รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
Research and Development on Maize Variety

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
นายสุริพัฒน์ ไทยเทศ
Mr. Suriphat Thaitad

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
Research and Development on Maize Variety

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
นายสุริพัฒน์ ไทยเทศ
Mr. Suriphat Thaitad

ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ

ยุทธศาสตร์สินค้าเกษตร ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้กำหนดวิสัยทัศน์ “การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้สอดคล้องกับความต้องการในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศ โดยเกษตรกรต้องมีรายได้ดี มั่นคง และเป็นฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภูมิภาคอาเซียน” ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จัดเป็นวัตถุดิบสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของไทย ตลอดระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา (2543-2564) ปริมาณความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตข้าวโพดที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ทำให้ต้องมีการนำเข้าทั้งจากประเทศเพื่อนบ้านในกลุ่มอาเซียนและจากประเทศอื่น ๆ นอกอาเซียน และคาดว่าในอนาคตจะต้องมีการนำเข้าเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบัน พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยมากกว่าร้อยละ 90 อยู่นอกเขตชลประทานและอาศัยน้ำฝนในการเพาะปลูก การเกิดปัญหาภัยแล้งหรือภาวะฝนทิ้งช่วง ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหายส่งผลต่อปริมาณผลผลิตรวมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การใช้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมกับฤดูปลูก มีความทนต่อสภาพแล้ง เป็นแนวทางหนึ่งในการลดความเสียหายของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพของการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอนได้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการผลิตพืช

กรมวิชาการเกษตร ได้วางยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร ปี 2559-2564 ในด้านการวิจัยเชิงรุกด้านพืชเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม มีเป้าหมายคือ เกษตรกรเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตพืชไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช มูลค่าผลผลิต ในภาวการณ์เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม จึงมีการดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความทนต่อสภาพแห้งแล้ง มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูก มีเป้าหมายเพื่อยกระดับผลผลิตในระดับไร่นาได้ เพิ่มผลผลิตรวมของประเทศ สอดคล้องต่อความต้องการใช้ของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ภายในประเทศ บรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์งานวิจัยกรมวิชาการเกษตรและยุทธศาสตร์สินค้าเกษตรของชาติ

กรมวิชาการเกษตร

สุริพัฒน์ ไทยเทศ
หัวหน้าโครงการวิจัย
วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	1
ผู้วิจัย	1
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	2
บทนำ.....	3-6
บทคัดย่อ.....	7-8
1. กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุยาว (115-120 วัน)	9-39
2. กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุสั้น (95-100 วัน)	40-66
3. กิจกรรมที่ 3 การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง	67-77
4. กิจกรรมที่ 4 การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	78-90
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	91-94
บรรณานุกรม.....	95-97
ภาคผนวก	98-119

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการโครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้รับความร่วมมือ สนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก และสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง จำนงค์ ชัญถาวร ปริญญา การสมเจตน์ เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง ระพีพรรณ ชั่งใจ สายชล แสงแก้ว ปรีชา แสงโสดา กมลทิพย์ สังข์แก้ว ปรีชา กาเพ็ชร ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ นภา บุญสังข์ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี พรนิภา ถาโน สุนทรีพร ศรีสมบุญ ประสาน สืบสุข กุหลาบ คงทอง ศิวิไล ลาภบรรจบ ไพทูรย์ บุปผาดา

Suriphat Thaitad Thadsanee Budthong Jumnong Chanthavorn Parinya Kansomjet Phenrat Tiempheng Rapeepun Changjai Saeichul Sangkaew Preecha Sangsoda Kamontip Sungkaew Preecha Kaphet Chatchewin Dawyai Napa Boonsang Jongrak Phunchaisri Pornnipa Thano Soontareeporn Srisomboon Prasarn Seubsuk Kularb Kongthong Siwilai Lapbanjob Paithun Bupphada

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
OPV	พันธุ์ผสมเปิด (Open Pollinated Varieties)
RRS	การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (Reciprocal Recurrent Selection)
GCA	สมรรถนะการผสมทั่วไป (General Combining Ability)
SCA	สมรรถนะการผสมเฉพาะ (Specific Combining Ability)
DI	ดัชนีทนแล้ง (Drought Index)
ASI	ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval) = อายุวันออกไหม 50 % - อายุวันออกดอกตัวผู้ 50 %
b	สัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม ใช้ประเมินเสถียรภาพของพันธุ์ (Eberhart and Russel, 1966)
S^2d	ค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น ใช้ประเมินเสถียรภาพของพันธุ์ (Eberhart and Russel, 1966)
WW	สภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ (Well-Watered) โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา
WS	สภาพแล้งในระยะออกดอกนาน 1 เดือน (Water Stress) โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอในระยะแรก จนถึงระยะก่อนออกดอก 2 สัปดาห์ จึงหยุดให้น้ำต่อเนื่องนาน 1 เดือน แล้วจึงให้น้ำต่อจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา
SSR	เครื่องหมายโมเลกุลเอสเอสอาร์ (Simple Sequence Repeat)
PIC	คาที่เสดงถึงความสามารถในการตรวจสอบความแตกตางระหวางจีโนไทปของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ (Polymorphic Information Content)

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ยุทธศาสตร์สินค้าเกษตร ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้กำหนดวิสัยทัศน์ “การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้สอดคล้องกับความต้องการในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศ โดยเกษตรกรต้องมีรายได้ดี มั่นคง และเป็นฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภูมิภาคอาเซียน” ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จัดเป็นวัตถุดิบสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของไทย ผลผลิตมากกว่าร้อยละ 95 ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ตลอดระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา (2543-2564) ปริมาณความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด จาก 4.56 ล้านตัน ในปี 2543 เพิ่มเป็น 8.38 ล้านตัน ในปี 2564 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.87 ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีมากขึ้น ตามการขยายตัวของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2564) และคาดว่าในอนาคตจะมีความต้องการเพิ่มมากขึ้น สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย (2557) ได้ประมาณการความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ระหว่างปี 2566-2570 ประมาณ 9.59 ล้านตัน และระหว่างปี 2571-2575 ประมาณ 10.89 ล้านตัน แต่ปัจจุบันผลผลิตข้าวโพดที่ผลิตได้ในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ทำให้ต้องมีการนำเข้าทั้งจากประเทศเพื่อนบ้านและนอกอาเซียน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563) รายงานสถานการณ์การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2562/63 พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวม 7.02 ล้านไร่ ให้ผลผลิตรวม 4.54 ล้านตัน ผลผลิตต่อไร่ 646 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งลดลงมากที่สุดในรอบ 5 ปี เนื่องจากประสบปัญหาภัยแล้ง ภาวะฝนทิ้งช่วง และหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดระบาดทำให้ผลผลิตเสียหายบางส่วน

ในช่วงระยะ 5 ปี (2559-2563) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระหว่าง 6.49-7.03 ล้านไร่ โดยพื้นที่ปลูกที่สำคัญอยู่ใน 3 ภาคของประเทศไทย ภาคเหนือประมาณ 4.72 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 67 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1.45 ล้านไร่ และภาคกลาง 0.86 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 และ 13 ตามลำดับ โดยปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ นครราชสีมา น่าน ตาก เลย นครสวรรค์ ลพบุรี และพิษณุโลก การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรก เป็นการปลูกในสภาพไร่อาศัยน้ำฝน มีพื้นที่ปลูกรวมประมาณร้อยละ 97-98 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยแบ่งออกเป็น 2 รุ่น คือรุ่นแรก ร้อยละ 87 ปลูกข้าวโพดต้นฤดูฝน ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม และรุ่นที่ 2 ร้อยละ 13 ปลูกข้าวโพดปลายฤดูฝน ช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ส่วนในช่วงที่ 2 ปลูกในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าว มีการให้น้ำชลประทาน โดยปลูกช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ปัจจุบัน ปัญหาสภาวะฝนแล้งและการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ทำให้เกษตรกรบางพื้นที่ปรับเปลี่ยนฤดูปลูก โดยหันมาปลูกปลายฤดูฝนมากขึ้น นอกจากนี้ในพื้นที่นา ซึ่งจากเดิมเกษตรกรมีการทำนาปรังและมักประสบปัญหาขาดแคลนน้ำไม่เพียงพอจากสภาวะแห้งแล้ง จึงปรับเปลี่ยนมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้น้ำน้อยกว่าการทำนาปรัง ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการลดพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2560 ภายใต้โครงการส่งเสริมการปลูกพืชหลากหลาย ฤดูนาปรัง ในพื้นที่ที่มีศักยภาพในเขตชลประทาน พื้นที่รวม 2 ล้านไร่ โดยเริ่มดำเนินการในปี 2561 ใน 35 จังหวัด พื้นที่ดำเนินการ 150,000 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าว สามารถนำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปปลูกทดแทนได้เพื่อเป็นการกระจายผลผลิตที่ออกสู่ตลาด และเพิ่มผลผลิตรวมของประเทศ นอกจากนี้ คณะอนุกรรมการจัดทำยุทธศาสตร์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศ ได้ตั้งเป้าหมายที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเป็น 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตรวมเพิ่มเป็น 7.4 ล้านตัน ในปี 2569 โดยพัฒนางานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่มากกว่าการเพิ่มพื้นที่ปลูก สนับสนุนการศึกษาวิจัยพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อสร้างทางเลือกแก่เกษตรกรในการใช้พันธุ์ข้าวโพด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ปัญหาสภาวะฝนแล้งและการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ เป็นปัญหาสำคัญในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูต้นฝน ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม มีความเสี่ยงสูงต่อความเสียหายของผลผลิต หรือรุนแรงจนอาจทำให้ต้นข้าวโพดแห้งตาย เกษตรกรจำเป็นต้องไถกลบและปลูกซ้ำในพื้นที่เดิม หรือเปลี่ยนปลูกพืชไร่อื่นแทน เช่นอ้อย และมันสำปะหลัง สอดคล้องกับ เอมอร และคณะ (2555) ได้รายงานสภาพปัญหาการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งผลิตที่สำคัญของประเทศ พบว่า ปัญหาด้านการผลิตจากสภาพแวดล้อมที่เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุมากที่สุดคือ ปัญหาประสบภัยแล้ง รองลงมาคือ ปัญหาดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และน้ำท่วมขัง ตามลำดับ และได้เสนอแนะในการพัฒนาการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอนาคตคือ การส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มมากขึ้น รองลงมา วิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ให้มีระยะเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยวสั้นขึ้นน้อยกว่า 90-100 วัน และรัฐควรสนับสนุนสายพันธุ์แท้พ่อ-แม่ พร้อมให้ความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม เพื่อให้เกษตรกรมีศักยภาพผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายมากกว่าการจำหน่ายในรูปฝักหรือเมล็ดข้าวโพด

จากปัญหาสภาวะฝนแล้งและการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ ผลผลิตไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ และนโยบายการส่งเสริมการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่นา การใช้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความทนต่อสภาพแล้ง เหมาะสมกับฤดูปลูก เช่นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมอายุยาว มีความทนแล้ง สำหรับพื้นที่ปลูกต้นฤดูฝน-ปลายฝน หรือการใช้พันธุ์อายุสั้นสามารถช่วยให้หลีกหนีภาวะฝนทิ้งช่วง รวมถึงมีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับระบบการปลูกพืช เป็นแนวทางหนึ่งในการลดความเสียหายของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพของการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอนได้ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการผลิตพืช กรมวิชาการเกษตร ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงมีการดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความทนต่อสภาพแห้งแล้ง มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูก ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้เชื้อพันธุกรรมนับเป็นส่วนสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะต่าง ๆ ตามต้องการ หากเชื้อพันธุกรรมที่เก็บรวบรวมไว้มีข้อมูลทั้งลักษณะที่พืชแสดงออกและลักษณะความความแตกต่างในระดับดีเอ็นเอ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบหรือสนับสนุน ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว (115-120 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม

2) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น (95-100 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม

3) เพื่อศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง

4) เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตร และประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5) เพื่อหาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

6) เพื่อสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรมวิชาการเกษตร

วิธีการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ เริ่มต้น ปี พ.ศ. 2559 สิ้นสุด ปี พ.ศ. 2564 รวมระยะเวลา 6 ปี การดำเนินงานเป็นความร่วมมือกันระหว่างสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ศูนย์วิจัยพืชไร่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย ดำเนินการในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยฯ ของกรมวิชาการเกษตร หรือแปลงเกษตรกรที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของประเทศไทย โครงการวิจัยนี้จะครอบคลุมเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง : อายุยาว (115-120 วัน)

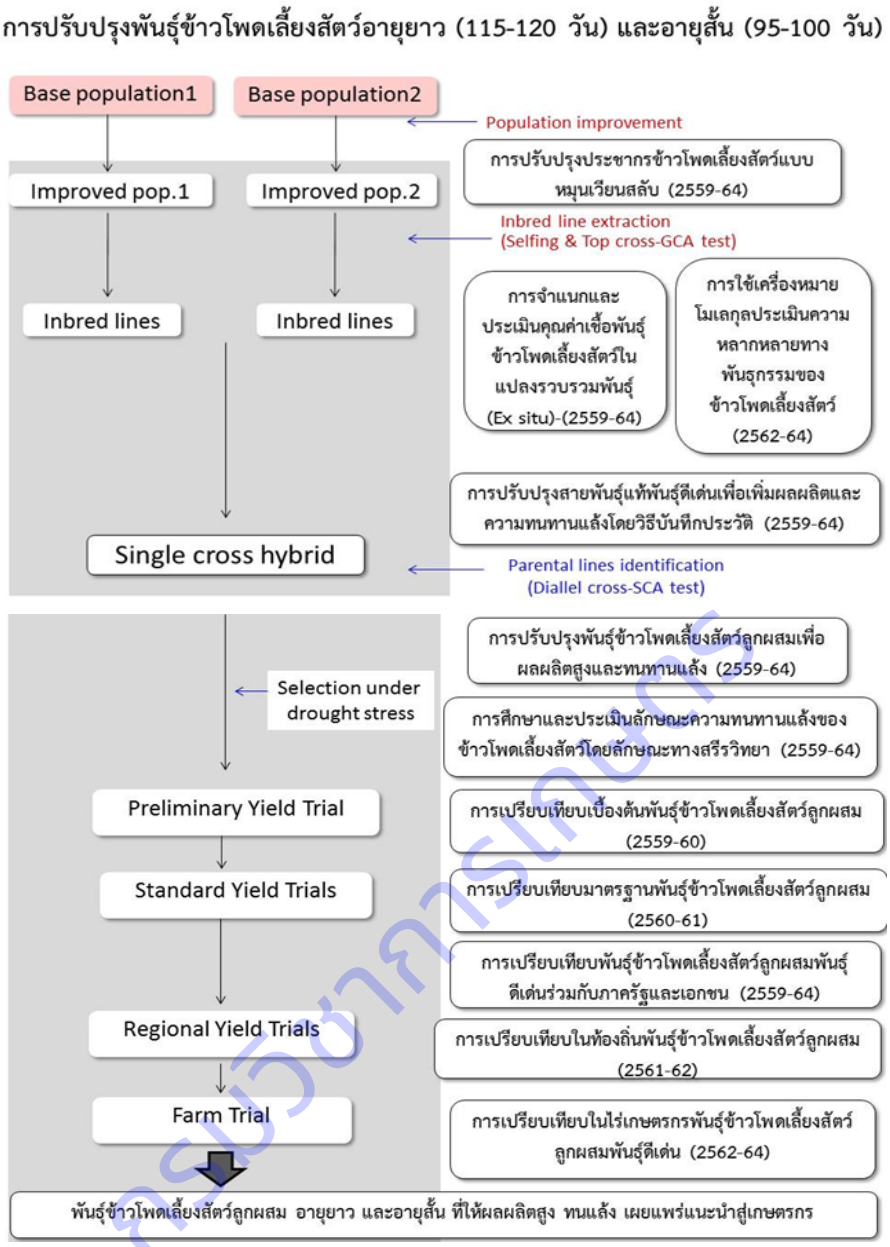
กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง : อายุสั้น (95 -100 วัน)

ซึ่งประกอบด้วย การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียนสลับ เพื่อสำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในโครงการปรับปรุงพันธุ์ หรือยกระดับศักยภาพในการให้ผลผลิตซึ่งสามารถพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด การพัฒนาและคัดเลือกสายพันธุ์ การปรับปรุงสายพันธุ์แท้เพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ ทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและทนแล้งเพื่อสร้างลูกผสม ทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมมีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง การประเมินผลผลิตและศักยภาพของพันธุ์ลูกผสมในพื้นที่เป้าหมายที่กว้างขวางขึ้นตามขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่ การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และ การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร

กิจกรรมที่ 3 การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง ศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*) เป็นการประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากลักษณะที่แสดงออก (phenotype) และการใช้เครื่องหมายโมเลกุลประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นการประเมินความหลากหลายและสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิด SSR หรือ microsatellite เพื่อประกอบการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กรมวิชาการเกษตร



กระบวนการดำเนินงานและความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมงานวิจัย
โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2559-2564

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการตั้งแต่ปี 2559-2564 ประกอบด้วยกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุยาว (115-120 วัน) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุสั้น (95-100 วัน) การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง และการศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวและอายุเก็บเกี่ยวสั้น ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง 2) เพื่อทราบลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนทานแล้ง 3) เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตร และประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2) เพื่อหาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอและสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในกิจกรรมปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุยาวและอายุสั้น มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมหลายพันธุ์ได้ผ่านการประเมินความทนแล้งและผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย ผลพบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น NSX152067 ให้ผลผลิตสูง 1,265 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 มีความทนแล้งในระยะออกดอก โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 778 กิโลกรัมต่อไร่ การพัฒนาพันธุ์ลูกผสมอายุสั้น ทนแล้ง พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น NSX151008 ให้ผลผลิตสูง 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบอายุสั้นนครสวรรค์ 5 มีความทนแล้งในระยะออกดอก โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 616 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้ง NSX152067 และ NSX151008 ปรับตัวได้ดีต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นแหล่งปลูกที่สำคัญไทย

ศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพด พบว่าลักษณะทางสรีระวิทยาที่เป็นลักษณะที่บ่งชี้ความทนแล้ง คือ ค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง และสอดคล้องกับการให้ผลผลิตสูง มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ และมีค่าดัชนีทนแล้งมากกว่า 1

การใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 247 สายพันธุ์ โดยใช้ไพรเมอร์ 11 คู่ ให้รูปแบบการเกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน จำนวน 63 ตำแหน่ง ไพรเมอร์ต่างชนิดกันทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันในข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์ แต่ละไพรเมอร์มีโอกาสที่จะพบค่าความหลากหลาย (PIC) ตั้งแต่ 0.49-0.90 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 0.76 ผลการวิเคราะห์ค่าความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 1.00 ผลของการวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA แล้วเขียนแผนภูมิ Dendrogram ทำให้การจัดแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้เป็น 8 กลุ่ม ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการจำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR เหล่านี้ จะใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเป็นเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับตรวจสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

Research and development on maize variety project was conducted from 2016 to 2021. This project consisted 4 activities, Breeding of late maturity drought tolerant maize (115-120 days), Breeding of early maturity drought tolerant maize (95-100 days), Study on physiological traits for screening drought tolerance, Identification and evaluation of maize germplasm**.** The objectives, 1) To breed late and early maturity hybrid maize varieties with high yield and drought tolerance. 2) To study physiological traits related to drought tolerance. 3) To study agronomic traits and quality performance of maize germplasm. 4) To assess the genetic diversity on DNA fingerprint and establish the genetic identity of maize genotype. In breeding activities, several promising hybrids have passed drought tolerance and yielding ability evaluation in Thailand's major maize plantation. The result showed that NSX152067, a promising late maturity drought tolerant hybrid produces a high yield of 1,265 kg rai^{-1}, higher than Nakhon Sawan 3 a standard check variety. Under severe water stress for a month, NSX152067 showed a good performance of drought tolerance with an average yield of 778 kg rai^{-1}. The development of early maturity hybrid maize NSX151008 was the outcome of this activity. An averaged grain yield of NSX151008 was 1,121 kg rai^{-1} which was a nonsignificant difference from Nakhon Sawan 5, an early maturity standard check variety. Under severe water stress for a month, NSX151008 achieved an average grain yield of 616 kg rai^{-1}. NSX152067 and NSX151008 were adaptable in major maize production of Thailand.

Study and evaluate the drought tolerant of maize using the physiological traits. This study showed that maize germplasm which showed a higher photosynthetic rate with a higher transpiration rate, lower leaf vapor pressure deficit, and higher stomatal conductance under water stress condition suggests relative drought tolerance, which corresponds to high yielding and drought index > 1

The use of molecular markers to assess the genetic diversity and DNA fingerprint of 247 maize lines, a total of 11 SSR primer pairs were applied. This study can detect a total of 63 polymorphic alleles. The polymorphism information contents (PIC) for SSR primer varied from 0.49-0.90. This study showed a genetic similarity coefficient in the range of 0.26 to 1.00 among all accessions. By similarity coefficient method and UPGMA cluster analysis, the dendrogram generated from clustering could be separated into eight groups. The data obtained from the characterization and genetic diversity of maize germplasm by use of SSR markers will be used as germplasm data on maize breeding programs. And it is unique to the varieties as a reference for checking maize varieties.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 1
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุยาว (115-120 วัน)
Maize Breeding for Drought Tolerance: Late Maturity (115-120 days)

สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง จำนงค์ ชัญถาวร ปริญญา การสมเจตน์ เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง
ระพีพรรณ ชั่งใจ สายชล แสงแก้ว ปรีชา แสงโสดา กมลทิพย์ สังข์แก้ว ปรีชา กาเพ็ชร
ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ นภา บุญสังข์ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี พรนิภา ถาโน สุนทรีพร ศรีสมบุญ

Suriphat Thaitad Thadsanee Budthong Jumnong Chanthavorn Parinya Kansomjet
Phenrat Tiempheng Rapeepun Changjai Saeichul Sangkaew Preecha Sangsoda
Kamontip Sungkaew Preecha Kaphet Chatchewin Dawyai Napa Boonsang
Jongrak Phunchaisri Pornnipa Thano Soontareeporn Srisomboon

คำสำคัญ
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ ทนแล้ง เสถียรภาพการให้ผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุยาวสามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 115-120 วัน ดำเนินการปี 2559-2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์ โดยกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง ประกอบด้วย 1) การพัฒนาพันธุ์ลูกผสมอายุยาวที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวหลายพันธุ์ได้ผ่านการประเมินความทนแล้ง การให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญตามขั้นตอนต่างๆ ในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น NSX152067 ให้ผลผลิตสูง 1,265 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ มีความทนแล้งในระยะออกดอก โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 778 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ จากการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตลอดทั้งโครงการ ยังได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวดีเด่น และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีศักยภาพที่จะแนะนำส่งเสริมแก่เกษตรกรในอนาคต 2) การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (RRS) เป็นการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว 2 ประชากร คือ NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ดำเนินการต่อเนื่องระหว่างปี 2559 -2563 และในปี 2564 ได้ประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือกจากประชากรเริ่มต้น (C_0) ถึง ประชากรรอบคัดเลือกที่ 7 (C_7) ประชากร NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,094 และ 1,043 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่) และมีอัตราเพิ่มขึ้นของผลผลิตร้อยละ 1.76 และ 3.02 ต่อรอบการคัดเลือก ตามลำดับ ประชากร NP99201(RRS) ในรอบคัดเลือกที่ 7 (C_7) ให้ผลผลิตสูง 1,203 กิโลกรัมต่อไร่ และมีสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) มีค่าสูง ดังนั้น NP99201(RRS) ในรอบคัดเลือกที่ 7 (C_7) จึงเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับแนะนำสู่เกษตรกร

Key words

Maize, Population improvement, Reciprocal recurrent selection, Late maturity, Hybrid maize, Inbred line, Drought tolerant, Yield stability

Abstracts

The maize breeding program for late maturity (115-120 days after planting) and drought tolerant varieties has been conducted from 2016 to 2021. The objective was to breed 1-2 late maturity hybrid maize varieties with high yielding and drought tolerance. The program of maize breeding for drought tolerance consists of 2 tasks, 1) The late maturity hybrid maize development for high yield and drought tolerance, several promising late hybrids were evaluated for drought tolerance, yielding ability, and agronomic traits over major maize growing areas in Thailand. The results showed that NSX152067 was a promising drought tolerant late maturity hybrid. An averaged grain yield of NSX152067 was 1,265 kg rai^{-1} which was higher than Nakhon Sawan 3, a standard check variety. Under severe water stress for a month, NSX152067 achieved an average grain yield of 778 kg rai^{-1}. Moreover, this maize breeding program generated several high potential late maturity inbred and promising hybrid maize for recommendation to maize farmers in the future. 2) Improvement of late maturity maize population NP99201(RRS) and NP99202(RRS) by reciprocal recurrent selection method (RRS) was aimed to improve two maize populations for use as a source of germplasm in the breeding program. Two maize populations were improved simultaneously during 2016-2020. In 2021, initiated population, C_0 - improved C_7 from both populations were evaluated for grain yield. The results showed that an average grain yield from C_0-C_7 of NP99201(RRS) and NP99201(RRS) were 1,094 and 1,043 kg rai^{-1} which were significantly higher yields than OPV NS1 (879 kg rai^{-1}). The increased rates in grain yield per cycle of NP99201(RRS) and NP99201(RRS) were 1.76% and 3.02 %. NP99201C_7 populations gave a high yielding of 1,203 kg rai^{-1} and showed the best general combining ability (GCA). It can utilize for developing OPV variety releases and recommend to farmers.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2561/62 ความต้องการใช้มีปริมาณ 8.25 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 8.10 ล้านตัน ในปี 2560/61 ร้อยละ 1.85 ในขณะที่ผลผลิตรวมทั้งประเทศ ปี 2562/63 มีปริมาณ 5.09 ล้านตัน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) สภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย มีพื้นที่ปลูกหลักเป็นสภาพไร่อาศัยน้ำฝน แบ่งออกเป็น 2 รุ่น คือรุ่นแรก ปลูกต้นฤดูฝนช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 72 และรุ่นที่ 2 ปลูกปลายฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน คิดเป็นร้อยละ 23 และการปลูกในสภาพการให้น้ำชลประทานในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม คิดเป็นร้อยละ 5 จากสภาพการผลิตดังกล่าว การผลิตรุ่นแรกต้นฤดูฝนมักประสบปัญหาภัยแล้งและความแปรปรวนของการกระจายตัวของฝนจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการผลิตข้าวโพด ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ รวมถึงผลผลิตรวมของประเทศต่ำ นอกจากมีผลกระทบโดยตรงต่อรายได้ของเกษตรกรแล้ว ผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ นอกจากนี้สัดส่วนการผลิตในรุ่นแรกที่มีอัตราสูง ทำให้ผลผลิตออกสู่ตลาดมีการกระจุกตัว การกระจายของผลผลิตไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ส่งผลให้เกิดปัญหาราคาผลผลิตขาดเสถียรภาพ คณะอนุกรรมการจัดทำยุทธศาสตร์สินค้าเกษตรเป็นรายพืชเศรษฐกิจ 4 สินค้า (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) ได้มีมติให้ปรับสัดส่วนการผลิตให้ผลผลิตกระจายออกสู่ตลาดสอดคล้องกับความต้องการ โดยปรับเปลี่ยนสัดส่วนฤดูการผลิต ต้นฝน : ปลายฝน : แล้ง จากร้อยละ 72 : 23 : 5 เป็น 30 : 20 : 50 ตามลำดับ ในอีก 5-10 ปีข้างหน้า โดยเลื่อนการปลูกต้นฝนบางส่วนไปปลูกในช่วงปลายฝน และขยายพื้นที่ปลูกในฤดูแล้งเขตชลประทาน ตามพื้นที่ที่เหมาะสม และบรรจุงานวิจัยใน roadmap มุ่งเน้นการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สนับสนุนการพัฒนาพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อสร้างทางเลือกแก่เกษตรกรในการใช้พันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

กรมวิชาการเกษตร (2560) ได้วางยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร ปี 2559-2564 ในด้านการวิจัยเชิงรุกด้านพืชเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม มีเป้าหมายคือ เกษตรกร เอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำเทคโนโลยีการผลิตพืชไปใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช มูลค่าผลผลิต ในภาวการณ์เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2554 ดำเนินการวิจัยพัฒนาและคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง ทั้งในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

การตอบสนองต่อภาวะแล้งในช่วงออกดอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์และความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้มีความเสียหายหรือการลดลงของผลผลิตมากกว่าข้าวโพดลูกผสมเมื่อกระทบแล้งระยะออกดอก ผลผลิตลดลงร้อยละ 78-100 ในขณะที่ข้าวโพดลูกผสมผลผลิตลดลงร้อยละ 39-69 (สุริพัฒน์ และคณะ, 2555) K.S. Fischer *et al*., (1983) ได้เสนอดัชนีทนแล้ง (Drought Index, DI) ในการวัดและประเมินความทนแล้งของพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวโพดในงานทดลอง โดย DI เป็นผลคูณระหว่างอัตราส่วนของผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ กับผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และอัตราส่วนของผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ กับผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพขาดน้ำ ซึ่งถ้ามีค่าดัชนีทนแล้งมากกว่า 1.0 หรือมีค่าไม่ต่างจาก 1.0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการทนแล้งได้ดี และถ้ามีค่าดัชนีทนแล้งต่ำกว่า 1.0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติไม่ทนแล้ง

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การมีเชื้อพันธุกรรมที่ดีย่อมมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการที่จะได้พันธุ์ดีตรงตามวัตถุประสงค์ การปรับปรุงประชากรเพื่อสะสมความถี่ของยีนที่ดี ที่ควบคุมลักษณะทางปริมาณ

(quantitative traits) ซึ่งต้องการคัดเลือกให้เพิ่มขึ้นในประชากร จึงเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในโครงการปรับปรุงพันธุ์ การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (Reciprocal Recurrent Selection, RRS) เป็นวิธีการปรับปรุงระหว่างประชากร (inter population improvement) ไปพร้อมกัน 2 ประชากร โดยที่ประชากรทั้ง 2 มีเฮตเทอโรซิสต่อกัน (heterotic pattern) มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความถี่ของยีนที่ต้องการ ยกระดับค่าเฉลี่ยของประชากร และปรับปรุงสมรรถนะการผสมระหว่างประชากร วิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงระหว่างประชากร โดยการคัดเลือกที่มีการทดสอบรุ่นลูกที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างประชากร โดยใช้ประชากรตรงกันข้ามเป็นตัวทดสอบ (Sprague and Eberhart, 1977) ทำซ้ำหมุนเวียนไป เพื่อสะสมความถี่ของยีนที่ดีที่ควบคุมลักษณะทางปริมาณ ที่ต้องการคัดเลือกให้เพิ่มขึ้น เป็นวิธีการที่นอกจากปรับปรุงภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีโอกาสพัฒนาสายพันธุ์แท้ในแต่ละรอบของการคัดเลือกจากประชากรทั้งสอง (Hallauer and Miranda, 1981)

การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง จำเป็นต้องมีการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ตามวัตถุประสงค์ของโครงการปรับปรุงพันธุ์ การประเมินและทดสอบในขั้นต้นจะดำเนินการที่ในสถานีวิจัย พันธุ์ที่ผ่านการประเมิน พันธุ์เหล่านี้ก่อนที่จะเผยแพร่ให้แก่เกษตรกร จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งนี้ เนื่องจากการตอบสนองในการให้ผลผลิตของข้าวโพดลูกผสมแต่ละพันธุ์ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (Eberhart and Russel, 1966) โดยบางพันธุ์ให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ ที่จำเพาะ (specific adaptation) ในขณะที่บางพันธุ์สามารถปรับตัวหรือให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม (general adaptation) ดังนั้นการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม (multi-environment yield trial) จึงเป็นขั้นตอนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์พืชก่อนการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นพันธุ์แนะนำแก่เกษตรกร สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้กำหนดขั้นตอนของการเปรียบเทียบพันธุ์ และการประเมินผลพันธุ์ เพื่อพิสูจน์ให้แน่ชัดว่าพันธุ์ลูกผสมที่พัฒนาใหม่นั้นมีความดีเด่นกว่าพันธุ์มาตรฐานในด้านผลผลิต หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ต้องการ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในไร่เกษตรกร โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ การเปรียบเทียบเบื้องต้น (preliminary trial) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (standard trial) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (regional trial) และ การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (farm trial) (อาวุธ, 2529; พิเชษฐ์, 2558)

จากภาวการณ์เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และระบบการผลิตของเกษตรกร การใช้พันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับฤดูปลูก ระบบการปลูกพืช และสามารถทนทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวน จะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการผลิตพืช การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุยาว (115-120 วัน) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ได้ผลผลิตสูง มีความทนแล้ง มีอายุเก็บเกี่ยวยาว 115-120 วัน มีลักษณะทางการเกษตรดี สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่แหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย เหมาะสมในเขตพื้นที่ปลูกที่อาศัยน้ำฝน ในฤดูปลูกต้นฤดูฝน-ปลายฝน มีความเสี่ยงต่อภัยแล้ง สำหรับเผยแพร่สู่เกษตรกร เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ให้เหมาะสมกับระบบการผลิต

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุยาวที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่ 115-120 วันประกอบด้วย การพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) โดยการปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (reciprocal recurrent selection) เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การพัฒนาสายพันธุ์แท้ การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์แท้ทนแล้ง การผสมพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ดีเด่นที่ผ่านการประเมินความทนแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และสมรรถนะการผสมสูง การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมทนแล้ง การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ รวมถึงเสถียรภาพและการปรับตัวของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งในสถานีวิจัยและสภาพไร่ของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช เป็นข้อมูลในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น ที่จะรับรองพันธุ์และเผยแพร่สู่เกษตร

การบันทึกข้อมูล อายุวันออกไหม 50 % อายุวันออกดอกตัวผู้ 50 % ความสูงต้นและฝัก จำนวนต้นหัก-ล้ม จำนวนฝักต่อต้น ผลผลิต (grain yield) ต่อแปลงย่อย ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว

การประเมินความทนแล้ง ปลูกข้าวโพดเปรียบเทียบใน 2 สภาพแวดล้อม คือ

1) สภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

2) สภาพแล้ง ขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอในระยะแรกจนถึงระยะก่อนออกดอก 2 สัปดาห์ หยุดให้น้ำ และเมื่อหลังจากออกดอกได้ 2 สัปดาห์ จึงให้น้ำต่อจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

บันทึกข้อมูลในแปลงสภาพแล้ง

- ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval, ASI) = อายุวันออกไหม 50 % - อายุวันออกดอกตัวผู้ 50 %

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

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

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ} - \text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times 100$$

วิธีการดำเนินการ

1.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ

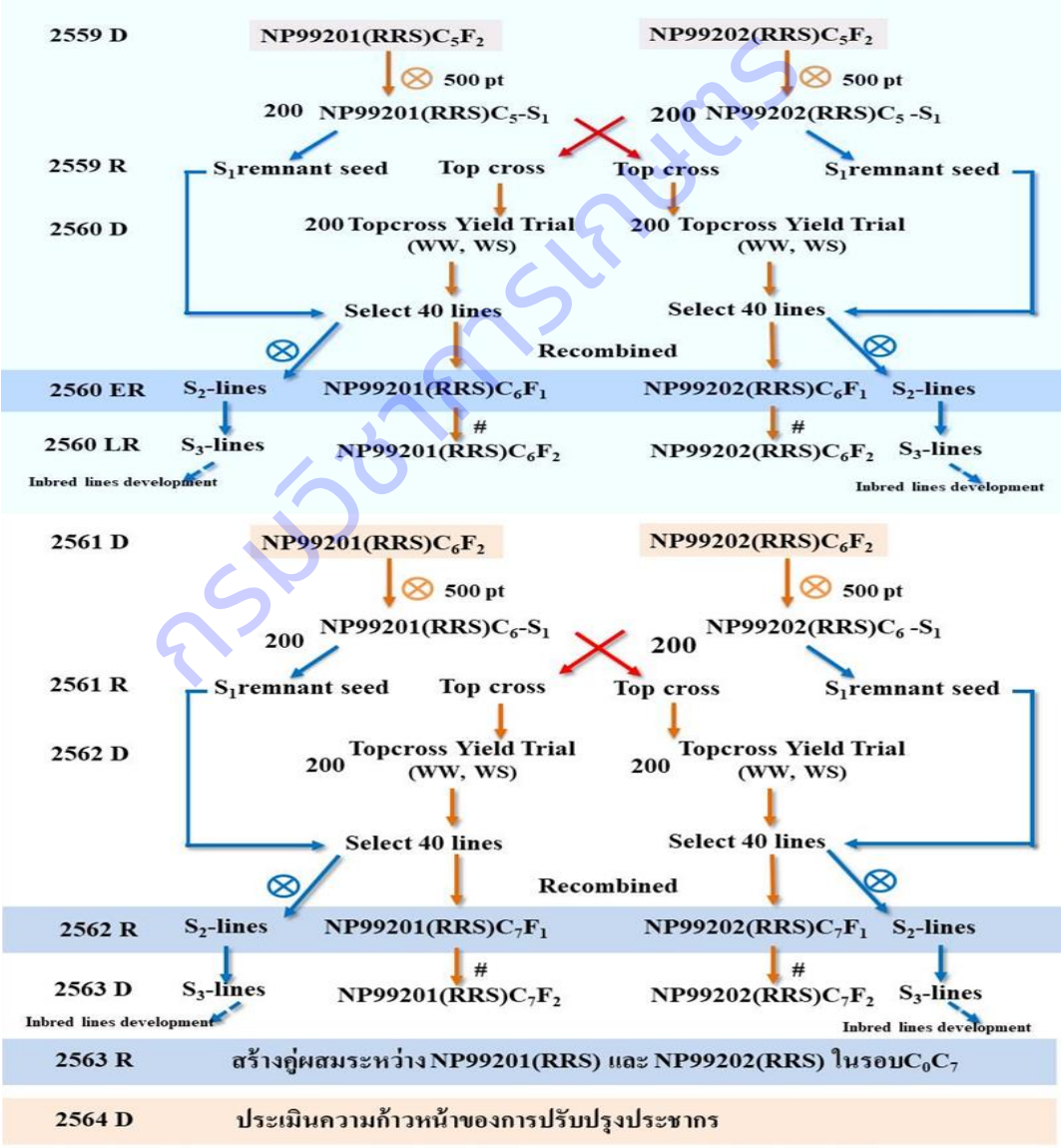
กรมวิชาการเกษตร

2559-2560 การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6 ของประชากรข้าวโพด NP99201(RRS)C_5 และ NP99202(RRS)C_5 โดยผสมตัวเองต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) ของแต่ละประชากร ผสมสายพันธุ์ S_1 กับสายพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็น S_1bulk ของประชากรตรงกันข้าม และประเมินผลผลิตของ S_1 topcross จำนวน 200 คู่ผสม โดยปลูกทดสอบในสภาพปกติที่มีการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแล้งระยะออกดอก คัดเลือกสายพันธุ์ S_1 ให้ผลผลิต topcross สูงทั้งในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแล้ง จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำมาผสมรวม (recombine) เป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ รอบการคัดเลือกที่ 6

2561- 2562 การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 7 ทำซ้ำเช่นเดียวกับ ปี 2559-2560

2563 ผสมพันธุ์แบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) ของประชากร NP99201(RRS) C_0-C_7 และ NP99202(RRS) C_0-C_7 เพื่อทดสอบสมรรถนะการผสมในปี 2564

2564 ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C_0) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C_7) และสมรรถนะการผสมของประชากรทั้งสอง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์



ขั้นตอนการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) โดยวิธีการคัดเลือกแบบหมุนเวียนสลับ ระหว่างปี 2559-2564

กรมวิชาการเกษตร

1.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

2559-2564 ฤดูแล้ง ประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม/สายพันธุ์แท้อายุยาว ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ alpha lattice และ RCB

ฤดูฝน ขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวทนแล้ง และมีสมรรถนะการผสมสูง และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุยาว และให้ผลผลิตสูง ที่ผ่านการคัดเลือกจากการประเมินผลผลิตในฤดูแล้ง ในแปลงผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์จัดสิ่งทดลอง แบบ systematic arrangement ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ฤดูปลูก	วิธีการ ประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
2559 (แล้ง)	สายพันธุ์แท้อายุยาว 100 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10x10 simple lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย
2560 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม ชุดที่ 1 จำนวน 60 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 6, 10 alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ชุดที่ 2 จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10, 4 alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2561 (แล้ง) :	ชุดที่ 1 พันธุ์ลูกผสมอายุยาว จำนวน 60 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 6, 10 Alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ชุดที่ 2 สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่น จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2562 (แล้ง) :	พันธุ์ลูกผสม จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2563 (แล้ง) :	ชุดที่ 1 พันธุ์ลูกผสมอายุยาว จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ชุดที่ 2 สายพันธุ์แท้อายุยาว จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10,5 alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ดำเนินการที่ ศวร.นว.
2564 (แล้ง) :	พันธุ์ลูกผสมอายุยาว จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย

1.3 การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2559 และ 2560 ดำเนินการเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 30 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แถวยาว 5.0 เมตร จำนวน 4 แถว/แปลงย่อย ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 3 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี

1.4 การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2560 และ 2561 ดำเนินการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 26 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แถวยาว 5.0 เมตร จำนวน 4 แถว/แปลงย่อย ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 5 สภาพแวดล้อม ในปี 2560 ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี

กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย และในปี 2561ดำเนินการใน 6 สภาพแวดล้อม โดยเพิ่มเติมแปลงในพื้นที่ในจังหวัดนครสวรรค์เป็น จำนวน 2 แปลง

1.5 การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2561-2562 ดำเนินการเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 20 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 4 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 7 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

1.6 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2562-2564 ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวในสภาพไร่เกษตรกร ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 10 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 4 แถวกลาง ดำเนินการใน 10 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2 แปลง ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี เชียงใหม่ และพิษณุโลก สถานที่ละ 1 แปลง

1.7 การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นร่วมกับภาครัฐและเอกชน

ปี 2559-2564 ดำเนินการเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสม รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 4 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 7 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

1.8 การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) ได้แก่ ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 3 Nei452006 Nei452009 Nei532005 และ Nei542013

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวที่เป็นตัวให้ลักษณะที่ต้องการ (donor parent) ได้แก่ Ki48 Ki60 DTMA-193(CL-RCY015=(CML-285*CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B) และ DTMA-202(CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7)

ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง จากนั้นผสมตัวเองแล้วคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ การประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ฤดูปลูก	วิธีการ
2559 (แล้ง) :	ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)

กรมวิชาการเกษตร

ฤดูปลูก	วิธีการ
2559 (ฝน) :	ปลูกลูก F_1 ทำการผสมตัวเอง ได้ลูก S_1
2560 (แล้ง) :	ผสมกลับลูก S_1 ไปยัง recurrent parent ได้ BC_1
2560 (ฝน) :	ปลูกเมล็ด BC_1 แล้วเลือกผสมตัวเองในต้นที่ดี กะเทาะเมล็ดแยกฝัก ได้ BC_1S_1
2561 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_1 แบบฝักต่อแถว กะเทาะเมล็ดแยกฝัก ได้ BC_1S_2
2561 (ฝน) :	ปลูก BC_1S_2 แบบฝักต่อแถว ผสมตัวเอง กะเทาะเมล็ดแยกฝัก ได้ BC_1S_3
2562 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_3 แบบฝักต่อแถว ผสมตัวเอง ได้ BC_1S_4 ขณะเดียวกัน รวมละอองเกสรจากต้นผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมข้ามกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ ได้ลูกผสม topcross กะเทาะเมล็ดรวมกันภายในแถว นำไปปลูกทดสอบผลผลิต ในฤดูฝนปี 2562
2562 (ฝน) :	ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross แบบไม่มีซ้ำ ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะเดียวกันปลูก BC_1S_4 แล้วผสมตัวเอง ได้ BC_1S_5
2563 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_5 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ดี 1-2 ฝัก/แถว แล้วกะเทาะรวมได้ลูก BC_1S_6
2563 (ฝน) :	ปลูก BC_1S_6 ผสมตัวเอง ได้ BC_1S_7 ขณะเดียวกันรวมละอองเกสรจากต้นที่ผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ ได้ลูกผสม topcross นำไปประเมินผลผลิต ในฤดูฝนปี 2564
2564 (แล้ง) :	ประเมินผลผลิตสายพันธุ์ BC_1S_7 ใน 2 สภาพ คือ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย
2564 (ฝน) :	ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย ขณะเดียวกันปลูก BC_1S_7 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ดี กะเทาะรวมได้ BC_1S_8 เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5

ฤดูแล้ง ปี 2559 สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5 NP99201(RRS)C_5F_2 และ NP99202(RRS)C_5F_2 โดยปลูกประชากรทั้งสอง ประชากรละ 100 แถว ยาว 5.0 เมตร เมื่อข้าวโพดออกดอกคัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะทรงต้นดี แข็งแรง ไม่หักล้ม ไม่เป็นโรคทางใบ ทำการผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก แล้วกะเทาะเมล็ดแยกฝักต่อซอง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ห้องเย็นที่เก็บมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) อีกส่วนหนึ่งสำหรับนำมาสร้างลูกผสม topcross ในฤดูฝน

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 จากรอบการคัดเลือกที่ 5

ฤดูฝน ปี 2559 สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ประชากรละ 250 ฝัก โดยปลูกฝักต่อแถว หลังจากนั้น เมื่อข้าวโพดออกดอกทำการผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ของประชากรตรงข้าม คือ NP99201(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99202(RRS)C_5-S_1bulk และ NP99202(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99201(RRS)C_5-S_1bulk ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงระหว่างประชากร โดยมีการทดสอบลูกที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างประชากร โดยใช้ประชากรตรงกันข้ามเป็นตัวทดสอบ (Sprague and Eberhart, 1977)

เก็บเกี่ยวฝักลูกผสม topcross คัดเลือกฝักที่มีลักษณะดี ติดเมล็ดสมบูรณ์ ไม่เป็นโรคหรือแมลงทำลาย ได้ประชากรละ 199 คู่ผสม กะเทาะเมล็ดจากกึ่งกลางฝัก ได้น้ำหนักเมล็ดคู่ผสมละ 200-300 กรัม พร้อมปลูกทดสอบประเมินผลผลิต และความทนแล้งในฤดูแล้ง ปี 2560

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

ฤดูแล้ง ปี 2560 ประเมินศักยภาพผลผลิตลูกผสม topcross ในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน พบว่า ลูกผสม topcross ของ NP99201(RRS)C_5-S_1 x NP99202(RRS)C_5-S_1bulk ในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 960-1,427 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,209 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 285-888 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 583 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 28-74 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้ง (DI) ระหว่าง 0.54-1.50 (Table 1.1.1) ซึ่งค่า DI ใช้วัดศักยภาพในการทนแล้งของพันธุ์ โดยวัดจากการให้ผลผลิตในสภาพแล้ง เปรียบเทียบกับสภาพที่ให้น้ำปกติ ถ้า DI มีค่ามากกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้ง ทางตรงกันข้ามถ้า DI มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้งน้อยกว่า หรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง (Fischer *et al*.,1983)

คัดเลือก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงในทั้งสองสภาพแวดล้อม จำนวน 40 คู่ผสม/ประชากร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดย 40 topcross ที่คัดเลือกของ NP99201(RRS)C_5-S_1 x NP99202(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,125-1,427 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 590-888 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 698 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ (ASI) ระหว่าง 0-2 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.86-1.50 (Table 1.1.1) ซึ่ง ASI เป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้ในประกอบการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้ง มีความสามารถ

กรมวิชาการเกษตร

ในการถ่ายทอดภายใต้ภาวะแล้ง ปานกลาง – สูง และ ความสัมพันธ์กับผลผลิตสูง ค่าสหสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิต ดังนั้นลักษณะที่ควรคัดเลือกคือ ASI มีค่าน้อย (Bänziger *et al.,* 2000)

ส่วนลูกผสม topcross ของ NP99202(RRS)C_5-S_1 x NP99201(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,056-1,509 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,275 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 296-913 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 571 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 33-76 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.53-1.50

คัดเลือก NP99202(RRS)C_5-S_1 x NP99201(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,198-1,509 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,341 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 594-913 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 685 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ระหว่าง 0-3 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.91-1.50 (Table 1.1.1)

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 5 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 6

ฤดูต้นฝน ปี 2560 จากผลการประเมินลูกผสม topcross ในฤดูแล้งที่ผ่านมา นำไปใช้ในการเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ลูกผสม topcross ดี มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอก มีค่า ASI น้อย และมีค่า DI สูง โดยนำสายพันธุ์ S_1 remnant seed ที่เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ทำการผสมรวมเมล็ดของ S_1 ที่คัดเลือก โดย balance seeds นำไปปลูกประชากรละ 100 แถว เมื่อออกดอกทำการผสมรวม (recombine) ภายในประชากรเป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NP99201(RRS)C_6F_1 และ NP99202(RRS)C_6F_1

ฤดูปลายฝน ปี 2560 ขยายเมล็ดจาก NP99201(RRS)C_6F_1 และ NP99202(RRS)C_6F_1 เป็น NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 ในขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำไปพัฒนาสายพันธุ์ โดยการผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) และชั่วต่อๆไป จนได้สายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

Table 1.1.1 Mean grain yield of topcross hybrids maize populations NP99201(RRS)C_5 and NP99202(RRS)C_5 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), Yield loss (%), Anthesis - Silking Interval (ASI), and Drought Index (DI) in the 2017 dry season.

Topcross	Grain yield (kg rai^{-1})						Yield loss (%)	ASI (day)	DI
	WW			WS					
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean			
NP99201(RRS)C_5S_1 x NP99202(RRS)C_5-S_1bulk									
199 topcross	960	1,427	1,209	285	888	583	28 - 74	0 - 3	0.54-1.50
40 selected lines	1,125	1,427	1,255	590	888	698	28 - 59	0 -2	0.86-1.50
LSD (0.05)	-	-	188	-	-	224		1	-
C.V. (%)	-	-	7.89	-	-	19.41		49.56	-
NP99202(RRS)C_5S_1 x NP99201(RRS)C_5-S_1bulk									
199 topcross	1,056	1,509	1,275	269	913	571	33 - 76	0 - 5	0.53-1.50
40 selected lines	1,198	1,509	1,341	594	913	685	33 - 59	0 - 3	0.91-1.50
LSD (0.05)	-	-	193	-	-	207		1	-
C.V. (%)	-	-	7.65	-	-	18.34		38.72	-

กรมวิชาการเกษตร

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 7

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6

ฤดูแล้ง ปี 2561 สร้างสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6 NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 โดยปลูกประชากรทั้งสอง ประชากรละ 100 แถว แถวยาว 5.0 เมตร เมื่อข้าวโพดออกดอก คัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะทรงต้นดี แข็งแรง ไม่หักล้ม ไม่เป็นโรคทางใบ ทำการผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก แล้วกะเทาะเมล็ดแยกฝักต่อซอง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ห้องเย็นที่เก็บมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) อีกส่วนหนึ่งสำหรับนำมาสร้างลูกผสมแบบ topcross ในฤดูฝน

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 ในรอบการคัดเลือกที่ 6

ฤดูฝน ปี 2561 สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ ประชากรละ 250 ฝัก โดยปลูกฝักต่อแถว หลังจากนั้นเมื่อข้าวโพดออกดอก ทำการผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ประชากรตรงข้าม คือ NP99201(RRS)C_6-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99202(RRS)C_6-S_1bulk และ NP99202(RRS)C_6-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99201(RRS)C_6-S_1bulk ผสมประมาณ 5-6 ฝัก/สายพันธุ์ S_1 เก็บเกี่ยวฝักลูกผสม topcross คัดเลือกฝักที่มีลักษณะดี ติดเมล็ดสมบูรณ์ ไม่เป็นโรคหรือแมลงทำลาย ประชากรละ 200 คู่ผสม กะเทาะเมล็ดจากกึ่งกลางฝัก ได้น้ำหนักเมล็ดคู่ผสมละ 140-500 กรัม พร้อมปลูกทดสอบประเมินผลผลิตและความทนทานแล้งในฤดูแล้ง ปี 2562

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

ฤดูแล้ง ปี 2562 ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross จำนวน 200 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบพันธุ์ลูกผสมและเปรียบเทียบกับประชากร NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 รวมทั้งสิ้น 210 คู่ผสม/ประชากร

ลูกผสม topcross ของ NP99201(RRS)C_6-S_1 x NP99202(RRS)C_6-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,058-1,582 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,306 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งค่าเฉลี่ยผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 แต่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญจากประชากรพ่อแม่ NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 แสดงถึงการเกิดความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ที่เกิดจากพ่อและแม่มี heterotic pattern แตกต่างกัน (Table 1.1.2)

ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ข้าวโพดที่ทดสอบให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตระหว่าง 440-1,027 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 783 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 16-66 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้ง (DI) ระหว่าง 0.57-1.40 (Table 1.1.2)

คัดเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ผลผลิตลูกผสม topcross สูง ในสองทั้งสภาพแวดล้อม จำนวน 40 คู่ผสม/ประชากร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดย 40 topcross ที่คัดเลือกของ NP99201(RRS)C_6-S_1 x NP99202(RRS)C_6-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,205-1,582 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,378 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 802-1,072 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 900 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ (ASI) ระหว่าง 0-2 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.88-1.40 (Table 1.1.2)

ส่วนลูกผสม topcross ของ NP99202(RRS)C_6-S_1 x NP99201(RRS)C_6-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,062-1,559 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,298 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

ค่าเฉลี่ยผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และประชากรพ่อแม่ NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 (Table 1.1.2)

ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 461-1,098 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 747 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 13-63 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.64-1.50 ซึ่งจากค่าเฉลี่ยผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และประชากรพ่อแม่ NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2

คัดเลือก 40 topcross ที่ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,225-1,521 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,380 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 721-1,098 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 853 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ระหว่าง 0-3 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.84-1.50 (Table 1.1.2)

การประเมินศักยภาพผลผลิตในแปลงสภาพแล้ง เกิดฝนตกในช่วงของการงดน้ำ โดยระหว่างสัปดาห์ที่ 2 ของการหยุดให้น้ำ มีฝนตกปริมาณ 34 มิลลิเมตร (เริ่มหยุดน้ำในวันที่ 24 มกราคม 2562 และมีฝนตกในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2562, ภาคผนวก 2) จึงขยายช่วงสภาพแล้ง (drought period) จากเป้าหมายเดิม 4 สัปดาห์ เป็น 5 สัปดาห์ โดยได้ให้น้ำอีกครั้งเมื่อ 3 มีนาคม 2562 อย่างไรก็ตาม การได้รับน้ำปริมาณ 30 มิลลิเมตร ในช่วงสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ ทำให้ข้าวโพดฟื้นตัว แม้จะมีการขยายช่วงแล้งออกไปอีกก็ตาม ดังนั้นผลผลิตในแปลงสภาพแล้ง จึงให้ผลผลิตค่อนข้างสูงกว่าปี 2560

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 6 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 7

ฤดูต้นฝน ปี 2562 จากผลการประเมินลูกผสม topcross ในฤดูแล้งที่ผ่านมา นำไปใช้ในการเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ลูกผสม topcross ดี มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอก มีค่า ASI น้อย และมีค่า DI สูง โดยนำสายพันธุ์ S_1 remnant seed ที่เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ทำการผสมรวมเมล็ดของสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกโดย balance seeds นำไปปลูกประชากรละ 100 แถว เมื่อออกดอกทำการผสมรวม (recombine) ภายในประชากร เป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NP99201(RRS)C_7F_1 และ NP99202(RRS)C_7F_1

ฤดูแล้ง ปี 2563 ขยายเมล็ดจาก NP99201(RRS)C_7F_1 และ NP99202(RRS)C_7F_1 เป็น NP99201(RRS)C_7F_2 และ NP99202(RRS)C_7F_2 ในขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำไปพัฒนาสายพันธุ์ โดยการผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) และชั่วต่อๆไป จนได้สายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

Table 1.1.2 Mean grain yield of topcross hybrids maize populations NP99201(RRS)C_6 and NP99202(RRS)C_6 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), Yield loss (%), Anthesis - Silking Interval (ASI), and Drought Index (DI) in the 2019 dry season.

Topcross	Grain yield kg rai^{-1})						Yield loss (%)	ASI (day)	DI
	WW			WS					
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean			
NP99201(RRS)C_6S_1 x NP99202(RRS)C_6-S_1bulk									
200 topcross	1,058	1,582	1,306	440	1,072	783	16 - 66	0 - 4	0.57–1.40
40 selected lines	1,205	1,582	1,378	802	1,072	900	16 - 47	0 - 2	0.88-1.40
NP99201(RRS)C_6F_2	-	-	1,058			513	52	4	0.81

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Topcross	Grain yield kg rai^{-1})						Yield loss (%)	ASI (day)	DI
	WW			WS					
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean			
NP99202(RRS)C_6F_2	-	-	1,180			672	43	2	0.95
NS 3 (check)	-	-	1,279			798	38	2	1.04
LSD (0.05)	-	-	195	-	-	ns		ns	-
C.V. (%)	-	-	7.57	-	-	15.66		45.41	-
NP99202(RRS)C_6S_1 X NP99201(RRS)C_6-S_1bulk									
200 topcross	1,062	1,559	1,298	461	1,098	747	13 - 63	0 - 4	0.64-1.50
40 selected lines	1,225	1,521	1,380	721	1,098	853	13 - 51	0 - 3	0.84-1.50
NP99201(RRS)C_6F_2			1,109			656	45	2	0.96
NP99202(RRS)C_6F_2			1,288			761	44	2	0.97
NS 3 (check)			1,251			670	46	2	0.93
LSD (0.05)	-	-	216	-	-	208		1	-
C.V. (%)	-	-	8.45	-	-	14.10		38.46	-

ความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากร

ประเมินความก้าวหน้าของประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C_0) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C_7) ได้แก่ C_0 C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 และ C_7 ดำเนินการในฤดูแล้ง ปี 2564 พบว่า ประชากร NP99201(RRS) ใน C_0 C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 และ C_7 ให้ผลผลิต 1,036 1,158 1,131 1,200 1,157 1,111 1,282 และ 1,203 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.76 ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 105-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (989 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 118-146 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่) นอกจากนี้ NP99201(RRS) ยังให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,094 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า NP99202(RRS) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,043 กิโลกรัมต่อไร่ NP99201(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_6 และ C_7 จัดเป็นประชากรที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับการส่งเสริมในพื้นที่เป้าหมาย

ประชากร NP99202(RRS) ใน C_0 C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 และ C_7 ให้ผลผลิต 854 1,081 1,041 1,045 1,006 942 1,161 และ 1,217 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิต หรือมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.02 ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 105-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (989 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 97-138 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่) (Figure. 1.1.1)

ศูนย์วิจัยการเกษตร

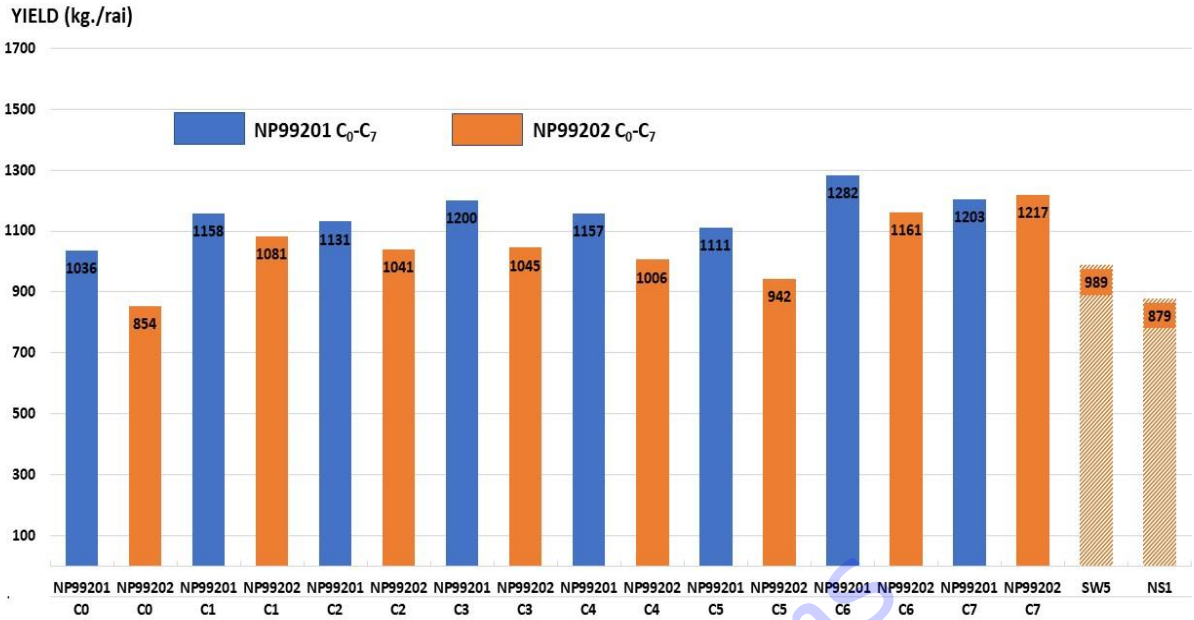


Figure 1.1.1 Mean grain yield per cycle of 2 improved maize populations, NP99201(RRS) C_0 to C_7 and NP99202(RRS) C_0 to C_7 at NSFCRC in the 2021 dry season.

จากผลการทดสอบสมรรถนะการผสม โดยการผสมแบบพบกันหมดระหวางกลุม (factorial cross) ของประชากร NP99201(RRS) C_0-C_7 และ NP99202(RRS) C_0-C_7 พบว่า NP99201(RRS)C_7 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปมีคาสูง (GCA) คือ 121.569 แสดงถึงประชากรรอบคัดเลือกเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิดสำหรับแนะนำสู่เกษตรกรในอนาคต ส่วนคู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) คือ 162.150 ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ สามารถนำมาใชพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ต่อไป (Table 1.1.3)

Table 1.1.3 Estimates of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects for grain yield of 2 maize populations, NP99201(RRS) C_0 to C_7 and NP99202(RRS) C_0 to C_7

Population		NP9202(RRS)								
		C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	GCA
NP9201(RRS)	C_0	-33.810	-68.036	-48.120	16.427	70.879	10.490	42.849	9.322	**-59.119***
	C_1	88.460	-93.253	-8.298	5.769	90.561	24.993	-112.330	4.098	**-16.824**
	C_2	45.873	19.907	127.916	49.599	-51.393	-102.320	-55.032	-34.551	**-7.906**
	C_3	-2.237	63.051	-115.103	-82.178	20.811	83.810	3.542	28.304	**2.106**
	C_4	12.380	46.095	53.639	46.077	-29.501	29.493	**-142.975***	-15.208	**37.036**
	C_5	-94.379	-31.164	-13.853	-28.759	39.606	52.768	53.641	22.140	**-40.218**
	C_6	-33.944	-36.929	-41.588	-71.693	31.494	-60.734	**162.150***	51.244	**-36.644**
	C_7	17.655	100.330	45.407	64.757	-172.456	-38.500	48.155	-65.349	**121.569****
	GCA	**8.222**	**22.953**	**-9.027**	**-8.365**	**-55.100***	**-39.305**	**0.822**	**79.799***	

กรมวิชาการเกษตร

การพัฒนาสายพันธุ์แท้

จากการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ ของประชากร NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ดำเนินการตั้งแต่ปี 2549 – 2564 นอกจากปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือกภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือก สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ โดยเริ่มทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกจากประชากร NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ในแต่ละรอบการคัดเลือกและพัฒนาต่อเนื่องจนได้ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วต่างๆ ปัจจุบัน มีสายพันธุ์แท้ที่ผ่านการคัดเลือกและใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในโครงการปรับปรุงพันธุ์ จากประชากรทั้ง 2 ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C_0) และรอบการคัดเลือกที่ 1 (C_1) จำนวน 52 สายพันธุ์ โดยได้จากประชากร NP99201(RRS)C_0 และ NP99201(RRS)C_1 จำนวน 8 และ 12 สายพันธุ์ ตามลำดับ ได้จากประชากร NP99202(RRS)C_0 และ NP99202(RRS)C_1 จำนวน 15 และ 17 สายพันธุ์ ตามลำดับ และยังมีสายพันธุ์อยู่ระหว่างการพัฒนาในขั้นตอนการคัดเลือก การประเมิน และการผสมตัวเองชั่วต่างๆ กว่า 300 สายพันธุ์ (Table 1.1.4) ซึ่งสายพันธุ์แท้/สายพันธุ์เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมต่อไป

Table 1.1.4 Number of Inbred/lines from each cycle of improved populations NP99201(RRS) and NP99202(RRS)

Improved populations	number of Inbred/ lines	Inbred/lines
NP99201(RRS)		
NP99201(RRS)C_0	8	Inbred: Nei512016 Nei512017 Nei512018 Nei512019 Nei512020 Nei512021 Nei512022 Nei512023
NP99201(RRS)C_1	12	Inbred: Nei532018 Nei532019 Nei532020 Nei532021 Nei532022 Nei532023 Nei532024 Nei532025 Nei532026 Nei532027 Nei532028 Nei542001
NP99201(RRS)C_2	15	S_7 line
NP99201(RRS)C_3	6	S_7 line
NP99201(RRS)C_4	47	S_6 line
NP99201(RRS)C_5	38	S_3 line
NP99201(RRS) C_6	52	S_2 line
NP99202(RRS)		
NP99202(RRS)C_0	15	Inbred: Nei512004 Nei512005 Nei512006 Nei512007 Nei512008 Nei512009 Nei512010 Nei512011 Nei512024 Nei512025 Nei512026 Nei512027 Nei512028 Nei512029 Nei512030
NP99202(RRS)C_1	17	Inbred: Nei532001 Nei532002 Nei532003 Nei532004 Nei532005 Nei532006 Nei532007 Nei532008 Nei532009 Nei532010 Nei532011 Nei532012 Nei532013 Nei532014 Nei532015 Nei532016 Nei532017
NP99202(RRS)C_2	4	S_7 line

กรมวิชาการเกษตร

Improved populations	number of Inbred/ lines	Inbred/lines
NP99202(RRS)C_3	6	S_7 line
NP99202(RRS)C_4	41	S_6 line
NP99202(RRS)C_5	42	S_3 line
NP99202(RRS)C_6	52	S_2 line
Total	355	

1.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

2559-2560 จากผลการดำเนินงาน 6 ปี มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเข้าสู่การประเมินศักยภาพผลผลิตรวมทั้งสิ้น 300 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ (Table 1.2.1) พบว่า พันธุ์ลูกผสมอายุยาว NSX152067 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 4 แปลง ในปี 2560 2561 2562 และ 2564) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1379 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.40 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 44 % นอกจากนี้ได้พันธุ์ลูกผสมอายุยาว ที่ผ่านการคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจำนวน 39 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX172001-NSX172039 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐานการเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

นอกจากนี้ ได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 27 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602001 - Nei602027 ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง ซึ่งจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

Table 1.2.1 Grain yield, Yield loss and Drought Index of late maturity germplasm under well-watered (WW) and water stress (WS) conditions at NSFCRC during 2016-2021

Year/material	Yield (kg rai^{-1})						Yield loss (%)			Drought Index (DI)		
	Water stress			Well-watered								
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
2016; 100 inbreds	2	391	75	23	737	288	7	98	74	0.06	3.57	1
2017; 60 hybrids	59	648	355	991	1,466	1,175	45.27	94.42	70	0.18	1.81	1
2017; 40 hybrids	56	622	245	656	1,426	1,121	47.55	94.46	78	0.25	2.40	1
2018; 60 hybrids	450	1,254	845	1,276	1,792	1,560	21	72	46	0.52	1.46	1
2018; 40 inbreds	0	307	103	204	915	528	50	100	91	0.00	0.92	0.59
2019; 50 hybrids	285	837	611	1,130	1,379	1,256	34	76	51	0.49	1.36	1
2020; 40 hybrids	-	-	-	1,240	1,613	1,403	-	-	-	-	-	-

กรมวิชาการเกษตร

Year/material	Yield (kg rai^{-1})						Yield loss (%)			Drought Index (DI)		
	Water stress			Well-watered								
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
2020; 50 inbreds	-	-	-	73	684	350	-	-	-	-	-	-
2021; 50 hybrids	177	740	432	1,033	1,704	1,347	51	85	68	0.46	1.52	1
Total; 300 hybrids, 190 inbreds												

1.3 การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2559 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น จำนวน 8 พันธุ์ ให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,324 กิโลกรัมต่อไร่) คิดเป็นร้อยละ 100-105 ได้แก่ NSX152046, NSX152060, NSX152097, NSX052014, NSX152057, NSX152067, NSX152055 และ NSX102005 (Table 1.3.1) และจำนวน 8 พันธุ์ ในปี 2560 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 100-106 ของพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (938 กิโลกรัมต่อไร่) ได้แก่ NSX152058, NSX152045, NSX052014, NSX152056, NSX152065, NSX152008, NSX152088 และ NSX102026 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) ไม่แตกต่างจาก 1.0 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) ต่ำ ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง (Table 1.3.2)

Table 1.3.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of preliminary trial: promising hybrid maize (late maturity) across 3 locations, 2016 R

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
CP 888 New (commercial)	1,554	1,159	1,505	1,406	106	1.22	18963.6
NSX 152046	1,513	1,235	1,439	1,396	105	0.75	1387.4
NSX 152060	1,405	1,369	1,390	1,388	105	0.08	325.4
NSX 152097	1,442	1,217	1,497	1,385	105	0.93	1242.5
NSX 052014	1,340	1,181	1,562	1,361	103	1.17	4970.1
NSX 152057	1,459	1,044	1,561	1,355	102	1.71	4189.4
NSX 152067	1,323	1,205	1,519	1,349	102	0.96	4705.6
NSX 152055	1,355	1,149	1,490	1,331	101	1.09	140.0
NSX 102005	1,415	1,058	1,500	1,324	100	1.47	3261.5
NSX 152047	1,191	1,184	1,576	1,317	99	1.11	39434.2*
NSX 152006	1,485	1,090	1,371	1,315	99	1.03	29436.0*
NSX 152066	1,369	1,125	1,445	1,313	99	1.05	882.6
NSX 152089	1,281	1,085	1,512	1,293	98	1.32	4183.3
NSX 152070	1,251	1,161	1,454	1,289	97	0.88	6431.1
NSX 152011	1,181	1,108	1,527	1,272	96	1.22	25446.4*
NSX 152078	1,146	1,293	1,367	1,269	96	0.12	24610.8*
NSX 042022	1,345	1,054	1,374	1,258	95	1.08	4561.3
NSX 152022	1,211	1,089	1,446	1,249	94	1.08	7704.9
NSX 152080	1,213	1,113	1,368	1,231	93	0.78	2740.4
NSX 152096	1,091	1,180	1,385	1,219	92	0.52	31839.6*

กรมวิชาการเกษตร

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX 152095	1,210	1,053	1,387	1,217	92	1.04	2267.9
NSX 152086	1,213	1,038	1,325	1,192	90	0.92	75.0
NSX 152093	1,252	935	1,373	1,187	90	1.43	728.8
NSX 152092	1,229	853	1,461	1,181	89	1.95*	198.8
NSX 152041	1,119	1,087	1,270	1,159	88	0.54	4841.1
NSX 152035	1,243	859	1,357	1,153	87	1.64	2467.3
NSX 152040	1,324	863	1,267	1,151	87	1.42	25798.7*
NSX 152030	1,325	1,108	913	1,115	84	-0.42	76320.2
NSX 152094	1,143	880	1,184	1,069	81	1.02	2844.6
NS 3 (Check)	1,353	1,171	1,446	1,324	100	0.89	10.6
Mean	1,299	1,098	1,409	1,269	96	-	-
C.V.(%)	7.00	12.92	11.54	10.65	-	-	-
LSD(0.05)	149	232	266	126	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center

PBN = Phetchabun Agricultural Research and Development Center

LOB = Lop Buri Seed Research and Development Center

Table 1.3.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of preliminary trial: promising hybrid maize (late maturity) across 3 locations, 2017 R

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
CP 888 New (commercial)	1,665	870	473	1003	107	1.08	17623.6
NSX 152058	1,506	836	649	997	106	0.81	393.4
NSX 152045	1,629	795	545	990	106	1.02	1255.8
NSX 052014	1,516	760	606	961	102	0.88	173.6
NSX 152056	1,523	799	559	960	102	0.90	2033.1
NSX 152065	1,526	743	585	952	101	0.91	212.7
NSX 152008	1,334	916	603	951	101	0.64	18179.1
NSX 152088	1,536	809	475	940	100	0.97	10667.8
NSX 152026	1,612	692	501	935	100	1.07	190.2
NSX 152013	1,700	629	450	926	99	1.22	1857.0
NSX 152018	1,540	788	450	926	99	1.00	10438.3
NSX 152015	1,585	649	519	918	98	1.05	2932.1
NSX 152034	1,530	605	603	913	97	0.95	17528.1
NSX 152031	1,539	609	558	902	96	0.99	10517.4
NSX 152100	1,485	697	514	899	96	0.93**	0.2
NSX 152099	1,507	631	543	894	95	0.96	5137.3
NSX 152027	1,424	816	436	892	95	0.88	22251.2*
NSX 152029	1,540	717	405	887	95	1.05	5729.7

กรมวิชาการเกษตร

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX 152043	1,666	565	418	883	94	1.23	4540.5
NSX 152025	1,638	594	397	876	93	1.20	782.0
NSX 152090	1,411	669	544	875	93	0.84	854.9
NSX 152103	1,574	513	458	848	90	1.12	14157.7
NSX 152091	1,603	560	356	839	89	1.21	550.1
NSX 152036	1,426	666	400	830	89	0.96	3147.8
NSX 152004	1,539	505	435	826	88	1.11	11178.8
NSX 152016	1,575	526	367	823	88	1.18	2744.4
NSX 042022	1,365	595	504	821	88	0.85	2969.2
NSX 152012	1,479	559	372	803	86	1.07	265.1
NSX 152042	1,480	550	278	769	82	1.14	1245.1
NS 3 (Check)	1,437	804	575	938	100	0.80	2639.7
Mean	1,530	682	486	899	96	-	-
C.V.(%)	4.58	25.92	23.74		-	-	-
LSD(0.05)	114	ns	189		-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center

PBN = Phetchabun Agricultural Research and Development Center

LOB = Lop Buri Seed Research and Development Center

1.4 การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2560 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น 4 พันธุ์ คือ NSX152097 NSX152067 NSX112019 และ NSX112013 ให้ผลผลิตมากกว่า ($p< 0.05$) พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,082 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,301 1,297 1,229 และ 1,218 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าคิดเป็นร้อยละ 20 20 14 และ 13 ตามลำดับ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) ไม่แตกต่างจาก 1.0 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) ต่ำ ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง (Table 1.4.1)

ปี 2561 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น 7 พันธุ์ คือ NSX152002 NSX152013 NSX152045 NSX152069 NSX152032 NSX152016 และ NSX152065 ให้ผลผลิตมากกว่า ($p< 0.05$) พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,088 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,259 1,223 1,204 1,187 1,175 1,174 และ 1,173 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าคิดเป็นร้อยละ 8-21 นอกจากนี้ NSX152002 NSX152013 NSX152069และ NSX152065 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูก (Table 1.4.2)

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.4.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of standard trial: promising hybrid maize (late maturity) across 4 locations, 2017 R

Varieties	Grain Yield					Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW	PBN	NRM	LOI	Mean			
NSX 152097	1,434	738	1,636	1,397	1,301	120	1.55	17257.7
NSX 152067	1,373	920	1,565	1,330	1,297	120	1.10	4094.0
NSX 112019	1,193	952	1,405	1,364	1,229	114	0.70	20543.1
NSX 112013	1,349	864	1,490	1,169	1,218	113	1.12	253.3
NSX 152066	1,323	824	1,383	1,260	1,197	111	1.00	9617.7
NSX 152070	1,293	807	1,463	1,225	1,197	111	1.14	3633.4
NSX 112011	1,317	883	1,410	1,135	1,186	110	0.96	866.3
NSX 112026	1,279	865	1,324	1,266	1,184	109	0.81	10832.3
NSX 152096	1,199	974	1,322	1,227	1,181	109	0.58	3520.9
NSX 112006	1,285	809	1,373	1,227	1,174	108	1.00	7136.9
CP 888 New (commercial)	1,190	870	1,658	932	1,163	107	1.31	41764.8**
NSX 112015	1,101	767	1,418	1,327	1,153	107	1.01	37115.5*
NSX 112014	1,291	744	1,423	1,106	1,141	105	1.22	933.3
NSX 152095	1,163	924	1,490	946	1,131	105	0.95	24008.6
NSX 042022	1,143	831	1,280	1,148	1,100	102	0.76	4153.9
NSX 112017	1,253	754	1,405	981	1,098	101	1.18	3504.7
NSX 112029	1,203	788	1,291	1,093	1,094	101	0.90	1534.0
NSX 152086	1,022	737	1,299	1,207	1,066	99	0.87	25682.1
NSX 102003	1,130	892	1,339	882	1,061	98	0.79	17097.3
NSX 152022	1,262	684	1,281	992	1,055	97	1.13	6486.2
NSX 112010	1,180	645	1,268	1,088	1,045	97	1.11	7094.1
NSX 152093	1,004	677	1,334	1,143	1,040	96	1.04	21408.1
NSX 152011	1,306	762	1,301	722	1,023	95	1.10	51533.4**
S 6248 (commercial)	1,328	823	1,274	431	964	89	1.03	172835.2**
NSX 152092	1,154	612	1,095	617	870	80	1.01	41541.0**
NS3 (check)	1,084	935	1,310	998	1,082	100	0.62	7225.5
Mean	1,225	811	1,378	1,085	1,125	104	-	-
C.V.(%)	14.35	18.94	7.48	17.66	14.18	-	-	-
LSD(0.05)	ns	ns	169	314	128	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center

LOI = Loei Agricultural Research and Development Center

PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center

NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

ศรีบัวทิพย์

Table 1.4.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of standard trial: promising hybrid maize (late maturity) across 6 locations, 2018 R

Varieties	Grain Yield						Mean	Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	LOB	NRM	LOI				
S 6248(commercial)	1,473	1,452	936	1,281	1,687	1,045	1,313	121	1.10	7273.4
NSX 152002	1,307	1,238	945	1,247	1,745	1,071	1,259	116	1.07	5859.9
NSX 152013	1,424	1,219	987	1,219	1,563	928	1,223	112	0.97	2925.8
NSX 152045	1,345	1,102	1,105	1,209	1,659	803	1,204	111	1.06	15997.8*
CP 888 New (commercial)	892	1,245	1,003	1,172	1,701	1,209	1,204	111	0.68	61316.2**
NSX 152069	1,336	1,076	1,048	1,142	1,555	966	1,187	109	0.83	7592.6
NSX 152032	1,152	1,177	1,109	1,303	1,482	830	1,175	108	0.74	16172.8*
NSX 152016	1,404	1,266	695	1,283	1,518	876	1,174	108	1.21	15506.6*
NSX 152065	1,343	1,094	769	1,321	1,564	946	1,173	108	1.11	11353.5
NSX 152060	1,383	1,288	679	1,214	1,515	926	1,167	107	1.17	16274.2*
NSX 042022	1,232	1,141	965	1,194	1,498	939	1,162	107	0.82*	715.6
NSX 152085	1,346	1,176	732	1,154	1,686	861	1,159	107	1.37*	2489.8
NSX 152027	1,357	1,181	928	1,247	1,439	775	1,155	106	0.97	9502.4
NSX 152025	1,351	1,124	902	1,121	1,582	816	1,149	106	1.13	3240.4
NSX 152026	1,217	1,236	927	1,052	1,516	919	1,145	105	0.88	4976.8
NSX 152058	1,274	1,197	798	1,130	1,512	917	1,138	105	1.02	2642.8
NSX 152043	1,336	1,053	895	1,176	1,539	827	1,138	105	1.06	4651.6
NSX 152009	1,229	1,205	842	1,174	1,400	922	1,129	104	0.82	3018.0
NSX 152083	1,154	1,285	804	1,084	1,540	898	1,128	104	1.02	9301.9
NSX 152091	1,268	1,053	795	1,098	1,502	932	1,108	102	0.98	4457.1
NSX 152055	1,250	1,024	820	1,225	1,531	749	1,100	101	1.15	5724.5
NSX 152018	1,169	1,139	882	1,026	1,458	876	1,092	100	0.86	2455.3
NSX 152041	1,123	1,022	872	1,229	1,504	728	1,080	99	1.05	9859.6
NSX 152056	1,282	1,064	946	1,054	1,513	580	1,073	99	1.17	18678.8**
NSX 152102	1,210	1,084	697	994	1,420	721	1,021	94	1.12	2413.4
NS3(Check)	1,091	1,173	920	1,026	1,378	940	1,088	100	0.64*	4596.0
Mean	1,267	1,166	885	1,168	1,539	885	1,152	106	-	-
CV(%)	7.78	10.63	20.82	7.07	6.86	16.08	11.05	-	-	-
LSD(0.05)	162	203	ns	135	173.0	233	83	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center
LOI = Loei Agricultural Research and Development Center
PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center
NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
LOB = Lopburi Seed Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

1.5 การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2561 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX152070 NSX152097 NSX102005 S6248 และ NSX152067 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,058 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ในจำนวนนี้ทุกพันธุ์ยกเว้น S6248 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี (Table 1.5.1) ในปี 2562 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 15 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (890 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ พันธุ์ CP888New NSX152013 NSX152002 NSX152016 NSX152097 NSX152065 NSX152066 NSX152011 NSX152057 NSX152070 NSX152006 NSX152055 NSX152045 NSX152025 และ NSX152032 พันธุ์เหล่านี้ยกเว้น NSX152055 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี (Table 1.5.2) จากการทดลองตั้งแต่ปี 2561-2562 สามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ NSX152070 NSX152097 NSX102005 NSX152067 NSX152013 NSX152002 NSX152016 และ NSX152097

Table 1.5.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of regional trial: promising hybrid maize (late maturity) across 7 locations, 2018 R

Varieties	Grain Yield									b	S^2d
	NSW	LOB	NRM	LOI	SKT	PCB	PBN	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX152070	1381	1068	1593	819	1107	1490	717	1243	117	1.21	4402.1
NSX152097	1365	1061	1717	747	1100	1400	976	1232	116	1.32	15915.1
NSX102005	1368	1025	1528	921	1149	1383	917	1229	116	0.94	5394.2
S6248 (commercial)	1486	1070	1549	657	1282	1284	900	1221	115	1.23	24070.6**
NSX152067	1328	1021	1482	694	1179	1335	1004	1173	111	1.15	5149.2
NSX112026	1253	900	1388	839	1102	1327	779	1135	107	0.93	3524.6
NSX102003	1203	988	1434	716	1079	1339	789	1127	106	1.07	1904.2
NSX112011	1027	907	1360	852	1099	1459	815	1117	106	0.91	15284.3
NSX152096	1053	977	1270	886	1080	1400	779	1111	105	0.72	8450.6
CP888New (commercial)	751	958	1611	731	1087	1514	1059	1109	105	1.20	75755.0**
NSX152095	1065	919	1471	739	971	1380	620	1091	103	1.11	11745.2
NSX152092	1267	942	1387	691	1085	1127	920	1083	102	0.94	12590.5
NSX112013	1283	930	943	861	975	1435	720	1071	101	0.64	37592.6**
NSX042022	1148	950	1420	675	1066	1158	777	1070	101	0.97	9890.7
NSX112009	1191	870	1224	764	992	1282	628	1054	100	0.86	2151.6
NSX112006	1221	873	1377	452	1054	1192	577	1028	97	1.33	10377.0
NSX112014	1165	866	764	856	999	1403	686	1009	95	0.47	55346.8**
NSX112019	1151	815	908	564	1053	1309	722	967	91	0.91	28246.0**
NSX112015	1210	861	900	263	859	1206	727	883	83	1.23	41378.8**
NS3 (Check)	1106	896	1246	757	1029	1314	806	1058	100	0.87	1403.0
Mean	1201	945	1329	724	1067	1337	796	1101	104	-	-
C.V. (%)	11.00	10.01	16.27	19.51	9.51	9.87	23.89	12.90	-	-	-
LSD (0.05)	218	157	357	234	168	218	ns	93	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center LOI = Loei Agricultural Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

LOB = Lopburi Seed Research and Development Center
PCB = Prachinburi Agricultural Research and Development Center
PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center
NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
SKT = Sukhothai Agricultural Research and Development Center

Table 1.5.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of regional trial: promising hybrid maize (late maturity) across 7 locations, 2019 R

Varieties	Grain Yield									b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	NRM	LOI	SKT	PCB	Mean	Relative to NS3 (%)		
CP 888 New (commercial)	1780	987	1397	1376	580	983	952	1151	129	1.25	12140.7
NSX152013	1598	959	1161	1345	712	999	1097	1124	126	0.92	4063.1
NSX152002	1618	971	1314	1342	615	780	1127	1109	125	1.12	7128.5
NSX152016	1748	1074	1059	1331	626	898	952	1098	123	1.14	9806.6
NSX152097	1562	846	1267	1422	543	860	1103	1086	122	1.15	9307.9
NSX152065	1541	1096	1119	1321	529	805	988	1057	119	1.08	3178.3
NSX152066	1575	986	940	1277	662	862	1018	1046	118	0.94	9304.2
NSX152011	1405	1024	1223	1118	670	763	1103	1044	117	0.78	11053.7
NSX152057	1465	1079	1005	1420	563	841	898	1039	117	1.01	9883.6
NSX152070	1585	1119	974	1221	559	726	1036	1031	116	1.04	13957.0
NSX152006	1382	1095	1087	1144	594	866	982	1021	115	0.78	5467.1
NSX152055	1322	834	1279	1369	616	689	1012	1017	114	0.94	19477.0*
NSX152045	1400	829	1097	1349	534	879	982	1010	113	0.97	6500.8
NSX152025	1516	882	1070	1284	564	775	874	995	112	1.05	1755.2
NSX152032	1347	865	989	1323	531	891	886	976	110	0.90	7077.4
NSX152009	1415	1010	1096	1024	501	746	952	964	108	0.89	10070.2
NSX042022	1437	900	1174	1136	484	802	681	945	106	1.01	14245.5
NSX152022	1451	816	917	1368	474	670	831	932	105	1.14	7998.1
NSX152086	1270	913	928	1310	503	688	819	919	103	0.92	8203.9
NS3 (Check)	1326	779	1046	1097	416	687	880	890	100	0.97	2576.3
Mean	1487	953	1107	1279	564	811	959	1023	115	-	-
C.V. (%)	7.02	18.16	17.96	7.85	14.17	18.23	13.83	13.64	-	-	-
LSD (0.05)	172	ns	ns	166	132	ns	219	85	-	-	-

Remark :
NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center
LOB = Lopburi Seed Research and Development Center
LOI = Loei Agricultural Research and Development Center
PCB = Prachinburi Agricultural Research and Development Center
PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center
NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
SKT = Sukhothai Agricultural Research and Development Center

ศรีบัวทิพย์

1.6 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2562 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ NSX112009 และ NSX112010 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,023 และ 991 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (876 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 13-17 (Table 1.6.1)

ปี 2563 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CP888 New NSX152067 NSX152025 NSX152065 NSX152013 และ NSX152018 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,335 1,270 1,206 1,205 1,200 และ 1,192 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,111 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 7-20 (Table 1.6.2)

ปี 2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,161 – 1,277 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 1.6.3-)

เมื่อพิจารณาตั้งแต่ปี 2562-2564 สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ NSX112009 NSX112010 NSX152067 NSX152025 NSX152065 NSX152013 และ NSX152018

Table 1.6.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of Farm trial: promising hybrid maize (late maturity) across 9 environments, 2019 R

Variety	Grain yield											b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	LOB	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX102005	1,366	402	1,085	941	1,395	887	812	1,429	1,102	1,047	119	0.96	0.11*
NSX112009	1,343	333	1,150	876	1,470	887	910	1,318	919	1,023	117	1.03	0.03
NSX112010	1,326	324	1,077	918	1,343	846	866	1,370	847	991	113	0.99	0.06
NSX112012	1,351	296	897	910	1,530	850	1,044	1,315	752	994	113	1.06	0.13**
NSX112013	1,332	306	1,260	696	1,374	847	989	1,296	822	991	113	1.05	0.09*
NSX112017	1,382	420	1,297	1,135	1,344	778	1,001	1,308	797	1,051	120	0.93	0.13**
NSX112019	1,302	374	1,236	1,032	1,386	794	855	1,222	1,260	1,051	120	0.88	0.16**
CP888 New (commercial)	1,632	313	1,171	713	1,667	858	954	1,435	928	1,075	123	1.32*	0.10*
NSX042022	1,351	417	1,121	882	1,240	869	978	1,122	947	992	113	0.79*	0.07
NS3 (Check)	1,245	358	1,087	596	1,349	688	788	1,150	621	876	100	0.99	0.11*
Mean	1,363	354	1,138	870	1,410	830	920	1,297	899	1,009	115	-	-
CV (%)	6.95	14.86	7.48	15.95	5.01	12.49	18.75	6.36	12.94	10.65	-	-	-
LSD (0.05)	163	ns	146	238	121	ns	ns	139	200	58	-	-	-

Remark :
NSW1 = Nakhon Sawan 1 NSW2 = Nakhon Sawan 2 PBN = Petchabun LOB = Lopburi NRM = Nakhon Ratchasima
LOI = Loei SKT = Sukhothai PCB = Prachinburi CMI = Chiangmai

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.6.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of Farm trial: promising hybrid maize (late maturity) across 10 environments, 2020 R

Variety	Grain yield												b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	LOB	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	PSL	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX152013	1,353	1,372	843	822	1,164	1,182	1,443	1,566	745	1,512	1,200	108	1.23	0.12
NSX152016	1,216	1,389	1,127	781	1,071	1,234	1,384	1,388	829	1,451	1,187	107	0.83	0.19*
NSX152018	1,322	1,377	820	1,003	1,139	1,309	1,384	1,278	932	1,352	1,192	107	0.81	0.11
NSX152025	1,239	1,460	890	910	1,301	1,185	1,480	1,371	959	1,260	1,206	109	0.83	0.14
NSX152065	1,232	1,418	647	1,089	1,253	1,123	1,441	1,389	852	1,604	1,205	108	1.18	0.11
NSX152067	1,332	1,361	874	968	1,258	1,159	1,572	1,480	1,047	1,647	1,270	114	1.05	0.10
NSX152070	1,256	1,286	875	1,242	1,251	1,089	1,482	1,358	741	1,503	1,208	109	0.94	0.15*
NSX152097	1,201	1,267	737	1,054	1,054	1,036	1,484	1,418	842	1,410	1,150	104	1.02	0.10
CP888 New (commercial)	1,373	1,583	964	1,106	1,280	1,246	1,585	1,611	848	1,754	1,335	120	1.24	0.09
NS3 (Check)	1,253	1,145	545	1,069	1,124	1,121	1,349	1,168	948	1,386	1,111	100	0.87	0.18**
Mean	1,278	1,366	832	1,004	1,190	1,168	1,460	1,403	874	1,488	1,206	109	-	-
CV (%)	4.25	9.65	20.79	8.95	8.94	12.39	4.74	12.93	16.55	9.07	10.72	-	-	-
LSD (0.05)	93	226	297	154	ns	ns	119	ns	ns	231	66	-	-	-

Remark :
NSW1 = Nakhon Sawan 1 NSW2 = Nakhon Sawan 2 PBN = Petchabun LOB = Lopburi NRM = Nakhon Ratchasima
LOI = Loei SKT = Sukhothai PCB = Prachinburi CMI = Chiangmai PSL = Phitsanulok

Table 1.6.3 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of Farm trial: promising hybrid maize (late maturity) across 9 environments, 2021 R

Variety	Grain yield											b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	PSL	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX152011	1,196	1,349	1,320	1,337	520	1,193	1,376	1,937	949	1,242	107	1.23	0.17**
NSX152025	832	1,326	1,390	1,239	653	1,336	1,260	1,750	1,172	1,218	105	1.07	0.11
NSX152045	1,046	1,425	1,302	1,409	625	1,414	1,251	1,790	1,102	1,263	109	1.11	0.06
NSX152060	1,028	1,362	1,334	1,253	552	1,378	1,242	1,867	1,109	1,236	106	1.20*	0.06
NSX152066	1,111	1,301	1,319	1,332	642	1,293	1,169	1,742	1,307	1,246	107	0.97	0.09
NSX152067	1,164	1,385	1,319	1,451	574	1,300	1,220	1,539	1,184	1,237	107	0.92	0.11
NSX152070	975	1,441	1,363	1,328	650	1,297	1,176	1,620	1,132	1,220	105	0.97	0.07
NSX112017	1,177	1,381	1,284	1,278	707	1,384	1,224	1,486	1,172	1,233	106	0.74*	0.08

กรมวิชาการเกษตร

CP888 New (commercial)	1,102	1,404	1,273	1,513	735	1,408	1,242	1,400	1,417	1,277	110	0.69	0.17
NS3 (Check)	812	1,245	1,234	1,134	686	1,258	1,167	1,868	1,047	1,161	100	1.08	0.16
Mean	1,045	1,362	1,314	1,327	635	1,326	1,233	1,700	1,159	1,233	106	-	-
CV (%)	4.58	5.27	6.69	10.39	11.66	7.01	13.53	11.93	10.37	9.81	-	-	-
LSD (0.05)	82	ns	ns	ns	127	ns	ns	348	206	ns	-	-	-

Remark :
NSW1 = Nakhon Sawan 1 NSW2 = Nakhon Sawan 2 PBN = Petchabun NRM = Nakhon Ratchasima
LOI = Loei SKT = Sukhothai PCB = Prachinburi CMI = Chiangmai PSL = Phitsanulok

1.7 การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นร่วมกับภาครัฐและเอกชน

ระหว่างปี 2559-2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในภาพรวมศักยภาพของพันธุ์ยังคงที่ โดยพิจารณาจากค่าผลผลิตสูงสุด ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากภาคเอกชน ภาครัฐ และค่าเฉลี่ยการทดลอง ซึ่ง ค่าเฉลี่ยการทดลอง ในปี 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 มีค่า 1,269 1,335 1,318 1,339 1,258 และ 1,334 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตุว่าพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากบริษัทเมล็ดพันธุ์รายย่อย (SMEs) การวิจัยและพัฒนามีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง โดยผลผลิตเฉลี่ยในปี 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 มีค่า 1,167 1,216 1,246 1,289 1,238 และ 1,278 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.56 ต่อปี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ในภาพรวมการวิจัยและพัฒนาศักยภาพของพันธุ์ยังคงที่ แต่ยังคงให้ผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 612 676 733 732 646 และ 684 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2560 2561 2562 2563 และ 2564 ตามลำดับ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ายังมีโอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในระดับไร่นาได้อีก ถ้าการผลิตของเกษตรกรมีการใช้พันธ์ลูกผสมที่มีศักยภาพ อย่างครอบคลุมและทั่วถึง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก (Figure 1.7.1)

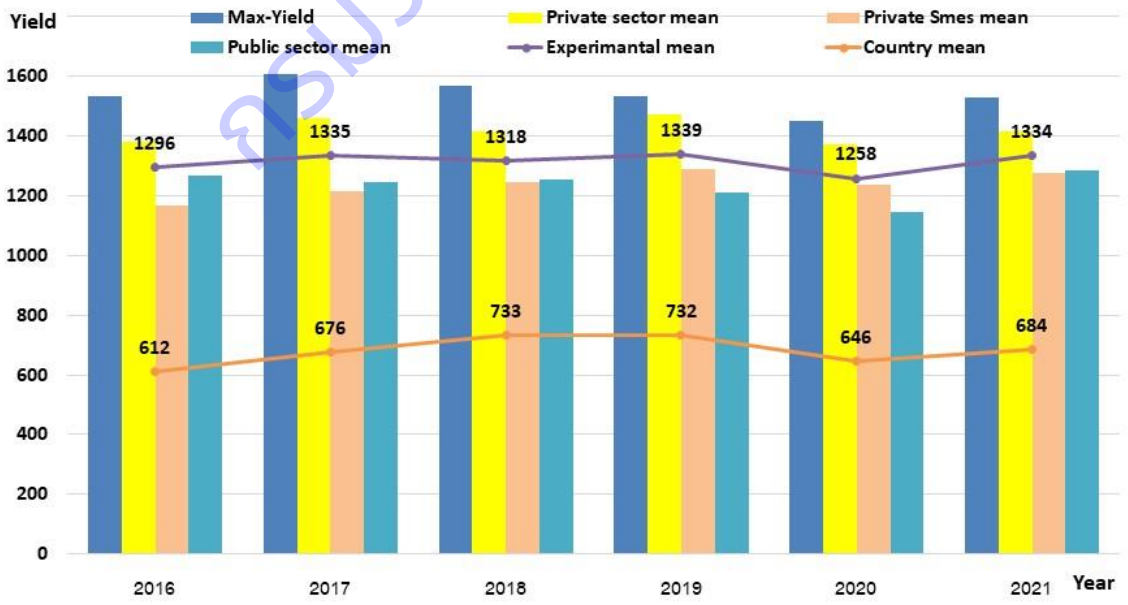


Figure 1.7.1 Grain yield (kg rai^{-1}) of of cooperation between public and private sectors hybrid corn yield trial during 2016-2021

1.8 การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

2559-2564 ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง ผสมตัวเองและคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ จนได้ลูก BC_1S_8 ในปี 2564 ทำการประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมในระยะออกไหม 1 เดือน พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป (Table 1.8.1) ขณะเดียวกันทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีคู่ผสมจำนวน 93 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (727 กิโลกรัมต่อไร่) ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 990-1,355 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 50-55 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 50-59 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 160-228 เซนติเมตร และความสูงฝักอยู่ในช่วง 101-133 เซนติเมตร (Table 1.8.2)

Table 1.8.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of late lines under well-watered (WW) and water stress (WS) conditions at NSFCRC, 2021 D

Lines	Yield						ASI (WS)	Yield loss	DI
	WW			WS					
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean			
64 selected lines	705	64	419	166	11	44	2	85	1.87
238 topcrosses	739	12	257	190	0	21	3	92	1.01
Tak Fa 1	-	-	288	-	-	16	2	95	0.67
Tak Fa 2	-	-	114	-	-	0	-	100	0.00
Tak Fa 3	-	-	190	-	-	0	6	100	0.00
Tak Fa 4	-	-	387	-	-	61	1	84	1.95
Tak Fa 5	-	-	308	-	-	56	0	82	2.26
Tak Fa 7	-	-	629	-	-	74	1	88	1.46
NS 1	-	-	183	-	-	6	-	97	0.42
CV(%)			39.0			143.6	54.98		
LSD (0.05)			279			59	22		

Table 1.8.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and some agronomic traits of late topcross hybrid at NSFCRC, 2021 R

Pedigree	Days to flowering (days)		Height (cm)		Shell (%)	Moist (%)	Yield (kg/rai)	Relative to NS3 (%)
	silk	Tass	Plant	Ear				
93 selected hybrids								
maximum	55	59	228	133	88.79	26.92	1355	186
minimum	50	50	160	101	75.20	20.19	990	136
255 hybrids								

กรมวิชาการเกษตร

Pedigree	Days to flowering (days)		Height (cm)		Shell (%)	Moist (%)	Yield (kg/rai)	Relative to NS3 (%)
	silk	Tass	Plant	Ear				
maximum	56	61	241	148	88.79	26.92	1355	186
minimum	49	50	147	97	68.99	19.59	259	36
P4546	52	57	213	112	84.70	26.98	1256	173
Pac789	53	52	211	114	84.39	26.40	815	112
NK6253	53	54	220	120	78.52	26.62	776	107
Suwan4452	51	54	220	134	79.74	29.40	1098	151
NS3	52	56	204	117	84.83	22.19	727	100
Exp. mean	53	53	205	118	81.53	22.39	922	127
CV (%)	1.50	1.60	4.10	4.70	3.70	2.80	13.80	-
LSD (0.05)	2	2	18	12	5.33	1.36	260	-

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุยาวที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่ 115-120 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว (115-120 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์ เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม สรุปผลวิจัยที่นำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์

ประเมินความสามารถในการให้ผลผลิต การปรับตัวของพันธุ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่กว้างขวางในแหล่งปลูกที่สำคัญ ซึ่งมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ผ่านการคัดเลือกตั้งแต่ขั้นตอน การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว NSX152067 จัดเป็นพันธุ์ดีเด่น ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม โดยให้ผลผลิต 1,349 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น (3 สภาพแวดล้อม ปี 2559) 1,297 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน (4 สภาพแวดล้อม ปี 2560) 1,173 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่น (6 สภาพแวดล้อม ปี 2561) 1,270 กิโลกรัมต่อไร่ การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (10 สภาพแวดล้อม ปี 2563) และ 1,237 กิโลกรัมต่อไร่ (9 สภาพแวดล้อม ปี 2564) ซึ่งพันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX152067 นี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

2) การพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และพัฒนาสายพันธุ์แท้

โดยพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) แบบหมุนเวียนสลับ ประชากร NP99201(RRS) ในรอบคัดเลือก C_0 C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 และ C_7 ให้ผลผลิต 1,036 1,158 1,131 1,200 1,157 1,111 1,282 และ 1,203 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.76 ต่อรอบการคัดเลือก ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 105-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (989 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 118-146 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่) NP99201(RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,094 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า NP99202(RRS) ที่ให้ผล

ผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,043 กิโลกรัมต่อไร่ ประชากร NP99202(RRS) ใน C_0 C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 และ C_7 ให้ผลผลิต 854 1,081 1,041 1,045 1,006 942 1,161 และ 1,217 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.02 ต่อรอบการคัดเลือก ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 105-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (989 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 97-138 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่)

NP99201(RRS)C_7 ให้ผลผลิตสูง 1,203 กิโลกรัมต่อไร่ และมีสมรรถนะการผสมทั่วไปมีค่าสูง (GCA) แสดงถึงเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับแนะนำสู่เกษตรกรในอนาคต แนะนำส่งเสริมในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้ แต่ทั้งนี้ ควรศึกษาข้อมูลจำเพาะของพันธุ์เพิ่มเติมตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้คู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ สามารถนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

3) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

จากผลการดำเนินงาน 6 ปี มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเข้าสู่การประเมินศักยภาพผลผลิตรวมทั้งสิ้น 300 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ พบว่าพันธุ์ลูกผสมอายุยาว NSX152067 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 4 แปลง ในปี 2560 2561 2562 และ 2564) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1379 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.40 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 44 % เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ใหม่ นอกจากนี้ได้พันธุ์ลูกผสมอายุยาว ที่ผ่านการคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจำนวน 39 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX172001-NSX172039 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐานการเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

นอกจากนี้ ได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 27 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602001 - Nei602027 ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง ซึ่งจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

4) การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

จากการดำเนินงาน ตั้งแต่ปี 2559-2564 ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง จำนวน 93 พันธุ์ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

5) ความก้าวหน้าของการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมของภาครัฐและเอกชน

ในช่วงระยะเวลา6 ปี ระหว่างปี 2559-2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในภาพรวมศักยภาพของพันธุ์ยังคงที่ โดยพิจารณาจากค่าผลผลิตสูงสุด ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากภาคเอกชน ภาครัฐ และค่าเฉลี่ยการทดลอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการทดลอง ในปี 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 มีค่า 1,269 1,335 1,318 1,339 1,258 และ 1,334 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากบริษัทเมล็ดพันธุ์รายย่อย (SMEs) มีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง โดยผลผลิตเฉลี่ยในปี 2559 2560 2561

rsl วิชาการ

2562 2563 และ 2564 มีค่า 1,167 1,216 1,246 1,289 1,238 และ 1,278 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.56 ต่อปี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ในภาพรวมการวิจัยและพัฒนาศักยภาพของพันธุ์ยังคงที่ แต่ยังคงให้ผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 612 676 733 732 646 และ 684 กิโลกรัม/ไร่ ในปี 2560 2561 2562 2563 และ 2564 ตามลำดับ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ายังมีโอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในระดับไร่นาได้อีก ถ้าการผลิตของเกษตรกรมีการใช้พันธ์ลูกผสมที่มีศักยภาพ อย่างครอบคลุมและทั่วถึง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก ซึ่งข้อมูลนี้มีประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เข้าร่วมโครงการสำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมเข้าสู่การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นหรือในฤดูกาลถัดไป หรือแนะนำเกษตรกรได้หากพันธุ์นั้นๆ มีความพร้อมเป็นพันธุ์การค้า

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุสั้น (95-100 วัน)
Maize Breeding for Drought Tolerance: Early Maturity (95-100 days)

สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง จำนงค์ ชัญถาวร ปริญญา การสมเจตน์ เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง
ระพีพรรณ ชั่งใจ สายชล แสงแก้ว ปรีชา แสงโสดา กมลทิพย์ สังข์แก้ว ปรีชา กาเพ็ชร
ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ นภา บุญสังข์ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี พรนิภา ถาโน สุนทรีพร ศรีสมบุญ

Suriphat Thaitad Thadsanee Budthong Jumnong Chanthavorn Parinya Kansomjet
Phenrat Tiempheng Rapeepun Changjai Saeichul Sangkaew Preecha Sangsoda
Kamontip Sungkaew Preecha Kaphet Chatchewin Dawyai Napa Boonsang
Jongrak Phunchaisri Pornnipa Thano Soontareeporn Srisomboon

คำสำคัญ
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ ทนแล้ง เสถียรภาพการให้ผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุเก็บเกี่ยวสั้นสามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน ดำเนินการปี 2559-2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์ โดยกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง ประกอบด้วย 1) การพัฒนาพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นหลายพันธุ์ได้ผ่านการประเมินความทนแล้ง การให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญตามขั้นตอนต่างๆ ในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น NSX151008 ให้ผลผลิตสูง 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบอายุสั้นนครสวรรค์ 5 ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ มีความทนแล้งในระยะออกดอก โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 616 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ จากการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตลอดทั้งโครงการ ยังได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีศักยภาพที่จะแนะนำส่งเสริมแก่เกษตรกรในอนาคต 2) การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (RRS) เป็นการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น 2 ประชากร คือ NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมอายุสั้น ดำเนินการต่อเนื่องระหว่างปี 2559 -2563 และในปี 2564 ได้ประเมินความก้าวหน้าในการคัดเลือกจากประชากรรอบคัดเลือกที่ 3 (C_3) ถึง ประชากรรอบคัดเลือกที่ 6 (C_6) ประชากร NSEYP1(RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,099 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า ประชากร NSEYP2(RRS) (980 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (859 กิโลกรัมต่อไร่) มีอัตราเพิ่มขึ้นของผลผลิตร้อยละ 6.81 ต่อรอบการคัดเลือก คู่ผสมระหว่าง NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) คือ 137.319 ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จาก NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 เหมาะสำหรับนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูง

Key words

Maize, Population improvement, Reciprocal recurrent selection, Early maturity, Hybrid maize, Inbred line, Drought tolerant, Yield stability

Abstracts

The maize breeding program for early maturity (95-100 days after planting) and drought tolerant varieties has been conducted from 2016 to 2021. The objective was to breed 1-2 early maturity hybrid maize varieties with high yielding and drought tolerance. The program of maize breeding for drought tolerance consists of 2 tasks, 1) The early maturity hybrid maize development for high yield and drought tolerance, several promising early maturity hybrids were evaluated for drought tolerance, yielding ability, and agronomic traits over major maize growing areas in Thailand. The results showed that NSX151008 was a promising drought tolerant early maturity hybrid. An averaged grain yield of NSX151008 was 1,121 kg rai^{-1} which was non significant difference from Nakhon Sawan 5, an early maturity standard check variety. Under severe water stress for a month, NSX151008 achieved an average grain yield of 616 kg rai^{-1}. Moreover, this maize breeding program generated several high performance early maturity inbred and promising hybrid for recommendation to maize farmers in the future. 2) Improvement of early maturity maize population NSEYP1(RRS) and NSEYP2(RRS) by reciprocal recurrent selection method (RRS) was aimed to improve two maize populations for use as a source of germplasm for the early maturity breeding program. Two maize populations were improved simultaneously during 2016-2020. In 2021, Improved C_3 - improved C_6 from both populations were evaluated for grain yield. The results showed that an average grain yield from C_3-C_6 of NSEYP1(RRS) was 1,099 kg rai^{-1} which was significantly higher yields than NSEYP2(RRS) (980 kg rai^{-1}).and OPV NS1 (859 kg rai^{-1}). The increased rate in grain yield per cycle of NSEYP1(RRS) was 6.81%. The cross of NSEYP1(RRS)C_4 and NSEYP2(RRS)C_5 showed high specific combining ability (SCA), suggesting that inbred lines which developed from NSEYP1(RRS)C_4 and NSEYP2(RRS)C_5 should be utilized as parental inbred lines in early hybrid combinations for high yield.

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตอากาศร้อน (tropical lowland maize) มีอายุการเก็บเกี่ยวเมล็ดแก่ที่แตกต่างกันตามพันธุกรรม คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นมาก (extremely early variety) เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้เมื่ออายุ 80-90 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น (early variety) เป็นพันธุ์ข้าวโพดเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เมื่ออายุ 90-100 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุปานกลาง (intermediate variety) เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้เมื่ออายุ 100-110 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวหรือพันธุ์หนัก (late variety) เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เมื่ออายุ 110-130 วัน (ราเชนทร์, 2539) การเลือกใช้พันธุ์ประเภทใดขึ้นอยู่กับระบบการปลูกพืชของเกษตรกรแต่ละพื้นที่ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 110-130 วัน ส่วนเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2 ฤดูปลูกในรอบปี ซึ่งเป็นระบบการปลูกที่พบมากในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา หรือเกษตรกรที่ต้องการปลูกพืชอื่นหลังจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำเป็นต้องเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น นอกจากนี้ ความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นทั้งภาวะภัยแล้งที่รุนแรง น้ำท่วม และฤดูฝนที่มาเร็วกว่าปกติ ส่งผลต่อพฤติกรรมการการผลิตของเกษตรกรปลูกข้าวโพดในหลายพื้นที่ ต้องมีการปรับรอบการผลิตให้เร็วขึ้น ทำให้เกิดต้องการใช้พันธุ์อายุสั้นที่ให้ผลผลิตเร็วเพื่อลดความเสี่ยงจากฤดูกาลที่เปลี่ยนไป

ปัญหาความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้น ทั้งภาวะภัยแล้งที่รุนแรง น้ำท่วม หรือฤดูฝนที่มาเร็วกว่าปกติ ส่งผลต่อระบบการผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในหลายพื้นที่เช่น บางพื้นที่มีการปรับรอบการผลิตให้เร็วขึ้น หรือเลื่อนไปปลูกฤดูปลายฝน รวมถึงเกษตรกรทำนาปรังที่มักประสบปัญหาขาดแคลนน้ำจากภัยแล้ง หันมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้น้ำน้อยกว่าทดแทนการทำนาปรัง ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการลดพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2560 ภายใต้โครงการส่งเสริมการปลูกพืชหลากหลาย ฤดูนาปรัง ในพื้นที่ที่มีศักยภาพในเขตชลประทาน พื้นที่รวม 2 ล้านไร่ โดยเริ่มดำเนินการในปี 2561 ใน 35 จังหวัด พื้นที่ดำเนินการ 150,000 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ซึ่งการปรับเปลี่ยนฤดูปลูก หรือระบบการปลูก มีความจำเป็นต้องใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพการผลิต เช่น พันธุ์ทนแล้งที่ลดความเสียหายของผลผลิตหากเกิดปัญหาภัยแล้ง และพันธุ์อายุสั้นที่ให้ผลผลิตเร็วเพื่อลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพฝน หรือมีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับระบบการปลูกพืชที่มีการปลูกพืชก่อนหรือพืชตาม

จากความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมระหว่างกรมวิชาการเกษตร และศูนย์ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ที่ผ่านมา พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้หลายสายพันธุ์มีความทนแล้งได้ดี (Grudloyma *et al*., 2003) และมีอายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้น จึงนำมาใช้พัฒนาพันธุ์ลูกผสมทนแล้ง และอายุสั้น สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน

การปรับปรุงพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นโดยวิธีการปรับปรุงประชากรอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับผลผลิตในแต่ละรอบการคัดเลือกให้สูงขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นและทนแล้งเป็นสิ่งจำเป็นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ นอกจากนี้ การพัฒนาสายพันธุ์แท้ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีความทนแล้งสูง และสายพันธุ์แท้ที่มีอายุเก็บเกี่ยวปานกลางที่มีสมรรถนะการผสมที่ดี เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต และความทนแล้ง และมีลักษณะทางการเกษตรรวมถึงมีสมรรถนะการผสมที่ดีขึ้น ในการปรับปรุงสายพันธุ์แท้จำเป็นต้องใช้เชื้อพันธุกรรมที่แตกต่างกันเพื่อจะทำให้เกิดความดีเด่นของลูกผสมสูง เชื้อพันธุกรรมนอกเขตการปรับตัว (exotic germplasm) จึงเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยให้ประสบความสำเร็จ โดย Hallauer (1978) ให้คำจำกัดความเชื้อพันธุกรรมนอกเขตการปรับตัว หมายถึง ทุกเชื้อพันธุกรรมที่ไม่สามารถปรับใช้ได้ทันทีสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ ที่ผ่านมาศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ได้ดำเนินการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อทนแล้งและมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นมาอย่างต่อเนื่อง โดยร่วมมือกับ CIMMYT ประเทศเม็กซิโก ระหว่างปี 2548-2550 โดย CIMMYT ได้สนับสนุนด้านเชื้อพันธุกรรมทนแล้ง ทำให้ใน

ปัจจุบันโครงการฯ มีเชื้อพันธุกรรมจากต่างประเทศที่ผ่านการประเมินผลผลิตและความทนแล้งเบื้องต้นที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์แท้ได้ วิธีการปรับปรุงสายพันธุ์แท้ที่นิยมใช้กันมากคือ การผสมกลับ (backcross) โดย Bauman (1977) ได้แนะนำวิธีการเลือกใช้พันธุ์ตัวรับ (recurrent parent) ควรเป็นสายพันธุ์ที่ปรับตัวได้กว้างและมีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงแต่ขาดบางลักษณะ เช่น ความต้านทานต่อโรคแมลงบางชนิด การหักล้ม เป็นต้น สำหรับสายพันธุ์ที่ใช้เป็นตัวให้ (donor parent) ควรเป็นสายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะที่ดีเพื่อถ่ายทอดให้ตัวรับ และควรไม่มีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์แท้ที่อาจใช้ผสมกับสายพันธุ์ปรับปรุงเพื่อผลิตลูกผสมเป็นการค้า

ในแต่ละปีโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้สร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นหลายพันธุ์ พันธุ์เหล่านี้ก่อนที่จะเผยแพร่ให้แก่เกษตรกร จำเป็นต้องทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากการตอบสนองในการให้ผลผลิตของข้าวโพดลูกผสมแต่ละพันธุ์ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (Eberhart and Russel, 1966) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ได้ผลผลิตสูง มีความทนแล้ง มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น 95-100 วัน และมีลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ที่ดี รวมถึงสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่แหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยได้ดี สำหรับแนะนำเกษตรกรปลูกต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุสั้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่ 95-100 วันประกอบด้วย การพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุสั้น NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) โดยการปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (reciprocal recurrent selection) เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การพัฒนาสายพันธุ์แท้ การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ การประเมินและคัดเลือกสายพันธุ์แท้ทนแล้ง การผสมพันธุ์เพื่อสร้างลูกผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ดีเด่นที่ผ่านการประเมินความทนแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และสมรรถนะการผสมสูง การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมทนแล้ง การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ รวมถึงเสถียรภาพและการปรับตัวของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งในสถานีวิจัยและสภาพไร่ของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และ การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นดีเด่นที่เหมาะสมกับระบบการปลูกพืชที่จะรับรองพันธุ์และเผยแพร่แก่เกษตรในอนาคต

การบันทึกข้อมูล อายุวันออกไหม 50 % อายุวันออกดอกตัวผู้ 50 % ความสูงต้นและฝัก จำนวนต้นหัก-ล้ม จำนวนฝักต่อต้น ผลผลิต (grain yield) ต่อแปลงย่อย ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว

การประเมินความทนแล้ง ปลูกข้าวโพดเปรียบเทียบใน 2 สภาพแวดล้อม คือ

1) สภาพแวดล้อมการให้น้ำสม่ำเสมอ โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

2) สภาพแล้ง ขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอในระยะแรกจนถึงระยะก่อนออกดอก 2 สัปดาห์ หยุดให้น้ำ และเมื่อหลังจากออกดอกได้ 2 สัปดาห์ จึงให้น้ำต่อจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

บันทึกข้อมูลในแปลงสภาพแล้ง

- ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval, ASI) = อายุวันออกไหม 50 % - อายุวันออกดอกตัวผู้ 50 %

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

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

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ} - \text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times 100$$

วิธีการดำเนินการ

2.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ

2559-2560 การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5 ของประชากรข้าวโพด NSEYP1(RRS)C_4F_2 และ NSEYP2(RRS)C_4F_2 โดยผสมตัวเองต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) ของแต่ละประชากร ผสมสายพันธุ์ S_1 กับสายพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็น S_1bulk ของประชากรตรงกันข้าม และประเมินผลผลิตของ S_1 topcross จำนวน 200 คู่ผสม โดยปลูกทดสอบในสภาพปกติที่มีการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแล้งระยะออกดอก คัดเลือกสายพันธุ์ S_1 ให้ผลผลิต topcross สูงทั้งในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพแล้งจำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำมาผสมรวม (recombine) เป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ รอบการคัดเลือกที่ 6

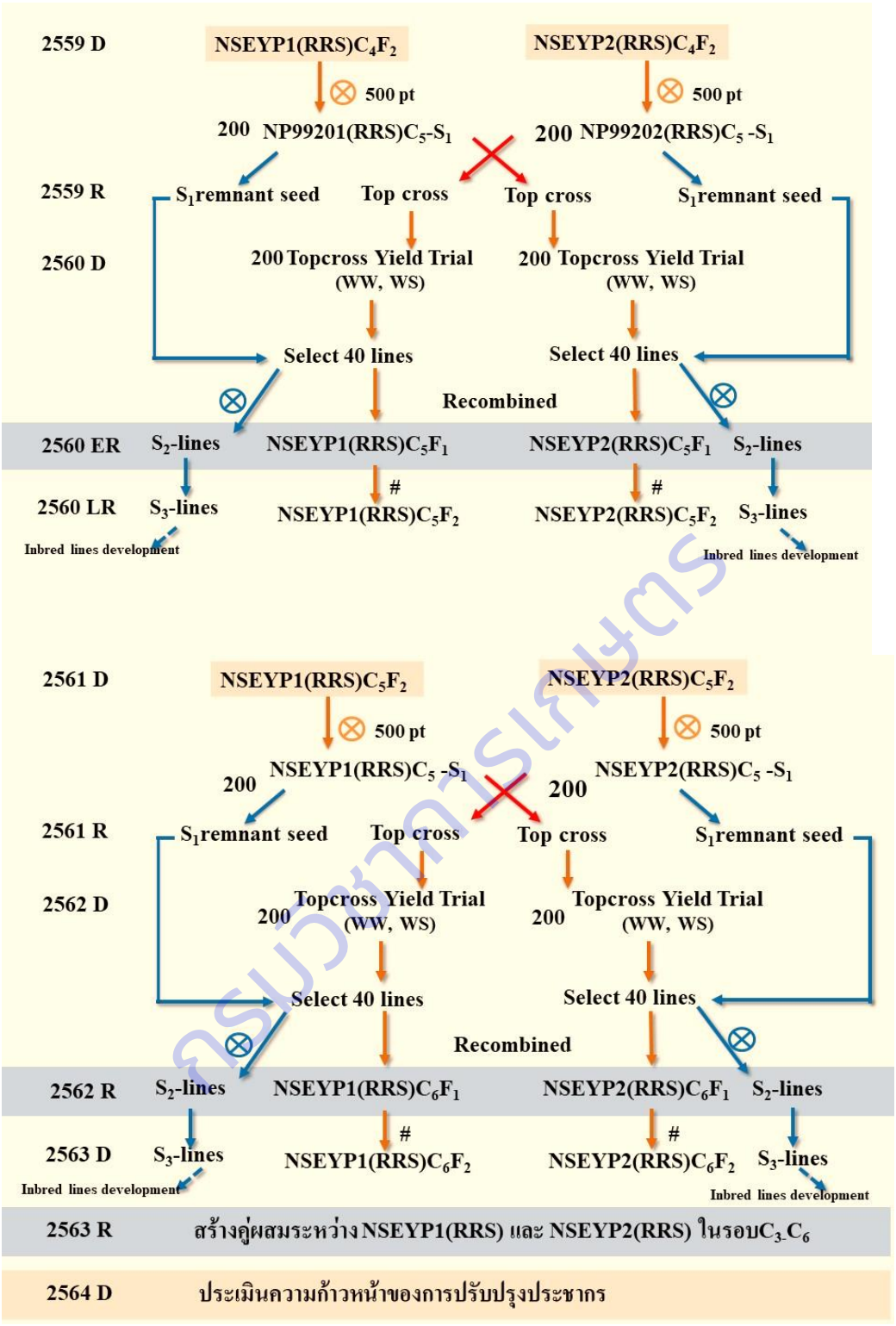
2561- 2562 การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6 ทำซ้ำเช่นเดียวกับ ปี 2559-2560

2563 ผสมพันธุ์แบบพบกันหมดระหวางกลุม (factorial cross) ของประชากรข้าวโพด NSEYP1(RRS)C_3-C_6 และ NSEYP2(RRS)C_3 – C_6 เพื่อทดสอบสมรรถนะการผสมในปี 2564

2564 ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือกเริ่มต้นถึงรอบการคัดเลือกสุดท้าย และสมรรถนะการผสมของประชากรทั้งสอง

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร



ขั้นตอนการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น NSEYP1(RRS) และNSEYP2(RRS) โดยวิธีการคัดเลือกแบบหมุนเวียนสลับ ระหว่างปี 2559-2564

2.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

2559-2564 ฤดูแล้ง ประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม/สายพันธุ์แท้อายุสั้น ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ alpha lattice และ RCB

ฤดูฝน ขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นทนแล้ง และมีสมรรถนะการผสมสูง และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุสั้น และให้ผลผลิตสูง ที่ผ่านการคัดเลือกจากการประเมินผลผลิตในฤดูแล้ง ในแปลงผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์จัดสิ่งทดลอง แบบ systematic arrangement ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ฤดูปลูก	วิธีการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
2559 (แล้ง)	สายพันธุ์แท้อายุสั้น จำนวน 100 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10 x 10 simple lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย
2560 (แล้ง)	พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 56 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 7, 8 Alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2561 (แล้ง) :	ชุดที่ 1 พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 60 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 6, 10 Alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ชุดที่ 2 สายพันธุ์แท้ จำนวน 40 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2562 (แล้ง) :	ลูกผสม จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2563 (แล้ง) :	ชุดที่ 1 พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 22 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ชุดที่ 2 สัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 40 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 8,5 alpha lattice, 2 ซ้ำ, 2 แถว/แปลงย่อย
2564 (แล้ง) :	พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย

2.3 การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2559 และ 2560 ดำเนินการเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 30 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แถวยาว 5.0 เมตร จำนวน 4 แถว/แปลงย่อย ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 3 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ละศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี

2.4 การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2560 และ 2561 ดำเนินการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 26 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แถวยาว 5.0 เมตร จำนวน 4 แถว/แปลงย่อย ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 5 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

กรมวิชาการเกษตร

2.5 การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2561-2562 ดำเนินการเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จำนวน 20 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 4 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง ดำเนินการใน 7 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

2.6 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2562-2564 ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นในสภาพไร่เกษตรกร ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 จำนวน 10 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 4 แถวกลาง ดำเนินการใน 10 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2 แปลง ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี เชียงใหม่ และพิษณุโลก สถานที่ละ 1 แปลง

2.7 การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) ได้แก่ Nei411008 Nei411016 Nei412001 Nei462013 Nei502007 Nei502010 Nei502015 Nei541006 และ Nei541022

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นที่เป็นตัวให้ลักษณะที่ต้องการ (donor parent) ได้แก่ CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-1-B-B-B และ G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B-B

ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง จากนั้นผสมตัวเองแล้วคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ การประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ฤดูปลูก	วิธีการ
2559 (แล้ง) :	ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)
2559 (ฝน) :	ปลูกลูก F_1 ทำการผสมตัวเอง ได้ลูก S_1
2560 (แล้ง) :	ผสมกลับลูก S_1 ไปยัง (recurrent parent)
2560 (ฝน) :	ปลูกเมล็ด BC_1 แล้วเลือกผสมตัวเองในต้นที่ดี กะเทาะเมล็ดแยกฝัก ได้ BC_1S_1
2561 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_1 แบบฝักต่อแถว กะเทาะเมล็ดแยกฝัก ได้ BC_1S_2
2561 (ฝน) :	ปลูก BC_1S_2 แบบฝักต่อแถว ผสมตัวเอง กะเทาะเมล็ดแยกฝัก ได้ BC_1S_3
2562 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_3 แบบฝักต่อแถว ผสมตัวเอง ได้ BC_1S_4 ขณะเดียวกัน รวมละอองเกสรจากต้นผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมข้ามกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 5 และตากฟ้า 7 ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ ได้ลูกผสม topcross กะเทาะเมล็ดรวมกันภายในแถว นำไปปลูกทดสอบผลผลิต ในฤดูฝนปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

ฤดูปลูก	วิธีการ
2562 (ฝน) :	ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross แบบไม่มีซ้ำ ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะเดียวกันปลูก BC_1S_4 แล้วผสมตัวเอง ได้ BC_1S_5
2563 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_5 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ดี 1-2 ฝัก/แถว แล้วกะเทาะรวมได้ลูก BC_1S_6
2563 (ฝน) :	ปลูก BC_1S_6 ผสมตัวเอง ได้ BC_1S_7 ขณะเดียวกันรวมละอองเกสรจากต้นที่ผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 5 และตากฟ้า 7 ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ ได้ลูกผสม topcross นำไปประเมินผลผลิต ในฤดูฝนปี 2564
2564 (แล้ง) :	ประเมินผลผลิตสายพันธุ์ BC_1S_7 ใน 2 สภาพ คือ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย
2564 (ฝน) :	ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย ขณะเดียวกันปลูก BC_1S_7 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ดี กะเทาะรวมได้ BC_1S_8 เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

2.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5

ฤดูแล้ง ปี 2559 สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 4 NSEYP1(RRS)C_3F_2 และ NSEYP2(RRS)C_3F_2 โดยปลูกประชากรทั้งสอง ประชากรละ 100 แถว ยาว 5.0 เมตร เมื่อข้าวโพดออกดอกคัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะทรงต้นดี แข็งแรง ไม่หักล้ม ไม่เป็นโรคทางใบ ทำการผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก แล้วกะเทาะเมล็ดแยกฝักต่อซอง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ห้องเย็นที่เก็บมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) อีกส่วนหนึ่งสำหรับนำมาสร้างลูกผสม topcross ในฤดูฝน

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 จากรอบการคัดเลือกที่ 4

ฤดูฝน ปี 2559 สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ประชากรละ 250 ฝัก โดยปลูกฝักต่อแถว หลังจากนั้น เมื่อข้าวโพดออกดอกทำการผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ของประชากรตรงข้าม คือ NSEYP1(RRS)C_4-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk และ NSEYP2(RRS)C_4-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP1(RRS)C_4-S_1bulk ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงระหว่างประชากร โดยมีการทดสอบลูกที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างประชากร โดยใช้ประชากรตรงกันข้ามเป็นตัวทดสอบ (Sprague and Eberhart, 1977)

เก็บเกี่ยวฝักลูกผสม topcross คัดเลือกฝักที่มีลักษณะดี ติดเมล็ดสมบูรณ์ ไม่เป็นโรคหรือแมลงทำลาย ได้ประชากรละ 200 คู่ผสม กะเทาะเมล็ดจากกึ่งกลางฝัก ให้ได้น้ำหนักเมล็ดคู่ผสมละ 200-300 กรัม พร้อมปลูกทดสอบประเมินผลผลิต และความทนแล้งในฤดูแล้ง ปี 2560

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

ฤดูแล้ง ปี 2560 ประเมินศักยภาพผลผลิตลูกผสม topcross ในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน พบว่า ลูกผสม topcross ของ NSEYP1(RRS)C_4-S_1 x NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk ในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 800-1,275 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,045 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 142-671 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 386 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 30-85 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้ง (DI) ระหว่าง 0.40-1.90 (Table 2.1.1) ซึ่งค่า DI ใช้วัดศักยภาพในการทนแล้งของพันธุ์ โดยวัดจากการให้ผลผลิตในสภาพแล้ง เปรียบเทียบกับสภาพที่ให้น้ำปกติ ถ้า DI มีค่ามากกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้ง ทางตรงกันข้ามถ้า DI มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้งน้อยกว่า หรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง (Fischer *et al*.,1983)

คัดเลือก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงในทั้งสองสภาพแวดล้อม จำนวน 40 คู่ผสม/ประชากร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดย 40 topcross ที่คัดเลือกของ NSEYP1(RRS)C_4-S_1 x NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,000-1,275 กิโลกรัมต่อไร่ไร่ มีค่าเฉลี่ย 1,103 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 393-569 กิโลกรัมต่อไร่ ไร่ มีค่าเฉลี่ย 477 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 45-66 เปอร์เซ็นต์และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.93-1.49 (Table 2.1.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนลูกผสม topcross ของ NSEYP2(RRS)C_4-S_1 x NSEYP1(RRS)C_4-S_1 bulk ให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 730-1,396 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,095 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 283-653 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 463 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 29-75 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.60-1.68

คัดเลือก NSEYP2(RRS)C_4-S_1 x NSEYP1(RRS)C_4-S_1 bulk ให้ผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอระหว่าง 1,027-1,348 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ย 1,187 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอกระหว่าง 466-649 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ย 544 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 47-65 เปอร์เซ็นต์และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.82-1.25 (Table 2.1.1)

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 4 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 5

ฤดูต้นฝน ปี 2560 จากผลการประเมินลูกผสม topcross ในฤดูแล้งที่ผ่านมา นำไปใช้ในการเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ลูกผสม topcross ดี มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอก มีค่า DI สูง โดยนำสายพันธุ์ S_1 remnant seed ที่เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ทำการผสมรวมเมล็ดของ S_1 ที่คัดเลือก โดย balance seeds นำไปปลูกประชากรละ 100 แถว เมื่อออกดอกทำการผสมรวม (recombine) ภายในประชากร เป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NSEYP1(RRS)C_5F_1 และ NSEYP2(RRS)C_5 F_1

ฤดูปลายฝน ปี 2560 ขยายเมล็ดจาก NSEYP1(RRS)C_5F_1 และ NSEYP2(RRS)C_5 F_1 เป็น NSEYP1(RRS)C_5F_2 และ NSEYP2(RRS)C_5 F_2 ในขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำไปพัฒนาสายพันธุ์ โดยการผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) และชั่วต่อๆไป จนได้สายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

Table 2.1.1 Mean grain yield of topcross hybrids maize populations NSEYP1(RRS)C_4 and NSEYP2(RRS)C_4 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), Yield loss (%), and Drought Index (DI) in the 2017 dry season.

Topcross	Grain yield (kg rai^{-1})						Yield loss (%)	DI
	WW			WS				
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean		
NSEYP1(RRS)C_4-S_1 x NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk								
200 topcross	800	1,275	1,045	142	671	386	30-85	0.40-1.90
40 selected lines	1,000	1,275	1,103	393	569	477	45-66	0.93-1.49
LSD (0.05)	-	-	199	-	-	171		-
C.V. (%)	-	-	9.63	-	-	22.45		-
NSEYP2(RRS)C_4-S_1 x NSEYP1(RRS)C_4-S_1 bulk								
200 topcross	730	1,396	1,095	283	653	463	29-75	0.60-1.68
40 selected lines	1,027	1,348	1,187	466	649	544	47-65	0.82-1.25
LSD (0.05)	-	-	ns	-	-	148		-
C.V. (%)	-	-	4.36	-	-	16.2		-

กรมวิชาการเกษตร

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5

ฤดูแล้ง ปี 2561 สร้างสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5 NSEYP1(RRS)C_5F_2 และ NSEYP2(RRS)C_5F_2 โดยปลูกประชากรทั้งสอง ประชากรละ 100 แถว แถวยาว 5.0 เมตร เมื่อข้าวโพดออกดอกคัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะทรงต้นดี แข็งแรง ไม่หักล้ม ไม่เป็นโรคทางใบ ทำการผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก แล้วกะเทาะเมล็ดแยกฝักต่อซอง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ห้องเย็นที่เก็บมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) อีกส่วนหนึ่งสำหรับนำมาสร้างลูกผสมแบบ topcross ในฤดูฝน

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 ในรอบการคัดเลือกที่ 5

ฤดูฝน ปี 2561 สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ ประชากรละ 250 ฝัก โดยปลูกฝักต่อแถว หลังจากนั้นเมื่อข้าวโพดออกดอก ทำการผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ประชากรตรงข้าม คือ NSEYP1(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk และ NSEYP2(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP1(RRS)C_5-S_1bulk ผสมประมาณ 5-6 ฝัก/สายพันธุ์ S_1 เก็บเกี่ยวฝักลูกผสม topcross คัดเลือกฝักที่มีลักษณะดี ติดเมล็ดสมบูรณ์ ไม่เป็นโรคหรือแมลงทำลาย ประชากรละ 200 คู่ผสม กะเทาะเมล็ดจากกึ่งกลางฝัก ได้น้ำหนักเมล็ดคู่ผสมละ 200-500 กรัม พร้อมปลูกทดสอบประเมินผลผลิตและความทนทานแล้งในฤดูแล้ง ปี 2562

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

ฤดูแล้ง ปี 2562 ประเมินศักยภาพผลผลิตลูกผสม topcross ในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน พบว่า

ลูกผสม topcross ของ NSEYP1(RRS)C_5-S_1 x NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 828-1,358 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,078 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 243-724 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 522 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 28-80 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้ง (DI) ระหว่าง 0.41-1.49 (Table 2.1.2)

คัดเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ผลผลิตลูกผสม topcross สูง ในสองทั้งสภาพแวดล้อม จำนวน 40 คู่ผสม/ประชากร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดย 40 topcross ที่คัดเลือก NSEYP1(RRS)C_5-S_1 x NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,001-1,358 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,172 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 521-724 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 605 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ (ASI) ระหว่าง 0-3 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.79-1.49 (Table 2.1.2)

ส่วนลูกผสม topcross ของ NSEYP2(RRS)C_5-S_1 x NSEYP1(RRS)C_5-S_1 bulk ให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 838-1,377 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,091 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 370-807 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 463 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 27-68 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.61-1.39

คัดเลือก 40 topcross ที่ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,011-1,377 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,165 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 565-807 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 652 กิโลกรัมต่อ

ลิขสิทธิ์การเกษตร

ไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ระหว่าง 0-4 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.88-1.39 (Table 2.1.2)

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 5 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 6

ฤดูต้นฝน ปี 2562 จากผลการประเมินลูกผสม topcross ในฤดูแล้งที่ผ่านมา นำไปใช้ในการเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ลูกผสม topcross ดี มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอก มีค่า ASI น้อย และมีค่า DI สูง โดยนำสายพันธุ์ S_1 remnant seed ที่เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ทำการผสมรวมเมล็ดของสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกโดย balance seeds นำไปปลูกประชากรละ 100 แถว เมื่อออกดอกทำการผสมรวม (recombine) ภายในประชากร เป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NSEYP1(RRS)C_6F_1 และ NSEYP2(RRS)C_6F_1

ฤดูแล้ง ปี 2563 ขยายเมล็ดจาก NSEYP1(RRS)C_6F_1 และ NSEYP2(RRS)C_6F_1 เป็น NSEYP1(RRS)C_6F_2 และ NSEYP2(RRS)C_6F_2 ในขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำไปพัฒนาสายพันธุ์ โดยการผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) และชั่วต่อๆไป จนได้สายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

Table 2.1.2 Mean grain yield of topcross hybrids maize populations NSEYP1(RRS)C_5 and NSEYP2(RRS)C_5 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), Yield loss (%), Anthesis - Silking Interval (ASI), and Drought Index (DI) in the 2019 dry season.

Topcross	Grain yield kg rai^{-1})						Yield loss (%)	ASI (day)	DI
	WW			WS					
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean			
NSEYP1(RRS)C_5-S_1 x NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk									
200 topcross	828	1,358	1,078	243	724	522	28-80	0 - 5	0.41-1.49
40 selected lines	1,001	1,358	1,172	521	724	605	28-62	0 - 3	0.79-1.49
LSD (0.05)	-	-	252	-	-	188		2	-
C.V. (%)	-	-	11.86	-	-	18.26		36.21	-
NSEYP2(RRS)C_5-S_1 x NSEYP1(RRS)C_5-S_1 bulk									
200 topcross	838	1,377	1,091	370	807	436	27-68	0 - 4	0.61-1.39
40 selected lines	1,011	1,377	1,165	565	807	652	27-54	0 - 4	0.88-1.39
LSD (0.05)	-	-	172	-	-	182		2	-
C.V. (%)	-	-	7.97	-	-	16.15		40.26	-

ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากร

ประเมินความก้าวหน้าของประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_3 ถึงรอบการคัดเลือก C_6 ดำเนินการในฤดูแล้ง ปี 2564 พบว่า ประชากร NSEYP1(RRS) ใน C_3 C_4 C_5 และ C_6 ให้ผลผลิต 996 1,035 1,175 และ 1,189 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.81 ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 109-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (917 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 116-138 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (859 กิโลกรัมต่อไร่) นอกจากนี้ NSEYP1(RRS) ยังให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,099 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า NSEYP2(RRS) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 980 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น

กรมวิชาการเกษตร

NSEYP1(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_5 และ C_6 จัดเป็นประชากรที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับการส่งเสริมในพื้นที่เป้าหมายตามวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์

ประชากร NSEYP2(RRS) ใน C_3 C_4 C_5 และ C_6 ให้ผลผลิต 992 958 998 และ 972 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ -0.19 ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 104-109 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (917 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 111-116 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (859 กิโลกรัมต่อไร่) (Figure. 2.1.1)

Figure 2.1.1 Mean grain yield per cycle of 2 improved maize populations, NSEYP1(RRS) C_3 to C_6 and NSEYP2(RRS) $C_{-3}$to C_6 at NSFCRC in the 2021 dry season.

จากผลการทดสอบสมรรถนะการผสม โดยการผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) ของประชากร NSEYP1(RRS) C_3-C_6 และ NSEYP2(RRS) C_{-3}-C_6 พบว่า คู่ผสมระหว่าง NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) คือ 137.319 ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ เหมาะสำหรับนำมาใชพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูงต่อไป (Table 2.1.3)

Table 2.1.3 Estimates of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects for grain yield of 2 maize populations NSEYP1(RRS) C_3 to C_6 and NSEYP2(RRS) $C_{-3}$to C_6

Population		NSEYP2(RRS)				
		C_3	C_4	C_5	C_6	GCA
NSEYP1(RRS)	C_3	-81.271*	18.643	19.085	43.542	**14.101**
	C_4	9.074	-70.742	**137.319****	-75.651*	**-25.797**
	C_5	68.581	37.824	-106.995**	0.591	**-14.936**
	C_6	3.616	14.275	-49.409	31.519	**26.632**
	GCA	**-23.245**	**17.054**	**6.792**	**-0.601**	

กรมวิชาการเกษตร

การพัฒนาสายพันธุ์แท้

จากการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ ของประชากร NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ดำเนินการตั้งแต่ปี 2549 – 2564 นอกจากปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือกภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือก สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ โดยเริ่มทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกจากประชากร NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ในแต่ละรอบการคัดเลือกและพัฒนาต่อเนื่องจนได้ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วต่างๆ ปัจจุบัน มีสายพันธุ์แท้ที่ผ่านการคัดเลือกและใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในโครงการปรับปรุงพันธุ์ จากประชากรทั้ง 2 ในรอบการคัดเลือกที่ 1 (C_1) จำนวน 31 สายพันธุ์ โดยได้จากประชากร NSEYP1(RRS)C_1 จำนวน 19 สายพันธุ์ และ NSEYP2(RRS)C_1 จำนวน 12 สายพันธุ์ และยังมีสายพันธุ์อยู่ระหว่างการพัฒนาในขั้นตอนการคัดเลือก การประเมิน และการผสมตัวเองชั่วต่างๆ 275 สายพันธุ์ ซึ่งสายพันธุ์แท้/สายพันธุ์เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมต่อไป

2.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

ปี 2559-2564 จากผลการดำเนินงาน 6 ปี มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเข้าสู่การประเมินศักยภาพผลผลิตรวมทั้งสิ้น 218 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ (Table 2.2.1) พบว่า พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น NSX151008 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 2 แปลง ในปี 2560 และ 2562) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.37 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 47 % นอกจากนี้ได้พันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 17 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX171001-NSX171017 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

นอกจากนี้ ได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น 16 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602028 - Nei602043 ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้ มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง ซึ่งจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

Table 2.2.1 Grain yield, Yield loss and Drought Index of early maturity germplasm under well-watered (WW) and water stress (WS) conditions at NSFCRC during 2016-2021

Year/material	Yield (kg rai^{-1})						Yield loss (%)			Drought Index (DI)		
	Water stress			Well-watered								
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
2016; 100 inbreds	3	236	105	38	499	205	10	95	51	0.08	1.55	0.08
2017; 56 hybrids	111	641	328	803	1,342	1,116	41.42	90.42	70	0.33	1.99	1
2018; 60 hybrids	1,315	1,738	903	516	1,192	1,512	24	62	40	0.64	1.27	1
2018; 40 inbreds	220	839	188	8	575	521	9	98	63	0.05	2.51	1

Year/material	Yield (kg rai^{-1})						Yield loss (%)			Drought Index (DI)		
	Water stress			Well-watered								
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
2019; 50 hybrids	285	808	600	1,063	1,388	1,224	32	77	51	0.47	1.39	1
2020; 22 hybrids	-	-	-	988	1,418	1,276	-	-	-	-	-	-
2020; 50 inbreds	-	-	-	104	709	334	-	-	-	-	-	-
2021; 40 hybrids	100	523	303	1,235	1,544	1,390	64	93	78	0.33	1.63	1
Total; 218 hybrids, 190 inbreds												

2.3 การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2559 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น จำนวน 9 พันธุ์/คู่ผสม มีลักษณะทางการเกษตรดี ให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 หรือน้อยกว่าไม่เกินร้อยละ 5 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 95-107 ของพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,194 กิโลกรัมต่อไร่) ได้แก่ CP-DK888-B-B-B-2-B-B-B x Nei462013, NK48-B-B-B-2-B-B-B x Nei452009, NSX052014, NSX151009, NSX151010, NK48-B-B-B-1-B-B-B x Nei462013, NK46-B-B-B-3-B-B-B x Tak Fa1, NSX042022 และ NSX151033 (Table 2.3.1) และในปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX052014 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (954 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 113 และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น จำนวน 6 พันธุ์ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 95-108 ของพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ได้แก่ NSX151001, NSX151008, NSX111058, NSX111054, NSX111021, และ NSX111014 (Table 2.3.2) ซึ่งส่วนใหญ่พันธุ์เหล่านี้ จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงในแหล่งปลูกทั่วไป ยกเว้นคู่ผสม NK48-B-B-B-1-B-B-B x Nei462013, NK46-B-B-B-3-B-B-B x Tak Fa1 และ NSX052014 มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแบบเฉพาะเจาะจง

Table 2.3.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of preliminary trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 3 locations, 2016 R

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
CP-DK 888-B-B-B-2-B-B-B x Nei 462013	1,210	1,148	1,469	1,276	107	1.22	18963.6
NK 48-B-B-B-2-B-B-B x Nei 452009	1,182	1,018	1,407	1,203	101	0.75	1387.4
CP 301 (commercial)	1,203	933	1,446	1194	100	0.08	325.4
CP 888 New (commercial)	1,373	794	1,394	1187	99	0.93	1242.5
NSX 052014	1,085	967	1,497	1183	99	1.17	4970.1
NSX151009	1,201	1,032	1,311	1181	99	1.71	4189.4
NSX151010	1,266	996	1,258	1173	98	0.96	4705.6
NK 48-B-B-B-1-B-B-B x Nei 462013	1,164	875	1,438	1159	97	1.09	140.0
NK 46-B-B-B-3-B-B-B x Tak Fa1	1,332	864	1,277	1158	97	1.47	3261.5
NSX 042022	1,201	778	1,446	1142	96	1.11	39434.2*
NSX151033	1,191	822	1,394	1136	95	1.03	29436.0*
NSX151017	1,189	1,001	1,188	1126	94	1.05	882.6
NSX1510334	1,028	960	1,364	1117	94	1.32	4183.3

กรมวิชาการเกษตร

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX151002	1,048	951	1,351	1117	94	0.88	6431.1
NSX151007	1,092	864	1,385	1114	93	1.22	25446.4*
NSX151035	1,341	806	1,132	1093	92	0.12	24610.8*
NSX151008	1,205	809	1,262	1092	91	1.08	4561.3
NSX151006	1,162	895	1,192	1083	91	1.08	7704.9
NSX151003	1,000	987	1,219	1069	90	0.78	2740.4
NSX151005	943	857	1,391	1064	89	0.52	31839.6*
NSX151004	844	888	1,457	1063	89	1.04	2267.9
SW5(S)C5-F2-302-B-B-1-B-B-B x Nei 462013	1,114	788	1,270	1057	89	0.92	75.0
(Nei 9202(T) x CML 154) x CML 154-F2-S2-B-B-B-B x Nei 462013	960	844	1,315	1040	87	1.43	728.8
NSEYP1(RRS)C1F2-35-5-2-B-B-B-B-B x Nei 462013	975	777	1,357	1036	87	1.95*	198.8
NSX151018	1,017	839	1,173	1010	85	0.54	4841.1
P390Am/CML c4 F230-B-2-1-2-3-B-B-B-B-B-B-B x Nei 452009	1,095	783	1,086	988	83	1.64	2467.3
P72c1xS98D28-2-2-2-1-B-B-B-B-B x Nei 462013	877	894	1,185	985	83	1.42	25798.7*
NSEYP1(RRS)C1F2-57-1-2-B-B-B-B-B x Nei 462013	879	773	1,252	968	81	-0.42	76320.2
NSEYP1(RRS)C1F2-89-1-1-B-B-B-B-B x Nei 462013	886	742	1194	940	79	1.02	2844.6
NS 3 (Check)	1,294	1,058	1,230	1,194	100	0.89	10.6
Mean	1,112	891	1311	1,105	93	-	-
C.V.(%)	12.16	14.28	9.58	11.72	-	-	-
LSD(0.05)	221	208	205	120	-	-	-

Remark : NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center
PBN = Phetchabun Agricultural Research and Development Center
LOB = Lop Buri Seed Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.3.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of preliminary trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 3 locations, 2017 R

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX 052014	1,607	1,035	589	1,077	113	1.15*	2.7
NSX 151001	1,478	1,012	587	1,026	108	1.00	718.9
NSX 151008	1,436	1,003	561	1,000	105	0.98	2152.2
NSX 111058	1,290	1,017	528	945	99	0.84	15669.7
NSX 111054	1,346	1,018	467	944	99	0.97	17887.3
CP 301 (commercial)	1,598	814	413	942	99	1.34	9628.4
NSX 111021	1,406	862	531	933	98	0.99	1938.3
NSX 111014	1,375	858	471	902	95	1.02	77.6
NSX 151011	1,399	776	510	895	94	1.01	10401.6

Varieties	Grain Yield					b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX 111011	1,285	931	466	894	94	0.91	7258.8
NSX 151003	1,264	907	501	891	93	0.85	3273.5
NSX 151013	1,417	710	507	878	92	1.04	25867*
NSX 151009	1,354	882	396	877	92	1.07	2754.4
NSX 151006	1,302	978	331	871	91	1.07	32027.7*
NSX 151005	1,153	940	487	860	90	0.73	16969.2
NSX 151014	1,386	748	436	857	90	1.08	7462.3
NSX 111009	1,308	762	482	851	89	0.94	4624.4
NSX 151017	1,356	744	449	850	89	1.03	7194.2
NSX 111044	1,211	822	505	846	89	0.79*	26.5
NSX 151002	1,302	777	452	843	88	0.96	1596.1
NSX 042022	1,425	705	399	843	88	1.17	14045.3
NSX 111053	1,339	778	369	828	87	1.09	211.4
NSX 151016	1,363	748	370	827	87	1.12	2307.6
NSX 151015	1,324	725	421	823	86	1.02	5784.2
NSX 151032	1,290	802	375	822	86	1.03	393.4
NSX 151012	1,325	673	436	811	85	1.01	15777.9
NSX 151036	1,167	778	384	776	81	0.88	1621.6
NSX 151004	1,123	760	440	774	81	0.77	250.8
NSX 111004	1,087	811	356	751	79	0.81	11793.1
NS 3 (Check)	1,545	949	368	954	100	1.32	2638.3
Mean	1,342	844	453	880	92	-	-
C.V.(%)	9.56	16.52	18.77	13.63	-	-	-
LSD(0.05)	210	228	139	112	-	-	-

emark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center

PBN = Phetchabun Agricultural Research and Development Center

LOB = Lop Buri Seed Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

2.4 การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น จำนวน 6 พันธุ์ คือ NSX151009 NSX052014 NSX151002 NSX111044 NSX042022 และ NSX151014 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ ($p< 0.05$) กับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,303 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,339 1,320 1,234 1,224 1,209 และ 1,208 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2.4.1) ในปี 2561 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น 11 พันธุ์ ประกอบด้วย NSX052014 NSX151029 NSX151027 NSX111044 NSX151017 NSX111014 NSX111021 NSX111012 NSX151019 NSX111053 และ NSX111015 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,142 กิโลกรัมต่อไร่) คิดเป็นร้อยละ 93-105 และส่วนใหญ่พันธุ์เหล่านี้จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) ไม่แตกต่างจาก 1.0 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) ต่ำ ไม่แตกต่างจาก 0 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงในแหล่งปลูกทั่วไป ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูก (Table 2.4.2)

Table 2.4.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of standard trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 4 locations, 2017 R

Varieties	Grain Yield					Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW	PBN	NRM	LOI	Mean			
CP 301 (commercial)	1,536	715	1,512	1,674	1,359	104	1.65	14803.7
NSX 151009	1,371	842	1,672	1,471	1,339	103	1.31	17371.9
NSX 052014	1,551	764	1,511	1,453	1,320	101	1.44*	2043.3
NSX 151002	1,180	776	1,444	1,535	1,234	95	1.18	35653.3**
NSX 111044	1,358	760	1,380	1,398	1,224	94	1.20	1497.4
NSX 042022	1,363	805	1,309	1,358	1,209	93	1.04	2751.4
NSX 151014	1,309	774	1,458	1,293	1,208	93	1.15	4394.6
NSX 111054	1,247	763	1,460	1,288	1,189	91	1.13	8483.3
NSX 151034	1,311	916	1,049	1,472	1,187	91	0.65	52465.8**
NSX 151005	1,245	814	1,354	1,296	1,177	90	0.95	1886.4
NSX 151015	1,261	889	1,288	1,247	1,171	90	0.74**	16.1
NSX 111011	1,317	735	1,293	1,297	1,160	89	1.10	1006.7
NSX 111014	1,232	783	1,401	1,221	1,159	89	1.00	6342.9
NSX 111053	1,226	880	1,255	1,216	1,144	88	0.69**	24.3
NSX 111015	1,289	830	1,420	1,004	1,136	87	0.84	38162.3**
NSX 111058	1,165	799	1,295	1,224	1,121	86	0.84	2926.6
NSX 111004	1,141	781	1,293	1,224	1,110	85	0.86	4418.2
NSX 151016	1,232	838	1,081	1,284	1,109	85	0.68	14685.8
NSX 151012	1,206	736	1,296	1,156	1,099	84	0.96	2419.3
NSX 111049	1,212	701	1,116	1,122	1,038	80	0.87	3749.0
NSX 111007	1,161	748	1,252	974	1,034	79	0.77	15776.9
NSX 111009	1,214	600	1,200	1,079	1,023	79	1.11	3468.4
NSX 151011	1,189	666	941	1,230	1,006	77	0.85	30885.5**
NSX 111012	1,142	649	1,381	807	995	76	0.96	71695.1**
NSX 151008	1,343	639	835	1,082	975	75	0.83	71053.2*
NS3(Check)	1,450	838	1,506	1,420	1,303	100	1.22*	250.8
Mean	1,279	771	1,308	1,262	1,155	89	-	-
C.V.(%)	6.17	14.89	13.43	11.80	11.65	-	-	-
LSD(0.05)	129	ns	28	244	108	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center

LOI = Loei Agricultural Research and Development Center

PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center

NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.4.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of standard trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 5 locations, 2018 R

Varieties	Grain Yield							b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	LOB	NRM	Mean	Relative to NS3 (%)		
CP 301 (commercial)	1,227	1,393	980	1,102	1,784	1,297	114	1.36	33316.7**
CP 888 New (commercial)	1,147	1,448	841	1,283	1,671	1,278	112	1.52	10448.8
NSX 052014	1,200	1,414	854	1,095	1,431	1,199	105	1.20	1634.1
NSX 151029	1,092	1,292	952	1,190	1,340	1,173	103	0.76	2322.8
NSX 151027	1,194	1,252	805	1,144	1,362	1,152	101	1.03	3635.3
NSX 111044	1,091	1,258	917	1,128	1,360	1,151	101	0.83	1894.5
NSX 151017	992	1,450	747	1,075	1,372	1,127	99	1.40	7566.7
NSX 111014	1,150	1,278	801	995	1,247	1,094	96	0.96	3766.8
NSX 111021	1,062	1,210	818	1,067	1,223	1,076	94	0.82*	206.9
NSX 111012	1,110	1,305	665	970	1,311	1,072	94	1.34	2464.0
NSX 151019	1,060	1,281	629	1,051	1,309	1,066	93	1.37	856.4
NSX 111053	1,106	1,208	846	979	1,165	1,061	93	0.71	2845.7
NSX 111015	1,082	1,197	702	1,001	1,313	1,059	93	1.16	2054.1
NSX 111004	943	1,280	677	1,103	1,278	1,056	93	1.24	0.20
NSX 111011	1,060	1,179	722	1,049	1,273	1,056	93	1.04	1504.8
NSX 151022	1,027	1,285	771	1,005	1,185	1,055	92	0.97	2811.6
NSX 151036	799	1,188	895	1,079	1,295	1,051	92	0.77	24925.1**
NSX 151016	1,089	1,232	761	979	1,168	1,046	92	0.91	2978.1
NSX 151026	1,000	1,168	770	1,073	1,211	1,045	91	0.86	1619.5
NSX 111054	1,110	1,211	653	1,036	1,192	1,040	91	1.11	5336.4
NSX 151024	1,104	1,149	708	954	1,239	1,031	90	1.01	4340.1
NSX 111058	1,030	1,112	728	983	1,215	1,013	89	0.91	1544.1
NSX 111009	991	1,170	697	960	1,171	998	87	0.98	163.2
NSX 111007	970	1,112	752	998	1,050	976	85	0.66	2070.1
NSX 111049	815	1,140	709	839	607	822	72	0.29	49199.5**
NS3(Check)	1,199	1,200	904	1,074	1,333	1,142	100	0.76	4470.4
Mean	1,063	1,247	781	1,047	1,273	1,082	95	-	-
CV(%)	6.54	5.72	21.32	8.63	11.95	10.85	-	-	-
LSD(0.05)	114	117	ns	148	250	84	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center

PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center

NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

LOB = Lopburi Seed Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

2.5 การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2561 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะผลผลิตจาก 8 สภาพแวดล้อม พบว่า พันธุ์ NSX052014 CP888New CP301 NSX111024 NSX111034 NSX111031 และ NSX111017 ให้ผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,045 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ และมีอายุวันออกดอกเร็ว และความชื้นความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ในจำนวนนี้พันธุ์ NSX052014 NSX111024 NSX111034 และ NSX111017 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี สามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทย (Table 2.5.1) ในปี 2562 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะผลผลิตจาก 5 สภาพแวดล้อม พบว่า พันธุ์ NSX052014 NSX151034 NSX151008 NSX151009 NSX151002 NSX151027 NSX151014 และ NSX151011 ให้ผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,219 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ และมีอายุวันออกดอกเร็ว และความชื้นความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 พันธุ์เหล่านี้ยกเว้น NSX151002 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี สามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทย (Table 2.5.2) จากการทดลองตั้งแต่ปี 2561-2562 สามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX052014 NSX111024 NSX111034 NSX111017 NSX151034 NSX151008 NSX151009 และ NSX151027

Table 2.5.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of regional trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 8 locations, 2018 R

Varieties	Grain Yield										b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	NRM1	NRM2	LOI	SKT	PCB	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX052014	1478	961	961	1651	1173	955	1275	1723	1272	122	1.50	6139.0
CP888New (commercial)	1424	940	915	1399	983	1007	1225	1571	1183	113	1.21	4873.2
CP301 (commercial)	1528	869	739	1509	1107	739	1124	1439	1132	108	1.59**	5942.1
NSX111024	1231	739	732	1362	1120	786	1062	1469	1063	102	1.33	9436.9
NSX111034	1256	919	809	1206	889	877	1118	1353	1053	101	0.97	2752.1
NSX111031	1268	740	767	1530	899	864	1079	1211	1045	100	1.19	20253.9**
NSX111017	1181	897	761	937	947	882	1043	1366	1002	96	0.79	12177.9
NSX111030	1325	693	541	1438	863	670	888	1317	967	93	1.64**	8119.5
NSX111072	1158	838	680	1186	749	952	962	1034	945	90	0.72	13560.3
NSX111032	1136	626	724	1157	914	697	924	1195	922	88	1.06	4516.0
NSX111038	1094	615	755	1195	838	741	933	1146	915	88	0.97	6952.3
NSX111037	1082	923	614	1228	710	758	944	1043	913	87	0.86	14465.7*
NSX111064	998	820	726	908	843	699	1041	1118	894	86	0.63	6673.5
NSX111068	1096	1184	630	823	933	466	958	922	876	84	0.50	52146.9**
NSX111048	1017	753	762	961	755	666	800	1228	868	83	0.83	6801.3
NSX111055	1055	578	613	844	805	848	796	1252	849	81	0.88	18523.5*
NSX111047	1146	716	606	904	830	540	940	972	832	80	0.88	9755.6
NSX111073	906	788	595	969	733	461	504	1039	749	72	0.85	19229.7**
NSX111023	999	684	511	483	829	383	542	955	673	64	0.69	38932.4**
NS3 (Check)	1253	782	883	1206	884	943	1104	1307	1045	100	0.89	6568.9
Mean	1182	803	716	1145	890	747	963	1233	960	92	-	-

กรมวิชาการเกษตร

Varieties	Grain Yield									Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	NRM1	NRM2	LOI	SKT	PCB	Mean			
C.V. (%)	6.78	20.16	18.14	16.64	13.50	19.02	14.01	11.69	14.71	-	-	-
LSD (0.05)	132	268	215	315	199	235	223	238	80	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center
LOB = Lopburi Seed Research and Development Center
PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center
SKT = Sukhothai Agricultural Research and Development Center
LOI = Loei Agricultural Research and Development Center
PCB = Prachinburi Agricultural Research and Development Center
NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

Table 2.5.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of regional trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 5 locations, 2019 R

Varieties	Grain Yield					Mean	Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW	PBN	LOB	NRM	PCB				
NSX052014	1503	1049	1567	1295	1479	1379	113	0.98	8357.3
CP888New (commercial)	1665	970	1230	1422	1425	1342	110	1.15	19362.0*
NSX151034	1504	934	1456	1326	1336	1311	108	1.10	3794.0
NSX151008	1338	1049	1381	1232	1378	1276	105	0.66	3390.9
NSX151009	1530	903	1283	1306	1283	1261	103	1.08	5874.8
NSX151002	1408	814	1313	1254	1354	1229	101	1.20*	384.6
NSX151027	1251	973	1289	1214	1336	1212	99	0.66	3505.0
NSX151014	1462	886	1276	1065	1366	1211	99	1.08	10848.1
NSX151017	1437	600	1261	1303	1449	1210	99	1.72*	7245.9
NSX151003	1222	956	1287	1240	1301	1201	99	0.65	4385.7
NSX151011	1382	915	1323	1121	1146	1177	97	0.82	9438.4
NSX151029	1372	954	1227	1210	1111	1175	96	0.67	8018.3
NSX151005	1131	826	1301	1197	1289	1149	94	0.82	14012.1
NSX151013	1343	704	1196	1232	1253	1146	94	1.25	2621.9
NSX151012	1361	715	1235	1082	1313	1141	94	1.29	2431.0
NSX151015	1414	688	1069	983	1408	1112	91	1.39	23786.3*
NSX151004	1199	705	1275	1186	1128	1098	90	1.05	10038.5
NSX151006	1217	912	1051	1049	1146	1075	88	0.53*	2601.8
NSX151016	1285	577	1143	1098	1188	1058	87	1.39**	396.8
NS3 (Check)	1379	1054	1167	1305	1188	1219	100	0.49	8618.8
Mean	1370	859	1266	1206	1294	1199	98	-	-
C.V. (%)	7.91	19.65	8.70	9.73	12.68	11.38	-	-	-
LSD (0.05)	179	279	182	194	ns	98	-	-	-

Remark :

NSW = Nakhon Sawan Field Crops Research Center
LOB = Lopburi Seed Research and Development Center
PBN = Petchabun Agricultural Research and Development Center
PCB = Prachinburi Agricultural Research and Development Center
NRM = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

กรมวิชาการเกษตร

2.6 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น

ปี 2562 พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX052014 (รับรองพันธุ์ในชื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 5) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,074 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,005 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 7 เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 1.45 แตกต่างจาก 1 อย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.16 แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังนั้นจึงไม่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ เหมาะสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ (Table 2.6.1) ปี 2563 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,325 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,246 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6 ขณะที่พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 ให้ผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (Table 2.6.2) ปี 2564 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,239 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,317 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 2.6.3) เมื่อพิจารณาตั้งแต่ปี 2562-2564 สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบ และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014

Table 2.6.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of Farm trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 9 environments, 2019 R

Variety	Grain yield											b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	LOB	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	Mean	Relative to NS3 (%)		
NSX111072	1,073	501	985	1,029	1,223	829	780	1,007	918	927	92	0.82*	0.05
NSX111068	1,128	411	1,024	1,010	1,201	772	729	1,050	723	894	89	0.99	0.08
NSX111048	1,102	295	925	850	1,015	796	835	776	689	809	81	0.84	0.15
NSX111014	1,234	521	977	1,165	1,207	801	858	1,164	525	939	93	1.00	0.21**
NSX111023	1,084	354	864	1,008	1,217	872	856	1,121	948	925	92	0.95	0.12
NSX111007	1,064	486	871	1,051	1,195	851	662	972	650	867	86	0.88	0.11
NSX111030	1,218	362	933	1,173	1,154	666	808	1,132	865	923	92	1.10	0.12*
NSX111054	1,312	529	1,019	1,131	1,297	909	817	997	988	1,000	99	0.94	0.09
NSX052014	1,305	376	1,172	1,482	1,611	862	824	1,050	986	1,074	107	1.45*	0.16**
NS3 (Check)	1,145	391	1,002	1,082	1,406	866	867	1,089	1,200	1,005	100	1.04	0.18**
Mean	1,166	422	977	1,098	1,252	822	803	1,036	849	936	93	-	-
CV (%)	6.03	20.92	11.45	8.28	8.44	14.57	20.04	14.83	12.01	12.28	-	-	-
LSD (0.05)	102	128	162	132	153	ns	ns	ns	148	53	-	-	-

Remark :
NSW1 = Nakhon Sawan 1 NSW2 = Nakhon Sawan 2 PBN = Petchabun LOB = Lopburi NRM = Nakhon Ratchasima
LOI = Loei SKT = Sukhothai PCB = Prachinburi CMI = Chiangmai

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.6.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of Farm trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 10 environments, 2020 R

Variety	Grain yield											Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	LOB	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	PSL	Mean			
NSX151002	1,197	1,099	1,093	1,318	1,065	981	1,567	1,683	969	1,392	1,236	99	0.93	0.12
NSX151008	1,221	1,172	1,060	1,124	1,267	951	1,565	1,650	916	1,354	1,228	99	0.92	0.11
NSX151009	1,310	1,272	964	1,111	1,020	1,156	1,629	1,562	895	1,379	1,230	99	0.90	0.15*
NSX151011	1,095	1,039	767	1,000	780	827	1,481	1,576	870	1,364	1,080	87	1.12	0.15*
NSX151014	1,203	1,254	783	1,055	1,123	941	1,451	1,754	1,008	1,375	1,195	96	1.06	0.14
NSX151015	1,218	1,322	861	1,180	1,143	996	1,515	1,450	967	1,029	1,168	94	0.76	0.15*
NSX151017	1,238	1,152	824	1,243	1,099	755	1,682	1,696	1,019	1,292	1,200	96	1.22	0.11
NSX151034	1,251	1,181	984	1,344	1,106	1,123	1,838	1,860	1,111	1,447	1,325	106	1.20	0.10
CP301 (commercial)	1,287	1,212	1,150	1,076	1,325	1,075	1,642	1,758	1,280	936	1,274	102	0.79	0.23**
NS5 (Check)	1,208	992	1,133	1,316	1,196	1,019	1,683	1,888	1,023	1,004	1,246	100	1.09	0.21**
Mean	1,223	1,169	962	1,177	1,113	982	1,605	1,688	1,006	1,257	1,218	98	-	-
CV (%)	4.18	10.96	12.08	11.90	11.54	11.87	6.08	9.06	15.94	15.40	10.96	-	-	-
LSD (0.05)	88	ns	199	ns	220	200	167	ns	ns	332	68	-	-	-

Remark :
NSW1 = Nakhon Sawan 1 NSW2 = Nakhon Sawan 2 PBN = Petchabun LOB = Lopburi NRM = Nakhon Ratchasima
LOI = Loei SKT = Sukhothai PCB = Prachinburi CMI = Chiangmai PSL = Phitsanulok

Table 2.6.3 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and stability parameter (b, S^2d) of Farm trial: promising hybrid maize (Early maturity) across 9 environments, 2021 R

Variety	Grain yield										Relative to NS3 (%)	b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	PSL	Mean			
NSX151008	1,213	1,272	1,211	1,531	584	988	1,354	1,112	1,107	1,152	88	1.04	0.14
NSX151009	1,267	1,151	1,374	1,404	724	1,216	1,423	1,303	1,132	1,222	93	0.79	0.16
NSX151017	1,113	1,302	1,215	1,402	720	1,257	1,326	1,195	1,170	1,189	90	0.78	0.09
NSX151034	1,064	1,238	1,277	1,613	657	1,225	1,548	1,246	1,282	1,239	94	1.11	0.12
NSX111012	875	1,299	1,010	1,178	424	901	1,163	1,309	1,083	1,027	78	1.05	0.18
NSX111014	1,150	1,225	1,090	1,360	741	916	1,335	1,231	1,332	1,153	88	0.79	0.14
NSX111053	1,050	1,235	979	1,320	710	883	1,340	1,342	1,086	1,105	84	0.83	0.16
NSX111054	718	1,166	730	1,354	434	957	1,205	1,190	1,138	988	75	1.12	0.21**
CP301 (commercial)	1,034	1,390	1,429	1,695	537	1,302	1,715	1,324	1,409	1,315	100	1.43*	0.15

กรมวิชาการเกษตร

Variety	Grain yield											b	S^2d
	NSW1	NSW2	PBN	NRM	LOI	SKT	PCB	CMI	PSL	Mean	Relative to NS3 (%)		
NS5 (Check)	1,344	1,445	1,548	1,601	688	1,188	1,474	1,332	1,231	1,317	100	1.05	0.17
Mean	1,083	1,272	1,186	1,446	622	1,083	1,388	1,258	1,197	1,171	89	-	-
CV (%)	5.19	6.61	14.81	7.32	14.10	15.69	11.39	15.91	15.45	12.35	-	-	-
LSD (0.05)	96	144	301	181	150	292	271	ns	ns	78	-	-	-

Remark :
NSW1 = Nakhon Sawan 1 NSW2 = Nakhon Sawan 2 PBN = Petchabun NRM = Nakhon Ratchasima
LOI = Loei SKT = Sukhothai PCB = Prachinburi CMI = Chiangmai PSL = Phitsanulok

2.7 การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

ปี 2559-2564 ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง ผสมตัวเองและคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ จนได้ลูก BC_1S_8 ในปี 2564 ประเมินผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง จำนวน 44 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป (Table 2.7.1) ขณะเดียวกันทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีคู่ผสมจำนวน 15 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,352 กิโลกรัมต่อไร่) ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 1,308-1,412 กิโลกรัม/ไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 47-50 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 46-50 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 185-214 เซนติเมตร และความสูงฝักอยู่ในช่วง 88-117 เซนติเมตร (Table 2.7.2)

Table 2.7.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of early lines under well-watered and water stress conditions, 2021 D

Lines	Yield						ASI (WS)	Yield loss	DI
	WW			WS					
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean			
44 selected lines	637	341	461	211	53	113	1	75	1.67
163 topcrosses	637	31	344	211	0	52	2	85	1.02
Tak Fa 1	-	-	259	-	-	8	-	97	0.21
Tak Fa 2	-	-	77	-	-	0	-	100	0.00
Tak Fa 3	-	-	60	-	-	0	-	100	0.00
Tak Fa 4	-	-	353	-	-	4	6	99	0.08
Tak Fa 5	-	-	325	-	-	18	2	94	0.38
Tak Fa 7	-	-	668	-	-	70	2	89	0.72
NS 1	-	-	161	-	-	6	-	96	0.25
CV(%)			21.13			65.53	452.7		
LSD (0.05)			143			92	23		

กรมวิชาการเกษตร

Table 2.7.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and some agronomic traits of early topcross hybrid at NSFCRC, 2021 R

Pedigree	Days to flowering (days)		Height (cm)		Shell (%)	Moist (%)	Yield (kg/rai)	Relative to NS5 (%)
	silk	Tass	Plant	Ear				
15 selected hybrids								
maximum	50	50	214	117	82.51	33.30	1,412	104
minimum	47	46	185	88	74.07	23.35	1,308	97
208 hybrids								
maximum	53	52	219	125	89.24	33.30	1,412	104
minimum	45	45	149	88	69.65	19.64	474	35
CP301	52	52	189	103	80.68	28.34	1,240	92
P4546	52	53	212	116	79.52	32.45	1,141	84
Pac 789	53	51	212	112	77.27	33.72	960	71
NK6253	53	55	193	100	77.65	30.95	615	46
SW4452	51	51	222	125	76.72	34.65	1,124	83
NS 3	53	52	191	119	71.99	27.31	713	53
NS 5	49	50	205	110	80.13	25.64	1,352	100
Exp. mean	49	49	199	109	78.08	24.87	1,029	
CV(%)	1.61	1.67	4.37	5.24	3.55	3.70	18.29	
LSD(0.05)	2	2	17	11	5.49	1.82	372	

กองวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุสั้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวที่ 95-100 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น (95-100 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์ เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม สรุปผลวิจัยที่นำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์

ทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิต การปรับตัวของพันธุ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่กว้างขวางในแหล่งปลูกที่สำคัญ ซึ่งมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ผ่านการคัดเลือกตั้งแต่ การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น NSX151008 จัดเป็นพันธุ์ดีเด่น ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากลูกผสมอายุสั้นนครสวรรค์ 5 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม โดยให้ผลผลิต 1,121 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น (3 สภาพแวดล้อม ปี 2559 และ 2560) 975 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน (5 สภาพแวดล้อม ปี 2560) 1,276 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่น (5 สภาพแวดล้อม ปี 2562) 1,228 และ 1,152 กิโลกรัมต่อไร่ ในขั้นตอนการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (10 สภาพแวดล้อม ปี 2563 และ 9 สภาพแวดล้อม ปี 2564) ซึ่งพันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX151008 นี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

2) การพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นเพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และพัฒนาสายพันธุ์แท้

โดยพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุสั้น NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) แบบหมุนเวียนสลับ ประชากร NSEYP1(RRS) ในรอบคัดเลือก C_3 C_4 C_5 และ C_6 ให้ผลผลิต 996 1,035 1,175 และ 1,189 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.81 ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 109-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (917 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 116-138 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (859 กิโลกรัมต่อไร่) นอกจากนี้ NSEYP1(RRS) ยังให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,099 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า NSEYP2(RRS) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 980 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้น NSEYP1(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_5 และ C_6 จัดเป็นประชากรที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับการส่งเสริมในพื้นที่เป้าหมายตามวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์

การทดสอบสมรรถนะการผสม พบว่า คู่ผสมระหว่าง NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ เหมาะสำหรับนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูงต่อไป

3) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

จากผลการดำเนินงาน 6 ปี มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเข้าสู่การประเมินศักยภาพผลผลิตรวมทั้งสิ้น 218 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ พบว่า พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น NSX151008 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 2 แปลง ในปี 2560 และ 2562) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.37 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 47 % เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ใหม่ นอกจากนี้ ได้พันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 17 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX171001-NSX171017 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

นอกจากนี้ ได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น 16 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602028 - Nei602043 ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้ มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง ซึ่งจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

4) การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

ผลการดำเนินงานระหว่างปี 2559-2564 ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่อายุเก็บเกี่ยวสั้นที่ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง และมีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดี จำนวน 44 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งจำนวน 15 พันธุ์ อายุเก็บเกี่ยวสั้น เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3
การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง
Study on Physiological Traits for Screening Drought Tolerance

ทัศนีย์ บุตรทอง สุริพัฒน์ ไทยเทศ ปริญญา การสมเจตน์ จำนงค์ ชัญถาวร
Thadsanee Budthong Suriphat Thaitad Parinya Kansomjet Jumnong Chanthavorn

คำสำคัญ

ข้าวโพดลี้ยงสัตว์ ลักษณะทางสรีรวิทยา ทนแล้ง ดัชนีทนแล้ง สภาพขาดน้ำ มวลชีวภาพ ระยะการเจริญเติบโต อัตราการสังเคราะห์แสง

บทคัดย่อ

ศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม ดำเนินการในปี 2559-2564 ฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ภายใต้ 2 สภาพ คือ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นระยะเวลา 1 เดือน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) 4 ซ้ำ 4 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลผลผลิต ลักษณะทางการเกษตร และลักษณะทางสรีรวิทยา เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิต ทั้ง 2 สภาพ พบว่า ข้าวโพดที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 และ Nei542017 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151008 NSX151034 NSX112017 NSX112026 NSX152005 NSX152020 NSX152067 และ NSX152096 ประชากร NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2 ซึ่งพันธุ์และสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ และดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 จึงจัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง เมื่อพิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน พบว่าช่วงเวลา 11.00 น.-13.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ความเข้มของแสงและอุณหภูมิสูงสุด ข้าวโพดจะเกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ และเริ่มแสดงอาการเหี่ยว ปากใบข้าวโพดจะปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำ จากการทดลองพบว่าสายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 และ Nei582009 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151005 NSX151008 NSX151034 NSX102005 NSX112026 NSX152067 NSX152070 NSX152095 และ NSX152096 ประชากรข้าวโพด NP99202C_6F_2 มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง แสดงให้เห็นว่าในช่วงที่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำ พันธุ์เหล่านี้ปากใบยังคงเปิดเพื่อคายน้ำ และยังคงมีการสังเคราะห์แสง จึงจัดเป็นพันธุ์ที่มีความทนแล้งซึ่งสอดคล้องกับลักษณะผลผลิต เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่า การสังเคราะห์แสงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ การคายน้ำ แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับแรงดึงระเหยน้ำของใบ

Key words

Maize, Physiological traits, Drought tolerance, Drought Index, Water stress, Biomass, Dry matter, Late rainy season, Development, Growth stage, photosynthetic rate

Abstract

Study on physiological traits for screening drought tolerance of inbred lines and hybrids maize was carried out during the dry season of 2016-2021 under well-watered (WW) and water stress (WS) conditions (stopped irrigation at 9^{th} leaf for one month) at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. A randomize complete block design was used with four replications. Individual plot consisted of four rows of five meters long with a row spacing of 75 cm. and 20 cm. between plants. Observation on grain yield components, some agronomic traits and physiological traits. Considering grain yield across two conditions showed that Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 Nei542017 NSX151001 NSX151008 NSX151034 NSX112017 NSX112026 NSX152005 NSX152020 NSX152067 NSX152096 NP99201C_7F_2 and NP99201C_6F_2 tolerant to drought because they produced high yield, low yield loss and drought index more than 1. Considering photosynthetic rate and sun & sky response under water stress condition showed that when sunshine starts, photosynthetic process and transpiration starts too and depend on photosynthetically active radiation. At noon, there are highest photosynthetically active radiation and leaf temperature, It show water stress and started wilt on maize. While, Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 and Nei582009 NSX151001 NSX151005 NSX151008 NSX151034 NSX102005 NSX112026 NSX152067 NSX152070 NSX152095 NSX152096 and NP99202C_6F_2 classified as drought tolerant variety due to it was still photosynthesis. Correlation analysis under water stress showed that photosynthetic rate correlated positively with stomatal conductance, transpiration rate, photosynthetically active radiation and but correlated negatively with leaf vapor pressure deficit.

บทนำ

แหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตที่ต้องอาศัยน้ำฝน มักประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงหรือฝนแล้ง (2-3 สัปดาห์) ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย โดยเฉพาะการขาดน้ำในช่วงวิกฤตของข้าวโพด คือช่วงออกดอกทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่าร้อยละ 50 สภาวะแห้งแล้งนอกจากจะมีผลต่อผลผลิตแล้ว ยังมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโต (Ribaut *et al.*,1996) Hugh and Richard (2003) ได้ศึกษาผลกระทบจากสภาวะแห้งแล้งที่มีผลต่อใบ ประสิทธิภาพในการรับแสง และผลผลิตของข้าวโพด พบว่า ผลผลิตลดลงเนื่องจากพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงลดลง ดัชนีเก็บเกี่ยวลดลง นอกจากนี้ ทัศนีย์และคณะ (2558) พบว่า ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) ความเข้มสีเขียวของใบ อุณหภูมิใบ คะแนนการแก่ของใบ และคะแนนการม้วนของใบ ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงและการสร้างผลผลิตของข้าวโพด ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ทนแล้งนอกจากจะคัดเลือกพันธุ์โดยพิจารณาจากผลผลิตแล้ว ลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นอีกดัชนีหนึ่งที่มีความสำคัญในการใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวแสดงการถ่ายทอดได้สูง มีความสะดวก รวดเร็วในการปฏิบัติ (CIMMYT,1999) จึงทำการศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา การสังเคราะห์แสงและการตอบสนองของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมภายใต้สภาวะขาดน้ำ เพื่อใช้เป็นดัชนีประกอบการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการ

3.1 การศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) 4 ซ้ำ 4 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 5.0 เมตร ใช้ระยะ 75 x 20 เซนติเมตร ดำเนินการในฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ภายใต้ 2 สภาพ คือ

1) สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ: โดยการให้น้ำแบบพ่นฝอย (sprinkle) ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ

2) สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก: โดยการให้น้ำแบบพ่นฝอย (sprinkle) ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในระยะแรกจนถึงระยะก่อนออกไหม 2 สัปดาห์ เมื่อข้าวโพดมีใบคลี่เต็มที่ 9 ใบ ทำการหยุดให้น้ำ และเมื่อออกไหมได้ 2 สัปดาห์ จึงทำการให้น้ำต่อจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ

การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัมต่อไร่ ผสมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซีต่อไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 รองพื้น อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ สัปดาห์เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.80 ตารางเมตร (เว้นต้นหัว-ท้ายแถว)

การบันทึกข้อมูล

โดยบันทึกข้อมูลจาก 2 แถวกลาง (เว้นต้นหัว-ท้ายแถว) ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางการเกษตร และความทนแล้ง บันทึกข้อมูลระยะออกดอก ได้แก่ การสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) โดยใช้เครื่องมือ Li cor 6400 ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) การปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) แรงดึงระเหยน้ำ (leaf vapor pressure deficit) การคายน้ำ (transpiration rate)

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน จากการทดลองในปี 2559-2564 พบว่า เมื่อข้าวโพดเริ่มได้รับแสง ตั้งแต่ 6.00 น. ข้าวโพดจะเริ่มต้นการคายน้ำ กระบวนการสังเคราะห์แสงก็เริ่มขึ้นด้วย ความเข้มของแสงจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา จนสูงสุดเมื่อเวลา 12.00 น. ช่วงนี้ข้าวโพดจะมีอัตราการคายน้ำสูงสุด หากข้าวโพดไม่สามารถดูดน้ำทันกับความต้องการ จะทำให้ข้าวโพดเกิดสภาวะเครียด และเริ่มแสดงอาการขาดน้ำ จากนั้นความเข้มของแสงจะเริ่มลดลงในตอนบ่าย และลดลงจนน้อยที่สุดในเวลา 18.00 น.

1) ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้อยู่ในรูปของพลังงานเคมี เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสร้างสารสังเคราะห์ เช่น แป้งและน้ำตาล เพื่อการเพิ่มน้ำหนักของเมล็ด ในรอบวันของข้าวโพด พบว่า การสังเคราะห์แสงจะขึ้นอยู่กับแสง กล่าวคือ เมื่อความเข้มของแสงน้อย การสังเคราะห์แสงจะน้อย เมื่อความเข้มของแสงมาก การสังเคราะห์แสงจะเพิ่มมากขึ้น ในสภาวะเครียดพันธุ์ที่มีค่าการสังเคราะห์แสงสูงแสดงว่าข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนทานแล้ง เนื่องจากยังคงมีการสังเคราะห์แสงแม้ข้าวโพดจะขาดน้ำ

2) ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) เป็นกลไกการตอบสนองของปากใบเพื่อชักนำให้เกิดการปิดหรือเปิดปากใบ เมื่อข้าวโพดมีความเครียด พันธุ์ที่มีค่าการปิดเปิดปากใบสูง แสดงว่าปากใบข้าวโพดยังคงเปิดอยู่ เพื่อคายน้ำและลดความร้อนจากอุณหภูมิสะสมในใบ อีกทั้งยังมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำกับบรรยากาศ ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสง

3) แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) เป็นค่าความต่างของแรงดันในอากาศกับในใบพืช ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ พันธุ์ที่มีค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบสูง แสดงว่าน้ำในใบจะมีการระเหยออกไปมาก ข้าวโพดจะแสดงอาการขาดน้ำ ในทางตรงกันข้าม หากสายพันธุ์ที่มีค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบต่ำ ไอน้ำในบรรยากาศจะเคลื่อนมารวมตัวกันที่ใบข้าวโพด ทำให้ใบมีความชื้น อุณหภูมิสะสมในใบจะลดลง

4) การคายน้ำ (transpiration rate) เป็นการแพร่ของน้ำจากปากใบ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอข้าวโพดมีการคายน้ำมากกว่าในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม เนื่องจากในดินมีปริมาณน้ำเพียงพอให้มีการคายน้ำตลอดทั้งวัน ทำให้ไม่แสดงอาการเหี่ยว ในสภาวะเครียดพันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูง แสดงว่ามีความสามารถในการดูดน้ำจากดินเพื่อรักษาสมดุลของน้ำในใบและปริมาณน้ำที่สูญเสียออกไป จึงไม่แสดงอาการเหี่ยว จัดเป็นพันธุ์ทนทานแล้ง

จากการศึกษาและประเมินลักษณะความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง สายพันธุ์หรือพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนทานแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 Nei542017 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151008 NSX151034 NSX112017 NSX112026 NSX152005 NSX152020 NSX152067 และ NSX152096 ประชากร NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2 ซึ่งพันธุ์และสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ และดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 จึงจัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง เมื่อพิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวันในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ช่วงที่ความเข้มของแสงและอุณหภูมิสูงสุด สายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 และ Nei582009 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151005 NSX151008 NSX151034 NSX102005 NSX112026 NSX152067 NSX152070 NSX152095 และ NSX152096 ประชากรข้าวโพด NP99202C_6F_2 มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง แสดงให้เห็นว่าในช่วงที่เกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ พันธุ์เหล่านี้ปากใบยังคงเปิดเพื่อคายน้ำ และยังคงมีการสังเคราะห์แสง จึงจัดเป็นพันธุ์ที่มีความทนแล้งซึ่งสอดคล้องกับลักษณะผลผลิต

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ

การปิดเปิดปากใบ การคายน้ำ แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับแรงดึงระเหยน้ำของใบ ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง ควรคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง จะทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้งตามไปด้วย นอกจากนี้สามารถใช้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตและดัชนีทนแล้งประกอบการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ด้วย โดยสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ แสดงว่า มีความทนทานแล้งมากกว่าสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตสูง สายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 แสดงว่ามีความทนทานแล้ง ทางตรงกันข้าม ถ้าสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งน้อยกว่า 1 แสดงว่า มีความทนทานแล้งน้อยกว่า หรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง

ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ปี 2559 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 10 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,038-1,237 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ NSX112017 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,038 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 251-571 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 251 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า พันธุ์ NSX112026 และ NSX112017 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตอยู่ในช่วง 50-77 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้งอยู่ในช่วง 0.65-1.41 (Table 3.1)

ปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 10 สายพันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 156-626 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงสายพันธุ์ Nei452006 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (463 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 0-196 กิโลกรัม/ไร่ สายพันธุ์ Nei462013 และ Nei542017 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (58 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า สายพันธุ์ Nei462013 และ Nei542017 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตอยู่ในช่วง 66-100 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้งอยู่ในช่วง 0.00-2.74 (Table 3.2)

ปี 2561 <u>ชุดที่ 1</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวจำนวน 5 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,316-1,484 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 1,382 กิโลกรัม/ไร่ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 726-1,004 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 854 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NSX152067 และ NSX152096 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 29 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.15 และ 1.14 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3.3)

<u>ชุดที่ 2</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นจำนวน 5 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,265-1.409 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 1,333 กิโลกรัม/ไร่ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 457-974 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่มีพันธุ์ใดให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยการทดลอง (810 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ NSX151008 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NSX151001 NSX152005 NSX151008 และ NSX151034 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย

ผลผลิตอยู่ในช่วง 26-35 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้งอยู่ในช่วง 1.06-1.22 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3.4)

ปี 2562 ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 5 สายพันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 228-687 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงสายพันธุ์ Nei542012 และ Nei542001 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (396 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 2-346 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงสายพันธุ์ Nei542012 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (119 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า Nei542012 และ Nei542001 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 50 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.68 และ 1.28 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3.5)

ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 5 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,121-1.324 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการทดลองให้ผลผลิต 1,251 กิโลกรัม/ไร่ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 666-954 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงพันธุ์ NSX152067 และ S6248 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (783 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NSX152067 S6248 และ NSX152020 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 28 17 และ 36 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.15 1.32 และ 1.02 ตามลำดับ จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3.6)

ปี 2563 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ 10 สายพันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ผลผลิตอยู่ในช่วง 123-548 กิโลกรัม/ไร่ มี 3 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยการทดลอง คือ Nei452004 Nei582060 และ Nei452023 สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ช่วงระยะออกดอกของข้าวโพดซึ่งเป็นช่วงวิกฤตที่ข้าวโพดต้องการน้ำมากที่สุด เกิดสภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรง ทำให้ช่อดอกตัวผู้แห้งและตายก่อนโปรยละอองเกสร ช่อดอกตัวเมียไม่ออกไหม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทุกสายพันธุ์ไม่มีฝักและไม่ติดเมล็ด ไม่สามารถให้ผลผลิตได้ นอกจากนี้ยังเกิดพายุฤดูร้อนทำให้ต้นข้าวโพดหักล้มเป็นจำนวนมาก ไม่สามารถบันทึกข้อมูลการสังเคราะห์แสงได้

ปี 2564 ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 5 สายพันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 127-477 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงพันธุ์ Nei532027 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (305 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 49-184 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการทดลองให้ผลผลิต 117 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า Nei532005 และ Nei542012 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 52 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.25 และ 0.99 ตามลำดับ จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3.7)

ชุดที่ 2 ประชากรข้าวโพดจำนวน 5 ประชากร พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,091-1,341 กิโลกรัม/ไร่ มีเพียงประชากร NP99201 C_7F_2 ให้ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,179 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 298-484 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีประชากรใดให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (437 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 64 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.07 และ 1.11 ตามลำดับ จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3.8)

Table 3.1 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of hybrid maize under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2016

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
NSX112026	1139	571	855	50	1.41
NSX112017	1237	473	855	62	1.07
NSX102016	1186	386	786	67	0.91
NSX112011	1080	436	758	60	1.13
NSX112013	1121	390	756	65	0.97
NSX112012	1067	396	732	63	1.04
NSX102005	1123	335	729	70	0.84
NSX102022	1085	312	699	71	0.81
NSX102021	1076	251	663	77	0.65
NS3 (Check)	1038	429	734	59	1.16
Mean	1115	398	757	64	1.00
CV (%)	5.70	40.81	-	-	-
LSD (0.05)	109	-	-	-	-

Table 3.2 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of inbred line under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2017

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
Nei462013	570	196	383	66	2.74
Nei542017	552	164	358	70	2.38
Nei452006	626	10	318	98	0.12
Tak Fa 1	580	26	303	95	0.36
Nei452026	495	44	269	91	0.71
Nei452009	466	25	245	95	0.42
Nei402011	455	19	237	96	0.34
Nei452007-1	423	33	228	92	0.63
Tak Fa 3	303	4	154	99	0.10
Tak Fa 2	156	0	78	100	0.00
Mean	463	58	257	90	0.78
CV(%)	16.22	47.25	-	-	-
LSD(0.05)	129	47	-	-	-

กรมวิทยาศาสตร์

Table 3.3 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of late hybrid maize under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2018

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
NSX152067	1419	1004	1212	29	1.14
NSX152070	1484	813	1149	45	0.89
NSX152095	1316	726	1021	45	0.89
NSX152096	1352	964	1158	29	1.15
NSX152097	1337	764	1050	43	0.92
Mean	1382	854	1118	38	1.00
CV(%)	8.56	18.81	-	-	-
LSD(0.05)	ns	ns	-	-	-

Table 3.4 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of early hybrid maize under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2018

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
NSX151001	1409	933	1171	34	1.09
NSX151005	1265	817	1041	35	1.06
NSX151008	1320	974	1147	26	1.22
NSX151009	1350	457	904	66	0.56
NSX151034	1322	867	1095	34	1.08
Mean	1333	810	1072	39	1.00
CV(%)	6.31	15.18	-	-	-
LSD(0.05)	ns	189	-	-	-

Table 3.5 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of inbred line under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2019

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
Nei542012	687	346	517	50	1.68
Nei542001	524	200	362	62	1.28
Nei582011	309	27	168	91	0.29
Nei582009	234	18	126	92	0.25
Nei582019	228	2	115	99	0.03
Mean	396	119	257	79	0.71
CV(%)	20.49	25.16	-	-	-
LSD(0.05)	125	46	-	-	-

กรมวิชาการเกษตร

Table 3.6 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of hybrid maize under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2019

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
NSX152067	1324	954	1139	28	1.15
S6248	1121	926	1024	17	1.32
NSX152020	1225	781	1003	36	1.02
NSX152018	1254	666	960	47	0.85
NSX152031	1227	678	952	45	0.88
Mean	1251	783	1016	35	1.04
CV(%)	8.86	11.62	-	-	-
LSD(0.05)	ns	140	-	-	-

Table 3.7 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of inbred line under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2021

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
Nei532027	477	115	296	76	0.63
Nei532005	383	184	284	52	1.25
Nei542012	389	148	268	62	0.99
Nei492024	148	90	119	39	1.59
Nei452026	127	49	88	62	1.00
Mean	305	117	211	58	1.09
CV(%)	25.75	58.56	-	-	-
LSD(0.05)	121	ns	-	-	-

Table 3.8 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of population maize under well-watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2021

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
NP99201 C_7F_2	1341	484	912	64	1.07
NP99201 C_6F_2	1287	483	885	62	1.11
NP99202 C_7F_2	1167	347	757	70	0.88
NP99202 C_6F_2	1091	298	695	73	0.81
NS3	1179	437	808	63	1.10
Mean	1213	410	811	66	0.99
CV(%)	6.50	21.71	-	-	-
LSD(0.05)	121	137	-	-	-

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้ง สายพันธุ์หรือพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 Nei542017 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151008 NSX151034 NSX112017 NSX112026 NSX152005 NSX152020 NSX152067 และ NSX152096 ประชากร NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2 ซึ่งพันธุ์และสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ และดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 จึงจัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง เมื่อพิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวันในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ช่วงที่ความเข้มของแสงและอุณหภูมิสูงสุด สายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 และ Nei582009 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151005 NSX151008 NSX151034 NSX102005 NSX112026 NSX152067 NSX152070 NSX152095 และ NSX152096 ประชากรข้าวโพด NP99202C_6F_2 มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง แสดงให้เห็นว่าในช่วงที่เกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ พันธุ์เหล่านี้ปากใบยังคงเปิดเพื่อคายน้ำ และยังคงมีการสังเคราะห์แสง จึงจัดเป็นพันธุ์ที่มีความทนแล้งซึ่งสอดคล้องกับลักษณะผลผลิต

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่า การสังเคราะห์แสงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ การคายน้ำ แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับแรงดึงระเหยน้ำของใบ ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง ควรคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ที่มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง จะทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งตามไปด้วย นอกจากนี้สามารถใช้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตและดัชนีทนแล้งประกอบการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ด้วย โดยสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ แสดงว่า มีความทนแล้งมากกว่าสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตสูง สายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 แสดงว่ามีความทนแล้ง ทางตรงกันข้าม ถ้าสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งน้อยกว่า 1 แสดงว่า มีความทนแล้งน้อยกว่า หรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง

การสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน จากการทดลองในปี 2559-2564 พบว่า เมื่อข้าวโพดเริ่มได้รับแสง ตั้งแต่ 6.00 น. ข้าวโพดจะเริ่มต้นการคายน้ำ กระบวนการสังเคราะห์แสงก็เริ่มขึ้นด้วย ความเข้มของแสงจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา จนสูงสุดเมื่อเวลา 12.00 น. ช่วงนี้ข้าวโพดจะมีอัตราการคายน้ำสูงสุด หากข้าวโพดไม่สามารถดูดน้ำทันกับความต้องการ จะทำให้ข้าวโพดเกิดสภาวะเครียด และเริ่มแสดงอาการขาดน้ำ จากนั้นความเข้มของแสงจะเริ่มลดลงในตอนบ่าย และลดลงจนน้อยที่สุดในเวลา 18.00 น.

1) ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้อยู่ในรูปของพลังงานเคมี เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสร้างสารสังเคราะห์ เช่น แป้งและน้ำตาล เพื่อการเพิ่มน้ำหนักของเมล็ด ในรอบวันของข้าวโพด พบว่า การสังเคราะห์แสงจะขึ้นอยู่กับแสง กล่าวคือ เมื่อความเข้มของแสงน้อย การสังเคราะห์แสงจะน้อย เมื่อความเข้มของแสงมาก การสังเคราะห์แสงจะเพิ่มมากขึ้น ในสภาวะเครียดพันธุ์ที่มีค่าการสังเคราะห์แสงสูงแสดงว่าข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้ง เนื่องจากยังคงมีการสังเคราะห์แสงแม้ข้าวโพดจะขาดน้ำ

2) ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) เป็นกลไกการตอบสนองของปากใบเพื่อชักนำให้เกิดการปิดหรือเปิดปากใบ เมื่อข้าวโพดมีความเครียด พันธุ์ที่มีค่าการปิดเปิดปากใบสูง แสดงว่าปากใบข้าวโพดยังคงเปิดอยู่ เพื่อคายน้ำและลดความร้อนจากอุณหภูมิสะสมในใบ อีกทั้งยังมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำกับบรรยากาศ ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสง

3) แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) เป็นค่าความต่างของแรงดันในอากาศกับในใบพืช ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ พันธุ์ที่มีค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบสูง แสดงว่าน้ำในใบจะมีการระเหยออกไปมาก ข้าวโพดจะแสดงอาการขาดน้ำ ในทางตรงกันข้าม หากสายพันธุ์ที่มีค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบต่ำ ไอน้ำในบรรยากาศจะเคลื่อนมารวมตัวกันที่ใบข้าวโพด ทำให้ใบมีความชื้น อุณหภูมิสะสมในใบจะลดลง

4) การคายน้ำ (transpiration rate) เป็นการแพร่ของน้ำจากปากใบ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอข้าวโพดมีการคายน้ำมากกว่าในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก เนื่องจากในดินมีปริมาณน้ำเพียงพอให้มีการคายน้ำตลอดทั้งวัน ทำให้ไม่แสดงอาการเหี่ยว ในสภาวะเครียดพันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูง แสดงว่ามีความสามารถในการดูดน้ำจากดินเพื่อรักษาสมดุลของน้ำในใบและปริมาณน้ำที่สูญเสียออกไป จึงไม่แสดงอาการเหี่ยว จัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 4
การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
Identification and Evaluation of Maize Germplasm

ทัศนีย์ บุตรทอง ประสาน สืบสุข สุริพัฒน์ ไทยเทศ จำนงค์ ชัญถาวร
ศิวิไล ลาภบรรจบ กุหลาบ คงทอง ไพทูรย์ บุปผาดา
Thadsanee Budthong Prasarn Seubsuk Suriphat Thaitad Jumnong Chanthavorn
Siwilai Lapbanjob Kularb Kongthong Paithun Bupphada

คำสำคัญ
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สายพันธุ์แท้ ประเมิน เชื้อพันธุกรรม แปลงรวบรวมพันธุ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เครื่องหมายดีเอ็นเอเอสเอสอาร์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม

บทคัดย่อ

การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตร และประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2) เพื่อหาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอและสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการโดยจำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จำนวน 111 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสม 20 พันธุ์ ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*) บันทึกข้อมูลลักษณะพันธุ์ตามหลักเกณฑ์การตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์พืชเพื่อการคุ้มครอง (คพ. 2) ของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกัน ดังนี้ โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีเขียว แดง และม่วง การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่เข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก รูปร่างใบแรกมน มนกลม มน-ใบพาย และใบพาย ความเข้มของสีเขียวของใบเข้ม ปานกลาง และอ่อน การเป็นคลื่นของขอบใบปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง แนวระนาบ ไม่โค้งหรือโค้งน้อยมาก โค้งน้อย และโค้งปานกลาง ลักษณะของลำต้นตรง ระดับของการซิกแซกไม่ปรากฏ และซิกแซกเล็กน้อย ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ และโค้งปานกลาง ฐานดอกย่อยสีเขียวอ่อน เขียว ชมพู แดง และม่วง อับเรณูสีเขียว เหลือง ชมพู แดง และม่วง เส้นไหมสีเขียวอ่อน เหลือง ชมพู แดง และม่วง การปรากฏแอนโทไซยานินบนฐานดอก กาบดอก อับเรณู และไหม เข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก รากค้ำสีม่วง และเขียว การปรากฏแอนโทไซยานินของรากค้ำเข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ฝักทรงกระบอก ทรงกรวย และกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดของเมล็ดหัวแข็ง และกึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดและสีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะส้มเหลือง เหลือง เหลืองส้ม และส้ม ส่วนการใช้เครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทลไลท์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 247 สายพันธุ์ โดยใช้ไพรเมอร์ 11 คู่ ให้รูปแบบการเกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน จำนวน 63 ตำแหน่ง ไพรเมอร์ต่างชนิดกันทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันในข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์ แต่ละไพรเมอร์มีโอกาสที่จะพบค่าความหลากหลาย (PIC) ตั้งแต่ 0.49-0.90 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 0.76 ผลการวิเคราะห์ค่าความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 1.00 ผลของการวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA แล้วเขียนแผนภูมิ Dendrogram ทำให้การจัดแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้เป็น 8 กลุ่ม ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการจำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการศึกษาความแต กต่างทาง

กรมวิชาการเกษตร

พันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR เหล่านี้ จะใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเป็นเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับตรวจสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Key words

Maize, inbred lines, maize characteristics, germplasm, *Ex situ*, DNA markers, SSR, maize, genetic diversity

Abstract

The objectives of this activity were 1) To study agronomic traits and quality performance of maize germplasm 2) To assess the genetic diversity on DNA fingerprint and genetic identity of maize genotype. To operate by classification of characteristic traits of 111 inbred lines and 20 hybrids maize in *Ex situ*. Data was collected regarding descriptors for maize from the Plant Variety Protection Division, Department of Agriculture. The maize characteristics showed the difference among varieties. As follow, Color at base of seedling was green, red and purple. Anthocyanin coloration of sheath at first leaf was very strong, strong, medium weak and absent or very weak. Shape of first leaf was obtuse, round to obtuse, rounded to spatulate and spatulate. Intensity of green color at leaf was dark, medium and light. Undulation of margin of blade was intermediate and absent or very weak. Leaf curve of the first leaf above the top ear was erect, semi-erect, horizontal, absent or very slightly, recurved, slightly recurved and moderately recurved. Stalk appearance was straight. Degree of zigzag on stem was absent or very slight and slight. Tassel type was erect, semi-erect, horizontal and drooping. Color of the ring was light green, green, pink, red and purple. Anther color was green, yellow, pink, red and purple. Silk color was light green, yellow, pink, red and purple. Anthocyanin coloration at ring, glume, anthers and silks was very strong, strong, intermediate weak and absent or very weak. Color of brace root was purple and green. Anthocyanin coloration of brace roots was very strong, strong, intermediate weak and absent or very weak. Shape of top ear was cylindrical, conical and semi-cylindrical. Kernel row arrangement was straight. Kernel type at mid ear was flint and semi-flint. Color of kernel at abgerminal site and cap was orange-yellow, yellow, yellow-orange and orange. The use of molecular markers to assess the genetic diversity and DNA fingerprint of 247 maize lines. A total of 11 SSR primer pairs were applied in this study can detect a total of 63 polymorphic alleles. The polymorphism information contents (PIC) for SSR primer varied from 0.49-0.90. This study showed a genetic similarity coefficient in the range of 0.26 to 1.00 among all accessions. By similarity coefficient method and UPGMA cluster analysis, the dendrogram generated from clustering could be separated into eight groups. The data obtained from the characterization and genetic diversity of maize germplasm by use of SSR markers will be used as germplasm data on maize breeding programs. And it is unique to the varieties as a reference for checking maize varieties.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ในแต่ละปีโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ได้วิจัยและพัฒนาสายพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสมจำนวนมาก ที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี ต้านทานหรือทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ต้านทานต่อการทำลายของแมลงศัตรูและโรคต่าง ๆ และมีสมรรถนะการผสมที่ดี ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์นี้จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีแหล่งเชื้อพันธุกรรมที่ดี ฐานพันธุกรรมกว้าง และมีความหลากหลายทางพันธุกรรม ตรงตามลักษณะที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องการ สำหรับคัดเลือกเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการวิจัย ศึกษา ประเมินคุณค่า และความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรม เพื่อเก็บรวบรวม รักษา จำแนกลักษณะประจำพันธุ์ ประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิต และบันทึกลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของเชื้อพันธุกรรม สรุเชษฐและสุมาลี (2562) กล่าวว่าการศึกษาความสัมพันธ์และความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรมพืชสามารถทำได้ 3 แนวทางคือ 1) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) โดยการบันทึกข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของพืช แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ความเหมือนหรือความแตกต่างของสายพันธุ์พืช 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางเครือญาติทำโดยใช้ข้อมูลการสืบประวัติพ่อแม่พันธุ์ย้อนหลังไปจนถึงบรรพบุรุษดั้งเดิม และ 3) การใช้เครื่องหมายทางโมเลกุล (molecular marker) ซึ่งการนำความแตกต่างในระดับดีเอ็นเอมาใช้เป็นข้อมูลประกอบหรือสนับสนุนข้อมูลลักษณะที่แสดงออกภายนอกนั้น ข้อมูลที่ได้นอกจากบ่งบอกพันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ที่ถูกต้องแม่นยำแล้ว ยังสามารถระบุความใกล้ชิดทางพันธุกรรมอีกด้วย ทำให้การจำแนกพันธุ์มีความแม่นยำ รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถระบุความใกล้ชิดทางพันธุกรรมได้อย่างจำเพาะที่ลักษณะภายนอกไม่สามารถแยกได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องหมายโมเลกุลเอสเอสอาร์ (Simple Sequence Repeat; SSR) หรือ ไมโครแซทเทลไลท์ (microsatellite) เป็นเบสชิ้นสั้นจำนวน 1-6 เบส ที่กระจายอยู่จำนวนมากในสายดีเอ็นเอ จากการศึกษาในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงพบส่วนที่เป็นไมโครแซทเทลไลท์ มีทั้งส่วนของลำดับดีเอ็นเอที่มีการถอดรหัส และไม่มีการถอดรหัส (Tautz and Renz, 1984) โดยความถี่ของการเกิดไมโครแซทเทลไลท์ที่มีรูปแบบต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่นำไปใช้กันอย่างกว้างขวางในการวิจัยทางด้านการศึกษาความหลากหลายพันธุกรรมในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพดข้าวเหนียว (ประสาน และคณะ 2558) กาแฟอะราบิกา (Vieira *et al*., 2010) กาแฟโรบัสต้า (Hendre *et al*., 2008) งา (ปูชากร 2549) มันสำปะหลัง (ศุจิรัตน์ และคณะ 2552) และข้าวโพดสายพันธุ์แท้ (วันชัย และคณะ 2554)

การศึกษานี้จึงได้จำแนกลักษณะประจำพันธุ์ ประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิต และบันทึกลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของเชื้อพันธุกรรมจากลักษณะที่พืชแสดงออก (phenotype) และ หาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ (genotype) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่กรมวิชาการเกษตรรวบรวมไว้ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดเอสเอสอาร์ (SSR) หรือ microsatellite เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถระบุความแตกต่างกันทางพันธุกรรม และสามารถสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของแต่ละพันธุ์ในระดับดีเอ็นเอเพื่อเป็น ฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

4.1 การจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*)

ปี 2559-2564 ดำเนินการจำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และลูกผสมในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex Situ*) วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block (RCB) 4 แถว/แปลงย่อย ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม/สายพันธุ์แท้ แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้น/หลุม หลังปลูกขณะดินมีความชื้นพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัมต่อไร่ ผสมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 รองพื้นอัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลลักษณะพันธุ์ตามหลักเกณฑ์การตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์พืชเพื่อการคุ้มครอง (คพ.2) ของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

4.2 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ดำเนินการปี 2562-2564 ณ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่างพืชและการสกัดดีเอ็นเอจากข้าวโพด

1.1 เพาะเมล็ดข้าวโพดในกระถาง จนกระทั่งเจริญเติบโตในระยะอยู่ในระยะต้นกล้าอายุ 15-20 วัน เก็บรวบรวมตัวอย่างใบนำไปสกัดดีเอ็นเอ โดยมีพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 247 พันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

1.2 สกัดดีเอ็นเอจากใบข้าวโพด โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูปสำหรับพืช Plant Genomic DNA Mini Kit (Geneaid, Taiwan) ตามรายละเอียดของวิธีการในชุดสกัด จากนั้นตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณของดีเอ็นเอที่ได้ โดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และตรวจสอบด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็คโทรโฟรีซีส บันทึกแถบดีเอ็นเอด้วยชุดถ่ายภาพ แล้วเจือจางดีเอ็นเอให้ได้ความเข้มข้น 10 นาโนกรัม/ไมโครลิตร เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ และเก็บดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อขั้นตอนการทดสอบหาไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอ และการหารูปแบบการเกิดดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์

2. การคัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค SSR

2.1 ทำการสืบค้นข้อมูลลำดับเบสของไพรเมอร์ SSR ที่จำเพาะกับลำดับเบสของข้าวโพด จากฐานข้อมูล MAIZEGDB (http://www.maizegdb.org) จำนวน 56 คู่ไพรเมอร์ และสังเคราะห์ไพรเมอร์

2.2 ทดสอบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของไพรเมอร์ SSR แต่ละคู่กับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ชุด Type-it Microsatellite PCR Kit โดยปฏิกิริยาทั้งหมด 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix 12.5 ไมโครลิตร, 0.2 uM upstream primer, 0.2 uM downstream primer, 10 ng ดีเอ็นเอต้นแบบ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 25 ไมโครลิตร และตั้งสภาวะการทำงานของเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 5 นาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 95 องศาเซลเซียส 30 วินาที 60 องศาเซลเซียส 90 วินาที 72 องศาเซลเซียส 30 วินาที จำนวน 30 รอบ และ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที จำนวน 1 รอบ จากนั้นตรวจสอบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้โดยใช้ 2% อะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส โดยมีดีเอ็นเอมาตรฐาน 100 bp DNA ladder marker เป็นตัวเปรียบเทียบขนาดชิ้นดีเอ็นเอ และบันทึกภาพด้วยเครื่อง Gel-Doc Transilluminator (Bio-Rad Laboratories, CA, USA)

2.3 คัดเลือกไพรเมอร์ที่เพิ่มปริมาณได้ในข้อ 2.2 นำไปติดฉลากด้วยสารเรืองแสง FAM VIC NED และ PET แล้วนำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอกับข้าวโพดจำนวน 12 พันธุ์ โดยใช้ชุด Type-it Microsatellite PCR Kit โดยปฏิกิริยาทั้งหมด 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix 12.5 ไมโครลิตร, 0.2 uM upstream primer ที่ติดฉลากด้วย FAM หรือ VIC หรือ NED หรือ PET, 0.2 uM downstream primer, 10 ng ดีเอ็นเอต้นแบบ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 25 ไมโครลิตร และตั้งสภาวะการทำงานของเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 5

นาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 95 องศาเซลเซียส 30 วินาที 60 องศาเซลเซียส 90 วินาที 72 องศาเซลเซียส 30 วินาที จำนวน 30 รอบ และ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที จำนวน 1 รอบ จากนั้นตรวจสอบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้โดยใช้ 2% อะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เช่นเดียวกับข้อ 2.2 จากนั้นนำผลผลิตพีซีอาร์ที่เหลือไปตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเออย่างละเอียด โดยการแยกขนาดชิ้นดีเอ็นเอด้วยเครื่องอัตโนมัติ ABI 3730 Genetic Analyzer ที่มีตัวเปรียบเทียบขนาดชิ้นดีเอ็นเออยู่ทุกตัวอย่าง (Internal Size Standard) เป็นตัวเปรียบเทียบขนาดของชิ้นดีเอ็นเอ (LIZ 500 Size Standard) และคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอมีความแตกต่างในข้าวโพดแต่ละพันธุ์

3. การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR

3.1 นำดีเอ็นเอของข้าวโพดที่สกัดได้ในข้อ 1 จำนวน 247 พันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 2 นำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้ชุด Type-it Microsatellite PCR Kit ที่ใช้ไพรเมอร์ติดฉลากสารเรืองแสงที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.3 โดยปฏิกิริยาทั้งหมด 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix 12.5 ไมโครลิตร, 0.2 uM upstream primer ที่ติดฉลากด้วย FAM หรือ VIC หรือ NED หรือ PET, 0.2 uM downstream primer, 10 ng ดีเอ็นเอต้นแบบ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 25 ไมโครลิตร และตั้งสภาวะการทำงานของเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 5 นาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 95 องศาเซลเซียส 30 วินาที 60 องศาเซลเซียส 90 วินาที 72 องศาเซลเซียส 30 วินาที จำนวน 30 รอบ และ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที จำนวน 1 รอบ จากนั้นตรวจสอบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้โดยใช้ 2% อะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เช่นเดียวกับข้อ 2.2 จากนั้นนำผลผลิตพีซีอาร์ที่เหลือไปตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเออย่างละเอียด โดยการแยกขนาดชิ้นดีเอ็นเอด้วยเครื่องอัตโนมัติ ABI 3730 Genetic Analyzer ที่มีตัวเปรียบเทียบขนาดชิ้นดีเอ็นเออยู่ทุกตัวอย่าง (Internal Size Standard) เป็นตัวเปรียบเทียบขนาดของชิ้นดีเอ็นเอ (LIZ 500 Size Standard) และคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอมีความแตกต่างในข้าวโพดแต่ละพันธุ์

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลขนาดชิ้นดีเอ็นเอในรูปของอิเล็กโทรฟีโรแกรม (Electropherogram) ของตัวอย่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์แต่ละคู่ โดยใช้โปรแกรม GeneMapper™ Software 5

4. การบันทึกผลและวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรม

4.1 บันทึกข้อมูลขนาดชิ้นดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ของแต่ละไพรเมอร์ โดยแปลงข้อมูลขนาดชิ้นดีเอ็นเอที่ปรากฏในแต่ละตำแหน่งให้เป็นเลข 1 และการไม่ปรากฏชิ้นดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเดียวกันให้เป็นเลข 0 โดยบันทึกลงใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel

4.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของไพรเมอร์แสดงความหลากหลายของอัลลีล หาค่า Polymorphic Information Content (PIC) จากจำนวนอัลลีลที่ได้จากการใช้เครื่องหมายโมเลกุลแต่ละตำแหนง โดยค่า PIC เป็นคาที่เสดงถึงความสามารถในการตรวจสอบความแตกตางระหวางจีโนไทปของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้

4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 247 พันธุ์ สร้างแผนภูมิเดนโดรแกรม (dendrogram) โดยใช้ Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average (UPGMA) เพื่อจัดแบ่งกลุ่มพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามความสัมพันธ์กันทางพันธุกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสมที่ได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร สามารถจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ (ภาคผนวก ก) ดังนี้

ปี 2559 ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธ์แท้อายุยาว จำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีม่วง ยกเว้น Tak Fa 1 สีเขียว รูปร่างใบแรกมนกลม ยกเว้น Tak Fa 1 และ DTMA-192 มน การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ กาบใบที่ตำแหน่งฝักบนสุดสีเขียว ฐานดอกย่อยสีเขียวอ่อน เขียว แดง และม่วง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรงและค่อนข้างตรง ความแน่นของช่อดอกตัวผู้ปานกลางและแน่น ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางปานกลาง ยกเว้น Tak Fa 3 มาก และ Nei532005 น้อย กาบดอกย่อย (glume) สีเขียวขีดม่วง ม่วงขีดเขียวปลายจุดแดง เขียวอ่อน ม่วงขีดเขียว เขียวปลายจุดแดง เขียวขีดชมพูปลายจุดแดง เปลือกดอกย่อย (lemma) สีเขียวอ่อน อับเรณู (anther) สีแดง และม่วง ยกเว้น Tak Fa3 สีเหลือง และ DTMA-202 สีชมพู เส้นไหม (silk) สีแดง โคนเขียวปลายม่วง โคนเขียวปลายแดง โคนเขียวปลายชมพู โคนเหลืองปลายชมพู และเหลือง ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีม่วง ม่วงปนเขียว ยกเว้น Nei542013 สีเขียว ฝักทรงกระบอกทรงกรวย ยกเว้น DTMA-202 กึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดของเมล็ดบริเวณกึ่งกลางฝักหัวแข็ง ยกเว้น Tak Fa 3 Nei452006 และ Nei452009 กึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดสีส้มเหลือง เหลืองส้ม ยกเว้น Ki60 สีเหลือง สีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะสีส้มเหลือง ยกเว้น Ki60 สีเหลือง DTMA-192 และ DTMA-193 สีเหลืองส้ม ซังสีขาว

ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น จำนวน 11 สายพันธุ์ พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีเขียว แดง และม่วง รูปร่างใบแรกมนและมนกลม การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ กาบใบที่ตำแหน่งฝักบนสุดสีเขียว ยกเว้น Nei502015 สีเขียวปนม่วง ฐานดอกย่อยสีเขียวอ่อน เขียว ยกเว้น Nei502010 สีชมพู และ Nei541006 สีแดง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ ความแน่นของช่อดอกตัวผู้หลวม ปานกลาง แน่น ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางปานกลาง ยกเว้น Nei502007 น้อย Nei412001 และ Nei411016 มาก กาบดอกย่อย (glume) สีเขียวอ่อน เขียว ม่วงขีดเขียว เขียวขีดม่วงปลายจุดม่วง และม่วงขีดเขียวปลายจุดม่วง เปลือกดอกย่อย (lemma) สีเขียวอ่อน ยกเว้น Nei502015 สีเขียวอ่อนขีดม่วง และ Nei502010 สีเขียวอ่อนปลายจุดม่วง อับเรณู (anther) สีเหลือง ชมพู ชมพูอมเหลือง ม่วง และ เหลืองปลายจุดม่วง เส้นไหม (silk) สีเขียวอ่อน เหลือง ชมพู แดง ม่วง โคนเหลืองปลายชมพู และโคนเหลืองปลายม่วง ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีเขียวและม่วง ฝักทรงกระบอก และทรงกรวย ยกเว้น Nei411016 กึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดของเมล็ดบริเวณกึ่งกลางฝักหัวแข็ง ยกเว้น Nei462013 และ CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-B กึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดสีส้มเหลือง และเหลืองส้ม ยกเว้น Nei411016 สีส้ม สีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะสีส้มเหลือง และเหลืองส้ม ยกเว้น Nei411016 สีส้ม

ปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 20 สายพันธุ์ พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีม่วง แดง และเขียว รูปร่างใบแรกมนและมนกลม การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง และค่อนข้างตรง กาบใบที่ตำแหน่งฝักบนสุดสีเขียว ยกเว้น Nei582031 สีเขียวจุดม่วง ฐานดอกย่อยสีเขียว ยกเว้น Nei582029 สีเขียวอ่อน Nei582024 สีชมพู Nei582006 สีม่วง และ Nei582001 สีเขียวปนแดง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรงและค่อนข้างตรง ความแน่นของช่อดอกตัวผู้หลวม ปานกลาง และแน่น ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางปานกลาง กาบดอกย่อย (glume)

กรมวิชาการเกษตร

สีเขียว เขียวขีดม่วง ยกเว้น Nei582024 สีเขียวอ่อน และ Nei582006 สีม่วง เปลือกดอกย่อย (lemma) สีเขียวอ่อน ยกเว้น Nei582006 สีม่วง และ Nei582056 สีเขียวอ่อนขีดม่วง เส้นไหม (silk) สีเขียวอ่อน ชมพู ม่วง ยกเว้น Nei582018 สีม่วงอมชมพู Nei582025 สีเขียวอ่อนอมชมพู Nei582039 และ Nei582055 โคนเขียวปลายม่วง อับเรณู (anther) สีเหลือง ยกเว้น Nei582001 สีแดงปนเหลือง Nei582006 และ Nei582014 สีม่วงปนเหลือง Nei582008 และ Nei582057 สีม่วงปนแดง Nei582038 สีเหลืองปนชมพู ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีเขียว เขียวปนม่วง ยกเว้น Nei582051 และ Nei582055 สีม่วง และ Nei582060 สีม่วงปนเขียว ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ยกเว้น Nei582006 และ Nei582056 ทรงกระบอก Nei582018 Nei582031 Nei582060 ทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดบริเวณกึ่งกลางฝักหัวแข็ง ยกเว้น Nei582005 Nei582016 กึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดและสีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะสีส้มเหลือง ยกเว้น Nei582016 Nei582025 และ Nei582039 มีสีเหลืองส้ม

ปี 2561 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 20 พันธุ์ พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีม่วง รูปร่างใบแรกมนและมนกลม การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง และระนาบ สีกาบใบที่ตำแหน่งฝักบนสุดสีเขียว ฐานดอกย่อยสีเขียวอ่อน เขียว แดง และม่วง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรง ค่อนข้างตรง และระนาบ ความแน่นของช่อดอกตัวผู้หลวมและปานกลาง ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางน้อยและปานกลาง กาบดอกย่อย (glume) สีเขียวขีดม่วง เขียวขีดแดงปลายจุดม่วง เขียวปลายจุดม่วง เขียวขีดม่วงปลายจุดม่วง และม่วงขีดเขียว เปลือกดอกย่อย (lemma) สีเขียวอ่อน อับเรณู (anther) สีชมพู แดง และม่วง เส้นไหม (silk) สีเขียวอ่อน แดง ม่วง และโคนเขียวปลายม่วง ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีม่วง เขียว และเขียวปนม่วง ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก และทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดบริเวณกึ่งกลางฝักกึ่งหัวแข็ง ยกเว้น NSX152009 NSX152031 NSX152068 NSX152090 และ NSX152091 หัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดสีส้มเหลือง และเหลือง สีที่ผิวของเมล็ดตรงข้ามคัพภะสีส้มเหลือง และส้ม ยกเว้น NSX152013 สีเหลืองส้ม

ปี 2562 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 20 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะใบ : การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่เข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก รูปร่างปลายใบแรกมน มน-ใบพาย และใบพาย ความเข้มของสีเขียวของใบเข้ม ปานกลาง และอ่อน การเป็นคลื่นของขอบใบปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การโค้งของแผ่นใบโค้งน้อยและโค้งปานกลาง

ลักษณะต้น : ระดับของการซิกแซกไม่ปรากฏ ยกเว้น Nei581007 Nei581011 Nei581014 และ Nei581015 ซิกแซกเล็กน้อย การปรากฏแอนโทไซยานินของรากค้ำเข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ลักษณะช่อดอกตัวผู้ : ลักษณะช่อดอกเพศผู้ตรง และค่อนข้างตรง ยกเว้น Nei581008 โค้งปานกลาง ความแน่นของช่อดอกเพศผู้หลวม แน่น และปานกลาง ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางแน่นมาก ปานกลาง และค่อนข้างหลวม การปรากฏแอนโทไซยานินบนฐานดอกเข้มมาก มาก และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินบนกาบดอกเข้มมาก มาก ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินของอับเรณูเข้มมาก มาก ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ลักษณะฝัก : การปรากฏแอนโทไซยานินที่ไหมเข้มมาก ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ทรงกระบอก และทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดหัวแข็ง ยกเว้น Nei581006 Nei581017 และ Nei581018 กึ่งหัวแข็ง สีด้านบนเมล็ดสีเหลือง เหลืองส้ม ส้ม และส้มเหลือง การปรากฏแอนโทไซยานินบนก้านฝักและเยื่อหุ้มเมล็ดที่ติดบนซังไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ปี 2563 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 30 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะใบ : การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่เข้ม ยกเว้น Nei432001 Nei582024 และ Nei442013 ไม่ปรากฏหรือน้อยมาก Nei492010 Nei452032 Nei532005 และ Nei542012 ปานกลาง และ Nei452019 เข้มมาก รูปร่างปลายใบแรกมน และมน-ใบพาย ความเข้มของสีเขียวของใบเข้ม ปานกลาง และอ่อน การเป็นคลื่นของขอบใบไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei412019 Nei582013 Nei452023 Nei582024 Nei442013 Nei452032 และ Nei542025 ปานกลาง การโค้งของแผ่นใบไม่โค้งหรือโค้งน้อยมาก โค้งน้อย และโค้งปานกลาง การปรากฏแอนโทไซยานินของกาบใบไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei582013 และ Nei442013 เข้ม

ลักษณะต้น : ระดับของการซิกแซกไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei412019 Nei452013 Nei452016-2 และ Nei452032 ซิกแซกเล็กน้อย การปรากฏแอนโทไซยานินของรากค้ำเข้มมาก เข้ม ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินของปล้องที่ฝักติดอยู่ไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei542018 และ Nei542020 ปานกลาง และ Nei582013 เข้ม

ลักษณะช่อดอกตัวผู้ : ลักษณะช่อดอกเพศผู้ตรง ค่อนข้างตรง แนวระนาบ และ โค้งปานกลาง ความแน่นของช่อดอกเพศผู้หลวม แน่น และปานกลาง ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางปานกลาง และค่อนข้างหลวม การปรากฏแอนโทไซยานินบนฐานดอกมาก ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินบนกาบดอกเข้มมาก มาก ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินของอับเรณูเข้มมาก มาก ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ลักษณะฝัก : การปรากฏแอนโทไซยานินที่ไหมเข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินบนก้านฝักไม่ปรากฏ ฝักทรงกึ่งกรวยกึ่งกระบอก ยกเว้น Nei412019 Pac999(S) Nei452016-1 Nei452016-2 Nei452031 และ Nei542006 ทรงกระบอก Nei452013 Nei452025 Nei582024 Nei452032 และ Nei532011 ทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดหัวแข็ง ยกเว้น Nei542018 และ Nei542006 กึ่งหัวแข็ง สีด้านบนเมล็ดสีส้มเหลือง ยกเว้น Nei432001 Nei542021 Nei542024 และ Nei542025 สีเหลืองส้ม Nei542032 และ Nei542033 สีส้ม

ปี 2564 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 20 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะใบ : การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่น้อย ปานกลาง เข้ม และเข้มมาก รูปร่างปลายใบแรกมน และมน-ใบพาย ความเข้มของสีเขียวของใบปานกลาง ยกเว้น Nei452007-1 Nei532003 และ Nei541008 อ่อน Nei532026 Nei542010 Nei542014 และ Nei602014 เข้ม การเป็นคลื่นของขอบใบไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei452030 Nei492006 Nei512005 Nei512006 Nei541017 และ Nei602014 ปานกลาง การโค้งของแผ่นใบโค้งน้อย ยกเว้น Nei452007-1 Nei502003 Nei532003 Nei532010 Nei532026 Nei542010 และ Nei602003 ไม่โค้งหรือโค้งน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินของกาบใบไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ลักษณะต้น : ระดับของการซิกแซกไม่ปรากฏ ยกเว้น Nei492006 Nei512006 Nei512016 Nei541017 และ Nei542010 ซิกแซกเล็กน้อย Nei532010 และ Nei532026 ซิกแซกมาก การปรากฏแอนโทไซยานินของรากค้ำเข้มมาก เข้ม ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินของปล้องที่ฝักติดอยู่ไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei512005 น้อย

ลักษณะช่อดอกตัวผู้ : ลักษณะช่อดอกเพศผู้ตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ ความแน่นของช่อดอกเพศผู้หลวม แน่น และปานกลาง ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางแน่นมาก ปานกลาง และค่อนข้างหลวม การปรากฏแอนโทไซยานินบนฐานดอกเข้มมาก มาก ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินบนกาบดอกไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei541008 และ Nei582062 ปานกลาง Nei542014 Nei602016 และ Nei602018 น้อย การปรากฏแอนโทไซยานินของอับเรณูมาก ปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะฝัก : การปรากฏแอนโทไซยานินที่ไหมไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei452007-1 Nei492006 Nei541008 และ Nei542014 ปานกลาง Nei541017 น้อย และ Nei512006 เข้มมาก แต่เนื่องจากในช่วงระยะออกดอกข้าวโพดประสบกับสภาวะฝนตกชุกและสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูง ส่งผลให้การผสมพันธุ์ไม่ติด ไม่ติดฝัก ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลลักษณะฝักได้

4.2 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1. การเตรียมตัวอย่างพืชและการสกัดดีเอ็นเอ

ผลการสกัดดีเอ็นเอจากใบข้าวโพดโดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอพืชสำเร็จรูป Plant Genomic DNA Mini Kit (Geneaid, Taiwan) พบว่าจากใบข้าวโพดสดน้ำหนัก 0.1 กรัม เมื่อนำไปสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดสกัดดังกล่าว และนำสารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้ไปวัดหาค่าปริมาณและความเข้มข้นของดีเอ็นเอ โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น A260/A280 พบว่าดีเอ็นเอที่สกัดได้มีปริมาณตั้งแต่ 1.5-5.6 ไมโครกรัม และมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 10.45-37.35 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร และเมื่อนำสารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้ไปตรวจสอบด้วย agarose gel electrophoresis พบว่าดีเอ็นเอที่สกัดได้ให้แถบดีเอ็นเอที่ชัดเจนและการขาดของดีเอ็นเอมีน้อย (Figure 4.2.1)

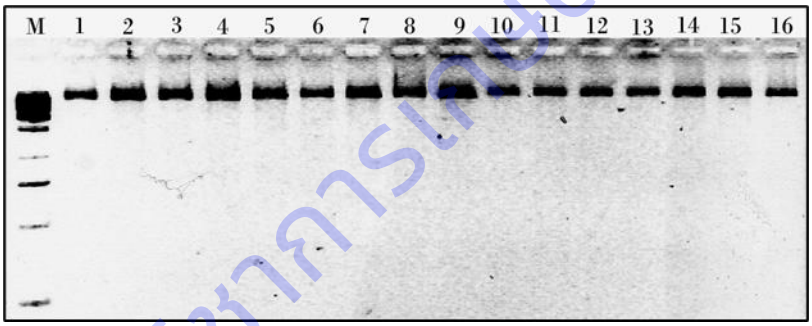


Figure 4.2.1 Genomic DNA isolated from 16 lines of maize. M = 1 Kb DNA Ladder.

2. การคัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค SSR

2.1 การทดสอบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของไพรเมอร์ SSR

ผลจากการทดสอบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยไพรเมอร์ จำนวน 56 คู่ พบว่าไพรเมอร์ทั้ง 56 คู่ สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ ดังแสดงภาพตัวอย่างไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดได้ (Figure 4.2.2) ถึงแม้ว่าไพรเมอร์ทั้ง 59 คู่ สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของข้าวโพดได้ แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกไพรเมอร์ จำนวน 28 คู่ เพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

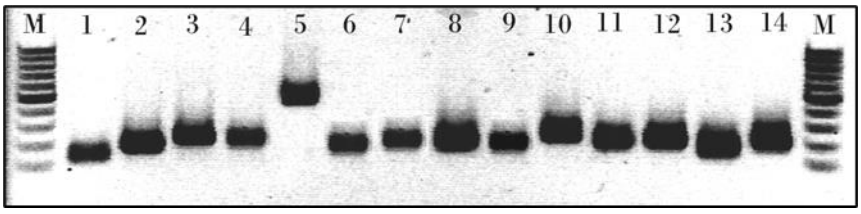


Figure 4.2.2 PCR amplification using 14 SSR primers. M = 100 pb DNA Ladder.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

2.2 การคัดเลือกไพรเมอร์ SSR เพื่อใช้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพด

จากการผลคัดเลือกไพรเมอร์ SSR เพื่อใช้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยไพรเมอร์ จำนวน 28 คู่ ไปติดฉลากด้วยสารเรืองแสง และเมื่อนำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอกับข้าวโพด แล้วแยกดีเอ็นเอด้วยเครื่องแยกขนาดชิ้นดีเอ็นเออัตโนมัติที่มีความละเอียดสูง พบว่าไพรเมอร์ทั้ง 28 คู่ให้ขนาดชิ้นดีเอ็นเอที่แตกต่างกันในข้าวโพดแต่ละพันธุ์ และให้ค่าความหลากหลายของอัลลีล (PIC) ของแต่ละไพรเมอร์ (ภาคผนวก ข) โดยมีค่าตั้งแต่ 0.49-0.90 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 0.76 แสดงว่าเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้นี้มีความสามารถในการตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมได้ดี มีจำนวนอัลลัลที่พบทั้งหมด 261 อัลลีล จำนวนอีลลีลที่พบ มีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 20 อัลลีลต่อตำแหน่ง คาเฉลี่ยการเกิดอัลลีลตอตำแหนง เทากับ 11.35

3. การตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR

ผลจากการใช้เครื่องโมเลกุล SSR ไปตรวจสอบดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ต่าง ๆ ทำให้ได้ตำแหน่งของดีเอ็นเอที่เป็นเครื่องหมายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ โดยข้อมูลตำแหน่งของดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกันนั้น ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อในการหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระดับดีเอ็นเอ โดยข้อมูลจากเครื่องโมเลกุล SSR จำนวน 11 ไพรเมอร์ ที่ได้ใช้ทดสอบหาความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 247 พันธุ์ เมื่อนำข้อมูลตำแหน่งของรูปแบบการเกิดแถบดีเอ็นเอไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยใช้โปรแกรมด้วยวิธี UPGMA พบว่าสามารถสร้างเดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ (Figure 4.2.3) โดยค่าความคล้ายคลึงกันทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 247 พันธุ์ ดูได้จากค่า similarity ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 1.00 แสดงให้เห็นว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีค่อนข้างสูง และพบว่าข้าวโพดบางพันธุ์มีความใกล้ชิดกันมากทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้องกัน (sister line) การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยโดยใช้ค่า similarity ที่ระดับ 0.27 นั้นพบว่าสามารถแยกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้เป็น 8 กลุ่ม ซึ่งภายในกลุ่มประกอบด้วยพันธุ์ที่แยกออกจากกันได้ และพันธุ์ที่ไม่สามารถแยกออกจากกัน ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสายพันธุ์ข้าวโพด จำนวน 29 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 512013, และ Nei 582048, Nei 582049, Nei 582065, Nei 490226, Nei 411005, Nei 542002, Nei 582011, 582012, Nei 9202(T), Nei 9204, Nei 512012-1, Nei 582046, Nei 532005, Nei 532002, Nei 582018, Nei 532028, Nei 542005, Nei 532023, Nei 532012, Nei 532013, Nei 512025, Nei 582017, Nei 532003, Nei 582025, Nei 502022, Nei 402011, Nei 502007 และ Nei 502023

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 16 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 462004, Nei 532015, Nei 532020, Nei 462013, Nei 582039, Nei 452004, Nei 462007, Nei 462012, Nei 462001, Nei 532018, Nei 492024, Nei 542012, Nei 492011, Nei 502029, Nei 542035 และ Nei 532014

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 452015, Nei 581019, Nei 452019, Nei 452025, Nei 452018, Nei 582022, Nei 582019, Nei 512008, Nei 532011, และ Nei 512028

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 63 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 422007, Nei 422004, Nei 452001, Nei 462002, Nei 542028, Nei 542029, Nei 542006, Nei 542025, Nei 542021, Nei 542024, Nei 542022, Nei 542023, Nei 542027, Nei 542026, Nei 582062, Nei 542003, Nei 492014, Nei 452006, Nei 542031, Nei 542030, Nei 452009, Nei 542016, Nei 542017, Nei 542018, Nei 542007, Nei 542020, Nei 542004, Nei 542019, Nei 542008, Nei 581021, Nei 581023, Nei 452026, Nei 512021, Nei 532027, Nei 581018, Nei 512024, Nei 452007-1, Nei 582009, Nei 582057, Nei 452030, Nei

582026, Nei 492002, Nei 452010, Nei 452014, Nei 452031, Nei 542033, Nei 542032, Nei 452013, Nei 452016-1, Nei 452016-2, Nei 512026, Nei 532010, Nei 582001, Nei 492001, Nei 502005, Nei 582002, Nei 582003, Nei 582005, Nei 582004, Nei 582059, Nei 581024, Nei 512029 และ Nei 542036

กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 80 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 452002, Nei 582044, Nei 582064, Nei 582043, Nei 492013, Nei 9008, Nei 502004, Nei 582041, Nei 452008, Nei 542009, Nei 542014, Nei 542015, Nei 452022, Nei 452023, Nei 542010, Nei 582036, Nei 542013, Nei 582038, Nei 542011, Nei 542039, Nei 582008, Nei 582007, Nei 492008, Nei 582015, Nei 582050, Nei 582052, Nei 502021, Nei 512020, Nei 532019, Nei 9203, Nei 402025, Nei 412001, Nei 452029, Nei 582054, Nei 542037, Nei 582013, Nei 512017, Nei 512017 , Nei 532025, Nei 582023, Nei 582040, Nei 502001, Nei 452028, Nei 582045, Nei 452021, Nei 432001, Nei 492012, Nei 512003, Nei 502018, Nei 541024, Nei 502012, Nei 542024, Nei 492016, Nei 502013, Nei 492022, Nei 492023, Nei 452027-1, Nei 582016, Nei 541005, Nei 541008, Nei 502011 , Nei 512004, Nei 581006, Nei 502014, Nei 411090, Nei 541002, Nei 402004, Nei 502016, Nei 581004, Nei 502020, Nei 502003, Nei 532007, Nei 532009, Nei 582024, Nei 582042, Nei 452032, Nei 411002, Nei 581002, Nei 512030 และ Nei 582029

กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 24 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 532021, Nei 411014, Nei 411013, Nei 411016, Nei 502015, Nei 541001, Nei 411007, Nei 541022, Nei 492029, Nei 502008, Nei 502029, Nei 581008, Nei 442013, Nei 411011, Nei 411030, Nei 412019, Nei 411032, Nei 462006, Nei 582051, Nei 581001, Nei 582014, Nei 492015, Nei , 512016 และ 411003

กลุ่มที่ 7 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 21 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 492018, Nei 532001, Nei 542038, Nei 532006, Nei 532022, Nei 512022, Nei 582027, Nei 582030, Nei 532024, Nei 512023, Nei 532026, Nei 582031, Nei 582028, Nei 541027, Nei 541029, Nei 512018, Nei 512019, Nei 492010, Nei 452017, Nei 582060 และ Nei 541021

กลุ่มที่ 8 ประกอบด้วยข้าวโพด จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Nei 442010, Nei 442002, Nei 492007 และ Nei 541004

กรมวิชาการเกษตร

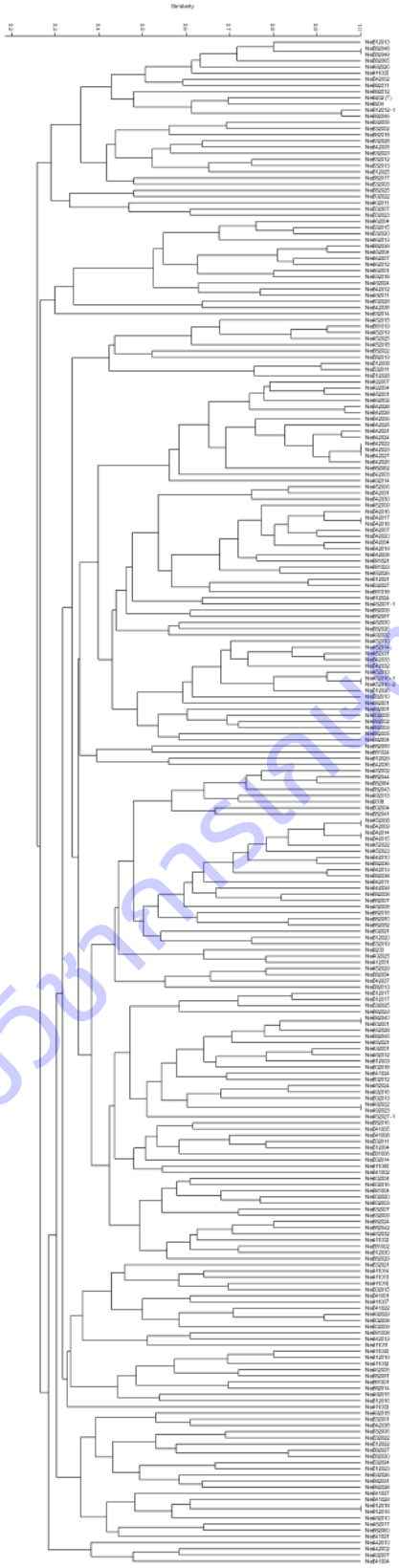


Figure 4.2.3 Dendrogram showing clustering of eight maize genotypes based on SSR marker analysis.

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสมที่ได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร สามารถจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้

1. จำแนกลักษณะและประเมินเชื้อพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex Situ*) สามารถจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ ในแต่ละลักษณะ ดังนี้ คือ สีโคนต้นอ่อนหรือการปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่ การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบ ปล้องที่ฝักติดอยู่ รากค้ำ ฐานดอก กาบดอก ไหม และอับเรณู รูปร่างปลายใบแรก ความเข้มของสีเขียวของใบ การเป็นคลื่นของขอบใบ การโค้งของแผ่นใบแรกเหนือฝัก ระดับของการซิกแซกของลำต้น ลักษณะช่อดอกเพศผู้ รูปทรงฝัก ลักษณะการเรียงของเมล็ด ชนิดเมล็ด สีสันด้านบนและสีตรงข้ามคัพภะของเมล็ด เป็นต้น

2. ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของขาวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุแท่ของกรมวิชาการเกษตรได้ และสามารถใช่ข่อมูลทางพันธุกรรมไปจัดกลุมได่ 8 กลุม สวนใหญมีความสอดคลองกับข่อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์ แตมีบางสายพันธุ์ที่เมื่อจัดกลุมแลวมีความแตกตางไป

ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรมวิชาการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป และเป็นเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับตรวจสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุยาว (115-120 วัน)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว (115-120 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้งอย่างน้อย 1-2 พันธุ์เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม

1.1 ได้พันธ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น NSX152067 มีความดีเด่นเหมาะสมในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นข้าวโพดลูกผสมอายุยาวพันธุ์ใหม่ เผยแพร่สู่เกษตรกร

NSX152067ผ่านการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิต การปรับตัวของพันธุ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่กว้างขวางในแหล่งปลูกที่สำคัญ NSX152067 จัดเป็นพันธุ์ดีเด่น ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,265 กิโลกรัมต่อไร่ จากขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น (3 สภาพแวดล้อม ปี 2559) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (4 สภาพแวดล้อม ปี 2560) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (6 สภาพแวดล้อม ปี 2561) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (10 และ 9 สภาพแวดล้อม ปี 2563 และ 2564) สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ NSX152067 ยังมีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 4 แปลง ในปี 2560 2561 2562 และ 2564) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1379 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.40 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 44 %

ข้อเสนอแนะ พันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX152067 นี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต นอกจากนี้สายพันธุ์แท้พ่อแม่พันธุ์ สามารถเผยแพร่แนะนำ และส่งเสริม แก่ผู้นำไปใช้ประโยชน์ นำไปใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม

1.2 ได้ประชากร NP99201(RRS) รอบคัดเลือก C_7 ให้ผลผลิตสูง 1,203 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับแนะนำสู่เกษตรกรในอนาคต

การพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) แบบหมุนเวียนสลับ ประชากร NP99201(RRS) ในรอบคัดเลือก C_0 - C_7 ให้ผลผลิตระหว่าง 1,036-1,282 กิโลกรัมต่อไร่ มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.76 ต่อรอบการคัดเลือก ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 105-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (989 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 118-146 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่) และให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,094 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า NP99202(RRS) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,043 กิโลกรัมต่อไร่

ข้อเสนอแนะ ประชากร NP99201(RRS) รอบคัดเลือก C_7 ให้ผลผลิตสูง 1,203 กิโลกรัมต่อไร่ และมีสมรรถนะการผสมทั่วไปมีคาสูง (GCA) เหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับแนะนำสู่เกษตรกรในอนาคต แนะนำส่งเสริมในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้ แต่ทั้งนี้ ควรศึกษาข้อมูลจำเพาะของพันธุ์เพิ่มเติมตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้คู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ สามารถนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

1.3 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง ได้พันธุ์ลูกผสมอายุยาว ที่ผ่านการคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจำนวน 39 พันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX172001-NSX172039 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง

ข้อเสนอแนะ นำพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้เข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

1.4 ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 27 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602001 - Nei602027 และการปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้ง โดยวิธีบันทึกประวัติได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์

ข้อเสนอแนะ สายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง จัดเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพสูง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ต่อไป

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุสั้น (95-100 วัน)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น (95-100 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้งอย่างน้อย 1-2 พันธุ์เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม

2.1 ได้พันธ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น NSX151008 มีความดีเด่นเหมาะสมในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นข้าวโพดลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ใหม่ เผยแพร่สู่เกษตรกร

NSX151008 ผ่านการประเมินและคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิต การปรับตัวของพันธุ์ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่กว้างขวางในแหล่งปลูกที่สำคัญ NSX151008 จัดเป็นพันธุ์ดีเด่นอายุสั้น ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ จากขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น (6 สภาพแวดล้อม ปี 2559 และ 2560) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (4 สภาพแวดล้อม ปี 2560) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (5 สภาพแวดล้อม ปี 2562) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (10 และ 9 สภาพแวดล้อม ปี 2563 และ 2564) ใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบอายุสั้นนครสวรรค์ 5 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ NSX151008 ยังมีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 2 แปลง ในปี 2560 และ 2562) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.37 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 47 %

ข้อเสนอแนะ พันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX151008 นี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต นอกจากนี้สายพันธุ์แท้พ่อแม่พันธุ์ สามารถเผยแพร่แนะนำ และส่งเสริม แก่ผู้นำไปใช้ประโยชน์ นำไปใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม

2.2 ได้ประชากร NSEYP1(RRS) ในรอบการคัดเลือก C5 และ C6 ให้ผลผลิตสูง จัดเป็นประชากรที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิดอายุสั้น

การพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และพัฒนาสายพันธุ์แท้ โดยพัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุสั้น NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) แบบหมุนเวียนสลับ ประชากร NSEYP1(RRS) ในรอบคัดเลือก C_3 – C_6 ให้ผลผลิตระหว่าง 996 - 1,189 กิโลกรัมต่อไร่ โดยผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.81 ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตคิดเป็น

ศูนย์วิจัยการเกษตร

ร้อยละ 109-130 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (917 กิโลกรัมต่อไร่) และร้อยละ 116-138 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (859 กิโลกรัมต่อไร่) นอกจากนี้ NSEYP1(RRS) ยังให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,099 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า NSEYP2(RRS) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 980 กิโลกรัมต่อไร่

ข้อเสนอแนะ ประชากร NSEYP1(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_5 และ C_6 ให้ผลผลิต 1,175 และ 1,189 กิโลกรัมต่อไร่ จัดเป็นประชากรที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิดอายุสั้น สำหรับการส่งเสริมในพื้นที่เป้าหมายตามวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์ นอกจากนี้คู่ผสมระหว่าง NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ เหมาะสำหรับนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูงต่อไป

2.3 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง ได้พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น ที่ผ่านการคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น จำนวน 17 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX171001-NSX171017 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง

ข้อเสนอแนะ นำพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้เข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

2.4 การพัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น 16 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602028 - Nei602043 และการปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้งจำนวน 44 สายพันธุ์

ข้อเสนอแนะ สายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง จัดเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพสูง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น ต่อไป

กิจกรรมที่ 3 การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง

ได้องค์ความรู้ ในการคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง

นอกจากศักยภาพการให้ผลผลิตแล้ว ควรคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ที่มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง จะทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง และได้จำแนกสายพันธุ์หรือพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง ได้แก่

- สายพันธุ์แท้ ประกอบด้วย Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 และ Nei542017
- พันธุ์ลูกผสม ประกอบด้วย NSX151001 NSX151008 NSX151034 NSX112017 NSX112026 NSX152005 NSX152020 NSX152067 และ NSX152096
- ประชากร NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2

พันธุ์และสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตสูงทั้งสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพแล้งระยะออกดอก มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ และดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 พันธุ์เหล่านี้ มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง แสดงให้เห็นว่าในช่วงที่เกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์เหล่านี้ปากใบยังคงเปิดเพื่อคายน้ำ และยังคงมีการสังเคราะห์แสง จึงจัดเป็นพันธุ์ที่มีความทนแล้งซึ่งสอดคล้องกับลักษณะผลผลิต

ข้อเสนอแนะ พันธุ์/สายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี จัดเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพสูง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากลักษณะที่แสดงออก (phenotype) และความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ (genotype) และเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ได้ฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทั้งลักษณะที่แสดงออก (phenotype) และระดับDNA

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสมที่ได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร มีลักษณะประจำพันธุ์ โดยสามารถจำแนกได้จากลักษณะ สีโคนต้นอ่อนหรือการปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่ การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบ ปล้องที่ฝักติดอยู่ รากค้ำ ฐานดอก กาบดอก ไหม และอับเรณู รูปร่างปลายใบแรก ความเข้มของสีเขียวของใบ การเป็นคลื่นของขอบใบ การโค้งของแผ่นใบแรกเหนือฝัก ระดับของการชิกแซกของลำต้น ลักษณะช่อดอกเพศผู้ รูปทรงฝัก ลักษณะการเรียงของเมล็ด ชนิดเมล็ด สีสันด้านบนและสีตรงข้ามคัพภะของเมล็ด เป็นต้น

การใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุแท้ของกรมวิชาการเกษตรได้ ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 247 สายพันธุ์ โดยใช้ไพรเมอร์ 11 คู่ ให้รูปแบบการเกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน จำนวน 63 ตำแหน่ง ไพรเมอร์ต่างชนิดกันทำให้เกิดแบถดีเอ็นเอที่แตกต่างกันในข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์ แต่ละไพรเมอร์มีโอกาสที่จะพบค่าความหลากหลาย (PIC) ตั้งแต่ 0.49-0.90 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 0.76 การวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA แล้วเขียนแผนภูมิ Dendrogram ทำให้การจัดแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้เป็น 8 กลุ่ม สวนใหญ่มีความสอดคล้องกับข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์ แตมีบางสายพันธุ์ที่เมื่อจัดกลุมแลวมีความแตกตางไป

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการใช้ประโยชน์

- เป็นเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับตรวจสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รองรับการบังคับใช้กฎหมายการคุ้มครองพันธุ์พืช ประกอบการจดทะเบียนพันธุ์ หรือการอ้างสิทธิการเป็นเจ้าของพันธุ์
- โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรมวิชาการเกษตร ใช้ข้อมูลในการพัฒนาพันธุ์ใหมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น นำรูปแบบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ใช้เป็นข้อมูลประกอบในการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์ในการสร้างคู่ผสม

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2560. ยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร ปี 2559-2564. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 56 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. เอกสารคู่มือโครงการส่งเสริมการปลูกพืชหลากหลาย ฤดูนาปรัง ปี 2561. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล :http://www11.rid.go.th/rid11/file/file_from_application/61/napang61.pdf. (5 กุมภาพันธ์ 2563).

ทัศนีย์ บุตรทอง สุริพัฒน์ ไทยเทศ สุทัศนีย์ วงค์ศุปไทย จำนงค์ ชัญถาวร กิตติมา อินทะเคหะ. 2558. การศึกษาและประเมินความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา. หน้า 93-107. *ใน*: รายงานผลการวิจัยประจำปี 2558 ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ประสาน สืบสุข กุหลาบ คงทอง ขนิษฐา วงศ์วัฒนารัตน์ จีราพร แก่นทรัพย์ และ กิตติภพ วายุภาพ. 2558. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดข้าวเหนียวเพื่อการปรับปรุงพันธุ์. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการประจำปี 2558 สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ เรื่อง “การบริหารงานวิจัยสู่ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพการเกษตรและการอนุรักษ์ วันที่ 25-27 สิงหาคม 2558 ณ คำแสด ริเวอร์แคว รีสอร์ท อ.เมือง จ.กาญจนบุรี

ปูชากร ภูวเกตานนท์. 2549. การใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและ PCR based เพื่อจำแนกความหลากหลาย ทางพันธุกรรมของงา (*Sesamum indicum* Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2558. แนวคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการปรับปรุงพืชไร่แบบผสมผสาน. 20-23 มกราคม 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ.ระยอง.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด : การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 274 หน้า.

วันชัย เย็นเพชร ธานี ศรีวงศ์ชัย มณฑิกานธิ์ สงบจิต ศานนท์ สุขสถาน สรรเสริญ จำปาทอง และชบา จำปาทอง. 2554. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดสายพันธุ์แท้ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR. หน้า 70-76. *ใน*: การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35 วันที่ 24-27 พฤษภาคม 2554. ณโรงแรมมารวย การ์เด้น กรุงเทพฯ.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วีรเดช โขนสันเทียะ รัชนี ขันธหัตถ์ เพียงเพ็ญ ศรวัต ประพิศ วองเทียม ศุภชัย สารกาญจน์ และ อัจฉรา ลิ่มศิลา. 2552. ฐานข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมันสำปะหลังไทยพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์ต่างประเทศ. หน้า16-30. *ใน*: ผลงานวิจัยดีเด่นและผลงานวิจัยที่เสนอเข้าร่วมพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่น. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2557. ยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปี 2575. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 53 หน้า.

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย. 2564. ประชากรสัตว์ ความต้องการใช้อาหารสัตว์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล :http://www.thaifeedmill.com/tabid/56/Default.aspx. (11 พฤษภาคม 2564).

สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง สุมาลี พิมพันธุ์. 2562. การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR. วารสารแก่นนคร 47 (พิเศษ 1) : 2562. 603-610.

กรมวิชาการเกษตร

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย และทัศนีย์ บุตรทอง. 2555. เทคนิคการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง. หน้า 150-160. *ใน :* การประชุมวิชาการพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานประจำปี 2555. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 18-20 มิถุนายน 2555. ณ โรงแรมภูริมาศ บีช แอนด์ สปา จังหวัดระยอง.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 25-34. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ และแนวโน้มปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ยุทธศาสตร์สินค้าเกษตรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. *ใน* : รายงานการประชุมคณะกรรมการร่วมจัดทำยุทธศาสตร์สินค้าเกษตรเป็นรายพืชเศรษฐกิจ 4 สินค้า (Roadmap) : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน และอ้อย ครั้งที่ 3/2557. 7 พฤศจิกายน 2557. ณ ห้องประชุม 1 กรมส่งกำลังบำรุงทหารบก กองบัญชาการกองทัพบก, กรุงเทพมหานคร.

อาวุธ ณ ลำปาง. 2529. ข้อสังเกตและคำแนะนำในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. วารสารวิชาการเกษตร 4: 85-92.

เอมอร อังสุรัตน์ ชูศักดิ์ จอมพุก กัมปนาท วิจิตรศรีกมล และสมนิมิตร พุกงาม. 2555. ศักยภาพของเศรษฐกิจการผลิตข้าวโพดไทยภายใต้ความเป็นพลวัตของอนาคตอาหารสัตว์และพลังงาน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 235 หน้า.

Bänzinger,M., G.O. Edmeades, D. Beck, and M. Bellon. 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize : From Theory to Practice. Mexico,D.F. : CIMMYT. 68 p.

Bauman, L.F. 1977. Improvement of established maize inbreds. Maydica XXII: 213-222

CIMMYT. 1999. CIMMYT 1997/98 World maize facts and trends ; Maize production in drought stressed environments: Technical options and research resource allocation. Mexico D.F.: CIMMYT. To cite part I : Heisey, P.W. and G.O. Edmeades 1999. Maize production in drought-stressed environments.

Eberhart, S.A., and W.A. Russel. 1966. Stability parameters for comparing varietes. *Crop Sci.* 6 : 36-40

Fischer, K.S., E.C. Johnson, and G.O. Edmeades, 1983. Breeding and Selection for Drought Resistance in Tropical Maize. CIMMYT, Mexico. 16 p.

Grudloyma, P., S. Prasitwattanaseree, M. Pumklom, and W. Duangjan. 2003. Identification of Drought and Low Nitrogen Tolerant Maize Germplasms in Thailand. Book of Abstracts: International Symposium on Plant Breeding. Mexico, August 17-22, 2003 :40-41.

Hallauer, A.R. 1978. Potential of exotic germplasm for maize improvement. Proceeding of International maize symposium. Mc Graw Hill, New York, 1978: 229-247

Hallauer, A.R., and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. The Iowa state University Press, Ames, Iowa.

Hendre, P.S., Phanindranath, R., Annapurna, V., Lalremruata A. and Aggarwal, K. 2008. Development of new genomic microsatellite markers from robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) showing broad cross-species transferability and utility in genetic studies. BMC Plant Biology. 8:51 (doi:10.1186/1471-2229-8-51)

Hugh, J. Earl, and F. Davis Richard. 2003. Effect of Drought Stress on Leaf and Whole Canopy Radiation Use Efficiency and Yield of Maize. *Agro. J.* 95: 688-696.

กรมวิชาการเกษตร

Ribaut, JM., DA Hoisington, J. Deutsch, and D. Gonzalez de Leon. 1996. Identification of quantitative trail loci under drought conditions in tropical maize: 1 Flowering parameters and the anthesis-silking interval. *TAG*. 92: 905-914.

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.

Tautz, D. and Renz, M. 1984. Simple sequence repeats are ubiquitous repetitive components of eukaryotic genomes. Nucl. Acids Res 12: 4127–4138.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

กรมวิชาการเกษตร

ผนวก ก

Characteristics of late inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2016

Traits	Tak Fa1	Tak Fa3	Nei452006	Nei452009	Nei532005	Nei542013	Ki60	DTMA-192	DTMA-193	DTMA-202
Traits of stalk										
Plant height	136	140	130	139	152	130	153	148	150	152
Stalk appearance	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Color of brace root	purple	purple-green	purple	purple-green	purple	green	purple-green	purple	purple	purple-green
Traits of leave										
Color at base of seedling	green	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Shape of first leaf	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse	round to obtuse	round to obtuse
Leaf curve of leaf above top ear	erect	horizontal	semi-erect	erect	horizontal	erect	semi-erect	erect	erect	horizontal
Color of leaf sheath	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
Traits of tassel										
Days to tasselling	58	59	57	57	56	56	62	58	61	57
Color of the ring of glume	purple	red	light green	red	green	light green	light green	green	green	light green
Tassel type	erect	erect	semi-erect	erect	semi-erect	erect	semi-erect	erect	erect	semi-erect
Tassel compactness	dense	dense	dense	intermediate	dense	dense	intermediate	dense	dense	dense
Floret density on central spike	intermediate	dense	intermediate	intermediate	few	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate
Glume color	green-purple	green-purple	purple-green	green-purple	green-purple	light green	purple-green	green-red	green-pink	light green
Anther color	purple	yellow	purple	red	purple	purple	red	red	red	pink
Traits of silk and ear										
Days to silking	56	60	58	58	59	57	62	58	62	56
Ear height	64	71	66	69	91	64	75	58	69	75
Silk color	green-purple	red	red	red	green-red	green-red	green-pink	yellow-pink	yellow	yellow-pink
Ear shape	conical	conical	cylindrical	conical	cylindrical	cylindrical	cylindrical	cylindrical	conical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	14	12	12	14	14	12	14	14	14	16
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	yellow-orange	yellow-orange	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow	yellow-orange	yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow	yellow-orange	yellow-orange	orange-yellow

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of early inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2016

Traits	Nei412001	Nei411008	Nei411016	Nei462013	Nei502007	Nei502010	Nei502015	Nei541006	Nei541022	CTS011074/P31 C4S5B-38-#-#-S5/CML421-S6	G18C23-30-1-3-1-S14
Traits of stalk											
Plant height	111	125	133	133	160	140	120	130	123	137	128
Stalk appearance	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Color of brace root	green	purple	green	green	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Traits of leave											
Color at base of seedling	green	purple	red	green	purple	red	purple	purple	purple	red	purple
Shape of first leaf	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse
Leaf curve of leaf above top ear	erect	semi-erect	horizontal	erect	semi-erect	semi-erect	erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect
Color of leaf sheath	green	green	green	green	green	green	greenปนม่วง	green	green	green	green
Traits of tassel											
Days to tasselling	59	53	49	51	54	51	53	53	52	50	50
Color of the ring of glume	light green	green	light green	green	light green	pink	green	red	green	light green	green
Tassel type	erect	semi-erect	semi-erect	horizontal	semi-erect	erect	erect	horizontal	erect	erect	horizontal
Tassel compactness	dense	intermediate	intermediate	sparse	dense	intermediate	dense	sparse	intermediate	intermediate	sparse
Floret density on central spike	dense	intermediate	dense	intermediate	few	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate
Glume color	light green	purple-green	light green	green	green-purple	purple-green	purple-green	purple-green	purple-green	light green	green
Anther color	pink	yellow	yellow	pink	yellow	pink-yellow	pink-yellow	yellow	purple	yellow-purple	yellow
Traits of silk and ear											
Days to silking	58	52	49	51	55	53	56	53	56	51	52
Ear height	55	64	70	71	85	78	60	74	61	75	61
Silk color	light green	yellow-pink	yellow-purple	yellow	pink	red	red	yellow-purple	pink	purple	purple
Ear shape	cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	cylindrical	conical	cylindrical	cylindrical	conical	conical	cylindrical	cylindrical
Traits of kernel											
Number of kernel row	12	12	12	12	14	12	12	14	12	14	14
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	flint	flint	semi-flint	flint	flint	flint	flint	flint	semi-flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	orange-yellow	orange	yellow-orange	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange	yellow-orange	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2017

Traits	Nei582001	Nei582005	Nei582006	Nei582008	Nei582057	Nei582014	Nei582051	Nei582060	Nei582054	Nei582055
Traits of stalk										
Plant height	166	205	176	160	166	193	177	184	199	169
Stalk appearance	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Color of brace root	green	purple	green	green	green	purple	purple	purple-green	green-purple	purple
Traits of leave										
Color at base of seedling	purple	red	purple	red	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Shape of first leaf	round to obtuse	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse
Leaf curve of leaf above top ear	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	erect
Color of leaf sheath	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
Traits of tassel										
Days to tasselling	53	56	56	56	57	58	56	57	56	57
Color of the ring of glume	greenปนred	green	purple	green	green	green	green	green	green	green
Tassel type	erect	erect	semi-erect	semi-erect	erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	erect	erect
Tassel compactness	intermediate	intermediate	intermediate	sparse	sparse	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	dense
Floret density on central spike	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate
Glume color	green-purple	green-purple	purple	green	green-purple	green-purple	green	green	green	green
Anther color	red-yellow	yellow	purple-yellow	purple-red	yellow	purple-red	purple-yellow	yellow-pink	yellow	yellow
Traits of silk and ear										
Days to silking	52	55	56	57	56	58	54	56	54	53
Ear height	93	91	82	82	84	95	100	97	103	84
Silk color	purple	pink	purple	light green	purple	pink	purple	pink	pink	green-purple
Ear shape	semi-cylindrical	semi-cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	12	14	12	12	12	12	10	12	10	12
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	semi-flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2017 (cont.)

Traits	Nei582056	Nei582029	Nei582031	Nei582016	Nei582018	Nei582024	Nei582025	Nei582036	Nei582038	Nei582039
Traits of stalk										
Plant height	166	184	185	180	173	200	169	158	151	144
Stalk appearance	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Color of brace root	green	purple-green	green	green	green	green	purple-green	green	green-purple	green
Traits of leave										
Color at base of seedling	purple	purple	purple	green	red	green	purple	purple	purple	green
Shape of first leaf	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse
Leaf curve of leaf above top ear	erect	erect	semi-erect	erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	erect	erect	erect
Color of leaf sheath	green	green	greenจุดม่วง	green	green	green	green	green	green	green
Traits of tassel										
Days to tasselling	53	55	55	54	55	56	54	55	53	53
Color of the ring of glume	green	light green	purple	green	green	pink	green	green	green	green
Tassel type	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect
Tassel compactness	sparse	sparse	intermediate	dense	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	dense	dense
Floret density on central spike	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate
Glume color	green	green	green-purple	green	green	light green	green	green	green	green
Anther color	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	red-yellow	yellow	yellow-pink	yellow
Traits of silk and ear										
Days to silking	50	52	52	53	55	55	52	55	53	53
Ear height	69	90	94	88	84	110	83	90	79	74
Silk color	light green	pink	purple	light green	purple-pink	light green	light green-pink	light green	purple	green-purple
Ear shape	cylindrical	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	12	12	12	14	12	14	14	14	12	12
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	flint	flint	semi-flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of hybrid maize in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2018

Traits	NSX152009	NSX152013	NSX152021	NSX152027	NSX152031	NSX152032	NSX152055	NSX152061	NSX152062	NSX152067
Traits of stalk										
Plant height	201	222	202	200	208	216	210	206	207	217
Stalk appearance	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Color of brace root	purple	green	purple	green-purple	green-purple	green-purple	green	purple	green	green-purple
Traits of leave										
Color at base of seedling	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Shape of first leaf	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	obtuse	obtuse	round to obtuse	obtuse	round to obtuse
Leaf curve of leaf above top ear	horizontal	semi-erect	semi-erect	horizontal	horizontal	horizontal	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect
Color of leaf sheath	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
Traits of tassel										
Days to tasselling	51	51	51	51	51	52	51	49	51	52
Color of the ring of glume	light green	light green	purple	red	light green	light green	light green	light green	light green	red
Tassel type	semi-erect	semi-erect	horizontal	erect	semi-erect	horizontal	erect	semi-erect	erect	semi-erect
Tassel compactness	intermediate	intermediate	sparse	intermediate	intermediate	sparse	intermediate	intermediate	intermediate	sparse
Floret density on central spike	intermediate	few	few	intermediate	few	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate
Glume color	green	green-purple	purple-green	green-red	green	green-purple	green	green-purple	green	green-purple
Anther color	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Traits of silk and ear										
Days to silking	51	51	51	51	51	52	51	48	51	52
Ear height	114	132	111	122	121	123	116	128	123	113
Silk color	purple	red	purple	purple-green	purple-green	red	purple-green	light green	purple-green	purple-green
Ear shape	semi-cylindrical	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	conical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	14	14	14	14	14	16	14	14	16	16
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint
Color of kernel cap	orange-yellow	yellow	yellow	yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow	yellow	yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	orange	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	orange	orange-yellow	orange	orange-yellow	orange-yellow	orange

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of hybrid maize in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2018 (cont.)

Traits	NSX152068	NSX152072	NSX152073	NSX152081	NSX152082	NSX152085	NSX152090	NSX152091	NSX152099	NSX152100
Traits of stalk										
Plant height	196	213	209	239	233	205	204	203	195	199
Stalk appearance	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Color of brace root	green-purple	green	green	green-purple	green-purple	green	green	purple	green	green-purple
Traits of leave										
Color at base of seedling	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Shape of first leaf	round to obtuse	obtuse	obtuse	obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse	round to obtuse
Leaf curve of leaf above top ear	semi-erect	horizontal	horizontal	horizontal	horizontal	horizontal	semi-erect	semi-erect	erect	horizontal
Color of leaf sheath	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
Traits of tassel										
Days to tasselling	51	50	48	52	51	51	51	51	51	51
Color of the ring of glume	red	light green	light green	purple	purple	light green	purple	light green	purple	red
Tassel type	semi-erect	semi-erect	semi-erect	horizontal	semi-erect	horizontal	erect	erect	erect	horizontal
Tassel compactness	intermediate	intermediate	sparse	sparse	sparse	sparse	intermediate	intermediate	intermediate	sparse
Floret density on central spike	few	intermediate	few	few	few	few	intermediate	intermediate	intermediate	few
Glume color	green-purple	green	green	purple-green	green	green	green-purple	green-purple	green-purple	green-purple
Anther color	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple	purple
Traits of silk and ear										
Days to silking	51	50	49	52	51	52	51	51	51	51
Ear height	123	131	123	138	139	123	124	113	120	118
Silk color	red	purple-green	purple-green	purple-green	purple-green	purple-green	purple	purple-green	purple	purple
Ear shape	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	conical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	14	14	14	14	16	14	14	14	14	14
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	semi-flint	flint	flint	semi-flint	semi-flint
Color of kernel cap	orange-yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	orange	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange	orange	orange	orange	orange	orange

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2019

Traits	Nei581001	Nei581002	Nei581003	Nei581004	Nei581005	Nei581006	Nei581007	Nei581008	Nei581009	Nei581010
Traits of stalk										
Plant height	175	169	175	208	181	196	199	144	217	218
Degree of zigzag on stem	absent	absent	absent	absent	absent	absent	slightly	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of brace roots	very strong	absent	absent	intermediate	very strong	strong	absent	absent	strong	strong
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	strong	absent	weak	strong	strong	strong	medium	medium	medium	strong
Shape of first leaf	rounded	rounded to spatulate	rounded	rounded to spatulate	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded
Intensity of green color at leaf	light	medium	dark	medium	dark	medium	medium	dark	medium	medium
Undulation of margin of blade	intermediate	absent	intermediate	intermediate	intermediate	absent	intermediate	absent	intermediate	intermediate
Leaf curve of leaf above top ear	moderately	moderately	moderately	slightly	slightly	slightly	slightly	slightly	moderately	moderately
Traits of tassel										
Days to tasselling	59	54	56	56	55	58	55	54	51	50
Tassel type	semi-erect	erect	semi-erect	erect	erect	erect	semi-erect	drooping	semi-erect	semi-erect
Tassel compactness	intermediate	dense	loose	dense	intermediate	intermediate	loose	loose	loose	loose
Floret density on central spike	medium	medium	medium	medium	dense	medium	lax	lax	lax	lax
Anthocyanin coloration at ring	absent	absent	strong	absent	absent	very strong	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of glume	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	intermediate	intermediate	strong
Anthocyanin coloration of anthers	absent	absent	absent	intermediate	weak	absent	intermediate	absent	absent	strong
Traits of silk and ear										
Days to silking	62	58	55	55	57	59	57	54	53	52
Ear height	63	62	75	103	90	82	67	64	103	104
Anthocyanin coloration of silks	absent	absent	intermediate	intermediate	strong	intermediate	intermediate	weak	absent	strong
Ear shape	conical	conical	cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	cylindrical	cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	10	10	12	12	12	12	10	12	12	12
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	flint	flint	flint	flint	semi-flint	flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	yellow-orange	orange-yellow	yellow-orange	orange	orange-yellow	yellow	yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	yellow-orange	orange-yellow	yellow-orange	orange	orange-yellow	yellow	yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2019 (cont.)

Traits	Nei581011	Nei581012	Nei581013	Nei581014	Nei581015	Nei581016	Nei581017	Nei581018	Nei581019	Nei581020
Traits of stalk										
Plant height	178	171	167	158	164	155	198	167	176	176
Degree of zigzag on stem	slightly	absent	absent	slightly	slightly	absent	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of brace roots	intermediate	strong	absent	very strong	intermediate	weak	absent	absent	very strong	weak
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	strong	strong	medium	strong	medium	strong	very strong	very strong	very strong	strong
Shape of first leaf	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	spatulate	spatulate	spatulate	spatulate	rounded	rounded
Intensity of green color at leaf	medium	medium	dark	medium	light	medium	dark	dark	medium	light
Undulation of margin of blade	intermediate	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	intermediate
Leaf curve of leaf above top ear	slightly	absent	moderately	moderately	moderately	slightly	slightly	absent	slightly	slightly
Traits of tassel										
Days to tasselling	55	55	54	54	55	53	51	56	54	54
Tassel type	erect	semi-erect	erect	semi-erect	erect	erect	erect	semi-erect	erect	erect
Tassel compactness	dense	intermediate	intermediate	intermediate	dense	dense	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate
Floret density on central spike	lax	lax	lax	lax	medium	medium	lax	medium	lax	lax
Anthocyanin coloration at ring	absent	strong	absent	absent	absent	absent	strong	absent	absent	strong
Anthocyanin coloration of glume	absent	intermediate	strong	absent	strong	intermediate	strong	very strong	intermediate	absent
Anthocyanin coloration of anthers	absent	strong	strong	absent	absent	absent	strong	very strong	strong	intermediate
Traits of silk and ear										
Days to silking	53	54	54	55	53	53	50	58	52	54
Ear height	83	83	79	66	71	50	66	64	70	78
Anthocyanin coloration of silks	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong	absent	intermediate	weak
Ear shape	conical	conical	cylindrical	conical	conical	semi-cylindrical	cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	14	14	10	10	10	10	12	12	10	10
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	flint	flint	flint	flint	flint	semi-flint	semi-flint	flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2020

Traits	Nei412019	Pac999(S)	Nei492010	Nei582013	Nei452023	Nei452013	Nei452016-1	Nei452016-2	Nei452019	Nei452025
Traits of stalk										
Plant height	137	99	149	159	122	155	129	128	119	150
Degree of zigzag on stem	slightly	absent	absent	absent	absent	slightly	absent	slightly	absent	absent
Anthocyanin coloration of brace roots	absent	absent	very strong	strong	absent	intermediate	absent	absent	strong	strong
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	strong	strong	medium	strong	strong	strong	strong	strong	very strong	strong
Shape of first leaf	rounded	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded	rounded
Intensity of green color at leaf	medium	dark	light	light	medium	light	light	light	light	light
Undulation of margin of blade	intermediate	absent	absent	intermediate	intermediate	absent	absent	absent	absent	absent
Leaf curve of leaf above top ear	moderately	slightly	absent	absent	moderately	moderately	slightly	slightly	slightly	slightly
Traits of tassel										
Days to tasselling	64	59	61	59	60	63	59	60	59	62
Tassel type	semi-erect	semi-erect	erect	semi-erect	semi-erect	erect	semi-erect	semi-erect	erect	erect
Tassel compactness	intermediate	intermediate	intermediate	loose	intermediate	dense	intermediate	dense	intermediate	intermediate
Floret density on central spike	lax	lax	lax	lax	lax	lax	lax	lax	medium	medium
Anthocyanin coloration at ring	absent	absent	absent	very strong	absent	very strong	strong	weak	absent	intermediate
Anthocyanin coloration of glume	absent	absent	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong
Anthocyanin coloration of anthers	intermediate	intermediate	weak	strong	strong	strong	strong	strong	intermediate	intermediate
Traits of silk and ear										
Days to silking	63	61	61	61	60	64	59	59	58	63
Ear height	70	47	75	77	67	97	73	70	64	82
Anthocyanin coloration of silks	intermediate	intermediate	weak	intermediate	absent	intermediate	strong	strong	absent	weak
Ear shape	cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	conical	cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	conical
Traits of kernel										
Number of kernel row	10	12	12	14	14	-	14	12	10	10
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2020 (cont.)

Traits	Nei432001	Nei582024	Nei442013	Nei452032	Nei452031	Nei532005	Nei532011	Nei532021	Nei532027	Nei542012
Traits of stalk										
Plant height	134	164	135	117	129	152	157	142	143	139
Degree of zigzag on stem	absent	absent	absent	slightly	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of brace roots	absent	absent	very strong	strong	weak	very strong	very strong	strong	absent	absent
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	absent	absent	absent	medium	strong	medium	strong	strong	strong	medium
Shape of first leaf	rounded to spatulate	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate
Intensity of green color at leaf	light	medium	dark	medium	medium	dark	medium	medium	dark	medium
Undulation of margin of blade	absent	intermediate	intermediate	intermediate	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Leaf curve of leaf above top ear	slightly	slightly	slightly	absent	slightly	strongly	absent	slightly	absent	slightly
Traits of tassel										
Days to tasselling	59	62	62	57	60	57	60	61	55	58
Tassel type	semi-erect	semi-erect	erect	erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	horizontal	horizontal	semi-erect
Tassel compactness	loose	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	loose	loose	loose	loose
Floret density on central spike	lax	medium	medium	medium	lax	medium	medium	medium	medium	medium
Anthocyanin coloration at ring	absent	strong	absent	very strong	absent	absent	absent	intermediate	intermediate	absent
Anthocyanin coloration of glume	strong	absent	intermediate	intermediate	strong	strong	absent	intermediate	intermediate	strong
Anthocyanin coloration of anthers	absent	absent	strong	absent	very strong	weak	absent	intermediate	weak	strong
Traits of silk and ear										
Days to silking	59	61	62	58	60	61	63	61	55	59
Ear height	52	79	60	65	72	84	80	69	77	60
Anthocyanin coloration of silks	absent	absent	weak	absent	strong	strong	strong	intermediate	absent	weak
Ear shape	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	conical	cylindrical	semi-cylindrical	conical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	12	12	14	14	14	14	12	14	12	14
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	yellow-orange	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2020 (cont.)

Traits	Nei542013	Nei542018	Nei542020	Nei542021	Nei542024	Nei542025	Nei542006	Nei542032	Nei542033	Nei582060
Traits of stalk										
Plant height	128	155	151	168	175	161	162	154	153	140
Degree of zigzag on stem	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of brace roots	strong	strong	very strong	strong	absent	absent	strong	intermediate	intermediate	strong
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong	strong
Shape of first leaf	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded	rounded	rounded	rounded to spatulate	rounded	rounded
Intensity of green color at leaf	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium
Undulation of margin of blade	absent	absent	absent	absent	absent	intermediate	absent	absent	absent	absent
Leaf curve of leaf above top ear	slightly	slightly	slightly	slightly	moderately	moderately	slightly	slightly	slightly	slightly
Traits of tassel										
Days to tasselling	60	61	58	60	59	60	56	59	59	62
Tassel type	erect	erect	erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	drooping	drooping	erect
Tassel compactness	dense	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	loose	loose	loose	dense
Floret density on central spike	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium
Anthocyanin coloration at ring	absent	strong	strong	absent	absent	absent	weak	absent	weak	strong
Anthocyanin coloration of glume	absent	strong	strong	strong	strong	strong	absent	strong	strong	absent
Anthocyanin coloration of anthers	intermediate	strong	strong	intermediate	intermediate	intermediate	absent	intermediate	intermediate	weak
Traits of silk and ear										
Days to silking	59	60	60	62	62	62	58	60	60	60
Ear height	68	83	83	89	92	82	88	73	78	72
Anthocyanin coloration of silks	intermediate	weak	weak	strong	strong	intermediate	absent	intermediate	intermediate	weak
Ear shape	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical	semi-cylindrical
Traits of kernel										
Number of kernel row	12	14	16	12	12	14	14	14	16	12
Kernel row arrangement	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight	straight
Kernel type	flint	semi-flint	flint	flint	flint	flint	semi-flint	flint	flint	flint
Color of kernel cap	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	yellow-orange	yellow-orange	orange-yellow	orange	orange	orange-yellow
Color of kernel at abgerminal site	orange-yellow	orange-yellow	orange-yellow	yellow-orange	yellow-orange	yellow-orange	orange-yellow	orange	orange	orange-yellow

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2021

Traits	Nei452007-1	Nei452030	Nei492006	Nei502003	Nei512005	Nei512006	Nei512016	Nei532003	Nei532010	Nei532026
Traits of stalk										
Plant height	111	129	145	107	131	121	145	135	146	139
Degree of zigzag on stem	absent	absent	slightly	absent	absent	slightly	slightly	absent	strong	strong
Anthocyanin coloration of brace roots	strong	absent	strong	very strong	very strong	strong	very strong	strong	intermediate	absent
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	very strong	very strong	very strong	very strong	strong	strong	very strong	medium	strong	strong
Shape of first leaf	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate
Intensity of green color at leaf	light	medium	medium	medium	medium	medium	medium	light	medium	dark
Undulation of margin of blade	absent	intermediate	intermediate	absent	intermediate	intermediate	absent	absent	absent	absent
Leaf curve of leaf above top ear	absent	slightly	slightly	absent	slightly	slightly	slightly	absent	absent	absent
Traits of tassel										
Days to tasselling	64	59	61	59	60	63	59	60	59	62
Tassel type	erect	semi-erect	erect	semi-erect	erect	semi-erect	erect	erect	erect	erect
Tassel compactness	dense	intermediate	dense	intermediate	dense	dense	dense	dense	intermediate	intermediate
Floret density on central spike	medium	dense	medium	lax	medium	medium	lax	lax	medium	medium
Anthocyanin coloration at ring	absent	very strong	very strong	very strong	strong	intermediate	absent	absent	absent	very strong
Anthocyanin coloration of glume	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of anthers	strong	strong	absent	intermediate	intermediate	intermediate	strong	absent	intermediate	strong
Traits of silk and ear										
Days to silking	60	58	58	59	56	54	54	57	58	56
Ear height	67	65	73	63	65	65	74	73	85	72
Anthocyanin coloration of silks	intermediate	absent	intermediate	absent	absent	very strong	absent	absent	absent	absent

กรมวิชาการเกษตร

Characteristics of inbred lines in *Ex situ* at NSFCRC during rainy season, 2021 (cont.)

Traits	Nei541008	Nei541017	Nei542010	Nei542014	Nei582062	Nei602003	Nei602004	Nei602014	Nei602016	Nei602018
Traits of stalk										
Plant height	150	150	129	140	122	151	159	139	137	139
Degree of zigzag on stem	absent	slightly	slightly	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of brace roots	very strong	very strong	absent	strong	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Traits of leave										
Anthocyanin coloration of sheath	very strong	strong	weak	strong	weak	medium	medium	medium	medium	strong
Shape of first leaf	rounded	rounded	rounded	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded to spatulate	rounded	rounded	rounded to spatulate	rounded
Intensity of green color at leaf	light	medium	dark	dark	medium	medium	medium	dark	medium	medium
Undulation of margin of blade	absent	intermediate	absent	absent	absent	absent	absent	intermediate	absent	absent
Leaf curve of leaf above top ear	slightly	slightly	absent	slightly	slightly	absent	slightly	slightly	slightly	slightly
Traits of tassel										
Days to tasselling	59	62	62	57	60	57	60	61	55	58
Tassel type	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	semi-erect	horizontal	semi-erect
Tassel compactness	intermediate	intermediate	dense	intermediate	intermediate	intermediate	intermediate	loose	loose	dense
Floret density on central spike	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	lax
Anthocyanin coloration at ring	intermediate	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent	absent
Anthocyanin coloration of glume	intermediate	absent	absent	weak	intermediate	absent	absent	absent	weak	weak
Anthocyanin coloration of anthers	intermediate	absent	absent	intermediate	intermediate	strong	intermediate	strong	strong	intermediate
Traits of silk and ear										
Days to silking	58	52	57	57	54	56	56	57	59	56
Ear height	84	71	63	79	60	77	75	67	65	73
Anthocyanin coloration of silks	intermediate	weak	absent	intermediate	absent	absent	absent	absent	absent	absent

กรมวิชาการเกษตร

ผนวก ข

Primers showing polymorphism across maize genotypes.

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
1	bnlg162	0.82	1	209	0.004
			2	211	0.004
			3	213	0.025
			4	215	0.021
			5	217	0.079
			6	219	0.167
			7	221	0.046
			8	225	0.046
			9	227	0.008
			10	230	0.360
			11	232	0.021
			12	236	0.067
			13	238	0.029
			14	240	0.008
			15	245	0.004
			16	247	0.008
			17	250	0.050
			18	253	0.021
			19	255	0.025
			20	257	0.004
2	bnlg666	0.76	1	111	0.008
			2	113	0.069
			3	115	0.015
			4	117	0.267
			5	121	0.023
			6	123	0.397
			7	127	0.008
			8	132	0.053
			9	135	0.038
			10	137	0.061
			11	144	0.038
			12	149	0.015
			13	153	0.008
3	bnlg1233	0.59	1	78	0.432
			2	85	0.108
			3	87	0.459
4	umc1342	0.65	1	75	0.455

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			2	80	0.091
			3	83	0.045
			4	88	0.364
			5	107	0.045
5	umc1526	0.83	1	100	0.231
			2	105	0.133
			3	108	0.142
			4	111	0.173
			5	115	0.014
			6	117	0.159
			7	121	0.139
			8	138	0.006
			9	140	0.003
6	umc1560	0.44	1	157	0.699
			2	172	0.272
			3	176	0.019
			4	191	0.010
7	umc1712	0.28	1	109	0.150
			2	111	0.835
			3	128	0.008
			4	131	0.008
8	umc1745	0.80	1	120	0.095
			2	122	0.245
			3	124	0.163
			4	127	0.293
			5	129	0.007
			6	133	0.020
			7	135	0.027
			8	140	0.136
			9	160	0.007
			10	162	0.007
9	umc2037	0.49	1	87	0.027
			2	89	0.004
			3	91	0.681
			2	95	0.082
			3	100	0.198
			4	111	0.008
10	umc2356	0.69	1	200	0.024
			2	206	0.174
			3	209	0.012

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			4	211	0.083
			5	214	0.198
			6	217	0.482
			7	200	0.008
			8	220	0.004
			9	230	0.008
			10	235	0.008
11	umc2562	0.77	1	113	0.007
			2	151	0.085
			3	160	0.156
			4	162	0.142
			5	167	0.376
			6	180	0.007
			7	187	0.014
			8	195	0.184
			9	201	0.028
12	bnlg439w1	0.90	1	340	0.042
			2	342	0.004
			3	345	0.008
			4	351	0.098
			5	353	0.125
			6	355	0.106
			7	363	0.019
			8	365	0.011
			9	366	0.026
			10	368	0.158
			11	370	0.053
			12	372	0.079
			13	374	0.098
			14	376	0.042
			15	378	0.023
			16	380	0.098
			17	382	0.011
13	bnlg1792k8	0.62	1	214	0.004
			2	232	0.004
			3	234	0.467
			4	237	0.396
			5	241	0.035
			6	247	0.008
			7	252	0.012

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			8	254	0.043
			9	256	0.016
			10	258	0.008
			11	260	0.008
14	bnlg1812	0.83	1	174	0.132
			2	176	0.255
			3	179	0.019
			4	181	0.198
			5	183	0.189
			6	185	0.009
			7	187	0.019
			8	189	0.057
			9	191	0.075
			10	193	0.038
			11	195	0.009
15	phi072k4	0.75	1	431	0.012
			2	436	0.032
			3	440	0.439
			4	442	0.115
			5	444	0.099
			6	446	0.162
			7	449	0.099
			8	459	0.043
16	umc1705w1	0.87	1	289	0.020
			2	291	0.029
			3	293	0.167
			4	296	0.206
			5	298	0.069
			6	310	0.127
			7	314	0.147
			8	316	0.010
			9	327	0.039
			10	329	0.049
			11	336	0.010
			12	339	0.010
			13	341	0.108
			14	343	0.010
17	bnlg161k8	0.84	1	166	0.185
			2	169	0.026
			3	178	0.007

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			4	185	0.106
			5	192	0.060
			6	195	0.026
			7	197	0.285
			8	203	0.007
			9	206	0.020
			10	208	0.020
			11	210	0.040
			12	214	0.146
			13	216	0.007
			14	218	0.026
			15	222	0.013
			16	224	0.020
			17	226	0.007
18	bnlg1666	0.79	1	110	0.177
			2	114	0.097
			3	119	0.016
			4	122	0.065
			5	125	0.032
			6	127	0.339
			7	134	0.016
			8	136	0.016
			9	138	0.226
			10	140	0.016
19	bnlg125k1	0.64	1	243	0.032
			2	246	0.095
			3	248	0.349
			4	250	0.016
			5	258	0.032
			6	265	0.476
20	umc2163k5	0.85	1	130	0.032
			2	133	0.049
			3	136	0.007
			4	139	0.147
			5	142	0.063
			6	145	0.007
			7	148	0.130
			8	150	0.109
			9	152	0.298
			10	159	0.004

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			11	167	0.011
			12	169	0.004
			13	171	0.053
			14	173	0.028
			15	175	0.025
			16	177	0.021
			17	179	0.014
21	umc2210	0.55	1	100	0.155
			2	103	0.631
			3	105	0.010
			4	110	0.165
			5	113	0.039
22	phi080k15	0.75	1	222	0.003
			2	227	0.016
			3	232	0.048
			4	235	0.006
			5	237	0.412
			6	241	0.243
			7	243	0.029
			8	245	0.026
			9	247	0.118
			10	249	0.038
			11	252	0.006
			12	255	0.006
			13	260	0.006
			14	264	0.003
			15	268	0.032
			16	275	0.003
			17	280	0.003
23	umc2212	0.67	1	115	0.127
			2	118	0.269
			3	121	0.475
			4	124	0.117
			5	127	0.013
24	bnlg1031	0.80	1	90	0.111
			2	92	0.111
			3	94	0.014
			4	96	0.069
			5	98	0.181
			6	100	0.347

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			7	102	0.014
			8	104	0.139
			9	106	0.014
25	phi101049	0.80	1	247	0.157
			2	251	0.366
			3	255	0.104
			4	259	0.007
			5	263	0.007
			6	265	0.060
			7	267	0.015
			8	271	0.015
			9	279	0.037
			10	282	0.067
			11	286	0.007
			12	290	0.149
			13	294	0.007
26	bnlg1940	0.90	1	410	0.115
			2	414	0.104
			3	417	0.021
			4	419	0.042
			5	421	0.042
			6	423	0.031
			7	425	0.052
			8	429	0.115
			9	431	0.094
			10	433	0.063
			11	435	0.031
			12	437	0.208
			13	439	0.010
			14	444	0.021
			15	448	0.042
			16	450	0.010
27	bnlg2305k4	0.87	1	263	0.090
			2	267	0.236
			3	269	0.056
			4	271	0.011
			5	273	0.045
			6	275	0.079
			7	281	0.112
			8	288	0.045

กรมวิชาการเกษตร

No	Primer name	PIC	Alleles no	Size (bp)	Allele frequency
			9	294	0.169
			10	309	0.101
			11	312	0.011
			12	314	0.011
			13	320	0.011
			14	326	0.022
28	bnlg2331k1	0.87	1	378	0.089
			2	402	0.067
			3	408	0.078
			4	410	0.211
			5	413	0.033
			6	415	0.044
			7	419	0.011
			8	423	0.044
			9	427	0.122
			10	429	0.022
			11	431	0.189
			12	437	0.089

กรมวิชาการเกษตร