

ความสามารถในการรวมตัวสำหรับผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และ ลักษณะทางการเกษตรในข้าวโพดหวานพิเศษสายพันธุ์อินเบรดที่ พัฒนาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศ

Combining Ability for Yield, Yield Components, and Agronomic traits in Super Sweet Corn Inbred Lines Derived from Exotic Germplasm

กนกวรรณ ทองคำ, เยาวพา จิระเกียรติกุล และ พรชัย หาระโคตร*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Kanokwan Thongkham, Yaowapa Jirakriattikul and Bhornchai Harakotr*

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University

Received: November 16, 2021 ; Accepted: January 18, 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาความสามารถในการรวมตัวเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดศักยภาพของข้าวโพด สายพันธุ์อินเบรดและลูกผสม การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการรวมตัวในข้าวโพดหวานพิเศษสายพันธุ์อินเบรดที่พัฒนาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศ โดยนำสายพันธุ์อินเบรดจำนวน 7 สายพันธุ์มาสร้างลูกผสมตามแผนการผสมพันธุ์แบบพบกัณฑ์หมด ได้ลูกผสมจำนวน 42 คู่ผสม และนำมาปลูกทดสอบร่วมกับพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ ในฤดูหนาว พ.ศ. 2563/64 วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 2 ซ้ำ จากผลการศึกษา พบว่า ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของยีนแบบข่มสูงกว่าแบบผลบวกสะสมในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้น ความยาวฝัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความสูงต้นและฝัก ซึ่งลักษณะดังกล่าวควรทำการคัดเลือกในชั่วหลัง ๆ สายพันธุ์ L_4 มีค่าความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) สูงในลักษณะผลผลิต ในขณะที่ สายพันธุ์ L_1 และ L_2 มีค่า GCA สูงในลักษณะเปอร์เซ็นต์เนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ตามลำดับ นอกจากนี้ คู่ผสมที่มีค่าเฉลี่ย และความสามารถในการรวมตัวเฉพาะของผลผลิตสูง คือ คู่ผสม L_2/L_5 L_4/L_5 L_4/L_7 และ L_7/L_2 และไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์อินเบรดที่พัฒนาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ เพื่อสร้างข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสมที่มี ผลผลิตสูงและลักษณะทางการเกษตรที่ดีต่อไป

คำสำคัญ : ความสามารถในการรวมตัว; การแสดงออกของยีนแบบข่ม; การผสมแบบพบกัณฑ์หมด; *Zea mays* L. var. *saccharata*

Abstract

The study of combining ability is important to determine the potential of inbred and hybrid corn. Therefore, the objective of this study was to study combining ability in super sweet corn inbred lines derived from exotic germplasm. Seven super sweet corn inbred lines were crossed in a diallel cross mating design. The parental lines, 42 hybrids, and 2 commercial varieties were evaluated in the winter season of 2020/2021. The experiment was arranged in a randomized complete block design with 2 replications. The results indicated that variations of the dominant gene were more than additive gene effects for all studied traits except cob length, total soluble solid, plant height, and cob replacement height, and then selection of these traits should be select in late generation. L_4 line had high general combining ability (GCA) for yield, whereas L_1 and L_2 lines had a high GCA value for cutting percentage and total soluble solids, respectively. Moreover, L_2/L_5 , L_4/L_5 , L_4/L_7 , and L_7/L_2 hybrids had high yields and specific combining ability, which were not different with the commercial varieties. The results revealed that super sweet corn inbred lines derived from exotic germplasm have the potential to develop as parental lines and be produce new hybrids with high yields and good agronomic traits in the future.

Keywords: combining ability, non-additive gene action, diallel cross, *Zea mays* L. var. *saccharata*

1. บทนำ

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L. var. *saccharata*) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยการส่งออกข้าวโพดหวานในรูปแบบต่าง ๆ ของประเทศไทยเติบโตอย่างก้าวกระโดด และมีมูลค่าสูงเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจาก 10 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2535 ซึ่งเป็นปีแรกของการส่งออก เพิ่มขึ้นเป็น 7,956 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2561 นอกจากนี้ ปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูก 234,402 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 232,423 ไร่ และผลผลิตรวมทั้งประเทศ 498,699 ตัน (Office of Agricultural Economics, 2021) ซึ่งการปลูกข้าวโพดหวานเกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เนื่องจาก ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี รวมทั้งมีความสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม ศักยภาพของพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์พ่อและแม่ โดย

สายพันธุ์พ่อและแม่ที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานของประเทศไทยมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่ำ ทำให้การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานนั้นประสบความสำเร็จได้ยาก (Jompuk et al., 2000) ด้วยเหตุที่ ความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ การนำเข้าพันธุกรรมจากต่างประเทศ (exotic germplasm) เช่น เชื้อพันธุกรรมเขตอบอุ่นและกึ่งเขตร้อนจะสามารถช่วยเพิ่มความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้สูงขึ้นได้ (Bridges and Gardner, 1987) แต่การนำเข้าพันธุกรรมจากต่างประเทศมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ ความอ่อนแอต่อโรคและแมลง และการออกดอกที่เร็วขึ้น (Kim, 1990) ดังนั้น ความสำเร็จในการนำเข้าพันธุกรรมจากต่างประเทศมาใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์จึงขึ้นอยู่กับสัดส่วนของเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศที่ใช้ร่วมกับ

สายพันธุ์ดั้งเดิม (Abadassi and Herve, 2000) จากการศึกษาของ Fuengtee *et al.* (2019) พบว่า การใช้เชื้อพันธุกรรมที่พัฒนามาจากเขตอบอุ่นมีศักยภาพสำหรับการพัฒนาข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ลูกผสมที่มีอายุสั้นและให้ผลผลิตสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Abadassi and Herve (2000) ที่พบว่า การใช้เชื้อพันธุกรรมจากเขตอบอุ่น 25% และเชื้อพันธุกรรมเขตร้อนขึ้น 75% จะให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง

นอกจากนี้ ความสำเร็จของการสร้างข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสมขึ้นอยู่กับการคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรตที่ดี ซึ่งสายพันธุ์อินเบรตดังกล่าวต้องผ่านการทดสอบความสามารถในการรวมตัว (combining ability test) เพื่อกำหนดศักยภาพของข้าวโพดสายพันธุ์อินเบรตและลูกผสม (Hallauer and Miranda, 1988) โดยความสามารถในการรวมตัวนั้นแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (general combining ability: GCA) และความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (specific combining ability: SCA) (Sprague and Tatum, 1942) Soda *et al.* (2012) ทำการศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะผลผลิตฝักสดของข้าวโพดหวานสายพันธุ์อินเบรต พบว่า สายพันธุ์อินเบรตที่มีค่า GCA ในลักษณะของผลผลิตสูง มีโอกาสที่จะให้ลูกผสมที่มีลักษณะดังกล่าวสูงเช่นกัน นอกจากนี้ ลูกผสมที่มีค่า SCA สูง มักจะได้มาจากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่า GCA สูง หรือพ่อแม่ที่มีค่า GCA สูงข้างใดข้างหนึ่ง (Aly and Mousa, 2011) หรือแม่ที่มีค่า GCA สูงกับพ่อที่มีค่า GCA ต่ำเช่นกัน (Kerdsri *et al.*, 2010) อย่างไรก็ตาม รายงานการศึกษาความสามารถในการรวมตัวในข้าวโพดหวานพิเศษยังมีอยู่ไม่มากนัก โดยเฉพาะสายพันธุ์อินเบรตที่พัฒนามาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศในเขตอบอุ่น ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการ

รวมตัวของผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรในข้าวโพดหวานพิเศษสายพันธุ์อินเบรตที่พัฒนามาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศ

2. วิธีการ

2.1 สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการศึกษา

สายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 7 สายพันธุ์ ที่ผ่านการทดสอบความสามารถในการรวมตัว ได้แก่ L₁ (Sugar-75/TSC-BC₂-22-1-4-3-1), L₂ (Sugar-75/TSC-BC₂-65-5-1-3-1), L₃ (Hibrix-53///Hibrix-3//Pi-P4546/Montauk-BC₁-34-1-3-4-6(3)), L₄ (Hibrix-53///Hibrix-3//KV/Delectable-BC₁-2-1-1-5-3), L₅ (Hibrix-53///Hibrix-3//Jumbo Sweet/Delectable-BC₁-5-5-3-9-7), L₆ (Hibrix-53///Hibrix-3//Jumbo Sweet/Delectable-BC₁-17-4-1-9-1(1)) และ L₇ (Hibrix-53///Hibrix-3//Jumbo Sweet/Delectable-BC₁-17-4-2-8-5)

ซึ่งสายพันธุ์ดังกล่าวได้พัฒนาจากการนำกลุ่มระหว่างข้าวโพดของประเทศไทย และเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดหวานจากเขตอบอุ่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดรับประทานฝักสด ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Sugar 75/TSC, KV/Delectable, Jumbo Sweet/Delectable และ Pi-P4546/Montauk เพื่อเป็นประชากรเริ่มต้นในการสร้างประชากรพื้นฐานและผสมข้ามไปยังข้าวโพดหวานพิเศษพันธุ์ลูกผสมเดียวของไทย เพื่อเพิ่มระดับความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม รวมถึงความต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในประเทศไทยให้มากขึ้น โดยในฤดูที่ 1-4 นำกลุ่ม Sugar 75/TSC ผสมย้อนกลับ 2 ครั้ง ไปยังข้าวโพดหวานพิเศษลูกผสมเดียว Sugar 75 จะได้ลูกผสมกลับครั้งที่ 2 ช่วงที่ 1 (BC₂F₁) จากนั้น ทำการผสมตัวเอง 2

ครั้ง จะได้ลูกผสมกลับครั้งที่ 2 ช่วงที่ 3 (BC_2F_3) สำหรับข้าวโพดหวานอีก 3 คู่ผสม ได้แก่ KV/Delectable, Jumbo Sweet/Delectable และ Pi-P4546/Montauk นำไปผสมข้ามไปยังข้าวโพดหวาน Hibrix-3 ได้ลูกผสม Hibrix-3/ / KV/ Delectable, Hibrix- 3/ / Jumbo Sweet/ Delectable และ Hibrix- 3/ / Pi-P4546/Montauk นำข้าวโพดหวานคู่ผสมดังกล่าวไปผสมข้ามไปยังข้าวโพดหวาน Hibrix-53 ได้ลูกผสม Hibrix-53///Hibrix-3//KV/ Delectable, Hibrix-53///Hibrix-3//Jumbo Sweet/ Delectable และ Hibrix-53///Hibrix-3//Pi-P4546/Montauk หลังจากนั้น ผสมกลับไปยังข้าวโพดหวาน Hibrix-53 จะได้ลูกผสมกลับครั้งที่ 1 ช่วงที่ 1 (BC_1F_1) และทำการผสมตัวเอง 2 ครั้ง ได้ลูกผสมกลับครั้งที่ 1 ช่วงที่ 3 (BC_1F_3) จากการศึกษาที่ผ่านมาสามารถคัดเลือกได้ทั้งหมด 20 สายพันธุ์ ที่มีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนด หลังจากนั้นนำสายพันธุ์ดังกล่าวไปทดสอบความสามารถในการรวมตัวตามแผนการผสมพันธุ์แบบ line x tester สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปในลักษณะผลผลิตสูง จำนวน 7 สายพันธุ์ (Wasuwatthanakool et al., 2020; Sutthiluk et al., 2020) และนำสายพันธุ์ดังกล่าวไปผสมตัวเองอีก 3 ครั้ง ได้สายพันธุ์ผสมตัวเองช่วงที่ 5 (S_5)

2.2 การสร้างลูกผสม

ดำเนินการสร้างลูกผสมในปี พ.ศ. 2563 (กันยายน-พฤศจิกายน 2563) โดยนำสายพันธุ์พ่อแม่จำนวน 7 สายพันธุ์ มาสร้างลูกผสมตามแผนการผสมพันธุ์แบบพบกันหมด (diallel cross) ได้ลูกผสมเดี่ยว 21 คู่ผสม และลูกผสมสลับ 21 คู่ผสม

2.3 การปลูกทดสอบ

นำลูกผสมทั้งหมด และสายพันธุ์พ่อแม่ 7 สายพันธุ์ มาปลูกทดสอบ ในฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2563/64 (ธันวาคม พ.ศ. 2563 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564)

ร่วมกับพันธุ์การค้า 2 พันธุ์ รวมทั้งหมด 51 สายพันธุ์/พันธุ์ ณ แปลงทดสอบ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 2 ซ้ำ ซ้ำละ 2 แถว โดยปลูกระยะ 75 x 25 ซม. ซึ่งมีขนาดแปลงย่อย 6 ตารางเมตร หยอด 2 เมล็ด/หลุม โดยใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 16-16-16 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ร่วมกับสูตร 46-0-0 อัตราส่วน 1:1 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 40 วัน หรือก่อนข้าวโพดปล่อยละออง 1 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำระบบน้ำหยด เช้า-เย็น หรือตามสภาพอากาศ โดยปลูกสายพันธุ์/คู่ผสมละ 2 แถว ทำการตัดเชือกฟาง เมื่อข้าวโพดออกไหมประมาณ 2-3 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการกำหนดวันเก็บเกี่ยว

2.4 การบันทึกข้อมูล

2.4.1 ข้อมูลลักษณะผลผลิต

เก็บข้อมูล ทั้งหมด 5 ลักษณะ ได้แก่ 1) จำนวนฝักเก็บเกี่ยว โดยนับจำนวนในแต่ละแปลงย่อย และคำนวณเป็นจำนวนฝักต่อไร่ 2) ผลผลิตก่อนเปลือกเปลือก จำนวน 10 ฝักต่อสายพันธุ์/คู่ผสม โดยเก็บฝักที่ติดเชือกฟางเมื่อครบ 20 วัน ยกเว้นฝักจากหัวและท้ายของแปลงปลูก จากนั้นชั่งน้ำหนักฝักก่อนเปลือกที่หักก้านออกด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล และคำนวณเป็นหน่วยกิโลกรัมต่อไร่ 3) ผลผลิตหลังเปลือกเปลือก จำนวน 10 ฝักต่อสายพันธุ์/คู่ผสม โดยนำฝักที่ผ่านการบันทึกผลผลิตทั้งเปลือกเสร็จแล้ว มาเปลือกเปลือก จากนั้นชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล และคำนวณเป็นหน่วยกิโลกรัมต่อไร่ 4) น้ำหนักก่อนเปลือกเปลือกเฉลี่ย จำนวน 10 ฝักต่อสายพันธุ์/คู่ผสม ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล และคำนวณเป็นหน่วยกรัมต่อฝัก และ 5) น้ำหนัก

หลังปอกเปลือกเฉลี่ย จำนวน 10 ผักต่อสายพันธุ์/คู่ผสม จากนั้นชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล และคำนวณเป็นหน่วยกรัมต่อผัก

2.4.2 ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต

เก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) ความกว้างผัก โดยวัดตำแหน่งกลางผักจาก 5 ผักต่อสายพันธุ์/คู่ผสม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร 2) ความยาวผัก โดยวัดจากโคนผักถึงปลายสุดของผัก จาก 5 ผักต่อสายพันธุ์/คู่ผสม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร 3) เปอร์เซนต์เนื้อ จากผักที่เก็บข้อมูลผลผลิตแล้ว ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ผ่านได้ และคำนวณจากสูตร เปอร์เซนต์เนื้อ = (น้ำหนักเมล็ดที่ผ่านได้/น้ำหนักผักปอกเปลือก) $\times$ 100 และ 4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่องวัดความหวาน ATAGO รุ่น PAL-1 มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์

2.4.3 ข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

เก็บข้อมูล ทั้งหมด 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) ความสูงต้น จากต้นที่สม่ำเสมอจำนวน 10 ต้นต่อสายพันธุ์/คู่ผสม วัดจากโคนต้นถึงข้อต่อใบตรง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร 2) ความสูงผัก จากต้นที่สม่ำเสมอจำนวน 10 ต้นต่อสายพันธุ์/คู่ผสม วัดจากโคนต้นถึงข้อที่เป็นจุดกำเนิดผักแรก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร และ 3) อายุเก็บเกี่ยว บันทึกเป็นจำนวนวันหลังปลูกถึงวันออกใหม่ 50% แล้ว 20 วัน

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษิตตามแผนการทดลองแบบ RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$ ด้วยโปรแกรม Statistix (ver. 10, Analytical Software) และวิเคราะห์ค่าความสามารถในการรวมตัวตามวิธี Griffing (1956) method 1 ด้วยโปรแกรม AGD-R (ver. 5.0, CIMMYT)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย จำนวนผักต่อไร่ ผลผลิตก่อนปอกเปลือก ผลผลิตหลังปอกเปลือก น้ำหนักก่อนปอกเปลือกเฉลี่ย น้ำหนักหลังปอกเปลือกเฉลี่ย ความยาวผัก เปอร์เซนต์เนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความสูงต้น และอายุเก็บเกี่ยว พบว่าความแปรปรวนของ GCA SCA และลูกผสมสลับของทุกลักษณะที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้น ความแปรปรวนของ GCA ในลักษณะความกว้างผักที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความแปรปรวนของลูกผสมสลับ ในลักษณะของผลผลิตก่อนปอกเปลือก ผลผลิตหลังปอกเปลือก ความกว้างผัก ความยาวผัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอายุเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) นอกจากนี้ การแสดงออกของยีนแบบผลบวกมีอิทธิพลต่อความยาวผัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความสูงต้น และความสูงผัก ซึ่งอิทธิพลของยีนแบบผลบวกสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ และสภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ต่ำ ส่งผลให้ลักษณะดังกล่าวคัดเลือกได้ง่ายในชั่วต้น ๆ ประหยัดเวลาในการคัดเลือก และสามารถคัดเลือกโดยใช้วิธีคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) (Tadawongsa et al., 2015) ในขณะที่การแสดงออกของยีนแบบไม่เป็นผลบวกมีอิทธิพลต่อจำนวนผัก ผลผลิตก่อนปอกเปลือก ผลผลิตหลังปอกเปลือก น้ำหนักก่อนปอกเปลือกเฉลี่ย น้ำหนักหลังปอกเปลือกเฉลี่ย ความกว้างผัก เปอร์เซนต์เนื้อ และอายุเก็บเกี่ยวสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา (Gardner and Eberhart, 1966; Pornsuriya et al., 2014; Tadawongsa et al., 2015) ซึ่งการคัดเลือกลักษณะเหล่านี้ ทำได้ยาก

เนื่องจาก สภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกสูง จึงต้องมีการสะสมยีนของลักษณะที่ต้องการก่อนที่จะคัดเลือก แล้วทำการคัดเลือกได้ในชั่วหลัง ๆ ได้ โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) (Jenkins, 1940)

3.2 ความสามารถในการรวมตัวทั่วไป

การศึกษาความสามารถในการรวมตัวทั่วไป เป็นค่าที่บ่งบอก และกำหนดศักยภาพของสายพันธุ์หนึ่ง ๆ ในการให้ลูกผสมที่ดี เมื่อผสมข้ามกับสายพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งค่า GCA จะมีการแสดงออกของยีนแบบผลบวก (additive gene action) ซึ่งสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกได้ โดยสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่า GCA ต่ำ เมื่อนำไปผสมข้ามกับสายพันธุ์อื่นจะให้ลูกผสมที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ในขณะที่สายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่า GCA สูง และเป็นบวกในลักษณะที่สนใจจะสามารถให้ลูกผสมที่มีค่าเฉลี่ยในลักษณะที่สนใจเพิ่มขึ้น (Sprague and Tatum, 1942) เมื่อพิจารณาจากสายพันธุ์ที่มีค่า GCA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสูงสุดในลักษณะที่ทำการคัดเลือก โดยค่า GCA ของผลผลิตก่อนปลูก เปลือก ผลผลิตหลังปลูกเปลือก น้ำหนักก่อนปลูก เปลือกเฉลี่ย น้ำหนักหลังปลูกเปลือกเฉลี่ยสูงสุด คือ สายพันธุ์ L₄ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 240.03** (4,301 กก.), 365.40** (3,005 กก.), 29.37** (284.00 ก.) และ 23.59** (199.50 ก.) ตามลำดับ (Table 2) แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ L₄ เหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ที่สามารถให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง เมื่อพิจารณาลักษณะองค์ประกอบผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ L₁ มีค่า GCA ของเปอร์เซ็นต์เนื้อสูงสุดเท่ากับ 1.86** (59.49%) ในขณะที่สายพันธุ์ L₂ มีค่า GCA ของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 0.68** (14.20 °Brix) (Table 2) แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ L₁ และ L₂ เหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ที่สามารถให้องค์ประกอบผลผลิตที่ดี อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาบางลักษณะที่สนใจ

เช่น อายุเก็บเกี่ยว ความสูงต้น และความสูงฝัก โดยสายพันธุ์ที่มีอายุปล่อยละอองเกสร และอายุออกไหมสั้น มีผลทำให้อายุเก็บเกี่ยวสั้น ซึ่งจะสามารถลดระยะเวลาในการปลูก ทำให้เพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางการตลาด ส่วนลักษณะความสูงต้น และความสูงฝักควรอยู่ในระดับความสูงที่เหมาะสม จะส่งผลให้ลำต้นทนทานต่อการหักล้ม และสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวในระยะฝักสด ซึ่งควรพิจารณาค่า GCA ต่ำ ดังนั้น ควรใช้สายพันธุ์พ่อแม่ที่สามารถลดความเสียหายในลักษณะเหล่านี้ได้ (Bordallo et al., 2005) เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตร ควรคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ความสูงฝักต่ำ และอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ดังนั้น ค่า GCA ควรไปในทิศทางลบ คือ สายพันธุ์ L₅ มีค่า GCA ของความสูงฝักเท่ากับ -5.72** (66.50 ซม.) ในขณะที่สายพันธุ์ L₆ มีค่า GCA ของอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากับ -1.24** (75.63 วัน) (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Durães et al. (2017) ที่พบว่า ในลักษณะทางการเกษตร คือ อายุการออกดอก ความกว้างฝัก และความสูงต้น ควรพิจารณาค่า GCA ที่ต่ำจะเป็น การดีที่สุด จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ L₅ และ L₆ เหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ที่สามารถให้ลูกผสมที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี

3.3 ความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ และค่าเฉลี่ยของลูกผสม

การศึกษาความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ เป็นค่าที่ใช้ในการคัดเลือกลูกผสมที่ดีและไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ (Sprague and Tatum, 1942) ซึ่ง SCA มีการแสดงออกของยีนแบบไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action) จะปรากฏในชั่วนั้น ๆ ไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ (Griffing, 1956) เมื่อพิจารณาค่า SCA ของลักษณะผลผลิต พบว่า กลุ่มผสมที่มีค่า SCA สูงของผลผลิตก่อนปลูกเปลือก สามอันดับแรก คือ กลุ่มผสม L₇/L₂ L₄/L₅ และ L₄/L₇ มีค่า

เท่ากับ 1,062.40** 899.54** และ 748.96** ตามลำดับ (Table 3) ในส่วนของผลผลิตหลังปลูก เปลือกกลุ่มที่มี SCA สูง สามอันดับแรก คือ กลุ่มสม L_4/L_5 L_7/L_2 และ L_2/L_5 มีค่าเท่ากับ 677.63** 591.25** และ 415.20** ตามลำดับ (Table 4) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กลุ่มสม L_4/L_5 L_4/L_7 และ L_7/L_2 มีค่า SCA สูง ซึ่งกลุ่มสมเหล่านี้มาจากสายพันธุ์ L_2 และ L_4 ที่มีค่า GCA สูง และสายพันธุ์ L_5 และ สายพันธุ์ L_7 ที่มีค่า GCA ต่ำ (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Aly and Mousa (2011) ที่พบว่า กลุ่มสมที่มีลักษณะผลผลิตมาจากสายพันธุ์พ่อแม่ข้างใดข้างหนึ่งที่มีค่า GCA สูง ในลักษณะดังกล่าวจะสูงเช่นกันหรือบางกลุ่มสมที่มีค่า GCA สูง ผสมกับพันธุ์ที่มี GCA ต่ำ ให้ผลผลิตสูงกว่าบางกลุ่มสมที่มี GCA สูงทั้งคู่ อาจเป็นเพราะสายพันธุ์พ่อแม่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง (Jompuk et al., 2001)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลูกผสมกับพันธุ์เปรียบเทียบในลักษณะผลผลิต พบว่า กลุ่มสม L_7/L_2 L_4/L_5 และ L_4/L_7 มีผลผลิตก่อนปลูกเปลือกไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบที่ 1 และ 2 (Table 3) ในส่วนของผลผลิตหลังปลูกเปลือกพบว่า กลุ่มสม L_4/L_5 L_7/L_2 และ L_2/L_5 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบที่ 1 และ 2 (Table 4) ในการสร้างลูกผสมที่มีค่าเฉลี่ย และค่า SCA สูงของผลผลิตเกิดจากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่า GCA ในลักษณะดังกล่าวสูง (Savaneya et al., 2012; Durães et al., 2017) นอกจากนี้ กลุ่มสมสลับพ่อแม่ L_7/L_2 ที่มีผลผลิตสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fan et al. (2014) พบว่า ลูกผสมสลับสามารถให้ค่า SCA สูง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติได้ ซึ่งการผสมแบบสลับพ่อแม่เป็นการเพิ่มโอกาสในการค้นหากลุ่มสมที่ให้ผลผลิตสูง (Yao et al., 2013) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การนำข้าวโพดหวานพิเศษสายพันธุ์อินเบรตที่พัฒนามาจากเชื้อพันธุกรรมต่างประเทศมาใช้ในการปรับปรุง

พันธุ์สามารถเพิ่มลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรได้

4. สรุป

การแสดงออกของยีนแบบผลบวกมีอิทธิพลต่อความยาวฝัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความสูงต้น และความสูงฝัก ในขณะที่การแสดงออกของยีนแบบข่มมีอิทธิพลต่อจำนวนฝัก ผลผลิตก่อนปลูกเปลือก ผลผลิตหลังปลูกเปลือก น้ำหนักก่อนปลูกเปลือกเฉลี่ย น้ำหนักหลังปลูกเปลือกเฉลี่ย ความกว้างฝัก เปอร์เซ็นต์เนื้อ และอายุเก็บเกี่ยว โดยสายพันธุ์ L_4 มีค่า GCA สูง ในลักษณะผลผลิต ในขณะที่สายพันธุ์ L_1 และ L_2 มีค่า GCA สูงในลักษณะของเปอร์เซ็นต์เนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ตามลำดับ ซึ่งมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์อินเบรตเพื่อใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่สำหรับการสร้างลูกผสมที่ดี นอกจากนี้ กลุ่มสม L_2/L_5 L_4/L_5 L_4/L_7 และ L_7/L_2 มีผลผลิตก่อนและหลังปลูกเปลือกไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2564 ประเภททุนวิจัยพัฒนาศักยภาพผลงานวิจัย (Fast Track) (สัญญาเลขที่ TUFT 15/2564) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

6. References

Abadassi, J. & Herve, Y. (2000). Introgression of temperate germplasm to improve an elite

- tropical maize population. *Euphytica*, 113, 125-133.
- Aly, R.S.H. & Mousa, S.T.M. (2011). Combining ability for grain yield and other yield component traits using half diallel crosses of maize inbred lines. *Journal of Agricultural Chemical and Biotechnology*, 2(12), 317-329.
- Bordallo, P.N., Pereira, M.G., Amaral, J.A.T. & Gabriel, A.P.C. (2005). Diallel analysis of sweet and regular corn genotypes for agronomic characters and total protein content. *Horticultura Brasileira*, 23(1), 123-127.
- Bridges, W. C. J. & Gardner, C. O. (1987). Foundation population for adapted by exotic crosses. *Crop Sciences*, 27(3), 501-506.
- Durães, N. N. L., Crevelari, J. A., Vettorazzi, J. C. F., Junior, J. A. F., Santana, F. A. & Pereira, M.G. (2017). Combining ability for traits associated with yield and quality in super sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*). *Australian Journal of Crop Science*, 11(9), 1188-1194.
- Fan, X.M., Zhang, Y.D., Yao, W.H., Bi, Y.Q., Liu, L., Chen, H.M. & Kang, M.S. (2014). Reciprocal diallel crosses impact combining ability, variance estimation, and heterotic group classification. *Crop Sciences*, 54, 89–97.
- Fuengtee, A., Suriham, B., Lertrat, K., Sanitchon, J. & Chankaew, S. (2019). Combining ability for early- maturity and yield of waxy corn and sweet corn inbred lines. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(1), 105-114. (in Thai)
- Gardner, C.O. & Eberhart, S.A. (1966). Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*, 22, 439-452.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian journal of biological sciences*, 9, 463–493.
- Hallauer, A. R. & Miranda, J. B. (1988). Quantitative genetics in maize breeding. Press Ames: Iowa State University.
- Jenkins, M. T. (1940). The segregation of gene affecting yield of grain in maize. *Agronomy Journal*, 32, 55-63.
- Jompuk, C., Samphantharak, K. & Chowchong, S. (2000). Genetic diversity of corn hybrids from different sources in Thailand as verified by their heterotic pattern and inbreeding depression. *Kasetsart Journal: Natural Sciences (Thailand)*, 34(2), 205-209. (in Thai)
- Jompuk, C., Samphantharak, K., Chowchong, S. & Pongseai, C. (2001) Combining ability testing in S_4 as selection index for hybrid corn (*Zea mays* L.) improvement. In: The 30th Proceedings of the thirtieth National Corn and Sorghum Research Conference 2001. (pp. 54-64). Ubon Ratchathani. (in Thai)
- Kerdsri, C., Keatikuanbuti, P., Choungpim, S. & Tongchoy, S. (2010). Parental line selection of sweet corn hybrid based on combining ability estimates of inbred lines.

- Thai Agricultural Research Journal*, 28(2), 134-143. (in Thai)
- Kim, S.K. (1990). Breeding of temperate maize germplasm for tropical adaptation. In C. De Leon, G. Granados and M.D. Read. (eds.). Proc, Fourth Asian Regional Maize Workshop (pp. 208- 229). Pakistan.
- Office of agricultural economics, Available Source: <https://www.oae.go.th>, August 5, 2021. (in Thai)
- Pornsuriya, P. , Boonsrinukul, S. , Komolmas, A. & Pornsuriya, P. (2014). Heterosis of inter-varietal hybrids in waxy corn. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 42(3) , 753-759. (in Thai)
- Savaneya, W., Lertrat, K. & Suriharn, B. (2012). Combining ability for fresh ear yield in waxy corn inbred lines. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 40(4), 77-82. (in Thai)
- Soda, P. , Lertrat, K. & Suriharn, B. (2012). Combining ability for fresh ear yield in super sweet corn inbred lines. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 40(4), 72-76. (in Thai)
- Sprague, G.F. & Tatum, L.A. (1942). General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal American Society of Agronomy*, 34, 923-932.
- Sutthiluk, W., Suwor, P., Suriharn, B. & Harakotr, B. (2020). Combining ability for yield and kernel eating quality in synergistic super sweet corn lines derived from exotic germplasm. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 48(6), 1216-1229. (in Thai)
- Tadawongsa, C. , Lertrat, K. & Suriharn, B. (2015). Combining ability for number of ear and fresh ear weight yield in purple small ear waxy corn inbred line. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 43(3) , 557-564. (in Thai)
- Wasuwatthanakool, W. , Jirakriattikul, Y. & Harakotr, B. (2020). Determination of combining ability for yield and yield related traits in sweet corn lines based on line x tester method. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(6), 799-810. (in Thai)
- Yao, W.H. , Zhang, Y.D. , Kang, M.S. , Chen, H.M., Liu, L., Yu, L.J. & Fan, X.M. (2013). Diallel analysis models: a comparison of certain genetic statistics. *Crop Sciences*, 53, 1481–1490.