

ประสิทธิภาพการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ ผักต่อหลุมประยุกต์ และบันทึกประวัติเพื่อพัฒนาสายพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม

**Efficiency of maize (*Zea mays* L.) breeding methods of doubled haploid,
modified single hill and pedigree breeding for developing inbred lines and hybrids**

ศกาวุฒิ กุลมณี^{1,2}, ประภา ศรีพิจิตต์³, สุจินต์ เจนวีร์วัฒน์³ และ ธาณี ศรีวงศ์ชัย^{3*}

**Sadawud Koonmancee^{1,2}, Prapa Sripichitt³, Sujin Jenweerawat³,
and Tanee Sreewongchai^{3*}**

บทคัดย่อ: การปรับปรุงพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้และสร้างพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมมีหลายวิธี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพัฒนาสายพันธุ์แท้ 4 วิธี ได้แก่ วิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S0 และชั่วที่ S1 ผักต่อหลุมประยุกต์ และบันทึกประวัติ ที่ใช้ในการพัฒนาสายพันธุ์แท้ให้ได้ผลผลิตสูง ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดเป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง โดยนำข้าวโพดพันธุ์ CPQ-1302 มาใช้ในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้ด้วยวิธีการทั้ง 4 จากนั้นนำสายพันธุ์แท้ที่ได้มาปลูกเปรียบเทียบผลผลิต สายพันธุ์ที่คัดเลือกได้นำมาสร้างเป็นพันธุ์ลูกผสมแล้วปลูกเปรียบเทียบผลผลิตของพันธุ์ลูกผสม โดยวางแผนการทดลองแบบ 14x14 simple lattice square ผลการทดลองพบว่าวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S1 เป็นวิธีการพัฒนาสายพันธุ์แท้ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และเมื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้มาสร้างเป็นพันธุ์ลูกผสมสามารถให้พันธุ์ลูกผสมที่มีผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งวิธีการนี้ใช้เวลาการพัฒนาสายพันธุ์แท้เพียง 3 ฤดูปลูกเท่านั้น ส่วนวิธีที่ให้ประสิทธิภาพรองลงมาคือ วิธีผักต่อหลุมประยุกต์ ดับเบิลแฮพลอยด์ชั่วที่ S0 และบันทึกประวัติ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม วิธีการพัฒนาสายพันธุ์แท้ด้วยวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ยังมีข้อจำกัดในบางเชื้อพันธุ์กรรม เช่น มีอัตราการเกิดแฮพลอยด์ต่ำหรือเทคนิคการเพิ่มชุดโครโมโซม ต้องมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้ได้สายพันธุ์แท้จำนวนมากพอสำหรับการสร้างลูกผสมต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวโพด, สายพันธุ์ชักนำให้เกิดต้นแฮพลอยด์, วิธีการปรับปรุงพันธุ์, พันธุ์กรรมคงตัว

ABSTRACT: There are various breeding methods for developing inbred lines and hybrids in maize. The objective of this study was to compared four methods for developing inbred lines including doubled haploid in first generation (DHS0) and doubled haploid in second generation (DHS1), modified single hill (MSH) and pedigree (PED) methods to use in the development of

Received May 18, 2018

Accepted August 14, 2018

¹ โครงการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเกษตรเขตร้อน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Graduate Program in Tropical Agriculture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

² บริษัท เจริญโภคภัณฑ์เมล็ดพันธุ์ (อินเดีย) จำกัด เลขที่ 5/77 หมู่บ้านเอกไถเรดกูเดม ตำบลมูซุนูรู อำเภอกฤษนา รัฐอันดราประเทศ ประเทศอินเดีย รหัส 521 213

Charoen Pokphand Seeds (India) Pvt. Ltd., Door No: 5/77, Akkireddy Gudem Village, Musunuru Mandal, Krishna Dist., Andra Pradesh, India, Pin: 521 213

³ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding author: taneesree@yahoo.com

high yield inbred lines and high yield hybrid maize. The CPQ-1302 variety was used to develop inbred lines by using those 4 breeding methods. After that, the obtained inbred lines were cultivated for yield comparison. Then, the selected inbred lines were used to develop hybrids. The hybrids were cultivated for yield comparison. Experimental design was 14x14 simple lattice square design. The results showed that the doubled haploid in the second generation (DHS1) method was the highest efficient method for developing inbred lines and could generate the highest yield hybrids. Moreover, this method could develop inbred lines within 3 growing seasons. The subsequent efficient methods were the modified single hill, doubled haploid in first generation (DHS0) and pedigree, respectively. Nonetheless, the usage of Doubled haploid method for development of inbred lines is also limited in some germplasm sources such as low haploid induction rate or double chromosomes technique needs to be developed for increasing the number of inbred lines to generate hybrids.

Keywords: corn, haploid inducer lines, breeding method, homozygote

บทนำ

ข้าวโพดเป็นพืชที่ปลูกและใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก จัดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสาม รองจากข้าวสาลี และข้าว โดยข้าวโพดมีผลผลิตรวมมากกว่าข้าวสาลี และข้าว (Office of Agricultural Economics, 2016) ข้าวโพดสามารถใช้ประโยชน์ได้มากมายทั้งเป็นอาหารมนุษย์ อาหารสัตว์ นำนํ้ามันเชื้อเพลิง และยังใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย นอกจากนี้ยังเป็นพืชต้นแบบที่นำมาใช้ศึกษาด้านพันธุกรรมของพืช (Mladenovic *et al.*, 2013) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมได้เริ่มอย่างจริงจังเมื่อ Shull (1908) และ Shull (1909) ได้เสนอวิธีการพัฒนาสายพันธุ์แท้ (inbred line) และพันธุ์ลูกผสม (hybrid) ขึ้น โดยการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมเริ่มจากพันธุ์ลูกผสมคู่ ลูกผสมสามทาง และลูกผสมเดี่ยวตามลำดับ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมมีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน คือ การพัฒนาสายพันธุ์แท้ (inbred line development) และการพัฒนาพันธุ์ลูกผสม (hybrid development) ในส่วนของการพัฒนาสายพันธุ์แท้ มีหลายวิธีการขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ของนักปรับปรุงพันธุ์ และวัตถุประสงค์ของโครงการ เช่น 1) วิธีผสมรวม (bulk method) 2) วิธีบันทึกประวัติ (pedigree method) 3) วิธีผสมรวมร่วมกับบันทึกประวัติ (bulk/pedigree method) 4) วิธีประยุกต์ (modified method) 5) วิธีการผสมกลับ (backcrossing method) 6) วิธีเมล็ดต่อต้าน หรือฝักต่อหลุมประยุกต์ (modified single seed descent or single hill method) และ 7) วิธีดับเบิล

แฮพลอยด์ (doubled haploid method) (กฤษฎา, 2551; Curran, 2008) ปัจจุบันนี้วิธีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์แท้และสร้างลูกผสมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ วิธีบันทึกประวัติ วิธีเมล็ดต่อต้านหรือฝักต่อหลุมประยุกต์ และวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ (Bennetzen and Hake, 2009; Jumbo *et al.*, 2011) ซึ่งวิธีบันทึกประวัตินิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานปรับปรุงพันธุ์พืช โดยเฉพาะการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดที่มีการกระจายตัวมาก เหมาะกับลักษณะที่มีความสามารถถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมไปยังชั่วลูกได้สูง (high heritability) และเหมาะกับการปรับปรุงลักษณะจำเพาะ สามารถตรวจสอบย้อนกลับที่มาของแต่ละสายพันธุ์ได้ สามารถคัดเลือกทั้งลักษณะที่ไม่ต้องการในชั่วต้นๆ ของสายพันธุ์ที่มีการกระจายตัววิธีเมล็ดต่อต้านหรือฝักต่อหลุมประยุกต์ เป็นวิธีที่มีการบันทึกลักษณะต่างๆ น้อยกว่าวิธีบันทึกประวัติ นอกจากนี้ยังต้องการพื้นที่ปลูกน้อย ประหยัดเวลา ไม่ต้องการประสบการณ์ในการคัดเลือกมากนัก สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดขนาดใหญ่ได้ เหมาะกับลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปยังชั่วลูกได้ต่ำ (low heritability) (กฤษฎา, 2551) และวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ที่ใช้แฮพลอยด์อินดิวกเซอร์ (haploid inducer) เป็นตัวชักนำให้เกิดพืชแฮพลอยด์นั้นเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในหลายหน่วยงาน เนื่องจากเป็นวิธีการพัฒนาสายพันธุ์แท้ที่ทำให้สายพันธุ์มีระดับโฮโมไซกัส (homozygous) 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลารวดเร็วเพียง 2-3 ฤดู ในขณะที่วิธีการอื่นต้องใช้เวลาในการพัฒนาสายพันธุ์แท้ 7-8 ฤดู

(Prasana *et al.*, 2012) ดังนั้นในการศึกษาดังนี้จึงได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการปรับปรุงพันธุ์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์และสร้างลูกผสม ในประชากรข้าวโพด CPQ-1302 ใน 4 วิธีการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ วิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 (S_0 Doubled Haploid; DHS $_0$) ดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 (S_1 Doubled Haploid; DHS $_1$) ผักตบหม่นประยุกต์ (modified single hill; MSH) และบันทึกประวัติ (pedigree; PED) เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดสายพันธุ์ทั้งที่ใช้ในการทดสอบผลผลิต

1.1 ข้าวโพดสายพันธุ์ทั้งที่พัฒนาจากลูกผสมชั่วที่ 1 (CPQ-1302) ด้วยวิธีการปรับปรุงพันธุ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 ดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ผักตบหม่นประยุกต์ และบันทึกประวัติ จำนวน 34 52 52 และ 52 สายพันธุ์ ตามลำดับ

1.2 พันธุ์เปรียบเทียบที่เป็นสายพันธุ์แท้จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์แท้ LN452 IQT5024 SPQPP242 และ SKQPP422

2. ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมที่ใช้ในการทดสอบผลผลิต

2.1 ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ที่ได้จากการนำสายพันธุ์ทั้งจากการปรับปรุงพันธุ์ทั้ง 4 วิธี คือ วิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ 1 ดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ 2 ผักตบหม่นประยุกต์ และบันทึกประวัติ จำนวน 34 52 52 และ 52 สายพันธุ์ตามลำดับ นำมาผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ IFF019

2.2 พันธุ์เปรียบเทียบที่เป็นพันธุ์ลูกผสมเพื่อการค้าที่นิยมปลูกกันแพร่หลายในประเทศไทยจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CP.333 TSF1203ID CP.804 และ NK6240

วิธีการศึกษา

การปลูกทดสอบผลผลิต

1.1 การปลูกทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์แท้ปลูกทดสอบผลผลิตในสายพันธุ์แท้ที่ได้จากวิธีการปรับปรุงพันธุ์ ทั้ง 4 วิธี ร่วมกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ LN452 IQT5024 SPQPP242 และ SKQPP422 และสายพันธุ์อื่นๆ (filler) เพื่อให้ครบจำนวน 196 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 14×14 simple lattice square ปลูกสายพันธุ์ละ 2 แถว แต่ละแถวยาว 3 เมตร ใช้ระยะปลูก 60×20 เซนติเมตร จำนวน 2 ซ้ำ ปลูกทดลองในฤดูฝน ปี 2559 ที่สถานีวิจัยบริษัทเจริญโภคภัณฑ์เมล็ดพันธุ์ (อินเดีย) จำกัด เมืองบังกาลอร์ รัฐคานาตะกะ ประเทศอินเดีย

1.2 การปลูกทดสอบผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมปลูกทดสอบผลผลิตพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการนำสายพันธุ์แท้ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบร่วมกับพันธุ์ CP.333 TSF1203ID CP.804 และ NK6240 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และพันธุ์ลูกผสมอื่นๆ เพื่อให้ครบจำนวน 196 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 14×14 Simple lattice square ปลูกสายพันธุ์ละ 2 แถว แต่ละแถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 60×25 เซนติเมตร จำนวน 2 ซ้ำ ปลูกทดลองในฤดูฝน ปี 2559 ที่สถานีวิจัยบริษัทเจริญโภคภัณฑ์เมล็ดพันธุ์ (อินเดีย) จำกัด เมืองบังกาลอร์ รัฐคานาตะกะ ประเทศอินเดีย

การเก็บข้อมูลผลผลิต

เก็บข้อมูลผลผลิตโดยชั่งน้ำหนักฝักหลังจากการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยของแต่ละสายพันธุ์ และเทียบค่าเป็นกิโลกรัมต่อไร่ โดยปรับเทียบความชื้นที่ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ผลผลิตของเมล็ดที่ความชื้น 15\%} = \frac{\text{น้ำหนักฝักต่อแปลงย่อย} \times (100 - \% \text{ความชื้น}) \times (\% \text{กะเทาะ} / 100)}{(100 - 15) \times \text{พื้นที่เก็บเกี่ยว}}$$

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลผลิตที่ได้มาแบ่งกลุ่มและแจกแจงความถี่ของแต่ละช่วง วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม AGROBASE generation II

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การกระจายตัวของผลผลิต

สายพันธุ์แท้ข้าวโพดที่ได้จากวิธีการดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 ดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ผักตบหม่นประยุกต์ และบันทึกประวัติมีผลผลิตระหว่าง 455 - 1,455 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อนำมาแบ่งช่วงความถี่ 10 ช่วง พบว่าสายพันธุ์แท้ที่ได้จากทั้ง 4 วิธีมีการกระจายของลักษณะผลผลิตอยู่ในช่วง 455 - 1,286 575 - 1,455 665 - 1,383 และ 591 - 1,229 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยผลผลิต 860 924 983 และ 922 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 223.4 198.6 155.9 และ 144.2 ตามลำดับ โดยวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 และผักตบหม่นประยุกต์ มีสายพันธุ์แท้ที่ให้ผลผลิตในช่วงของผลผลิตที่สูงที่สุดจำนวน 2 และ 1 สายพันธุ์ตามลำดับ ซึ่งวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ให้สายพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงที่สุดมีค่า 1,455 กิโลกรัมต่อไร่ (Figure 1 and 3 and Table 1) สายพันธุ์แท้ที่ได้จากวิธีการดับเบิล

แฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 มีการกระจายตัวของผลผลิตมากที่สุดในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยผลผลิตที่ได้น้อยสุดแต่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น เนื่องจากเป็นวิธีการที่สายพันธุ์แท้ไม่ได้ปลูกคัดเลือกในสภาพแปลงปลูกทำให้สายพันธุ์แท้มีความหลากหลายมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bernardo (2009)

ข้าวโพดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากสายพันธุ์แท้ของวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 ดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ผักตบหม่นประยุกต์ และ บันทึกประวัติมีผลผลิตระหว่าง 1,248-1,790 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อนำมาแบ่งช่วงความถี่ 10 ช่วง พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากสายพันธุ์แท้ทั้ง 4 วิธีมีการกระจายของลักษณะผลผลิตอยู่ในช่วง 1,335-1,964 1,329-1,983 1,318-1,906 และ 1,139-1,850 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยผลผลิต 1,675 1,719 1,627 และ 1,586 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 156 128 133 และ 153 ตามลำดับ โดยวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 ดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 และผักตบหม่นประยุกต์ มีสายพันธุ์แท้ที่ให้ผลผลิตในช่วงของผลผลิตที่สูงที่สุดจำนวน 1 1 และ 2 สายพันธุ์ตามลำดับ ซึ่งวิธีดับเบิลแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้มีผลผลิตสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 1,983 กิโลกรัมต่อไร่ (Figure 2 and 4 and Table 1)

Table 1 Top ten of the highest yield in inbred lines and hybrids from four breeding methods

Inbred			Hybrid		
Name	Yield (kg./rai)	Hybrid yield derived from inbred (kg./rai)	Name	Yield (kg./rai)	Inbred yield (kg./rai)
DHS ₁ -I27	1,455	1,671	DHS ₁ -H49	1,983	832
MSH ₁ -I02	1,383	1,521	DHS ₁ -H39	1,965	963
DHS ₁ -I16	1,368	1,646	DHS ₀ -H21	1,964	765
MSH ₁ -I26	1,341	1,712	DHS ₁ -H12	1,944	845
MSH ₁ -I45	1,321	1,811	DHS ₀ -H05	1,930	968
MSH ₁ -I10	1,296	1,591	MSH ₁ -H39	1,906	786
DHS ₀ -I11	1,286	1,837	DHS ₁ -H29	1,898	892
DHS ₁ -I05	1,275	1,841	DHS ₀ -H34	1,889	843
DHS ₁ -I19	1,269	1,770	MSH ₁ -H40	1,886	914
DHS ₀ -I03	1,231	1,721	MSH ₁ -H43	1,883	941
Mean	860		Mean	1,519	
CV (%)	14		CV (%)	11	
LSD0.05	252		LSD0.05	227	

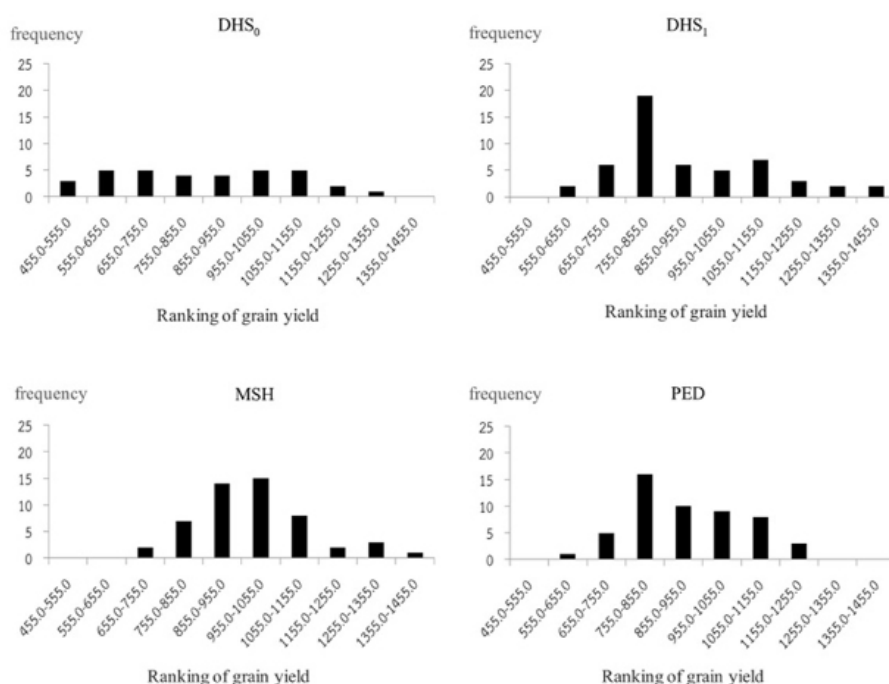


Figure 1 The ranking of grain yield in inbred lines by comparing four breeding methods

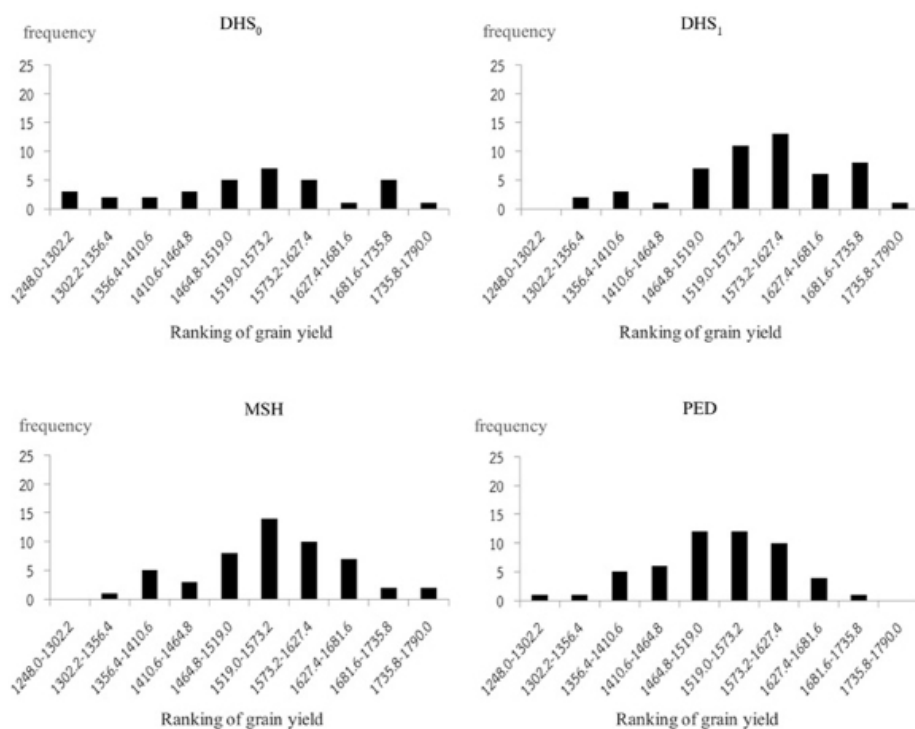


Figure 2 The ranking of grain yield in hybrid lines by comparing four breeding methods

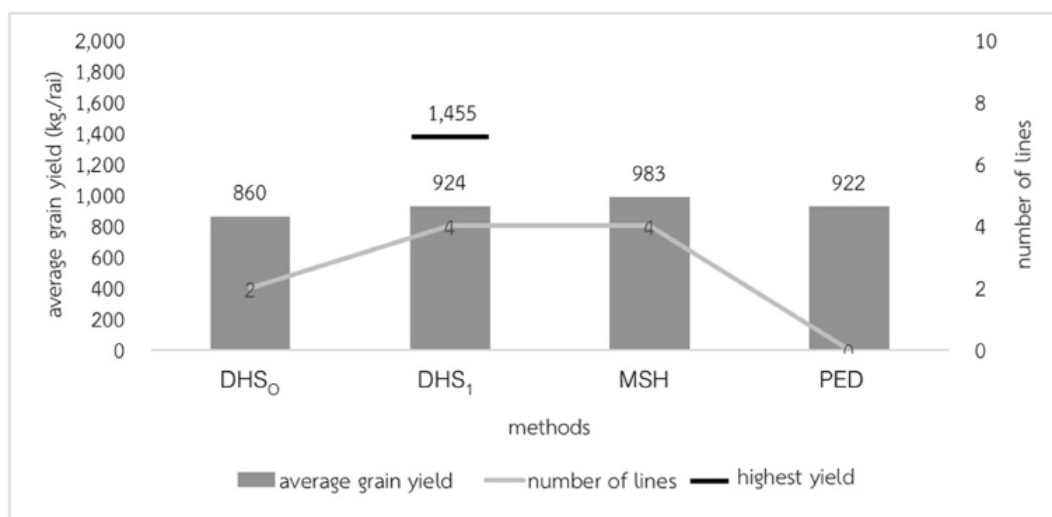


Figure 3 Comparison of breeding efficiency of four breeding methods in inbred lines for highest grain yield, average grain yield and number of top ten lines list

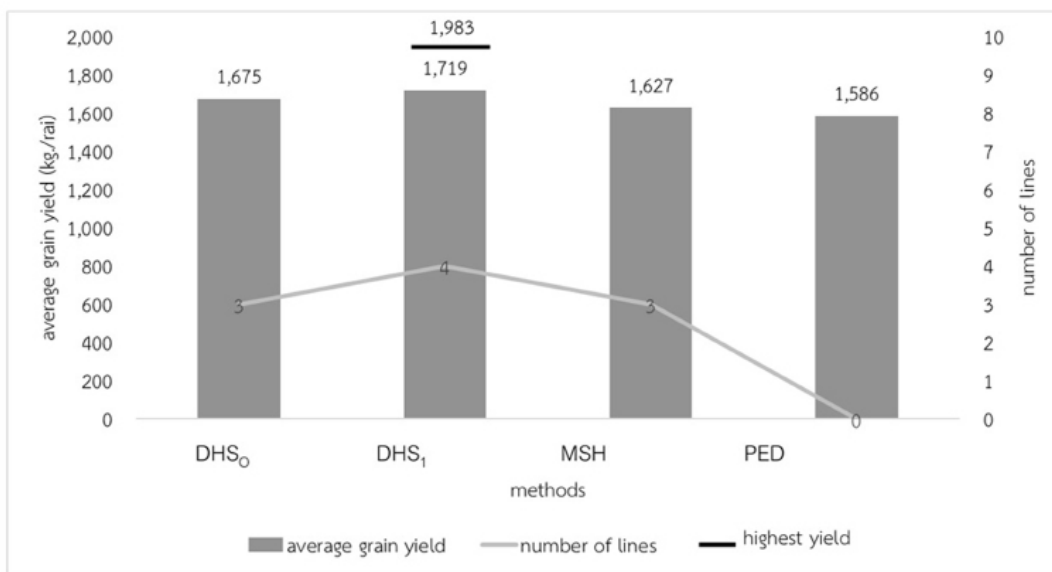


Figure 4 Comparison of breeding efficiency of four breeding methods in hybrid lines for highest grain yield, average grain yield and number of top ten lines list

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพัฒนาสายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสมโดยวิธีการปรับปรุงพันธุ์ทั้ง 4 วิธี

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพัฒนาสายพันธุ์แท้ที่ได้จากวิธีการปรับปรุงพันธุ์ ทั้ง 4 วิธี พบว่า วิธีฝักต่อหลุมประยุกต์ให้สายพันธุ์แท้ที่มีผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 983 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าวิธีอื่น ส่วนวิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ให้สายพันธุ์แท้ที่มีผลผลิตสูงที่สุดในการทดลอง คือสายพันธุ์ DHS₁-I27 มีผลผลิต 1,455 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการทั้ง 2 มีจำนวนสายพันธุ์แท้ที่มีผลผลิตสูงสุด 10 อันดับแรกมากที่สุดคือวิธีการละ 4 สายพันธุ์ ดังนั้นวิธีการทั้ง 2 จึงมีประสิทธิภาพสำหรับพัฒนาสายพันธุ์แท้ที่มีผลผลิตสูงได้ดีกว่าวิธีอื่น (Table 1 and Figure 3)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพพันธุ์ลูกผสมโดยใช้สายพันธุ์แท้จากวิธีการปรับปรุงพันธุ์ทั้ง 4 วิธี พบว่า วิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ให้พันธุ์ลูกผสมที่มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,719 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าวิธีอื่น และมีพันธุ์ลูกผสม DHS₁-H49 ให้ผลผลิตสูงที่สุดในการทดลอง 1,983 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีนี้มีจำนวนผลผลิตพันธุ์ลูกผสมสูงสุด 10 อันดับแรกมากที่สุดจำนวน 4 พันธุ์ลูกผสม ดังนั้นวิธีการนี้จึงมีประสิทธิภาพสำหรับพัฒนาสายพันธุ์แท้ที่ให้ลูกผสมมีผลผลิตสูงได้ดีกว่าวิธีอื่น (Table 1 and Figure 4)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการพัฒนาสายพันธุ์แท้ของวิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 มีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยให้พันธุ์ลูกผสมผลผลิตสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสมสูงกว่าวิธีการอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jumbo *et al.* (2011) ที่รายงานว่า สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาจากวิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 เมื่อนำมาพัฒนาเป็นลูกผสมก็จะได้สายพันธุ์ลูกผสมที่เด่น ผลผลิตสูง เพราะเกิดจากสายพันธุ์แท้ที่ปรับตัวได้ดี มีการแสดงออกของยีนที่รวมตัวกันใหม่ สายพันธุ์ที่ได้ผ่านการคัดเลือกต้นมา 1 ฤดู จึงทำให้มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าวิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 (Bernardo, 2009) โดยวิธีนี้ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาสายพันธุ์แท้เพียง 3 ฤดูกาลเพาะปลูกเท่านั้น

สรุป

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพัฒนาสายพันธุ์แท้จากวิธีการปรับปรุงพันธุ์ ทั้ง 4 วิธีคือ วิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 ดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 ฝักต่อหลุมประยุกต์ และบันทึกประวัติ พบว่าวิธีดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_1 เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากให้พันธุ์ลูกผสมผลผลิตสูงสุด มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสายพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสมสูงกว่าวิธีการอื่น ส่วนวิธีที่ให้ประสิทธิภาพรองลงมาคือ วิธีฝักต่อหลุมประยุกต์ ดัดแปลงแฮพลอยด์ในชั่วที่ S_0 และบันทึกประวัติ ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์เมล็ดพันธุ์ (อินเดีย) จำกัด สังกัดกลุ่มธุรกิจพืชครบวงจร (ข้าวโพด) เครือเจริญโภคภัณฑ์ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2551. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bennetzen, J.L., and S. Hake. 2009. Maize Handbook-Volume II : Genetics and Genomics. Springer Science + Business Media LLC, Modern Maize Breeding.
- Bernardo, R. 2009. Should maize doubled haploids be induced among F(1) or F(2) plants. Theor Appl Genet. 119: 256-262.
- Curran, B. 2008. Future trends in corn genetics and biotechnology. Available Source: <http://alfalfa.ucdavis.edu>. Accessed Dec. 15, 2016.

- Jumbo, M.D., T. Weldekidan, J.B Holland and J.A. Hawk. 2011. Comparison of conventional, modified single seed descent, and double haploid breeding methods for maize inbred line development using germplasm enhancement of maize breeding crosses. *Crop Sci.* 51: 1534-1543.
- Mladenovic, D.S., V. Andelkovic, M. Babic and K. Konstantinov. 2013. New technologies for improving maize breeding, pp. 27–36. In *Proceedings of the Fourth International Scientific Symposium “Agrosym 2013”*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Office of Agricultural Economics. 2016. *Situation and Trends of the Important Agricultural Products Year 2016*, Bangkok, 241. (in Thai)
- Prasana, B.M., V. Chaikam and G. Mahukul. 2012. *Double Haploid Technology in Maize Breeding: Theory and Practice*, Mexico, D.E., CIMMYT.
- Shull, G.H. 1908. The composition of a field of maize. *J. Hered.* 4: 296–301.
- Shull, G.H. 1909. A Pure line method of corn breeding. *J. Hered.* 5: 51–58.