

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558

1. ชุดโครงการวิจัย : การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแห้งแล้ง
2. โครงการวิจัย : การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง  
กิจกรรม : การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง : อายุยาว (115-120 วัน)
3. ชื่อการทดลอง (ไทย) : การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ  
ชื่อการทดลอง (อังกฤษ) : Reciprocal Recurrent Selection for Late Maturity Maize Population Improvement
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง : สุริพัฒน์ ไทยเทศ<sup>1/</sup>  
ผู้ร่วมงาน : พิเชษฐ์ กรุดลอยมา<sup>2/</sup> สุทัศน์ย์ วงศ์ศุภไทย<sup>1/</sup> ทศนีย์ บุตรทอง<sup>1/</sup>  
: จำนงค์ ชัญญาวาร<sup>1/</sup> อมรรัตน์ ภูโต<sup>1/</sup>

### 5. บทคัดย่อ

การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ เริ่มตั้งแต่ปี 2554-2558 จากประชากร NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> โดยสร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S<sub>1</sub>) ประชากรละ 500 ต้น จากนั้นผสมกับพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นประชากรตรงข้าม เป็นลูกผสม topcross และประเมินผลผลิตในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกไหม คัดเลือกข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งจากประชากรทั้งสอง จำนวน 40 สายพันธุ์ต่อประชากร แล้วผสมรวมเป็นประชากรข้าวโพดรอบคัดเลือกใหม่ ในขณะเดียวกัน ก็ผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ดำเนินการต่อเนื่องจนถึงปี 2557 ได้ประชากร NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>2</sub> และในปี 2558 ได้ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) ของประชากรทั้งสอง พบว่า ทั้งสองประชากรให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือก โดยประชากร NP99201 (RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 25 กก./ไร่ ในแต่ละรอบของการคัดเลือก ใน C<sub>0</sub> C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> C<sub>4</sub> และ C<sub>5</sub> ให้ผลผลิต 1,212 1,165 1,185 1,197 1,311 และ 1,295 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนประชากร NP99202 (RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 9 กก./ไร่ ในแต่ละรอบของการคัดเลือก โดยใน C<sub>0</sub> C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> C<sub>4</sub> และ C<sub>5</sub> ให้ผลผลิต 1,187 1,192 1,195 1,200 1,233 และ 1,224 กก./ไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 ที่ให้ผลผลิต 992 กก./ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17-32 และให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 ที่ให้ผลผลิต 1,292 กก./ไร่

คำสำคัญ : การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว

**Abstract**

NP99201 (RRS) and NP99202 (RRS), two drought tolerant, late maturity maize populations were improved simultaneously by reciprocal recurrent selection at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2011-2015. The Initiated populations of NP99201 (RRS)  $C_3F_2$  and NP99202 (RRS)  $C_3F_2$  were grown and the ones having good agronomic traits were selfed 500  $S_1$  plants in each of two populations to give respective populations of NP99201 (RRS)  $C_3S_1$  and NP99202 (RRS)  $C_3S_1$ . The selected  $S_1$  progenies of each population were grown and produced topcrosses of population by crossing with opposite population as tester. In dry season, 200 topcrosses were evaluated, 40 promising topcross families were selected in each population. Balanced seed the plants selected from  $S_1$  families within NP99201 (RRS)  $C_3S_1$  and NP99202 (RRS)  $C_3S_1$  was obtained for the next cycle improvement such NP99201 (RRS)  $C_4F_2$  and NP99202 (RRS)  $C_4F_2$  respectively. In 2015, both populations from  $C_0$  to  $C_5$  were evaluated under well watered conditions, results showed significantly higher yields than OPV NS1 (992 kg/rai) for 17-32% and insignificantly different from hybrid NS3 (1,292 kg/rai). Responses in grain yield per cycle was 25 kg./rai for NP99201 (RRS) and 9 kg./rai for NP99202 (RRS).

Key words: Maize, Population Improvement, Reciprocal Recurrent Selection, Late maturity

**6. คำนำ**

สภาพฝนแล้งหรือการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ เป็นปัญหาสำคัญที่สุดในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การใช้พันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสม จะช่วยลดความเสียหายของผลผลิตข้าวโพดในสภาพของการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอนได้ (Eskasingh *et al.* 2004) ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ได้พัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง โดยการปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (reciprocal recurrent selection) เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประชากรทั้งสองให้เหมาะสมที่สุด และมีโอกาสคัดเลือกสายพันธุ์แท้จากประชากรทั้งสอง (Hallauer และ Miranda, 1981) การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ

เป็นวิธีการปรับปรุงประชากร 2 ประชากรไปพร้อมๆ กัน โดยมีการทดสอบรุ่นลูก ที่ได้จากการผสมข้ามจาก ประชากรตรงกันข้ามใช้เป็นตัวทดสอบ (Sprague และ Eberhart, 1977) ทำซ้ำหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ เพื่อสะสม ความถี่ของยีนที่ดี ที่ควบคุมลักษณะทางปริมาณ (quantitative traits) ซึ่งต้องการคัดเลือกให้เพิ่มขึ้นในประชากร นอกจากจะเป็นการปรับปรุงภายในแต่ละประชากรแล้ว ยังมีโอกาสปรับปรุงลูกผสมระหว่างประชากรหรือจาก สายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือก (Allard, 1960) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ที่ เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเพื่อผลผลิตสูงและทนทานแล้ง

## 7. วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. ประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub>
2. พันธุ์ลูกผสมตรวจสอบ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1
3. ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 และปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0
4. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคอลอร์
5. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

### วิธีการ

- 2554 (แล้ง) : สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S<sub>1</sub>) โดยปลูกประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สีเหลืองอายุยาว NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> และคัดเลือก ต้นข้าวโพดที่มีลักษณะแข็งแรงเพื่อทำการผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บ เกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก
- 2554 (ฝน) : แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed อีกส่วนหนึ่งนำมาสร้าง ลูกผสมแบบ topcrosses โดยผสมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งกับพันธุ์ ทดสอบ ซึ่งเป็นประชากรตรงข้าม เช่น NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ใช้ตัวทดสอบ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>bulk และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ใช้ตัวทดสอบ NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>bulk เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักที่ติดเมล็ดเต็ม ไม่มีโรคและแมลงทำลาย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์
- 2555 (แล้ง) : ประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแบบ topcross ประชากรละ 200 คู่ผสม ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ และ สภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกไหม วางแผนการทดลองแบบ 10,20 Alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์

1. สภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา
  2. สภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกไหม โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอในระยะแรก จนถึงระยะก่อนออกไหม 2 สัปดาห์ หยุดให้น้ำ และเมื่อหลังจากออกไหมได้ 2 สัปดาห์ จึงให้น้ำต่อจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา
- 2555 (ต้นฝน) :
- คัดเลือกข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งจากประชากร NP99201 (RRS) C<sub>3</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub> จำนวน 40 สายพันธุ์ต่อประชากรเพื่อผสมรวมเป็นประชากรข้าวโพดรอบคัดเลือกใหม่ NP99201 (RRS) C<sub>4F1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4F1</sub> ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
  - จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งของประชากร NP99201 (RRS) C<sub>3</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub> จำนวน 40 สายพันธุ์ต่อประชากร ทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม
- 2555 (ปลายฝน) :
- ขยายเมล็ดจาก NP99201 (RRS) C<sub>4F1</sub> เป็น NP99201 (RRS) C<sub>4F2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4F1</sub> เป็น NP99202 (RRS) C<sub>4F2</sub> โดยการผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
  - จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สองของประชากร NP99201 (RRS) C<sub>3</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub> ทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สาม สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม
- 2556 (แล้ง) :
- สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S<sub>1</sub>) โดยปลูกประชากร NP99201 (RRS) C<sub>4F2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4F2</sub> และคัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะแข็งแรงเพื่อผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 200 ฝัก
- 2556 (ฝน) :
- แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed อีกส่วนหนึ่งนำมาสร้างลูกผสมแบบ topcross โดยผสมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งกับพันธุ์ทดสอบ ซึ่งเป็นประชากรตรงข้าม เช่น NP99201 (RRS) C<sub>4S1</sub> ใช้ตัวทดสอบ NP99202 (RRS) C<sub>4S1</sub> bulk และ NP99202 (RRS) C<sub>4S1</sub> ใช้ตัวทดสอบ NP99201 (RRS) C<sub>4S1</sub> bulk เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักที่ติดเมล็ดเต็ม ไม่มีโรคและแมลงทำลาย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
- 2557 (แล้ง) :
- ประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแบบ topcross ประชากรละ 200 คู่ผสม ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกไหม วางแผนการทดลองแบบ 10,20 Alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่

นครสวรรค์

- 2557 (ต้นฝน) : คัดเลือกข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งของประชากร NP99201 (RRS) C<sub>4</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4</sub> จำนวน 40 สายพันธุ์ต่อประชากร เพื่อผสมรวมเป็นประชากรข้าวโพดรอบคัดเลือกใหม่ NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
- จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งของประชากร NP99201 (RRS) C<sub>4</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4</sub> จำนวน 40 สายพันธุ์ต่อประชากร ผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม
- 2557 (ปลายฝน) ขยายเมล็ดจาก NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> เป็น NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> เป็น NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>2</sub> โดยผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
- 2558 (แล้ง) ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึงรอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) ของประชากรทั้งสอง ใน 2 สภาพแวดล้อม คือสภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกไหม ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
- 2558 (ฝน) ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึงรอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) ของประชากรทั้งสอง

### การปฏิบัติดูแลรักษา

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แถวยาว 5.0 เมตร โดยใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร หยอด 2 เมล็ด/หลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 20 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม พันสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์ อัตรา 200 กรัม + 300 ซีซี/ไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 รองพื้น อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์

### การบันทึกข้อมูล

#### แปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอและแปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม

- อายุวันออกไหม 50% อายุวันออกดอกตัวผู้ 50%
- ช่วงห่างระหว่างอายุออกดอกตัวผู้และอายุออกไหม (Anthesis - Silking Interval, ASI)
- ความสูงต้นและฝัก
- จำนวนต้นหัก-ล้ม
- จำนวนฝักต่อต้น
- ผลผลิตเมล็ด (Grain Yield) ต่อแปลงย่อย

- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว

#### แปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม

- ความแก่ของใบ (Leaf Senescence) โดยให้คะแนน 1-10
- การม้วนของใบ (Leaf Rolling) โดยให้คะแนน 1-5

- ดัชนีทนแล้ง (Drought Index, DI) โดย K.S.Fischer *et al.* (1983)

$$DI = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times \frac{\text{ผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}}{\text{ผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพขาดน้ำ}}$$

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

$$\% \text{ Yield loss} = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ} - \text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times 100$$

ระยะเวลาดำเนินการ (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ตุลาคม 2553 - กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ (ศวร.นว.)

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### ปี 2554

ฤดูแล้ง 2554 ปลุกประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุยาว NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub> เพื่อผสมตัวเองสร้างสายพันธุ์ชั่วที่ 1 คัดเลือกต้นที่มีความแข็งแรง ผสมตัวเองสร้างสายพันธุ์ชั่วที่ 1 และเก็บเกี่ยว โดยประชากร NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub>S<sub>1</sub> ได้ 511 ต้น และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>F<sub>2</sub>S<sub>1</sub> ได้ 476 ต้น คัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง คัดเลือกฝักได้ประชากรละ 250 ฝัก นำเมล็ดสายพันธุ์ชั่วที่ 1 ที่คัดเลือกได้มาแบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed อีกส่วนหนึ่งนำมาสร้างลูกผสมแบบ topcrosses

ฤดูฝน 2554 ปลุกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 ที่ได้และผสมกับพันธุ์ทดสอบที่เป็นประชากรตรงข้าม โดย NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ใช้ตัวทดสอบ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> bulk และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ใช้ตัวทดสอบ NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> bulk ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักที่มีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 200 คู่ผสม เพื่อประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง ปี 2555

### ปี 2555



40 selected lines	346	1,255	939	1,443	1,876	1,676	2	1.06
200 top crosses	346	1,306	861	1,297	2,014	1,633	1	1.00
LSD (0.05)	-	-	300	-	-	230	1.6	-
CV (%)	-	-	17.63	-	-	7.13	79.04	-

LSD= Least Significant Difference

### ปี 2556

ฤดูแล้ง 2556 สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง ( $S_1$ ) ในรอบการคัดเลือกที่ 4 ของประชากร NP99201 (RRS)  $C_4F_2$  และ NP99202 (RRS)  $C_4F_2$  โดยปลูกประชากรทั้งสอง และคัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะแข็งแรง เพื่อผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed อีกส่วนหนึ่งนำมาสร้างลูกผสมแบบ topcrosses

ฤดูฝน 2556 สร้างลูกผสมแบบ topcrosses โดยการปลูกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งประชากร NP99201 (RRS)  $C_4S_1$  และ NP99202 (RRS)  $C_4S_1$  ที่คัดเลือกไว้ ประชากรละ 250 ฝัก โดยปลูกฝักต่อแถว หลังจากนั้นทำการผสมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งกับพันธุ์ทดสอบ ซึ่งเป็นประชากรตรงข้าม คือ NP99201 (RRS)  $C_4S_1$  ใช้ตัวทดสอบ NP99202 (RRS)  $C_4S_1$  bulk และ NP99202 (RRS)  $C_4S_1$  ใช้ตัวทดสอบ NP99201 (RRS)  $C_4S_1$  bulk ดำเนินการเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมปลูกทดสอบลูกผสม topcrosses ของทั้งสองประชากรในสภาพแล้งระยะออกดอกและสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ในฤดูแล้ง 2557

ในขณะเดียวกัน ทำการพัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้ จากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง ( $S_1$ ) ที่คัดเลือกไว้ ของประชากรรอบคัดเลือกที่ 2, 3 และ 4 จากประชากรทั้งสอง โดยการคัดเลือกและผสมตัวเอง พัฒนาเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง ( $S_2$ ) ชั่วที่สาม ( $S_3$ ) ต่อไป จนได้สายพันธุ์แท้

### ปี 2557

ฤดูแล้ง 2557 ทดสอบลูกผสม topcrosses ของทั้งสองประชากร ๆ ละ จำนวน 200 คู่ผสม ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมปกติ และสภาพแวดล้อมขาดน้ำในระยะออกดอกระยะเวลา 1 เดือน วางแผนการทดลองแบบ 10,20 Alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย คัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง ประชากรละ 40 สายพันธุ์ โดยคัดเลือกสายพันธุ์ที่ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตสูง ในทั้งสองสภาพแวดล้อม โดยสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกไว้ จากประชากร NP99201 (RRS)  $C_4$  ให้ผลผลิตลูกผสม topcross ในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกไหมให้ผลผลิตระหว่าง 364-803 กก./ไร่ เฉลี่ย 673 กก./ไร่ และในสภาพการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอระหว่าง 1,318-1,593 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,351 กก./ไร่ โดยมีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้เฉลี่ย 1.7 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งเฉลี่ย 1.00

ส่วนประชากร NP99202 (RRS)  $C_4$  คัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่ให้ผลผลิตลูกผสม topcross ในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกไหมให้ผลผลิตระหว่าง 322-727 กก./ไร่ เฉลี่ย 582 กก./ไร่ และในสภาพการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอระหว่าง 1,344-1,546 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,301 กก./ไร่ โดยมีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้



เฉลี่ย 1.9 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งเฉลี่ย 1.00 สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกไว้จากแต่ละประชากร ทำการปลูกและผสมสุ่มภายในแต่ละประชากรเป็นประชากรข้าวโพดรอบคัดเลือก NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> (Table 2)

ฤดูต้นฝน 2557 เกิดปัญหาการเตรียมพื้นที่ปลูก และเมล็ดพันธุ์ล่าช้า ทำให้ขั้นตอนการผสมสุ่มภายในประชากร ของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง NP99201 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ที่คัดเลือกไว้ เป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>1</sub> เลื่อนออกไปปลูกปลายฝน 2557 และส่งผลให้ขั้นตอนการ ขยายเมล็ดจาก NP99201 (RRS) C<sub>4</sub>F<sub>1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4</sub>F<sub>1</sub> เป็น NP99201 (RRS) C<sub>4</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>4</sub>F<sub>2</sub> โดยการผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน เลื่อนไปดำเนินการในฤดูแล้ง 2558

**Table 2** Mean grain yield of topcross hybrids maize populations NP9 9 2 0 1 (RRS) C<sub>4</sub> and NP9 9 2 0 2 (RRS) C<sub>4</sub> under water stressed (WS) and well watered conditions (WW), Anthesis - Silking Interval (ASI) and Drought Index (DI) in the 2014 dry season.

Year	Topcross	Grain yield (kg/rai)						ASI (day)	DI
		WS			WW				
		Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean		
2014	NP99201 (RRS) C <sub>4</sub>								
	40 selected lines	364	803	673	1,318	1,593	1,351	1.7	1.00
	200 top crosses	339	873	592	1,100	1,593	1,358	2	1.00
	LSD(0.05)	-	-	174	-	-	204	2.00	-
	CV(%)	-	-	14.86	-	-	7.63	51.71	-
2014	NP99202 (RRS) C <sub>4</sub>								
	40 selected lines	322	727	582	1,344	1,546	1,301	1.9	1.00
	200 top crosses	222	727	500	911	1,587	1,293	2	1.01
	LSD(0.05)	-	-	188	-	-	251	2	-
	CV(%)	-	-	19.05	-	-	9.81	57.40	-

LSD= Least Significant Difference

## ปี 2558

จากผลการปรับปรุงประชากร NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ระหว่างปี 2549-2553 และประเมินผลผลิตประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในรอบการคัดเลือก C<sub>0</sub> ถึง C<sub>3</sub> และคู่ผสมระหว่างประชากรแต่ละรอบของการคัดเลือก ในฤดูแล้งปี 2553 พบว่าในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ทั้งสองประชากรให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือก โดยประชากร NP99201 (RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 136 กก./ไร่ ในแต่ละรอบของการคัดเลือก โดยใน C<sub>0</sub> C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> และ C<sub>3</sub> ให้ผลผลิต 578 957 981 และ 1,025 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนประชากร

NP99202 (RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 31 กก./ไร่ ในแต่ละรอบของการคัดเลือก โดยใน  $C_0$   $C_1$   $C_2$  และ  $C_3$  ให้ผลผลิต 785 842 840 และ 888 กก./ไร่ ตามลำดับ สำหรับสภาพขาดน้ำระยะออกไหม ในรอบการคัดเลือก  $C_0$   $C_1$   $C_2$  และ  $C_3$  พบว่าประชากร NP99201 (RRS) ให้ผลผลิต 295 409 362 และ 355 กก./ไร่ ตามลำดับ และประชากร NP99202 (RRS) ให้ผลผลิต 306 298 309 และ 312 กก./ไร่ ตามลำดับ (Fig. 1)

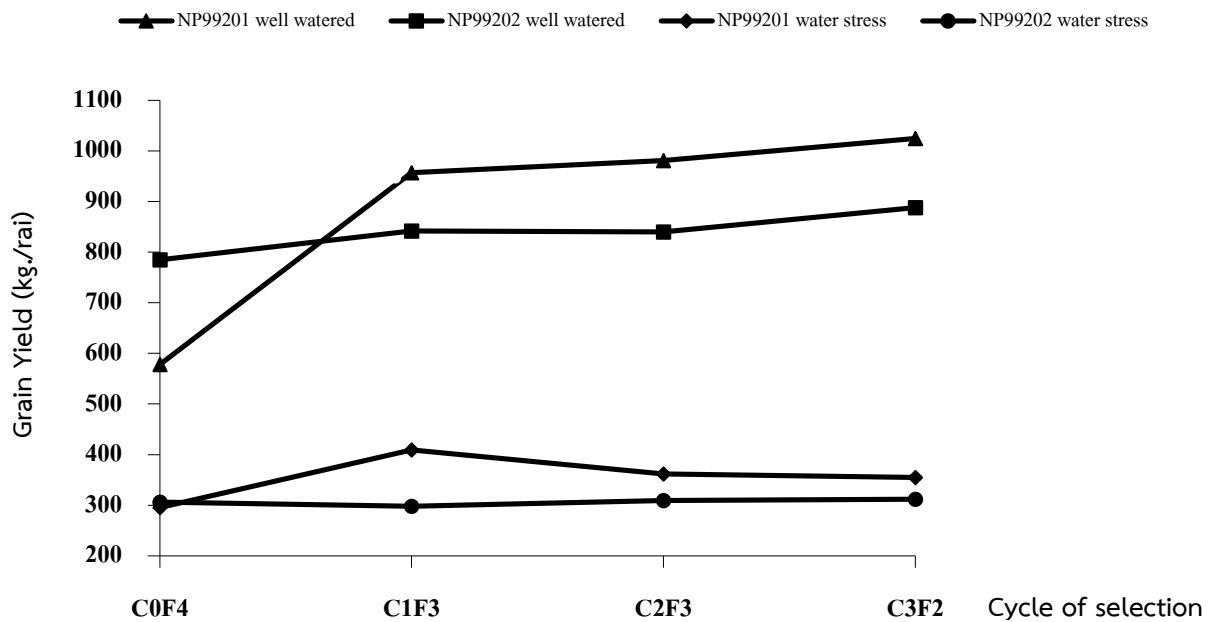


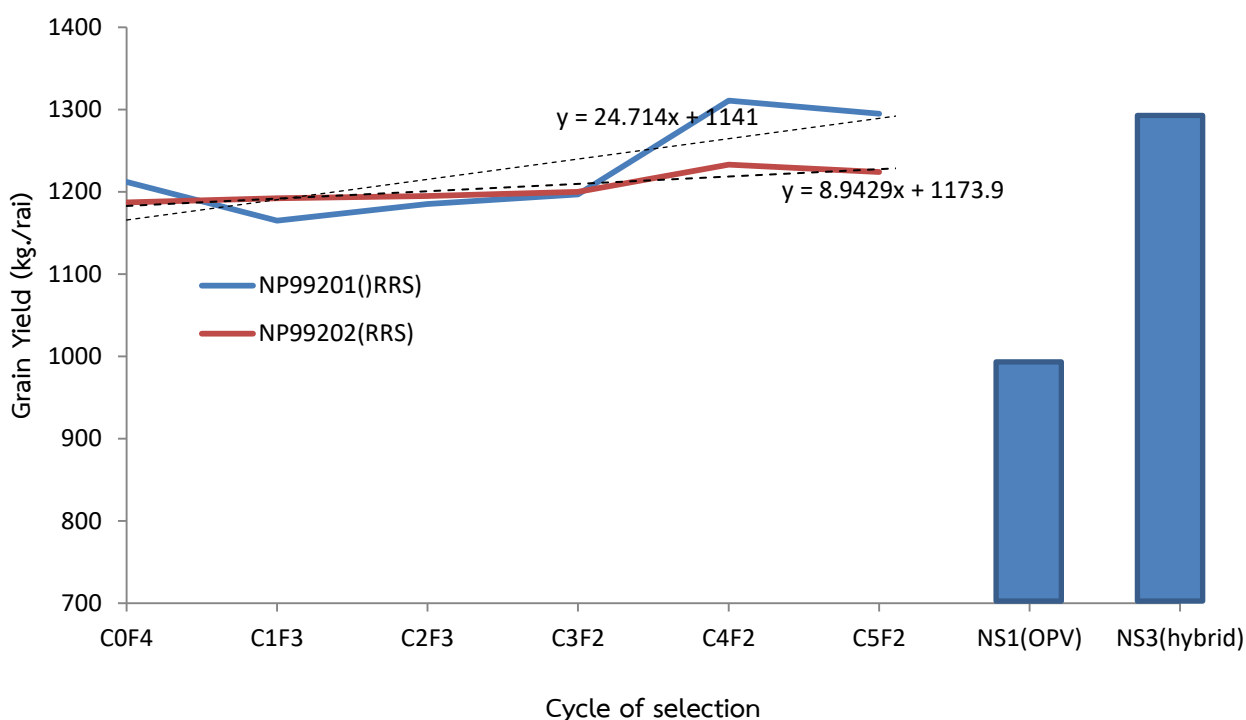
Figure 1 Mean grain yield per cycle of the NP99201 (RRS) and NP99202 (RRS) populations corresponding to  $C_0$  to  $C_3$  under water stress and well watered conditions at NSFCRC in the 2010 dry season.

ต่อมา ระหว่างปี 2554-2558 ดำเนินการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) แบบหมุนเวียนสลับ ในรอบการคัดเลือกที่ 4 ( $C_4$ ) และรอบการคัดเลือกที่ 5 ( $C_5$ ) เพิ่มเติม แต่เนื่องจากสภาพอากาศที่แปรปรวน ฝนตกชุกในช่วงฤดูฝน มีผลต่อการเตรียมพื้นที่เพื่อปลูกและพัฒนาประชากรแต่ละรอบการคัดเลือก ทำให้การผสมรวมสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง จากประชากร NP99201 (RRS)  $C_5S_1$  และ NP99202 (RRS)  $C_5S_1$  เป็นประชากรข้าวโพดรอบคัดเลือกใหม่ NP99201 (RRS)  $C_5F_1$  และ NP99202 (RRS)  $C_5F_1$  ดำเนินการล่าช้า จากต้นฤดูฝนปี 2557 ส่งผลต่อการขยายเมล็ดจาก NP99201 (RRS)  $C_5F_1$  เป็น NP99201 (RRS)  $C_5F_2$  และ NP99202 (RRS)  $C_5F_1$  เป็น NP99202 (RRS)  $C_5F_2$  โดยได้ดำเนินการในฤดูแล้งปี 2558 ทำให้การประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรดำเนินการในฤดูฝน ปี 2558 ภายใต้สภาพแวดล้อมปกติหรือสภาพแวดล้อมที่มีการให้น้ำสม่ำเสมอเพียงสภาพเดียว

ประเมินความก้าวหน้าของประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น ( $C_0$ ) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย ( $C_5$ ) ได้แก่  $C_0$   $C_1$   $C_2$   $C_3$   $C_4$  และ  $C_5$  ดำเนินการในฤดู

ฝน ปี 2558 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 6 แถว/แปลงย่อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ พบว่า ประชากร NP99201 (RRS) ใน C<sub>0</sub> C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> C<sub>4</sub> และ C<sub>5</sub> ให้ผลผลิต 1,212 1,165 1,185 1,197 1,311 และ 1,295 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือก ประมาณ 25 กก./ไร่

ส่วนประชากร NP99202 (RRS) ใน C<sub>0</sub> C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> C<sub>4</sub> และ C<sub>5</sub> ให้ผลผลิต 1,187 1,192 1,195 1,200 1,233 และ 1,224 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 9 กก./ไร่ ในแต่ละรอบของการคัดเลือก (Fig. 2)



**Figure 2** Mean grain yield of progress from selection in two maize populations NP99201 (RRS) and NP99202 (RRS) under well watered conditions at NSFCRC in the 2015 rainy season.

เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 ให้ผลผลิต 992 กก./ไร่ พบว่าประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 คิดเป็นร้อยละ 17-32 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ส่วนพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 1,292 กก./ไร่ พบว่าประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) จากพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (Table 3)

**Table 3** Mean grain yield and major agronomic characters of progress from selection in two maize populations NP99201 (RRS) and NP99202 (RRS) under well watered conditions at NSFRC in the 2015 rainy season.

Population	50% Silking Date (days)	Height (cm.)		Shelling (%)	Moisture (%)	Grain yield (kg/rai)	% Check	
		Plant	Ear				NS3	NS1
NP99201 (RRS) C <sub>0</sub> F <sub>4</sub>	54	225	122	83.04	24.93	1212	94	122
NP99201 (RRS) C <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	54	225	126	82.75	23.73	1165	90	117
NP99201 (RRS) C <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	54	220	122	83.46	21.89	1185	92	119
NP99201 (RRS) C <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	55	217	118	82.20	25.68	1197	93	121
NP99201 (RRS) C <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	52	233	125	82.89	23.65	1311	101	132
NP99201 (RRS) C <sub>5</sub> F <sub>2</sub>	53	227	128	80.64	23.49	1295	100	131
NP99202 (RRS) C <sub>0</sub> F <sub>4</sub>	54	233	122	82.47	23.17	1187	92	120
NP99202 (RRS) C <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	55	226	127	81.12	23.81	1192	92	120
NP99202 (RRS) C <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	56	228	124	80.19	25.01	1195	92	120
NP99202 (RRS) C <sub>3</sub> F <sub>2</sub>	57	227	126	81.58	21.24	1200	93	121
NP99202 (RRS) C <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	56	248	137	81.31	25.78	1233	95	124
NP99202 (RRS) C <sub>5</sub> F <sub>2</sub>	56	239	130	79.98	24.94	1224	95	123
NS1 Check)	52	237	132	79.06	21.33	992	77	100
NS3 Check)	54	242	139	82.43	27.27	1292	100	130
Mean	54	230	127	81.65	23.99	1212	94	122
CV(%)	0.92	3.08	4.13	3.18	8.67	7.73		
LSD(0.05)	1	10	8	-	3.02	135		

LSD= Least Significant Difference

### การพัฒนาสายพันธุ์แท้

จากการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ ของประชากร NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ดำเนินการตั้งแต่ปี 2554 – 2558 นอกจากปรับปรุงภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีการสร้างสายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือก สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม โดยในปี 2550 เริ่มทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกจากประชากร NP99201 (RRS) C<sub>1</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>1</sub> และพัฒนาต่อเนื่องและได้ข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หก ในปี 2554 มีสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกและใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 28 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อเป็น Nei 532001- Nei 532028 และต่อมาได้คัดเลือกเพิ่มเติมอีกหนึ่งสายพันธุ์ คือ Nei 542001 สายพันธุ์แท้เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมต่อไป

### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ ดำเนินการตั้งแต่ปี 2549 – 2553 และต่อเนื่องในปี 2554-2558 โดย เริ่มจากประชากร NP99201 (RRS) C<sub>1</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>1</sub>F<sub>2</sub> ดำเนินการต่อเนื่องจนได้ประชากร NP99201 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>2</sub> และ NP99202 (RRS) C<sub>5</sub>F<sub>2</sub> จากประเมินความก้าวหน้าของการคัดเลือก ทั้งสองประชากรให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือก โดยประชากร NP99201 (RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอเพิ่มขึ้นประมาณ 25 กก./ไร่ ส่วนประชากร NP99202 (RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 9 กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 คิดเป็นร้อยละ 17-32 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และได้พัฒนาสายพันธุ์แท้จากรอบการคัดเลือก C<sub>1</sub> และใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 29 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อเป็น Nei 532001- Nei 532028 และ Nei 542001 สายพันธุ์แท้เหล่านี้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมต่อไป

ข้อเสนอแนะ ควรประเมินคุณสมบัติระหว่างประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) ได้แก่ C<sub>0</sub> C<sub>1</sub> C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> C<sub>4</sub> และ C<sub>5</sub> ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพการขาดน้ำในช่วงออกไหม เปรียบเทียบกับประชากรในรอบคัดเลือกเริ่มต้น (C<sub>0</sub>) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C<sub>5</sub>) เพื่อศึกษาสมรรถนะการผสมพันธุ์ ความดีเด่นของลูกผสมเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ในลักษณะผลผลิต (เฮตเตอร์โรซิส) และการตอบสนองต่อสภาพแล้ง ต่อไป

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1 ปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201 (RRS) และ NP99202 (RRS) ให้สะสมยีนที่ดี ที่ต้องการคัดเลือกให้เพิ่มขึ้นในประชากร ในรอบการคัดเลือกที่สูงขึ้น สำหรับเป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลิตสูงและทนทานแล้ง

2 สร้างสายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในรอบของการคัดเลือกต่าง ๆ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

## 11. คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจาก นักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

## 12. เอกสารอ้างอิง

- Allard, R.W. 1960. Breeding methods with cross-pollinated crops. Pages 282-302. *In*: Principle of Plant Breeding, John Wiley & Son, Inc., New York.
- Eskasingh, B., P. Gypmantasiri, K. Thong-Ngam and P. Grudloyma. 2004. Maize in Thailand: Production Systems, Constraints, and Research Priorities. D.F.:CIMMYT, Mexico. 36 p.
- Hallauer, A.R., and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. The Iowa state University. Press, Ames, Iowa
- Fischer K.S., E.C. Johnson, and G.O. Edmeades, 1983. Breeding and Selection for Drought Resistance in Tropical Maize. CIMMYT, Mexico. 16 p.
- Sprague, G. F. and S. A. Eberhart. 1977. Corn breeding. Pages 305-362. *In*: Corn and Corn Improvement, American Society of Agronomists, Inc., Madison, Wisconsin

