ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Research and Development on Maize Variety

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นายสุริพัฒน์ ไทยเทศ

Mr. Suriphat Thaitad

ปี 2564

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เหมาะสมกับฤดูปลูก สำหรับแนะนำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้แก่เกษตรกร เช่น พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมอายุยาว มีอายุเก็บเกี่ยว 115-120 วัน มีความทนแล้ง สำหรับพื้นที่ปลูกต้นฤดูฝน-ปลายฝน ที่มักประสบปัญหาการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ ฝนทิ้งช่วงในระหว่างข้าวโพดเจริญเติบโต พันธุ์อายุสั้นมีอายุเก็บเกี่ยว95-100 วัน เหมาะสมกับระบบการปลูกพืชและการปลูกทดแทนนาปรัง นอกจากนี้ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ พ่อแม่พันธุ์ สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกรเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมใช้เอง ภาคเอกชน ทำการผลิตเชิงพาณิชย์

การปรับปรุงพันธุ์ทนแล้ง องค์ความรู้ด้านลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยนักปรับปรุงพันธุ์ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการมีฐานข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ และเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ ข้อมูลความสัมพันธ์ของฐานพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระดับดีเอ็นเอ องค์ความรู้และฐานข้อมูลแหล่านี้ นับเป็นประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่ช่วยให้การคัดเลือกพันธุ์มีโอกาสประสบความสำเร็จ

โครงการวิจัย ดำเนินการวิจัยใน 4 กิจกรรม ประกอบด้วย การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง : อายุยาว และอายุสั้น การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง และการศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากลักษณะที่แสดงออก (phenotype) และการใช้เครื่องหมายโมเลกุล โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอชนิด SSR หรือ microsatellite โครงการวิจัยนี้เป็นความร่วมมือกันระหว่างสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ศูนย์วิจัยพืชไร่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย ดำเนินการในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยฯ ของกรมวิชาการเกษตร หรือแปลงเกษตรกรที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของประเทศไทย รวมระยะเวลาดำเนินการ 6 ปี (2559 – 2564)

จากผลการดำเนินงาน ได้พันธ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น NSX152067 และลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น NSX151008 มีความดีเด่นเหมาะสมในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นข้าวโพดลูกผสมอายุพันธุ์ใหม่ ทั้ง 2 พันธุ์ผ่านการประเมินและคัดเลือกตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ โดย NSX152067 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,265 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ และ NSX151008 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบอายุสั้นนครสวรรค์ 5 โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้ง 2 พันธุ์มีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม พันธุ์ลูกผสมดีเด่น ทั้งสองพันธุ์นี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกร นอกจากนี้สายพันธุ์แท้พ่อแม่พันธุ์ สามารถเผยแพร่แนะนำ และส่งเสริม แก่ผู้นำไปใช้ประโยชน์ นำไปใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม

ได้องค์ความรู้ ในการคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง ได้ฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม และได้จัดแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการใช้ประโยชน์ เป็นเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับตรวจสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รองรับการบังคับใช้กฎหมายการคุ้มครองพันธุ์พืช ประกอบการจดทะเบียนพันธุ์ หรือการอ้างสิทธิการเป็นเจ้าของพันธุ์ และโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรมวิชาการเกษตร ใช้ข้อมูลในการพัฒนาพันธุ์ใหม่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มผลผลิต ลดความเสียเมื่อประสบภัยแล้ง ยกระดับผลผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการของประเทศ ลดการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวัตถุดิบทดแทนจากต่างประเทศ ราคาผลผลิตที่เกษตรกรจำหน่ายได้มีเสถียรภาพ เกิดความยั่งยืนในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการตั้งแต่ปี 2559-2564 ประกอบด้วยกิจกรรม การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุยาว (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

Abstract

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

กิตติกรรมประกาศ

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

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
กิตติกรรมประกาศ	5
สารบัญ	6
สารบัญภาพ	7
สารบัญตาราง	8
บทที่ 1 บทนำ	9-13
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	14-22
บทที่ 3 ผลการศึกษา	23-40
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	41-44
เอกสารอ้างอิง	44-45
ภาคผนวก	46-48

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

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.	23
Figure 1.7.1	Grain yield (kg rai-1) of of cooperation between public and private sectors hybrid corn yield trial during 2016-2021	26
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.	27
Figure 4.2.1	Genomic DNA isolated from 16 lines of maize. M = 1 Kb DNA Ladder.	31
Figure 4.2.2	PCR amplification using 14 SSR primers. M = 100 pb DNA Ladder.	31
Figure 4.2.3	Dendrogram showing clustering of eight maize genotypes based on SSR marker analysis.	33

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

Table 1.1.1	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	24
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	24
Table 2.1.1	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	27
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	28

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้า การเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
  เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ
- ☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
  คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
  สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
  การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
P10. ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจ	3,490,918

กรมวิชาการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

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 ช่วงแรกเป็นการปลูกในสภาพไร่อาศัยน้ำฝน มีพื้นที่ปลูกรวมประมาณร้อยละ 97-98 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยแบ่งออกเป็น 2 รุ่น คือรุ่นแรกร้อยละ 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 ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการลดพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังตามมติคณะรัฐมนตรี 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 เป็นปัญหาสำคัญในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูต้นฝนช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม มีความเสี่ยงสูงต่อความเสียหายของผลผลิต หรือรุนแรงจนอาจทำให้ต้นข้าวโพดแห้งตาย เกษตรกรจำเป็นต้องไถกลบและปลูกซ้ำในพื้นที่เดิม หรือเปลี่ยนปลูกพืชไร่อื่นแทน เช่นอ้อย และมันสำปะหลัง สอดคล้องกับ เอมอร และคณะ (2555) ได้รายงานสภาพปัญหาการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งผลิตที่สำคัญของประเทศ พบว่า ปัญหาด้านการผลิตจาก

กรมวิชาการเกษตร

สภาพแวดล้อมที่เกษตรกรส่วนใหญ่ระบุมากที่สุดคือ 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

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว (115-120 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์ เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม

2) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น (95-100 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 1-2 พันธุ์ เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อม

3) เพื่อศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง

4) เพื่อศึกษาลักษณะทางการเกษตร และประเมินเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5) เพื่อหาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

6) เพื่อสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ขอบเขตการศึกษา

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)

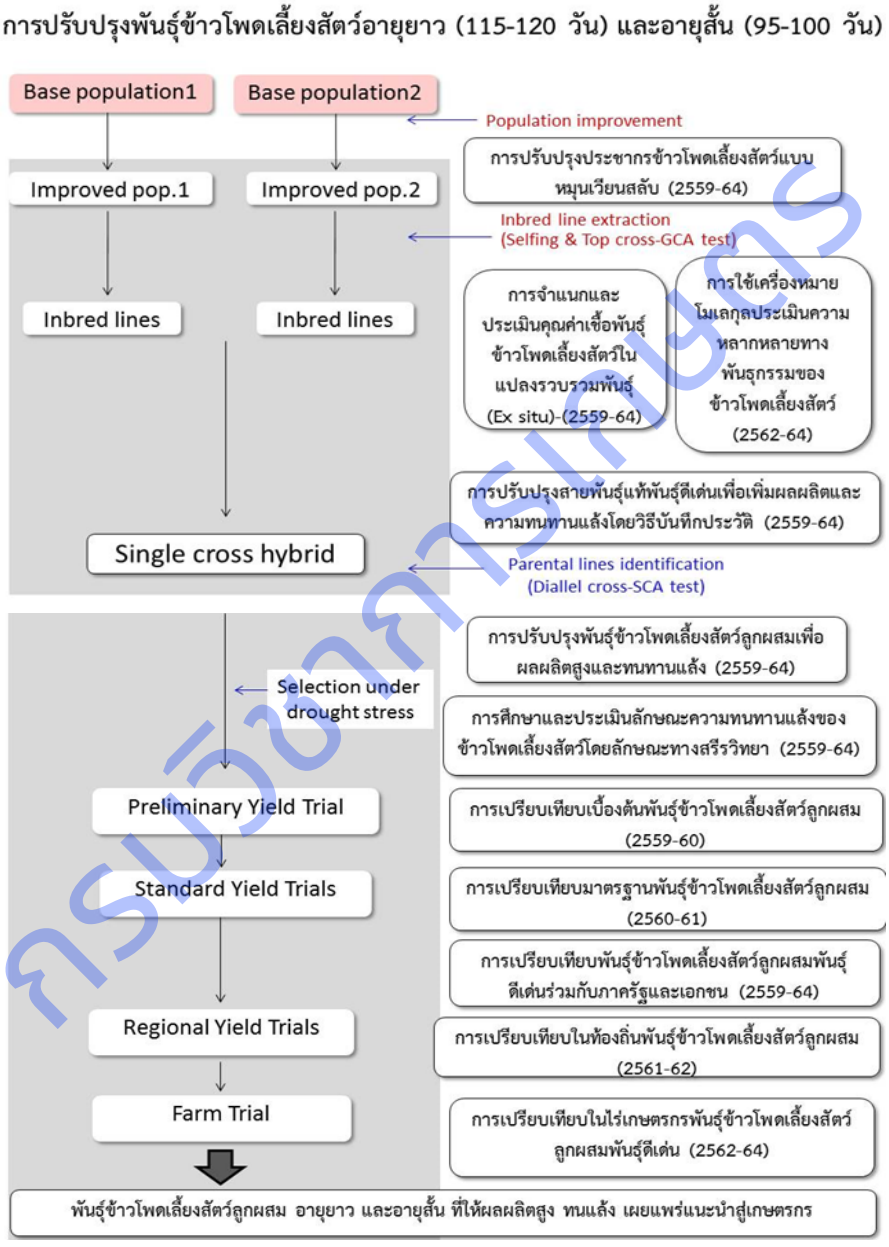
กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง : อายุสั้น (95 -100 วัน)

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

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3 การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง ศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา

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



กระบวนการดำเนินงานและความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมงานวิจัย
โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2559-2564

กรมวิชาการเกษตร

นิยามศัพท์

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) โดยให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอ สัปดาห์ละ 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

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

แผนงานที่ 18 : แผนงานวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพด

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วย 4 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง : อายุยาว (115-120 วัน)

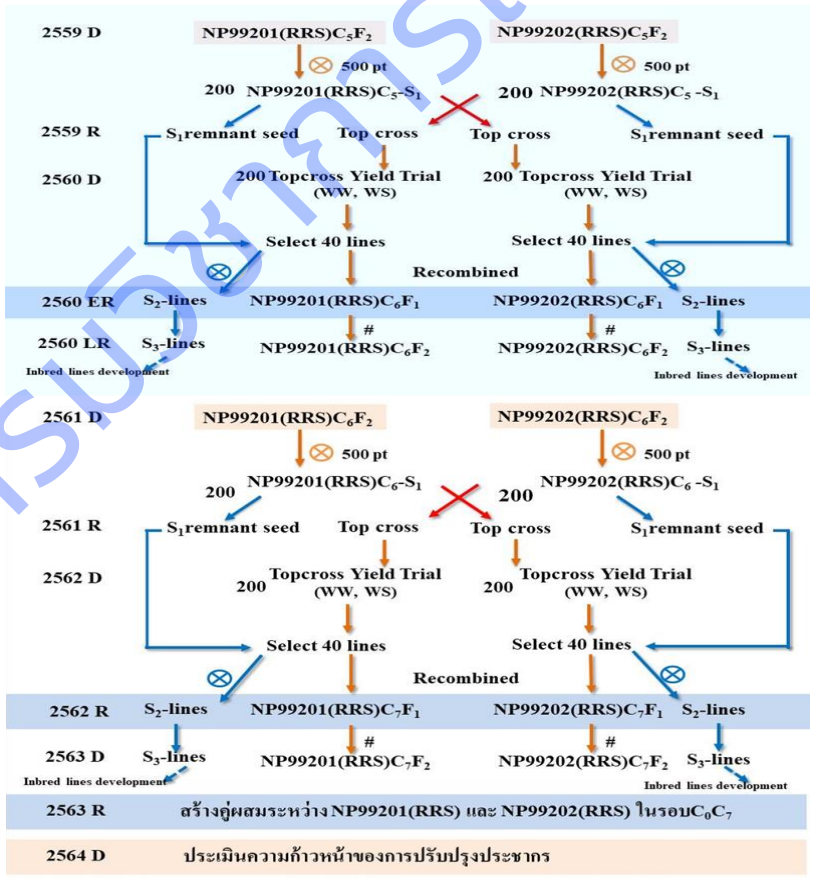
1.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ

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 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

ศรีวิชาการเกษตร

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 สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 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 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

กรมวิชาการเกษตร

ฤดูปลูก	วิธีการ
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

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุสั้น (95-100 วัน)

2.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ

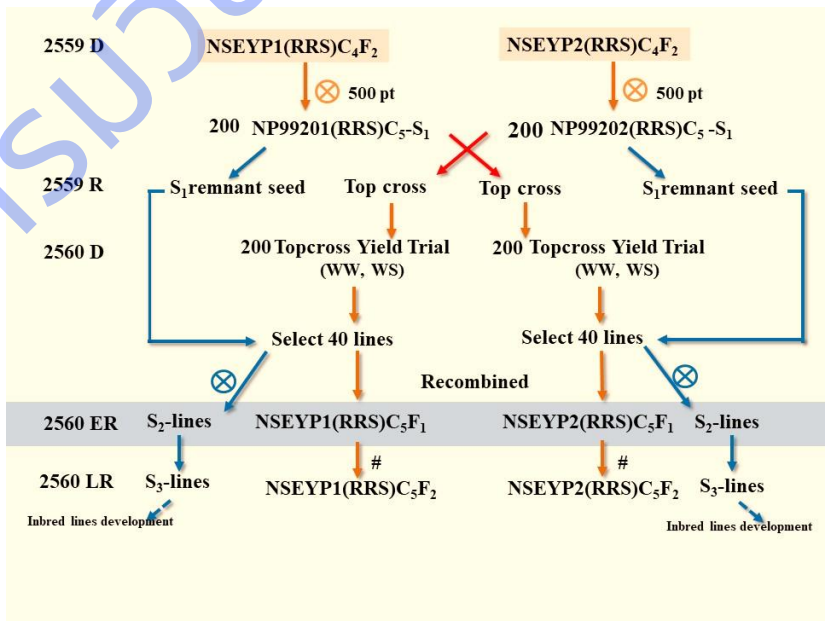
2559-2560 การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5 ของประชากรข้าวโพด NSEYP1(RRS)C_4F_2 และ NSEYP2(RRS)C_4F_2 โดยผสมตัวเองต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) ของแต่ละประชากร ผสมสายพันธุ์ S_1 กับสายพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็น S_1bulk ของประชากรตรงกันข้าม และประเมินผลผลิตของ S_1 topcross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

2561- 2562 การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6 ทำซ้ำเช่นเดียวกับ ปี 2559-2560

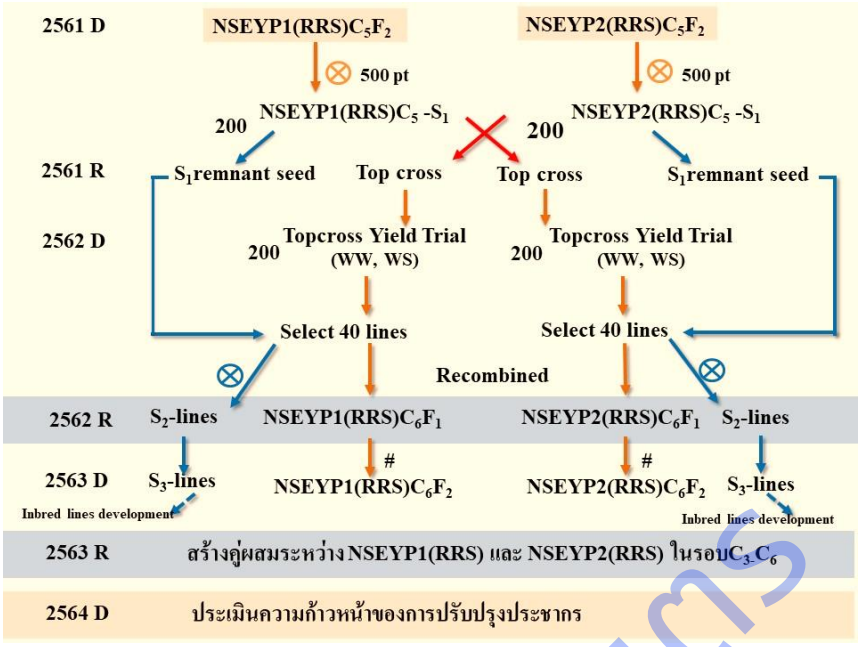
2563 ผสมพันธุ์แบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) ของประชากรข้าวโพด NSEYP1(RRS)C_3-C_6 และ NSEYP2(RRS)C_3 – C_6 เพื่อทดสอบสมรรถนะการผสมในปี 2564

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 โดยปลูก

ศรีนครินทร์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 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

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-1-B-B-B

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

กรมวิชาการเกษตร

ฤดูปลูก	วิธีการ
2562 (แล้ง) :	ปลูก BC_1S_3 แบบฝักต่อแถว ผสมตัวเอง ได้ BC_1S_4 ขณะเดียวกัน รวมละอองเกสรจากต้นผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมข้ามกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 5 และตากฟ้า 7 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 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

กิจกรรมที่ 3 การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง

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 สัปดาห์ เก็บเกี่ยว 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)

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

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 บันทึกข้อมูลลักษณะพันธุ์ตามหลักเกณฑ์การ

กรมวิชาการเกษตร

ตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์พืชเพื่อการคุ้มครอง (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 จากนั้นนำผลผลิตพีซีอาร์ที่เหลือไปตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเออย่างละเอียดโดยการแยกขนาดชิ้นดีเอ็นเอด้วยเครื่องอัตโนมัติ 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 นำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยใช้ชุด 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

กรมวิชาการเกษตร

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) จากจำนวนอัลลีลที่ได้จากการใชเครื่องหมายโมเลกุลแตละตำแหนง โดยค่า PIC เป็นคาที่เสดงถึงความสามารถในการตรวจสอบความแตกตางระหวางจีโนไทปของเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้

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

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง : อายุยาว (115-120 วัน)

1.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ

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)

จากผลการทดสอบสมรรถนะการผสม โดยการผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) ของประชากร NP99201(RRS) C_0-C_7 และ NP99202(RRS) C_0-C_7 พบว่า NP99201(RRS)C_7 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปมีค่าสูง (GCA) คือ 121.569 แสดงถึงประชากรรอบคัดเลือกเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด สำหรับแนะนำสู่เกษตรกรในอนาคต ส่วนคู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) คือ 162.150 ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากรทั้งสองนี้ สามารถนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ต่อไป (Table 1.1.1)

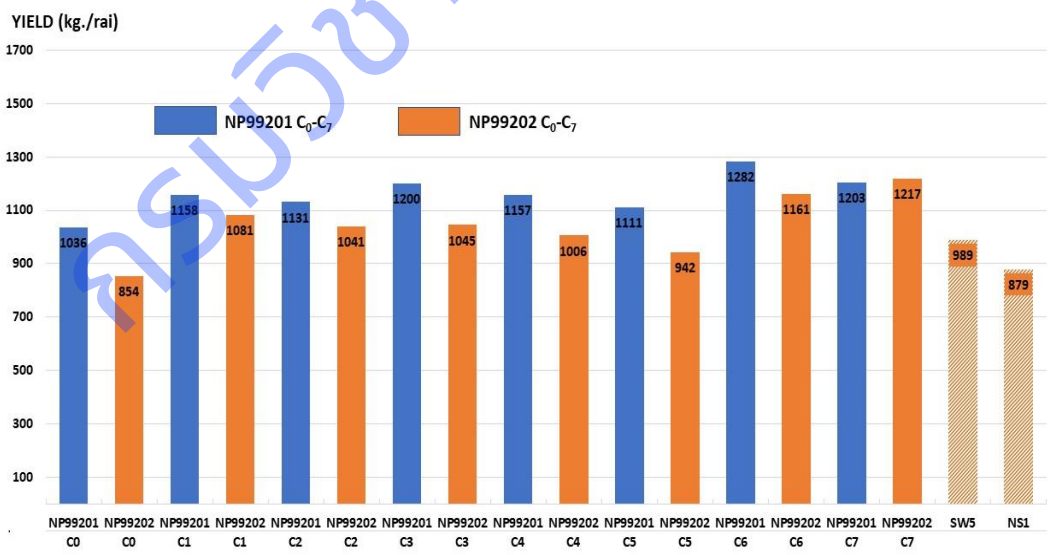


Figure 1.1.1 Mean grain yield per cycle of 2 improved maize populations, NP99201(RRS) C_0 to C_7 and NP99202(RRS) C_0 to C_7 at NSFCRC in the 2021 dry season.

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.1.1 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***	

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	-	-	-	-	-	-
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

กรมวิชาการเกษตร

1.3 การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2559 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 8 พันธุ์ ให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,324 กิโลกรัมต่อไร่) คิดเป็นร้อยละ 100-106 ได้แก่ NSX152046, NSX152060, NSX152097, NSX052014, NSX152057, NSX152067, NSX152055 และ NSX102005 และจำนวน 8 พันธุ์ ในปี 2560 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 100-107 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

1.4 การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

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

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

1.5 การเปรียบเทียบในท้องถิ่นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว

ปี 2561 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ NSX152070 NSX152097 NSX102005 S6248 และ NSX152067 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,058 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ในจำนวนนี้ทุกพันธุ์ยกเว้น S6248 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี

ปี 2562 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 15 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (890 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ พันธุ์ CP888New NSX152013 NSX152002 NSX152016 NSX152097 NSX152065 NSX152066 NSX152011 NSX152057 NSX152070 NSX152006 NSX152055 NSX152045 NSX152025 และ NSX152032 พันธุ์เหล่านี้ยกเว้น NSX152055 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดี จากการทดลองตั้งแต่ปี 2561-2562 สามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ NSX152070 NSX152097 NSX102005 NSX152067 NSX152013 NSX152002 NSX152016 และ NSX152097

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

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

ปี 2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,161 – 1,277 กิโลกรัมต่อไร่

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

1.7 การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นร่วมกับภาครัฐและเอกชน

ระหว่างปี 2559-2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในภาพรวมศักยภาพของพันธุ์ยังคงที่ โดยพิจารณาจากค่าผลผลิตสูงสุด ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากภาคเอกชน ภาครัฐ และค่าเฉลี่ยการทดลอง ซึ่ง ค่าเฉลี่ยการทดลองในปี 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 มีค่า 1,269 1,335 1,318 1,339 1,258 และ 1,334 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตุว่าพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากบริษัทเมล็ดพันธุ์รายย่อย (SMEs) การวิจัยและพัฒนามีความก้าวหน้าอย่าง

กรมวิชาการเกษตร

ต่อเนื่อง โดยผลผลิตเฉลี่ยในปี 2559 2560 2561 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 ถ้าการผลิตของเกษตรกรมีการใช้พันธุ์ลูกผสมที่มีศักยภาพ อย่างครอบคลุมและทั่วถึง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก (Figure 1.7.1)

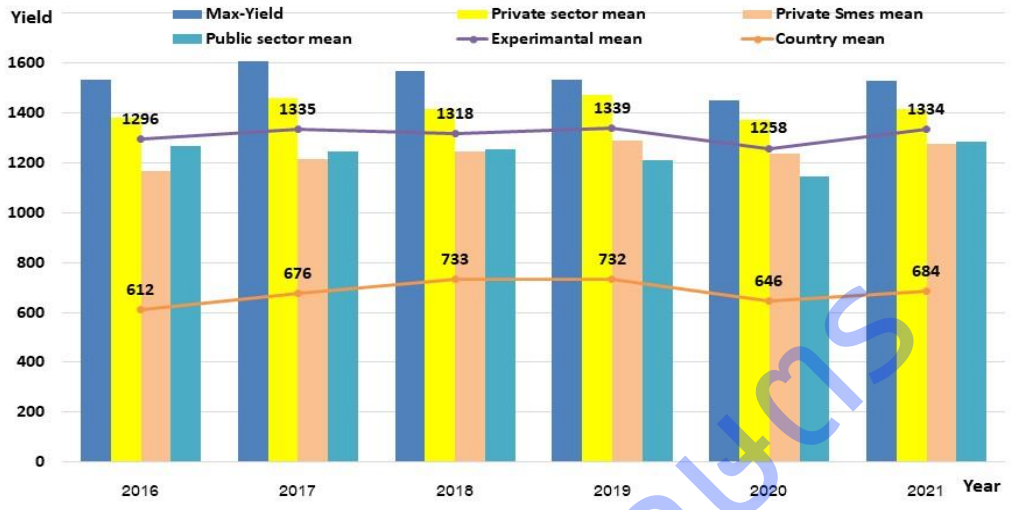


Figure 1.7.1 Grain yield (kg rai^{-1}) of of cooperation between public and private sectors hybrid corn yield trial during 2016-2021

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 ขณะเดียวกันทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ มีคู่ผสมจำนวน 93 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (727 กิโลกรัม/ไร่) ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 990-1,355 กิโลกรัม/ไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 50-55 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 50-59 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 160-228 เซนติเมตร และความสูงฝักอยู่ในช่วง 101-133 เซนติเมตร

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง อายุสั้น (95-100 วัน)

2.1 การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ

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

สบิวกการเกษตร

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)

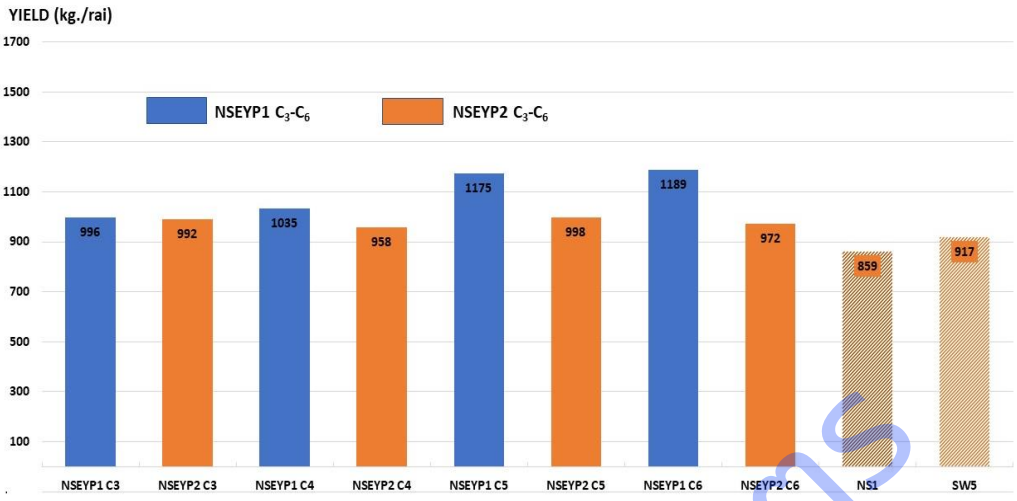


Figure 2.1.1 Mean grain yield per cycle of 2 improved maize populations, NSEYP1(RRS) C_3 to C_6 and NSEYP2(RRS) $C_{-3}$to C_6 at NSFCRC in the 2021 dry season.

จากผลการทดสอบสมรรถนะการผสม โดยการผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุม (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 เหมาะสำหรับนำมาใชพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูง ต่อไป (Table 2.1.1)

Table 2.1.1 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**	

2.2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

ปี 2559-2564 จากผลการดำเนินงาน 6 ปี มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเข้าสู่การประเมินศักยภาพผลผลิตรวมทั้งสิ้น 218 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ (Table 2.2.1) พบว่า พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น NSX151008 มีศักยภาพความทนแล้งโดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 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

กองวิชาการและแผนงาน

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
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 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 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

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

ปี 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 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงในแหล่งปลูกทั่วไป ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูก

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 ใน

กรมวิชาการเกษตร

จำนวนนี้พันธุ์ NSX052014 NSX111024 NSX111034 และ NSX111017 นอกจากให้ผลผลิตสูงแล้ว ยังมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี สามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดของประเทศไทย

ปี 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 จากการทดลองตั้งแต่ปี 2561-2562 สามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX052014 NSX111024 NSX111034 NSX111017 NSX151034 NSX151008 NSX151009 และ NSX151027

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

ปี 2563 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,325 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,246 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6 ขณะที่พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 ให้ผลผลิตใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5

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

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 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

กิจกรรมที่ 3 การวิจัยลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง

3.1 การศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา

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

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ การคายน้ำ แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับแรงดึงระเหยน้ำของใบ ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง ควรคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่มีค่าการสังเคราะห์แสงสูง การปิดเปิดปากใบสูง แรงดึงระเหยน้ำใบต่ำ และการคายน้ำสูง จะทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้งตามไปด้วย นอกจากนี้สามารถใช้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตและดัชนีทนแล้งประกอบการพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์หรือพันธุ์ด้วย โดยสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ แสดงว่า มีความทนทานแล้งมากกว่าสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตสูง สายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 แสดงว่ามีความทนทานแล้ง ทางตรงกันข้าม ถ้าสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่มีดัชนีทนแล้งน้อยกว่า 1 แสดงว่า มีความทนทานแล้งน้อยกว่า หรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง

การสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน จากการทดลองในปี 2559-2564 พบว่า เมื่อข้าวโพดเริ่มได้รับแสงตั้งแต่ 6.00 น. ข้าวโพดจะเริ่มต้นการคายน้ำ กระบวนการสังเคราะห์แสงก็เริ่มขึ้นด้วย ความเข้มของแสงจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาจนสูงสุดเมื่อเวลา 12.00 น. ช่วงนี้ข้าวโพดจะมีอัตราการคายน้ำสูงสุด หากข้าวโพดไม่สามารถดูดน้ำทันกับความต้องการ จะทำให้ข้าวโพดเกิดสภาวะเครียด และเริ่มแสดงอาการขาดน้ำ จากนั้นความเข้มของแสงจะเริ่มลดลงในตอนบ่าย และลดลงจนน้อยที่สุดในเวลา 18.00 น.

1) ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้อยู่ในรูปของพลังงานเคมีเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสร้างสารสังเคราะห์ เช่น แป้งและน้ำตาล เพื่อการเพิ่มน้ำหนักของเมล็ด ในรอบวันของข้าวโพด พบว่าการสังเคราะห์แสงจะขึ้นอยู่กับแสง 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 แสดงว่ามีความสามารถในการดูดน้ำจากดิน เพื่อรักษาสมดุลของน้ำในใบและปริมาณน้ำที่สูญเสียออกไป จึงไม่แสดงอาการเหี่ยว จัดเป็นพันธุ์ทนทานแล้ง

กิจกรรมที่ 4 การศึกษาจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

4.1 การจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*)

ระหว่าง ปี 2559-2564 ดำเนินการโดยจำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จำนวน 111 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสม 20 พันธุ์ ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*) บันทึกข้อมูลลักษณะพันธุ์ตามหลักเกณฑ์การตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์พืชเพื่อการคุ้มครอง (คพ.2) ของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกัน ดังนี้

ระยะการเจริญทางลำต้น (Vegetative) โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีเขียว แดง และม่วง การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่เข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก รูปร่างใบแรกมน มนกลม มน-ใบพาย และใบพาย ความเข้มของสีเขียวของใบเข้ม ปานกลาง และอ่อน การเป็นคลื่นของขอบใบปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง แนวระนาบ ไม่โค้งหรือโค้งน้อยมาก โค้งน้อย และโค้งปานกลาง รากค้ำสีม่วง และเขียว ลักษณะของลำต้นตรง ระดับของการซิกแซกไม่ปรากฏ และซิกแซกเล็กน้อย การปรากฏแอนโทไซยานินของรากค้ำเข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก

ระยะการเจริญทางการสืบพันธุ์ (Reproductive) 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 ฝักทรงกระบอก ทรงกรวย และกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดของเมล็ดหัวแข็ง และกึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดและสีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะส้มเหลือง เหลือง เหลืองส้ม และส้ม

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)

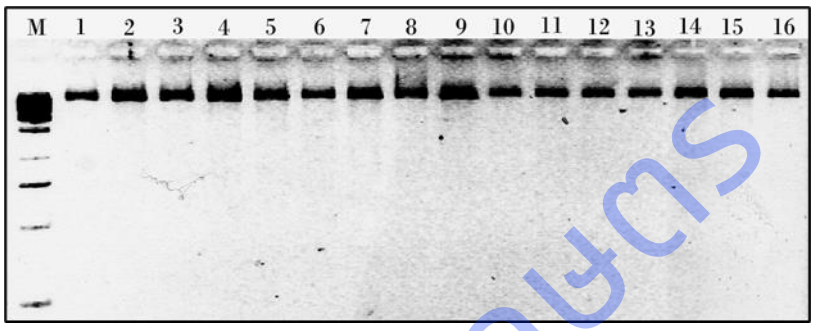


Figure 4.2.1 Genomic DNA isolated from 16 lines of maize. M = 1 Kb DNA Ladder.

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

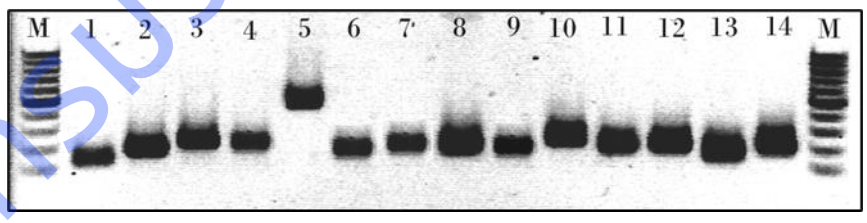


Figure 4.2.2 PCR amplification using 14 SSR primers. M = 100 pb DNA Ladder.

2.2 การคัดเลือกไพรเมอร์ SSR เพื่อใช้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพด

จากการผลคัดเลือกไพรเมอร์ SSR เพื่อใช้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยไพรเมอร์ จำนวน 28 คู่ ไปติดฉลากด้วยสารเรืองแสง และเมื่อนำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอกับข้าวโพด แล้วแยกดีเอ็นเอด้วยเครื่องแยกขนาดชิ้นดีเอ็นเออัตโนมัติที่มีความละเอียดสูง พบว่าไพรเมอร์ทั้ง 28 คู่ให้ขนาดชิ้นดีเอ็นเอที่แตกต่างกันในข้าวโพดแต่ละพันธุ์ และให้ค่า ความหลากหลายของอัลลีล (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

กรมวิชาการเกษตร

3. การตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR

ผลจากการใช้เครื่องโมเลกุล SSR ไปตรวจสอบดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ต่าง ๆ ทำให้ได้ตำแหน่งของดีเอ็นเอที่เป็นเครื่องหมายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ โดยข้อมูลตำแหน่งของดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกันนั้น ได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อในการหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระดับดีเอ็นเอ โดยข้อมูลจากเครื่องโมเลกุล SSR จำนวน 11 ไพรเมอร์ ที่ได้ใช้ทดสอบหาความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 247 พันธุ์ เมื่อ นำข้อมูลตำแหน่งของรูปแบบการเกิดแถบดีเอ็นเอไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 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

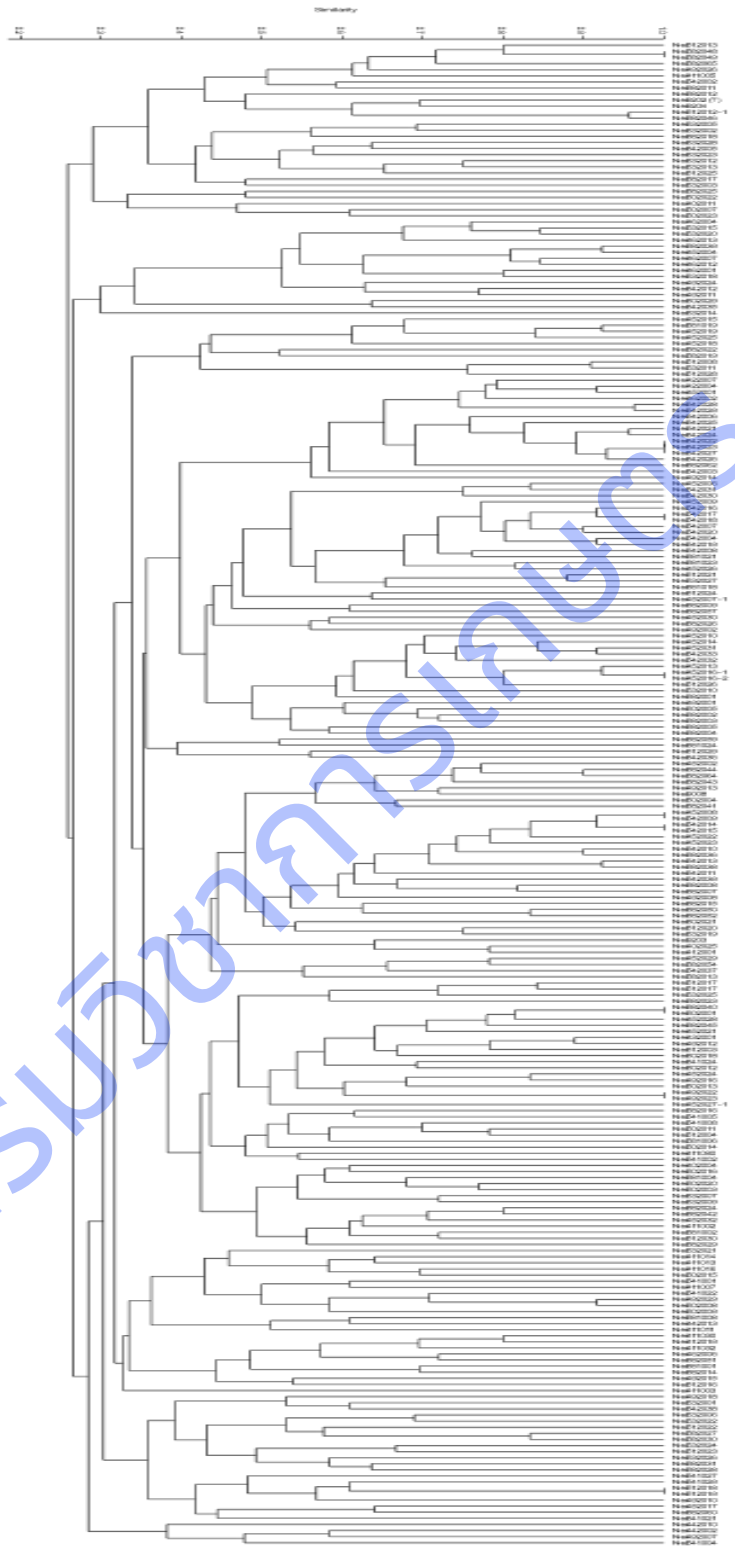


Figure 4.2.3 Dendrogram showing clustering of eight maize genotypes based on SSR marker analysis.

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้	2	เรื่อง	**1. องค์ความรู้**	2	เรื่อง	**เรื่องที่ 1** ความสัมพันธ์ของฐานพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระดับดีเอ็นเอ -จำแนกลักษณะและการประเมินลักษณะที่แสดงออก ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 247 สายพันธุ์ จัดแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้เป็น 8 กลุ่ม **เรื่องที่ 2** ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง	เผยแพร่องค์ความรู้ สู่ผู้นำไปใช้ประโยชน์ ใช้ในวางแผนการและต่อยอดงานวิจัยในโครงการวิจัยปี 2565-2567
2. ผลงานตีพิมพ์ 2.1 ระดับชาติ	2	เรื่อง	1. การพัฒนาพันธุ์ 2. ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง	3	เรื่อง	1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX042022 และ NSX052014 ตีพิมพ์ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 38 จ.นครสวรรค์. วันที่ 25-27 กรกฎาคม 2560. หน้า 31-39 2. สมรรถนะการผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ของไทยและสายพันธุ์แท้ทนทานแล้งจากต่างประเทศ ตีพิมพ์ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 38 จ.นครสวรรค์. วันที่ 25-27 กรกฎาคม 2560. หน้า 24-30 3. ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมภายใต้สภาวะขาดน้ำ ตีพิมพ์ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 38 จ. นครสวรรค์. วันที่ 25-27 กรกฎาคม 2560. หน้า 156-162	เผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์สู่กลุ่มเป้าหมายทั้งภาครัฐและเอกชน เกิดการแลกเปลี่ยน พัฒนา ต่อยอดงานวิจัยและนำไปส่งเสริมสนับสนุนการผลิตของเกษตรกร
3. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ หรือนานาชาติ (ระบุ) 3.1 นำเสนอแบบปากเปล่าระดับชาติ	1	เรื่อง	ความก้าวหน้าของงานวิจัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	2	เรื่อง	1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ในการสัมมนาวิชาการและประชุมใหญ่สามัญประจำปีสมาคมปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย	เผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์สู่กลุ่มเป้าหมายทั้งภาครัฐและเอกชน เกิดการแลกเปลี่ยน พัฒนา ต่อยอดงานวิจัยและนำไปส่งเสริมสนับสนุนการผลิตของเกษตรกร

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
						วันที่ 2-3 พฤษภาคม 2560 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ 2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ผลงานวิจัยดีเด่น ประเภทงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ ระดับดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2563 ในการประชุมวิชาการ ประจำปี 2563 กรมวิชาการเกษตร วันที่ 29-31 พฤษภาคม 2563	
3.2 นำเสนอแบบโปสเตอร์ระดับชาติ	2	เรื่อง	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ใหม่และการคัดเลือกพันธุ์ทนทานแล้ง	5	เรื่อง	1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX042022 และ NSX052014 ในการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 38 ปี 2560 วันที่ 25-27 กรกฎาคม 2560 2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX042022 และ NSX052014 ในการสัมมนา "นวัตกรรมเกษตรไทยมุ่งสู่ Thailand 4.0" วันที่ 8 กันยายน 2560 3. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 4 และนครสวรรค์ 5 ในสัมมนาวิชาการและประชุมใหญ่สามัญประจำปี 2562 สมาคมปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย วันที่ 24-25 กรกฎาคม 2562	
						4. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 4 และนครสวรรค์ 5 ในการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 39 วันที่ 27–29 สิงหาคม 2562 5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมผลิตสูงและทนแล้ง พันธุ์ดีเด่น NSX152067 ในการประชุมวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2564 วันที่ 30-31 สิงหาคม 2564	
3.3 นำเสนอแบบปากเปล่าระดับนานาชาติ	0	เรื่อง	ความก้าวหน้าของงานวิจัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	3	เรื่อง	1. Yield stability analysis of multi-environment yield trials of hybrid maize (*Zea Mays* L.) varieties in Thailand ในการประชุม The 1st China (Guangxi) - ASEAN Conference on Agricultural Science and Technology Cooperation เมืองหนานหนิง มณฑลกวางสี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน วันที่ 13-16 กันยายน 2560	เผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์สู่นักวิจัยนานาชาติ เกิดการแลกเปลี่ยน พัฒนา ต่อยอดงานวิจัยและนำไปสู่การพัฒนางานวิจัยของหน่วยงาน

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
3.4 นำเสนอแบบโปสเตอร์ระดับนานาชาติ	0	เรื่อง	ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง	1	เรื่อง	2. Maize Production and Breeding in Thailand: Status and Prospects ในการประชุม The 2nd China (Guangxi) - ASEAN Conference on Agricultural Science and Technology Cooperation เมืองหนานหนิง มณฑลกวางสี ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน วันที่ 16 กันยายน 2561 3. Maize Production and Breeding in Thailand: Status and Prospects ในการประชุม High-level Forum on “the Belt & Road Agricultural Sci-tech Cooperation” เมืองจี่หนาน มณฑลซานตง สาธารณรัฐประชาชนจีน วันที่ 17 เดือนตุลาคม 2561 1. Photosynthetic Performance of Inbred Lines under Water Stress in Thailand. The 13th Asian Maize Conference and Expert Consultation on Maize for Food Feed Nutrition and Environment Security, Ludhiana, India, October 8-10, 2018. pp. 103	
4. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ 4.1 ระดับภาคสนาม	2	ต้นแบบ	**4. ต้นแบบผลิตภัณฑ์** 4.1 ระดับภาคสนาม	6	ต้นแบบ	**ต้นแบบ 1** พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ใหม่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 4 รับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2562 ลักษณะเด่นคือ ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 1,092 กิโลกรัมต่อไร่ มีความทนทานแล้งในระยะออกดอก มีความต้านทานโรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้แผลใหญ่ และ โรคราสนิมในระดับปานกลาง **ต้นแบบ 2** พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ใหม่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 รับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2562 ลักษณะเด่นคือ ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 1,176 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้นที่อายุ 95-100 วัน มีความทนทานแล้งในระยะออกดอก มีความต้านทานต่อโรคใบ	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5 ในปี 2562 ถึง 2563 ได้ผลิตสายพันธุ์แท้พ่อและแม่ ขยายผลการใช้ประโยชน์ไปสู่เกษตรกรและภาคเอกชน สามารถนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมได้กว่า 300 ตัน นำไปปลูกครอบคลุมพื้นที่กว่า 121,000 ไร่ ได้ผลผลิตข้าวโพดเมล็ดแห้งสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์กว่า 142,000 ตัน คิดเป็นรายได้ที่เกษตรกรได้รับจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5 เป็นเงิน 1,210 ล้านบาท

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
						ไหม้แผลใหญ่ และโรคราสนิม ต้านทานปานกลางต่อโรคราน้ำค้าง และโรคใบด่างที่เกิดจากเชื้อ SCMV-MDB **ต้นแบบ 3** พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น **ต้นแบบ 4** พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น **ต้นแบบ 5** ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ สายพันธ์พ่อ และสายพันธุ์แท้ สายพันธ์แม่ อายุเก็บเกี่ยวยาว	NSX152067 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,265 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ NSX151008 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,121 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบอายุสั้นนครสวรรค์ 5 โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ สายพันธุ์แท้พ่อแม่พันธุ์ NSX152067 สามารถเผยแพร่ แนะนำ และส่งเสริม แก่ผู้นำไปใช้ประโยชน์ นำไปใช้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม
5. ทรัพย์สินทางปัญญา อนุสิทธิบัตร/ สิทธิบัตร/ ลิขสิทธิ์/พันธุ์พืช (ให้ระบุ)	0	เรื่อง	ขึ้นทะเบียนพันธุ์พืช ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์/สายพันธุ์ใหม่	5	เรื่อง	1. หนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ชนิดพืช ข้าวโพด ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ เอ็นเอสเอ็กส์ 042022 ร.พ.2 เลขที่ 1361/2561 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2561 2. หนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ชนิดพืช ข้าวโพด ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ เอ็นเอสเอ็กส์ 052014 ร.พ.2 เลขที่ 1362/2561 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2561 3. หนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ชนิดพืช ข้าวโพด ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ เอ็นอีไอ 452006 ร.พ.2 เลขที่ 1358/2561 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2561 4. หนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ชนิดพืช ข้าวโพด ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ เอ็นอีไอ 452009 ร.พ.2 เลขที่ 1359/2561 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2561 5. หนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติ	

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
						พันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ชนิดพืช ข้าวโพด ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ เอ็นอีไอ 462013 ร.พ.2 เลขที่ 1360/2561 ลงวันที่ 28 ธันวาคม 2561	

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม นำไปใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ในโครงการวิจัย ต่างๆ ของภาครัฐและเอกชน เช่น โครงการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมและเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดในช่วงฤดูปลายฝนและฤดูแล้ง (สวก.) โครงการวิจัยการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเชิงการค้า โดยการบูรณาการงานวิจัยของภาครัฐ (สวก.) และโครงการพัฒนาระบบการปลูกพืชไร่ในนาข้าว กรมการข้าว	2563-2564
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นอายุสั้นและยาว นำไปต่อยอดงานวิจัย และเตรียมข้อมูลเพื่อเสนอเข้ารับการรับรองพันธุ์เป็นข้าวโพดลูกผสมพันใหม่ ของกรมวิชาการเกษตร รวมถึงการขึ้นทะเบียนพันธุ์พืช	2565-2567
นำองค์ความรู้ ความสัมพันธ์ของฐานพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระดับดีเอ็นเอ และ ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้ง วางแผนการสร้างคู่ผสมทและการดำเนินงานในโครงการวิจัย	2565-2567

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

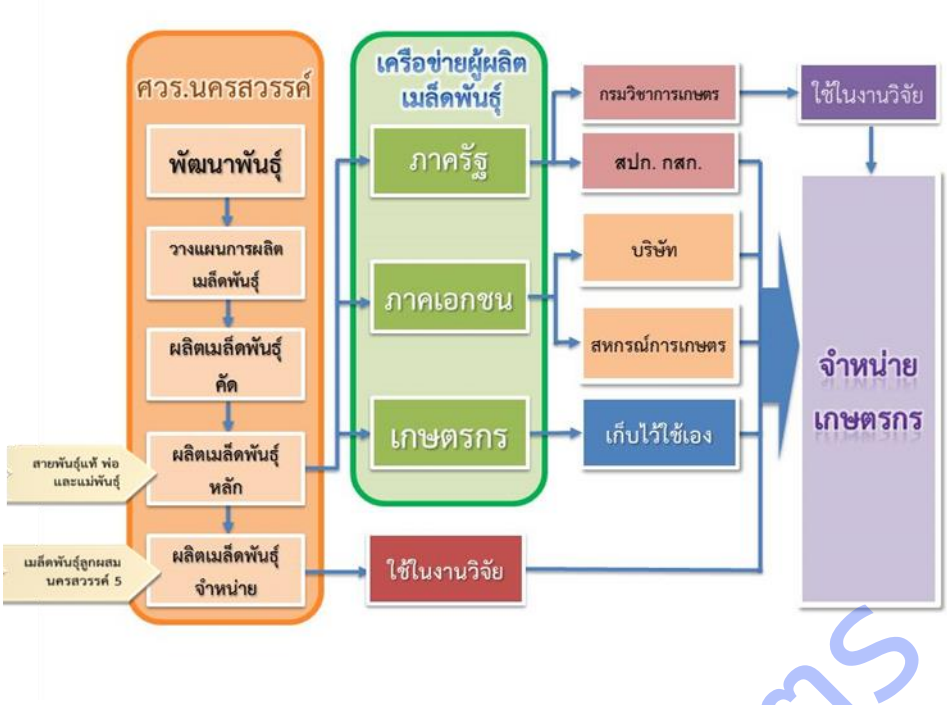
ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ได้ผลิตสายพันธุ์แท้พ่อและแม่ ขยายผลการใช้ประโยชน์ไปสู่เกษตรกรและภาคเอกชน สามารถนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมได้กว่า 300 ตัน นำไปปลูกครอบคลุมพื้นที่กว่า 121,000 ไร่ ได้ผลผลิตข้าวโพดเมล็ดแห้งสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์กว่า 142,000 ตัน คิดเป็นรายได้ที่เกษตรกรได้รับจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5 เป็นเงิน 1,210 ล้านบาท	ปี 2562 ถึง 2563
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์)

กรมวิชาการเกษตร



กระบวนการนำไปใช้ประโยชน์ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม และสายพันธ์แท้พ่อแม่พันธุ์

ด้านนโยบาย โดยใคร.....หน่วยงานภาครัฐที่กำกับดูแลนโยบาย

อย่างไร..... พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในนาทดแทนข้าวนาปรัง สนับสนุนนโยบายของภาครัฐที่ส่งเสริมการปลูกพืชไร่ใช้น้ำน้อย ทดแทนข้าวนาปรัง เพื่อให้มีผลผลิตข้าวโพดออกสู่ตลาดสอดคล้องกับความต้อ งการใช้ของภาคอุตสาหกรรม เพียงพอ ลดการนำเข้า

การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่นาทดแทนข้าวนาปรัง เป็นการเพิ่มผลผลิตรวมของประเทศ ทำให้สามารถลด หรือจำกัดพื้นที่ปลูกที่ไม่เหมาะ หรือไม่ถูกต้องตามกฎหมาย เช่นการปลูกในพื้นที่ภูเขาที่มีการเผาเศษซากพืชในฤดูกาลผลิต ซึ่งเป็นการสร้างมลภาวะสู่สิ่งแวดล้อม

ด้านสังคม โดยใคร.....หน่วยงานราชการ ภาคเอกชน สหกรณ์การเกษตร และเกษตรกร

อย่างไร เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พ่อและแม่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม สนับสนุนให้หน่วยงานราชการ ภาคเอกชน สหกรณ์การเกษตร และเกษตรกร สามารถนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่มีคุณภาพเพื่อใช้ หรือจำหน่าย

- สำหรับเกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้เอง เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตและเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็ง เพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรไทย
- ธุรกิจเมล็ดพันธุ์รายย่อย(SMEs) สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ และสามารถแข่งขันได้ในธุรกิจเมล็ดพันธุ์
- ส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรในการดำเนินการผลิต/ธุรกิจ เมล็ดพันธุ์ เกิดชุมชนหรือเครือข่ายเกษตรกรที่มีความเข้มแข็ง มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ และพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้

ด้านเศรษฐกิจ โดยใคร เกษตรกรและ เครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์

อย่างไร..... ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5 ในปี 2562 ถึง 2563 ได้ผลิตสายพันธุ์แท้พ่อและแม่ ขยายผลการใช้ประโยชน์ไปสู่เกษตรกรและภาคเอกชน สามารถนำไปผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมได้กว่า 300 ตัน นำไปปลูกครอบคลุมพื้นที่กว่า 121,000 ไร่ ได้ผลผลิตข้าวโพดเมล็ดแห้งสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์กว่า 142,000 ตัน คิดเป็นรายได้ที่เกษตรกรได้รับจากการปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5 เป็นเงิน 1,210 ล้านบาท

กรมวิชาการเกษตร

ข้าวโพดสายพันธุ์แท้พ่อและแม่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ เกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เอง สามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนเมล็ดพันธุ์ 450 บาท/ไร่

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้ง พันธุ์นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5 ช่วยลดความเสียหายเมื่อประสบปัญหาภัยแล้ง หรือเมื่อมีการระบาดของโรคทางใบที่สำคัญ เช่น โรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้แผลใหญ่ โรคใบด่างจากโรคใบด่างที่เกิดจากเชื้อ Maize dwarf mosaic virus เป็นการลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ

ด้านวิชาการ โดยใคร หน่วยงานวิจัยทั้งภาครัฐ สถาบันการศึกษา และเอกชนนำไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัย

อย่างไร....นำไปใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ในโครงการวิจัย ต่างๆ ของภาครัฐและเอกชน เช่น โครงการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดไร่ลูกผสมและเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวโพดในช่วงฤดูปลายฝนและฤดูแล้ง (สวก.) โครงการวิจัยการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเชิงการค้า โดยการบูรณาการงานวิจัยของภาครัฐ (สวก.) และโครงการพัฒนาระบบการปลูกพืชไร่ในนาข้าว กรมการข้าว เป็นต้น.

ข้าวโพดสายพันธุ์แท้/ประชากร รวมถึงลูกผสม ที่พัฒนาในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จัดเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญของไทย โดยเฉพาะลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ความทนทานแล้ง ความต้านทานต่อโรคที่สำคัญ เช่น โรคราน้ำค้าง หน่วยงานวิจัยสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในการพัฒนาพันธุ์ที่หลากหลาย เป็นการสร้างความมั่นคงและความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย

*** คำจำกัดความการนำใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน**

1. **ด้านนโยบายและสาธารณะ** การนำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบาย อาจเป็นนโยบายระดับประเทศ ระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับท้องถิ่นการใช้ประโยชน์ด้านนโยบายจะรวมทั้งการนำองค์ความรู้ไปสังเคราะห์เป็นนโยบายหรือทางเลือกเชิงนโยบาย (Policy options) แล้วนำนโยบายนั้นไปสู่ผู้ใช้ประโยชน์ในวงกว้างเพื่อประโยชน์ของสังคม และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน สร้างสังคมคุณภาพ และส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2. **ด้านพาณิชย์/เศรษฐกิจ** เป็นผลงานวิจัยที่เน้นสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการพัฒนาจากสิ่งที่มีอยู่เดิม โดยเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงพาณิชย์หรือลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือนำไปสู่การพัฒนารูปแบบธุรกิจใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและบริการ

3. **ด้านสังคมและชุมชน** การนำกระบวนการ วิธีการ องค์ความรู้ การเปลี่ยนแปลงการเสริมพลัง อันเป็นผลกระทบ ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นพื้นที่ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์การขยายผลต่อชุมชนท้องถิ่น หรือรวมถึงสังคมอื่น

4. **ด้านวิชาการ** เป็นผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ การนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ระดับชาติหนังสือ ตำรา บทเรียน ไปเป็นประโยชน์ด้านวิชาการ การเรียนรู้ การเรียนการสอนในวงนักวิชาการและผู้สนใจด้านวิชาการ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอดสื่อสาธารณะ การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ ผ่านทางหนังสือพิมพ์ / วารสาร / โทรทัศน์ / วิทยุ / คู่มือ / แผ่นพับ การฝึกอบรม และสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุยาว (115-120 วัน)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว (115-120 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 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) แบบหมุนเวียนสลับประชากร 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 สามารถนำมาใชพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

1.3 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง ได้พันธุ์ลูกผสมอายุยาว ที่ผ่านการคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจำนวน 39 พันธุ์

ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX172001-NSX172039 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง

ข้อเสนอแนะ นำพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้เข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

สรุปวิชาการเกษตร

1.4 ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 27 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602001 - Nei602027 และการปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์

ข้อเสนอแนะ สายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง จัดเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพสูง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ต่อไป

กิจกรรมที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งอายุสั้น (95-100 วัน)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น (95-100 วัน) ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง อย่างน้อย 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 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

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 เหมาะสำหรับนำมาใชพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูงต่อไป

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

ข้อเสนอแนะ นำพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้เข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

กรมวิชาการเกษตร

2.4 การพัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น 16 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602028 - Nei602043 และการปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง จำนวน 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 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 ระดับของการซิกแซกของลำต้น 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 สวนใหญมีความสอดคลองกับขอมูลลักษณะประจำพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์ แตมีบางสายพันธุ์ที่เมื่อจัดกลุมแลวมีความแตกตางไป

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการใช้ประโยชน์

- เป็นเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับตรวจสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รองรับการบังคับใช้กฎหมายการคุ้มครองพันธุ์พืช ประกอบการจดทะเบียนพันธุ์ หรือการอ้างสิทธิการเป็นเจ้าของพันธุ์

- โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของกรมวิชาการเกษตร ใช้ข้อมูลในการพัฒนาพันธุ์ใหมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น นำรูปแบบความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ใช้เป็นข้อมูลประกอบในการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์ในการสร้างคู่ผสม

กรมวิชาการเกษตร

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

การดำเนินงานวิจัยในสภาพแปลงทดลอง และไร่เกษตรกร โดยเฉพาะในไร่เกษตรกร แม้จะมีการวางแผนบริหารจัดการความเสี่ยงแล้วก็ตาม มีปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ปริมาณน้ำกักเก็บของเกษตรกร การควบคุมปริมาณน้ำของระบบชลประทาน ทำให้การใช้น้ำของเกษตรกรไม่พอเพียง การกระจายของฝน ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการพื้นที่ แปลงทดลองได้รับความเสียหาย หรือเกิดความแปรปรวนของผลการทดลอง จนไม่สามารถรวบรวมและสรุปผลการทดลองได้

เอกสารอ้างอิง

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. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการปรับปรุงพืชไร่แบบผสมผสาน. 20-23 มกราคม 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ.ระยอง.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด : การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยี สู่เกษตรกร. 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 :* การประชุมวิชาการพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 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.

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

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	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