populations of white and orange skin ornamental pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) were collected from a farmer's field in Northern Thailand and then subjected to modified mass selection in three cycles, with the objective of increasing the number of fruits per plant and frequency of skin color in both populations. Progenies seed of base population (M_0) and three improved populations (M_1, M_2 and M_3) were evaluated in separated experiments at the Agricultural Innovation Research, Integration, Demonstration, and Training Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, from November 2020 to January 2021. The experimental design followed a randomized complete block design. The results revealed that after undergoing three selection cycles (M_3), the white and orange fruit skin populations showed an increase in the number of fruits per plant compared to the initial population (M_0). The white fruit population exhibited an increase of 1.7 fruits per plant per selection cycle, resulting in a response rate of 88.6%. Similarly, the orange fruit population demonstrated an increase of 1.7 fruits per plant per selection cycle, with a response rate of 97.9%. Furthermore, the frequency of white fruit skin in the third selected cycle of the white fruit population increased by 33.3%, while the frequency of orange fruit skin in the selected orange fruit population increased by 27.0%. The two populations showed the similar trends of the correlation coefficient. This study highlights that mass selection can effectively enhance the number of fruit per plant and the frequency of white and orange fruit skin in ornamental pumpkin populations. The improved populations can serve as valuable genetic resources for future breeding endeavors.

Keywords: *Cucurbita pepo*, population improvement, response to selection, open-pollinated variety

Copyright @ Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. All rights reserved.

บทคัดย่อ: ประชากร 2 กลุ่มของฟักทองประดับผลสีขาวและสีส้ม (*Cucurbita pepo* L.) ถูกเก็บจากไร่เกษตรกรในภาคเหนือของประเทศไทย แล้วนำมาคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ จำนวน 3 รอบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มจำนวนผลต่อต้นและความถี่ของสีผิวของทั้ง 2 ประชากร นำเมล็ดของประชากรเริ่มต้น (M_0) และ ประชากรที่ผ่านการคัดเลือก (M_1, M_2 และ M_3) ของทั้ง 2 ประชากร ปลูกประเมินในการทดลองที่แยกกัน ณ ศูนย์วิจัย บูรณาการ สาธิตและฝึกอบรม นวัตกรรมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2563 - มกราคม 2564 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่า ประชากรทั้ง 2 กลุ่มสีผลที่ผ่านการคัดเลือก 3 รอบ (M_3) มีจำนวนผลต่อต้นเพิ่มขึ้นจากประชากรเริ่มต้น (M_0) โดยในประชากรกลุ่มผลสีขาวมีอัตราเพิ่มขึ้น 1.7 ผลต่อต้นต่อรอบการคัดเลือก การตอบสนองร้อยละ 88.6 และในประชากรกลุ่มผลสีส้มมีอัตราเพิ่มขึ้น 1.7 ผลต่อต้นต่อรอบการคัดเลือก การตอบสนองร้อยละ 97.9 นอกจากนี้ความถี่ของผลสีขาวในประชากรกลุ่มผลสีขาวที่ผ่านการคัดเลือก 3 รอบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.3 และในประชากรกลุ่มผลสีส้มมีความถี่ของผลสีส้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.0 ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางพืชสวนที่มีค่าบวกและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในประชากรกลุ่มผลสีขาว และสีส้ม พบว่าแสดงออกคล้ายกัน จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์สามารถเพิ่มจำนวนผลต่อต้นและความถี่ของผลสีขาวและส้มในประชากรฟักทองประดับได้ ซึ่งประชากรที่ผ่านการปรับปรุงนี้สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับสกัดสายพันธุ์แท้ต่อไปได้

คำสำคัญ: ฟักทองประดับ การปรับปรุงประชากร ความก้าวหน้าของการคัดเลือก พันธุ์ผสมเปิด

บทนำ

ฟักทองประดับ (ornamental pumpkin) เป็นพืชในกลุ่มฟักทอง จัดอยู่ในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cucurbita pepo* L. มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา โดยทั่วไปผลมีหลายสี ได้แก่ สีส้ม สีขาว สีเหลือง สีครีม และสีด่าง นอกจากนี้รูปทรงและขนาดผลมีความหลากหลายเช่นกัน (Bratsch, 2009; Hazra *et al*., 2007) ฟักทองประดับถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านความเชื่อและศาสนา โดยชาวจีนนิยมใช้ผลสีขาวคู่กับผลสีส้มที่มีรูปทรงผลคล้ายถุงนำมาบูชาเทพเจ้าในช่วงเทศกาลตรุษจีนและสารทจีน โดยมีความเชื่อว่าผลสีขาวหมายถึงถุงเงินและผลสีส้มหมายถึงถุงทอง จึงเป็นสิริมงคลแก่ครอบครัว และสามารถตั้งบูชาไว้ได้นานเกือบ 3 เดือน เนื่องจากผลที่แก่จัดมีเปลือกและขั้วแข็ง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์ในด้านการปลูกเพื่อประดับตกแต่งสถานที่ และนำมาประกอบอาหารได้ (Sriubon, 2023)

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมสำหรับการผลิตพืชวงศ์แตง โดยเฉพาะฟักทองประดับ ซึ่งจังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่การผลิตมากที่สุดประมาณ 80 ไร่ (Sriubon, 2023) แต่มักพบปัญหาในการผลิต คือ การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ฟักทองประดับพันธุ์ดี และเกษตรกรนิยมคัดเลือกและเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองตามวิธีการที่ปฏิบัติสืบต่อกันมา เนื่องจากฟักทองประดับมีการแสดงเพศดอกแยกเพศเมียและเพศผู้อยู่ภายในต้นเดียวกัน (monoecious) จึงเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติ ซึ่งหากมีการผสมเปิดหรือผสมข้ามจะเกิดการกระจายตัวทางพันธุกรรม (segregation) ส่งผลให้มียีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ อยู่ในสภาพที่ไม่คงตัว (heterozygous) (Robinson, 2000; Samphantharak, 2003) ดังนั้น การที่เกษตรกรเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองโดยไม่มีการควบคุมการผสมเกสร ส่งผลให้เมล็ดที่เก็บในแต่ละรุ่นการผลิตมีสีผลไม่สม่ำเสมอ ก่อให้เกิดการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจในแต่ละรอบการผลิตประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์

การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากการคัดเลือกหมู่ (mass selection) ซึ่งแตกต่างกับวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ เนื่องจากมีการคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ที่มีลักษณะตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สำหรับใช้ในการผสมข้ามแต่ละรอบ โดยเก็บเรณูจากหลายต้นแล้วนำไปรวมกัน เพื่อใช้ผสมเฉพาะใน

กลุ่มต้นที่คัดเลือก ซึ่งเป็นการคัดเลือกทั้งต้นพ่อและต้นแม่ควบคู่กัน ในขณะที่วิธีการคัดเลือกหมู่ไม่มีขั้นตอนการคัดเลือกต้นพ่อก่อนการผสมเกสร สามารถคัดเลือกได้แต่ต้นแม่เท่านั้น ทำให้มีลักษณะที่ไม่ต้องการติดมาด้วย ดังนั้นการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จึงทำให้มีโอกาสสะสมลักษณะดีที่ต้องการและสามารถคัดลักษณะที่ไม่ต้องการทิ้งได้ในทุกรอบการคัดเลือกอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการคัดเลือกแบบหมู่ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่ประหยัด สะดวก และทำได้ง่าย (Yong *et al*., 2020) จากงานวิจัยของ Intavaree *et al*. (2014) พบว่า การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 3 รอบ สามารถเพิ่มระดับความต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลืองในประชากรแตงกวาได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Hussanun *et al*. (2012) พบว่า การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ สามารถเพิ่มปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดในระยะรับประทานฝักสดของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงได้ และงานวิจัยของ Ketthaisong *et al*. (2009) พบว่า การคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบ สามารถเพิ่มลักษณะฝักดก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักดีต่อไร่ ในข้าวโพดเทียนขอนแก่นคอมโพสิตได้

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการตอบสนองต่อการคัดเลือกในการเพิ่มผลผลิตและความถี่สีผล ในประชากรฟักทองประดับกลุ่มผลสีขาวและสีส้มที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จำนวน 3 รอบ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ และมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของตลาด

อุปกรณ์และวิธีการ

การรวบรวมประชากรพื้นฐาน

รวบรวมฟักทองประดับพันธุ์ผสมเปิดจาก 5 แหล่ง ได้แก่ เกษตรกรจำนวน 4 ราย ในพื้นที่อำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน และพันธุ์ผสมเปิดจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยคัดเลือกฟักทองประดับผลสีขาวและสีส้ม ต้นที่คัดเลือกให้ผลผลิต 2 ผลต่อต้นขึ้นไป รูปทรงและขนาดตรงตามความต้องการของตลาด เพื่อใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมของประชากรเริ่มต้น (M_0) ซึ่งจะได้ประชากรพื้นฐาน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลสีขาวและกลุ่มผลสีส้ม

การปรับปรุงประชากรโดยวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์

นำประชากรเริ่มต้น (M_0) มาทำการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ ซึ่งแต่ละรอบคัดเลือกประชากรจำนวน 10 - 20 ต้น จากรุ่น M_0 ทั้งหมด 100 - 200 ต้น รอบการคัดเลือกแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (การคัดเลือกระยะก่อนการผสมเกสร) โดยคัดเลือกต้นที่แข็งแรงสมบูรณ์ ไม่แสดงอาการของโรคจากไวรัส และไม่แสดงอาการผิดปกติจากการเข้าทำลายของแมลง จากนั้นทำเครื่องหมายบนต้นที่คัดเลือกไว้ เมื่อถึงระยะผสมเกสรหรือประมาณ 25 วันหลังปลูก รวบรวมเรณูจากต้นที่คัดเลือก นำมาผสมกับดอกเพศเมียภายในกลุ่มต้นที่คัดเลือกไว้เท่านั้น 2) ระยะการพัฒนาของผล ในประชากรกลุ่มผลสีขาวคัดเลือกต้นที่ให้ผลสีขาว และในประชากรกลุ่มผลสีส้มคัดเลือกต้นที่ให้ผลสีส้ม ซึ่งให้ผลผลิต 3 ผลต่อต้นขึ้นไป รูปทรงตรงตามความต้องการของตลาด ได้แก่ รูปทรงแบน (flattened) และเส้นผ่านศูนย์กลางผลขนาด 7 – 10 เซนติเมตร ต้นแข็งแรงสมบูรณ์ ไม่แสดงอาการของโรคที่เกิดจากไวรัส และไม่แสดงอาการผิดปกติจากการเข้าทำลายของแมลง 3) ระยะผลแก่ คัดเลือกต้นที่ให้ผลสมบูรณ์ ผลไม่มีสีด่างเขียวจากการเข้าทำลายของไวรัส และรูปทรงไม่ผิดปกติเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลง เมื่อคัดเลือกระยะสุดท้ายแล้วเก็บผลจากต้นที่คัดเลือกนำมาสกัดเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้เป็นประชากรที่ผ่านการคัดเลือกรอบที่หนึ่ง (M_1) โดยในการคัดเลือกรอบต่อไปทำเช่นเดียวกับวิธีการคัดเลือกในรอบ M_1 โดยปลูกคัดเลือกจนถึง M_3 ได้ประชากรเริ่มต้นจนถึงประชากรที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมด 8 ประชากร (M_0, M_1, M_2 และ M_3) ประกอบด้วยประชากรกลุ่มผลสีขาว 4 ประชากร และกลุ่มผลสีส้ม 4 ประชากร (Figure 1)

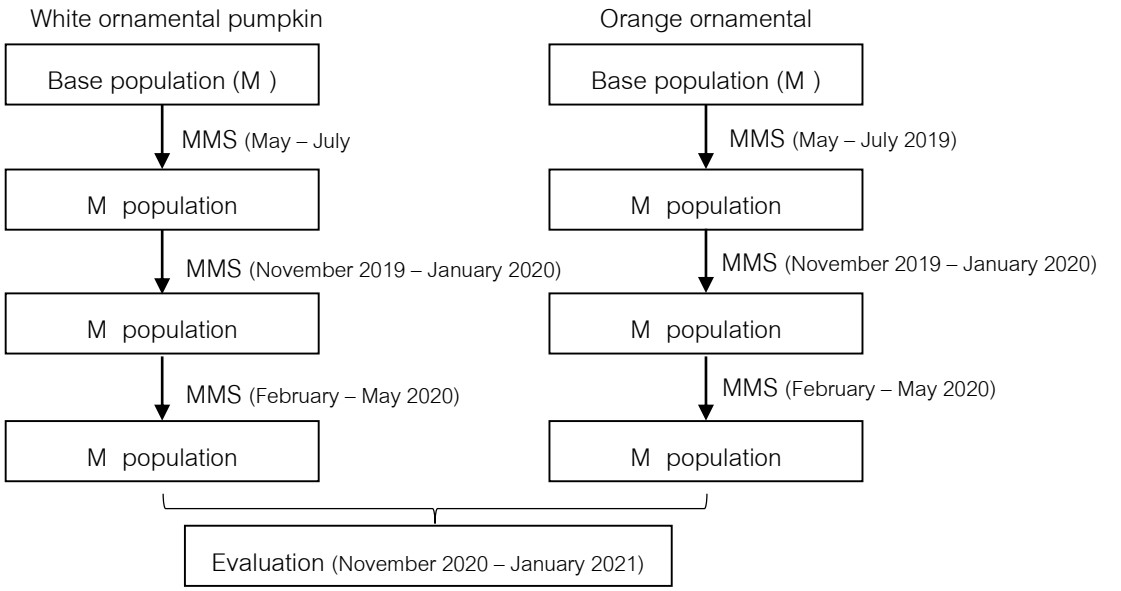

Figure 1. Schematic representation of MMS- modified mass selection

การทดสอบเปรียบเทียบประชากร

ปลูกทดสอบฟักทองประดับทั้งหมด 2 การทดลอง รวม 8 ประชากร ในเดือนพฤศจิกายน 2563 ถึง มกราคม 2564 ณ ศูนย์วิจัย บูรณาการ สาธิต และฝึกอบรมนวัตกรรมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ มีประชากรกลุ่มผลสีขาวรุ่น M_0, M_1, M_2 และ M_3 รวมทั้งสิ้น 4 กรรมวิธี และประชากรกลุ่มผลสีส้มรุ่น M_0, M_1, M_2 และ M_3 รวมทั้งสิ้น 4 กรรมวิธี ปลูกซ้ำละ 30 ต้น ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระหว่างต้น 50 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะ 30 วันหลังการผสมเกสร โดยประเมินองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ อายุออกดอกเพศผู้และเพศเมียนับจากวันเพาะเมล็ด จำนวนดอกเพศผู้และเพศเมียต่อต้น จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล การติดผล (คำนวณจาก (จำนวนผลต่อต้น x 100) / จำนวนดอกเพศเมียต่อต้น) เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และสีผล วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา ตามแผนการทดลองแบบ RCBD ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือกพันธุ์ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) คำนวณหาความชัน (Slope; b) ทดสอบค่า b แตกต่างกับศูนย์โดยใช้ t-test และวัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ โดยใช้สหสัมพันธ์อย่างง่าย (simple correlation) ของค่าเฉลี่ยต่อแปลง (plot mean) (Gomez and Gomez,1984)

สูตรคำนวณหาค่าความชัน

$$b = \frac{\sum XiYi - \frac{(\sum Xi)(\sum Yi)}{n}}{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}$$

เมื่อ b คือ ความชัน

Xi คือ ค่าของตัวแปรต้น

Yi คือ ค่าของตัวแปรตาม

n คือ จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

จากการทดลองพบว่า ประชากรฟักทองประดับในกลุ่มผลสีขาวทั้ง 4 รุ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติในลักษณะอายุออกดอกเพศผู้และเพศเมีย โดยในรุ่น M_0 มีอายุออกดอกน้อยที่สุด เฉลี่ย 42.4 และ 44.6 วันหลังเพาะเมล็ด ตามลำดับ จำนวนผลต่อต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าในประชากรรุ่น M_3 มีจำนวนผลต่อต้นสูงที่สุด เฉลี่ย 2.3 ผล ส่วนจำนวนดอกเพศผู้และดอกเพศเมียต่อต้น และขนาดผล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) สำหรับประชากรฟักทองประดับกลุ่มผลสีส้มทั้ง 4 รุ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในลักษณะจำนวนผลต่อต้น โดยในประชากรรุ่น M_3 มีจำนวนผลต่อต้นสูงที่สุด เฉลี่ย 2.9 ผล (Table 2)

การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์

จากการทดลองพบว่าประชากรฟักทองประดับที่ผ่านการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จำนวน 3 รอบ ทั้งในกลุ่มผลสีขาวและสีส้มมีความก้าวหน้าและตอบสนองต่อการคัดเลือกในลักษณะจำนวนผลต่อต้น โดยในกลุ่มผลสีขาวเพิ่มขึ้นจาก 1.2 ผล ของประชากรรุ่น M_0 เป็น 2.3 ผลในประชากรรุ่น M_3 ซึ่งมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น 1.7 ผลต่อต้นต่อรอบ การตอบสนองร้อยละ 88.6 (Table 1) และกลุ่มผลสีส้มเพิ่มขึ้นจาก 1.4 ผลของประชากรรุ่น M_0 เป็น 2.9 ผลในประชากรรุ่น M_3 ซึ่งมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น 1.7 ผลต่อต้นต่อรอบ การตอบสนองร้อยละ 97.9 (Table 2) สอดคล้องกับงานทดลองของ Wessel-Beaver (2005) ซึ่งรายงานว่า ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองโดยใช้วิธีการคัดเลือกหมู่จำนวน 3 รอบ ได้ฟักทองพันธุ์ Soler ที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูง และให้ลักษณะอื่น ๆ ดี เช่น ความหนาเนื้อ เส้นใยอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้จากงานทดลองของ Abd El-Hadi *et al.* (2015), El-Shoura and Abed (2018) และ Singh *et al.* (2019) พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนผล

Table 1. Average values of yield and its components progenies of the original population and the three cycled selections in the white ornamental pumpkin

Cycles	Days to 1st flower (day)		Number of flowers per plant (flower)		Number of fruits per plant (fruit)	Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)
	Male	Female	Male	Female			
M_0	42.4 c	44.6 b	18.2	6.8	1.2 b	301.5	9.0
M_1	47.2 a	49.7 a	17.9	7.1	1.5 b	330.6	9.3
M_2	44.7 b	48.9 a	18.6	6.4	1.6 b	363.6	9.7
M_3	46.6 ab	49.5 a	17.9	7.1	2.3 a	338.9	9.4
Mean	45.2	48.2	18.2	6.8	1.7	333.6	9.3
F-test	*	*	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	2.9	5.0	4.9	12.9	21.2	22.6	7.4
b-value[1]	0.2^{ns}	0.1^{ns}	-0.4^{ns}	0.0^{ns}	1.7^{*}	0.0^{ns}	0.5^{ns}
Increase (%)	9.7	11.0	-1.6	4.3	88.6	12.4	4.2

,. Means with common letter within the same column are not significant by LSD at $P \leq 0.05$ (ns = non-significant, * = significant)

The Increasing (%) is calculated from ((Population improvement - Base population) / Base population) x 100

[1] The b-value signifies a deviation from zero (ns = non-significant, * = significant)

Table 2. Average values of yield and its components progenies of the original population and the three cycled selections in the orange ornamental pumpkin

Cycles	Days to 1st flower (day)		Number of flowers per plant (flower)		Number of fruits per plant (fruit)	Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)
	Male	Female	Male	Female			
M_0	41.9	43.4	18.3	6.7	1.4 c	186.5	7.4
M_1	42.3	45.1	17.4	7.6	1.9 b	181.5	7.4
M_2	41.4	43.9	18.0	7.0	2.2 b	206.5	7.9
M_3	41.5	43.6	17.5	7.5	2.9 a	198.6	7.5
Mean	41.8	44.0	17.2	7.2	2.1	193.3	7.6
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	2.2	2.8	2.6	6.3	11.1	18.2	5.6
b-value[1]	-0.47^{ns}	-0.0^{ns}	-0.4^{ns}	0.7^{ns}	1.7*	0.0^{ns}	0.4^{ns}
Increase (%)	-1.0	0.5	-4.2	11.4	97.9	6.5	1.9

,. Means with common letter within the same column are not significant by LSD at $P \leq 0.05$ (ns = non-significant, * = significant)

The Increasing (%) is calculated from ((Population improvement - Base population) / Base population) x 100

[1] The b-value signifies a deviation from zero (ns = non-significant, * = significant)

ต่อต้นในฟักทองกลุ่ม *C. pepo* มีค่าสูง 75.2, 94.84 และ 90.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่จึงมีโอกาสช่วยเพิ่มจำนวนผลต่อต้น เนื่องจากมีอัตราการถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปสูง และการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์เป็นวิธีที่สามารถคัดเลือกต้นพ่อที่มีลักษณะดี และนำมาผสมในแต่ละรอบการคัดเลือก (Yong *et al*., 2020) ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือก และช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตของฟักทองประดับได้ ส่วนอายุออกดอก จำนวนดอกเพศผู้ต่อต้น จำนวนดอกเพศเมียต่อต้น และขนาดผลไม่ตอบสนองต่อการคัดเลือก

การคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์จำนวน 3 รอบ ส่งผลให้ความถี่ของผลสีขาวและผลสีส้มเพิ่มขึ้นในทุกรอบการคัดเลือก โดยในประชากรกลุ่มผลสีขาวมีความถี่ของผลสีขาวเพิ่มขึ้นจากประชากรรุ่น M_0 จากร้อยละ 62.8 เป็นร้อยละ 83.8 ในประชากรรุ่น M_3 ซึ่งเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 33.3 ในขณะที่การกระจายตัวของสีผลอื่น ๆ มีความถี่ลดลง (Figure 2 และ Figure 4A) ส่วนประชากรกลุ่มผลสีส้มมีความถี่ของผลสีส้มเพิ่มขึ้นจากประชากรรุ่น M_0 จากร้อยละ 70.7 เป็นร้อยละ 89.8 ในประชากรรุ่น M_3 เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 27.0 ในขณะที่การกระจายตัวของสีผลอื่น ๆ มีความถี่ลดลง (Figure 3 และ Figure 4B) เนื่องจากสีผลฟักทองประดับมีลักษณะพันธุกรรมที่ควบคุมการแสดงออกของสีผลมากกว่า 1 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่งมีอิทธิพลต่อกัน (epistasis) (Globerson, 1969) สีผลในแต่ละประชากรจึงมีโอกาสกระจายตัวเป็นสีผลต่าง ๆ ได้ ซึ่งการคัดเลือกต้นในแต่ละรอบ พิจารณาคัดเลือกไว้เพียงต้นที่มีผลสีขาวหรือส้มเท่านั้น จึงมีผลทำให้สีที่ต้องการเพิ่มสูงขึ้นและสัดส่วนของสีที่ไม่ต้องการลดลง

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในประชากรกลุ่มผลสีขาว พบว่าจำนวนผลต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะจำนวนดอกเพศเมียต่อต้น (0.24**) และการติดผล (0.79**) ซึ่งลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผลต่อต้นนั้นมีค่าค่อนข้างต่ำ (Table 3) ส่วนใน

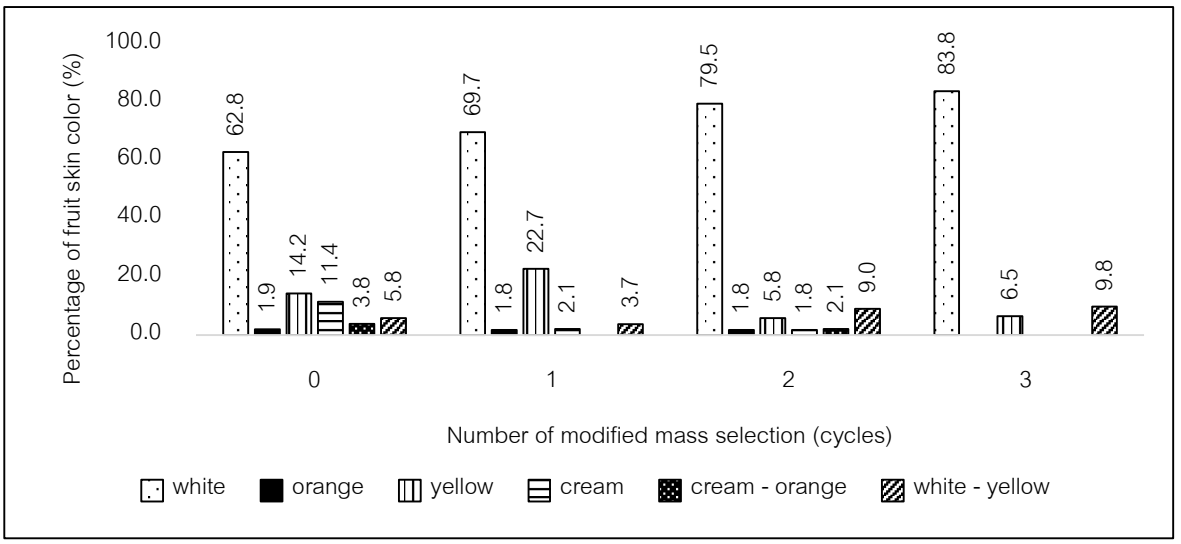

Figure 2. Assessment of three cycles modified mass selection of white skin in ornamental pumpkin population

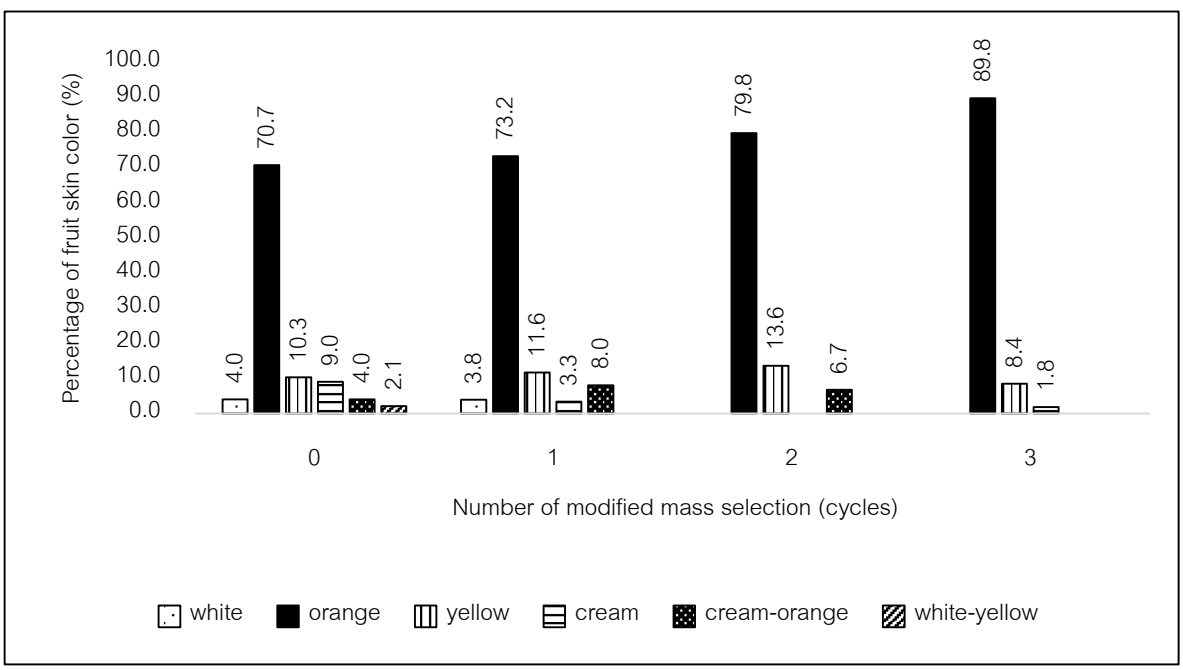

Figure 3. Assessment of three cycles modified mass selection of orange skin in ornamental pumpkin population

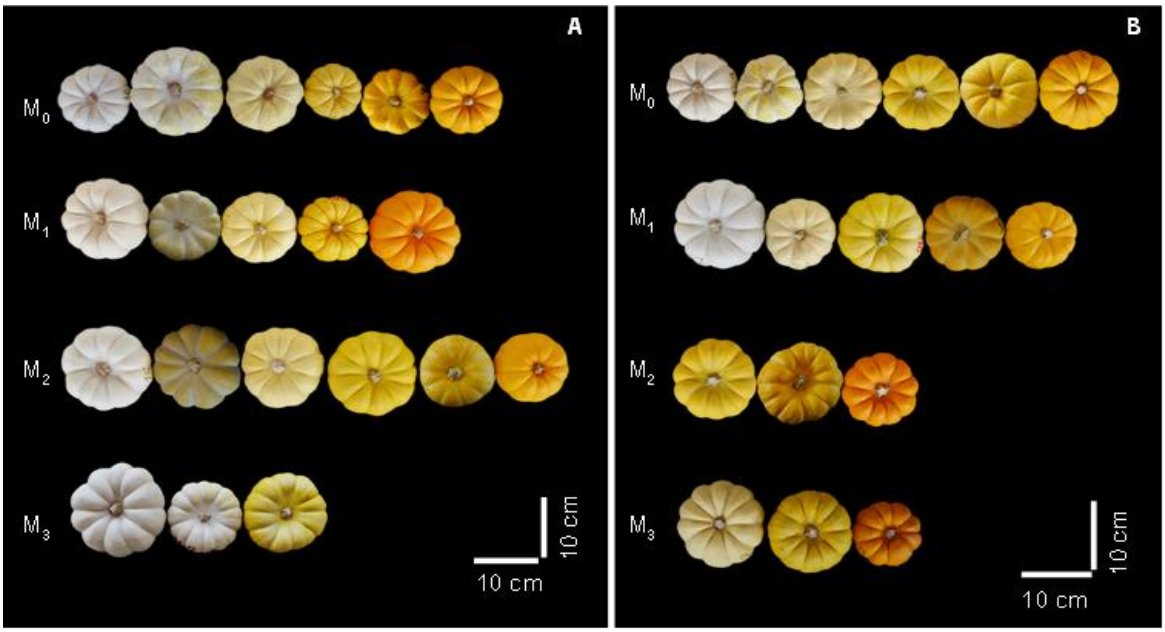

Figure 4. Fruit skin color segregation specifically in the white (A) and orange (B) ornamental pumpkin populations, comparing the original population with the outcomes across three cycles utilizing the modified mass selection

ประชากรกลุ่มผลสีส้ม พบว่า จำนวนผลต่อต้น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะจำนวนดอกเพศเมียต่อต้น (0.45**) และการติดผล (0.64**) (Table 4) เนื่องจากสัดส่วนดอกเพศเมียต่อต้นที่สูงจะเพิ่มโอกาสให้มีการติดผลสูงขึ้น และจากงานทดลองของ Wien *et al*. (2004) พบว่า การพัฒนาและออกดอกเพศเมียที่ช้าในฟักทอง *C. pepo* และ *C. maxima* ส่งผลให้จำนวนผลต่อต้นลดลง อย่างไรก็ตาม ลักษณะที่กล่าวมานั้น พบว่า ความสัมพันธ์ด้านจำนวนผลต่อต้นนั้นมีค่าค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะจำนวนผลต่อต้นไม่มีความสัมพันธ์กับอายุออกดอกเพศเมีย และขนาดผล โดยลักษณะที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำหรือไม่มีสหสัมพันธ์ (r=0) นั้น แสดงว่าลักษณะที่ทำการศึกษามีความสัมพันธ์กันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กัน (Gomez and Gomez, 1984) ดังนั้นควรคัดเลือกลักษณะจำนวนผลต่อต้นโดยตรง ซึ่งจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกว่าการคัดเลือกทางอ้อม เช่น เมื่อคัดเลือกลักษณะจำนวนผลต่อต้นในประชากรกลุ่มผลสีขาวทางอ้อมผ่านลักษณะอายุออกดอกเพศเมียหรือจำนวนดอกเพศเมียต่อต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผลต่อต้นอยู่ในระดับต่ำ (ร้อยละ 26 และ 24 ตามลำดับ) จะส่งผลให้การคัดเลือกมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการคัดเลือกลักษณะจำนวนผลต่อต้นโดยตรง (Table 3)

Table 3. Correlation coefficients of horticultural characteristics of the original population and the three cycled populations of the white ornamental pumpkin

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0.60**							
3	-0.08	0.17**						
4	0.08	-017**	-1.00**					
5	-0.06	-0.17**	0.28**	-0.28**				
6	-0.07	-0.26**	-0.24**	0.24**	0.79**			
7	-0.04	0.03	0.13	-0.13	-0.07	-0.13		
8	-0.11	-0.03	0.10	-0.10	-0.05	-0.09	0.95**	
9	-0.10	-0.01	0.08	-0.08	-0.04	-0.05	0.81**	0.75**

ns, * and ** non-significant, significant at the 0.05 and 0.01 level of significance, respectively

1 = Days to male flower flowering 2 = Days to female flower flowering 3 = Number of male flowers per plant

4 = Number of female flowers per plant 5 = Fruit set 6 = Number of fruits per plant

7 = Fruit weight 8 = Fruit width 9 = Fruit length

Table 4. Correlation coefficients of horticultural characteristics of the original population and the three cycled populations of the orange ornamental pumpkin

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0.34**							
3	-0.00	-0.17**						
4	0.00	0.17**	-1.00**					
5	-0.18**	-0.30**	0.26**	-0.26**				
6	-0.14*	-0.10	-0.45**	0.45*	0.64**			
7	0.03	-0.06	-0.14	0.14	-0.18**	-0.10		
8	0.00	-0.09	-0.14*	0.14*	-0.19**	-0.10	0.90**	
9	0.08	-0.08	-0.08	0.08	-0.07	-0.03	0.84**	0.80**

ns, * and ** non-significant, significant at the 0.05 and 0.01 level of significance, respectively

1 = Days to male flower flowering 2 = Days to female flower flowering 3 = Number of male flowers per plant

4 = Number of female flowers per plant 5 = Fruit set 6 = Number of fruits per plant

7 = Fruit weight 8 = Fruit width 9 = Fruit length

สรุป

การศึกษาการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์ในประชากรฟักทองประดับจำนวน 3 รอบ สามารถเพิ่มจำนวนผลต่อต้นทั้งในประชากรกลุ่มผลสีขาวและสีส้ม โดยในประชากรกลุ่มผลสีขาวมีอัตราการเพิ่มขึ้น 1.7 ผลต่อต้นต่อรอบการคัดเลือก การตอบสนองร้อยละ 88.6 และในประชากรกลุ่มผลสีขาวมีอัตราการเพิ่มขึ้น 1.7 ผลต่อต้นต่อรอบการคัดเลือก การตอบสนองร้อยละ 97.9 นอกจากนี้ความถี่ของผลสีขาวในประชากรกลุ่มผลสีขาวที่ผ่านการคัดเลือก 3 รอบ เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.3 และในประชากรกลุ่มผลสีส้มมีความถี่ของผลสีส้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.0 และพบว่าลักษณะจำนวนผลต่อต้นมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับลักษณะจำนวนดอกเพศเมียต่อต้น และการติดผล ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางพืชสวนที่มีค่าบวกและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในประชากรกลุ่มผลสีขาว และสีส้มพบว่าแสดงออกคล้ายกัน จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการคัดเลือกแบบหมู่ประยุกต์ สามารถนำมาใช้คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนผลต่อต้น และความถี่ของผลสีขาวและผลสีส้มในประชาการฟักทองประดับได้ ซึ่งประชากรที่ผ่านการปรับปรุงนี้สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อสกัดสายพันธุ์แท้ต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

Abd El-Hadi, A.H., K.A. Zaied and M.S. Albrifcany. 2015. Heterosis and gene action studies of some yield and yield component traits in squash. Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology 6(5): 127-136.

Bratsch, T. 2009. Specialty crop profile: Pumpkins. Virginia Cooperative Extension, Blackburg, Virginia. 8 p.

El-Shoura, A.M. and M.Y. Abed. 2018. Heterosis and combining ability for development of squash hybrids (*Cucurbita pepo* L.). Journal of Plant Production 9(12): 1181-1187.

Globerson, D. 1969. The inheritance of white fruit and stem color in summer squash *Cucurbita pepo* L. Euphytica 18(2): 249-255.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. 680 p.

Hazra, P., A.K. Mandal, A.K. Dutta and H.H. Ram. 2007. Breeding pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.) for fruit yield and other characters. International Journal of Plant Breeding 1(1): 51-64.

Hussanun, S., K. Lertrat and B. Suriharn. 2012. Response to four cycles of modified mass selection to increase total anthocyanin content in kernels of purple waxy corn populations. Khon Kaen Agriculture Journal 40(Suppl.4): 65-71. (in Thai)

Intavaree, N., K. Lertrat and B. Suriharn. 2014. Responses to three cycles of modified mass selection for resistance to yellow leaf curl in a cucumber population. Khon Kaen Agriculture Journal 42(4) : 473- 480. (in Thai)

Ketthaisong, D., K. Lertrat and B. Suriharn. 2009. Modified mass selection for prolificacy in small ear waxy corn
Khon Kaen composite population. Khon Kaen Agriculture Journal 37(Suppl.): 33-36. (in Thai)

Robinson, R.W. 2000. Rationale and methods for producing hybrid cucurbit seed. Journal of New Seeds 1(3-4): 1-47.

Samphantharak, K. 2003. Plant Breeding: Basics, Methods, and Concepts. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. 237 p. (in Thai)

Singh, M.K., V.B. Singh, G.C. Yadav and P. Kumar. 2019. Studies on variability, heritability (narrow sense) and genetic advance analysis for growth, yield and quality traits in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex. Poir). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8(3): 3621-3624.

Sriubon, C. 2023. Ornamental pumpkins sell well during the Chinese New Year festival. (Online). Available: https://chiangmai.doae.go.th/doilo/?page_id=289 (August 23, 2023).

Wessel-Beaver, L. 2005. Release of "Soler" tropical pumpkin. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 89(3-4): 263-266.

Wien, H.C., S.C. Stapleton, D.N. Maynard, C. McClurg, and D. Riggs. 2004. Flowering, sex expression, and fruiting of pumpkin (*Cucurbita* sp.) cultivars under various temperatures in greenhouse and distant field trials. HortScience 39(2): 239-242.

Yong, H., J. Tang, X. Zhao, F. Zhang, Z. Yang, Y. Li, M. Li, D. Zhang, Z. Hao, J. Weng, J. Han, B. Peng and X. Li. 2020. Effect of five modified mass selection cycles on combining ability in two Chinese maize populations. Euphytica 216: 57, doi: 10.1007/s10681-202-02591-0.