Research Report 2021

รายงานผลงานวิจัย 2564

เล่มที่1

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

D A TOGETHER

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

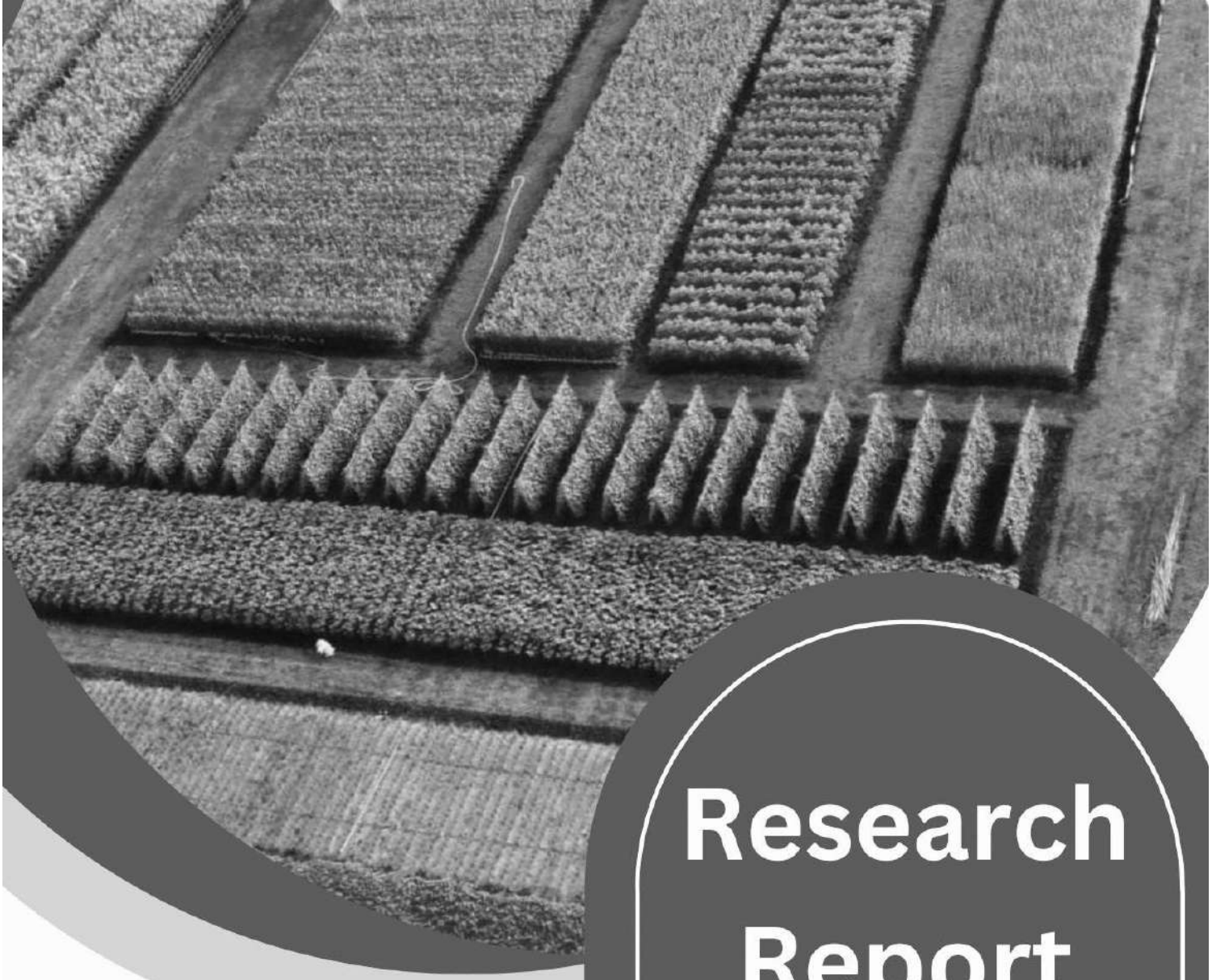
Nakhon Sawan Field Crops Research Center

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Field and Renewable Energy Crops Research Institute

กรมวิชาการเกษตร

Department of Agriculture



Research Report 2021

รายงานผลงานวิจัย 2564

เล่มที่1

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

D A TOGETHER

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

Nakhon Sawan Field Crops Research Center

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

Field and Renewable Energy Crops Research Institute

กรมวิชาการเกษตร

Department of Agriculture

คำนำ

รายงานผลงานวิจัย นับว่าเป็นภารกิจสำคัญอย่างยิ่งของผู้ดำเนินการวิจัย และเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่างานวิจัยนั้น ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยสามารถใช้รายงานผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ตนเองค้นพบไปยังบุคคลเป้าหมาย ทั้งเกษตรกร นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป เพื่อนำไปปฏิบัติ หรือใช้ประโยชน์

ในแต่ละปีผลงานวิจัยของนักวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินการวิจัยจนได้ผลงานวิจัยจำนวนมากในหลายสาขา และหลากหลายชนิดพืช ด้วยความมุ่งมั่น ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่ จนได้ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพและพร้อมที่จะเผยแพร่สู่การใช้ประโยชน์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อสาธารณชนต่อไป

ศิวิไล ลาภบรรจบ

ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

กันยายน 2566

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ	1
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง	17
การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว	45
การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นร่วมกับภาครัฐและเอกชน	63
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ	85
การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ	94
การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง	108
การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น	129
การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ	148
การศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา	157
การจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*)	174
ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ จ.นครสวรรค์	193
ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น	221
การประเมินสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่	245
การประเมินความต้านทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis* Guenee)	252
การประเมินสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อโรคต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (*Erwinia chysanthemi* pv.*zeae*)	265
ผลของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	270
การศึกษาอัตราประชากรและช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	287
ต้นแบบหมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในเขตภาคเหนือตอนล่าง	308

การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับ

Reciprocal Recurrent Selection in Late Maturity Maize Population Improvement

สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ปริญญา การสมเจตน์[2/] ทัศนีย์ บุตรทอง[2/] บุศริน อิ่มอินทร์[2/]
Suriphat Thaitad[1/] Parinya Kansomjet[2/] Thadsanee Budthong[2/] Budsarin Imin[2/]

Abstract

Improvement of late maturity maize population by reciprocal recurrent selection method (RRS) aimed to improve two heterotic late maturity maize populations; NP99201 and NP99202, to enhance their combining ability and drought tolerance for use as a genetic source for the hybrid breeding program. Two maize populations were improved simultaneously by reciprocal recurrent selection from 2016 to 2020. In 2021, the base populations (C_0) and the improved populations (C_1 – C_7) of NP99201 and NP99202 were evaluated at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. The findings revealed that there was no significant progress in terms of yield improvement through the selection process. However, the yield of both populations in all improved cycles was significantly higher than open-pollinated variety (OPV) Nakhon Sawan 1 (879 kg rai^{-1}). The grain yield was positively correlated with grain shelling percentage (r = 0.62*) but negatively correlated with plant height (r = -0.73**) and ear height (r = -0.71**). The NP99201(RRS)C_7 and NP99202(RRS)C_7 populations exhibited positive and statistically significant general combining ability (GCA) values, indicating their suitability for further development as open pollinated varieties. Additionally, the cross between NP99201(RRS)C_6 x NP99202(RRS)C_6 populations displayed positive and statistically significant specific combining ability (SCA) values for yield characteristics. Thus, the inbred lines derived from both populations in cycle 6 are suitable for use as parental lines in breeding high yielding hybrids.

Keywords: Maize, Population improvement, Reciprocal recurrent selection, Late maturity

บทคัดย่อ

การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (reciprocal recurrent selection; RRS) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว 2 ประชากร ที่มีเฮทเทอโรซิสต่อกัน คือ NP99201 และ NP99202 ให้มีสมรรถนะการผสมที่ดี และทนแล้ง เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ดำเนินการต่อเนื่องระหว่างปี 2559 -2563 ในปี 2564 ประเมินประชากรรอบคัดเลือกต่าง ๆ ตั้งแต่ประชากรพื้นฐาน (C_0) ถึงรอบคัดเลือกที่ 7 (C_7) ของทั้งสองประชากร ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-01-00-01-59

[1/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
[1/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[2/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center

ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบความก้าวหน้าในการคัดเลือกในลักษณะผลผลิต แต่ประชากรทุกรอบการคัดเลือกของทั้งสองประชากรให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่) ลักษณะผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเปอร์เซ็นต์กะเทาะ (0.62*) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะความสูงต้น (-0.73**) และความสูงฝัก (-0.71**) ประชากร NP99201(RRS)C_7 และ NP99202(RRS)C_7 มีสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) มีค่าเป็นบวกและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด และคู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA) เป็นบวกและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในลักษณะผลผลิต ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากทั้งสองประชากรในรอบคัดเลือกที่ 6 สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปรับปรุงประชากร การคัดเลือกแบบหมุนเวียนสลับ อายุเก็บเกี่ยวยาว

คำนำ

การปรับปรุงพันธุ์พืชในลักษณะทางปริมาณ (quantitative traits) เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนจำนวนมาก และยีนแต่ละตัวมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะน้อย และยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นปลูกอยู่ การถ่ายทอดยีนจากชั่วหนึ่งไปยังอีกชั่วหนึ่งมีความซับซ้อน (complex inheritance) การเพิ่มความถี่ของยีนที่ดีของลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนจำนวนมากตัว ด้วยวิธีการคัดเลือกที่ทำซ้ำหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ เพื่อสะสมความถี่ของยีนที่ดีที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะที่เราต้องการคัดเลือก เรียกว่าการคัดเลือกแบบหมุนเวียน (recurrent selection)

การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (Reciprocal Recurrent Selection, RRS) เป็นวิธีการปรับปรุงระหว่างประชากร (inter population improvement) ไปพร้อมกันสองประชากร โดยที่ประชากรทั้งสองมีเฮทเทอโรซิสต่อกัน (heterotic pattern) มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความถี่ของยีนที่ต้องการ ยกระดับค่าเฉลี่ยของประชากร และปรับปรุงสมรรถนะการผสมระหว่างประชากร มีรายงานถึงการตอบสนองต่อการคัดเลือกหมุนเวียนสลับ จำนวน 10 รอบในประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถเพิ่มผลผลิต 1.94 เปอร์เซ็นต์ ต่อรอบการคัดเลือก เพิ่มสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะ และมีประสิทธิภาพในการลดการหักล้ม (Keeratinijakal และ Lamkey, 1993) วิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงระหว่างประชากร โดยการคัดเลือกจากการทดสอบรุ่นลูกที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างประชากร โดยใช้ประชากรตรงกันข้ามเป็นตัวทดสอบ (Sprague และ Eberhart, 1977) ทำซ้ำหมุนเวียนไป เพื่อสะสมความถี่ของยีนที่ดี ที่ควบคุมลักษณะทางปริมาณ ที่ต้องการคัดเลือกให้เพิ่มขึ้น เป็นวิธีการที่นอกจากปรับปรุงภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีโอกาสพัฒนาสายพันธุ์แท้ในแต่ละรอบของการคัดเลือกจากประชากรทั้งสอง (Hallauer และ Miranda, 1981) และมีโอกาสพัฒนาพันธุ์ลูกผสมจากสายพันธุ์แท้ที่ได้จากประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือกเหล่านี้ (Allard, 1960)

ความก้าวหน้าในการปรับปรุงประชากร ขึ้นอยู่กับความผันแปรทางพันธุกรรมที่มีอยู่ อัตราการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ (heritability) ขนาดของประชากรที่ใช้ในการคัดเลือกแต่ละรอบ เปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) และช่วงเวลาที่ใช้ในการคัดเลือกแต่ละรอบ (สรรเสริญ, 2547) การปรับปรุงประชากรให้ผลดีในระยะปานกลางถึงระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำหรือปานกลาง ประชากรที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้ว (improved population) สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง คือ ใช้เป็นพันธุ์การค้าได้ทันที ได้แก่ พันธุ์ผสมเปิด นอกจากนี้ยังใช้เป็นแหล่งสำหรับพัฒนาสายพันธุ์แท้สำหรับใช้ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมเพื่อเป็นการค้าต่อไป (กฤษฎา, 2555)

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ได้พัฒนาประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) เริ่มดำเนินการสร้างประชากรพื้นฐาน ตั้งแต่ปี 2547 เป็นต้นมา โดยระหว่างปี 2547 – 2548 สร้างประชากรพื้นฐาน โดยประชากร NP99201 เกิดจากการผสมรวมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ที่มีสมรรถนะการผสมดีกับสายพันธุ์แท้นครสวรรค์ 1 (Nei 9008) ซึ่งมีกลุ่มพันธุกรรมอยู่ในกลุ่มสุวรรณ (Suwan group) จำนวน 34 สายพันธุ์ มีลักษณะเมล็ดสีส้ม ชนิดกึ่งหัวแข็ง ส่วนประชากร NP99202 เกิดจากการผสมรวมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 ที่มีสมรรถนะการผสมดีกับสายพันธุ์แท้นครสวรรค์ 2 (Nei 9202) ซึ่งมีกลุ่มพันธุกรรมอยู่ในกลุ่มประชากรที่ 28 (Pop 28 group) จาก CIMMYT จำนวน 45 สายพันธุ์ มีลักษณะเมล็ดสีส้ม ชนิดหัวแข็ง (สุริพัฒน์ และคณะ, 2554) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) สำหรับเป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเพื่อผลผลิตสูงและทนทานแล้งและคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จากประชากรทั้งสอง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

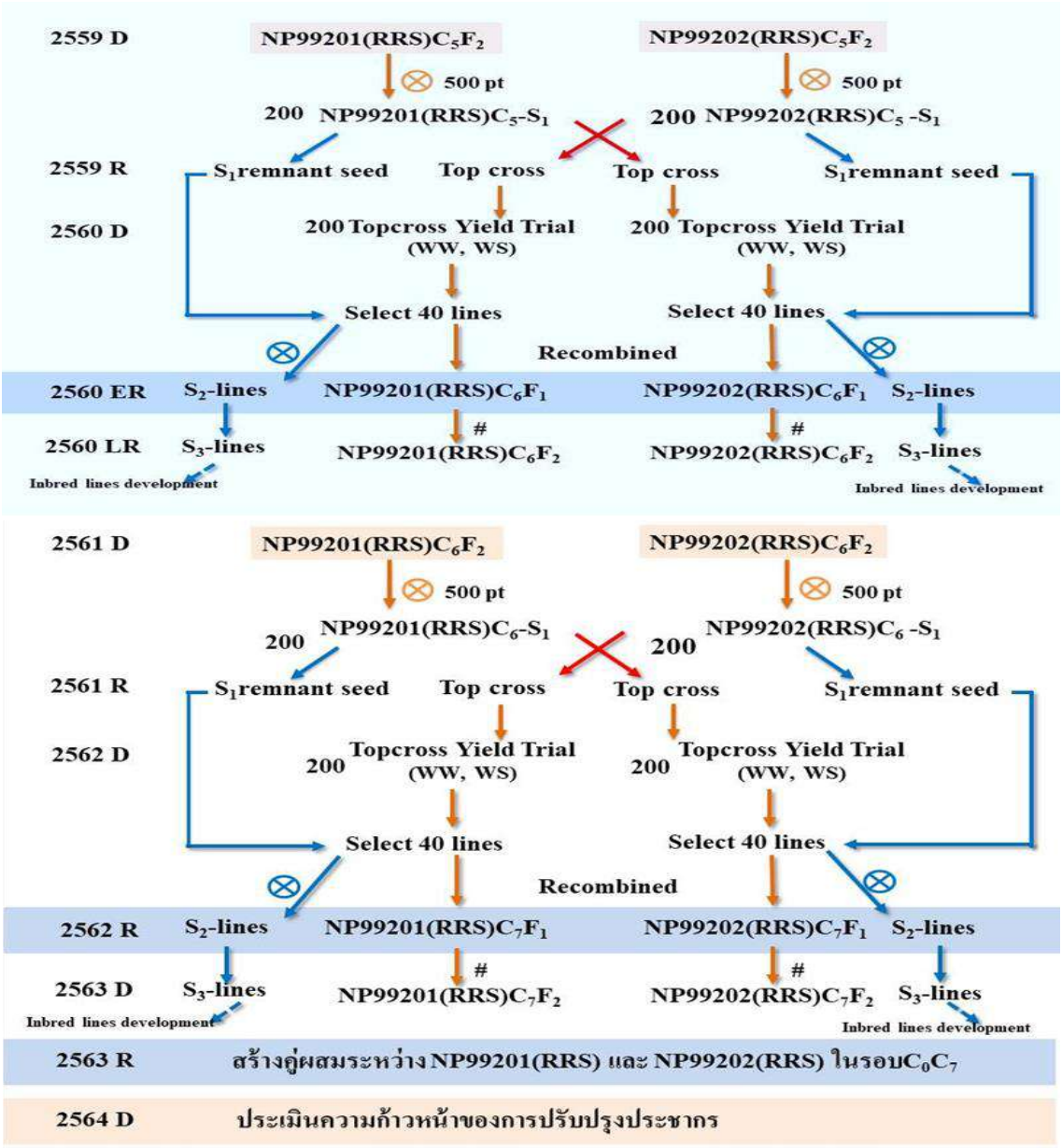
1. ประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวและคู่ผสมระหว่างประชากรแต่ละรอบของการคัดเลือก NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_0 ถึง C_7
2. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ ปุ๋ยเคมี 46-0-0
3. สารควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
4. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

วิธีดำเนินงาน

ในแปลงผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ จัดสิ่งทดลอง แบบ Systematic arrangement แปลงประเมินผลผลิต วางแผนการทดลองแบบ Alpha lattice และ Randomized complete block design

ฤดูปลูก	วิธีการ
การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6	
2559 (แล้ง) :	สร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ของประชากร NP99201(RRS)C_5F_2 และ NP99202(RRS)C_5F_2 โดยปลูกประชากรละ 100 แถว แถวยาว 5.0 เมตร ทำการคัดเลือกผสมตัวเองจำนวน 500 ต้น/ประชากร เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝัก จำนวน 250 ฝัก/ประชากร กะเทาะเมล็ด แล้วแบ่งเมล็ดสายพันธุ์ S_1 ที่ได้ ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็นเมล็ดสำรอง (remnant seed) อีกส่วนหนึ่งสำหรับสร้างลูกผสม topcross ในฤดูถัดไป
2559 (ฝน) :	สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ของประชากร สายพันธุ์ละ 1 แถว รวม 250 แถว/ประชากร ผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ของประชากรตรงข้าม คือ NP99201(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99202(RRS)C_5-S_1bulk และ NP99202(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99201(RRS)C_5-S_1bulk
2560 (แล้ง) :	ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross NP99201(RRS)$C_5F_2S_1$x NP99202(RRS)$C_5F_2S_1$-bulk และ NP99202(RRS)$C_5F_2S_1$x NP99201(RRS)$C_5F_2S_1$-bulk รวมทั้งพันธุ์ตรวจสอบ พันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 รวมทั้งสิ้น 200 คู่ผสม/พันธุ์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ 10, 20 alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ ปลูก 2 แถว/แปลงย่อย

ฤดูปลูก	วิธีการ
2560 (ต้นฝน) :	- ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 จากเมล็ด remnant seed จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ที่ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตดี ทั้งในสภาพแล้งและสภาพปกติ นำมาผสมรวมเป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NP99201(RRS)C_6F_1 และ NP99202(RRS)C_6F_1 - ขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกใว้ ทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง (S_2) สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์แท้ ต่อไป
2560 (ปลายฝน) :	- ขยายเมล็ดจาก NP99201(RRS)C_6F_1 เป็น NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202 (RRS)C_6F_1 เป็น NP99202(RRS)C_6F_2 โดยการผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน
การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 7	
2561 (แล้ง) :	สร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ของประชากร NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 โดยปลูกประชากรละ 100 แถว แถวยาว 5.0 เมตร ทำการคัดเลือกผสมตัวเองจำนวน 500 ต้น/ประชากร เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝัก จำนวน 250 ฝัก/ประชากร กะเทาะเมล็ด แล้วแบ่งเมล็ดสายพันธุ์ S_1 ที่ได้ ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็นเมล็ดสำรอง (remnant seed) อีกส่วนหนึ่งสำหรับสร้างลูกผสม topcross ในฤดูถัดไป
2561 (ฝน) :	สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ของประชากร สายพันธุ์ละ 1 แถว รวม 250 แถว/ประชากร ผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ของประชากรตรงข้าม คือ NP99201(RRS)C_6-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99202(RRS)C_6-S_1bulk และ NP99202(RRS)C_6-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99201(RRS)C_6-S_1bulk
2562 (แล้ง) :	ประเมินผลผลิต topcross รวมทั้งพันธุ์ตรวจสอบ พันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 รวมทั้งสิ้น 210 คู่ผสม/พันธุ์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ 14, 15 alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ ปลูก 2 แถว/แปลงย่อย
2562 (ต้นฝน) :	- ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 จากเมล็ด remnant seed จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ที่ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตดี ทั้งในสภาพแล้งและสภาพปกติ นำมาผสมรวมเป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NP99201(RRS)C_7F_1 และ NP99202(RRS)C_7F_1 - ขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ ทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง (S_2) สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์แท้ ต่อไป
2563 (แล้ง) :	- ขยายเมล็ดจาก NP99201(RRS)C_7F_1 เป็น NP99201(RRS)C_7F_2 และ NP99202(RRS)C_7F_1 เป็น NP99202(RRS)C_7F_2 โดยการผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน
2563 (ฝน) :	- สร้างคู่ผสมระหว่างประชากรแต่ละรอบของการคัดเลือก NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_0 ถึง C_7 โดยผสมพันธุ์แบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) ของประชากร NP99201(RRS) C_0-C_7 และ NP99202(RRS) C_0-C_7
ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากร	
2564 (แล้ง) :	ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C_0) ถึง รอบการคัดเลือกสุดท้าย (C_7) และสมรรถนะการผสมของประชากรทั้งสอง



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

การบันทึกข้อมูล

แปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ

- วันออกไหม 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมาเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อย
- วันออกดอกตัวผู้ 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อยโปรยละอองเกสร
- ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval, ASI) คำนวณจากอายุวันออกไหม - อายุวันออกดอกตัวผู้
- ความสูงต้น วัดจากโคนต้นถึงข้อใบธง เมื่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- ความสูงฝัก วัดจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- จำนวนต้นเก็บเกี่ยว นับจำนวนต้นก่อนเก็บเกี่ยวนับรวมต้นที่ไม่ติดฝัก ต้นที่เป็นโรคหรือมีแมลงทำลาย
- จำนวนต้นล้ม นับจำนวนต้นที่โคนต้นเอียงจากแนวดิ่งเกิน 45 องศา
- จำนวนต้นหัก นับจำนวนต้นที่ลำต้นหักตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าฝักบนสุดลงมา
- จำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย
- เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย นับจำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของฝัก ฝักที่มีโรค/แมลงทำลายเทียบกับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- น้ำหนักฝักทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- น้ำหนักเมล็ดทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นคำนวณเป็นผลผลิตเมล็ด (grain yield) ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อพื้นที่ 1 ไร่
- องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนฝักต่อต้น
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

แปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก

บันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และเพิ่มเติม คือ

- ความแก่ของใบ (leaf senescence) ให้คะแนน 1-10 โดยพิจารณาปริมาณใบแห้งตายจากโคนต้นขึ้นไปต่อใบทั้งหมด โดย 1 = มีใบแห้งตาย 10% เทียบกับใบทั้งหมด 5 = มีใบแห้งตาย 50% เทียบกับใบทั้งหมด 10 = มีใบแห้งตายทั้งต้น ทำการให้คะแนนเมื่อ 20-30 วันหลังวันออกดอกตัวผู้ (Bänziger *et al*, 2000)
- การม้วนของใบ (leaf rolling) ให้คะแนน 1-5 โดย 1 = ใบปกติ 2 = ใบม้วนเล็กน้อย 3 = ใบม้วนคล้ายรูปตัววี 4 = ขอบใบม้วนถึงกลางใบ 5 = ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม ทำการให้คะแนนเมื่อ 2-4 สัปดาห์หลังหยุดน้ำ (Bänziger *et al*, 2000)
- ดัชนีทนแล้ง (Drought Index; DI) โดย Fischer *et al.* (1983) คำนวณจาก

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

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558-ธันวาคม 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5

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

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 จากรอบการคัดเลือกที่ 5

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

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

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

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

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

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

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

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

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 5 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 6

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

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

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 7

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6

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

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 ในรอบการคัดเลือกที่ 6

ฤดูฝน ปี 2561 สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ ประชากรละ 250 ฝัก โดยปลูกฝักต่อแถว หลังจากนั้นเมื่อข้าวโพดออกดอก ทำการผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ประชากรตรงข้าม คือ NP99201(RRS)C_6-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99202(RRS)C_6-S_1bulk และ NP99202(RRS)C_6-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NP99201(RRS)C6-S_1bulk ผสมประมาณ 5-6 ฝัก/สายพันธุ์ S_1 เก็บเกี่ยวฝักลูกผสม topcross คัดเลือกฝักที่มีลักษณะดี ติดเมล็ดสมบูรณ์ ไม่เป็นโรคหรือแมลงทำลาย ประชากรละ 200 คู่ผสม กะเทาะเมล็ดจากกึ่งกลางฝัก ได้น้ำหนักเมล็ดคู่ผสมละ 140-500 กรัม พร้อมปลูกทดสอบประเมินผลผลิต และความทนทานแล้งในฤดูแล้ง ปี 2562

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

<u>ฤดูแล้ง ปี 2562</u> ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross จำนวน 200 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบพันธุ์ลูกผสม และเปรียบเทียบกับประชากร NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 รวมทั้งสิ้น 210 คู่ผสม/ประชากร

ลูกผสม topcross ของ NP99201(RRS)C_6-S_1 x NP99202(RRS)C_6-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,058-1,582 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,306 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งค่าเฉลี่ยผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 แต่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญจากประชากรพ่อแม่ NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 แสดงถึงการเกิดความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ที่เกิดจากพ่อและแม่มี heterotic pattern แตกต่างกัน (Table 2)

ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ข้าวโพดที่ทดสอบให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตระหว่าง 440-1,027 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 783 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 16-66 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้ง (DI) ระหว่าง 0.57-1.40 (Table 2)

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

ส่วนลูกผสม topcross ของ NP99202(RRS)C_6-S_1 x NP99201(RRS)C_6-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,062-1,559 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,298 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งค่าเฉลี่ยผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และประชากรพ่อแม่ NP99201(RRS)C_6F_2 และ NP99202(RRS)C_6F_2 (Table 2)

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

คัดเลือก 40 topcross ที่ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,225-1,521 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,380 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 721-1,098 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 853 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ระหว่าง 0-3 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.84-1.50 (Table 2)

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

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 6 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 7

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

ฤดูแล้ง ปี 2563 ขยายเมล็ดจาก NP99201(RRS)C_7F_1 และ NP99202(RRS)C_7F_1 เป็นNP99201(RRS)C_7F_2 และ NP99202(RRS)C_7F_2 ในขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำไปพัฒนาสายพันธุ์ โดยการผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) และชั่วต่อๆไป จนได้สายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

ความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากร

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต ของประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ที่ผ่านการคัดเลือกหมุนเวียนสลับ จำนวน 7 รอบ พบว่า ประชากร NP99201(RRS) ที่ปรับปรุงทุกรอบการคัดเลือก ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับประชากรพื้นฐาน (1,082 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตระหว่าง 1,088 ถึง 1,254 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) สำหรับการตอบสนองต่อการคัดเลือก ไม่พบความก้าวหน้าในการคัดเลือก ผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ต่อรอบการคัดเลือก ในแต่ละรอบของการคัดเลือกให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5 (989 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (879 กิโลกรัมต่อไร่)

ประชากร NP99202(RRS) ที่ผ่านการคัดเลือกในรอบการคัดเลือกที่ 1 6 และ 7 ให้ผลผลิตสูงกว่าและ แตกต่างกันทางสถิติกับประชากรพื้นฐาน (922 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิต 1,122 1,139 และ 1,230 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 3) ไม่พบความก้าวหน้าในการคัดเลือก ผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้น 2.16 เปอร์เซ็นต์ ต่อรอบการคัดเลือก ในรอบการคัดเลือกที่ 7 ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ผสมเปิดสุวรรณ 5

จะเห็นได้ว่าประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ที่ปรับปรุง ไม่พบความก้าวหน้าจากการคัดเลือกในลักษณะการให้ผลผลิต คือมีอัตราเพิ่มขึ้นของผลผลิตต่อรอบการคัดเลือกเท่ากับ 1.0 และ 2.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากการปรับปรุงประชากรมีการคัดเลือกในของลักษณะผลผลิตสูง และความทนแล้ง ทั้งสองลักษณะประกอบกัน เมื่อมีการประเมินในสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ปราศจากความเครียดจากภาวะแล้ง จึงแสดงอัตราเพิ่มขึ้นของผลผลิตต่อรอบการคัดเลือกต่ำ จนไม่แตกต่างทางสถิติ ควรมีการประเมินในสภาพแล้งควบคู่กันเพื่อดูความก้าวหน้าการตอบสนองต่อภาวะแล้ง ศักยภาพการทนแล้ง ทั้งศักยภาพการให้ผลผลิต และลักษณะทางเกษตรกรรมที่สำคัญอื่นๆ นอกจากนี้แล้ว ในรูปแบบวิธีการคัดเลือก Peiris and Hallauer (2005) รายงานว่าการคัดเลือกแบบหมุนเวียนสลับ และทดสอบรุ่นลูกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้สายพันธุ์ S_1 และ S_2 ในการผสมรวม พบว่า S_2 ทำให้การตอบสนองต่อการคัดเลือกในลักษณะผลผลิตของประชากรดีกว่า การใช้สายพันธุ์ S_2 ในการผสมรวมจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Weyhrich *et al.* (1998) ได้แนะนำว่า วิธี S_2 progeny selection มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตเมล็ดของประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4.5 เปอร์เซ็นต์ต่อรอบการคัดเลือก

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของผลผลิตกับลักษณะอื่น ๆ พบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด (0.62*) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับลักษณะความสูงต้น (-0.73**) และความสูงฝัก (-0.71**)

เมื่อพิจารณาค่าประเมินสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) ของลักษณะผลผลิตของประชากร NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ที่ผ่านการคัดเลือกหมุนเวียนสลับ จำนวน 7 รอบ (Table 4) พบว่าประชากร NP99201(RRS)C_7 และ NP99202(RRS)C_7 ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปเป็นบวก และแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงถึงเป็นประชากรที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด ส่วนค่าประเมินสมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA) ของคู่ผสมระหว่างประชากร พบว่า คู่ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงมีค่าเป็นบวก และแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ เป็นคู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 ซึ่งมีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ เท่ากับ 162,150 ในการคัดเลือกแบบหมุนเวียนสลับทำให้ประชากร 2 ประชากร ที่ผ่านการพัฒนามีพันธุกรรมที่ต่างกันมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนในลักษณะเมล็ด (grain type) โดยประชากร NP99201(RRS) มีเมล็ดเป็นชนิดกึ่งหัวแข็ง สีส้ม ส่วน NP99202(RRS) มีเมล็ดเป็นชนิดหัวแข็ง สีส้ม การมีพันธุกรรมที่ต่างกันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดเฮตเทอโรซีสเมื่อมีการผสมกันของสายพันธุ์จากต่างประชากร (Da Cunha *et al.*, 2012) ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากร NP99201(RRS) ในรอบคัดเลือกที่ 6 และ NP99202(RRS) ในรอบคัดเลือกที่ 6 มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใชพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

การพัฒนาสายพันธุ์แท้

จากการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวแบบหมุนเวียนสลับของประชากร NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ดำเนินการตั้งแต่ปี 2549 – 2564 นอกจากปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือกภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือก สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ โดยเริ่มทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกจากประชากร NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ในแต่ละรอบการคัดเลือกและพัฒนาต่อเนื่องจนได้ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วต่างๆ ปัจจุบัน มีสายพันธุ์แท้ที่ผ่านการคัดเลือกและใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในโครงการปรับปรุงพันธุ์ จากประชากรทั้ง 2 ในรอบการคัดเลือกเริ่มต้น (C_0) และรอบการคัดเลือกที่ 1 (C_1) จำนวน 52 สายพันธุ์ โดยได้จากประชากร NP99201(RRS)C_0 และ NP99201(RRS)C_1 จำนวน 8 และ 12 สายพันธุ์ ตามลำดับ ได้จากประชากร NP99202(RRS)C_0 และ NP99202(RRS)C_1 จำนวน 15 และ 17 สายพันธุ์ ตามลำดับ และยังมีสายพันธุ์อยู่ระหว่างการพัฒนาในขั้นตอนการคัดเลือก การประเมิน และการผสมตัวเองชั่วต่างๆ กว่า 300 สายพันธุ์ (Table 5) ซึ่งสายพันธุ์แท้/สายพันธุ์เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมต่อไป

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกหมุนเวียนสลับของประชากรข้าวโพด NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) จำนวน 7 รอบคัดเลือก ไม่พบความก้าวหน้าในการคัดเลือกในลักษณะผลผลิต ดังนั้นควรพิจารณาเลือกใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตของประชากร อย่างไรก็ตาม ประชากรที่ผ่านการคัดเลือกนี้ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 และประชากร NP99201(RRS)C_7 และ NP99202(RRS)C_7 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง และคู่ผสมระหว่าง NP99201(RRS)C_6 และ NP99202(RRS)C_6 มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง ซึ่งประชากรและคู่ผสมระหว่างประชากรดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งเชื้อพันธุกรรมสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด และนำไปใชในการพัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201(RRS) และ NP99202(RRS) ที่ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี สำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมใน ลักษณะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย เช่น ลักษณะอายุเก็บเกี่ยวยาว ผลผลิตสูง เป็นต้น

2.ประชากรที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง เช่น ประชากรNP99201(RRS)C_7 และ NP99202(RRS)C_7 มีสมรรถนะการผสมทั่วไปมีคาสูง (GCA) แสดงถึงเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นพันธุ์ผสมเปิด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด ส่งเสริมในพื้นที่เป้าหมาย หรือมีวัตถุประสงค์เฉพาะในการนำไปใช้ประโยชน์ เช่นการนำไปผลิตเป็นข้าวโพดหมัก สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

3. สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากการพัฒนาประชากร สามารถนำมาใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เช่น สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากร NP99201(RRS) ในรอบคัดเลือกที่ 6 และ NP99202(RRS) ในรอบคัดเลือกที่ 6 มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

คำขอบคุณ

การดำเนินงานวิจัยนี้ ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากผู้อำนวยการ นักวิชาการเกษตร พนักงานการเกษตร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ซึ่งคณะผู้ดำเนินงาน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2555. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 288 หน้า.

สรรเสริญ จำปาทอง. 2547. การปรับปรุงประชากรข้าวโพด. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การปรับปรุงพันธุ์พืช โดยใช้ข้าวโพดเป็นต้นแบบ”. 6-8 ตุลาคม 2547. ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย และทัศนีย์ บุตรทอง. 2554. ความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้งแบบหมุนเวียนสลับ. หน้า 94-100. *ใน* : การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35. 24-27 พฤษภาคม 2554. ณ โรงแรม มารวย การ์เด้น กรุงเทพฯ.

Allard, R.W. 1960. Breeding methods with cross-pollinated crops. pages 282-302. In: Principle of Plant Breeding. John Wiley & Son, Inc. New York.

Bänziger, 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.

Da Cunha, K.S., M.G. Pereira, L.S.A. Gonçalves, A.P.C.G. Berilli, E.C. de Oliveira, H.C.C. Ramos and A.T. do AmaralJúnior. 2012. Full-sib reciprocal recurrent selection in the maize populations CIMMYT and Piranão. Genet. Mol. Res. 11 (3): 3398-3408

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

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

Keeratinijakal, V. and K.R. Lamkey. 1993. Responses to reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB1 maize populations. Crop Sci. 33(1): 73-77.

Peiris, B.L. and A.R. Hallauer. 2005. Comparison of half sib and full sib reciprocal recurrent selection and their modifications in simulated populations. Maydica 50: 25-37

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.

Weyhrich, R. A., K. R. Lamkey, and A. R. Hallauer. 1998. Responses to seven methods of recurrent selection in the BS11 maize population. Crop Sci. 38: 308-321.

Table 1 Mean grain yield of topcross NP99201(RRS)C_5 and NP99202(RRS)C_5 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), Yield loss (%), Anthesis - Silking Interval (ASI), and Drought Index (DI) in the 2017 dry season.

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

Table 2 Mean grain yield of topcross NP99201(RRS)C_6 and NP99202(RRS)C_6 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), Yield loss (%), Anthesis - Silking Interval (ASI), and Drought Index (DI) in the 2019 dry season.

Topcross	Grain yield kg rai^{-1})						Yield loss (%)	ASI (day)	DI
	WW			WS					
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean			
NP99201(RRS)C_6S_1 X NP99202(RRS)C_6-S_1bulk									
200 topcross	1,058	1,582	1,306	440	1,072	783	16 - 66	0 - 4	0.57–1.40
40 selected lines	1,205	1,582	1,378	802	1,072	900	16 - 47	0 - 2	0.88-1.40
NP99201(RRS)C6F_2	-	-	1,058			513	52	4	0.81
NP99202(RRS)C6F_2	-	-	1,180			672	43	2	0.95
NS 3 (check)	-	-	1,279			798	38	2	1.04
LSD (0.05)	-	-	195	-	-	ns		ns	-
C.V. (%)	-	-	7.57	-	-	15.66		45.41	-
NP99202(RRS)C_6S_1 X NP99201(RRS)C_6-S_1bulk									
200 topcross	1,062	1,559	1,298	461	1,098	747	13 - 63	0 - 4	0.64-1.50
40 selected lines	1,225	1,521	1,380	721	1,098	853	13 - 51	0 - 3	0.84-1.50
NP99201(RRS)C6F_2			1,109			656	45	2	0.96
NP99202(RRS)C6F_2			1,288			761	44	2	0.97
NS 3 (check)			1,251			670	46	2	0.93
LSD (0.05)	-	-	216	-	-	208		1	-
C.V. (%)	-	-	8.45	-	-	14.10		38.46	-

Table 3 Yield and agronomic traits of seven cycles of P99201(RRS) and NP99202(RRS) maize populations, in the 2021 dry season.

Cycles	Grain yield (kg rai^{-1})	Grain shelling (%)	Tip fill[1/] (1-5)	Open husk (%)	Lodging (%)		Height (cm.)		Day to 50%	
					Root	Stalk	Plant	Ear	Anthesis	Silking
NP99201										
C0	1,082	80.21	2.0	2.5	0.0	3.0	205	118	61	63
C1	1,204	81.04	1.8	1.5	0.5	0.0	195	112	61	62
C2	1,213	78.70	2.0	1.0	0.0	1.0	203	116	61	62
C3	1,172	78.52	2.0	4.0	0.5	1.5	202	115	61	62
C4	1,173	78.16	2.0	2.0	0.0	0.0	201	115	62	63
C5	1,088	78.73	2.0	1.0	0.0	1.0	206	118	62	64
C6	1,254	78.15	1.8	2.0	0.0	0.0	188	103	61	62
C7	1,235	80.04	1.5	3.0	0.0	0.5	203	110	61	61
b $_{NP99201}$	11.27	-0.19	-0.04	0.05	-0.04	-0.23	-0.43	-1.15	-0.03	-0.09
NP99202										
C0	922	76.00	1.8	2.5	0.0	0.5	212	119	60	61
C1	1,122	78.06	1.8	1.0	0.5	0.5	213	122	62	64
C2	1,109	77.75	1.8	1.5	0.0	1.0	214	121	61	62
C3	1,077	74.23	2.0	2.5	1.0	0.0	218	123	63	66
C4	1,013	74.23	2.0	3.0	0.0	0.5	219	124	63	62
C5	974	72.03	2.0	1.0	0.0	0.5	220	125	64	66
C6	1,139	74.60	2.0	1.0	0.0	1.0	210	122	63	64
C7	1,230	77.15	2.0	0.0	0.0	0.5	210	118	62	63
b $_{NP99202}$	21.05	-0.32	0.04**	-0.22	-0.04	0.02	-0.12	0.02	0.33	0.31
NS1	879	77.53	2.0	4.2	3.2	1.0	208	120	60	61
SW5	989	76.27	2.0	1.0	0.0	1.9	220	127	63	64
F-value	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*
LSD(0.05)	191	2.12	0.4	-	-	-	14	10	1	2
C.V. (%)	7.83	4.96	9.72	80.53	262.56	121.66	3.32	3.98	1.15	1.69
r	-	0.62*	-0.22	-0.14	0.03	-0.13	-0.73**	-0.71**	-0.31	-0.25

ns= non-significant, * = significant at P < 0.05, ** = significant at P < 0.01

b = response to selection

r was calculated between yield vs other traits

[1/] rating scale for tip fill, 1= excellent, 5= completely unacceptable

Table 4 Estimates of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) effects for grain yield of seven cycles of P99201(RRS) and NP99202(RRS)

Populations		NP9202(RRS)								
		SCA								GCA
		C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	
NP9201(RRS)	C_0	-33.81	-68.04	-48.12	16.43	70.88	10.49	42.85	9.32	-59.12*
	C_1	88.46	-93.25	-8.30	5.77	90.56	24.99	-112.33	4.10	-16.82
	C_2	45.87	19.91	127.92	49.60	-51.39	-102.32	-55.03	-34.55	-7.91
	C_3	-2.24	63.05	-115.10	-82.18	20.81	83.81	3.54	28.30	2.11
	C_4	12.38	46.10	53.64	46.08	-29.50	29.49	-142.98*	-15.21	37.04
	C_5	-94.38	-31.16	-13.85	-28.76	39.61	52.77	53.64	22.14	-40.22
	C_6	-33.94	-36.93	-41.59	-71.69	31.49	-60.73	162.15*	51.24	-36.64
	C_7	17.65	100.33	45.41	64.76	-172.46	-38.50	48.16	-65.35	121.57**
	GCA	8.22	22.95	-9.03	-8.37	-55.10*	-39.31	0.82	79.80*	

* = significant at P < 0.05, ** = significant at P < 0.01

Table 5 Number of Inbred/lines from each cycle of improved populations NP99201(RRS) and NP99202(RRS)

Improved	number of	Inbred/lines
NP99201(RRS)		
NP99201(RRS)C_0	8	Inbred: Nei512016 Nei512017 Nei512018 Nei512019 Nei512020
NP99201(RRS)C_1	12	Inbred: Nei532018 Nei532019 Nei532020 Nei532021
NP99201(RRS)C_2	15	S_7 line
NP99201(RRS)C_3	6	S_7 line
NP99201(RRS)C_4	47	S_6 line
NP99201(RRS)C_5	38	S_3 line
NP99201(RRS)C_6	52	S_2 line
NP99202(RRS)		
NP99202(RRS)C_0	15	Inbred: Nei512004 Nei512005 Nei512006 Nei512007 Nei512024 Nei512025 Nei512026 Nei512027 Nei512028
NP99202(RRS)C_1	17	Inbred: Nei532001 Nei532002 Nei532003 Nei532004
NP99202(RRS)C_2	4	S_7 line
NP99202(RRS)C_3	6	S_7 line
NP99202(RRS)C_4	41	S_6 line
NP99202(RRS)C_5	42	S_3 line
NP99202(RRS)C_6	52	S_2 line
Total	355	

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

Late maturity Hybrid Maize Breeding for High Yield and Drought Tolerance

สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ปริญญา การสมเจตน์[2/] ทัศนีย์ บุตรทอง[2/] บุศริน อิ่มอินทร์[2/]
Suriphat Thaitad[1/] Parinya Kansomjet[2/] Thadsanee Budthong[2/] Budsarin Imin[2/]

Abstract

The maize breeding program for late maturity (115-120 days after planting) and drought tolerant varieties was carried out from 2016 to 2021. The objective was to enhance productivity and drought tolerance of late maturity hybrid maize varieties. The evaluation involved 300 hybrids and 190 inbreds of late maturity maize. The focus was on selecting outstanding hybrids that demonstrated high productivity, drought tolerance, and favorable agricultural characteristics. A total of 39 hybrids were selected. Among these hybrids, it was found that the promising hybrid NSX152067 had an average yield of 1,265 kg rai^{-1} higher than Nakhon Sawan 3, a standard check variety. Under severe water stress for a month during the flowering stage, NSX152067 had a notable characteristic of drought tolerance, resulting in an average yield of 778 kg rai^{-1} and a calculated yield loss of 44% under drought conditions, with a high drought tolerance index of 1.40. Furthermore, 27 inbreds were selected, showcasing drought tolerance, high productivity, and excellent combining ability. The potential hybrid selected will be imported for evaluation of their potential according to the breeding program process, including preliminary trials, standard trials, regional trials, and farm trials. The elite inbred lines with drought tolerance and favorable agricultural characteristics will be utilized for the benefit of future maize breeding programs.

Keywords: Hybrid maize breeding, High yield, Drought tolerance, Late maturity

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว ทนแล้ง สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 115-120 วัน ดำเนินการปี 2559-2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง ได้ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้ง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว จำนวน 300 ลูกผสม และสายพันธุ์แท้อายุยาว จำนวน 190 สายพันธุ์ และคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น ที่มีความทนแล้ง ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี จำนวน 39 พันธุ์ ซึ่งในจำนวนเหล่านี้ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น NSX152067 ให้ผลผลิตสูง 1,265 กิโลกรัมต่อไร่

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-01-00-02-59

[1/]สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [1/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[2/]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [2/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center

สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ มีความทนแล้งในระยะออกดอก โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 778 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 44 มีดัชนีทนแล้งสูง 1.40 นอกจากนี้ ได้คัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว จำนวน 27 สายพันธุ์ ที่มีความทนแล้ง ให้ผลผลิตสูง และมีสมรรถนะการผสมสูง

ซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีศักยภาพที่คัดเลือกได้ จะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพในการทนแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี จะนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตสูง ทนแล้ง อายุยาว

คำนำ

สภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย พื้นที่ปลูกหลักเป็นสภาพไร่อาศัยน้ำฝน แบ่งออกเป็น 2 รุ่น คือ รุ่นแรก ปลูกต้นฤดูฝนช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 72 และรุ่นที่ 2 ปลูกปลายฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน คิดเป็นร้อยละ 23 และการปลูกในสภาพการให้น้ำชลประทานในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม คิดเป็นร้อยละ 5 จากสภาพการผลิตดังกล่าว การผลิตรุ่นแรก ต้นฤดูฝนมักประสบปัญหาภัยแล้งและความแปรปรวนของการกระจายตัวของฝนจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการผลิตส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ รวมถึงผลผลิตรวมของประเทศต่ำ ซึ่งในปี 2562/63 ประเทศไทยผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รวม 4.54 ล้านตัน จากพื้นที่ปลูก 7.02 ล้านไร่ คิดเป็นผลผลิตต่อไร่ได้ 646 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

ปัญหาสภาวะฝนแล้งและการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ เป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลก (CIMMYT, 2009) ในแต่ละปีภัยแล้งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวโพดของโลกประมาณ ร้อยละ 15 - 20 และความเสียหายอาจเพิ่มขึ้นในอนาคตเนื่องจากการเกิดภัยแล้งพบบ่อยและรุนแรงขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (FAOSTAT, 2010) เช่นเดียวกับปัญหาสภาพการผลิตของประเทศไทย Eskasingh *et al*. (2004) ได้รายงานว่า ความแห้งแล้งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งใน ปี 2559 สภาวะฝนแล้งทำความเสียหายในพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากถึง 2.87 ล้านไร่ คิดเป็นเงินประมาณ 15,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) สะท้อนให้เห็นว่าปัญหาภัยแล้ง เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจด้านการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย

สภาพแล้งพบได้ในสภาพการผลิตของเกษตรกรในทุกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด การขาดน้ำ ในระยะงอกและระยะออกดอก มีผลกระทบต่อผลผลิตมากสุด รองลงมาคือระยะหลังออกดอกและก่อนออกดอกตามลำดับ (Bänziger *et al.*, 2000) การขาดน้ำในระยะก่อนออกดอกมีผลให้ข้าวโพดลูกผสมผลผลิตลดลงร้อยละ 29-49 (Levy and Stamp, 2003) ช่วงออกดอกจัดเป็นช่วงวิกฤตเพราะเป็นช่วงที่ข้าวโพดต้องการน้ำมาก การขาดน้ำในระยะออกดอกมีผลให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 66.6 (Sansern *et al*., 2004) ร้อยละ 52.8 (Grudloyma *et al*., 2005) และร้อยละ 39-69 (สุริพัฒน์ และคณะ, 2555) ซึ่งความเสียหายของผลผลิตขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของสภาพแล้งและความแตกต่างทางพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Ne Smith และ Retchie, 1992)

การใช้พันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสม สามารถทนทานสภาพแล้ง จะช่วยลดความเสียหายของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอนได้ ข้าวโพดพันธุ์ทนแล้งต้องสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนที่ลดลง การขาดความชื้นของดินในระยะการเจริญเติบโต ลักษณะที่สำคัญของพันธุ์ทนแล้งคือ มีการสูญเสียผลผลิตน้อยที่สุดเมื่อมีการขาดน้ำ และผลผลิตต้องไม่ลดลงภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความชื้นเหมาะสม ดังนั้นการคัดเลือกต้องคัดพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความเสียหายน้อยที่สุดเมื่อกระทบแล้ง ควบคู่กับการมีลักษณะทางการเกษตรดี โอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ทนแล้ง พบว่า ระยะออกดอกมีโอกาส

ประสบความสำเร็จมากสุด ตามด้วยระยะหลังออกดอก และก่อนออกดอก ตามลำดับ เนื่องจากมีผลกระทบต่อผลผลิตมาก ดังนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีความทนแล้งในระยะออกดอก (Bänziger *et al*., 2000)

จากความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมระหว่างกรมวิชาการเกษตร และศูนย์ปรับปรุงข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ที่ผ่านมา พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวหลายสายพันธุ์มีความทนแล้งได้ดี จึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุยาวสามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 115-120 วัน เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสมอายุยาวที่ทนแล้ง สำหรับนำไปเข้าสู่การประเมินตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม
2. พันธุ์ลูกผสมตรวจสอบ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3
3. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
4. สารควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
5. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

วิธีดำเนินงาน

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

ฤดูฝน ขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวทนแล้ง และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว ทนแล้งและให้ผลผลิตสูง ที่ผ่านการคัดเลือกจากการประเมินผลผลิตในฤดูแล้ง ดำเนินการในแปลงผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ จัดสิ่งทดลองแบบ systematic arrangement

ฤดูปลูก	วิธีการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
2559 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 100 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10,10 simple lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย
2560 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น <u>ชุดที่ 1</u> จำนวน 60 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 6, 10 alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย <u>ชุดที่ 2</u> จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10, 4 alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2561 (แล้ง)	<u>ชุดที่ 1</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น จำนวน 60 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 6, 10 Alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย <u>ชุดที่ 2</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว จำนวน 40 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2562 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2563 (แล้ง)	<u>ชุดที่ 1</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย <u>ชุดที่ 2</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว จำนวน 50 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10,5 alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2564 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย

การบันทึกข้อมูล

แปลงสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ

- วันออกไหม 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมาเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อย
- วันออกดอกตัวผู้ 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อยโปรยละอองเกสร
- ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval, ASI) คำนวณจากอายุวันออกไหม - อายุวันออกดอกตัวผู้
- ความสูงต้น วัดจากโคนต้นถึงข้อใบธง เมื่อช่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- ความสูงฝัก วัดจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- จำนวนต้นเก็บเกี่ยว นับจำนวนต้นก่อนเก็บเกี่ยวนับรวมต้นที่ไม่ติดฝัก ต้นที่เป็นโรคหรือมีแมลงทำลาย
- จำนวนต้นล้ม นับจำนวนต้นที่โคนต้นเอียงจากแนวดิ่งเกิน 45 องศา
- จำนวนต้นหัก นับจำนวนต้นที่ลำต้นหักตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าฝักบนสุดลงมา
- จำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย
- เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย นับจำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของฝัก ฝักที่มีโรค/แมลงทำลายเทียบกับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- น้ำหนักฝักทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- น้ำหนักเมล็ดทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นคำนวณเป็นผลผลิตเมล็ด (grain yield) ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อพื้นที่ 1 ไร่
- องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนฝักต่อต้น
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

แปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก

บันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และเพิ่มเติม คือ

- ความแก่ของใบ (leaf senescence) ให้คะแนน 1-10 โดยพิจารณาปริมาณใบแห้งตายจากโคนต้นขึ้นไปต่อใบทั้งหมด โดย 1 = มีใบแห้งตาย 10% เทียบกับใบทั้งหมด 5 = มีใบแห้งตาย 50% เทียบกับใบทั้งหมด 10 = มีใบแห้งตายทั้งต้น ทำการให้คะแนนเมื่อ 20-30 วันหลังวันออกดอกตัวผู้ (Bänziger *et al*, 2000)
- การม้วนของใบ (leaf rolling) ให้คะแนน 1-5 โดย 1 = ใบปกติ 2 = ใบม้วนเล็กน้อย 3 = ใบม้วนคล้ายรูปตัววี 4 = ขอบใบม้วนถึงกลางใบ 5 = ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม ทำการให้คะแนนเมื่อ 2-4 สัปดาห์หลังหยุดน้ำ (Bänziger *et al*, 2000)
- ดัชนีทนแล้ง (Drought Index; DI) โดย Fischer *et al.* (1983) คำนวณจาก

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

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (Yield loss) คำนวณจาก

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

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558-ธันวาคม 2564
สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้ง ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 100 สายพันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ ให้ผลผลิตระหว่าง 23-737 กิโลกรัมต่อไร่ มีอายุวันออกไหม ระหว่าง 51-71 วัน และอายุวันออกดอกตัวผู้ ระหว่าง 58-71 วัน ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 2-391 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหม ระหว่าง 57-73 วัน และอายุวันออกดอกตัวผู้ ระหว่าง 57-71 วัน ซึ่งการกระทบแล้งในระยะออกดอกมีผลให้มีการออกไหมช้า ทำให้มีช่วงห่างระว่างวันออกดอกตัวผู้และไหม (ASI) มากขึ้น มีจำนวนฝักลดลง โดยมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 0.5 ฝักต่อต้น ในขณะที่แปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 1.1 ฝักต่อต้น (Table 1)

จากการประเมินความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว โดยพิจารณาจากดัชนีทนแล้ง (DI)และการสูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งช่วงออกดอก พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวที่ทดสอบมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.06-3.57 ค่าดัชนีทนแล้งเป็นดัชนีสำหรับการประเมินความทนแล้ง ถ้ามีค่ามากกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้ง ในทางตรงกันข้ามถ้า DI มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงถึงข้าวโพดพันธุ์นั้นมีความทนแล้งน้อยกว่า หรืออ่อนแอต่อสภาวะแล้ง (Fischer *et al.,* 1983) มีการสูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งช่วงออกดอก ระหว่างร้อยละ 7-98 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei462013 แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง โดยมีดัชนีทนแล้ง 2.34 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 391 และ 641 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกและสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ตามลำดับ สูงกว่าสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ที่มีดัชนีทนแล้ง 2.65 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 266 และ 385 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกและสภาพให้น้ำสม่ำเสมอตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei542010 และ Nei542012 แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตสูง ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และมีความทนทานแล้ง โดยมีดัชนีทนแล้ง 2.15 และ 2.42 ตามลำดับ ให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 235 และ 229 กิโลกรัมต่อไร่ และสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ 419 และ 363 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้สามารถคัดเลือกเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมทนทานแล้งในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Table 2)

ปี 2560 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 2 ชุด

<u>ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 60 พันธุ์</u> พบว่า ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทั้ง 60 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ โดยให้ผลผลิตระหว่าง 991-1,466 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่ามีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2 คู่ผสม คือ Nei542012 x Nei452009 และ KS23(S)C_4-366-B-B-1-B-B-B x Nei452009 ให้ผลผลิต 648 และ 611 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (400 กก./ไร่) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอกเปรียบเทียบกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ พบว่าพันธุ์ที่ทดสอบมีการสูญเสียผลผลิต ระหว่างร้อยละ 45.27-94.42 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.18-1.81 ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 3 สูญเสียผลผลิตร้อยละ 64.01 และมีดัชนีทนแล้ง 1.19 (Table 3)

ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 40 พันธุ์ พบว่า ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทั้ง 40 พันธุ์ ให้ผลผลิตระหว่าง 915-1,431 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทั้ง 40 พันธุ์ ให้ผลผลิตระหว่าง 56-622 กิโลกรัมต่อไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม NSX052014 ให้ผลผลิต 622 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอกเปรียบเทียบกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ พบว่าพันธุ์ที่ทดสอบมีการสูญเสียผลผลิต ระหว่างร้อยละ 47.89-94.51 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.25-2.41 ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 3 สูญเสียผลผลิตร้อยละ 65.49 และมีดัชนีทนแล้ง 1.59 คัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวที่ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง และมีลักษณะทางการเกษตรดี เพื่อนำเข้าสู่การประเมินและคัดเลือกในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Table 4)

ปี 2561 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 2 ชุด

ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น จำนวน 60 พันธุ์ พบว่า ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทั้ง 60 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ โดยให้ผลผลิตระหว่าง 1,276-1,792 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 79-111 ของพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,611 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม NSX152041 ให้ผลผลิต 1,254 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (998 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพันธุ์ที่ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอก ร้อยละ 21-72 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.52-1.46 (Table 5)

ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่น จำนวน 40 สายพันธุ์ พบว่า ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 204-915 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 1-307 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอก ระหว่างร้อยละ 50-100 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.01-2.57

คัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม และสายพันธุ์แท้ ที่ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง และมีลักษณะทางการเกษตรดี ใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Table 6)

ปี 2562 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 2 ชุด

ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น ชนิดเมล็ดกึ่งหัวแข็ง/หัวบุบ โดยมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 5 (ชนิดเมล็ดกึ่งหัวแข็ง) เป็นพันธุ์ตรวจสอบ รวมจำนวน 50 พันธุ์ พบว่า ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 1,130-1,379 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมส่วนใหญ่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,305 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตระหว่าง 285-837 กิโลกรัมต่อไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 18 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 5 (801 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 7)

ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น ชนิดเมล็ดหัวแข็ง/กึ่งหัวแข็ง มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และนครสวรรค์ 4 (ชนิดเมล็ดหัวแข็ง/กึ่งหัวแข็ง) เป็นพันธุ์ตรวจสอบ รวมจำนวน 24 พันธุ์ พบว่าในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ ให้ผลผลิตระหว่าง 1,100-1,385 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตระหว่าง 490-804 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม NSX152072 ให้ผลผลิต 804 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่า

พันธุ์นครสวรรค์ 3 (614 กิโลกรัมต่อไร่) มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 11 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 4 (775 กิโลกรัมต่อไร่)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง ระหว่างร้อยละ 34-76 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.49-1.36 โดยพันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX152072 จัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง ให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 804 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,385 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.12 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 42 (Table 8)

ปี 2563 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 2 ชุด

<u>ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น จำนวน 40 พันธุ์</u> พบว่า ในแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ลูกผสมอายุยาว ให้ผลผลิตระหว่าง 1,240-1,613 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 101-131 และ 93-121 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบ นครสวรรค์ 3 และนครสวรรค์ 4 ตามลำดับ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น จำนวน 22พันธุ์ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3และมีจำนวน 9พันธุ์ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 4 (Table 9) ส่วนในแปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากเกิดพายุฤดูร้อนในระหว่างการงดน้ำ ทำให้พันธุ์ทดสอบที่แสดงอาการเหี่ยวจากการขาดน้ำ หักล้มก่อนการออกไหม ส่งผลให้ชุดพันธุ์ที่ทดสอบ ไม่มีการติดฝัก ออกไหม ไม่มีผลผลิต

<u>ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 50 สายพันธุ์</u> พบว่า ในแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ สายพันธุ์แท้อายุยาวที่ทดสอบ ให้ผลผลิตระหว่าง 73-684 กิโลกรัมต่อไร่ สายพันธุ์แท้ที่ให้ผลผลิตต่ำ มีจำนวนฝักเสียปริมาณมาก จากการติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ ติดเมล็ดน้อยเกินกว่ากึ่งหนึ่งของฝัก เป็นผลจากสภาพอากาศแห้งและอุณหภูมิสูงระหว่างติดดอกออกฝัก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ฝักเสียเฉลี่ย ร้อยละ 46.3 มีผลให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดต่ำตามไปด้วย โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 62.89 (Table 10) ส่วนในแปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากเกิดพายุฤดูร้อน ในระหว่างการงดน้ำ ทำให้พันธุ์ทดสอบที่แสดงอาการเหี่ยวจากการขาดน้ำ หักล้มก่อนการออกไหม ส่งผลให้ชุดพันธุ์ที่ทดสอบ ไม่มีการติดฝัก ออกไหม ไม่มีผลผลิต

ปี 2564 ฤดูแล้ง

ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุยาว พันธุ์ดีเด่น จำนวน 50 พันธุ์ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน

พบว่า ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิต ระหว่าง 1,033-1,704 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 177-740 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง ระหว่างร้อยละ 51-85 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.46-1.52

โดยพันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX172032 NSX172035 NSX172023 NSX172016 NK6253 NSX112017 และ NSX172037 จัดเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพทนแล้ง โดยในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 1,351-1,542 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 602-704 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.36-1.52 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 51-57 พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,245 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 405 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 67 มีดัชนีทนแล้ง 1.01 ส่วนพันธุ์ตรวจสอบการค้า CP888new ให้ผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,331 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออก

ดอก 241 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 82 และมีดัชนีทนแล้ง 0.56 (Table 11)

ปี 2559-2564

จากผลการดำเนินงาน 6 ปี ตั้งแต่ปี 2559-2564 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเข้าสู่การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้งรวมทั้งสิ้น 300 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ (Table 12) พบว่า พันธุ์ลูกผสมอายุยาว NSX152067 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 4 แปลง ในปี 2560 2561 2562 และ 2564) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,379 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.40 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 44 นอกจากนี้ได้พันธุ์ลูกผสมอายุยาว ที่ผ่านการคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจำนวน 39 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX172001-NSX172039 (Table 13) ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐานการเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ

นอกจากนี้ ได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 27 สายพันธุ์ ที่ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง โดยได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602001 - Nei602027 (Table 14) ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง ซึ่งจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุป

ปี 2559-2564 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวเข้าสู่การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้ง โดยเป็นพันธุ์ลูกผสมรวม 300 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์

พันธุ์ลูกผสมอายุยาว NSX152067 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 778 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,379 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 44 มีดัชนีทนแล้งสูง 1.40 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ใหม่

พันธุ์ลูกผสมอายุยาว จำนวน 39 พันธุ์ ที่คัดเลือกได้ จากการประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้ง ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น NSX172001-NSX172039 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว 27 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602001 - Nei602027 ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง

ข้อเสนอแนะ

1) พันธุ์ลูกผสมดีเด่นอายุยาว จำนวน 39 พันธุ์ (NSX172001-NSX172039) และพันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX152067 ที่คัดเลือกได้ ให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ

2) สายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพในการทนแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง จัดเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพสูง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น นำไปพัฒนาลูกผสมใหม่ๆ โดยผสมกับสายพันธุ์แท้ที่มี heterotic pattern ต่างกัน เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มี heterosis สูง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. พันธุ์ลูกผสมดีเด่นอายุยาว ถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ในการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาว นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับเป็นแหล่งพันธุกรรม และการพัฒนาพันธุ์ลูกผสม

คำขอบคุณ

การดำเนินงานวิจัยนี้ ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากผู้อำนวยการ นักวิชาการเกษตร พนักงานการเกษตร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ซึ่งคณะผู้ดำเนินงาน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/TH-TH (11 มกราคม 2063).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 25-34. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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.

Bänziger, 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.

CIMMYT. 2009. Breeding for abiotic stress tolerance. Paper presented at training course on Breeding maize hybrids for rain-fed environment. Aug 31 - Sep 5, 2009. ICRISAT, India.

Eskasingh, B., P. Gypmantasiri, K. Thong-Ngam and P. Grudloyma. 2004. Maize in Thailand: Production Systems, Constraints, and Research Priorities. D.F.: CIMMYT, Mexico.

FAOSTAT. 2010. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

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., T. Budthong and N. Kamlar. 2005. Identification of tropical late yellow maize under water stress conditions. *In:* Proceeding of 9th Asian Regional Maize Workshop. Sep. 5-9, 2005. Beijing, China. 132-135.

Levy, B. and P. Stamp. 2003. Tolerance to pre-anthesis drought of tropical maize germplasm. Diploma thesis institute of plant science. Swiss Federal Institute of Technology. Zurich (ETH).

Ne Smith, D.S. and J.T. Retchie. 1992. Effects of soil water-deficits during tassel emergence on development and yield component of maize (*Zea mays* L.). Field Crops Research 28: 251-256.

Sansern, J., C. Balla, C. Aekatasanawan and W. Wongpila. 2004. Tolerance to drought at flowering in maize. Pages. 136-141. *In:* Proceeding of the thirty second national conference on maize. March 25-29, 1996. Sukhotai, Thailand.

Table 1 Important agronomic of inbred line under well-watered condition (WW) compared with water stress condition (WS) at NSFCRC in the in the 2016 dry season.

Trait	Well-watered (WW)			Water stress (WS)		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
Grain yield (kg rai^{-1})	737	23	288	391	2	75
Silking date (day)	71	51	66	73	57	65
Anthesis date (day)	71	58	65	71	57	63
ASI (day)	5	-2	1	6	-2	2
Number of ears per plant	1.8	0.3	1.1	1.1	0.1	0.5
Shelling (%)	82.38	56.90	69.31	78.32	66.05	71.43

Table 2 Mean grain yield of Inbred line under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2016 dry season.

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	Nei502001	22	123	72	82	0.69
2	Nei502004	18	103	60	83	0.67
3	Nei502006	24	269	147	91	0.35
4	Nei502009	113	456	285	75	0.95
5	Nei502013	26	218	122	88	0.45
6	Nei502016	74	286	180	74	1.00
7	Nei502020	65	166	116	61	1.51
8	Nei502023	9	81	45	89	0.41
9	Nei502025	21	124	72	83	0.64
10	Nei502026	24	98	61	76	0.93
11	Nei502029	96	220	158	56	1.67
12	Nei502031	5	95	50	94	0.21
13	Nei512001	5	51	28	91	0.35
14	Nei512002	16	268	142	94	0.24
15	Nei512003	14	107	61	87	0.51
16	Nei512004	20	23	21	12	3.38
17	Nei512005	110	498	304	78	0.85
18	Nei512007	34	278	156	88	0.48
19	Nei512008	104	471	288	78	0.85
20	Nei512009	75	130	103	42	2.23
21	Nei512010	123	154	138	20	3.07
22	Nei512012-1	45	107	76	58	1.62
23	Nei512012-2	69	345	207	80	0.77
24	Nei512013	50	458	254	89	0.42
25	Nei512015	11	183	97	94	0.22
26	Nei512016	22	139	81	84	0.60
27	Nei512017	66	198	132	67	1.29
28	Nei512018	10	104	57	90	0.37
29	Nei512019	13	173	93	93	0.29
30	Nei512020	33	383	208	91	0.34
31	Nei512021	31	231	131	86	0.52
32	Nei512022	55	386	220	86	0.54

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
33	Nei512023	12	278	145	96	0.16
34	Nei512024	52	132	92	61	1.51
35	Nei512025	7	127	67	95	0.20
36	Nei512026	98	219	159	55	1.72
37	Nei512027	38	68	53	44	2.16
38	Nei512028	79	142	111	44	2.14
39	Nei512029	26	388	207	93	0.25
40	Nei512030	96	343	220	72	1.08
41	Nei532001	27	130	78	79	0.81
42	Nei532003	36	247	142	85	0.56
43	Nei532004	33	36	35	7	3.57
44	Nei532005	75	401	238	81	0.72
45	Nei532006	55	179	117	69	1.18
46	Nei532007	30	486	258	94	0.23
47	Nei532008	36	111	73	68	1.24
48	Nei532010	78	372	225	79	0.81
49	Nei532012	108	314	211	66	1.32
50	Nei532013	121	336	229	64	1.38
51	Nei532014	19	195	107	90	0.38
52	Nei532015	82	292	187	72	1.08
53	Nei532019	44	248	146	82	0.68
54	Nei532021	9	268	138	97	0.13
55	Nei532022	10	120	65	92	0.31
56	Nei532023	14	249	132	94	0.22
57	Nei532024	27	85	56	68	1.21
58	Nei532025	30	191	111	84	0.61
59	Nei532026	38	158	98	76	0.94
60	Nei532028	72	274	173	74	1.00
61	Nei542001	52	177	115	70	1.13
62	Nei542002	135	652	393	79	0.79
63	Nei542003	165	463	314	64	1.37
64	Nei542005	112	386	249	71	1.11
65	Nei542007	115	571	343	80	0.77
66	Nei542008	95	345	220	72	1.06
67	Nei542009	65	232	148	72	1.07
68	Nei542010	235	419	327	44	2.15
69	Nei542011	184	507	346	64	1.40
70	Nei542012	229	363	296	37	2.42
71	Nei542015	80	257	168	69	1.20
72	Nei542016	125	473	299	74	1.02
73	Nei542017	137	485	311	72	1.09
74	Nei542018	89	325	207	73	1.05
75	Nei542019	97	480	288	80	0.77
76	Nei542021	86	536	311	84	0.62
77	Nei542022	170	673	422	75	0.97
78	Nei542023	166	572	369	71	1.11
79	Nei542024	141	737	439	81	0.74

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
80	Nei542025	142	441	291	68	1.23
81	Nei542026	63	527	295	88	0.46
82	Nei542027	112	671	391	83	0.64
83	Nei542028	124	192	158	35	2.48
84	Nei542029	143	363	253	61	1.51
85	Nei542030	194	516	355	62	1.45
86	Nei542031	131	448	289	71	1.12
87	Nei542032	149	418	283	64	1.37
88	Nei542033	160	416	288	62	1.47
89	Nei542035	94	321	208	71	1.13
90	Nei542037	22	111	67	80	0.77
91	Nei542038	8	58	33	87	0.50
92	Nei542039	5	108	57	95	0.18
93	Nei9008	115	311	213	63	1.42
94	Nei9202	14	152	83	91	0.35
95	Nei9202(S)	10	78	44	88	0.47
96	Nei452009	100	396	248	75	0.97
97	**Nei462013**	**391**	**641**	**516**	**39**	**2.34**
98	**TakFa1**	**266**	**385**	**326**	**31**	**2.65**
99	TakFa2	2	146	74	98	0.06
100	TakFa3	12	126	69	90	0.38
Exp. Mean		75	288	181	74	1.00
CV (%)		49.54	24.82	-	-	-
LSD (0.05)		74	142	-	-	-

Table 3 Mean grain yield of hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2017 dry season. (set 1)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	Nei462004 x Nei452009	509	1,134	821	55.12	1.49
2	**Nei542012 x Nei452009**	**648**	**1,185**	**917**	**45.27**	**1.81**
3	Nei462014 x Nei452009	520	1,263	892	58.81	1.36
4	Nei542001 x Nei452009	537	1,206	872	55.43	1.48
5	Nei412019 x Nei452009	397	998	698	60.17	1.32
6	Nei542010 x Nei452009	386	1,276	831	69.76	1.00
7	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER	409	1,208	809	66.19	1.12
8	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER	545	1,172	858	53.54	1.54
9	Nei462007 x Nei452009	248	1,130	689	78.03	0.73
10	[Nei452004 x Nei452008]-F2-B-B-B-10-1-B-B-	388	1,135	761	65.80	1.13
11	NK 46-B-B-B-2-B-B-B x Nei462013	358	1,103	731	67.52	1.07
12	30 A 33-B-B-B-3-B-B-B x Nei452009	509	1,257	883	59.53	1.34
13	NK 46-B-B-B-3-B-B-B x Nei462013	397	1,165	781	65.90	1.13
14	Big 959-B-B-B-1-B-B-B x Nei462013	328	1,076	702	69.48	1.01
15	NK 46-B-B-B-1-B-B-B x Nei452009	272	1,088	680	75.00	0.83
16	Pac 984-B-B-B-2-B-B-B x TakFa1	359	1,149	754	68.77	1.03
17	Pac 984-B-B-B-2-B-B-B x Nei452009	303	1,235	769	75.43	0.81
18	NK 48-B-B-B-1-B-B-B x Nei452009	416	1,384	900	69.91	1.00
19	Pac 220-B-B-B-1-B-B-B x TakFa1	391	1,279	835	69.45	1.01
20	NK 48-B-B-B-1-B-B-B x TakFa1	475	1,466	971	67.59	1.07
21	30 A 33-B-B-B-1-B-B-B x Nei452009	422	1,240	831	65.96	1.13
22	NK 48-B-B-B-1-B-B-B x TakFa2	286	1,012	649	71.73	0.94
23	NK 48-B-B-B-3-B-B-B x Nei452009	307	1,169	738	73.69	0.87
24	Big 959-B-B-B-3-B-B-B x TakFa1	311	1,284	798	75.75	0.80
25	SW5(S)C6-323-B-B-B-B-B x Nei452009	448	1,157	802	61.24	1.28
26	KS23(S)C4-369-B-B-1-B-B-B x Nei452009	324	1,221	773	73.49	0.88
27	SW5(S)C6-185-B-B-B-B-B x Nei452009	197	1,172	685	83.19	0.56
28	KS28(S)C1-F2-115-B-B-1-B-B-B x Nei452009	367	1,231	799	70.23	0.99
29	**KS23(S)C4-366-B-B-1-B-B-B x Nei452009**	**611**	**1,286**	**949**	**52.51**	**1.57**
30	SW5(S)C6-357-B-B-B-B-B x Nei452009	354	1,234	794	71.35	0.95
31	KS23(S)C4-270-B-B-1-B-B-B x Nei452009	277	1,064	670	74.02	0.86
32	KS23(S)C5-3-B-B-B-B-B x TakFa1	274	1,210	742	77.36	0.75
33	KS23(S)C5-98-B-B-B-B-B x Nei452009	273	1,111	692	75.46	0.81
34	KS23(S)C4-289-B-B-1-B-B-B x Nei452009	453	1,289	871	64.88	1.16
35	KS23(S)C4-387-B-B-1-B-B-B x TakFa1	214	1,123	669	80.93	0.63
36	KS24(S)C2-202-B-B-1-B-B-B x TakFa1	130	1,087	608	88.05	0.40
37	KS24(S)C2-202-B-B-1-B-B-B x Nei462013	376	1,094	735	65.59	1.14

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
38	SW5(S)C5-F2-251-B-B-1-B-B-B x Nei452009	152	1,287	720	88.18	0.39
39	SW5(S)C5-F2-251-B-B-1-B-B-B x TakFa1	84	1,131	608	92.54	0.25
40	(Nei9202(T) x Nei422004)-BBBBBB-1-B-B-B x	408	991	700	58.84	1.36
41	(Nei9202 x Nei422004)-BBBBBB-1-B-B-B x	336	1,040	688	67.69	1.07
42	(Nei412019 x Nei452008)-B-B-B-6-B-B-B x	280	1,185	732	76.38	0.78
43	(Nei452017 x Nei452029)-B-B-B-1-B-B-B x	220	1,089	655	79.77	0.67
44	(Nei412019 x Nei452008)-B-B-B-4-B-B-B x	434	1,158	796	62.56	1.24
45	[Kei0102-61(RR) x Nei9008(RS)]-BBBB-2-B-B-B	389	1,228	809	68.33	1.05
46	(Nei452004 x Nei452029)-B-B-B-1-B-B-B x	308	1,122	715	72.58	0.91
47	[Pio3006-23-2-B-1-2-3-BBB(RR) x Nei9008	271	1,088	680	75.06	0.83
48	(Nei412019 x Nei452026)-B-B-B-2-B-B-B x	521	1,165	843	55.29	1.48
49	(Nei9202(S) x Nei422004)-BBBBBB-2-B-B-B x	324	1,021	673	68.28	1.05
50	(Nei9202 x Nei422004)-BBBBBB-2-B-B-B x	318	1,292	805	75.37	0.82
51	(Nei452008 x Korean inbred)-B-B-B-2-B-B-B	440	1,381	910	68.16	1.05
52	(Nei9202(T) x Nei422004)-BBBBBB-3-B-B-B x	252	1,178	715	78.63	0.71
53	(Nei452026 x Nei452030)-B-B-B-1-B-B-B x	431	1,278	854	66.27	1.12
54	(Nei452004 x Nei452010)-B-B-B-1-B-B-B	394	1,052	723	62.55	1.24
55	[Kei0102-61(RR) x Nei9008(RS)]-BBBB-3-B-B-B	255	1,301	778	80.40	0.65
56	(Nei9202(S) x Nei422004)-BBBBBB-3-B-B-B x	351	1,112	731	68.46	1.04
57	[Nei402003(RR) x Nei9008(RS)]-BBBB-1-B-B-B	59	1,056	557	94.42	0.18
58	CP888 New	267	1,200	734	77.76	0.74
59	NSX042022	374	1,127	751	66.83	1.10
60	**NS3(Check)**	**400**	**1,112**	**756**	**64.01**	**1.19**
Exp.Mem		355	1,175	765	69.84	1.00
CV (%)		29.06	9.17	-	-	-
LSD(0.05)		208	ns	-	-	-

Table 4 Mean grain yield of hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2017 dry season. (set 2)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	KS27(S)C3-17-B-B-B-B-B-2 x Tak Fa 1	1	249	1,117	77.69	1.03
2	KS27(S)C3-17-B-B-B-B-B-2 x Tak Fa 3	2	213	1,080	80.27	0.91
3	KS27(S)C3-17-B-B-B-B-B-2 x Nei452009	3	256	1,267	79.76	0.94
4	KS27(S)C3-35-B-B-B-B-B-3 x Tak Fa 1	4	497	1,089	54.37	2.11
5	KS27(S)C3-35-B-B-B-B-B-3 x Tak Fa 3	5	172	1,041	83.45	0.76
6	KS27(S)C3-35-B-B-B-B-B-3 x Nei452009	6	294	1,080	72.79	1.26
7	KS27(S)C3-39-B-B-B-B-B-4 x Tak Fa 1	7	91	1,431	93.64	0.29
8	KS27(S)C3-39-B-B-B-B-B-4 x Tak Fa 2	8	201	1,067	81.13	0.87
9	KS27(S)C3-39-B-B-B-B-B-4 x Tak Fa 3	9	215	1,240	82.63	0.80
10	KS27(S)C3-39-B-B-B-B-B-4 x Nei452009	10	135	1,203	88.74	0.52
11	KS27(S)C3-39-B-B-B-B-B-4 x Nei462013	11	268	1,199	77.61	1.03
12	KS27(S)C3-57-B-B-B-B-B-6 x Tak Fa 1	12	56	1,018	94.51	0.25
13	KS27(S)C3-57-B-B-B-B-B-6 x Tak Fa 3	13	184	978	81.14	0.87
14	KS27(S)C3-57-B-B-B-B-B-6 x Nei452009	14	180	1,021	82.39	0.81
15	KS27(S)C3-58-B-B-B-B-B-7 x Tak Fa 1	15	68	1,031	93.38	0.31
16	KS27(S)C3-58-B-B-B-B-B-7 x Tak Fa 3	16	90	965	90.65	0.43
17	KS27(S)C3-59-B-B-B-B-B-8 x Tak Fa 1	17	153	1,093	86.01	0.65
18	KS27(S)C3-59-B-B-B-B-B-8 x Tak Fa 3	18	289	1,101	73.73	1.21
19	KS27(S)C3-59-B-B-B-B-B-8 x Nei452009	19	212	1,130	81.28	0.86
20	KS27(S)C3-59-B-B-B-B-B-8 x Nei462013	20	176	958	81.64	0.85
21	KS27(S)C3-64-B-B-B-B-B-9 x Nei452009	21	358	1,047	65.85	1.58
22	KS27(S)C3-78-B-B-B-B-B-10 x Tak Fa 2	22	328	1,236	73.47	1.23
23	KS27(S)C3-82-B-B-B-B-B-11 x Nei462013	23	374	1,211	69.08	1.43
24	KS27(S)C3-85-B-B-B-B-B-12 x Tak Fa 1	24	242	1,075	77.51	1.04
25	KS27(S)C3-85-B-B-B-B-B-12 x Tak Fa 3	25	211	1,069	80.24	0.91
26	KS27(S)C3-85-B-B-B-B-B-12 x Nei452009	26	301	1,151	73.87	1.21
27	KS27(S)C3-85-B-B-B-B-B-12 x Nei462013	27	410	1,063	61.43	1.78
28	KS27(S)C3-86-B-B-B-B-B-13 x Tak Fa 3	28	305	995	69.33	1.42
29	KS27(S)C3-87-B-B-B-B-B-14 x Tak Fa 3	29	120	1,078	88.91	0.51
30	KS27(S)C3-87-B-B-B-B-B-14 x Nei452009	30	132	1,234	89.31	0.49
31	KS27(S)C3-87-B-B-B-B-B-14 x Nei462013	31	177	1,024	82.76	0.80
32	KS27(S)C3-88-B-B-B-B-B-15 x Tak Fa 1	32	95	915	89.60	0.48
33	KS27(S)C3-88-B-B-B-B-B-15 x Nei452009	33	156	1,278	87.83	0.56
34	KS27(S)C3-91-B-B-B-B-B-16 x Nei452009	34	221	1,126	80.36	0.91
35	KS27(S)C3-92-B-B-B-B-B-17 x Tak Fa 3	35	212	1,157	81.68	0.85
36	KS27(S)C3-92-B-B-B-B-B-17 x Nei452009	36	285	1,250	77.21	1.05
37	CP888 New	37	338	1,400	75.85	1.12
38	NSX042022	38	448	1,369	67.24	1.51
39	**NSX052014**	**39**	**622**	**1,194**	**47.89**	**2.41**
40	**NS3(Check)**	**40**	**444**	**1,287**	**65.49**	**1.59**
Exp.		245	1132	688	78.40	1.00
CV (%)		29.52	9.55	-	-	-
LSD		147	220	-	-	-

Table 5 Mean grain yield of hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2018 dry season. (set 1)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	NSX152002	912	1,612	1,262	43	1.04
2	NSX152004	777	1,276	1,027	39	1.12
3	NSX152007	791	1,576	1,184	50	0.93
4	NSX152009	938	1,649	1,294	43	1.05
5	NSX152013	943	1,655	1,299	43	1.05
6	NSX152015	817	1,409	1,113	42	1.07
7	NSX152016	828	1,689	1,259	51	0.90
8	NSX152018	759	1,519	1,139	50	0.92
9	NSX152019	766	1,614	1,190	53	0.88
10	NSX152020	946	1,593	1,269	41	1.10
11	NSX152021	565	1,576	1,070	64	0.66
12	NSX152025	702	1,597	1,149	56	0.81
13	NSX152081	777	1,629	1,203	52	0.88
14	NSX152082	541	1,579	1,060	66	0.63
15	NSX152090	1,053	1,615	1,334	35	1.20
16	NSX152091	1,033	1,621	1,327	36	1.18
17	NSX152093	450	1,585	1,017	72	0.52
18	NSX152097	583	1,449	1,016	60	0.74
19	NSX152083	952	1,602	1,277	41	1.10
20	NSX152084	835	1,535	1,185	46	1.00
21	NSX152085	949	1,616	1,282	41	1.08
22	NSX152092	666	1,543	1,105	57	0.80
23	NSX152094	838	1,426	1,132	41	1.09
24	NSX152099	873	1,550	1,211	44	1.04
25	NSX152100	968	1,663	1,315	42	1.08
26	NSX152101	560	1,437	998	61	0.72
27	NSX152102	668	1,683	1,176	60	0.73
28	NSX152103	531	1,564	1,047	66	0.63
29	NSX152026	799	1,773	1,286	55	0.83
30	NSX152027	879	1,626	1,253	46	1.00
31	NSX152029	939	1,486	1,212	37	1.17
32	NSX152031	634	1,646	1,140	61	0.71
33	NSX152032	502	1,725	1,114	71	0.54
34	NSX152034	778	1,444	1,111	46	0.99
35	NSX152043	637	1,555	1,096	59	0.76
36	NSX152045	1,025	1,460	1242	30	1.30
37	NSX152055	1,053	1,614	1,333	35	1.20

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
38	NSX152056	725	1,479	1,102	51	0.91
39	NSX152057	933	1,469	1,201	36	1.17
40	NSX152058	1,041	1,586	1,313	34	1.21
41	NSX152060	1,098	1,599	1,348	31	1.27
42	NSX152062	968	1,792	1,380	46	1.00
43	NSX152065	1,165	1,571	1,368	26	1.37
44	NSX152067	1,070	1,675	1,373	36	1.18
45	NSX152068	977	1,630	1,303	40	1.11
46	NSX152070	1,023	1,527	1,275	33	1.24
47	NSX152071	544	1,524	1,034	64	0.66
48	NSX152035	877	1,475	1,176	41	1.10
49	**NSX152041**	**1,254**	**1,588**	**1,421**	**21**	**1.46**
50	NSX152061	1,007	1,679	1,343	40	1.11
51	NSX152063	982	1,514	1,248	35	1.20
52	NSX152069	1,062	1,533	1,297	31	1.28
53	NSX152072	1,050	1,625	1,337	35	1.19
54	NSX152073	1,063	1,539	1,301	31	1.28
55	NSX152075	747	1,375	1,061	46	1.00
56	NSX152076	772	1,503	1,137	49	0.95
57	NSX152077	990	1,300	1,145	24	1.41
58	NSX152078	579	1,375	977	58	0.78
59	NSX152079	488	1,434	961	66	0.63
60	**NS3(Check)**	**998**	**1,611**	**1,305**	**38**	**1.14**
Exp.Mean		845	1,560	1,202	44	1.00
CV (%)		11.33	8.18	-	-	-
LSD(0.05)		193	ns	-	-	-

Table 6 Mean grain yield of Inbreds maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2018 dry season. (set 2)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	Nei582002	162	668	415	76	1.24
2	Nei582003	70	540	305	87	0.66
3	Nei582004	111	248	179	55	2.29
4	Nei582005	39	915	477	96	0.22
5	Nei582006	18	369	194	95	0.25
6	Nei582007	106	632	369	83	0.86
7	Nei582008	53	441	247	88	0.62
8	Nei582009	11	569	290	98	0.09
9	Nei582010	108	389	248	72	1.42
10	Nei582011	17	499	258	97	0.18
11	Nei582014	45	267	156	83	0.87
12	Nei582015	13	351	182	96	0.19
13	Nei582016	32	741	387	96	0.22
14	Nei582017	289	647	468	55	2.29
15	Nei582019	56	502	279	89	0.57
16	Nei582022	12	437	224	97	0.14
17	Nei582026	75	527	301	86	0.72
18	Nei582027	1	451	226	100	0.01
19	Nei582029	176	718	447	76	1.25
20	Nei582036	180	558	369	68	1.65
21	Nei582037	192	473	333	59	2.08
22	Nei582038	307	682	494	55	2.30
23	Nei582039	290	580	435	50	2.57
24	Nei582041	64	376	220	83	0.88
25	Nei582042	153	555	354	72	1.42
26	Nei582043	57	500	279	89	0.59
27	Nei582044	29	349	189	92	0.42
28	Nei582046	60	383	221	84	0.80
29	Nei582047	66	204	135	68	1.67
30	Nei582048	55	533	294	90	0.53
31	Nei582049	68	594	331	89	0.59
32	Nei582050	251	622	436	60	2.07
33	Nei582055	194	723	459	73	1.38
34	Nei582056	163	345	254	53	2.42
35	Nei582057	77	757	417	90	0.52
36	Nei582058	73	433	253	83	0.87
37	Nei582060	5	676	341	99	0.04
38	Nei582062	163	815	489	80	1.02
39	Tak Fa 1	249	651	450	62	1.96
40	Tak Fa 3	14	405	209	97	0.18
Exp.		103	528	315	80	1.00
CV (%)		53.60	18.84	-	-	-
LSD		89	162	-	-	-

Table 7 Mean grain yield of hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2019 dry season. (set 1)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	NSX152007	740	1,215	977	39	1.25
2	NSX152010	554	1,263	908	56	0.90
3	NSX152013	706	1,342	1,024	47	1.08
4	NSX152015	628	1,377	1,002	54	0.94
5	NSX152016	784	1,319	1,051	41	1.22
6	NSX152019	517	1,352	934	62	0.79
7	NSX152021	620	1,220	920	49	1.05
8	NSX152023	525	1,291	908	59	0.84
9	NSX152025	533	1,235	884	57	0.89
10	NSX152026	285	1,187	736	76	0.49
11	NSX152027	532	1,270	901	58	0.86
12	NSX152029	713	1,327	1,020	46	1.10
13	NSX152030	677	1,266	972	47	1.10
14	NSX152032	383	1,379	881	72	0.57
15	NSX152040	593	1,196	895	50	1.02
16	NSX152041	517	1,175	846	56	0.90
17	NSX152045	596	1,286	941	54	0.95
18	NSX152046	678	1,285	981	47	1.08
19	NSX152047	533	1,168	850	54	0.94
20	NSX152052	561	1,184	872	53	0.97
21	NSX152056	609	1,154	881	47	1.08
22	NSX152057	739	1,297	1,018	43	1.17
23	NSX152058	731	1,209	970	40	1.24
24	NSX152059	628	1,338	983	53	0.96
25	NSX152062	627	1,195	911	48	1.08
26	NSX152063	727	1,292	1,009	44	1.16
27	NSX152064	737	1,368	1,052	46	1.11
28	NSX152065	564	1,188	876	53	0.98
29	NSX152066	610	1,323	966	54	0.95
30	NSX152067	837	1,266	1,051	34	1.36
31	NSX152068	547	1,236	892	56	0.91
32	NSX152070	515	1,258	887	59	0.84
33	NSX152071	677	1,345	1,011	50	1.04
34	NSX152075	585	1,155	870	49	1.04
35	NSX152078	643	1,130	887	43	1.17
36	NSX152079	537	1,259	898	57	0.88
37	NSX152081	430	1,301	866	67	0.68
38	NSX152082	603	1,297	950	54	0.96
39	NSX152086	677	1,164	921	42	1.20
40	NSX152088	674	1,241	957	46	1.12
41	NSX152089	624	1,318	971	53	0.97
42	NSX152091	710	1,200	955	41	1.22
43	NSX152095	624	1,320	972	53	0.97
44	NSX152096	608	1,168	888	48	1.07
45	NSX152097	586	1,239	912	53	0.97

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
46	NSX152099	559	1,136	847	51	1.01
47	NSX152101	590	1,160	875	49	1.05
48	NSX152102	526	1,302	914	60	0.83
49	NSX152103	553	1,282	917	57	0.89
50	NSX052014	801	1,305	1,053	39	1.26
Exp.Mean		611	1,256	934	51	1.00
CV (%)		17.43	7.65	-	-	-
LSD(0.05)		173	156	-	-	-

Table 8 Mean grain yield of hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2019 dry season. (set 2)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	NSX152002	667	1,232	949	46	1.04
2	NSX152003	580	1,100	840	47	1.01
3	NSX152006	682	1,211	946	44	1.08
4	NSX152008	778	1,307	1,043	40	1.15
5	NSX152009	678	1,239	958	45	1.05
6	NSX152011	599	1,300	949	54	0.89
7	NSX152012	490	1,301	895	62	0.72
8	NSX152018	573	1,234	904	54	0.89
9	NSX152020	634	1,292	963	51	0.94
10	NSX152028	767	1,284	1,026	40	1.15
11	NSX152031	553	1,242	898	55	0.86
12	NSX152037	599	1,301	950	54	0.89
13	NSX152038	596	1,309	953	54	0.88
14	NSX152060	719	1,279	999	44	1.08
15	**NSX152072**	**804**	**1,385**	**1,095**	**42**	**1.12**
16	NSX152073	735	1,205	970	39	1.17
17	NSX152074	781	1,240	1,011	37	1.21
18	NSX152076	570	1,282	926	56	0.86
19	NSX152077	718	1,214	966	41	1.14
20	NSX152094	545	1,186	865	54	0.89
21	Pac777	534	1,225	879	56	0.84
22	S6248	658	1,382	1,020	52	0.92
23	NSX042022	775	1,247	1,011	38	1.20
24	NS3 (Check)	614	1,128	871	46	1.05
Exp.		652	1,255	954	48	1.00
CV (%)		16.03	7.16	-	-	-
LSD		172	ns	-	-	-

Table 9 Mean grain yield(kg/rai) and some agronomic characters of promising late hybrid: well water in the 2020 dry season.

Pedigree	Ent	Tass	Silk	ASI	Height(cm)		E:P	Lode(%)		Stand	Ear		Shelling	Moist	Aspect		Op	Ear/pt	Tip Fill	Seeding Vigor	Yield	CK(%)	CK(%)	CK(%)
					Plant	Ear		Root	Stalk	Count	Total	Rot(%)	(%)	(%)	Plant	Ear	HK(%)		(1-5)	(1-5)	(kg rai^{-1})	NS3	NS4	NS5
NSX102005	1	54	55	1	205	123	0.60	0.0	0.0	51	48	11.8	76.53	23.26	2.3	2.2	0.0	1.0	1.7	1.0	1,469	120	111	99
NSX112009	2	56	57	1	189	117	0.62	2.6	0.0	51	56	3.0	77.85	24.35	2.7	2.5	1.3	1.1	1.0	1.0	1,342	109	101	90
NSX112012	3	57	59	2	207	121	0.59	0.6	0.0	52	54	8.8	74.88	23.29	2.8	2.5	5.1	1.0	1.0	1.0	1,324	108	100	89
NSX112013	4	56	58	2	180	111	0.62	0.7	0.0	51	51	5.9	77.56	22.83	3.0	2.5	0.0	1.0	1.0	1.0	1,244	101	94	84
NSX112017	5	55	56	0	213	124	0.58	0.6	0.0	51	52	1.3	81.08	24.32	2.2	2.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1,515	123	114	102
NSX112019	6	55	55	0	211	123	0.59	0.0	1.3	52	54	3.0	81.95	23.90	2.3	2.0	0.6	1.1	1.0	1.0	1,587	129	119	107
NSX152002	7	56	56	0	190	109	0.57	2.0	0.0	50	51	3.4	81.01	23.82	2.7	2.3	0.0	1.0	1.0	1.0	1,450	118	109	97
NSX152006	8	58	58	0	195	113	0.58	0.0	0.0	52	51	4.6	80.36	29.03	2.3	2.0	1.3	1.0	1.3	1.0	1,462	119	110	98
NSX152007	9	58	60	2	196	112	0.57	0.6	0.0	52	54	17.6	72.04	32.72	2.0	2.7	3.2	1.0	2.0	1.0	1,330	108	100	89
NSX152008	10	56	56	1	190	104	0.55	2.6	1.3	52	52	7.1	79.36	26.28	2.7	2.8	0.6	1.0	2.7	1.0	1,407	115	106	95
NSX152010	11	56	59	3	196	113	0.58	0.7	0.0	51	56	15.8	73.20	27.93	2.5	2.3	0.6	1.1	2.0	1.2	1,451	118	109	97
NSX152013	12	56	59	3	199	122	0.61	1.3	0.0	51	52	15.9	73.78	27.47	2.7	3.3	0.0	1.0	1.7	1.0	1,300	106	98	87
NSX152015	13	56	58	2	203	123	0.61	1.3	0.0	52	53	8.9	71.50	28.71	2.3	3.2	0.6	1.0	1.3	1.0	1,335	109	101	90
NSX152016	14	56	58	2	190	114	0.60	5.2	0.6	52	50	6.6	74.81	29.57	2.7	2.8	0.0	1.0	1.3	1.0	1,410	115	106	95
NSX152018	15	56	56	0	195	114	0.59	4.5	0.0	52	56	3.6	80.29	27.25	2.8	2.2	0.6	1.1	1.0	1.0	1,356	110	102	91
NSX152019	16	57	61	4	189	112	0.59	0.6	0.0	52	51	2.6	77.11	28.75	2.7	3.2	0.0	1.0	1.3	1.0	1,302	106	98	87
NSX152021	17	56	58	3	200	114	0.57	0.6	0.0	51	49	4.7	78.34	25.43	2.8	2.5	1.3	1.0	1.0	1.0	1,410	115	106	95
NSX152025	18	57	59	2	200	115	0.58	0.0	0.0	51	51	7.7	78.10	27.36	2.5	2.3	0.0	1.0	1.0	1.0	1,350	110	102	91
NSX152032	19	57	61	4	197	115	0.59	0.0	0.0	52	52	7.7	74.45	24.61	2.8	2.7	0.6	1.0	1.2	1.0	1,240	101	93	83
NSX152045	20	57	60	2	202	128	0.63	1.3	0.0	52	61	8.1	77.49	30.56	2.3	2.5	0.0	1.2	1.0	1.0	1,526	124	115	102
NSX152053	21	56	58	2	189	108	0.57	0.0	0.0	51	51	3.3	79.26	22.07	2.7	2.8	0.0	1.0	2.0	1.0	1,463	119	110	98
NSX152057	22	56	58	2	202	119	0.59	2.0	0.0	51	49	4.6	76.02	23.17	2.5	2.7	0.0	1.0	1.0	1.0	1,455	118	110	98
NSX152059	23	54	57	3	203	115	0.57	0.6	0.7	51	50	11.4	72.77	21.64	2.8	3.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1,246	101	94	84
NSX152062	24	56	58	2	200	116	0.58	0.6	0.0	52	51	2.7	74.30	24.54	2.3	2.3	0.0	1.0	1.0	1.0	1,413	115	106	95
NSX152065	25	56	57	1	197	110	0.56	0.0	0.0	51	52	1.9	75.56	25.33	2.2	2.7	0.6	1.0	1.7	1.0	1,485	121	112	100
NSX152066	26	56	57	1	211	122	0.58	3.2	0.0	52	52	2.5	74.75	25.68	2.5	2.3	0.0	1.0	1.0	1.0	1,514	123	114	102
NSX152067	27	56	58	2	202	117	0.58	2.0	0.7	51	54	4.3	74.00	24.35	2.5	2.2	0.0	1.1	1.0	1.0	1,497	122	113	101
NSX152070	28	55	58	2	192	111	0.58	0.0	0.0	51	52	4.5	78.42	22.94	2.7	2.2	2.0	1.0	1.0	1.0	1,452	118	109	98
NSX152072	29	54	55	1	206	120	0.58	0.0	0.0	52	52	3.2	80.10	21.58	3.0	2.5	3.9	1.0	2.0	1.0	1,542	125	116	104
NSX152089	30	56	56	1	215	126	0.58	0.6	1.3	51	51	6.0	72.85	22.46	2.5	2.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1,381	112	104	93
NSX152097	31	57	58	0	204	119	0.59	1.3	0.0	51	52	7.0	75.37	25.91	2.5	2.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1,442	117	109	97
WS 8414	32	57	58	1	199	119	0.60	0.0	1.3	50	53	5.0	80.39	29.24	2.5	2.0	1.3	1.1	1.0	1.0	1,613	131	121	108
WS 8520	33	57	60	3	198	117	0.59	0.0	0.0	47	44	11.0	77.89	30.55	2.3	2.5	1.3	0.9	1.0	1.5	1,287	105	97	86
CP888 New	34	54	56	1	206	112	0.54	0.6	0.6	52	51	5.3	80.30	24.14	2.3	2.0	1.9	1.0	1.0	1.0	1,513	123	114	102
S 7328	35	58	59	1	193	120	0.62	0.0	0.7	50	51	5.3	76.99	30.96	2.0	2.0	0.0	1.0	1.3	1.0	1,407	114	106	94
Pac 777	36	58	59	1	190	111	0.59	0.6	0.0	49	47	4.2	78.75	29.52	2.3	2.0	0.0	1.0	1.0	1.8	1,309	106	99	88
SW 4452	37	56	58	2	205	128	0.63	1.3	0.0	52	50	5.4	77.11	31.14	2.5	2.2	0.7	1.0	1.0	1.0	1,269	103	96	85
NS 3	38	57	57	0	231	118	0.53	0.0	0.0	52	51	5.9	77.71	25.88	2.0	2.2	0.0	1.0	1.0	1.0	1,229	100	93	83
NS 4	39	55	55	0	188	110	0.58	0.0	0.0	51	51	3.9	81.83	21.45	2.5	2.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1,328	108	100	89
NS 5	40	54	55	1	192	109	0.57	4.5	0.0	52	51	2.0	78.13	21.17	2.7	2.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1,489	121	112	100
Mean		56	58	2	199	116	0.59	1.1	0.2	51	52	6.2	77.11	25.88	2.51	2.4	0.8	1.0	1.2	1.0	1,403	114	106	94
CV (%)		1.47	1.85	37.67	7.06	4.15	4.54	158.85	356.88	2.44	4.72	77.47	1.68	5.28	14.47	13.31	153.52	4.62	25.52	9.89	6.72	-	-	-
LSD (0.05)		1	2	1	ns	8	0.05	2.8	ns	2	4	7.8	2.10	2.22	ns	0.5	2.1	0.1	0.5	0.2	153	-	-	-

Table 10 Mean grain yield(kg rai^{-1}) and some agronomic characters of promissing late Inbred : well water in the 2020 dry season.

Pedigree	Ent	Tass	Silk	ASI	Height(cm)		E:P	Lodg(%)		Stand	Ear		Shelling	Moist	Aspect		Op	Ear/pt	Tip Fill	Seeding vigor	Yield
					Plant	Ear		Root	Stalk	Count	Total	Rot(%)	(%)	(%)	Plant	Ear	HK(%)		(1-5)	(1-5)	(kg rai^{-1})
Nei452023	10	59	62	3	123	65	0.53	0.9	0.0	51	54	6.8	70.92	18.94	2.0	1.0	0.6	1.1	1.0	1.0	684
Nei542033	35	62	63	2	142	75	0.54	0.2	0.0	51	87	21.2	71.41	23.85	2.0	1.0	0.2	1.7	1.5	1.3	664
TF4 (Nei 452006)	48	60	62	2	131	74	0.56	0.2	0.0	52	72	27.4	81.02	16.84	2.0	1.0	0.3	1.4	1.5	1.0	624
Nei512020	22	59	60	2	139	73	0.53	0.2	0.0	52	59	26.6	76.85	23.59	1.0	1.6	0.2	1.1	2.0	0.9	594
Nei452016-1	7	62	63	1	114	70	0.62	0.2	0.0	49	74	26.5	78.93	13.64	2.5	2.2	0.2	1.5	2.0	1.1	567
Nei432001	2	60	63	3	136	66	0.49	1.0	0.0	51	56	36.9	61.64	25.38	1.0	2.2	0.2	1.1	2.5	1.0	557
Nei452004	4	59	62	3	134	70	0.53	9.8	0.0	51	69	54.0	63.68	21.65	3.0	2.4	0.2	1.4	1.5	1.0	552
Nei542032	34	61	62	2	134	70	0.53	0.0	0.0	51	86	36.3	66.39	23.38	2.0	1.5	1.1	1.7	2.0	1.0	551
Nei542010	28	64	61	-3	121	69	0.57	0.0	0.0	51	55	2.7	67.11	22.81	1.0	2.2	0.0	1.1	2.0	0.9	534
Nei452016-2	8	61	62	1	107	59	0.55	0.0	0.0	49	73	19.1	72.38	13.47	4.0	2.3	0.3	1.5	2.5	1.0	527
Nei582036	40	62	63	1	129	69	0.53	0.6	0.0	52	49	20.6	74.76	22.61	1.0	1.1	1.1	0.9	1.5	1.0	519
Nei512017	21	62	62	0	116	68	0.58	0.2	0.0	51	82	19.0	74.38	18.34	2.5	3.4	0.3	1.6	2.5	1.0	517
Nei542021	33	63	66	3	160	89	0.55	2.1	0.0	51	77	32.4	62.98	20.64	2.0	1.9	4.0	1.5	2.5	1.0	505
Nei542012	29	61	62	1	127	59	0.47	0.1	1.0	52	68	37.4	67.03	18.67	2.0	2.2	0.7	1.3	2.0	1.0	505
Nei542013	30	59	60	1	116	60	0.53	0.0	0.0	51	56	20.5	79.17	18.82	2.0	2.5	0.1	1.1	1.0	1.3	497
Nei582060	42	63	62	-1	134	77	0.58	0.0	0.0	52	53	22.0	68.41	20.15	1.0	2.1	1.1	1.0	2.0	1.0	453
Nei542020	32	61	61	0	143	84	0.59	0.2	0.0	50	67	41.9	67.41	21.06	1.0	3.4	1.2	1.3	3.5	0.9	425
Nei542018	31	63	65	2	142	77	0.54	0.0	0.0	51	79	48.3	59.81	21.94	1.0	2.6	0.0	1.6	4.0	1.3	423
Nei532010	25	65	67	2	118	74	0.62	4.0	0.0	50	44	30.5	71.93	22.39	3.0	2.3	1.1	0.9	2.0	1.5	414
Nei492010	15	65	66	1	149	77	0.51	1.1	0.0	52	56	36.3	67.43	26.28	1.0	1.4	0.2	1.1	3.0	1.0	401
Nei502029	18	61	63	2	138	63	0.46	0.0	0.0	49	54	37.8	80.27	15.05	5.0	2.5	0.2	1.1	3.5	1.0	380
Nei452007-1	5	63	66	3	98	63	0.64	0.0	0.0	49	50	26.7	58.22	24.45	1.0	2.3	0.9	1.0	2.0	1.0	372
Nei542005	27	62	65	3	148	86	0.58	0.0	0.0	52	69	58.1	68.35	17.69	2.5	2.6	0.0	1.3	3.0	1.0	372
TF1(Nei 452008)	45	62	62	0	128	66	0.51	0.0	0.0	51	45	31.1	75.13	22.87	2.0	2.4	0.0	0.9	2.0	1.0	366
Nei402004	1	60	61	1	135	73	0.55	0.0	0.0	50	52	43.1	68.44	19.07	3.0	3.5	0.1	1.0	3.0	1.5	335
Nei452018	9	63	65	2	98	58	0.59	0.0	0.0	49	73	61.8	57.40	19.62	2.0	2.8	0.0	1.5	3.5	1.3	328
TF7 (Nei 462013)	50	56	57	1	120	64	0.54	20.1	0.0	51	40	17.1	87.49	19.61	4.0	3.0	0.2	0.8	2.0	1.3	307
Nei452032	14	64	65	1	113	71	0.64	0.0	0.0	50	45	43.7	52.94	24.31	3.0	2.8	0.0	0.9	4.0	1.0	287
Nei512028	24	61	65	4	126	72	0.56	23.6	0.0	49	70	50.2	45.67	23.13	3.0	3.0	0.0	1.4	4.0	1.0	280
TF3 (Nei 452015)	47	63	66	3	135	77	0.58	0.3	0.0	52	54	62.1	61.47	21.59	2.0	2.9	1.1	1.0	3.5	1.0	249
Nei532011	26	60	64	5	139	73	0.53	2.0	0.0	49	43	77.4	48.36	23.67	3.0	2.6	3.4	0.9	5.0	1.2	249
TF5 (Nei 452009)	49	61	65	4	125	62	0.49	0.0	1.0	51	47	41.2	63.30	20.27	2.0	3.5	1.2	0.9	3.5	1.0	246
Nei581018	44	64	67	4	143	65	0.46	0.0	0.0	51	48	73.3	56.57	25.79	2.0	5.0	0.1	1.0	3.5	1.0	241
Nei582024	39	63	65	-2	149	82	0.55	0.0	1.0	51	48	68.6	54.26	23.62	3.0	3.0	0.3	0.9	4.5	1.3	241

Pedigree	Ent	Tass	Silk	ASI	Height(cm)		E:P	Lodg(%)		Stand	Ear		Shelling	Moist	Aspect		Op	Ear/pt	Tip Fill	Seeding vigor	Yield
					Plant	Ear		Root	Stalk	Count	Total	Rot(%)	(%)	(%)	Plant	Ear	HK(%)		(1-5)	(1-5)	(kg rai^{-1})
Nei512026	23	64	67	3	133	79	0.60	0.0	0.0	51	41	55.2	54.92	23.30	3.0	3.1	0.2	0.8	4.0	1.0	237
Nei512016	20	64	65	2	132	59	0.45	0.0	0.0	49	45	45.1	66.17	21.12	3.0	3.4	0.2	0.9	4.0	1.0	228
Nei582013	37	63	66	3	142	78	0.55	0.0	0.0	49	39	59.2	59.67	17.80	3.0	3.1	0.8	0.8	3.5	1.0	224
Nei452025	11	63	67	4	133	78	0.59	0.0	0.0	52	55	63.2	66.19	20.89	2.0	4.1	0.5	1.1	5.0	1.0	220
Nei582064	43	64	65	1	118	65	0.54	0.2	0.0	51	53	67.6	52.67	22.85	1.0	3.4	5.2	1.0	5.0	1.2	215
Nei582022	38	65	66	1	167	83	0.50	0.3	0.0	50	54	46.2	54.30	28.10	2.0	4.4	0.2	1.1	5.0	1.8	205
Nei452027-1	12	61	65	4	138	66	0.48	0.0	0.0	51	33	64.5	70.21	18.18	4.0	4.0	2.7	0.7	5.0	0.9	196
Nei582044	41	67	68	1	145	74	0.51	0.0	0.0	49	50	86.9	58.00	25.14	2.0	4.1	0.9	1.0	5.0	1.3	186
Nei492015	16	64	66	2	126	66	0.52	0.2	0.0	50	44	77.6	43.12	29.31	1.0	3.9	0.2	0.9	5.0	2.0	176
Nei582002	36	63	65	3	124	67	0.55	0.1	0.0	51	42	48.8	66.40	25.51	2.5	5.0	0.0	0.8	4.5	1.0	158
Nei442013	3	61	65	4	120	56	0.47	1.2	0.0	48	39	55.6	52.87	17.91	3.0	4.0	3.8	0.8	5.0	1.3	154
Nei452013	6	66	67	2	135	82	0.61	0.1	0.0	50	61	73.7	57.35	15.56	4.0	4.5	0.6	1.2	5.0	1.8	147
Nei502023	17	64	66	2	119	71	0.59	0.2	0.0	51	36	78.6	46.47	20.60	3.0	3.7	1.3	0.7	4.5	1.0	128
Nei452030	13	66	68	2	116	58	0.50	0.0	0.0	52	47	84.1	47.42	21.73	4.0	4.5	0.2	0.9	5.0	1.1	113
Nei512004	19	65	67	3	116	61	0.53	0.1	0.0	48	33	86.1	28.16	21.41	4.0	4.9	1.2	0.7	5.0	1.2	73
TF2(Nei 9202(T)	46	66	68	2	124	65	0.53	0.0	0.0	50	41	64.7	39.19	20.25	2.0	4.5	0.2	0.8	5.0	1.3	57
Mean		62	64	2	130	70	0.54	1.3	0.1	50	55	46.3	62.89	21.30	2.4	2.9	0.7	1.1	3.3	1.1	350
LSD (0.05)		3	3	2	17	10	0.06	7.4	ns	ns	12	26.5	14.24	2.75	-	1.3	2.5	0.2	1.6	0.4	152
CV (%)		2.51	2.15	55.73	6.32	7.33	5.49	274.65	596.19	3.09	10.82	28.36	11.21	6.39	-	22.06	174.04	10.2	23.64	19.23	21.46

Table 11 Mean grain yield of hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2021 dry season.

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	NSX172001	510	1,437	973	65	1.11
2	NSX172002	514	1,210	862	57	1.33
3	NSX172003	310	1,363	836	77	0.71
4	NSX172004	257	1,381	819	81	0.58
5	NSX172005	316	1,108	712	71	0.89
6	NSX172006	288	1,064	676	73	0.85
7	NSX172007	355	1,327	841	73	0.83
8	NSX172008	513	1,445	979	64	1.11
9	NSX172009	448	1,448	948	69	0.96
10	NSX172010	388	1,471	930	74	0.82
11	NSX172011	359	1,504	931	76	0.74
12	NSX172012	386	1,383	885	72	0.87
13	NSX172013	436	1,334	885	67	1.02
14	NSX172014	386	1,289	838	70	0.93
15	NSX172015	423	1,588	1,006	73	0.83
16	**NSX172016**	**621**	**1,385**	**1,003**	**55**	**1.40**
17	NSX172017	548	1,420	984	61	1.20
18	NSX172018	578	1,391	985	58	1.30
19	NSX172019	521	1,454	988	64	1.12
20	NSX172020	509	1,356	932	62	1.17
21	NSX172021	456	1,355	906	66	1.05
22	NSX172022	177	1,033	605	83	0.53
23	**NSX172023**	**616**	**1,369**	**993**	**55**	**1.40**
24	NSX172024	494	1,289	892	62	1.20
25	NSX172025	228	1,098	663	79	0.65
26	NSX172026	331	1,309	820	75	0.79
27	NSX172027	473	1,202	838	61	1.23
28	NSX172028	293	1,225	759	76	0.74
29	NSX172029	226	1,069	648	79	0.66
30	NSX172030	313	1,269	791	75	0.77
31	NSX172031	282	1,193	737	76	0.74
32	**NSX172032**	**659**	**1,351**	**1,005**	**51**	**1.52**
33	NSX172033	532	1,296	914	59	1.28
34	NSX172034	437	1,377	907	68	0.99
35	**NSX172035**	**704**	**1,464**	**1084**	**52**	**1.50**
36	NSX172036	544	1,369	957	60	1.24
37	**NSX172037**	**602**	**1,384**	**993**	**57**	**1.36**
38	NSX172038	439	1,387	913	68	0.99
39	NSX172039	418	1,372	895	70	0.95
40	WS 8414	550	1,456	1003	62	1.18
41	WS 8520	202	1,220	711	83	0.52
42	**NK 6253**	**682**	**1,542**	**1,112**	**56**	**1.38**
43	DK 9950 C	291	1,704	997	83	0.53
44	PAC 789	422	1,387	904	70	0.95
45	**CP888 New**	**241**	**1,331**	**786**	**82**	**0.56**
46	**NSX112017**	**634**	**1,450**	**1,042**	**56**	**1.36**
47	NSX152025	183	1,245	714	85	0.46
48	**NSX152067**	**556**	**1,391**	**974**	**60**	**1.25**
49	**NS3**	**405**	**1,245**	**825**	**67**	**1.01**
50	**NS5**	**556**	**1,608**	**1,082**	**65**	**1.08**
Exp.Mean		432	1,347	890	68	1.00
CV (%)		31.28	10.10	-	-	-
LSD(0.05)		219	220	-	-	-

Table 12 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												

Table 13 Late maturity hybrids (NSX172001-NSX172039) and their parentals inbred

No.	Hybrid code	Parental inbred
1	NSX172001	Nei602001 x Nei452009
2	NSX172002	Nei602002 x Nei452009
3	NSX172003	Nei602003 x Nei452009
4	NSX172004	Nei602004 x Nei452009
5	NSX172005	Nei602005 x Nei452009
6	NSX172006	Nei602006 x Nei452009
7	NSX172007	Nei602007 x Nei452009
8	NSX172008	Nei602008 x Nei452009
9	NSX172009	Nei602009 x Nei452009
10	NSX172010	Nei602010 x Nei452009
11	NSX172011	Nei602011 x Tak Fa 2
12	NSX172012	Nei602011 x Nei452009
13	NSX172013	Nei602012 x Nei452009
14	NSX172014	Nei602013 x Nei452009
15	NSX172015	Nei602014 x Nei452009
16	NSX172016	Nei602015 x Nei452009
17	NSX172017	Nei602016 x Nei452009
18	NSX172018	Nei602017 x Nei452009
19	NSX172019	Nei602018 x Nei452009
20	NSX172020	Nei602019 x Nei452009
21	NSX172021	Nei602020 x Tak Fa 1
22	NSX172022	Nei602021 x Nei452009
23	NSX172023	Nei602022 x Nei462013
24	NSX172024	Nei602023 x Tak Fa 1
25	NSX172025	Nei602024 x Tak Fa 3
26	NSX172026	Nei602025 x Tak Fa 3
27	NSX172027	Nei602026 x Tak Fa 3
28	NSX172028	Nei602027 x Tak Fa 3
29	NSX172029	Nei422006 x Nei452009
30	NSX172030	Nei422007 x Nei452009
31	NSX172031	Nei432001 x Nei452009
32	NSX172032	Nei452001 x Nei452009
33	NSX172033	Nei492022 x Nei452009
34	NSX172034	Nei502002 x Nei452009
35	NSX172035	Nei512008 x Nei452009
36	NSX172036	Nei512013 x Nei452009
37	NSX172037	Nei512028 x Nei452009
38	NSX172038	Ne 532016 x Nei452009
39	NSX172039	Nei452015 x Ne 462013

Table 14 Late inbred (Nei 602001- Nei 602043) and their Pedigree

Inbred code	Pedigree
Nei602001	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei452008]-F2-B-B-B-2-1-B-B-B-B
Nei602002	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-1-1-B-B-B-B
Nei602003	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-1-2-B-B-B-B
Nei602004	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-1-3-B-B-B-B
Nei602005	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B-B
Nei602006	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-5-3-B-B-B-B
Nei602007	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-6-1-B-B-B-B
Nei602008	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-6-2-B-B-B-B
Nei602009	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-40-3-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-10-3-B-B-B-B
Nei602010	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-49-2-BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-3-2-B-B-B-B
Nei602011	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-1-2-B-B-B-B
Nei602012	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-1-3-B-B-B-B
Nei602013	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-5-3-B-B-B-B
Nei602014	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-9-2-B-B-B-B
Nei602015	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-9-3-B-B-B-B
Nei602016	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-10-1-B-B-B-B
Nei602017	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-95-3 -BBBBB x Nei452008]-F2-B-B-B-10-2-B-B-B-B
Nei602018	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-1-BBB)-103-2-BBBBB x Nei452008]-F2 -B-B-B-5-2-B-B-B-B
Nei602019	KS24(S2)C1S1-63-B-B-1-B-B
Nei602020	KS27(S2)C3-35-B-B-B-B-B
Nei602021	KS27(S2)C3-59-B-B-B-B-B
Nei602022	[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B-B
Nei602023	(Nei452019 x Nei452026)-B-B-B-B-3-B
Nei602024	Yunrui 12-B-B-3-B-B-B
Nei602025	GMRIF 589-B-B-1-B-B-B
Nei602026	P345C4S2B-46-2-2-1-2-B-B-B-B-B-B-B-B
Nei602027	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-B) // [CTS013082 / PIO3011F2-5-3-1-3-
Nei602028	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-98-3-3-1-BB x Nei 452026)]-F2-BBB-2-B-B-B
Nei602029	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei 452026)]-F2-BBB-5-B-B-B
Nei602030	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei 452026]-F2-B-B-B-3-3-B-B-B-B
Nei602031	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei 452026]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B-B
Nei602032	[Nei452006 x Nei452019]-F1-BBB-2-B-B-B
Nei602033	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-1-B-B-B-B
Nei602034	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-1-B-B-B-B
Nei602035	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-3-B-B-B-B
Nei602036	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B-B
Nei602037	[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-4-3-B-B-B-B
Nei602038	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-4-2-B-B-B-B
Nei602039	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-1-B-B-B-B
Nei602040	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B-B
Nei602041	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-2-B-B-B-B
Nei602042	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-3-B-B-B-B
Nei602043	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-B) // (POB.33c3-115-4-2-6-BBBBBBBBxP591C4 F98-1-2-

การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว
Farm Trial of Promising Late Maturity Hybrids Maize

ปริญญา การสมเจตน์[1/] ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง[3/]
ระพีพรรณ ชั่งใจ[4/] สายชล แสงแก้ว[5/] กมลทิพย์ สังข์แก้ว[6/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[7/]
นภา บุญสังข์[8/] จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[9/] พรนิภา ถาโน[10/]
Parinya Kansomjet [1/] Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Penrat Thiempeng[3/]
Rapeepan Changjai[4/] Saichon Sangkaew[5/] Kamontip Sungkeaw[6/] Chatchewin Dawyai[7/]
Napa Boonsang[8/] Jongrak Phunchaisri[9/] Pornnipa Thano[10/]

Abstract

Comparative Study of promising late maturity hybrids maize in farmers' fields to evaluate the yield potential of promising late maturity hybrids in major maize cultivation areas conducted during 2019-2021. Each year, experimental designed in a Randomized Complete Block (RCB), with 3 replications. The experiment consists of promising late-maturity hybrids that were selected through the regional trials processes, totaling 10 hybrids, with Nakhon Sawan 3 as the check variety. The planting was carried out in 6 rows/subplots, with each row being 5.0 meters long and plant spacing at 75 x 20 centimeters. The experiment's results revealed that in 2019, there were 2 hybrids, namely NSX112009 and NSX112010, which yielded 1,023 and 991 kg rai^{-1}, respectively. These yields were higher than the check variety Nakhon Sawan 3 (876 kg rai^{-1}) by 13-17%. In 2020, there were 6 hybrids, namely CP888 New, NSX152067, NSX152025, NSX152065, NSX152013, and NSX152018, which yielded 1,335, 1,270, 1,206, 1,205, 1,200, and 1,192 kg rai^{-1}, respectively. These yields were higher than the check variety Nakhon Sawan 3 (1,111 kg rai^{-1}) by 7-20%. In 2021, the hybrids did not exhibit statistically significant yield differences, with average yields ranging from 1,161 to 1,277 kg rai^{-1}. Based on the results of the experiments conducted over all three years, a total of 7 hybrids

---

รหัสการทดลอง 01-08-59-01-01-00-07-62

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/]สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[3/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ [3/]Phetchabun Agricultural Research and Development Center
[4/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี [4/]Lop Buri Seed Research and Development Center
[5/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา [5/]Nahon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
[6/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย [6/]Loei Agricultural Research and Development Center
[7/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย [7/]Sukhothai Agricultural Research and Development Center
[8/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี [8/]Prachinburi Agricultural Research and Development Center
[9/]ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ [9/]Chiang Mai Field Crops Research Center
[10/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก [10/]Pitsanulok Seed Research and Development Center

have been selected that yield higher than the check variety Nakhon Sawan 3 and exhibit high stability and adaptability across various environmental conditions. The identified varieties are NSX112009, NSX112010, NSX152067, NSX152025, NSX152065, NSX152013, and NSX152018. These hybrids need further study for additional information to provide supplementary data for the certification application to the Department of Agriculture to certify them as new varieties, intended for future introduction to farmers.

Keywords: farm trial, hybrid maize, late maturity variety

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่นในสภาพไร่เกษตรกร เพื่อประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นในแหล่งปลูกสำคัญ ดำเนินการระหว่างปี 2562-2564 ในแต่ละปีวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่น จำนวน 10 พันธุ์ และใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ปลูก 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5.0 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ผลการทดลอง พบว่า ปี 2562 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ NSX112009 และ NSX112010 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,023 และ 991 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 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 สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,111 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 7-20 ปี 2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,161-1,277 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาผลการททดลองทั้ง 3 ปี สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสถาพแวดล้อม จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ NSX112009 NSX112010 NSX152067 NSX152025 NSX152065 NSX152013 และ NSX152018 พันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์อายุยาว

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ คิดเป็นร้อยละ 67 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง คิดเป็นร้อยละ 20 และ 12 ตามลาดับ โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญในจังหวัดเพชรบูรณ์ นครราชสีมา น่าน ตาก เลย นครสวรรค์ ลพบุรี และพิษณุโลก พื้นที่ปลูกทั้งหมดโดยรวมของประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 6.59 ล้านไร่ ในปี 2558/59 เป็น 6.81 ล้านไร่ ในปี 2562/63 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.38 ส่งผลให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นจาก 4.03 ล้านตัน ในปี 2558/59 เป็น 5.09 ล้านตัน ในปี 2562/63 เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.4 ในขณะที่ผลผลิตต่อไร่ เพิ่มขึ้นจาก 642 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2558/59 เป็น 750 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2562/63 เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.8 (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นผลจากการใช้พันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์ของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน และมีการจัดการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาจากรัฐบาลอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตรวมทั้งประเทศ

5.09 ล้านตัน ยังไม่เพียงพอต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ที่ต้องการมากถึง 8 ล้านตัน ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่มีผลผลิตต่ำมาจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพพื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูก และปัญหาจากสภาพแวดล้อม (CIMMYT, 2009)

ในแต่ละปีโครงการวิจัยพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนได้พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงหลายพันธุ์ สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้กำหนดขั้นตอนของการเปรียบเทียบพันธุ์ และการประเมินผลพันธุ์ เพื่อพิสูจน์ให้แน่ชัดว่าพันธุ์ลูกผสมที่พัฒนาใหม่นั้นมีความดีเด่นกว่าพันธุ์มาตรฐาน ในด้านผลผลิต หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ต้องการ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในไร่เกษตรกร โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเปรียบเทียบเบื้องต้น (Preliminary trial) 2) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (Standard trial) 3) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (Regional trial) 4) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (Farm trial) และ 5) การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร (Field test) (อาวุธ, 2529; พิเชษฐ์, 2558) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบ ทดสอบ หรือประเมินพันธุ์ลูกผสมใหม่ ๆ ที่ผ่านการคัดเลือกจากการเปรียบเทียบในท้องถิ่นมาแล้ว พันธุ์เหล่านี้ก่อนที่จะเผยแพร่สู่เกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หลายสภาพแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากการตอบสนองในการให้ผลผลิตของข้าวโพดลูกผสมแต่ละพันธุ์ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม (Eberhart และ Russell, 1966) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมบางพันธุ์สามารถปรับตัว หรือให้ผลผลิตสูงได้ในหลายสภาพแวดล้อม จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ขณะที่บางพันธุ์สามารถปรับตัว และให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ ที่จำเพาะ ดังนั้นการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นขั้นตอนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์พืชก่อนการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นพันธุ์แนะนำแก่เกษตรกร โดยสามารถวิเคราะห์หาเสถียรภาพของพันธุ์ได้ตามวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) โดยพิจารณาจากพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 115-120 วัน มีผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี สามารถปรับตัวในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญ สำหรับเป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพผลผลิตดี สำหรับแนะนำเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวดีเด่น จำนวนปีละ 10 พันธุ์ รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3
   - ปี 2562 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX102005 NSX112009 NSX112010 NSX112012 NSX112013 NSX112017 NSX112019 NSX042022 CP888 New และนครสวรรค์ 3
   - ปี 2563 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX152013 NSX152016 NSX152018 NSX152025 NSX152065 NSX152067 NSX152070 NSX152097 CP888 New และนครสวรรค์ 3
   - ปี 2564 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX152011 NSX152025 NSX152045 NSX152060 NSX152066 NSX152067 NSX152070 NSX112017 CP888 New และนครสวรรค์ 3
2) ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0
3) สารกำจัดวัชพืช อะทราซีน และอะลาคลอร์

วิธีดำเนินงาน

ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่นของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ในสภาพไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2562-2564 ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 10 พันธุ์ และใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2 แปลง ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี เชียงใหม่ และพิษณุโลก สถานที่ละ 1 แปลง รวม 10 แปลงทดลองต่อปี แต่ละแปลงวางแผนการทดลองแบบ RCB สิ่งทดลอง คือ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว จำนวน 10 พันธุ์ ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ปลูก 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร หยอด 2 เมล็ดต่อหลุม แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัมต่อไร่ ร่วมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซีต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 รองพื้น อัตรา 50 กก.ต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 25 กก.ต่อไร่ เมื่ออายุ 3 สัปดาห์ จากนั้นปฏิบัติดูแลรักษาจนถึงเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุ 115-120 วัน โดยเก็บเกี่ยวจาก 4 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 15.6 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลตามคู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (2562) ดังนี้

1) วิเคราะห์ดิน ปริมาณน้ำฝน และวันปฏิบัติการ
2) อายุวันออกไหม และอายุวันออกดอกตัวผู้
3) ความสูงต้น และความสูงฝัก
4) จำนวนต้นหัก จำนวนต้นล้ม และจำนวนฝักที่เปลือกหุ้มฝักไม่มิด
5) จำนวนต้นเก็บเกี่ยว และจำนวนฝักเก็บเกี่ยว
6) ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว
7) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ
8) ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์
9) วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษา เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combine analysis) โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C และวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ตามวิธีของ Eberhart และ Russel (1966)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562-ธันวาคม 2564

สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี เชียงใหม่ และพิษณุโลก

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวจำนวน 10 พันธุ์ รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ผลการทดลอง พบว่า ในปี 2562 การทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 1 (E1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,245-1,632 กิโลกรัมต่อไร่ และมีเพียงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,632 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,245 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 2 (E2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากฝนทิ้งช่วงในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 296-420 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (358 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ (E3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 897-1,297 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่ NSX112017 NSX112013 และ NSX112019 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,297 1,260 และ 1,236 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,087 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี (E4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 596-1,135 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 7 พันธุ์ ได้แก่ NSX112017 NSX112019 NSX102005 NSX112010 NSX112012 NSX042022 และ NSX112009 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,135 1,032 941 918 910 882 และ 876 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (596 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา (E5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,240-1,667 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่ CP888 New NSX112012 และ NSX112009 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,667 1,530 และ 1,470 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,349 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเลย (E6) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 688-887 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (688 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย (E7) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 788-1,044 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (788 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี (E8) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,122-1,435 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 7 พันธุ์ ได้แก่ CP888 New NSX102005 NSX112010 NSX112009 NSX112012 NSX112017 และ NSX112013 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,435 1,429 1,370 1,318 1,315 1,308 และ 1,296 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,150 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (E9) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 621-1,260 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 7 พันธุ์ ได้แก่ NSX112019 NSX102005 NSX042022 CP888 New NSX112009 NSX112010 และ NSX112013 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,260 1,102 947 928 919 847 และ 822 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (621 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก (E10) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากฝนทิ้งช่วงในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 135-511 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (324 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Table 1)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) 9 สภาพแวดล้อม (ยกเว้นการทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งข้อมูลมีค่าความแปรปรวนของผลผลิตสูง) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกันโดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 876–1,075 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทุกพันธุ์ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์

ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (876 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 13-20 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะเดียวกันมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่น 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX102005 NSX112009 NSX112010 NSX112017 และ NSX112019 ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบการค้า CP888 New เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า พันธุ์ NSX112009 และ NSX112010 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ร้อยละ 13-17 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย ขณะที่พันธุ์ NSX102005 NSX112012 NSX112013 NSX112017 NSX112019 NSX042022 และ CP888 New ถึงแม้ว่าจะมีผลผลิตสูง แต่มีความไม่แน่นอนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) มากจนแตกต่างจาก 0 จึงไม่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพเหมาะสมสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ (Table 2)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 55-56 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกไหมระหว่าง 56-57 วัน พันธุ์ NSX112017 และ NSX112019 มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (57 วัน) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกไหม ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงต้นระหว่าง 184-213 เซนติเมตร พันธุ์ NSX102005 และ NSX042022 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (197 เซนติเมตร) พันธุ์ CP888 New และ NSX112012 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงฝักระหว่าง 99-112 เซนติเมตร พันธุ์ CP888 New และ NSX042022 มีความสูงฝักน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (105 เซนติเมตร) พันธุ์ NSX112009 NSX112012 และ NSX112017 มีความสูงฝักมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 79.60-83.68 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX112009 NSX112017 NSX112019 และ NSX042022 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (80.99 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 21.38-22.61 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX112009 NSX112013 และ NSX042022 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (22.26 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 2)

ในปี 2563 การทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 1 (E1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,201-1,373 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ CP888 New และ NSX152013 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,373 และ 1,353 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,253 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 2 (E2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,145-1,583 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ CP888 New NSX152025 NSX152065 NSX152016 NSX152018 และ NSX152013 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,583 1,460 1,418 1,389 1,377 และ 1,372 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,145 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ (E3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 545-1,127 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ NSX152016 CP888 New NSX152025 NSX152070 NSX152067 และ NSX152013 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,127 964 890 875 874 และ 843 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,145 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี (E4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 781-1,242 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 1 พันธุ์ ได้แก่ NSX152070 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,242 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,069 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 ยกเว้นพันธุ์ NSX152025 NSX152013 และ NSX152016 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา (E5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,054-1,301 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,124 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเลย (E6) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,036-1,309 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,121 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย (E7) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,349-1,585 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 5 พันธุ์ ได้แก่ CP888 New NSX152067 NSX152097 NSX152070 และ NSX152025 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,585 1,572 1,484 1,482 และ 1,480 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,349 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี (E8) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,168-1,611 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,168 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (E9) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 741-1,047 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (948 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก (E10) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,260-1,754 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ CP888 New และ NSX152067 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,754 และ 1,647 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,386 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 3)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) 10 สภาพแวดล้อม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,111 – 1,335 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์ CP888 New NSX152067 NSX152070 NSX152025 NSX152065 NSX152013 NSX152018 และ NSX152016 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,111 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,335 1,270 1,208 1,206 1,205 1,200 1,192 และ 1,187 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 20 14 9 9 8 8 7 และ 7 ตามลำดับ ขณะที่ผลผลิตของพันธุ์ NSX152097 ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ

พันธุ์นครสวรรค์ 3 ในขณะเดียวกันมีข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ NSX152067 ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบการค้า CP888 New และเมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CP888 New NSX152067 NSX152025 NSX152065 NSX152013 และ NSX152018 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย (Table 4)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 50-52 วัน ทุกพันธุ์มีอายุวันออกตัวผู้น้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (52 วัน) ยกเว้นพันธุ์ NSX152025 ที่มีอายุวันออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีอายุวันออกไหมระหว่าง 52-54 วัน พันธุ์ NSX152018 และ CP888 New มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (53 วัน) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกไหมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงต้นระหว่าง 212-239 เซนติเมตร พันธุ์ NSX152016 NSX152018 NSX152065 และ NSX152070 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (233 เซนติเมตร) พันธุ์ CP888New มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงฝักระหว่าง 116-132 เซนติเมตร ทุกพันธุ์มีความสูงฝักน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (131 เซนติเมตร) ยกเว้นพันธุ์ NSX152013 และ NSX152097 ที่มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 79.60-83.23 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX152016 และ NSX152097 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (81.43 เปอร์เซ็นต์) พันธุ์ CP888New มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 22.75-25.95 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX152013 NSX152016 NSX152018 NSX152025 NSX152067 และ NSX152097 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (22.98 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 4)

ในปี 2564 การทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 1 (E1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 812-1,196 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 8 พันธุ์ ได้แก่ NSX152011 NSX112017 NSX152067 NSX152066 CP888 New NSX152045 NSX152060 และ NSX152070 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,196 1,177 1,164 1,111 1,102 1,046 1,028 และ 975 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (812 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ NSX152025 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 2 (E2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,245-1,441 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,245 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ (E3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,234-1,390 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,234 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี (E4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 188-574 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (198 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา (E5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,134-1,513 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,134 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเลย (E6) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 520-735 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทุกพันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (686 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ NSX152011 และ NSX152060 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย (E7) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,193-1,414 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,258 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี (E8) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,167-1,376 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,167 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (E9) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,400-1,937 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทุกพันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,868 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ CP888New และ NSX112017 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก (E10) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 949-1,417 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ CP888New และ NSX152066 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,417 และ 1,307 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,047 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 5)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) 9 สภาพแวดล้อม (ยกเว้นการทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี ซึ่งข้อมูลมีค่าความแปรปรวนของผลผลิตสูง) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต ขณะที่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,161 – 1,277 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า พันธุ์ CP888 New NSX152045 NSX152066 NSX152067 NSX152070 NSX152025 และ นครสวรรค์ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย (Table 6)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 49-53 วัน พันธุ์ NSX152011 มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (53 วัน) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีอายุวันออกไหมระหว่าง 51-55 วัน พันธุ์ NSX152011 มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (55 วัน) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกไหมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงต้นระหว่าง 207-227 เซนติเมตร ทุกพันธุ์มีความสูงต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (218 เซนติเมตร) พันธุ์ NSX152045 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ NSX152011 และ NSX152070 มีความสูงฝักระหว่าง 108-126 เซนติเมตร พันธุ์ NSX152011 มีความสูงฝักน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบพันธุ์นครสวรรค์ 3 (122 เซนติเมตร) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 77.80-84.23 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX152011 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (80.49 เปอร์เซ็นต์)

ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 22.82-25.81 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX152045 NSX152060 และ NSX152067 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (22.82 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 6)

เมื่อพิจารณาตั้งแต่ปี 2562-2564 สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่นของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ NSX112009 NSX112010 NSX152067 NSX152025 NSX152065 NSX152013 และ NSX152018 พันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต โดยทั้ง 7 พันธุ์ มีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 50-56 วัน อายุวันออกไหมระหว่าง 52-57 วัน ความสูงต้นระหว่าง 198-234 เซนติเมตร ความสูงฝักระหว่าง 106-128 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 79.46-83.23 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 21.53-24.82 เปอร์เซ็นต์ (Table 7)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวในไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2562-2564 โดยใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ สรุปได้ว่า ปี 2562 และ 2563 มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต ขณะที่ปี 2564 มีความแตกต่างระหว่างสภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต ขณะที่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแยกในแต่ละปี พบว่า ในปี 2562 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ NSX112009 และ NSX112010 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,023 และ 991 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (876 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 13-17 ให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์ตรวจสอบการค้า CP888 New นอกจากนี้ยังมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี 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) พันธุ์ NSX152067 ให้ผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกับพันธุ์ตรวจสอบการค้า CP888New นอกจากนี้ยังมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี ปี 2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,161 – 1,277 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP888New NSX152045 NSX152066 NSX152067 NSX152070 NSX152025 และ นครสวรรค์ 3 มีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี

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

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่นจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ NSX112009 NSX112010 NSX152067 NSX152025 NSX152065 NSX152013 และ NSX152018 ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 มีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสถาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีลักษณะทางการเกษตรดี พันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการเกษตร เจ้าพนักงานการเกษตรของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตลอดจนนักวิชาการเกษตรจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

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

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2562. คู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. แหล่งที่มา: www.oae.go.th, 18 มีนาคม 2563.

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

CIMMYT. 2009. Breeding maize hybrids for rain-fed environment. ICRISAT, India, 31 Aug-5 Sep, 2009.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 6:36-40.

Table 1. Mean grain yield of late maturity hybrids maize on 10 environments in 2019.

Variety	Grain yield (kg rai^{-1})									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
NSX102005	1,366	402	1,085	941	1,395	887	812	1,429	1,102	393
NSX112009	1,343	333	1,150	876	1,470	887	910	1,318	919	374
NSX112010	1,326	324	1,077	918	1,343	846	866	1,370	847	232
NSX112012	1,351	296	897	910	1,530	850	1,044	1,315	752	511
NSX112013	1,332	306	1,260	696	1,374	847	989	1,296	822	135
NSX112017	1,382	420	1,297	1,135	1,344	778	1,001	1,308	797	268
NSX112019	1,302	374	1,236	1,032	1,386	794	855	1,222	1,260	306
CP888 New	1,632	313	1,171	713	1,667	858	954	1,435	928	444
NSX042022	1,351	417	1,121	882	1,240	869	978	1,122	947	310
NS3 (Check)	1,245	358	1,087	596	1,349	688	788	1,150	621	324
Mean	1,363	354	1,138	870	1,410	830	920	1,297	899	330
CV (%)	6.95	14.86	7.48	15.95	5.01	12.49	18.75	6.36	12.94	51.02
LSD (0.05)	163	ns	146	238	121	ns	ns	139	200	ns

Remark :

E1 = Nakhon Sawan 1

E2 = Nakhon Sawan 2

E3 = Petchabun

E4 = Lopburi

E5 = Nakhon Ratchasima

E6 = Loei

E7 = Sukhothai

E8 = Prachinburi

E9 = Chiangmai

E10 = Phitsanulok

ns = no significant

Table 2. Mean grain yield and agronomic traits of late maturity hybrids maize across 9 environments in 2019.

Variety	Day to tasseling (day)	Day to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
NSX102005	55	56	191	108	80.10	22.50	1,047	119	0.96	0.11*
NSX112009	56	57	199	111	82.82	21.53	1,023	117	1.03	0.03
NSX112010	56	57	198	106	81.12	22.61	991	113	0.99	0.06
NSX112012	56	57	213	112	79.60	21.97	994	113	1.06	0.13**
NSX112013	55	57	192	106	80.43	21.38	991	113	1.05	0.09*
NSX112017	55	56	197	109	83.68	21.86	1,051	120	0.93	0.13**
NSX112019	55	56	194	108	83.66	22.04	1,051	120	0.88	0.16**
CP888 New	55	57	203	99	82.31	22.38	1,075	123	1.32*	0.10*
NSX042022	55	56	184	100	83.44	21.48	992	113	0.79*	0.07
NS3 (Check)	56	57	197	105	80.99	22.26	876	100	0.99	0.11*
Mean	55	57	197	106	81.82	22.00	1,009	115	-	-
CV (%)	3	3	4.42	6.00	3.28	4.06	10.65	-	-	-
LSD (0.05)	ns	1	5	3	1.44	0.54	58	-	-	-

Remark :

b = regression coefficient, t-value tested for b = 1

S^2d = deviation from regression, t-value tested for $S^2d = 0$

ns, * and ** = no significant, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Table 3. Mean grain yield of late maturity hybrids maize on 10 environments in 2020.

Variety	Grain yield (kg rai^{-1})									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
NSX152013	1,353	1,372	843	822	1,164	1,182	1,443	1,566	745	1,512
NSX152016	1,216	1,389	1,127	781	1,071	1,234	1,384	1,388	829	1,451
NSX152018	1,322	1,377	820	1,003	1,139	1,309	1,384	1,278	932	1,352
NSX152025	1,239	1,460	890	910	1,301	1,185	1,480	1,371	959	1,260
NSX152065	1,232	1,418	647	1,089	1,253	1,123	1,441	1,389	852	1,604
NSX152067	1,332	1,361	874	968	1,258	1,159	1,572	1,480	1,047	1,647
NSX152070	1,256	1,286	875	1,242	1,251	1,089	1,482	1,358	741	1,503
NSX152097	1,201	1,267	737	1,054	1,054	1,036	1,484	1,418	842	1,410
CP888 New	1,373	1,583	964	1,106	1,280	1,246	1,585	1,611	848	1,754
NS3 (Check)	1,253	1,145	545	1,069	1,124	1,121	1,349	1,168	948	1,386
Mean	1,278	1,366	832	1,004	1,190	1,168	1,460	1,403	874	1,488
CV (%)	4.25	9.65	20.79	8.95	8.94	12.39	4.74	12.93	16.55	9.07
LSD (0.05)	93	226	297	154	ns	ns	119	ns	ns	231

Remark :

E1 = Nakhon Sawan 1

E2 = Nakhon Sawan 2

E3 = Petchabun

E4 = Lopburi

E5 = Nakhon Ratchasima

E6 = Loei

E7 = Sukhothai

E8 = Prachinburi

E9 = Chiangmai

E10 = Phitsanulok

ns = no significant

Table 4. Mean grain yield and agronomic traits of late maturity hybrids maize across 10 environments in 2020.

Variety	Day to tasseling (day)	Day to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
NSX152013	51	53	234	128	80.91	24.82	1,200	108	1.23	0.12
NSX152016	51	53	225	126	80.02	25.95	1,187	107	0.83	0.19*
NSX152018	50	52	220	119	83.23	23.89	1,192	107	0.81	0.11
NSX152025	51	54	233	124	80.89	24.07	1,206	109	0.83	0.14
NSX152065	50	52	215	116	81.66	23.18	1,205	108	1.18	0.11
NSX152067	51	53	233	123	80.49	24.07	1,270	114	1.05	0.10
NSX152070	50	53	212	119	81.19	22.75	1,208	109	0.94	0.15*
NSX152097	51	53	235	132	79.60	23.84	1,150	104	1.02	0.10
CP888 New	50	52	239	127	82.74	23.10	1,335	120	1.24	0.09
NS3 (Check)	52	53	233	131	81.43	22.98	1,111	100	0.87	0.18**
Mean	51	53	228	125	81.22	23.87	1,206	109	-	-
CV (%)	2.01	1.77	3.87	5.05	2.45	3.96	10.72	-	-	-
LSD (0.05)	1	1	4	3	1.02	0.48	66	-	-	-

Remark :

b = regression coefficient, t-value tested for b = 1

S^2d = deviation from regression, t-value tested for S^2d = 0

ns, * and ** = no significant, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Table 5. Mean grain yield of late maturity hybrids maize on 10 environments in 2021.

Variety	Grain yield (kg rai^{-1})									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
NSX152011	1,196	1,349	1,320	489	1,337	520	1,193	1,376	1,937	949
NSX152025	832	1,326	1,390	420	1,239	653	1,336	1,260	1,750	1,172
NSX152045	1,046	1,425	1,302	348	1,409	625	1,414	1,251	1,790	1,102
NSX152060	1,028	1,362	1,334	401	1,253	552	1,378	1,242	1,867	1,109
NSX152066	1,111	1,301	1,319	353	1,332	642	1,293	1,169	1,742	1,307
NSX152067	1,164	1,385	1,319	319	1,451	574	1,300	1,220	1,539	1,184
NSX152070	975	1,441	1,363	188	1,328	650	1,297	1,176	1,620	1,132
NSX112017	1,177	1,381	1,284	414	1,278	707	1,384	1,224	1,486	1,172
CP888 New	1,102	1,404	1,273	574	1,513	735	1,408	1,242	1,400	1,417
NS3 (Check)	812	1,245	1,234	198	1,134	686	1,258	1,167	1,868	1,047
Mean	1,045	1,362	1,314	370	1,327	635	1,326	1,233	1,700	1,159
CV (%)	4.58	5.27	6.69	51.97	10.39	11.66	7.01	13.53	11.93	10.37
LSD (0.05)	82	ns	ns	ns	ns	127	ns	ns	348	206

Remark :

E1 = Nakhon Sawan 1

E2 = Nakhon Sawan 2

E3 = Petchabun

E4 = Lopburi

E5 = Nakhon Ratchasima

E6 = Loei

E7 = Sukhothai

E8 = Prachinburi

E9 = Chiangmai

E10 = Phitsanulok

ns = no significant

Table 6. Mean grain yield and agronomic traits of late maturity hybrids maize across 9 environments in 2021.

Variety	Day to tasseling (day)	Day to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
NSX152011	49	51	208	108	84.23	23.14	1,242	107	1.23	0.17**
NSX152025	53	55	224	119	79.95	24.07	1,218	105	1.07	0.11
NSX152045	53	55	227	122	79.59	25.81	1,263	109	1.11	0.06
NSX152060	53	55	218	126	82.11	24.24	1,236	106	1.20*	0.06
NSX152066	52	54	212	118	77.80	23.66	1,246	107	0.97	0.09
NSX152067	53	54	217	113	78.43	24.26	1,237	107	0.92	0.11
NSX152070	53	55	207	114	77.92	24.02	1,220	105	0.97	0.07
NSX112017	52	54	217	123	83.44	22.91	1,233	106	0.74*	0.08
CP888 New	52	54	223	116	82.64	23.70	1,277	110	0.69	0.17
NS3 (Check)	53	55	218	122	80.49	22.82	1,161	100	1.08	0.16
Mean	52	54	217	118	80.66	23.86	1,233	106	-	-
CV (%)	2.09	2.36	4.61	6.31	2.59	3.36	9.81	-	-	-
LSD (0.05)	2	2	16	12	3.37	1.29	ns	-	-	-

Remark :

b = regression coefficient, t-value tested for b = 1

S^2d = deviation from regression, t-value tested for S^2d = 0

ns, * and ** = no significant, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Table 7. Agronomics traits of late maturity hybrids maize in 2019-2021.

Variety	Day to tasseling (day)	Day to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)
NSX112009	56	57	199	111	82.82	21.53
NSX112010	56	57	198	106	81.12	22.61
NSX152013	51	53	234	128	80.91	24.82
NSX152018	50	52	220	119	83.23	23.89
NSX152025	52	55	229	122	80.42	24.07
NSX152065	50	52	215	116	81.66	23.18
NSX152067	52	54	225	118	79.46	24.17

การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นร่วมกับภาครัฐและเอกชน

Cooperative study between Public and Private Sectors
on Promising Hybrid Maize Yield Trial

สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ปริญญา การสมเจตน์[2/] เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง[3/] ระพีพรรณ ชั่งใจ[4/]
สายชล แสงแก้ว[5/] กมลทิพย์ สังข์แก้ว[6/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[7/] นภา บุญสังข์[8/]
Suriphat Thaitad[1/] Parinya Kansomjet [2/] Penrat Thiempeng[3/] Rapeepan Changjai[4/]
Saichon Sangkaew[5/] Kamontip Sungkeaw[6/] Chatchewin Dawyai[7/] Napa Boonsang[8/]

Abstract

Each year, both public and private sector maize breeding programs have developed various high yielding promising hybrids. Evaluating the potential yield and stability was necessary for understanding their adaptation to the cultivation environment. The evaluation of yield and important agronomic traits of hybrid from the public and private sectors was conducted during the rainy season of 2016- 2021 across seven research centers. The experimental results indicated significant differences among the hybrids, environments, and interactions between the hybrid and environment in terms of yield, indicating the tested hybrids responded differently in each environmental condition. Over the six years, study period, hybrid varieties from the private sector yielded an average between 1,373 to 1,471 kg rai^{-1}, Government varieties yielded an average between 1,148 to 1,287 kg rai^{-1}, and hybrids from small and medium-sized seed companies (SMEs) yielded an average between 1,167 to 1,289 kg rai^{-1}. The estimating yield stability, according to stability parameters following Eberhart and Russell's model (1966), showed that a hybrid with a regression coefficient (b_i) did not differ from 1.0, and deviation from the regression line (S^2d_i) did not differ from 0, confirmed the hybrids' stability and adapted well to the environmental conditions of the experiment.

Keywords: Hybrid maize, Yield stability

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-01-00-04-59

[1] /สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [1/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[2] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [2/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[3] /ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ [3/]Phetchabun Agricultural Research and Development Center
[4] /ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี [4/]Lopburi Seed Research and Development Center
[5] /ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา [5/]Nahon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
[6] /ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย [6/]Loei Agricultural Research and Development Center
[7] /ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย [7/]Sukhothai Agricultural Research and Development Center
[8] / ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี [8/]Prachin Buri Agricultural Research and Development Center

บทคัดย่อ

ในแต่ละปี โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดของภาครัฐและเอกชน ได้มีการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงหลายพันธุ์ การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุ์ที่พัฒนาได้เป็นสิ่งจำเป็นต้องทำการทดสอบ เพื่อให้ทราบถึงการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูก ทำการประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของพันธุ์ลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน ในฤดูฝน ระหว่างปี 2559-2564 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย รวม 7 สภาพแวดล้อม ผลการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่ทดสอบนั้น มีการตอบสนองที่แตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม จากผลการศึกษารวมระยะเวลา 6 ปี พันธุ์ภาคเอกชนให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,373-1,471 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ของภาครัฐให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,148-1,287 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ของบริษัทเมล็ดพันธุ์รายย่อย (SMEs) ให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,167-1,289 กิโลกรัมต่อไร่ วิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิต ด้วยวิธีของ Eberhart and Russell (1966) พันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b_i) ไม่แตกต่างจาก 1.0 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d_i) ต่ำ ไม่แตกต่างจาก 0 จัดพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ทดสอบ

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เสถียรภาพการให้ผลผลิต

คำนำ

งานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย จำกัดอยู่ในหน่วยงานภาครัฐและบริษัทเอกชนขนาดใหญ่ที่มีการดำเนินงานครบวงจร ส่วนบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) มีความสามารถในการวิจัยด้วยตนเองในระดับหนึ่ง ซึ่งยังต้องพึ่งพาเชื้อพันธุกรรมจากภาครัฐในการนำไปใช้พัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างพันธุ์ลูกผสมการค้าของตนเอง หน่วยงานภาครัฐ มีหน่วยงานวิจัยหลัก คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมวิชาการเกษตร

ในแต่ละปีโครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดของหน่วยงานภาครัฐ และบริษัทเอกชน ได้พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงหลายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิต และการปรับตัวในสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อคัดเลือกพันธุ์ดี สำหรับเป็นพันธุ์รับรอง หรือพันธุ์การค้าพร้อมที่จะเผยแพร่สู่เกษตรกร ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินงานความร่วมมือในการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมกับภาคเอกชนทั้งบริษัทเมล็ดพันธุ์รายใหญ่ที่มีความพร้อมในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ และเปิดโอกาสให้บริษัทขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ที่มีการริเริ่มวิจัยพัฒนาพันธุ์ ส่งพันธุ์ลูกผสมเข้าร่วมทดสอบในโครงการ จากการประเมินผลผลิตในแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ ระหว่างปี 2554 - 2558 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ของพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมของภาครัฐและเอกชนที่ทดสอบ เพิ่มขึ้นจาก 1,018 กิโลกรัม ในปี 2554 เป็น 1,164 1,092 1,256 และ 1,407 กิโลกรัม ในปี 2555 2556 2557 และ 2558 ตามลำดับ หรือผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 87 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี (สุริพัฒน์ และคณะ, 2558)

เพื่อให้ทราบถึงความก้าวหน้าของการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงการปรับตัวต่อสภาพพื้นที่ปลูกในแหล่งปลูกที่สำคัญ และใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาก่อนที่จะแนะนำให้แก่เกษตรกร จึงได้ทำการเปรียบเทียบพันธุ์ร่วมกันระหว่างพันธุ์ทั้งจากภาครัฐและเอกชน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตและการปรับตัวต่อสภาพพื้นที่ปลูกในแหล่งปลูกที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ ๆ ของภาครัฐและเอกชน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน และพันธุ์นครสวรรค์ 3 (พันธุ์ตรวจสอบ)
2. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
3. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์

วิธีดำเนินงาน

ปี 2559-2564 ดำเนินการเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 4 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่

- วันออกไหม นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้น ซึ่งไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมา เกินกึ่งหนึ่งของแต่ละแปลงย่อย
- วันออกดอกตัวผู้ นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้น เกินกึ่งหนึ่งของแต่ละแปลงย่อยโปรยละอองเกสร
- ความสูงต้น วัดจากโคนต้นถึงปลายกาบใบของใบธง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ยจาก 10 ต้น)
- ความสูงฝัก วัดจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ยจาก 10 ต้น)
- น้ำหนักฝักต่อแปลงย่อย น้ำหนักฝักทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเมล็ดทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัมจากนั้นคำนวณเป็นน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 % ในพื้นที่ 1 ไร่
- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่สุ่มกะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 5 ฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) และเสถียรภาพการให้ผลผลิต โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C

- วิเคราะห์เสถียรภาพในการให้ผลผลิต ตามหลักเกณฑ์ของ Eberhart and Russell (1966) โดยพันธุ์ที่มีเสถียรภาพดี ควรประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ

1) มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูง
2) มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b_i) เท่ากับ 1.0 หรือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3) มีค่าความแปรปรวนเนื่องจากเบี่ยงเบนจากรีเกรสชั่น (S^2d_i) มีค่าน้อยที่สุดหรือไม่แตกต่างจากศูนย์ (0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558-ธันวาคม 2564

สถานที่ดำเนินการ ดำเนินการใน 7 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559

ประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน รวมพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 24 พันธุ์ จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) โดยวิเคราะห์เฉพาะสภาพแวดล้อมที่ข้อมูลมีความแปรปรวนต่ำ (C.V.< 20 %) จำนวน 5 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (genotype by environment interaction; GE) ซึ่งเป็นการแสดงออกของพืชที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม การแสดงออกเหล่านี้จะถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางพันธุกรรมร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พันธุกรรม (Byth, 1981) ทั้งนี้ GE มักจะเกิดขึ้น ทั้งเนื่องมาจากการเปลี่ยนพันธุ์พืช สภาพแวดล้อม หรือการเปลี่ยนของทั้งสองปัจจัย การแสดงออกเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของพืชซึ่งอาจจะสังเกตได้จากระดับการแสดงออกของลักษณะที่วัดได้ (Byth และ DeLacy, 1989) ในข้าวโพดลูกผสมเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน GE มีบทบาทสำคัญในลักษณะผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด การเจริญเติบโตของฝัก ความสูง และเปอร์เซ็นต์หักล้ม (Esteves, 1982)

พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 910 - 1,535 กิโลกรัมต่อไร่ มีลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือมีอายุวันออกไหม และดอกตัวผู้เฉลี่ย 54 และ 52 วัน ตามลำดับ ความสูงต้น และฝักเฉลี่ย 231 และ 130 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 81.84 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 25.35 เปอร์เซ็นต์ มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 6 พันธุ์ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ได้แก่ Pac164 TSF1519 TSF1603 DK6818 Pac030 และ ST7124 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,535 1,484 1,414 1,414 1,380 และ 1,372 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ร้อยละ 25 21 15 15 12 และ 12 ตามลำดับ (Table 1) และพันธุ์เหล่านี้ยังจัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ตามหลักเกณฑ์ของ Eberhart and Russell (1966) คือให้ผลผลิตสูง มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b_i) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าเบี่ยงเบนจากรีเกรสชั่นเส้นตรง (S^2d_i) ไม่แตกต่างจาก 0 และเมื่อพิจารณาในกลุ่มพันธุ์ลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร พบว่าพันธุ์ลูกผสมดีเด่นทั้ง 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX102005 NSX112013 NSX112017 NSX112011 และ NSX042022 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,323 1,269 1,266 1,252 และ 1,209 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ทดสอบ ในขณะที่พันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,346 กิโลกรัมต่อไร่ มีความแปรปรวนของส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d_i) สูงอย่างมีนัยสำคัญ การตอบสนองจึงกระจายอยู่ห่างจากรีเกรสชั่นเส้นตรงมาก หรือการตอบสนองอาจไม่เป็นเส้นตรง บ่งบอกถึงความไม่แน่นอนของการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม (Table 2)

ปี 2560

ประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน รวมพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 26 พันธุ์ จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) โดยวิเคราะห์เฉพาะสภาพแวดล้อมที่ข้อมูลมีความแปรปรวนต่ำ (C.V.< 20 %) จำนวน 5 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,156-1,608 กิโลกรัมต่อไร่ มีอายุวันออกไหม และดอกตัวผู้เฉลี่ย 54 และ 52 วัน ตามลำดับ ความสูงต้น และฝักเฉลี่ย 235 และ 131 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 82.42

เปอร์เซ็นต์ โดยมีพันธุ์ Pac164 Pac132 ST6275 และ TS5713 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 87.35 86.67 86.07 และ 85.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 26.17 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพันธุ์ TSF1634 และ Pac132 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวสูงสุด 29.43 และ 28.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ NSX112014 และ NSX052014 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวต่ำสุด 22.71 และ 22.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3)

มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 13 พันธุ์ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,162 กก./ไร่) ได้แก่ ST6275 TSF1640 Pac164 P3875 Pac132 STG246 9919C SH161213 TSF1634 KSX6007 P4554 SH161208 และ TS5713 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,337- 1,608 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ร้อยละ 15-38 (Table 3) จากการวิเคราะห์เสถียรภาพ ด้วยวิธีของ Eberhart and Russell (1966) พบว่าพันธุ์เหล่านี้จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกที่ทดสอบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b_i) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่นเส้นตรง (S^2d_i) ไม่แตกต่างจาก 0 ยกเว้นพันธุ์ P4554 ที่มีความแปรปรวนของส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d_i) สูงอย่างมีนัยสำคัญ การตอบสนองจึงกระจายอยู่ห่างจากรีเกรสชั่นเส้นตรงมาก หรือการตอบสนองอาจไม่เป็นเส้นตรง บ่งบอกถึงความไม่แน่นอนของการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม (Table 4)

ปี 2561

ประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน รวมพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 26 พันธุ์ จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) โดยวิเคราะห์เฉพาะสภาพแวดล้อมที่ข้อมูลมีความแปรปรวนต่ำ (C.V.< 20 %) จำนวน 6 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,045-1,403 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือมีอายุวันออกไหม และดอกตัวผู้เฉลี่ย 55 และ 53 วัน ตามลำดับ ความสูงต้น และฝักเฉลี่ย 221 และ 123 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 83.59 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพันธุ์ Pac164 WS6409 และ Pac713 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 87.49 86.25 และ 86.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 24.17 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพันธุ์ Pac164 LG36.769 KSX6110 และ DK9950C มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวสูงสุด 26.74 26.70 26.21 และ 26.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ NSX052014 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวต่ำสุด 20.93 เปอร์เซ็นต์ (Table 5)

มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 21 พันธุ์ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,077 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,180- 1,430 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ร้อยละ 110-133 มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 14 พันธุ์ จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกที่ทดสอบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b_i) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่นเส้นตรง (S^2d_i) ไม่แตกต่างจาก 0 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่ Pac164 DK9950C DK 9919C STG257 KSX6110 CP303 LG38.778 KWST7012 SW4452 NSX102005 WS6401 CP888New NTSX6A28 และ NSX152081 ในขณะที่พันธุ์ NSX152068 ซึ่งให้ผลผลิตสูง 1,259 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีค่า b_i มากกว่า 1.0 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมมาก พันธุ์นี้จะให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่ดี แต่จะให้ผลผลิตต่ำในสภาพแวดล้อมที่เลว จึงอาจจัดเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงในสภาพแวดล้อมที่ให้ผลผลิตสูง (Table 6)

ปี 2562

ประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน รวมพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 28 พันธุ์ จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) โดยวิเคราะห์เฉพาะสภาพแวดล้อมที่ข้อมูลมีความแปรปรวนต่ำ (C.V.< 20 %) จำนวน 4 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,055-1,533 กิโลกรัมต่อไร่ มีลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือมีอายุวันออกไหมและดอกตัวผู้เฉลี่ย 54 และ 53 วัน ตามลำดับ ความสูงต้น และฝักเฉลี่ย 210 และ 114 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 81.74 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพันธุ์ Pac789 Pac278 WS8414 และ STG178 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด 86.58 85.69 84.63 และ 84.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 25.62 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพันธุ์ SD6015 SD6007 และ SP6002 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวสูงสุด 28.68 28.37 และ 27.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 4 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวต่ำสุด 20.72 เปอร์เซ็นต์ (Table 7)

มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 22 พันธุ์ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,055 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,217- 1,533 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ร้อยละ 115-145 จากการวิเคราะห์เสถียรภาพ ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่ามีจำนวน 16 พันธุ์ จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกที่ทดสอบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่นเส้นตรง (S^2d_i) ไม่แตกต่างจาก 0 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่ Pac 789 STG178 Pac278 9950C DK7979 STG257 SD6015 SH1828 SP6002 BD330 LG36769 WS8414 KSX6007 KWST549 KSX6202 และ NSX152057 ในขณะที่พันธุ์ TSF1805 ซึ่งให้ผลผลิตสูง 1,449 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีค่า b มากกว่า 1 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมมาก พันธุ์นี้จะให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่ดี แต่จะให้ผลผลิตต่ำในสภาพแวดล้อมที่เลว จึงอาจจัดเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงในสภาพแวดล้อมที่ให้ผลผลิตสูง ส่วนพันธุ์ SD6007 มีค่า b น้อยกว่า 1 อย่างมีนัยสำคัญ เป็นพันธุ์ที่ผลผลิตเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรืออีกนัยหนึ่ง เป็นพันธุ์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่า เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงในสภาพแวดล้อมที่ให้ผลผลิตต่ำ (Table 8)

ปี 2563

ประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน รวมพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 24 พันธุ์ จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) จำนวน 7 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) ระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,071-1,451 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 1,002 กิโลกรัมต่อไร่ มีลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือมีอายุวันออกไหม และดอกตัวผู้เฉลี่ย 56 และ 55 วัน ตามลำดับ ความสูงต้น และฝักเฉลี่ย 230 และ 127 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 80.57เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 26.48 เปอร์เซ็นต์ (Table 9)

มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 22 พันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,108-1,451 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 12 พันธุ์ ที่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกที่ทดสอบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่นเส้นตรง (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่ Pac789 Pac995 STG109 DK8666C SH1901 WS0401 SP6002 SP6001 SD6015 นครสวรรค์ 5 NSX152067 และ NSX152097 ในขณะที่ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงอื่นๆ มีความแปรปรวนของส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) สูงอย่างมีนัยสำคัญ การตอบสนองจึงกระจายอยู่ห่างจากรีเกรสชั่นเส้นตรงมาก หรือการตอบสนองอาจไม่เป็นเส้นตรง บ่งบอกถึงความไม่แน่นอนของการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม (Table 10)

ปี 2564

ประเมินผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดลูกผสมจากภาครัฐและเอกชน รวมพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 26 พันธุ์ จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) โดยวิเคราะห์เฉพาะสภาพแวดล้อมที่ข้อมูลมีความแปรปรวนต่ำ (C.V.< 20 %) จำนวน 6 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) ระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (GE) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 766-1,528 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 1,179 กิโลกรัมต่อไร่ มีลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คือ มีอายุวันออกไหม และดอกตัวผู้เฉลี่ย 55 และ 53 วัน ตามลำดับ ความสูงต้น และฝักเฉลี่ย 215 และ 115 เซนติเมตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเฉลี่ย 82.05 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 25.29 เปอร์เซ็นต์ (Table 11)

มีพันธุ์ลูกผสมจำนวน 18 พันธุ์ ให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,309-1,528 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 10 พันธุ์ ที่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกที่ทดสอบ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่น (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่นเส้นตรง (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่ DK9979C Pac927 SH2003 HB149 WS8414 SH1913 CP888New SW5819 HB205 และ IRF1910 ในขณะที่พันธุ์ GT600 ซึ่งให้ผลผลิตสูง 1,404 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีค่า b มากกว่า 1.0 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมมาก พันธุ์นี้จะให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมที่ดี แต่จะให้ผลผลิตต่ำในสภาพแวดล้อมที่เลว จึงอาจจัดเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงในสภาพแวดล้อมที่ให้ผลผลิตสูง (Table 12)

ปี 2559-2564

เมื่อพิจารณาภาพรวมตั้งแต่ ปี 2559-2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในภาพรวมศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ หากพิจารณาจากค่าผลผลิตสูงสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองในรายปี จะเห็นว่าผลผลิตตั้งแต่ปี 2559-2564 มีอัตราการเพิ่มผลผลิตที่ค่อนข้างคงที่ (Figure 1) ซึ่ง ในปี 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 มีค่าเฉลี่ยการทดลอง 1,269 1,335 1,253 1,339 1,258 และ 1,334 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 1,535 1,608 1,430 1,533 1,451 และ 1,528 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากบริษัทเมล็ดพันธุ์รายย่อย (SMEs) การวิจัยและพัฒนามีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง โดยผลผลิตเฉลี่ยในปี 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 มีค่า 1,167 1,216 1,246 1,289 1,238 และ 1,278 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.56 ต่อปี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ในภาพรวมการวิจัยและพัฒนาศักยภาพของพันธุ์ยังคงที่ แต่ยังคงให้ผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 612 676 733 732 646 และ 684 กิโลกรัมต่อไร่

ในปี 2560 2561 2562 2563 และ 2564 ตามลำดับ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ายังมีโอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในระดับไร่นาได้อีก ถ้าการผลิตของเกษตรกรมีการใช้พันธ์ลูกผสมที่มีศักยภาพ อย่างครอบคลุมและทั่วถึง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในช่วงระยะเวลา 6 ปี ระหว่างปี 2559-2564 พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ในภาพรวมศักยภาพของพันธุ์มีอัตราการเพิ่มผลผลิตที่ค่อนข้างคงที่

พันธุ์ภาคเอกชนรายใหญ่ให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ระหว่าง 1,430-1,608 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ยระหว่าง 1,373-1,471 กิโลกรัมต่อไร่

พันธุ์ของภาครัฐให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,148-1,287 กิโลกรัมต่อไร่

พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจากบริษัทเมล็ดพันธุ์รายย่อย (SMEs) ให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,167-1,289 กิโลกรัมต่อไร่ มีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.56 ต่อปี

ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจากภาครัฐและเอกชน ยังคงให้ผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่ายังมีโอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในระดับไร่นาได้อีก ถ้าการผลิตของเกษตรกรมีการใช้พันธ์ลูกผสมที่มีศักยภาพ อย่างครอบคลุมและทั่วถึง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก

ข้อเสนอแนะ

1) การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นร่วมกับภาครัฐและเอกชนควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องระยะยาว เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลความก้าวหน้าการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมของภาครัฐและเอกชนของประเทศ ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนและพัฒนางานวิจัยของประเทศ

2) การวิจัยควรดำเนินการภายในศูนย์วิจัย หรือสถานีทดลองที่มีการจัดการดี เพื่อให้ลักษณะทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมแสดงออกได้อย่างเต็มที่ และสถานที่ดำเนินงานควรให้ครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของประเทศ

3) การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน เป็นการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนในด้านการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรของภาครัฐและเอกชน แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ระหว่างการปฏิบัติงานร่วมกัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้เผยแพร่ข้อมูลให้กับหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เข้าร่วมโครงการในการส่งพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมร่วมทดสอบ สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมเข้าสู่การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นหรือในฤดูกาลถัดไป หรือแนะนำเกษตรกรได้หากพันธุ์นั้น ๆ มีความพร้อมเป็นพันธุ์การค้า

2. นำข้อมูลความก้าวหน้าของการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมของภาครัฐและเอกชน ใช้ในการวางแผนและพัฒนางานวิจัย/โครงการปรับปรุงพันธุ์

3. ได้เครือข่ายความร่วมมือและในการพัฒนางานวิจัยระหว่างภาครัฐและเอกชน ก่อให้เกิดความร่วมมือในการจัดทำโครงการความร่วมมือทางวิชาการด้านอื่น ๆ ในอนาคต ได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาบุคคลากร และงานวิจัยด้านข้าวโพดของประเทศ

คำขอบคุณ

การดำเนินงานวิจัยนี้ ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากผู้อำนวยการ นักวิชาการเกษตร พนักงานการเกษตร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ซึ่งคณะผู้ดำเนินงาน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง อานนท์ มลิพันธุ์ สายชล แสงแก้ว อารีรัตน์ พระเพ็ชร พินิจ กัลยาศิลปิน และปรีชา แสงโสดา. 2558. การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้งร่วมกับภาครัฐและเอกชน. หน้า 40-57. *ใน* : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2558. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

Byth, D.E. 1981. Interpretation of plant response and adaptation to agricultural environments, Australian Institute of Agricultural Science, Brisbane, 2-10.

Byth, D.E., and I.H. DeLacy. 1989. Genotype by environment interaction and the interpretation of agricultural adaptation experiments. pages 1-18. *In*: Proceeding of the workshop on interpretation of plant response and adaptation to agricultural environments. January 15-27, 1989. Suphan Buri, Thailand.

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

Esteves, A. 1982. Interaction between genotype and locality in intervarietal hybrid of maize (*Zea mays* L.). Plant Breeding Abstr. 52 (8): 759.

Table 1 Mean grain yield and agronomic traits of hybrids maize across 5 environments in 2016.

Variety	Origin	Grain (kg rai^{-1})	Relative (%)	Day (day)	Day to (day)	Plant (cm)	Ear (cm)	Shelling (%)	Grain (%)
Pac 164	Pacific	1,535	125	54	53	227	124	87.14	27.38
TSF1519	CP	1,484	121	54	52	238	125	85.93	27.63
TSF1603	CP	1,414	115	53	52	230	129	81.95	26.51
DK 6818	Monsanto	1,414	115	52	51	234	128	79.58	26.99
Pac 030	Pacific	1,380	112	57	55	225	127	83.01	27.74
ST 7124	Syngenta	1,372	112	55	54	233	128	78.93	26.79
NMH-5005	Nuziveedu	1,361	111	55	53	231	132	82.33	27.88
ST 6235	Syngenta	1,351	110	54	53	237	139	82.48	26.05
DK 9898	Monsanto	1,351	110	52	50	229	118	80.37	25.48
NSX052014	DOA	1,346	110	52	51	228	124	81.71	22.40
NSX102005	DOA	1,323	108	53	51	228	136	80.67	23.42
SW 4452	KU	1,321	107	55	53	232	144	81.01	26.55
SH 161208	Seed Asia	1,276	104	53	52	244	131	80.31	26.49
NSX112013	DOA	1,269	103	55	53	227	132	79.78	23.05
NSX112017	DOA	1,266	103	53	52	229	133	83.71	23.33
NSX112011	DOA	1,252	102	55	54	238	136	78.96	24.00
SH 161210	Seed Asia	1,237	101	55	53	244	137	79.06	26.60
KSX 5917	KU	1,232	100	54	53	238	142	85.74	24.85
NSX042022	DOA	1,209	98	53	52	212	120	83.64	22.21
KWST 101	KWS seeds	1,204	98	55	53	228	124	77.31	24.31
KWST 105	KWS seeds	1,194	97	53	52	233	127	83.23	22.60
KSX 5937	KU	1,180	96	54	52	233	130	83.41	25.97
NMH-5010	Nuziveedu	910	74	56	54	232	126	83.02	26.30
NS3(Check)	DOA	1,229	100	54	53	227	128	80.85	23.80
Mean		1,296	105	54	52	231	130	81.84	25.35
CV (%)		14.59	-	1.96	2.52	3.71	5.31	3.38	4.51
LSD (0.05)		136	-	1	1	6	5	1.99	0.82

Table 2 Mean grain yield and stability parameter of hybrids maize across 5 environments in 2016.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to (%)	b_i	S^2d_i
Pac 164	Pacific	1,535	125	1.30	0.13
TSF1519	CP	1,484	121	1.16	0.39
TSF1603	CP	1,414	115	1.40	0.30
DK 6818	Monsanto	1,414	115	1.58	0.20
Pac 030	Pacific	1,380	112	0.82	0.37
ST 7124	Syngenta	1,372	112	1.14	0.37
NMH-5005	Nuziveedu seeds	1,361	111	0.92	0.30
ST 6235	Syngenta	1,351	110	0.93	0.58**
DK 9898	Monsanto	1,351	110	1.18	0.18
NSX052014	DOA	1,346	110	1.17	0.42*
NSX102005	DOA	1,323	108	0.90	0.34
SW 4452	KU	1,321	107	1.06	0.45*
SH 161208	Seed Asia	1,276	104	1.50	0.31
NSX112013	DOA	1,269	103	0.63	0.28
NSX112017	DOA	1,266	103	0.73	0.25
NSX112011	DOA	1,252	102	1.01	0.06
SH 161210	Seed Asia	1,237	101	1.22	0.14
KSX 5917	KU	1,232	100	0.55	0.57**
NSX042022	DOA	1,209	98	1.08	0.31
KWST 101	KWS seeds	1,204	98	0.81	0.47*
KWST 105	KWS seeds	1,194	97	0.36	0.20
KSX 5937	KU	1,180	96	0.95	0.23
NMH-5010	Nuziveedu seeds	910	74	0.88	0.53**
NS3(Check)	DOA	1,229	100	0.72	0.20
Mean		1,296	105	-	-
CV (%)		14.59	-	-	-
LSD (0.05)		136	-	-	-

Table 3 Mean grain yield and agronomic traits of hybrids maize across 5 environments in 2017.

Variety	Origin	Grain (kg rai^{-1})	Relative (%)	Day (day)	Day to (day)	Plant (cm)	Ear (cm)	Shelling (%)	Grain (%)
ST6275	Syngenta	1,608	138	54	53	250	149	86.07	26.71
TSF 1640	CP	1,572	135	54	53	255	133	82.64	27.05
Pac 164	Pacific	1,526	131	55	53	232	127	87.35	27.88
P 3875	Pioneer	1,515	130	54	52	253	133	82.03	27.20
Pac 132	Pacific	1,487	128	54	53	226	132	86.67	28.57
STG246	Syngenta	1,450	125	56	55	255	157	82.89	28.03
9919 C	Monsanto	1,444	124	51	50	236	122	82.50	25.97
SH 161213	Seed Asia	1,433	123	54	53	236	132	81.49	28.41
TSF 1634	CP	1,433	123	54	52	236	126	84.16	29.43
KSX 6007	KU	1,407	121	55	53	234	135	84.10	27.54
P 4554	Pioneer	1,397	120	54	53	247	141	81.83	26.78
SH 161208	Seed Asia	1,390	120	54	53	249	132	80.75	27.29
TS 5713	Thai seed	1,337	115	50	48	208	107	85.73	24.75
NSX 052014	TF 2015 R	1,272	109	53	51	226	124	82.28	22.73
9898 C	Monsanto	1,267	109	52	51	233	118	80.08	26.48
NSX 112013	TF 2015 R	1,242	107	55	54	221	126	81.20	23.39
TS 5780	Thai seed	1,230	106	53	51	221	119	82.98	25.42
KSX 6016	KU	1,229	106	55	54	226	129	81.09	28.05
NSX 112017	TF 2015 R	1,226	105	54	53	225	128	84.31	24.41
KWST 534	KWS seeds	1,224	105	56	54	254	155	76.61	26.30
SM 599	Northern	1,192	103	53	51	224	126	81.53	25.76
NSX 112014	TF 2015	1,182	102	55	53	235	140	81.07	22.71
NSX 112026	TF 2015 R	1,175	101	55	53	230	130	82.42	24.23
KWST 344	KWS seeds	1,161	100	55	53	242	143	77.74	26.53
SM 598	Northern	1,156	99	53	50	217	121	81.74	24.65
NS3(Check)	DOA	1,162	100	55	54	228	130	81.59	24.02
Mean		1,335	115	54	52	235	131	82.42	26.17
CV (%)		14.20	-	1.58	1.71	4.73	7.53	3.01	4.04
LSD (0.05)		136	-	1	1	8	7	1.78	0.76

Table 4 Mean grain yield and stability parameter of hybrids maize across 5 environments in 2017.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b_i	S^2d_i
ST6275	Syngenta	1,608	138	0.99	0.28
TSF 1640	CP	1,572	135	0.76	0.16
Pac 164	Pacific	1,526	131	1.56	0.33
P 3875	Pioneer	1,515	130	1.45	0.36
Pac 132	Pacific	1,487	128	1.32	0.40
STG246	Syngenta	1,450	125	1.12	0.22
9919 C	Monsanto	1,444	124	0.59	0.16
SH 161213	Seed Asia	1,433	123	1.24	0.14
TSF 1634	CP	1,433	123	1.56	0.19
KSX 6007	KU	1,407	121	0.68	0.19
P 4554	Pioneer	1,397	120	0.77	0.62**
SH 161208	Seed Asia	1,390	120	0.34	0.29
TS 5713	Thai seed	1,337	115	0.74	0.25
NSX 052014	TF 2015 R	1,272	109	1.29	0.15
9898 C	Monsanto	1,267	109	0.88	0.16
NSX 112013	TF 2015 R	1,242	107	0.95	0.14
TS 5780	Thai seed	1,230	106	0.72	0.20
KSX 6016	KU	1,229	106	0.82	0.41
NSX 112017	TF 2015 R	1,226	105	1.17	0.23
KWST 534	KWS seeds	1,224	105	0.98	0.49*
SM 599	Northern seed	1,192	103	1.43	0.49*
NSX112014	TF 2015 LR	1,182	102	1.40*	0.12
NSX112026	TF 2015 R	1,175	101	0.79	0.31
KWST 344	KWS seeds	1,161	100	0.85	0.16
SM 598	Northern seed	1,156	99	1.03	0.14
NS3(Check)	DOA	1,162	100	0.57	0.14
Mean		1,335	115	-	-
CV (%)		14.20	-	-	-
LSD (0.05)		136	-	-	-

Table 5 Mean grain yield and agronomic traits of hybrids maize across 6 environments in 2018.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	Day to Silking (day)	Day to Tasseling (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)
Pac 164	Pacific	1,430	133	55	53	212	115	87.49	26.74
DK 9950C	Monsanto	1,425	132	53	52	232	126	85.58	26.05
STG207	Syngenta	1,412	131	55	54	222	124	84.36	24.68
DK 9919C	Monsanto	1,398	130	52	50	216	117	84.10	23.77
STG257	Syngenta	1,378	128	54	52	226	132	84.50	24.69
LG36.769	Seed Asia	1,358	126	58	55	216	118	84.51	26.70
CP 640	CP	1,346	125	55	53	238	123	84.01	23.80
KSX 6110	KU	1,320	123	57	54	235	141	81.97	26.21
CP 303	CP	1,278	119	54	52	218	115	84.94	24.35
LG38.778	Seed Asia	1,277	119	54	53	229	119	82.70	25.23
KWST 7012	KWS seeds	1,263	117	54	52	230	123	83.32	22.35
NSX 152068	DOA	1,259	117	54	52	214	132	84.21	21.88
Pac 713	Pacific	1,247	116	57	55	213	117	86.13	25.86
SW 4452	KU	1,244	116	55	54	222	133	81.58	25.79
NSX 102005	DOA	1,228	114	54	52	216	126	83.43	23.09
WS 6401	WS seeds	1,216	113	57	54	214	120	84.08	25.48
NSX 052014	DOA	1,209	112	52	51	206	113	83.68	20.93
NSX 152019	DOA	1,192	111	56	53	217	116	82.37	25.42
CP888 New	CP	1,181	110	54	52	217	114	84.00	22.24
NTSX 6A28	Northern Seed	1,181	110	55	53	214	111	81.13	25.33
NSX 152081	DOA	1,180	110	56	54	241	134	82.73	24.01
KWST 7011	KWS seeds	1,167	108	55	53	224	123	80.29	22.60
WS 6409	WS seeds	1,160	108	55	54	210	115	86.25	23.51
NSX 152084	DOA	1,108	103	54	52	230	133	82.36	21.53
KSX 6111	KU	1,045	97	57	54	230	136	79.94	23.90
NS 3(Check)	DOA	1,077	100	56	54	215	120	83.57	22.34
Mean		1,253	116	55	53	221	123	83.59	24.17
CV (%)		12.29	-	1.79	2.03	4.03	8.07	2.49	5.02
LSD (0.05)		101	-	1	1	6	7	1.37	0.80

Table 6 Mean grain yield and stability parameter of hybrids maize across 6 environments in 2018.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
Pac 164	Pacific	1,430	133	1.02	0.50
DK 9950C	Monsanto	1,425	132	0.82	0.25
STG207	Syngenta	1,412	131	0.77	0.53**
DK 9919C	Monsanto	1,398	130	0.57	0.41
STG257	Syngenta	1,378	128	1.10	0.20
LG36.769	Seed Asia	1,358	126	1.90	0.51*
CP 640	CP	1,346	125	1.06	0.47*
KSX 6110	KU	1,320	123	0.54	0.38
CP 303	CP	1,278	119	1.41	0.35
LG38.778	Seed Asia	1,277	119	1.25	0.27
KWST 7012	KWS seeds	1,263	117	1.35	0.23
NSX 152068	DOA	1,259	117	1.46*	0.14
Pac 713	Pacific	1,247	116	0.99	0.65**
SW 4452	KU	1,244	116	0.62	0.36
NSX 102005	DOA	1,228	114	0.52	0.35
WS 6401	WS seeds	1,216	113	1.39	0.28
NSX 052014	DOA	1,209	112	1.84	0.48*
NSX 152019	DOA	1,192	111	1.12	0.57**
CP888 New	CP	1,181	110	0.79	0.27
NTSX 6A28	Northern Seed	1,181	110	1.47	0.33
NSX 152081	DOA	1,180	110	0.93	0.32
KWST 7011	KWS seeds	1,167	108	1.58*	0.17
WS 6409	WS seeds	1,160	108	0.25	0.39
NSX 152084	DOA	1,108	103	0.95	0.37
KSX 6111	KU	1,045	97	-0.17*	0.41
NS 3(Check)	DOA	1,077	100	0.48	0.29
Mean		1,253	116	-	-
CV (%)		12.29	-	-	-
LSD (0.05)		101	-	-	-

Table 7 Mean grain yield and agronomic traits of hybrids maize across 4 environments in 2019.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative [illegible] (%)	Day to [illegible] (day)	Day to [illegible] (day)	Plant [illegible] (cm)	Ear [illegible] (cm)	Shelling [illegible] (%)	Grain [illegible] (%)
Pac 789	Pacific	1,533	145	54	53	207	111	86.58	27.24
STG178	Syngenta	1,530	145	54	53	221	124	84.55	24.98
Pac 278	Pacific	1,518	144	56	54	206	110	85.60	27.35
9950C	Monsanto	1,506	143	53	52	215	112	82.97	27.42
BD 555	Bioseed	1,490	141	52	51	214	108	80.99	27.79
DK7979	Monsanto	1,479	140	53	53	216	110	82.12	24.94
STG257	Syngenta	1,472	140	55	54	214	122	81.70	26.16
SD 6015	Siam seed	1,454	138	54	53	204	115	78.12	28.68
TSF 1805	CP	1,449	137	55	53	225	119	83.37	26.17
SH1828	Seed Asia	1,437	136	55	53	205	114	80.65	26.36
TSF 1815	CP	1,401	133	54	53	227	123	81.24	23.87
WS 8520	WS seeds	1,401	133	56	55	208	114	82.21	25.57
SP 6002	Suphiraj Pow	1,387	131	55	54	206	119	79.16	27.93
BD 330	Bioseed	1,377	131	54	52	219	116	79.79	24.74
LG36769	Seed Asia	1,374	130	57	55	205	109	83.11	27.09
WS 8414	WS seeds	1,369	130	54	54	208	115	84.63	25.43
SD 6007	Siam seed	1,326	126	54	53	193	111	77.68	28.37
KSX 6007	KU	1,321	125	56	54	218	121	82.13	25.84
KWST 549	KWS seeds	1,253	119	54	53	221	116	79.93	22.92
KSX 6202	KU	1,250	118	58	56	229	133	80.44	26.14
ACH 1791	Asia crops	1,230	117	54	53	204	118	82.23	27.43
NSX 152057	DOA	1,217	115	53	52	207	113	80.18	22.63
NSX 152006	DOA	1,164	110	55	55	197	105	82.76	25.87
ACH 1716	Asia crops	1,163	110	53	52	199	112	82.03	25.51
KWST 504	KWS seeds	1,153	109	54	53	204	108	80.25	24.62
NSX 042022	DOA	1,106	105	53	52	189	104	82.84	20.72
TA 005	Thai Farm [illegible]	1,072	102	54	53	204	112	80.54	22.96
NS3(Check)	DOA	1,055	100	54	54	204	110	80.99	22.62
Mean		1,339	127	54	53	210	114	81.74	25.62
CV (%)		10.03	-	1.57	1.74	4.67	6.18	2.61	3.89
LSD (0.05)		108	-	1	1	8	6	1.72	0.80

Table 8 Mean grain yield and stability parameter of hybrids maize across 4 environments in 2019.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
Pac 789	Pacific	1,533	145	1.13	0.28
STG178	Syngenta	1,530	145	1.09	0.19
Pac 278	Pacific	1,518	144	1.07	0.19
9950C	Monsanto	1,506	143	1.14	0.11
BD 555	Bioseed	1,490	141	0.64	0.48**
DK7979	Monsanto	1,479	140	1.67	0.20
STG257	Syngenta	1,472	140	0.91	0.10
SD 6015	Siam seed	1,454	138	0.66	0.26
TSF 1805	CP	1,449	137	2.20*	0.26
SH1828	Seed Asia	1,437	136	1.19	0.12
TSF 1815	CP	1,401	133	0.63	0.27
WS 8520	WS seeds	1,401	133	0.80	0.58**
SP 6002	Suphiraj Pow	1,387	131	0.51	0.11
BD 330	Bioseed	1,377	131	1.03	0.25
LG36769	Seed Asia	1,374	130	1.90	0.29
WS 8414	WS seeds	1,369	130	1.49	0.18
SD 6007	Siam seed	1,326	126	0.78*	0.04
KSX 6007	KU	1,321	125	0.63	0.25
KWST 549	KWS seeds	1,253	119	0.87	0.14
KSX 6202	KU	1,250	118	0.98	0.32
ACH 1791	Asia crops	1,230	117	0.88	0.38*
NSX 152057	DOA	1,217	115	0.59	0.38*
NSX 152006	DOA	1,164	110	0.72	0.31
ACH 1716	Asia crops	1,163	110	0.90	0.14
KWST 504	KWS seeds	1,153	109	0.88	0.04
NSX 042022	DOA	1,106	105	1.08	0.16
TA 005	Thai Farm seed Asia	1,072	102	0.73	0.09
NS3(Check)	DOA	1,055	100	0.82	0.05
Mean		1,339	127	-	-
CV (%)		10.03	-	-	-
LSD (0.05)		108	-	-	-

Table 9 Mean grain yield and agronomic traits of hybrids maize across 7 environments in 2020.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	Day to Silking (day)	Day to Tasseling (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)
Pac 789	Pacific	1,451	145	57	55	220	118	85.76	28.08
Pac 995	Pacific	1,434	143	57	55	241	130	84.28	28.36
DK 9979 C	Monsanto	1,405	140	55	54	240	129	82.30	26.17
STG 168	Syngenta	1,389	139	55	54	222	118	83.96	26.08
STG 109	Syngenta	1,388	138	55	53	238	126	81.76	26.88
DK 8666 C	Monsanto	1,382	138	55	54	232	119	81.98	27.55
SH 1913	Limagrain	1,373	137	56	55	239	133	79.85	28.42
SH 1901	Limagrain	1,338	134	56	55	243	133	79.08	27.32
CP 389	CP	1,318	132	56	54	234	122	81.12	25.54
WS 0401	WS seeds	1,298	130	57	55	245	136	82.93	24.71
SP 6002	Suphiraj Pow	1,271	127	57	55	223	132	77.71	29.24
WS 0402	WS seeds	1,261	126	56	55	241	129	81.85	24.57
CP 418	CP	1,254	125	57	55	212	114	80.79	28.38
KSX 6201	KU	1,248	125	59	56	248	146	79.13	27.60
SP 6001	Suphiraj Pow	1,236	123	56	54	222	125	77.14	28.30
SD 6015	Siam seed	1,199	120	56	54	227	132	76.96	28.70
NS5	DOA	1,185	118	53	51	211	115	81.60	22.93
NSX 152067	DOA	1,171	117	57	55	228	121	78.72	24.40
TA 7098	Thai Farm seed Asia	1,164	116	57	55	222	126	81.27	24.38
NSX 152032	DOA	1,132	113	58	55	235	127	78.44	24.97
NSX 152097	DOA	1,118	112	57	55	226	128	77.62	25.20
SW 5720	KU	1,108	111	56	55	241	132	80.37	27.07
KSX 6009	KU	1,071	107	58	56	217	124	78.70	27.48
NS3(Check)	DOA	1,002	100	57	55	220	127	80.38	23.24
Mean		1,258	126	56	55	230	127	80.57	26.48
CV (%)		13.55	-	2.07	2.00	4.65	6.01	3.03	4.28
LSD (0.05)		103	-	1	1	7	5	1.48	0.69

Table 10 Mean grain yield and stability parameter of hybrids maize across 7 environments in 2020.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
Pac 789	Pacific	1,451	145	1.12	0.11
Pac 995	Pacific	1,434	143	0.98	0.05
DK 9979 C	Monsanto	1,405	140	0.97	0.30**
STG 168	Syngenta	1,389	139	0.95	0.20**
STG 109	Syngenta	1,388	138	1.01	0.15
DK 8666 C	Monsanto	1,382	138	1.09	0.11
SH 1913	Limagrain	1,373	137	0.84	0.17*
SH 1901	Limagrain	1,338	134	1.03	0.14
CP 389	CP	1,318	132	1.05	0.20**
WS 0401	WS seeds	1,298	130	1.07	0.11
SP 6002	Suphiraj Pow	1,271	127	0.99	0.10
WS 0402	WS seeds	1,261	126	0.93	0.20**
CP 418	CP	1,254	125	1.08	0.18*
KSX 6201	KU	1,248	125	1.51	0.21**
SP 6001	Suphiraj Pow	1,236	123	0.78	0.11
SD 6015	Siam seed	1,199	120	0.99	0.11
NS5	DOA	1,185	118	1.01	0.14
NSX 152067	DOA	1,171	117	0.85	0.12
TA 7098	Thai Farm seed Asia	1,164	116	1.18	0.18*
NSX 152032	DOA	1,132	113	1.12	0.19**
NSX 152097	DOA	1,118	112	0.76	0.11
SW 5720	KU	1,108	111	0.94	0.16*
KSX 6009	KU	1,071	107	0.97	0.13
NS3(Check)	DOA	1,002	100	0.78	0.12
Mean		1,258	126	-	-
CV (%)		13.55	-	-	-
LSD (0.05)		103	-	-	-

Table 11 Mean grain yield and agronomic traits of hybrids maize across 6 environments in 2021.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	Day to Silking (day)	Day to Tasseling (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)
DK9979C	Monsanto	1,528	130	53	52	220	117	82.36	24.92
Pac390	Pacific	1,516	129	57	55	231	128	85.20	26.99
Pac927	Pacific	1,476	125	57	55	226	117	84.24	27.48
SH2003	Limagrain	1,473	125	56	54	229	125	81.08	25.52
STG300	Syngenta	1,460	124	54	52	214	110	79.51	26.41
STG168	Syngenta	1,457	124	53	51	206	107	84.12	24.65
DK9950C	Monsanto	1,448	123	52	52	221	119	84.17	25.98
HB149	World seed	1,419	120	57	54	231	125	82.67	25.16
GT600	Golconda Asia	1,404	119	54	53	222	119	82.88	24.70
WS8414	WS seeds	1,385	117	55	53	206	114	83.01	25.11
SH1913	Limagrain	1,380	117	55	54	218	116	80.41	27.04
GT200	Golconda Asia	1,377	117	55	52	194	107	85.23	25.87
CP888 New	CP	1,372	116	54	54	219	112	81.54	23.59
SW5819	KU	1,343	114	56	53	228	122	82.31	25.84
NSX 172003	DOA	1,328	113	54	53	221	118	78.12	24.73
HB205	World seed	1,322	112	55	54	202	118	78.46	26.12
IRF1910	CP	1,320	112	54	54	218	115	82.72	24.17
SP7199	Suphiraj Pow	1,309	111	57	52	215	114	81.43	26.82
SW5720	KU	1,303	111	54	52	229	121	80.96	25.85
WS8520	WS seeds	1,295	110	57	53	210	111	82.25	26.52
SP7099	Suphiraj Pow	1,280	109	55	54	213	114	81.56	24.95
SD7093	Siam seed	1,223	104	54	53	200	108	82.74	23.73
NSX 172032	DOA	1,174	100	53	51	224	121	79.90	23.15
CP.F16	CP	1,158	98	53	51	202	104	84.06	24.79
SD7193	Siam seed	766	65	56	56	191	104	80.81	24.45
NS3(check)	DOA	1,179	100	55	53	207	116	81.57	22.85
Mean		1,334	113	55	53	215	115	82.05	25.29
CV (%)		14.18	-	2.28	2.19	4.61	5.95	2.90	3.76
LSD (0.05)		124	-	1	1	7	5	1.56	0.62

Table 12 Mean grain yield and stability parameter of hybrids maize across 6 environments in 2021.

Variety	Origin	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
DK9979C	Monsanto	1,528	130	0.89	0.12
Pac390	Pacific	1,516	129	1.64	0.32**
Pac927	Pacific	1,476	125	1.16	0.19
SH2003	Limagrain	1,473	125	1.00	0.23
STG300	Syngenta	1,460	124	1.31	0.34**
STG168	Syngenta	1,457	124	1.22	0.38**
DK9950C	Monsanto	1,448	123	1.22	0.27*
HB149	World seed	1,419	120	0.59	0.22
GT600	Golconda Asia	1,404	119	1.53*	0.19
WS8414	WS seeds	1,385	117	0.89	0.14
SH1913	Limagrain	1,380	117	1.05	0.16
GT200	Golconda Asia	1,377	117	1.05	0.59**
CP888 New	CP	1,372	116	0.83	0.22
SW5819	KU	1,343	114	1.04	0.20
NSX 172003	DOA	1,328	113	1.02	0.28*
HB205	World seed	1,322	112	0.81	0.20
IRF1910	CP	1,320	112	1.29	0.18
SP7199	Suphiraj Pow	1,309	111	0.86	0.27*
SW5720	KU	1,303	111	0.66	0.19
WS8520	WS seeds	1,295	110	1.28	0.25
SP7099	Suphiraj Pow	1,280	109	0.60	0.21
SD7093	Siam seed	1,223	104	0.65*	0.08
NSX 172032	DOA	1,174	100	0.65	0.22
CP.F16	CP	1,158	98	1.01	0.42**
SD7193	Siam seed	766	65	0.93	0.39**
NS3(check)	DOA	1,179	100	0.81	0.14
Mean		1,334	113	-	-
CV (%)		14.18	-	-	-
LSD (0.05)		124	-	-	-

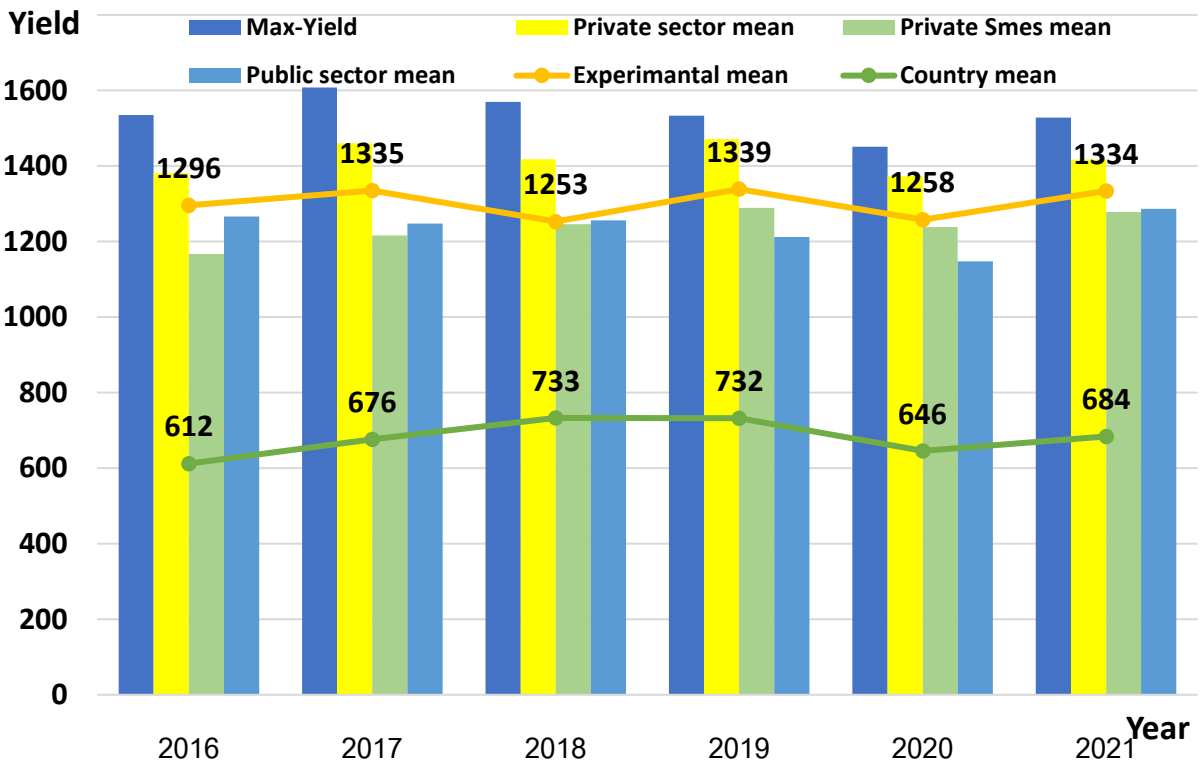


Figure 1 Grain yield (kg rai^{-1}) of cooperation between public and private sectors hybrid corn yield trial during 2016-2021

การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ

Line Improvement for High Yield and Drought Tolerance by Pedigree Selection Method : Late Maturity Lines

ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ปริญญา การสมเจตน์[1/] จำนงค์ ชัญถาวร[1/]
Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Parinya Karnsomjet[1/] Jumnong Chanthaworn[1/]

Abstract

Line improvement for high yield and drought tolerance by pedigree selection method : late maturity lines had objective for 1) line improvement for high yield and drought tolerance 2) late hybrid development for higher yield than Nakhon Sawan 3 (NS3) and drought tolerance. The Experiment was conducted at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2016-2021 by make crossing between recurrent parent and donor parent. Then, backcross to recurrent parent and make selfing to S_8 by pedigree selection method. In 2021, late elite lines were evaluated under well watered (WW) and water stress (WS) conditions during dry season. The result showed that have 64 lines produce high yield and drought tolerance for hybrid development in the future. During rainy season, topcrosses were evaluated by using NS3 as a check hybrid. A lattice design was used with two replications. The result showed that 93 topcrosses hybrids produced higher yields than check variety, NS3 (727 kg rai^{-1}) at $P<0.05$. Grain yield ranging from 990-1,355 kg rai^{-1}, days to silking ranging from 50-55 days, days to tasselling ranging from 50-59 days, plant height ranging from 160-228 cm. and ear height ranging from 101-133 cm.

Keywords : maize, line improvement, drought tolerance, late maturity, pedigree selection

บทคัดย่อ

การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง 2) คัดเลือกพันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้งมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในปี 2559-2564 โดยการผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง ผสมตัวเองและคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ จนได้ลูก BC_1S_8 ในปี 2564 ทำการประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำ

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-01-00-05-59

[1] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
[2] /สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute

ในระยะออกไหมในระยะออกไหม 1 เดือน พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป
ขณะเดียวกันทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) มีคู่ผสมจำนวน 93 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (727 กิโลกรัมต่อไร่) ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 990-1,355 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 50-55 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 50-59 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 160-228 เซนติเมตร และความสูงฝักอยู่ในช่วง 101-133 เซนติเมตร

คำสำคัญ : ข้าวโพดลี้ยงสัตว์ ปรับปรุงพันธุ์ ทนแล้ง อายุยาว บันทึกประวัติ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) ได้แก่ ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 3 Nei452006 Nei452009 Nei532005 และ Nei542013
2. 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)
3. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
4. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
5. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

วิธีการดำเนินงาน

ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง จากนั้นผสมตัวเองแล้วคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ การประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ดำเนินการใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยในแต่ละฤดูกาล/ปีปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2559 (แล้ง) : ทำการผสมสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 3 Nei452006 Nei532005 และ Nei542013 กับ Ki 48 และ Ki 60 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 10 คู่ผสม ในขณะเดียวกันทำการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ Nei452009 และ Nei532005 กับ DTMA-193 (CL-RCY015=(CML-285*CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B) ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 2 คู่ผสม และผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 3 และ Nei542013 กับ DTMA-202 (CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7) ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 2 คู่ผสม

2559 (ฝน) : ปลูกลูก F_1 ทั้ง 14 คู่ผสม ทำการผสมตัวเอง แล้วกะเทาะเมล็ดจากแต่ละฝักเท่าๆกัน เก็บรวมกันในแต่ละคู่ผสม ได้ลูก S_1

2560 (แล้ง) : ผสมกลับลูก S_1 ไปยังตากฟ้า 1 ตากฟ้า 3 Nei452006 Nei452009 Nei532005 และ Nei542013 จำนวนคู่ผสมละ 400 ต้น ได้เมล็ด BC_1 จำนวน 400 ฝัก/คู่ผสม คัดเลือกเฉพาะฝักดีคู่ผสมละ 100 ฝัก กะเทาะเมล็ดรวมภายในคู่ผสม

2560 (ฝน) : ปลูกเมล็ด BC_1 แล้วเลือกผสมตัวเองในต้นที่ดีจำนวนคู่ผสมละ 200 ต้น แล้วคัดเลือกฝักที่ดีจำนวน 100 ฝัก/คู่ผสม กะเทาะเมล็ดแยกฝัก จะได้ลูก BC_1S_1 จำนวน 100 ฝัก/คู่ผสม

2561 (แล้ง) : ปลูก BC_1S_1 แบบฝักต่อแถว จำนวน 100 แถว/คู่ผสม คัดเลือกต้นที่ดี จากแถวที่ดี ผสมตัวเอง 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวและคัดเลือกเฉพาะฝักที่ดีจำนวน 50 ฝัก/คู่ผสม กะเทาะเมล็ดแยกฝัก จะได้ลูก BC_1S_2 จำนวน 50 ฝัก/คู่ผสม

2561 (ฝน) : ปลูก BC_1S_2 แบบฝักต่อแถว คัดเลือกต้นที่ดี จากแถวที่ดี ผสมตัวเอง 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวและคัดเลือกเฉพาะฝักที่ดี กะเทาะเมล็ดแยกฝัก จะได้ลูก BC_1S_3

2562 (แล้ง) : ปลูก BC_1S_3 แบบฝักต่อแถว คัดเลือกต้นที่ดี จากแถวที่ดี ผสมตัวเอง 3-5 ต้น/แถว จะได้ลูก BC_1S_4 ขณะเดียวกัน รวมละอองเกสรจากต้นผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมข้ามกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ผสมตัวเองแล้วกะเทาะเมล็ดรวมกันภายในแถว เมล็ดที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปพัฒนาเป็นลูก BC_1S_5 ต่อไป และส่วนที่ 2 เก็บไว้เป็นเมล็ดสำรอง (remnant seeds) สำหรับฝักที่ผสมข้ามกับตัวทดสอบ กะเทาะเมล็ดรวมกันนำไปปลูกทดสอบผลผลิต แบบไม่มีซ้ำ ในฤดูฝนปี 2562

2562 (ฝน) : ทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross แบบไม่มีซ้ำ ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะเดียวกันปลูก BC_1S_4 แล้วผสมตัวเองในต้นที่ดี 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวต้นที่มีลักษณะที่ดีและกะเทาะรวม ได้ลูก BC_1S_5 สำหรับปลูกเพื่อพัฒนาไปเป็นลูก BC_1S_6 ในฤดูแล้ง ปี 2563

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 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี 3-5 ต้น/แถว ได้ลูก BC_1S_7 ขณะเดียวกันรวมละอองเกสรจากต้นที่ผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ คัดเลือกฝักผสมตัวเองที่มีลักษณะที่ดีแล้วกะเทาะรวม เมล็ดที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปพัฒนาเป็นลูก BC_1S_8 และส่วนที่ 2 เก็บไว้เป็นเมล็ดสำรอง (remnant seeds) สำหรับฝักที่ผสมข้ามกับตัวทดสอบกะเทาะเมล็ดรวมกันนำไปประเมินผลผลิต ในฤดูฝนปี 2564

2564 (แล้ง) : ทำการประเมินผลผลิตสายพันธุ์ BC_1S_7 ใน 2 สภาพ คือ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย

2564 (ฝน) : ทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย ขณะเดียวกันปลูกลูก BC_1S_7 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ดี กะเทาะรวมได้ลูก BC_1S_8 เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป

การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัม/ไร่ ผสมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองพื้น อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.80 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร และความทนแล้ง

- ค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณน้ำฝน วันปฏิบัติการ
- อายุวันออกไหม 50% จำนวนวัน นับจากวันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมากกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย ไหมโผล่พ้นกาบ
- อายุวันออกดอกตัวผู้ 50% นับจากวันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมากกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย ดอกตัวผู้เริ่มโปรยละอองเกสร
- ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (Anthesis silking interval, ASI)
- ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงโคนใบธง (ใบบนสุด) วัดเมื่อช่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- ความสูงฝัก วัดจากพื้นดินถึงข้อของฝักบนสุด (ข้อที่ติดฝัก) วัดพร้อมกับความสูงของต้น มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ผลผลิต น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดปรับที่ความชื้น 15% หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่
- คะแนนการม้วนของใบ (leaf rolling) ให้คะแนน 1-5 (1=ใบปกติ 5=ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม)
- คะแนนการแก่ของใบ (leaf senescence) ให้คะแนน 1-10 (1=ใบปกติ 10=ใบเหี่ยวทั้งต้น)
- ดัชนีทนแล้ง (drought index, DI)

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

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

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

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558– กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559 ทำการผสมสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 3 Nei452006 Nei532005 และ Nei542013 กับ Ki 48 และ Ki 60 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 10 คู่ผสม ในขณะเดียวกันทำการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ Nei452009 และ Nei532005 กับ DTMA-193 (CL-RCY015=(CML-285*CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B) ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 2 คู่ผสม และผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 3 และ Nei542013 กับ DTMA-202 (CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7) ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 2 คู่ผสม รวมได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ทั้งสิ้นจำนวน 14 คู่ผสม และทำการผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) จนได้ลูก S_1 จำนวน 14 คู่ผสม

ปี 2560 ผสมกลับลูก S_1 ไปยังสายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) ได้เมล็ด BC_1 จำนวน 400 ฝัก/คู่ผสม คัดเลือกเฉพาะฝักดีคู่ผสมละ 100 ฝัก ปลูกและผสมตัวเองในต้นที่ดี จนได้ลูก BC_1S_1

ปี 2561 ฤดูแล้ง ผสมตัวเองลูก BC_1S_1 จนได้ลูก BC_1S_2 จำนวน 732 สายพันธุ์ ฤดูฝน ผสมตัวเองลูก BC_1S_2 จนได้ลูก BC_1S_3 จำนวน 690 สายพันธุ์ (Table 1)

ปี 2562 ฤดูแล้ง ผสมตัวเองลูก BC_1S_3 จนได้ลูก BC_1S_4 จำนวน 644 สายพันธุ์ (Table 1) และผสมข้ามลูก BC_1S_4 กับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม topcross ฤดูฝน ทำการประเมินผลผลิตลูกผสม top cross แบบไม่มีซ้ำ จำนวน 1,208 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 รวม 1,269 พันธุ์ พบว่า อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 48-60 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 45-59 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 100-273 เซนติเมตร ความสูงฝักอยู่ในช่วง 70-170 เซนติเมตร ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 0-1,956 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,132 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 2) ขณะเดียวกันผสมตัวเองลูก BC_1S_4 จนได้ลูก BC_1S_5 จำนวน 309 สายพันธุ์ (Table 1)

ปี 2563 ฤดูแล้ง ผสมตัวเองลูก BC_1S_5 จนได้ลูก BC_1S_6 จำนวน 246 สายพันธุ์ ฤดูฝน ผสมตัวเองลูก BC_1S_6 จนได้ลูก BC_1S_7 จำนวน 230 สายพันธุ์ (Table 1) เพื่อนำไปประเมินผลผลิตและความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ในฤดูแล้ง ปี 2564 ขณะเดียวกันผสมข้ามลูก BC_1S_5 กับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์ทดสอบ ได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม topcross เพื่อนำไปประเมินผลผลิต ในฤดูฝน ปี 2564

ปี 2564 ฤดูแล้ง ทำการประเมินผลผลิตและความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์ BC_1S_7 จำนวน 238 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ตรวจสอบ รวม 245 สายพันธุ์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกไหมเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ผลผลิตทั้ง 2 สภาพมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์ โดยผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมออยู่ในช่วง 64-705 กิโลกรัมต่อไร่ และ 11-166 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการขาดน้ำในระยะออกไหม (Table 3) จากการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 รวมจำนวน 260 พันธุ์ ในฤดูฝน พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) มีคู่ผสม จำนวน 93 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (727 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 990-1,355 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 50-55 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 50-59 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 160-228 เซนติเมตร ความสูงฝักอยู่ในช่วง 101-133 เซนติเมตร (Table 4) ขณะเดียวกันผสมตัวเองลูก BC_1S_7 จนได้ลูก BC_1S_8 จำนวน 64 สายพันธุ์ (Table 1) เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ ตั้งแต่ปี 2559-2564 ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง จำนวน 64 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งจำนวน 93 พันธุ์ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 3 Nei452006 Nei452009 Nei532005 และ Nei542013 และมีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดี

2. ได้พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้งมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ต่อไป

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

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

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

Table 1 Number of selected BC_1-line (late line) at NSFCRC, 2016 – 2021

No.	Pedigree	Selected lines							
		BC_1S_1	BC_1S_2	BC_1S_3	BC_1S_4	BC_1S_5	BC_1S_6	BC_1S_7	BC_1S_8
1	(Tak Fa 1 x Ki48)-B x Tak Fa 1	50	51	49	48	32	28	26	2
2	(Tak Fa 3 x Ki48)-B x Tak Fa 3	50	56	52	41	21	11	11	-
3	(Nei452006 x Ki48)-B x Nei452006	50	51	47	46	20	17	17	2
4	(Nei532005 x Ki48)-B x Nei532005	50	52	46	44	11	6	6	1
5	(Nei542013 x Ki48)-B x Nei542013	50	50	50	49	38	32	26	4
6	(Tak Fa 1 x Ki60)-B x Tak Fa 1	50	53	40	40	22	20	19	10
7	(Tak Fa 3 x Ki60)-B x Tak Fa 3	50	55	50	45	24	23	20	3
8	(Nei452006 x Ki60)-B x Nei452006	50	54	50	47	15	12	11	7
9	(Nei532005 x Ki60)-B x Nei532005	50	54	47	47	7	1	1	-
10	(Nei542013 x Ki60)-B x Nei542013	50	51	57	56	45	43	41	27
11	(Nei452009 x CL-RCY015=(CML-285*CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B)-B x Nei452009	50	51	52	50	21	13	12	6
12	(Nei532005 x CL-RCY015=(CML-285*CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B)-B x Nei532005	50	51	48	44	5	4	4	1
13	(Tak Fa 3 x CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7-B-B)-B x Tak Fa 3	50	52	51	38	22	14	14	1
14	(Nei542013 x CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7-B-B)-B x Nei542013	50	51	51	49	26	22	22	-
	Total	700	732	690	644	309	246	230	64

Table 2 Maximun minimum and mean grain yield (kg rai^{-1}) of topcross hybrid (late hybrid) at NSFCRC, 2019 R

No.	Pedigree	x TF1			x TF3		
		Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	(Ki48 x Tak Fa 1)-B x Tak Fa 1	537	12	156	1,743	1125	1,415
2	(Ki48 x Tak Fa 3)-B x Tak Fa 3	1,616	1,016	1,300	814	0	306
3	(Ki48 x Nei452006)-B x Nei452006	1,541	542	1,221	1,408	375	907
4	(Ki48 x Nei532005)-B x Nei532005	1,385	652	1,078	1,575	704	1,227
5	(Ki48 x Nei542013)-B x Nei542013	987	317	575	1,668	1016	1,396
6	(Ki60 x Tak Fa 1)-B x Tak Fa 1	508	0	189	1,748	548	1,393
7	(Ki60 x Tak Fa 3)-B x Tak Fa 3	1,783	1,183	1,458	1,229	179	548
8	(Ki60 x Nei452006)-B x Nei452006	1,443	1,010	1,231	1,108	248	771
9	(Ki60 x Nei532005)-B x Nei532005	1,541	756	1,140	1,616	525	1,108
10	(Ki60 x Nei542013)-B x Nei542013	1,731	502	828	1,956	1044	1,524
11	(CL-RCY015=(CML-285* CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B x Nei452009)-B x Nei452009	1,471	566	1,229	1,373	335	710
12	(CL-RCY015=(CML-285* CL-00356)-B-1-1-B*9-B-B x Nei532005)-B x Nei532005	1,431	669	1,144	1,645	831	1,143
13	(CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7-B-B x Tak Fa 3)-B x Tak Fa 3	1,552	1,010	1,329	612	17	243
14	(CL-RCY031=(CL-02410*CML-287)-B-9-1-1-2-B*7-B-B x Nei542013)-B x Nei542013	1,114	531	815	1,754	1062	1,423
	1,208 topcrosses hybrids	1,783	0	978	1,956	0	1,008
	NS 3 (check)	450	1,518	1,132			

Table 3 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of late lines under well watered (WW) and water stress (WS) conditions at NSFCRC, 2021 D

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

Table 4 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and some agronomic traits of late topcross hybrid at NSFCRC, 2021 R

Pedigree	Days to flowering (days)		Height (cm)		Shell (%)	Moist (%)	Yield (kg rai^{-1})	Relative to NS3 (%)
	silk	Tass	Plant	Ear				
93 selected hybrids								
maximum	55	59	228	133	88.79	26.92	1355	186
minimum	50	50	160	101	75.20	20.19	990	136
255 hybrids								
maximum	56	61	241	148	88.79	26.92	1355	186
minimum	49	50	147	97	68.99	19.59	259	36
P4546	52	57	213	112	84.70	26.98	1256	173
Pac789	53	52	211	114	84.39	26.40	815	112
NK6253	53	54	220	120	78.52	26.62	776	107
Suwan4452	51	54	220	134	79.74	29.40	1098	151
NS3	52	56	204	117	84.83	22.19	727	100
Exp. mean	53	53	205	118	81.53	22.39	922	127
CV(%)	1.50	1.60	4.10	4.70	3.70	2.80	13.80	-
LSD(0.05)	2	2	18	12	5.33	1.36	260	-

การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ

Reciprocal Recurrent Selection in Early Maturity Maize Population Improvement

สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ปริญญา การสมเจตน์[2/] ทัศนีย์ บุตรทอง[2/] บุศริน อิ่มอินทร์[2/]
Suriphat Thaitad[1/] Parinya Kansomjet[2/] Thadsanee Budthong[2/] Budsarin Imin[2/]

Abstract

Improvement of early maturity maize population by reciprocal recurrent selection method (RRS) aimed to improve two heterotic early maturity maize populations, NSEYP1(RRS) and NSEYP2(RRS), to enhance their combining ability and drought tolerance for use as sources of germplasm for the hybrid breeding program. Two maize populations were improved simultaneously by reciprocal recurrent selection from 2016 to 2020. In 2021, both populations were evaluated through various improved cycles, C_3 to C_6. The study was conducted at the Nakhon Sawan Field Crops Research Center. The findings revealed that the NSEYP1(RRS) population had an average yield from C_3 to C_6 of 1,099 kg rai^{-1}, which was higher than the NSEYP2(RRS) population (980 kg rai^{-1}), and the open pollinated variety Nakhon Sawan 1 (859 kg rai^{-1}). The yield increase rate of NSEYP1(RRS) was 6.81% per cycle. The cross between NSEYP1(RRS)C4 and NSEYP2(RRS)C5 populations displayed high specific combining ability (SCA). Suggesting that the inbred lines developed from NSEYP1(RRS)C4 and NSEYP2(RRS)C5 are suitable for use as parental lines in breeding high yielding early hybrids.

Keywords: Maize, Population improvement, Reciprocal recurrent selection, Early maturity

บทคัดย่อ

การปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (reciprocal recurrent selection; RRS) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น 2 ประชากร ที่มีเฮทเทอโรซิสต่อกัน คือ NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ให้มีสมรรถนะการผสมที่ดี และทนแล้ง เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ดำเนินการต่อเนื่องระหว่างปี 2559 -2563 ในปี 2564 ประเมินประชากรรอบคัดเลือกต่าง ๆ ตั้งแต่รอบคัดเลือกที่ 3 (C_3) ถึงรอบคัดเลือกที่ 6 (C_6) ของทั้งสองประชากร ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ผลการศึกษาพบว่า ประชากร NSEYP1(RRS) ให้ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกรอบการคัดเลือก 1,099 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่า ประชากร NSEYP2(RRS) (980 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ผสมเปิดนครสวรรค์ 1 (859 กิโลกรัมต่อไร่) มีอัตราเพิ่มขึ้นของผลผลิตร้อยละ 6.81 ต่อรอบการคัดเลือก คู่ผสมระหว่าง NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) ดังนั้นสายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จาก

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-02-00-01-59

[1] /สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [1/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[2] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [2/] Naknon Sawan Field Crops Research Center

NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS) C_5 เหมาะสำหรับนำมาใช่พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูง

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปรับปรุงประชากร การคัดเลือกแบบหมุนเวียนสลับ อายุเก็บเกี่ยวสั้น

คำนำ

ประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน ได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น แนวทางหนึ่งในการที่จะปรับปรุงประชากรทั้งสองให้สะสมยีนที่ดีและมีโอกาสคัดเลือกสายพันธุ์แท้จากประชากรทั้งสอง สำหรับการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ทำได้โดยการปรับปรุงประชากรแบบหมุนเวียนสลับ (Reciprocal Recurrent Selection, RRS) ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงระหว่างประชากร (inter population improvement) ไปพร้อมกันสองประชากร โดยที่ประชากรทั้งสองมี heterotic pattern ต่างกัน มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความถี่ของยีนที่ต้องการ ยกระดับค่าเฉลี่ยของประชากร และปรับปรุงสมรรถนะการผสมระหว่างประชากร การคัดเลือกหมุนเวียนสลับ แบบผสมตัวเอง 1 ครั้ง (S_1) ผสมกับตัวทดสอบที่เป็นประชากรฝั่งตรงข้าม มีการทดสอบรุ่นลูกที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างประชากร (Sprague และ Eberhart, 1977) ทำซ้ำหมุนเวียนไปเพื่อสะสมความถี่ของยีนที่ดี ยกระดับค่าเฉลี่ยผลผลิตของประชากร ปรับปรุงสมรรถนะการผสมระหว่างประชากร และพัฒนาสายพันธุ์แท้ในแต่ละรอบของการคัดเลือกจากประชากรทั้งสอง เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสม (Hallauer และ Miranda, 1981) มีรายงานถึงการตอบสนองต่อการคัดเลือกหมุนเวียนสลับ จำนวน 10 รอบในประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถเพิ่มผลผลิต 1.94 เปอร์เซ็นต์ ต่อรอบการคัดเลือก เพิ่มสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะ และมีประสิทธิภาพในการลดการหักล้ม (Keeratinijakal และ Lamkey, 1993) ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 1 การคัดเลือกหมุนเวียนแบบผสมตัวเอง 1 ครั้ง (S_1 recurrent selection) จำนวน 11 รอบ มีการตอบสนองในลักษณะผลผลิตโดยเพิ่มขึ้น 14.74 เปอร์เซ็นต์ ต่อรอบการคัดเลือก (Aekatasanawan *et al*, 1996)

ความก้าวหน้าในการปรับปรุงประชากร ขึ้นอยู่กับความผันแปรทางพันธุกรรมที่มีอยู่ อัตราการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ (heritability) ขนาดของประชากรที่ใช้ในการคัดเลือกแต่ละรอบ เปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) และช่วงเวลาที่ใช้ในการคัดเลือกแต่ละรอบ (สรรเสริญ, 2547) การปรับปรุงประชากรให้ผลดีในระยะปานกลางถึงระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำหรือปานกลาง ประชากรที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้ว (improved population) สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง คือ ใช้เป็นพันธุ์การค้าได้ทันที ได้แก่ พันธุ์ผสมเปิด นอกจากนี้ยังใช้เป็นแหล่งสำหรับพัฒนาสายพันธุ์แท้สำหรับใช้ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมเพื่อเป็นการค้าต่อไป (กฤษฎา, 2555) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) สำหรับเป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นและคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จากประชากรทั้งสอง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวและคู่ผสมระหว่างประชากรแต่ละรอบของการคัดเลือก NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_3 ถึง C_6
2. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ ปุ๋ยเคมี 46-0-0

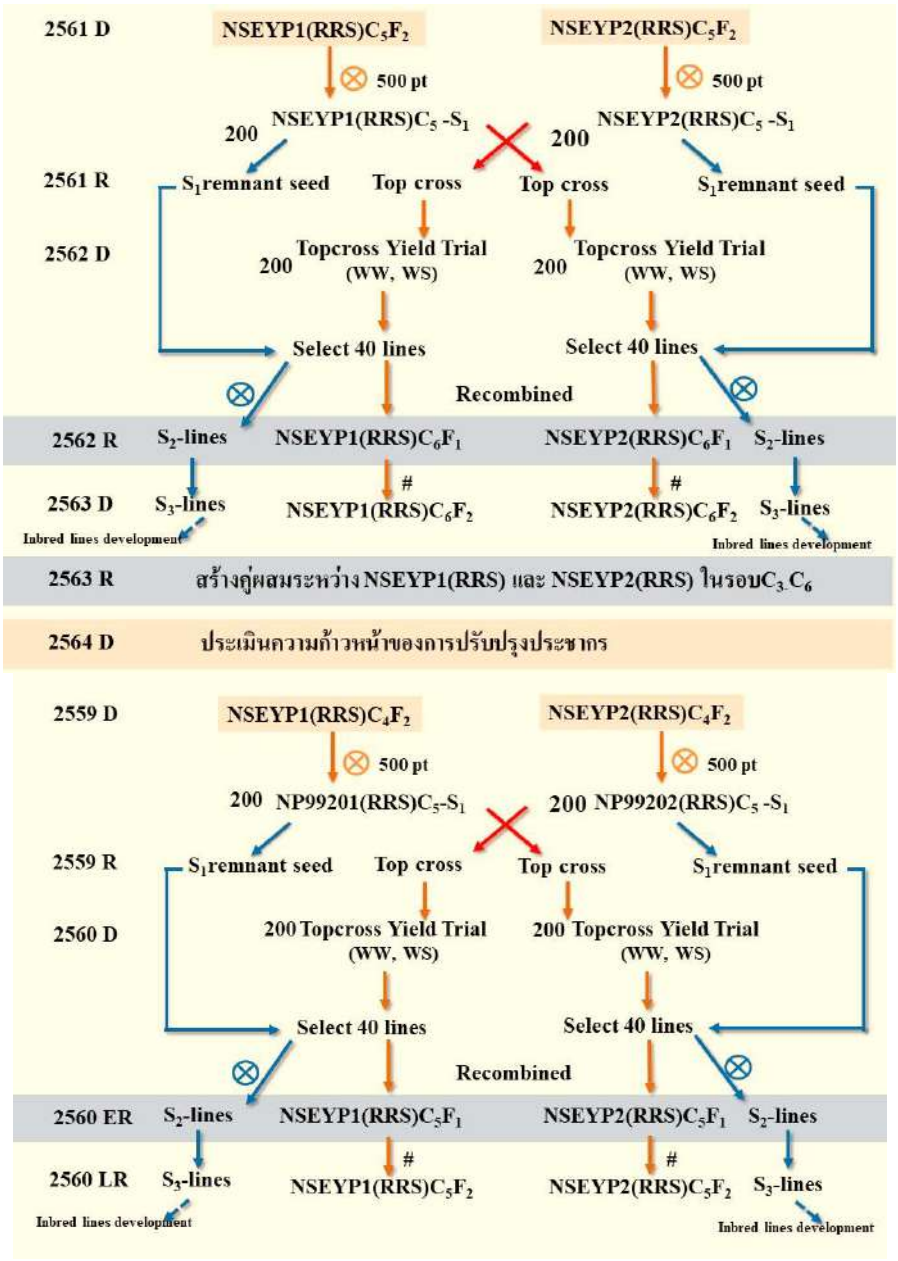
3. สารควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
4. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

วิธีดำเนินงาน

ในแปลงผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ จัดสิ่งทดลอง แบบ Systematic arrangement แปลงประเมินผลผลิต วางแผนการทดลองแบบ Alpha lattice และ Randomized complete block design

ฤดูปลูก	วิธีการ
การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5	
2559 (แล้ง) :	สร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ของประชากร NSEYP1(RRS)C_4F_2 และ NSEYP2(RRS)C_4F_2 โดยปลูกประชากรละ 100 แถว แถวยาว 5.0 เมตร ทำการคัดเลือกผสมตัวเอง จำนวน 500 ต้น/ประชากร เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝัก จำนวน 250 ฝัก/ประชากร กะเทาะเมล็ด แล้วแบ่งเมล็ดสายพันธุ์ S_1 ที่ได้ ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็นเมล็ดสำรอง (remnant seed) อีกส่วนหนึ่งสำหรับสร้างลูกผสม topcross ในฤดูถัดไป
2559 (ฝน) :	สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ของประชากร สายพันธุ์ละ 1 แถว รวม 250 แถว/ประชากร ผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ของประชากรตรงข้าม คือ NSEYP1(RRS)C_4-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk และ NSEYP2(RRS)C_4-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP1(RRS)C_4-S_1bulk
2560 (แล้ง) :	ประเมินผลผลิตลูกผสม topcross NSEYP1(RRS)C_4-S_1 x NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk และ NSEYP2(RRS)C_4-S_1 x NSEYP1(RRS)C_4-S_1bulk รวมทั้งพันธุ์ตรวจสอบ พันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 รวมทั้งสิ้น 200 คู่ผสม/พันธุ์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ 10, 20 alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ ปลูก 2 แถว/แปลงย่อย
2560 (ต้นฝน) :	ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 จากเมล็ด remnant seed จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ที่ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตดี ทั้งในสภาพแล้งและสภาพปกติ นำมาผสมรวมเป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NSEYP1(RRS)C_5F_1 และ NSEYP2(RRS)C_5F_1 ขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ ทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง (S_2) สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์แท้ ต่อไป
2560 (ปลายฝน) :	ขยายเมล็ดจาก NSEYP1(RRS)C_5F_1 เป็น NSEYP1(RRS)C_5F_2 และ NSEYP2(RRS)C_5F_1 เป็น NSEYP2(RRS)C_5F_2 โดยการผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน
การพัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6	
2561 (แล้ง) :	สร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ของประชากร NSEYP1(RRS)C_5F_2 และ NSEYP2(RRS)C_5F_2 โดยปลูกประชากรละ 100 แถว แถวยาว 5.0 เมตร ทำการคัดเลือกผสมตัวเอง จำนวน 500 ต้น/ประชากร เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝัก จำนวน 250 ฝัก/ประชากร กะเทาะเมล็ด แล้วแบ่งเมล็ดสายพันธุ์ S_1 ที่ได้ ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็นเมล็ดสำรอง (remnant seed) อีกส่วนหนึ่งสำหรับสร้างลูกผสม topcross ในฤดูถัดไป
2561 (ฝน) :	สร้างลูกผสม topcross โดยปลูกสายพันธุ์ S_1 ของประชากร สายพันธุ์ละ 1 แถว รวม 250 แถว/ประชากร ผสมระหว่างสายพันธุ์ S_1 กับตัวทดสอบ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_1bulk ของประชากรตรงข้าม คือ NSEYP1(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk และ NSEYP2(RRS)C_5-S_1 ใช้ตัวทดสอบ NSEYP1(RRS)C_5-S_1bulk
2562 (แล้ง) :	ประเมินผลผลิต topcross รวมทั้งพันธุ์ตรวจสอบ พันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 รวมทั้งสิ้น 210 คู่ผสม/พันธุ์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก วางแผนการทดลองแบบ 14, 15 alpha lattice จำนวน 2 ซ้ำ ปลูก 2 แถว/แปลงย่อย

ฤดูปลูก	วิธีการ
2562 (ต้นฝน) :	ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 จากเมล็ด remnant seed จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร ที่ลูกผสม topcross ให้ผลผลิตดี ทั้งในสภาพแล้งและสภาพปกติ นำมาผสมรวมเป็นประชากรรอบคัดเลือกใหม่ NSEYP1(RRS)C_6F_1 และ NSEYP2(RRS)C_6F_1ขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ ทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง (S_2) สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์แท้ ต่อไป
2563 (แล้ง) :	ขยายเมล็ดจาก NSEYP1(RRS)C_6F_1 เป็น NSEYP1(RRS)C_6F_2 และ NSEYP2(RRS)C_6F_1 เป็น NSEYP2(RRS)C_6F_1 โดยการผสมสุ่มภายในประชากรเดียวกัน
2563 (ฝน) :	สร้างคู่ผสมระหว่างประชากรแต่ละรอบของการคัดเลือก NSEYP1(RRS) และ NSEYP1(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_3 ถึง C_6 โดยผสมพันธุ์แบบพบกันหมดระหว างกลุม (factorial cross) ของประชากร NSEYP1(RRS) C_3-C_6 และ NSEYP2(RRS) C_3-C_6
ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากร	
2564 (แล้ง) :	ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากรในรอบการคัดเลือก C_3 ถึง รอบการคัดเลือก C_6 และสมรรถนะการผสมของประชากรทั้งสอง



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

การบันทึกข้อมูล

แปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ

- วันออกไหม 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมาเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อย
- วันออกดอกตัวผู้ 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อยโปรยละอองเกสร
- ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval, ASI) คำนวณจากอายุวันออกไหม - อายุวันออกดอกตัวผู้
- ความสูงต้น วัดจากโคนต้นถึงข้อใบธง เมื่อช่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- ความสูงฝัก วัดจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- จำนวนต้นเก็บเกี่ยว นับจำนวนต้นก่อนเก็บเกี่ยวนับรวมต้นที่ไม่ติดฝัก ต้นที่เป็นโรคหรือมีแมลงทำลาย
- จำนวนต้นล้ม นับจำนวนต้นที่โคนต้นเอียงจากแนวดิ่งเกิน 45 องศา
- จำนวนต้นหัก นับจำนวนต้นที่ลำต้นหักตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าฝักบนสุดลงมา
- จำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย
- เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย นับจำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของฝัก ฝักที่มีโรค/แมลงทำลายเทียบกับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- น้ำหนักฝักทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- น้ำหนักเมล็ดทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นคำนวณเป็นผลผลิตเมล็ด (grain yield) ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อพื้นที่ 1 ไร่
- องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนฝักต่อต้น
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

แปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก

บันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และเพิ่มเติม คือ

- ความแก่ของใบ (leaf senescence) ให้คะแนน 1-10 โดยพิจารณาปริมาณใบแห้งตายจากโคนต้นขึ้นไปต่อใบทั้งหมด โดย 1 = มีใบแห้งตาย 10% เทียบกับใบทั้งหมด 5 = มีใบแห้งตาย 50% เทียบกับใบทั้งหมด 10 = มีใบแห้งตายทั้งต้น ทำการให้คะแนนเมื่อ 20-30 วันหลังวันออกดอกตัวผู้ (Bänziger *et al*, 2000)
- การม้วนของใบ (leaf rolling) ให้คะแนน 1-5 โดย 1 = ใบปกติ 2 = ใบม้วนเล็กน้อย 3 = ใบม้วนคล้ายรูปตัววี 4 = ขอบใบม้วนถึงกลางใบ 5 = ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม ทำการให้คะแนนเมื่อ 2-4 สัปดาห์หลังหยุดน้ำ (Bänziger *et al*, 2000)

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

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

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558-ธันวาคม 2564
สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่ง (S_1) ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 4

ฤดูแล้ง ปี 2559 สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 4 NSEYP1(RRS)C_4F_2 และ NSEYP2(RRS)C_4F_2 โดยปลูกประชากรทั้งสอง ประชากรละ 100 แถว ยาว 5.0 เมตร เมื่อข้าวโพดออกดอก คัดเลือกต้นข้าวโพดที่มีลักษณะทรงต้นดี แข็งแรง ไม่หักล้ม ไม่เป็นโรคทางใบ ทำการผสมตัวเอง ประชากรละ 500 ต้น เก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากต้นที่สมบูรณ์ ไม่หักล้ม ฝักมีการเรียงแถวของเมล็ดตรง ประชากรละ 250 ฝัก แล้วกะเทาะเมล็ดแยกฝักต่อซอง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็น remnant seed เก็บในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ห้องเย็นที่เก็บมีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) อีกส่วนหนึ่งสำหรับนำมาสร้างลูกผสม topcross ในฤดูฝน

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 จากรอบการคัดเลือกที่ 4

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

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

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

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

คัดเลือก topcross ที่ให้ผลผลิตสูงในทั้งสองสภาพแวดล้อม จำนวน 40 คู่ผสม/ประชากร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดย 40 topcross ที่คัดเลือกของ NSEYP1(RRS)C_4-S_1 x NSEYP2(RRS)C_4-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,000-1,275 กิโลกรัมต่อไร่ไร่ มีค่าเฉลี่ย 1,103 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 393-

569 กิโลกรัมต่อไร่ ไร่ มีค่าเฉลี่ย 477 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 45-66 เปอร์เซ็นต์และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.93-1.49 (Table 1)

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

คัดเลือก NSEYP2(RRS)C_4-S_1 x NSEYP1(RRS)C_4-S_1 bulk ให้ผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,027-1,348 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ย 1,187 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพการขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 466-649 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเฉลี่ย 544 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง ระหว่าง 47-65 เปอร์เซ็นต์และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.82-1.25 (Table 1)

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 4 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 5

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

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

พัฒนาประชากรรอบการคัดเลือกที่ 6

1) สร้างข้าวโพดสายพันธุ์ S_1 ในประชากรรอบการคัดเลือกที่ 5

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

2) สร้างลูกผสม topcross ของสายพันธุ์ S_1 ในรอบการคัดเลือกที่ 5

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

200 คู่ผสม กะเทาะเมล็ดจากกึ่งกลางฝัก ได้น้ำหนักเมล็ดคู่ผสมละ 200-500 กรัม พร้อมปลูกทดสอบประเมินผลผลิต และความทนทานแล้งในฤดูแล้ง ปี 2562

3) ประเมินศักยภาพผลผลิต และความทนแล้งของลูกผสม topcross

ฤดูแล้ง ปี 2562 ประเมินศักยภาพผลผลิตลูกผสม topcross ในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก และสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน พบว่า

ลูกผสม topcross ของ NSEYP1(RRS)C_5-S_1 x NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 828-1,358 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 1,078 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 243-724 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่าเฉลี่ย 522 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่าง 28-80 เปอร์เซ็นต์ และมีดัชนีทนแล้ง (DI) ระหว่าง 0.41-1.49 (Table 2)

คัดเลือกสายพันธุ์ S_1 ที่ให้ผลผลิตลูกผสม topcross สูง ในสองทั้งสภาพแวดล้อม จำนวน 40 คู่ผสม/ประชากร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นที่คัดเลือกไว้ (selection intensity) จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ โดย 40 topcross ที่คัดเลือก NSEYP1(RRS)C_5-S_1 x NSEYP2(RRS)C_5-S_1bulk ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,001-1,358 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,172 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 521-724 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 605 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ (ASI) ระหว่าง 0-3 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.79-1.49 (Table 2)

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

คัดเลือก 40 topcross ที่ให้ผลผลิตในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,011-1,377 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,165 กิโลกรัมต่อไร่ และในสภาพขาดน้ำในช่วงออกดอก ระหว่าง 565-807 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 652 กิโลกรัมต่อไร่ มีช่วงห่างระหว่างวันออกไหมและเกสรตัวผู้ระหว่าง 0-4 วัน และมีค่าดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.88-1.39 (Table 2)

4) ผสมรวมสายพันธุ์ S_1 ของรอบการคัดเลือกที่ 5 เป็นประชากรรอบคัดเลือกที่ 6

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

ฤดูแล้ง ปี 2563 ขยายเมล็ดจาก NSEYP1(RRS)C_6F_1 และ NSEYP2(RRS)C_6F_1 เป็น SEYP1(RRS)C_6F_2 และ NSEYP2(RRS)C_6F_2 ในขณะเดียวกันสายพันธุ์ S_1 ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 สายพันธุ์/ประชากร นำไปพัฒนาสายพันธุ์ โดยการผสมตัวเองเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) และชั่วต่อๆไป จนได้สายพันธุ์แท้สำหรับการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

ประเมินความก้าวหน้าของการปรับปรุงประชากร

ประเมินความก้าวหน้าของประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ในรอบการคัดเลือก C_3 ถึงรอบการคัดเลือก C_6 ดำเนินการในฤดูแล้ง ปี 2564 พบว่า ประชากร NSEYP1(RRS) ใน C_3 C_4 C_5 และ C_6 ให้ผลผลิต 996 1,035 1,175 และ 1,189 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีอัตรา

เพิ่มขึ้นร้อยละ 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

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. 1)

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 เหมาะสำหรับนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูง ต่อไป (Table 3)

การพัฒนาสายพันธุ์แท้

จากการปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ ของประชากร NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ดำเนินการตั้งแต่ปี 2549 – 2564 นอกจากปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการคัดเลือกภายในแต่ละประชากรเองแล้ว ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้จากแต่ละประชากรในแต่ละรอบของการคัดเลือก สำหรับการพัฒนาสายพันธุ์ โดยเริ่มทำการผสมตัวเองเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ จากข้าวโพดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่หนึ่งที่คัดเลือกจากประชากร NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ในแต่ละรอบการคัดเลือกและพัฒนาต่อเนื่องจนได้ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วต่างๆ ปัจจุบันมีสายพันธุ์แท้ที่ผ่านการคัดเลือกและใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในโครงการปรับปรุงพันธุ์จากประชากรทั้ง 2 ในรอบการคัดเลือกที่ 1 (C_1) จำนวน 31 สายพันธุ์ โดยได้จากประชากร NSEYP1(RRS)C_1 จำนวน 19 สายพันธุ์ และ NSEYP2(RRS)C_1 จำนวน 12 สายพันธุ์ และยังมีสายพันธุ์อยู่ระหว่างการพัฒนาในขั้นตอนการคัดเลือก การประเมิน และการผสมตัวเองชั่วต่างๆ 275 สายพันธุ์ (Table 4) ซึ่งสายพันธุ์แท้/สายพันธุ์เหล่านี้ สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมต่อไป

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ประชากร NSEYP1(RRS) ในรอบคัดเลือก C_3 C_4 C_5 และ C_6 ให้ผลผลิต 996 1,035 1,175 และ 1,189 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.81 ต่อรอบการคัดเลือก คิดเป็นร้อยละ 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

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

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น NSEYP1(RRS) และ NSEYP2(RRS) ที่ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี สำหรับใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมใน ลักษณะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย เช่น ลักษณะอายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลผลิตสูง เป็นต้น

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

3. สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากการพัฒนาประชากร สามารถนำมาใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เช่น สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาได้จากประชากร NSEYP1(RRS)C_4 และ NSEYP2(RRS)C_5 มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้พัฒนาเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง

คำขอบคุณ

การดำเนินงานวิจัยนี้ ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากผู้อำนวยการ นักวิชาการเกษตร พนักงานการเกษตร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ซึ่งคณะผู้ดำเนินงาน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2555. ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 288 หน้า.

สรรเสริญ จำปาทอง. 2547. การปรับปรุงประชากรข้าวโพด. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การปรับปรุงพันธุ์พืช โดยใช้ข้าวโพดเป็นต้นแบบ”. 6-8 ตุลาคม 2547. ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์.

Aekatasanawan, C., S. Jampatong, C. Aekatasanawan, N. Chulchoho, and C. Balla. 1996. Responses to S1 recurrent selection in Suwan 1 corn variety. In Proc. the 34th Kasetsart University annual conference, 30 January –1 February 1996. pp. 127-134. (in Thai)

Bänziger, 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.

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

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

Keeratinijakal, V. and K.R. Lamkey. 1993. Responses to reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB1 maize populations. Crop Sci. 33(1): 73-77.

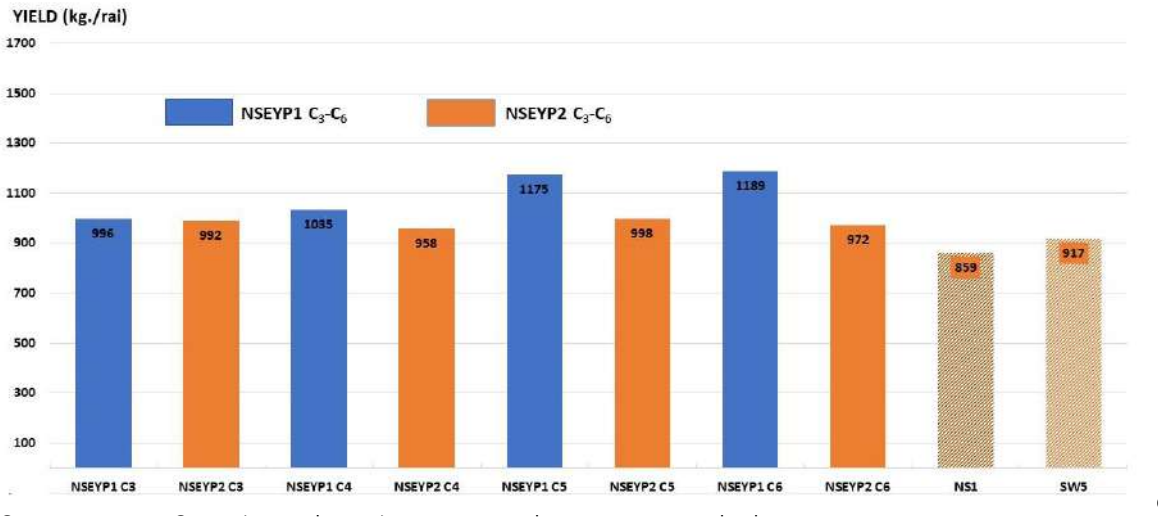
Sprague, G. F. and S. A. Eberhart. 1977. Corn breeding. Pages 305-362. In: Corn and Corn Improvement, American Society of Agronomists, Inc., Madison, Wisconsin.

Table 1 Mean grain yield of topcross NSEYP1(RRS)C_4 and NSEYP2(RRS)C_4 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), yield loss (%), and drought Index (DI) in the 2017 dry season.

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

Table 2 Mean grain yield of topcross NSEYP1(RRS)C_5 and NSEYP2(RRS)C_5 under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), yield loss (%), Anthesis - Silking Interval (ASI), and drought Index (DI) in the 2019 dry season.

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



and NSEYP2(RRS) C_3 to C_6 at NSFCRC in the 2021 dry season.

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

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

Table 4 Number of Inbred/lines from each cycle of improved populations NSEYP1(RRS) and NSEYP2(RRS)

Improved populations	number of Inbred/ lines	Inbred/lines
NSEYP1(RRS)		
NSEYP1(RRS)C_1	19	**Inbred:** Nei541001 Nei541002 Nei541003 Nei541004 Nei541005 Nei541006 Nei541007 Nei541008 Nei541009 Nei541010 Nei541011 Nei541012 Nei541013 Nei541014 Nei541015 Nei541016 Nei541017 Nei541018 Nei541019
NSEYP1(RRS)C_2	2	S_8 line
NSEYP1(RRS)C_3	64	S_7 line
NSEYP1(RRS)C_4	45	S_4 line
NSEYP1(RRS)C_5	54	S_3 line
NSEYP2(RRS)		
NSEYP2(RRS)C_1	12	**Inbred:** Nei541020 Nei541021 Nei541022 Nei541023 Nei541024 Nei541025 Nei541026 Nei541027 Nei541028 Nei541029 Nei541030 Nei541031
NSEYP2(RRS)C_2	3	S_8 line
NSEYP2(RRS)C_3	33	S_7 line
NSEYP2(RRS)C_4	31	S_4 line
NSEYP2(RRS)C_5	43	S_3 line
Total	306	

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเพื่อผลผลิตสูงและทนแล้ง

Early maturity Hybrid Maize Breeding for High Yield and Drought Tolerance

สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ปริญญา การสมเจตน์[2/] ทัศนีย์ บุตรทอง[2/] บุศริน อิ่มอินทร์[2/]
Suriphat Thaitad[1/] Parinya Kansomjet[2/] Thadsanee Budthong[2/] Budsarin Imin[2/]

Abstract

Improvement of early-maturity varieties, harvestable at 95-100 days, conducted during 2016-2021, aims to enhance productivity and drought tolerance of early maturity hybrid maize varieties. The evaluation of yield potential and drought tolerance was carried out. The research involved 218 hybrids and 190 inbreds of early maturity maize. As a result of the selection process, 18 early maturity hybrids were selected, demonstrating both high yield potential and favorable agricultural traits. Among these, the hybrid NSX151008 stood out with a high yield of 1,147 kg rai^{-1}. Notably, it exhibited drought tolerance during the flowering stage, resulting in an average yield of 616 kg rai^{-1}with 47% yield loss due to drought stress. It had a high drought index of 1.37. Additionally, 16 early maturity inbreds with high productivity, drought tolerance, and good combining ability were selected. The promising early maturity and drought tolerant hybrid will be imported for further evaluation in the breeding program through various stages, including preliminary trials, standard trials, regional trials, and farm trials. The elite inbreds with drought tolerance and good agricultural traits will be utilized for the benefit of future maize breeding programs.

Keywords: Hybrid maize breeding, High yield, Drought tolerance, Early maturity

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ทนแล้ง สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน ดำเนินการปี 2559-2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง ได้ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้ง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 218 ลูกผสม และสายพันธุ์แท้อายุสั้น จำนวน 190 สายพันธุ์ และคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น ที่มีความทนแล้ง ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี จำนวน 18 พันธุ์ ซึ่งในจำนวนเหล่านี้ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น NSX151008 ให้ผลผลิตสูง 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ มีความทนแล้งในระยะออกดอก โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 616 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-02-00-02-59

[1/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [1/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [2/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center

สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 47 มีดัชนีทนแล้งสูง 1.37 นอกจากนี้ ได้คัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น จำนวน 16 สายพันธุ์ ที่มีความทนแล้ง ให้ผลผลิตสูง และมีสมรรถนะการผสมสูง

ซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีศักยภาพที่คัดเลือกได้ จะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพในการทนแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี จะนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลผลิตสูง ทนแล้ง อายุสั้น

คำนำ

ปัญหาสภาวะฝนแล้งและการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ เป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลก (CIMMYT, 2009) ในแต่ละปี ภัยแล้งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวโพดของโลกประมาณร้อยละ 15 - 20 และความเสียหายอาจเพิ่มขึ้นในอนาคตเนื่องจากการเกิดภัยแล้งพบบ่อยและรุนแรงขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (FAOSTAT, 2010) เช่นเดียวกับปัญหาสภาพการผลิตของประเทศไทย Eskasingh *et al*. (2004) ได้รายงานว่า ความแห้งแล้งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งในปี 2559 สภาวะฝนแล้งทำความเสียหายในพื้นที่ปลูกข้าวโพดมากถึง 2.87 ล้านไร่ คิดเป็นเงินประมาณ 15,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) สะท้อนให้เห็นว่าปัญหาภัยแล้ง เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจด้านการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตอากาศร้อนมีอายุการเก็บเกี่ยวเมล็ดแก่ที่แตกต่างกันตามพันธุกรรม คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นมาก (extremely early variety) เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 80-90 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น (early variety) เป็นพันธุ์ข้าวโพดเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เมื่ออายุ 90-100 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุปานกลาง (intermediate variety) เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 100-110 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวหรือพันธุ์หนัก (late variety) เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เมื่ออายุ 110-130 วัน (ราเชนทร์, 2539) ปัจจุบันพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมปลูกการค้าที่นิยมปลูกทั่วไป โดยปกติใช้เวลาในการพัฒนาตั้งแต่ระยะการงอก (emergence) จนถึงระยะแก่พร้อมเก็บเกี่ยว (harvesting maturity) ประมาณ 110-120 วัน

การเลือกใช้พันธุ์ขึ้นอยู่กับสภาพการผลิตพืชของเกษตรกรแต่ละพื้นที่ เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2 ฤดูปลูกในรอบปี ซึ่งเป็นระบบการปลูกที่พบมากในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา หรือเกษตรกรที่ต้องการปลูกพืชอื่นหลังจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำเป็นต้องเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น นอกจากนี้แล้วความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นทั้งภาวะภัยแล้งที่รุนแรง น้ำท่วม และฤดูฝนที่มาเร็วกว่าปกติ ส่งผลต่อพฤติกรรมการผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดในหลายพื้นที่ มีการปรับรอบการผลิตให้เร็วขึ้น ทำให้เกิดความต้องการใช้พันธุ์อายุสั้นที่ให้ผลผลิตเร็วเพื่อลดความเสี่ยงจากฤดูกาลที่เปลี่ยนไป

สภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทย พื้นที่ปลูกหลักเป็นสภาพไร่อาศัยน้ำฝน แบ่งออกเป็น 2 รุ่น คือ รุ่นแรก ปลูกต้นฤดูฝนช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 72 และรุ่นที่ 2 ปลูกปลายฤดูฝนช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน คิดเป็นร้อยละ 23 และการปลูกในสภาพการให้น้ำชลประทานในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม คิดเป็นร้อยละ 5 จากสภาพการผลิตดังกล่าว การผลิตรุ่นแรกต้นฤดูฝนมักประสบปัญหาภัยแล้งและความแปรปรวนของการกระจายตัวของฝนจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการผลิตส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ รวมถึงผลผลิตรวมของประเทศต่ำ ซึ่งในปี 2562/63 ประเทศไทยผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รวม 4.54 ล้านตัน จากพื้นที่เพาะปลูก 7.02 ล้านไร่ คิดเป็นผลผลิตต่อไร่ได้ 646 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

จากการผลิตรุ่นแรกต้นฤดูฝนมักประสบปัญหาภัยแล้ง และความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ทั้งภาวะภัยแล้งที่รุนแรง น้ำท่วม หรือฤดูฝนที่มาเร็วกว่าปกติ ส่งผลต่อระบบการผลิตของเกษตรกร

ผู้ปลูกข้าวโพดในหลายพื้นที่ เช่น บางพื้นที่มีการปรับรอบการผลิตให้เร็วขึ้น หรือเลื่อนไปปลูกฤดูปลายฝน รวมถึงเกษตรกรทำนาปรังที่มักประสบปัญหาขาดแคลนน้ำจากภัยแล้ง ได้หันมาปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้น้ำน้อยกว่าทดแทนการทำนาปรังกันมากขึ้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนฤดูปลูก หรือระบบการปลูก มีความจำเป็นต้องใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพการผลิต เช่น พันธุ์ทนแล้งที่ลดความเสียหายของผลผลิตหากเกิดปัญหาภัยแล้ง หรือพันธุ์อายุสั้นที่ให้ผลผลิตเร็วเพื่อลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาพฝน หรือมีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับระบบการปลูกพืชที่มีการปลูกพืชก่อนหรือพืชตาม

จากความร่วมมือในการวิจัย และพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมระหว่างกรมวิชาการเกษตร และศูนย์ปรับปรุงข้าวโพดข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) ที่ผ่านมา พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้หลายสายพันธุ์มีความทนทานแล้งได้ดี จึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนทานแล้งอายุสั้น สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน เป้าหมายหลักของการปรับปรุงพันธุ์อายุสั้นคือการพัฒนาพันธุ์ที่สามารถหลีกหนีความแห้งแล้งโดยให้ผลผลิตเร็ว มีวงจรการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญทางระยะสืบพันธุ์จนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่สมบูรณ์ภายใต้ฤดูกาลหรือสภาพแวดล้อมอันจำกัดนั้น คัดเลือกลักษณะสรีรวิทยาของพืชตั้งแต่ระยะงอกจนถึงออกดอก หรือสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับรูปแบบการกระจายตัวของฝนและลักษณะนั้นมีการถ่ายทอดได้สูง การคัดเลือกมีโอกาสสำเร็จได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อสภาพแวดล้อมความชื้นเหมาะสม พันธุ์อายุสั้นจะให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์อายุยาวเพราะมีระยะเวลาการเจริญเติบโต และระยะสะสมน้ำหนักเมล็ดที่น้อยกว่า (Bänziger *et al.,* 2000) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสมอายุสั้น สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน และมีความทนแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม
2. พันธุ์ลูกผสมตรวจสอบ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และนครสวรรค์ 5
3. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
4. สารควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
5. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

วิธีดำเนินงาน

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

ฤดูฝน ขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นทนแล้ง และมีสมรรถนะการผสมสูง และผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งอายุสั้น และให้ผลผลิตสูง ที่ผ่านการคัดเลือกจากการประเมินผลผลิตในฤดูแล้ง ดำเนินการในแปลงผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์จัดสิ่งทดลอง แบบ systematic arrangement

ฤดูปลูก	วิธีการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
2559 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น จำนวน 100 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 10, 10 simple lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย
2560 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 56 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 7, 8 Alpha lattice 2 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2561 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น ชุดที่ 1 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)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 50 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย
2563 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น ชุดที่ 1 ลูกผสม จำนวน 22 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB, 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย ชุดที่ 2 สายพันธุ์แท้ จำนวน 40 สายพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ 8,5 alpha lattice, 2 ซ้ำ, 2 แถว/แปลงย่อย
2564 (แล้ง)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 40 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 2 แถว/แปลงย่อย

การบันทึกข้อมูล

แปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ

- วันออกไหม 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมาเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อย
- วันออกดอกตัวผู้ 50% นับจำนวนวันตั้งแต่วันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นเกินครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อยโปรยละอองเกสร
- ช่วงห่างระหว่างอายุออกไหมและอายุดอกตัวผู้ (Anthesis Silking Interval, ASI) คำนวณจากอายุวันออกไหม - อายุวันออกดอกตัวผู้
- ความสูงต้น วัดจากโคนต้นถึงข้อใบธง เมื่อช่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- ความสูงฝัก วัดจากโคนต้นถึงข้อของฝักบนสุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เฉลี่ย 10 ต้น)
- จำนวนต้นเก็บเกี่ยว นับจำนวนต้นก่อนเก็บเกี่ยวนับรวมต้นที่ไม่ติดฝัก ต้นที่เป็นโรคหรือมีแมลงทำลาย
- จำนวนต้นล้ม นับจำนวนต้นที่โคนต้นเอียงจากแนวดิ่งเกิน 45 องศา
- จำนวนต้นหัก นับจำนวนต้นที่ลำต้นหักตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าฝักบนสุดลงมา
- จำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย
- เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย นับจำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของฝัก ฝักที่มีโรค/แมลงทำลายเทียบกับจำนวนฝักทั้งหมดที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- น้ำหนักฝักทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
- น้ำหนักเมล็ดทั้งแปลงย่อย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นคำนวณเป็นผลผลิตเมล็ด (grain yield) ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อพื้นที่ 1 ไร่
- องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนฝักต่อต้น

- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

แปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก

บันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และเพิ่มเติม คือ

- ความแก่ของใบ (leaf senescence) ให้คะแนน 1-10 โดยพิจารณาปริมาณใบแห้งตายจากโคนต้นขึ้นไปต่อใบทั้งหมด โดย 1 = มีใบแห้งตาย 10% เทียบกับใบทั้งหมด 5 = มีใบแห้งตาย 50% เทียบกับใบทั้งหมด 10 = มีใบแห้งตายทั้งต้น ทำการให้คะแนนเมื่อ 20-30 วันหลังวันออกดอกตัวผู้ (Bänziger *et al*, 2000)
- การม้วนของใบ (leaf rolling) ให้คะแนน 1-5 โดย 1 = ใบปกติ 2 = ใบม้วนเล็กน้อย 3 = ใบม้วนคล้ายรูปตัววี 4 = ขอบใบม้วนถึงกลางใบ 5 = ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม ทำการให้คะแนนเมื่อ 2-4 สัปดาห์หลังหยุดน้ำ (Bänziger *et al*, 2000)
- ดัชนีทนแล้ง (Drought Index; DI) โดย Fischer *et al*. (1983) คำนวณจาก

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

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (Yield loss) คำนวณจาก

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

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558-ธันวาคม 2564
สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้ง ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น จำนวน 100 สายพันธุ์ ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมปกติมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ และสภาพแวดล้อมขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 100 สายพันธุ์ที่ทดสอบ ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอให้ผลผลิตระหว่าง 38-499 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหม ระหว่าง 56-70 วัน และอายุวันออกดอกตัวผู้ ระหว่าง 55-68 วัน ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 3-236 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหม ระหว่าง 55-70 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้ ระหว่าง 55-69 วัน มีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.08-1.55 มีการสูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งช่วงออกดอก ระหว่าง 10-95 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การกระทบแล้งมีผลให้มีการออกไหม ออกดอกตัวผู้เร็วขึ้น มีช่วงห่างระว่างวันออกดอกตัวผู้และไหม (ASI) มากขึ้น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei541018 และ Nei411009 แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตสูง และมีความทนทานแล้ง โดยมีดัชนีทนแล้ง 1.33 และ 1.48 ให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกเฉลี่ย 235 และ 221 กิโลกรัมต่อไร่ และสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ 302 และ 256 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ที่มีดัชนีทนแล้ง 1.08 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 199 และ 315 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกและ

สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้สามารถคัดเลือก เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมทนทานแล้งในโครงการการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Table 1)

ปี 2560 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 56 พันธุ์ ปลูกทดสอบ ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทั้ง 56 พันธุ์ ให้ผลผลิตระหว่าง 803-1342 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีข้าวโพดพันธุ์ใดให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,282 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทั้ง 56 พันธุ์ ให้ผลผลิตระหว่าง 111-641 กิโลกรัมต่อไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 10 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (324 กิโลกรัมต่อไร่) โดยให้ผลผลิตระหว่าง 456-641 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอกเปรียบเทียบกับแปลงสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ พบว่าพันธุ์ที่ทดสอบมีการสูญเสียผลผลิต ระหว่างร้อยละ 41.42-90.42 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.33-1.99 ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 3 สูญเสียผลผลิตร้อยละ 74.72 และมีดัชนีทนแล้ง 0.86 โดยคู่ผสม (Nei 452019 x Nei 452031)-B-B-B-B-1-B x Tak Fa 1 มีการสูญเสียผลผลิตน้อยที่สุด ร้อยละ 41.42 และมีดัชนีทนแล้งสูงสุด 1.99 (Table 2)

ปี 2561 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 2 ชุด

<u>ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น จำนวน 60 พันธุ์</u> พบว่าในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 1,315-1,738 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ให้ผลผลิตระหว่าง 516-1,192 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอก ร้อยละ 24-62 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.64-1.27 (Table 3) สามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพแวดล้อมให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก จำนวน 30 พันธุ์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จะถูกนำไปประเมินในขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

<u>ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่น จำนวน 40 พันธุ์</u> พบว่า ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 232-839 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ให้ผลผลิตระหว่าง 8-575 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตเมื่อได้รับสภาวะแล้งช่วงออกดอก ระหว่างร้อยละ 9-98 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.05-2.51 (Table 4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพแวดล้อมปกติและสภาพแล้ง อาทิเช่น [(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-145-3-2-1-BB x Nei452026)]-F2-BBB-5-B-B, Nei542016, [(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei452026]-F2-B-B-B-3-3-B-B-B, Nei542023, [Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-8-1-B-B-B, [Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-1-B-B-B, [(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-B) // (POB.33c3-115-4-2-6-BBBBBBBBxP591C4 F98-1-2-1-B-B-B) x Pac 220 F2]-B-B-B-B-B-B เป็นต้น

ปี 2562 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 50 พันธุ์ พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกระหว่าง 285-808 กิโลกรัมต่อไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 13 พันธุ์ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 5 (857 กิโลกรัมต่อไร่)) ส่วนในสภาพ

การให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 1,063-1,412 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมส่วนใหญ่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,315 กิโลกรัมต่อไร่) โดยมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งระหว่างร้อยละ 32-77 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.47-1.39 โดยพันธุ์ NSX151028 จัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง ให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 808 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,351 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้ง 1.22 และมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 40 % นอกจากนี้ ยังมีพันธุ์ NSX151030 และ NSX151029 ที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพปกติ คือ 1,388 และ 1,382 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และสภาพแล้ง คือ 788 และ 761 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 43 และ 45 % ตามลำดับ (Table 5)

ปี 2563 ฤดูแล้ง

ประเมินผลผลิตและศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกนาน 1 เดือน จำนวน 2 ชุด

ชุดที่ 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น จำนวน 22 พันธุ์ พบว่า ในแปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากเกิดพายุฤดูร้อน ทำให้พันธุ์ทดสอบที่แสดงอาการเหี่ยวจากการขาดน้ำ หักล้มก่อนการออกไหม ส่งผลให้ชุดพันธุ์ที่ทดสอบ ไม่มีการติดฝัก ออกไหม ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ พันธุ์ลูกผสม ให้ผลผลิตระหว่าง 988-1,418 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 88-126 และ 66-95 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 และนครสวรรค์ 5 ตามลำดับ และคิดเป็นร้อยละ 88-126 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าอายุสั้น CP 301 (Table 6)

ชุดที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ อายุสั้น จำนวน 40 สายพันธุ์ พบว่า ในแปลงสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากเกิดพายุฤดูร้อน ทำให้พันธุ์ทดสอบที่แสดงอาการเหี่ยวจากการขาดน้ำ หักล้มก่อนการออกไหม ส่งผลให้ชุดพันธุ์ที่ทดสอบ ไม่มีการติดฝัก ออกไหม ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 104-709 กิโลกรัมต่อไร่ มีอายุวันออกไหม และดอกตัวผู้ระหว่าง 54-65 และ 53-59 วัน ตามลำดับ ความชื้นขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 11.80-33.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สายพันธุ์แท้อายุสั้นตากฟ้า 7 มีอายุวันออกไหม ออกดอกตัวผู้เฉลี่ย 58 และ 57 วัน ตามลำดับ และความชื้นขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 24.62 เปอร์เซ็นต์ พบจำนวนฝักเสียจากการติดเมล็ดน้อยเกินกว่ากึ่งหนึ่งของฝัก จำนวนมาก เป็นผลจากสภาพอากาศแห้งและอุณหภูมิสูงระหว่างติดดอกออกฝัก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ฝักเสียเฉลี่ย ร้อยละ 35.7 มีผลให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และผลผลิตเมล็ดต่ำ (Table 7)

ปี 2564 ฤดูแล้ง

ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น พันธุ์ดีเด่น จำนวน 40 พันธุ์ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอก พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ระหว่าง 100-532 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 303 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตระหว่าง 1,235-1,687 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 1,390 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง ระหว่างร้อยละ 64-93 และมีดัชนีทนแล้งระหว่าง 0.33-1.63 โดยพันธุ์ลูกผสมอายุสั้นดีเด่น NSX171010, NSX171003, Nei411014xNei582062, Nei502021xNei582056, NSX171001 และ NSX171009 จัดเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก ระหว่าง 428-532 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ระหว่าง 1,332-1,499 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.48-1.63 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 64-68 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 474 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,687 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้ง 1.29 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิต

เมื่อกระทบแล้ง 72 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ตรวจสอบการค้า CP301 ให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 101 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,405 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้ง 0.33 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้ง 93 เปอร์เซ็นต์ (Table 8)

ปี 2559-2564

จากผลการดำเนินงาน 6 ปี ตั้งแต่ปี 2559-2564 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเข้าสู่การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้งรวมทั้งสิ้น 218 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์ (Table 9) พบว่า พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น NSX151008 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ (เฉลี่ยจากแปลงประเมินความทนแล้ง 2 แปลง ในปี 2560 และ 2562) ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.37 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 47 นอกจากนี้ได้พันธุ์ลูกผสมอายุสั้นที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 17 พันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX171001-NSX171017 (Table 10) ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ

นอกจากนี้ ได้พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น 16 สายพันธุ์ ที่ผ่านการประเมินศักยภาพของพันธุ์และความทนแล้ง ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602028 - Nei602043 (Table 11) ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้ มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง ซึ่งจะได้นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุป

ปี 2559-2564 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นเข้าสู่การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้ง โดยเป็นพันธุ์ลูกผสมรวม 218 พันธุ์ และสายพันธุ์แท้ 190 สายพันธุ์

พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น NSX151008 มีศักยภาพความทนแล้ง โดยให้ผลผลิตในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอก 616 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ มีดัชนีทนแล้งสูง 1.37 มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียผลผลิตเมื่อกระทบแล้งร้อยละ 47 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเสนอรับรองพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ใหม่

พันธุ์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 17 พันธุ์ ที่คัดเลือกได้ จากการประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตและความทนแล้ง ได้ตั้งชื่อรหัสพันธุ์ลูกผสมเป็น NSX171001-NSX171017 ซึ่งพันธุ์ลูกผสมเหล่านี้ จัดเป็นพันธุ์ลูกผสมดีเด่นที่มีการให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น 16 สายพันธุ์ ได้ตั้งชื่อรหัสสายพันธุ์แท้เป็น Nei602028 - Nei602043 ซึ่งสายพันธุ์แท้เหล่านี้ มีศักยภาพในการทนทานแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง

ข้อเสนอแนะ

1) พันธุ์ลูกผสมดีเด่นอายุสั้น จำนวน 17 พันธุ์ (NSX171001-NSX171017) และพันธุ์ลูกผสมดีเด่น NSX151008 ที่คัดเลือกได้ ให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรดี และทนแล้ง ซึ่งจะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ

2) สายพันธุ์แท้ที่มีศักยภาพในการทนแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรดี และมีสมรรถนะการผสมสูง จัดเป็นเชื้อพันธุกรรมที่มีศักยภาพสูง สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น นำไปพัฒนาลูกผสมใหม่ๆ โดยผสมกับสายพันธุ์แท้ที่มี heterotic pattern ต่างกัน เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มี heterosis สูง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. พันธุ์ลูกผสมดีเด่นอายุสั้น ถูกนำเข้าประเมินศักยภาพของพันธุ์ในแหล่งปลูกที่กว้างขวางขึ้น ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ในการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยวางแผนดำเนินการในระหว่างปี 2565-2567

2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้น นำไปใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับเป็นแหล่งพันธุกรรม และการพัฒนาพันธุ์ลูกผสม

คำขอบคุณ

การดำเนินงานวิจัยนี้ ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากผู้อำนวยการ นักวิชาการเกษตร พนักงานการเกษตร และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ซึ่งคณะผู้ดำเนินงาน ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์/TH-TH (11 มกราคม 2063).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 25-34. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Bänziger, 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.

CIMMYT. 2009. Breeding for abiotic stress tolerance. Paper presented at training course on Breeding maize hybrids for rain-fed environment. Aug 31 - Sep 5, 2009. ICRISAT, India.

Eskasingh, B., P. Gypmantasiri, K. Thong-Ngam and P. Grudloyma. 2004. Maize in Thailand: Production Systems, Constraints, and Research Priorities. D.F.: CIMMYT, Mexico.

FAOSTAT. 2010. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome.

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

Table 1 Important agronomic of early inbred line under well-watered condition (WW) compared with water stress condition (WS) at NSFCRC in the in the 2016 dry season.

Trait	Well watered (WW)			Water stress (WS)		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
Grain yield (kg rai^{-1})	499	38	205	236	3	105
Silking date (day)	70	56	62	70	55	61
Anthesis date (day)	68	55	61	69	55	60
ASI (day)	5	-3	1	6	-2	1
Number of ears per plant	1.5	0.2	0.9	1.3	0.1	0.8
Rotten ear (%)	97	0.2	43.9	98.2	9	19.3
Drought index	-	-	-	1.55	0.08	0.08
Yield loss (%)	-	-	-	95	10	50.6
Outstanding inbred						
Nei541018						
Grain yield (kg rai^{-1})	-	-	302	-	-	235
Drought index	-	-	-	-	-	1.33
Nei411009						
Grain yield (kg rai^{-1})	-	-	256	-	-	221
Drought index	-	-	-	-	-	1.48
Tak Fa 1 (Check)						
Grain yield (kg rai^{-1})	-	-	315	-	-	199
Drought index	-	-	-	-	-	1.08

Table 2 Mean grain yield of early hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2017 dry season.

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	Nei542014 x Nei452009	442	1,068	755	58.56	1.41
2	Nei542013 x Nei452009	263	1,212	738	78.33	0.74
3	Pac984-B-B-B-1-B-B-B x Nei462013	352	1,219	785	71.08	0.98
4	Pac105-B-B-B-2-B-B-B x Nei462013	172	1,240	706	86.13	0.47
5	NK46-B-B-B-3-B-B-B x Tak Fa1	474	1,298	886	63.52	1.24
6	NK48-B-B-B-2-B-B-B x Nei452009	437	1,135	786	61.46	1.31
7	KS24(S)C2-329-B-B-1-B-B-B x Nei462013	348	1,149	748	69.73	1.03
8	KS23(S)C4-341-B-B-1-B-B-B x Nei462013	300	1,207	754	75.12	0.85
9	SW5(S)C5-F2-302-B-B-1-B-B-B x Nei462013	276	1,104	690	75.00	0.85
10	KS24(S)C2-286-B-B-1-B-B-B x Tak Fa1	117	1,220	668	90.42	0.33
11	(Nei 9202(T) x CML 154) x CML 154-F2-S2-B-B-B-B x Tak Fa 1	387	1,064	725	63.61	1.24
12	Nei542002 x Nei462013	456	1,109	783	58.85	1.40
13	(Nei9202(T) x CML 154) x CML 154-F2-S2-B-B-B-B x Nei462013	255	1,182	718	78.44	0.73
14	Pop.147-137-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B x	240	1,284	762	81.32	0.64
15	(Nei 9202(T) x CML 141) x CML 141-F2-S2-B-B-B-B x Tak Fa 1	339	1,203	771	71.85	0.96
16	KS23(S)C5-4-B-B-B-B-B x Nei452009	273	1,236	755	77.88	0.75
17	KS23(S)C5-32-B-B-B-B-B x Nei462013	342	1,238	790	72.34	0.94
18	CML429 / EY-DMR-G-C5-S2-B-B-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B x Nei452009	440	1,042	741	57.76	1.44
19	P390Am/CML c4 F230-B-2-1-2-3-B-B-B-B-B-B-B x Nei 452009	216	841	528	74.28	0.88
20	KS23(S)C5-29-B-B-B-B-B x Tak Fa1	228	1,163	696	80.36	0.67
21	KS28(S)C1-F2-148-B-B-1-B-B-B x Tak Fa1	336	1,291	814	73.96	0.89
22	P84c3BcxLine recycle LLTpreAsiaxMIRT F57-1-2-1-3-B-B-B-B-B-B-B-B x Nei 452009	370	968	669	61.78	1.30
23	NSEYP1(RRS)C1F2-52-2-2-B-B-B-B-B x	212	1,241	727	82.90	0.58
24	NSEYP1(RRS)C1F2-35-5-2-B-B-B-B-B x	159	1,031	595	84.55	0.53
25	NSEYP2(RRS)C1F2-96-1-1-B-B-B-B-B x	344	1,006	675	65.78	1.16
26	NSEYP2(RRS)C1F2-111-2-2-B-B-B-B-B x	388	973	681	60.10	1.36
27	NSEYP1(RRS)C1F2-57-1-2-B-B-B-B-B x	252	1,124	688	77.59	0.76
28	NSEYP2(RRS)C1F2-88-5-1-B-B-B-B-B x	254	855	554	70.32	1.01
29	NSEYP1(RRS)C1F2-25-4-1-B-B-B-B-B x	485	1,036	761	53.20	1.59
30	NSEYP1(RRS)C1F2-25-3-3-B-B-B-B-B x	329	1,199	764	72.56	0.93
31	NSEYP2(RRS)C1F2-26-4-1-B-B-B-B-B x	300	1,036	668	71.07	0.98

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
32	(Nei452019 x Nei452029)-B-B-B-B-1-B x	356	1,170	763	69.63	1.03
33	**(Nei452019 x Nei452031)-B-B-B-B-1-B x TF1**	**641**	**1,094**	**867**	**41.42**	**1.99**
34	(Nei452019 x Nei452031)-B-B-B-B-1-B x	240	803	521	70.17	1.01
35	(Nei452019 x Nei452031)-B-B-B-B-1-B x	484	1,038	761	53.38	1.59
36	(Nei452019 x Nei452031)-B-B-B-B-2-B x	323	934	629	65.40	1.18
37	(Nei452019 x Nei452031)-B-B-B-B-3-B x	337	1,127	732	70.08	1.02
38	(Nei452026 x Nei452029)-B-B-B-B-1-B x	406	1,169	788	65.26	1.18
39	(Nei452026 x Nei452029)-B-B-B-B-2-B x Nei462013	499	1,218	859	58.98	1.40
40	(Nei452026 x Nei452029)-B-B-B-B-3-B x TF1	620	1,326	973	53.25	1.59
41	(Nei452026 x Nei452029)-B-B-B-B-3-B x Nei462013	459	1,140	799	59.73	1.37
42	(Nei452029 x Nei452030)-B-B-B-B-3-B x Nei462013	251	1,031	641	75.69	0.83
43	(Nei452029 x Nei452031)-B-B-B-B-1-B x Nei462013	369	969	669	61.94	1.29
44	(Nei452029 x Nei452031)-B-B-B-B-2-B x Nei462013	329	1,009	669	67.36	1.11
45	(Nei452030 x Nei452031)-B-B-B-B-1-B x TF3	239	1,012	625	76.42	0.80
46	KS27(S)C3-3-B-B-B-B-B-1 x Tak Fa1	196	1,025	610	80.88	0.65
47	KS27(S)C3-3-B-B-B-B-B-1 x Tak Fa3	111	1,053	582	89.47	0.36
48	KS27(S)C3-44-B-B-B-B-B-5 x Tak Fa1	391	1,011	701	61.27	1.32
49	KS27(S)C3-64-B-B-B-B-B-9 x Tak Fa1	242	1,174	708	79.38	0.70
50	KS27(S)C3-87-B-B-B-B-B-14 x Tak Fa1	155	1,055	605	85.35	0.50
51	KS27(S)C3-91-B-B-B-B-B-16 x Tak Fa3	163	1,342	752	87.84	0.41
52	KS27(S)C3-92-B-B-B-B-B-17 x Nei 462013	194	1,025	610	81.11	0.64
53	CP 301	225	1,188	707	81.02	0.65
54	NSX042022	488	1,236	862	60.53	1.34
55	NSX052014	543	1,097	820	50.46	1.69
56	NS 3 (Check)	324	1,282	803	74.72	0.86
Exp. Mean		328	1,116	722	70.60	1.00
CV (%)		18.18	11..06	-	-	-
LSD (0.05)		120	249	-	-	-

Table 3 Mean grain yield of early hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2018 dry season. (set 1)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	Nei452025 x Nei462013	818	1,363	1,091	40	1.01
2	Nei492007 x Nei462013	817	1,502	1,160	46	0.91
3	Nei532003 x Nei462013	946	1,438	1,192	34	1.10
4	(Nei452010 x Nei452019)-B-B-B-B-2-B x Nei462013	741	1,322	1,032	44	0.94
5	(Nei452017 x Nei452026)-B-B-B-B-1-B x Nei462013	745	1,333	1,039	44	0.94
6	(Nei452017 x Nei452026)-B-B-B-B-2-B x Tak Fa1	916	1,452	1,184	37	1.06
7	(Nei452017 x Nei452026)-B-B-B-B-2-B x Nei462013	777	1,315	1,046	41	0.99
8	(Nei452017 x Nei452031)-B-B-B-B-1-B x Nei462013	609	1,347	978	55	0.76
9	(Nei452019 x Nei452026)-B-B-B-B-3-B x Nei462013	932	1,414	1,173	34	1.10
10	[Nei452006 x Nei9202(T)]-F1-BBB-3-B-B-B x	1,033	1,586	1,309	35	1.09
11	[Nei452006 x Nei9202(T)]-F1-BBB-5-B-B-B x	805	1,566	1,185	49	0.86
12	[Nei452006 x Nei452017]-F1-BBB-1-B-B-B x	790	1,410	1,100	44	0.94
13	[Nei452006 x Nei452019]-F1-BBB-1-B-B-B x	894	1,494	1,194	40	1.00
14	[Nei452006 x Nei452019]-F1-BBB-2-B-B-B x Nei	1,023	1,509	1,266	32	1.14
15	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-98-3-3-1-BB x	889	1,409	1,149	37	1.06
16	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-98-3-3-1-BB x	976	1,588	1,282	39	1.03
17	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	899	1,526	1,212	41	0.99
18	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	999	1,547	1,273	35	1.08
19	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-145-3-2-1-BB x	1,040	1,526	1,283	32	1.14
20	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-145-3-2-1-BB x	861	1,513	1,187	43	0.95
21	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-	958	1,465	1,211	35	1.10
22	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	867	1,349	1,108	36	1.08
23	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	968	1,472	1,220	34	1.10
24	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	655	1,425	1,040	54	0.77
25	[Nei452004 x Nei452008]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B-B x	743	1,449	1,096	49	0.86
26	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	1,028	1,559	1,294	34	1.10
27	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	1,192	1,586	1,389	25	1.26
28	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	703	1,455	1,079	52	0.81
29	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	952	1,576	1,264	40	1.01
30	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	820	1,693	1,256	52	0.81
31	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	783	1,405	1,094	44	0.93
32	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	892	1,546	1,219	42	0.97
33	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	897	1,484	1,190	40	1.01
34	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-178-3-1-1-BB x	1,086	1,630	1,358	33	1.12
35	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-178-3-1-1-BB x	1,124	1,724	1,424	35	1.09
36	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-178-3-1-1-BB x	1,031	1,575	1,303	35	1.10
37	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-1-B-B-B-B x	982	1,525	1,254	36	1.08
38	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-2-B-B-B-B x	951	1,562	1,256	39	1.02
39	[Nei452004 x Nei452026-F2-B-B-B-6-2-B-B-B-B x	1,036	1,496	1,266	31	1.16
40	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-3-B-B-B-B x	907	1,601	1,254	43	0.95
41	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B-B x	879	1,533	1,206	43	0.96
42	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-2-B-B-B-B x	1,024	1,418	1,221	28	1.21
43	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-1-B-B-B-B x	753	1738	1,246	57	0.73
44	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-3-B-B-B-B x	843	1,678	1,261	50	0.84
45	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B-B x	958	1,636	1,297	41	0.98

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
46	[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-4-3-B-B-B-B x	1,103	1,597	1,350	31	1.16
47	[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-1-B-B-B-B x	1,037	1,515	1,276	32	1.15
48	[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-8-1-B-B-B-B x	1,190	1,564	1,377	24	1.27
49	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-3-B-B-B-B x	934	1,599	1,267	42	0.98
50	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-4-2-B-B-B-B x	886	1,499	1,193	41	0.99
51	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-1-B-B-B-B x	943	1,565	1,254	40	1.01
52	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B-B x	984	1,530	1,257	36	1.08
53	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-2-B-B-B-B x	946	1,609	1,278	41	0.98
54	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-3-B-B-B-B x	935	1,562	1,248	40	1.00
55	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-	516	1,351	933	62	0.64
56	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-	769	1,632	1,201	53	0.79
57	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-	959	1,483	1,221	35	1.08
58	CP301	608	1,475	1,042	59	0.69
59	NSX052014	887	1,554	1,221	43	0.96
60	NS3	916	1,473	1,194	38	1.04
Exp. Mean		903	1,512	1,208	40	**1.00**
CV (%)		12.28	6.00	-	-	-
LSD (0.05)		224	257	-	-	-

Table 4 Mean grain yield of Inbreds maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2018 dry season. (set 2)

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	Nei452025	34	447	241	92	0.21
2	Nei492007	127	501	314	75	0.71
3	Nei532003	168	471	319	64	0.99
4	(Nei452010 x Nei452019)-B-B-B-B-2	178	671	424	74	0.73
5	(Nei452017 x Nei452026)-B-B-B-B-1	39	232	136	83	0.47
6	(Nei452017 x Nei452026)-B-B-B-B-2	43	246	144	83	0.48
7	(Nei452017 x Nei452031)-B-B-B-B-1	54	392	223	86	0.38
8	(Nei452019 x Nei452026)-B-B-B-B-3	240	827	533	71	0.80
9	[Nei452006 x Nei9202(T)]-F1-BBB-3-B-B	84	540	312	84	0.43
10	[Nei452006 x Nei9202(T)]-F1-BBB-5-B-B	95	355	225	73	0.75
11	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	147	594	371	75	0.69
12	**[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-145-3-2-1-BB**	**351**	**798**	**574**	**56**	**1.22**
13	[(KS23(S)C2-190-1-2-1-BBBB x PIONEER 3006-4-1-3-	235	461	348	49	1.41
14	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	77	453	265	83	0.47
15	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	128	322	225	60	1.11
16	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	70	603	337	88	0.32
17	[Nei452004 x Nei 452008]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B	106	791	448	87	0.37
18	**Nei542016**	**367**	**560**	**464**	**34**	**1.82**
19	**[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB**	**398**	**505**	**452**	**21**	**2.19**
20	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei9202)-125-3-1-1-BB x	17	420	218	96	0.11
21	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x	112	501	306	78	0.62
22	**Nei542023**	**575**	**839**	**707**	**31**	**1.90**
23	Nei542024	263	756	510	65	0.97
24	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-1-B-B-B	220	259	240	15	2.35
25	[Nei452004 x Nei452026-F2-B-B-B-6-2-B-B-B	213	235	224	9	2.51
26	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-3-B-B-B	217	262	240	17	2.29
27	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-2-B-B-B	295	505	400	42	1.62
28	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B	198	647	422	69	0.85
29	**[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-8-1-B-B-B**	**301**	**601**	**451**	**50**	**1.39**
30	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-3-B-B-B	173	593	383	71	0.81
31	**[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-1-B-B-B**	**306**	**536**	**421**	**43**	**1.58**
32	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B	190	617	404	69	0.85
33	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-2-B-B-B	207	589	398	65	0.97
34	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-3-B-B-B	223	483	353	54	1.28
35	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-	73	557	315	87	0.37
36	**[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-**	**328**	**726**	**527**	**55**	**1.25**
37	Nei452009	122	427	274	71	0.79
38	Nei462013	273	515	394	47	1.47
39	Tak Fa 1	213	575	394	63	1.03
40	Tak Fa 3	8	466	237	98	0.05
Exp. Mean		188	521	354	**63**	**1.01**
CV (%)		31.04	22.97	-	-	-
LSD (0.05)		95	194	-	-	-

Table 5 Mean grain yield of early hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2019 dry season.

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	NSX111007	611	1,231	921	50	1.01
2	NSX111011	470	1,081	776	57	0.89
3	NSX111012	685	1,266	975	46	1.10
4	NSX111014	591	1,176	884	50	1.03
5	NSX111015	598	1,345	971	56	0.91
6	NSX111024	492	1,311	901	62	0.77
7	NSX111030	517	1,197	857	57	0.88
8	NSX111031	392	1,112	752	65	0.72
9	NSX111034	582	1,175	878	51	1.01
10	NSX111044	619	1,237	928	50	1.02
11	NSX111053	591	1,141	866	48	1.06
12	NSX111054	710	1,221	966	42	1.19
13	NSX111058	569	1,122	846	49	1.03
14	NSX151001	770	1,294	1,032	40	1.21
15	NSX151002	742	1,207	975	39	1.25
16	NSX151003	636	1,223	930	48	1.06
17	NSX151004	673	1,297	985	48	1.06
18	NSX151005	674	1,209	942	44	1.14
19	NSX151006	588	1,204	896	51	1.00
20	NSX151007	418	1,189	803	65	0.72
21	NSX151008	775	1,184	980	35	1.33
22	NSX151009	504	1,352	928	63	0.76
23	NSX151011	587	1,241	914	53	0.96
24	NSX151012	576	1,252	914	54	0.94
25	NSX151013	670	1,277	973	48	1.07
26	NSX151014	357	1,288	822	72	0.57
27	NSX151015	691	1,285	988	46	1.10
28	NSX151016	636	1,150	893	45	1.13
29	NSX151017	428	1,343	885	68	0.65
30	NSX151018	646	1,189	918	46	1.11
31	NSX151019	519	1,175	847	56	0.90
32	NSX151020	416	1,157	787	64	0.73
33	NSX151021	726	1,063	894	32	1.39
34	NSX151022	551	1,104	828	50	1.02
35	NSX151023	632	1,109	871	43	1.16
36	NSX151024	731	1,151	941	37	1.29
37	NSX151025	585	1,088	837	46	1.10
38	NSX151026	474	1,126	800	58	0.86
39	NSX151027	710	1,256	983	43	1.15
40	**NSX151028**	**808**	**1,351**	**1,080**	**40**	**1.22**
41	**NSX151029**	**761**	**1,382**	**1,071**	**45**	**1.12**
42	**NSX151030**	**788**	**1,388**	**1,088**	**43**	**1.16**
43	NSX151031	418	1,152	785	64	0.74
44	NSX151032	285	1,235	760	77	0.47
45	NSX151034	514	1,291	902	60	0.81
46	NSX151036	351	1,136	744	69	0.63
47	CP301	635	1,412	1,024	55	0.92
48	**NSX042022**	**790**	**1,257**	**1,023**	**37**	**1.28**
49	**NS5 (Check)**	**857**	**1,315**	**1,086**	**35**	**1.33**
50	**NS3 (Check)**	**662**	**1,254**	**958**	**47**	**1.08**
Exp. Mean		600	1,224	912	51	1.00
CV (%)		18.29	8.68	-	-	-
LSD (0.05)		178	172	-	-	-

Table 6 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and some agronomic characters of promising early hybrid : well water in the 2020 dry season.

Pedigree	Ent	Tass (day)	Silk (day)	Shelling (%)	Moist (%)	Yield (kg rai^{-1})	CK (%) NS3	CK (%) NS4	CK (%) NS5	CK (%) CP301
CP888New	18	56	58	81.57	33.97	1,483	132	106	100	132
NSX151008	7	55	55	80.92	26.26	1,418	126	102	95	126
NSX151030	16	56	57	79.14	30.18	1,416	126	101	95	126
NSX151001	4	56	57	78.29	32.87	1,375	122	99	92	122
NSX151029	15	58	59	77.78	31.75	1,367	122	98	92	121
NSX151002	5	56	58	80.59	29.08	1,357	121	97	91	121
NSX151028	14	56	56	79.75	30.02	1,338	119	96	90	119
NSX151015	11	54	54	78.60	27.14	1,335	119	96	90	119
NSX151017	12	57	57	76.71	33.00	1,303	116	93	87	116
NSX151034	17	56	58	79.85	31.76	1,296	115	93	87	115
NSX151027	13	56	57	80.68	30.39	1,279	114	92	86	114
NSX151011	9	57	58	77.67	29.59	1,249	111	89	84	111
NSX151014	10	56	57	79.48	28.42	1,203	107	86	81	107
NSX151009	8	56	58	78.61	27.66	1,198	107	86	80	107
NSX111054	1	54	56	78.43	27.69	1,194	106	86	80	106
NSX151006	6	56	56	79.46	29.99	1,121	100	80	75	100
NSX111072	3	54	55	77.81	28.30	1,025	91	73	69	91
NSX111068	2	54	56	76.27	29.36	988	88	71	66	88
CP301	19	58	60	80.71	35.91	1,125	100	81	75	100
NS3	20	58	59	78.57	34.80	1,124	100	81	75	100
NS4	21	56	57	81.82	32.29	1,396	124	100	94	124
NS5	22	55	56	78.61	30.83	1,490	133	107	100	132
Mean		56	57	79.15	30.51	1,276	114	91	86	113
CV (%)		1.70	1.97	0.90	4.17	8.15	-	-	-	-
LSD (0.05)		2	2	1.17	2.10	171	-	-	-	-

Table 7 Mean grain yield(kg rai^{-1}) and some agronomic characters of promising early Inbred : well water in the 2020 dry season.

Pedigree	Ent	Tass	Silk	Height(cm)		Lodg(%)		Ear		Shelling	Moist	Yield
		(day)	(day)	Plant	Ear	Root	Stalk	Total	Rot(%)	(%)	(%)	(kg rai^{-1})
Nei532027	16	54	56	139	77	0.0	0.0	51	9.4	74.83	22.20	709
Nei542004	27	56	60	140	77	3.0	0.0	72	42.5	68.02	23.21	623
Nei532009	12	57	61	134	65	0.0	5.3	68	18.5	71.33	28.55	597
Nei532013	13	59	60	151	94	0.0	0.0	72	58.0	74.85	25.03	590
Nei502010	6	54	55	145	79	2.0	0.0	46	8.1	80.51	13.94	517
TF1 (Nei452008)	37	60	61	129	69	1.0	0.0	49	30.2	74.00	28.96	501
Nei532003	11	58	60	119	60	0.0	0.0	46	23.1	76.65	31.71	479
Nei541017	25	56	59	134	70	0.0	0.0	68	18.9	75.19	20.16	428
Nei502018	8	59	60	145	70	0.0	0.0	49	29.3	56.52	27.13	407
Nei581010	35	58	61	151	93	1.0	0.0	56	28.6	60.20	30.88	404
Nei581008	33	60	62	140	92	0.0	0.0	56	20.3	65.33	22.05	403
Nei541005	18	55	59	121	68	7.2	2.9	72	48.7	62.33	20.25	397
Nei502021	9	58	60	144	78	0.0	1.0	43	11.1	73.45	22.92	394
Nei502028	10	55	58	140	70	0.0	1.9	62	25.3	62.85	22.56	385
Nei541006	19	58	65	142	79	1.0	0.0	49	28.8	78.84	16.05	379
Nei582012	30	59	65	139	70	0.0	0.0	45	51.6	58.55	26.53	376
Nei411011	1	57	59	134	62	0.0	0.0	62	16.4	63.75	21.48	376
Nei542036	29	59	61	132	69	17.4	2.2	58	36.5	58.56	29.54	355
Nei541012	21	59	64	112	61	0.0	1.0	48	35.8	74.38	18.78	329
Nei411032	5	57	58	138	71	1.0	0.0	51	20.4	60.38	19.88	329
Nei581009	34	58	61	157	98	0.0	1.0	54	28.4	52.93	31.21	305
Nei541001	17	55	59	123	55	0.0	0.0	44	25.6	56.25	22.05	296
Nei541014	23	57	58	128	74	2.2	0.0	44	25.7	60.77	24.33	281
Nei582058	32	58	59	113	56	1.0	0.0	57	34.4	60.89	26.15	277
Nei541027	26	57	59	138	64	8.0	0.0	48	38.8	64.84	18.97	275
Nei581016	36	56	59	115	55	8.8	0.0	44	46.8	62.38	20.35	266
Nei541013	22	55	57	117	55	0.0	1.0	45	67.4	66.43	24.11	234
Nei542006	28	58	62	154	79	1.0	0.0	46	55.8	46.08	26.76	226
Nei541007	20	55	55	117	53	0.0	0.0	45	34.4	57.39	18.76	224
Nei411013	2	58	60	138	82	0.0	0.0	35	20.0	74.89	18.66	198
TF3 (Nei452015)	38	61	65	128	74	0.0	0.0	46	55.8	48.00	31.97	160
Nei582017	31	60	65	138	65	0.0	0.0	53	72.4	51.75	28.60	150
Nei411029	4	54	59	124	54	0.0	0.0	49	43.6	62.60	11.80	147
Nei502011	7	57	62	115	58	0.0	0.0	36	34.1	63.04	22.86	128
Nei411020	3	55	59	116	60	4.9	1.0	35	47.5	55.77	19.95	121
Nei532016	14	59	64	129	68	0.0	0.0	34	59.3	58.73	31.04	120
Nei541016	24	53	54	119	49	5.9	1.0	37	60.9	64.62	13.65	112
Nei532024	15	62	64	122	62	0.0	0.0	29	54.1	50.72	33.06	104
TF5 (Nei452009)	39	59	62	128	65	0.0	0.0	57	46.5	56.57	35.16	307
TF7 (Nei462013)	**40**	**57**	**58**	**124**	**63**	**7.7**	**0.0**	**49**	**14.5**	**77.89**	**24.62**	**468**
Mean		57	60	132	69	1.8	0.5	50	35.7	64.08	23.90	334
LSD (0.05)		2	3	11	8	4.1	ns	12	23.8	5.39	2.42	108
CV (%)		1.55	2.7	4.17	5.66	110.78	243.63	11.69	32.75	4.12	4.97	15.78

Table 8 Mean grain yield of early hybrids maize under water stressed (WS) and well-watered conditions (WW), % yield loss and drought Index (DI) in the 2021 dry season.

Entry	Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			% Yield loss	DI
		WS	WW	mean		
1	**NSX171001**	**462**	**1,400**	**931**	**67**	**1.51**
2	NSX171002	337	1,472	904	77	1.05
3	**NSX171003**	**532**	**1,499**	**1015**	**64**	**1.63**
4	NSX171004	283	1,538	910	82	0.84
5	NSX171005	423	1,544	984	73	1.26
6	NSX171006	326	1,305	815	75	1.15
7	NSX171007	328	1,400	864	77	1.07
8	NSX171008	247	1,284	765	81	0.88
9	**NSX171009**	**428**	**1,332**	**880**	**68**	**1.48**
10	**NSX171010**	**512**	**1,438**	**975**	**64**	**1.63**
11	NSX171011	284	1,498	891	81	0.87
12	NSX171012	376	1,431	903	74	1.21
13	NSX171013	263	1,414	839	81	0.85
14	NSX171014	290	1,349	820	78	0.99
15	NSX171015	335	1,257	796	73	1.22
16	NSX171016	315	1,309	812	76	1.10
17	NSX171017	297	1,519	908	80	0.90
18	**Nei411014 x Nei582062**	**474**	**1,340**	**907**	**65**	**1.62**
19	Nei411016 x Nei582062	201	1,348	775	85	0.68
20	Nei411020 x Nei582007	338	1,337	838	75	1.16
21	Nei542016 x Nei411030	390	1,369	879	72	1.31
22	Nei542036 x Nei411032	206	1,295	751	84	0.73
23	Nei581009 x Nei411030	160	1,235	697	87	0.59
24	Nei502011 x Nei582042	225	1,272	749	82	0.81
25	Nei502021 x Nei542006	366	1,387	877	74	1.21
26	**Nei502021 x Nei582056**	**462**	**1,361**	**911**	**66**	**1.56**
27	Nei502028 x Nei542006	232	1,379	806	83	0.77
28	Nei532005 x Nei532020	413	1,362	887	70	1.39
29	Nei532005 x Nei532027	261	1,445	853	82	0.83
30	Nei532009 x Nei532027	325	1,314	820	75	1.13
31	Nei532013 x Nei532024	312	1,451	881	78	0.99
32	Nei411007 x Nei582007	162	1,332	747	88	0.56
33	Nei411011 x Nei582062	166	1,407	787	88	0.54
34	WS0404	106	1,354	730	92	0.36
35	WS0433	100	1,289	694	92	0.35
36	**CP301**	**101**	**1,405**	**753**	**93**	**0.33**
37	NSX151009	153	1,438	796	89	0.49
38	NSX151017	222	1,461	841	85	0.70
39	NSX151034	233	1,361	797	83	0.78
40	**NS5**	**474**	**1,687**	**1,080**	**72**	**1.29**
Exp. Mean		303	1,390	847	78	1.00
CV (%)		30.77	7.75	-	-	-
LSD (0.05)		152	175	-	-	-

Table 9 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												

Table 10 Early maturity hybrids (NSX171001-NSX171017) and their parentals inbred

No.	Hybrid code	Parental inbred
1	NSX171001	Nei602028 x Nei462013
2	NSX171002	Nei602029 x Nei462013
3	NSX171003	Nei602030 x Nei462013
4	NSX171004	Nei602031 x Nei462013
5	NSX171005	Nei602032 x Nei462013
6	NSX171006	Nei602033 x Nei462013
7	NSX171007	Nei602034 x Nei462013
8	NSX171008	Nei602035 x Nei462013
9	NSX171009	Nei602036 x Nei462013
10	NSX171010	Nei602037 x Nei462013
11	NSX171011	Nei602038 x Nei462013
12	NSX171012	Nei602039 x Nei462013
13	NSX171013	Nei602040 x Nei462013
14	NSX171014	Nei602041 x Nei462013
15	NSX171015	Nei602042 x Nei462013
16	NSX171016	Nei602043 x Nei452009
17	NSX171017	Nei602025 x Nei462013

Table 11 Early inbred (Nei602028 - Nei602043) and their Pedigree

Inbred code	Pedigree
Nei602028	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-98-3-3-1-BB x Nei452026)]-F2-BBB-2-B-B-B
Nei602029	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei452026)]-F2-BBB-5-B-B-B
Nei602030	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei452026]-F2-B-B-B-3-3-B-B-B-B
Nei602031	[(KS23(S)C2-285-2-1-1-1 x Nei 9202)-125-3-1-1-BB x Nei452026]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B-B
Nei602032	[Nei452006 x Nei452019]-F1-BBB-2-B-B-B
Nei602033	[Nei452004 x Nei452026]-F2-B-B-B-3-1-B-B-B-B
Nei602034	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-1-B-B-B-B
Nei602035	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-6-3-B-B-B-B
Nei602036	[Nei452015 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-1-B-B-B-B
Nei602037	[Nei452016-2 x Nei452026]-F2-B-B-B-4-3-B-B-B-B
Nei602038	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-4-2-B-B-B-B
Nei602039	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-1-B-B-B-B
Nei602040	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-5-2-B-B-B-B
Nei602041	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-2-B-B-B-B
Nei602042	[Nei452025 x Nei452026]-F2-B-B-B-7-3-B-B-B-B
Nei602043	[(DTPWC9-F115-1-4-1-1-B-B x LPSC7-F64-2-6-2-1-B-B) // (POB.33c3-115-4-2-6-BBBBBBBBxP591C4 F98-1-2-1-B-B-B) x Pac 220 F2]-B-B-B-B-B-B-B

การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น
Farm Trial of Promising Early Maturity Hybrids Maize

ปริญญา การสมเจตน์[1/] ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง[3/]
ระพีพรรณ ชั่งใจ[4/] สายชล แสงแก้ว[5/] กมลทิพย์ สังข์แก้ว[6/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[7/]
นภา บุญสังข์[8/] จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[9/] สุนทรีพร ศรีสมบุญ[10/]
Parinya Kansomjet [1/] Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Penrat Thiempeng[3/]
Rapeepan Changjai[4/] Saichon Sangkaew[5/] Kamontip Sungkeaw[6/] Chatchewin Dawyai[7/]
Napa Boonsang[8/] Jongrak Phunchaisri[9/] Soontareeporn Srisomboon[10/]

Abstract

Comparative Study of early maturity hybrids maize in farmers' fields to evaluate the yield potential of promising early maturity hybrids in major maize cultivation areas conducted during 2019-2021. Each year, experimental designed in a Randomized Complete Block (RCB), with 3 replications. The experiment consists of promising early maturity hybrids that were selected through the regional trials processes, totaling 10 hybrids, with Nakhon Sawan 3 as the check variety in 2019, while Nakhon Sawan 5 was used as the check variety in 2020-2021. The experimental results in 2019 showed that the NSX052014 (certified as Nakhon Sawan 5) yielded an average of 1,074 kg rai^{-1}, which was 7% higher than Nakhon Sawan 3 (1,005 kg rai^{-1}). Upon analyzing the yield stability of the variety, it was found that the coefficient of regression (b) was 1.45, significantly different from 1 ($P<0.05$), and the deviation from the linear regression line (S^2d) was 0.16, significantly different from 0 ($P<0.01$), indicating that it was not a stable variety suitable for recommendation as a particular area variety. In 2020, NSX151034 yielded an average of 1,325 kg rai^{-1}, which was 6% higher than the Nakhon Sawan 5 (1,246 kg rai^{-1}). Meanwhile, NSX151002, NSX151008, NSX151017, and NSX151014 yielded no significant difference from Nakhon Sawan 5. In 2021, NSX151034 yielded an average of 1,239 kg rai^{-1}, which did not statistically differ from

---

รหัสการทดลอง 01-08-59-01-02-00-07-62

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ — [1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน — [2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ — [3/]Phetchabun Agricultural Research and Development Center
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี — [4/]Lop Buri Seed Research and Development Center
[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา — [5/]Nahon Ratchasima Agricultural Research and Development Center
[6/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย — [6/]Loei Agricultural Research and Development Center
[7/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย — [7/]Sukhothai Agricultural Research and Development Center
[8/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี — [8/]Prachinburi Agricultural Research and Development Center
[9/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ — [9/] Chang Mai Field Crops Research Center
[10/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก — [10/]Pitsanulok Seed Research and Development Center

Nakhon Sawan 5 (1,317 kg rai^{-1}). Based on the results of the experiments conducted over all three years, there were 5 hybrids, namely NSX151034, NSX151002, NSX151008, NSX151017, and NSX151014, which consistently exhibited higher or comparable yields to the check varieties. These hybrids had stability and adaptability across various environmental conditions. These varieties require further study for additional information to provide supplementary data for the certification application to the Department of Agriculture to certify them as new varieties, intended for future introduction to farmers.

Keywords: farm trial, hybrid maize, early maturity variety

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น ในสภาพไร่เกษตรกร เพื่อประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นพันธุ์ใหม่ในแหล่งปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญ ดำเนินการระหว่างปี 2562-2564 ในแต่ละปีวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นตอนการเปรียบเทียบในท้องถิ่น จำนวน 10 พันธุ์ ใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบในปี 2562 ขณะที่ปี 2563-2564 ใช้พันธุ์นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ผลการทดลอง ในปี 2562 พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX052014 (รับรองพันธุ์ในชื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 5) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,074 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,005 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 7 เมื่อวิเคราะห์เสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ พบว่า NSX052014 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 1.45 แตกต่างจาก 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.16 แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ดังนั้นจึงไม่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ เหมาะสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ ปี 2563 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,325 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,246 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6 ขณะที่พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ปี 2564 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,239 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,317 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อพิจารณาผลการทดลองทั้ง 3 ปี สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบ และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 พันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์อายุสั้น

คำนำ

พื้นที่การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะอยู่ในเขตอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก มักประสบปัญหาจากการที่มีฝนทิ้งช่วงในช่วงฤดูปลูกอยู่เสมอ ทำให้การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รับความเสียหายอย่างมาก ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงมากถึงร้อยละ 43-82 เมื่อขาดน้ำในระยะออกดอก (จำนงค์ และคณะ, 2558) เนื่องจากการขาดน้ำในระยะนี้ จะส่งผลต่อพัฒนาการของไหม ทำให้มีการผสมเกสรไม่ดี การติดเมล็ดลดลง (Herrero และ Johnson, 1981) สอดคล้องกับ Ne Smith และ Retchie (1992) รายงานว่าการ

กระทบแล้งในระยะออกดอก (flowering stage) ทำให้การออกไหมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ช้าลง เกิดความแตกต่างของวันออกไหม และวันออกดอกตัวผู้มากขึ้น เป็นผลให้ฝักไม่ติดเมล็ด เช่นเดียวกับสุริพัฒน์ และคณะ (2556) รายงานว่าเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กระทบแล้งช่วงออกดอก ทำให้มีความแตกต่างของจำนวนวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (Anthesis silking interval, ASI) สูงขึ้น โดยที่ ASI มีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับการให้ผลผลิตในสภาพแล้ง ดังนั้นการใช้พันธุ์ที่ทนทานแล้งสามารถลดความเสียหายของผลผลิตได้ นอกจากนี้การใช้พันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เพื่อหลีกหนีสภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูปลูก สามารถลดความเสียหายของผลผลิตได้เช่นกัน ซึ่งราเชนทร์ (2539) จำแนกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตอากาศร้อน (tropical lowland maize) ตามอายุการเก็บเกี่ยว ดังนี้ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้นมาก (extremely early variety) เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 80-90 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุสั้น (early variety) เป็นพันธุ์ข้าวโพดเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 90-100 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุปานกลาง (intermediate variety) เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 100-110 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวหรือพันธุ์หนัก (late variety) เป็นพันธุ์ที่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เมื่ออายุ 110-130 วัน การเลือกใช้พันธุ์ประเภทใดขึ้นอยู่กับระบบการปลูกพืชของเกษตรกรแต่ละพื้นที่

ในปี 2562 ที่ผ่านมา กรมวิชาการเกษตร ได้รับรองพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและทนทานแล้ง ขณะเดียวกันในแต่ละปีได้สร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานแล้ง และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นอีกหลายพันธุ์ สถาบันพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้กำหนดขั้นตอนของการเปรียบเทียบพันธุ์ และการประเมินผลพันธุ์ เพื่อพิสูจน์ให้แน่ชัดว่าพันธุ์ลูกผสมที่พัฒนาใหม่นั้นมีความดีเด่นกว่าพันธุ์มาตรฐาน ในด้านผลผลิต หรือลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่ต้องการ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปปลูกในไร่เกษตรกร โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเปรียบเทียบเบื้องต้น (Preliminary trial) 2) การเปรียบเทียบมาตรฐาน (Standard trial) 3) การเปรียบเทียบในท้องถิ่น (Regional trial) 4) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (Farm trial) และ 5) การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร (Field test) (อาวุธ, 2529; พิเชษฐ์, 2558) การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบ ทดสอบ หรือประเมินพันธุ์ลูกผสมใหม่ ๆ ที่ผ่านการคัดเลือกจากการเปรียบเทียบในท้องถิ่นมาแล้ว พันธุ์เหล่านี้ก่อนที่จะเผยแพร่สู่เกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หลายสภาพแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากการตอบสนองในการให้ผลผลิตของข้าวโพดลูกผสมแต่ละพันธุ์ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม (Eberhart และ Russell, 1966) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมบางพันธุ์สามารถปรับตัว หรือให้ผลผลิตสูงได้ในหลายสภาพแวดล้อม จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ขณะที่บางพันธุ์สามารถปรับตัว และให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ ที่จำเพาะ ดังนั้นการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นขั้นตอนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์พืชก่อนการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นพันธุ์แนะนำแก่เกษตรกร โดยสามารถวิเคราะห์หาเสถียรภาพของพันธุ์ได้ตามวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) โดยพิจารณาจากพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 ดังนั้นดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น สามารถเก็บเกี่ยวที่อายุ 95-100 วัน มีผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี สามารถปรับตัวในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญ สำหรับเป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีเสถียรภาพผลผลิตดี สำหรับแนะนำเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นดีเด่นทนทานแล้ง จำนวนปีละ 10 พันธุ์ รวมพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ในปี 2562 และพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ในปี 2563-2564
   - ปี 2562 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX111072 NSX111068 NSX111048 NSX111014 NSX111023 NSX111007 NSX111030 NSX111054 NSX052014 และนครสวรรค์ 3 (NS3)
   - ปี 2563 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151009 NSX151011 NSX151014 NSX151015 NSX151017 NSX151034 CP301 และนครสวรรค์ 3(NS3)
   - ปี 2564 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX151008 NSX151009 NSX151017 NSX151034 NSX111012 NSX111014 NSX111053 NSX111054 CP301 และนครสวรรค์ 5(NS5)
2) ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0
3) สารกำจัดวัชพืช อะทราซีน และอะลาคลอร์

วิธีดำเนินงาน

ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในสภาพไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2562-2564 ในแต่ละปีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 10 พันธุ์ และใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบในปี 2562 ขณะที่ปี 2563-2564 ใช้พันธุ์นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ปลูกเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2 แปลง ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี เชียงใหม่ และพิษณุโลก สถานที่ละ 1 แปลง รวม 10 แปลงทดลองต่อปี แต่ละแปลงวางแผนการทดลองแบบ RCB สิ่งทดลอง คือ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น จำนวน 10 พันธุ์ ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ปลูก 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร หยอด 2 เมล็ดต่อหลุม แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัมต่อไร่ ร่วมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซีต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 รองพื้น อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และ 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 3 สัปดาห์ จากนั้นปฏิบัติดูแลรักษาจนถึงเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุ 95-100 วัน โดยเก็บเกี่ยวจาก 4 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 15.6 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลตามคู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (2562) ดังนี้

1) วิเคราะห์ดิน ปริมาณน้ำฝน และวันปฏิบัติการ
2) อายุวันออกไหม และอายุวันออกดอกตัวผู้
3) ความสูงต้น และความสูงฝัก
4) จำนวนต้นหัก จำนวนต้นล้ม และจำนวนฝักที่เปลือกหุ้มฝักไม่มิด
5) จำนวนต้นเก็บเกี่ยว และจำนวนฝักเก็บเกี่ยว
6) ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว
7) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ
8) ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์
9) วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษา เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combine analysis) โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C และวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ตามวิธีของ Eberhart และ Russell (1966)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562-ธันวาคม 2564

สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี เชียงใหม่ และพิษณุโลก

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นจำนวน 10 พันธุ์ รวมพันธุ์ตรวจสอบ นครสวรรค์ 3 และ นครสวรรค์ 5 (พันธุ์นครสวรรค์ 3 ใช้เป็นพันธุ์ตรวจสอบในปี 2562 และพันธุ์นครสวรรค์ 5 ใช้เป็นพันธุ์ตรวจสอบในปี 2563 และ 2564) ผลการทดลอง พบว่า ในปี 2562 การทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 1 (E1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,064-1,312 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ NSX111054 และ NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,312 และ 1,305 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,145 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 2 (E2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากฝนทิ้งช่วงในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 295-529 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ NSX111054 และ NSX111014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 529 และ 521 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (391 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ (E3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 874-1,172 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 1 พันธุ์ ได้แก่ NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,172 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,002 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี (E4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 850-1,482 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 1 พันธุ์ ได้แก่ NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,482 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,082 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 ยกเว้นพันธุ์ NSX111048 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา (E5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,015-1,611 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 1 พันธุ์ ได้แก่ NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,611 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,406 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนพันธุ์ NSX111054 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,297 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงพันธุ์นครสวรรค์ 3 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3

ไร่เกษตรกรจังหวัดเลย (E6) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 666-909 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (866 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย (E7) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 662-867 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (867 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี (E8) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 776-1,164 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,089 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (E9) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 525-1,200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยที่ข้าวโพดลูกผสมอายุสั้นทุกพันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,200 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก (E10) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากฝนทิ้งช่วงในระยะออกดอก ให้ผลผลิตระหว่าง 237-794 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (748 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ NSX111014 NSX111068 และ NSX111048 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 1)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) 9 สภาพแวดล้อม (ยกเว้นการทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งข้อมูลมีค่าความแปรปรวนของผลผลิตสูง) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 809 – 1,074 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น พันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดที่ 1,074 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,005 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 7 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนพันธุ์ NSX111054 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงพันธุ์นครสวรรค์ 3 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า พันธุ์ NSX052014 มีผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) เท่ากับ 1.45 แตกต่างจาก 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน (S^2d) เท่ากับ 0.16 แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ดังนั้นจึงไม่จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตตามวิธีของ Eberhart และ Russel (1966) ขณะที่พันธุ์ NSX111054 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย (Table 2)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 52-56 วัน ทุกพันธุ์มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (56 วัน) ยกเว้นพันธุ์ NSX111048 ที่มีอายุวันออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีอายุวันออกไหมระหว่าง 53-57 วัน ทุกพันธุ์มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (57 วัน) ยกเว้นพันธุ์ NSX111048 ที่มีอายุวันออกไหมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงต้นระหว่าง 179-208 เซนติเมตร พันธุ์ NSX111068 NSX111048 NSX111014 NSX111007 NSX111030 NSX111054 และ NSX052014 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (199 เซนติเมตร) พันธุ์ NSX111072 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะที่พันธุ์ NSX111023 มีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความสูงฝักระหว่าง 92-108 เซนติเมตร พันธุ์ NSX111048 NSX111014 NSX111007 NSX111030 NSX111054 และ NSX052014 มีความสูงฝักน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (107 เซนติเมตร) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 77.73-84.28 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX111068 NSX111023 และ NSX111007 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (80.41 เปอร์เซ็นต์) พันธุ์ NSX111048 NSX111014 และ NSX111030 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 22.76-28.95 เปอร์เซ็นต์ ทุกพันธุ์มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่า

พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (28.95 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่าทุกๆ พันธุ์ที่ทดสอบจัดเป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (Table 2)

ในปี 2563 การทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 1 (E1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,095-1,310 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 1 พันธุ์ ได้แก่ NSX151009 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,310 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,208 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 ยกเว้นพันธุ์ NSX151011 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 2 (E2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 992-1,322 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (992 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ (E3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 767-1,150 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 5 พันธุ์ ได้แก่ CP301 NSX151002 NSX151008 NSX151034 และ NSX151009 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,150 1,093 1060 984 และ 964 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,133 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ NSX151015 NSX151017 NSX151014 และ NSX151011 มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี (E4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,000-1,344 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,316 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา (E5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 780-1,325 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,196 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ NSX151011 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดเลย (E6) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 755-1,156 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,019 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ NSX151017 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย (E7) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,451-1,838 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151017 CP301 NSX151009 NSX151002 และ NSX151008 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,838 1,682 1,642 1,629 1,567 และ 1,565 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,683 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี (E8) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,450-1,888 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,888 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (E9) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 870-1,280 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,023 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก (E10) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 936-1,447 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151002 NSX151009 NSX151014 NSX151011 และ NSX151008 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,447 1,392 1,379 1.375 1,364 และ 1,354

กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,004 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 (Table 3)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) 10 สภาพแวดล้อม พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,080 – 1,325 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น พันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดที่ 1,325 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,246 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 ยกเว้นพันธุ์ NSX151015 และ NSX151011 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 และเมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ NSX151034 NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย (Table 4)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 47-52 วัน พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151014 NSX151015 และ NSX151034 มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (50 วัน) พันธุ์ NSX151011 และ CP301 มีอายุวันออกดอกตัวผู้มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีอายุวันออกไหมระหว่าง 49-54 วัน พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151014 NSX151015 และ NSX151034 มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (51 วัน) พันธุ์ NSX151011 และ CP301 มีอายุวันออกไหมมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกไหมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีความสูงต้นระหว่าง 207-243 เซนติเมตร ทุกพันธุ์มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (216 เซนติเมตร) ยกเว้นพันธุ์ CP301 ที่มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 มีความสูงฝักระหว่าง 111-139 เซนติเมตร พันธุ์ NSX151002 และ CP301 มีความสูงฝักน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (116 เซนติเมตร) พันธุ์ NSX151008 NSX151009 NSX151011 NSX151014 NSX151015 และ NSX151017 ที่มีความสูงฝักมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ NSX151034 มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 75.97-81.66 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX151011 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (77.76 เปอร์เซ็นต์) พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151034 และ CP301 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 27.69-32.63 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX151002 NSX151008 NSX151009 NSX151014 NSX151015 และ NSX151034 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (31.27 เปอร์เซ็นต์) พันธุ์ NSX151011 และ CP301 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ NSX151017 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 (Table 4)

ในปี 2564 การทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 1 (E1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 718-1,344 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 1 พันธุ์ ได้แก่ NSX151009

ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,267 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,344 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์แปลงที่ 2 (E2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,151-1,445 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ CP301 และ NSX151017 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,390 และ 1,302 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,445 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ (E3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 730-1,548 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่ CP301 NSX151009 และ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,429 1,374 และ 1,277 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,548 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี (E4) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 241-696 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX151017 NSX151008 NSX151009 CP301 และ NSX111014 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 654 576 496 481 และ 463 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (696 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา (E5) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,178-1,695 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่ CP301 NSX151034 และ NSX151008 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,695 1,613 และ 1,531 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,601 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดเลย (E6) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 424-741 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ NSX111014 NSX151009 NSX151017 NSX111053 NSX151034 และ NSX151008 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 741 724 720 710 657 และ 584 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (688 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย (E7) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 883-1,302 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,188 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ NSX111053 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดปราจีนบุรี (E8) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,163-1,715 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,474 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นพันธุ์ NSX111012 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5

ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (E9) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,112-1,342 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,332 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ไร่เกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก (E10) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,083-1,409 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,231 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Table 5)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) 9 สภาพแวดล้อม (ยกเว้นการทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี ซึ่งข้อมูลมีค่าความแปรปรวนของผลผลิตสูง) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิต แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 988 – 1,317 กิโลกรัมต่อไร่ และมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 2 พันธุ์ ได้แก่ CP301 และ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,315 และ 1,239 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,317 กิโลกรัมต่อไร่) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 และเมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ด้วยวิธีของ Eberhart และ Russell (1966) พบว่า มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นจำนวน 1 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ NSX151034 ที่มีผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น (S^2d) ไม่แตกต่างจาก 0 จัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวได้ดีในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย (Table 6)

เมื่อพิจารณาลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ พบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 49-51 วัน พันธุ์ CP301 และ NSX151017 มีอายุวันออกดอกตัวผู้มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (49 วัน) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีอายุวันออกไหมระหว่าง 50-53 วัน พันธุ์ CP301 และ NSX151017 มีอายุวันออกไหมมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (51 วัน) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีอายุวันออกไหมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีความสูงต้นระหว่าง 192-224 เซนติเมตร พันธุ์ NSX151009 มีความสูงต้นมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (209 เซนติเมตร) พันธุ์ NSX111053 มีความสูงต้นน้อยกว่าพันธุ์ตนครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีความสูงฝักระหว่าง 105-125 เซนติเมตร พันธุ์ NSX151009 มีความสูงฝักมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (113 เซนติเมตร) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 75.89-83.93 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX111014 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (79.22 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 23.91-27.87 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ NSX111012 NSX111012 และ NSX151008 มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (26.25 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่พันธุ์ทดสอบอื่น ๆ มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 (Table 6)

เมื่อพิจารณาตั้งแต่ปี 2562-2564 สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบ และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 พันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาลักษณะจำเพาะอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต โดยทั้ง 5 พันธุ์ มีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 48-51 วัน อายุวันออกไหมระหว่าง 49-52 วัน ความสูงต้นระหว่าง 216-230 เซนติเมตร ความสูงฝักระหว่าง 110-125 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 77.24-81.99 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 26.08-29.61 เปอร์เซ็นต์ (Table 7)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นในไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2562-2564 โดยใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบในปี 2562 และใช้พันธุ์นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ในปี 2563 และ 2564 สรุปได้ว่า มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในลักษณะผลผลิตผลผลิต แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูกแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแยกในแต่ละปี พบว่า ในปี 2562 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ NSX052014 (รับรองพันธุ์ในชื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 5) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,074 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,005 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 7 เมื่อพิจารณาเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ พบว่า พันธุ์ NSX052014 เหมาะสำหรับแนะนำเป็นพันธุ์เฉพาะพื้นที่ ปี 2563 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,325 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,246 กิโลกรัมต่อไร่) ร้อยละ 6 และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี ในขณะเดียวกันมีข้าวโพดลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นอีกจำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 และมีเสถียรถาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี ปี 2564 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,239 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 (1,317 กิโลกรัมต่อไร่) และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี

เมื่อพิจารณาตั้งแต่ปี 2562-2564 สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูงกว่าหรือใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบ และมีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ NSX151034 NSX151002 NSX151008 NSX151017 และ NSX151014 ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าหรือใกล้เคียงพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 มีเสถียรภาพผลผลิตของพันธุ์ที่ดี สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีลักษณะทางการเกษตรดี พันธุ์เหล่านี้จำเป็นต้องปลูกทดสอบในสภาพแวดล้อมที่กว้างขวางยิ่งขึ้น รวมทั้งศึกษาลักษณะจำเพาะอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ เพื่อแนะนำสู่เกษตรกรต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการเกษตร เจ้าพนักงานการเกษตรของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตลอดจนนักวิชาการเกษตรจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

จำนงค์ ชัญถาวร สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง พิเชษฐ์ กรุดลอยมา ศิวิไล ลาภบรรจบ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี และอมรา ไตรศิริ. 2558. ศักยภาพผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์การค้าไทยภายใต้สภาพแห้งแล้ง. การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36. หน้า 53-64

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

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

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2562. คู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา ทัศนีย์ บุตรทอง สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย และจำนงค์ ชัญถาวร. 2556. การประเมินคุณลักษณะของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมภายใต้สภาพแห้งแล้งและธาตุไนโตรเจนต่ำ. การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36. หน้า 57-65

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

CIMMYT. 2009. Breeding maize hybrids for rain-fed environment. ICRISAT, India, 31 Aug-5 Sep, 2009.

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 6:36-40.

Herrero, M. P. and R. R. Johnson. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems 1. Crop Science, 21(1), 105-110.

NeSmith, D.S., and J. T. Ritchie. 1992. Short – and long – term responses of corn to a pro-anthesis soil water deficit. Agron. J. 84 : 107 – 113.

Table 1. Mean grain yield of early maturity hybrids maize on 10 environments in 2019.

Variety	Grain yield (kg rai^{-1})									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
NSX111072	1,073	501	985	1,029	1,223	829	780	1,007	918	595
NSX111068	1,128	411	1,024	1,010	1,201	772	729	1,050	723	535
NSX111048	1,102	295	925	850	1,015	796	835	776	689	237
NSX111014	1,234	521	977	1,165	1,207	801	858	1,164	525	551
NSX111023	1,084	354	864	1,008	1,217	872	856	1,121	948	682
NSX111007	1,064	486	871	1,051	1,195	851	662	972	650	665
NSX111030	1,218	362	933	1,173	1,154	666	808	1,132	865	646
NSX111054	1,312	529	1,019	1,131	1,297	909	817	997	988	717
NSX052014	1,305	376	1,172	1,482	1,611	862	824	1,050	986	794
NS3 (Check)	1,145	391	1,002	1,082	1,406	866	867	1,089	1,200	748
Mean	1,166	422	977	1,098	1,252	822	803	1,036	849	617
CV (%)	6.03	20.92	11.45	8.28	8.44	14.57	20.04	14.83	12.01	21.19
LSD (0.05)	102	128	162	132	153	ns	ns	ns	148	190

Remark :

E1 = Nakhon Sawan 1

E2 = Nakhon Sawan 2

E3 = Petchabun

E4 = Lopburi

E5 = Nakhon Ratchasima

E6 = Loei

E7 = Sukhothai

E8 = Prachinburi

E9 = Chiangmai

E10 = Phitsanulok

ns = no significant

Table 2. Mean grain yield and agronomic traits of early maturity hybrids maize across 9 environments in 2019.

Variety	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
NSX111072	53	55	208	108	79.67	26.92	927	92	0.82*	0.05
NSX111068	54	56	194	104	78.80	26.34	894	89	0.99	0.08
NSX111048	56	57	193	93	81.78	26.90	809	81	0.84	0.15
NSX111014	52	53	185	97	84.28	24.87	939	93	1.00	0.21**
NSX111023	52	54	201	107	77.73	22.76	925	92	0.95	0.12
NSX111007	53	54	190	100	77.76	25.80	867	86	0.88	0.11
NSX111030	54	55	179	92	82.35	24.49	923	92	1.10	0.12*
NSX111054	52	54	191	100	79.69	25.98	1,000	99	0.94	0.09
NSX052014	54	55	187	97	79.35	27.88	1,074	107	1.45*	0.16**
NS3 (Check)	56	57	199	107	80.41	28.95	1,005	100	1.04	0.18**
Mean	53	55	193	100	80.18	26.09	936	93	-	-
CV (%)	3.99	2.93	4.84	8.51	3.07	5.28	12.28	-	-	-
LSD (0.05)	1	1	4	4	1.14	0.68	53	-	-	-

Remark :

b = regression coefficient, t-value tested for b = 1

S^2d = deviation from regression, t-value tested for S^2d = 0

ns, * and ** = no significant, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Table 3. Mean grain yield of early maturity hybrids maize on 10 environments in 2020.

Variety	Grain yield (kg rai^{-1})									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
NSX151002	1,197	1,099	1,093	1,318	1,065	981	1,567	1,683	969	1,392
NSX151008	1,221	1,172	1,060	1,124	1,267	951	1,565	1,650	916	1,354
NSX151009	1,310	1,272	964	1,111	1,020	1,156	1,629	1,562	895	1,379
NSX151011	1,095	1,039	767	1,000	780	827	1,481	1,576	870	1,364
NSX151014	1,203	1,254	783	1,055	1,123	941	1,451	1,754	1,008	1,375
NSX151015	1,218	1,322	861	1,180	1,143	996	1,515	1,450	967	1,029
NSX151017	1,238	1,152	824	1,243	1,099	755	1,682	1,696	1,019	1,292
NSX151034	1,251	1,181	984	1,344	1,106	1,123	1,838	1,860	1,111	1,447
CP301	1,287	1,212	1,150	1,076	1,325	1,075	1,642	1,758	1,280	936
NS5 (Check)	1,208	992	1,133	1,316	1,196	1,019	1,683	1,888	1,023	1,004
Mean	1,223	1,169	962	1,177	1,113	982	1,605	1,688	1,006	1,257
CV (%)	4.18	10.96	12.08	11.90	11.54	11.87	6.08	9.06	15.94	15.40
LSD (0.05)	88	ns	199	ns	220	200	167	ns	ns	332

Remark :

E1 = Nakhon Sawan 1

E2 = Nakhon Sawan 2

E3 = Petchabun

E4 = Lopburi

E5 = Nakhon Ratchasima

E6 = Loei

E7 = Sukhothai

E8 = Prachinburi

E9 = Chiangmai

E10 = Phitsanulok

ns = no significant

Table 4. Mean grain yield and agronomic traits of early maturity hybrids maize across 10 environments in 2020.

Variety	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
NSX151002	48	49	227	112	81.42	29.61	1,236	99	0.93	0.12
NSX151008	49	50	226	129	80.69	28.10	1,228	99	0.92	0.11
NSX151009	49	51	243	139	79.03	29.74	1,230	99	0.90	0.15*
NSX151011	52	54	227	120	75.97	32.63	1,080	87	1.12	0.15*
NSX151014	48	50	230	122	79.25	28.39	1,195	96	1.06	0.14
NSX151015	47	49	232	122	77.58	27.69	1,168	94	0.76	0.15*
NSX151017	50	51	232	129	77.32	31.05	1,200	96	1.22	0.11
NSX151034	48	50	225	115	81.66	29.95	1,325	106	1.20	0.10
CP301	50	52	207	111	79.95	31.95	1,274	102	0.79	0.23**
NS5 (Check)	50	51	216	116	77.76	31.27	1,246	100	1.09	0.21**
Mean	49	51	227	121	79.06	30.04	1,218	98	-	-
CV (%)	1.92	2.14	4.23	5.03	4.38	4.08	10.96	-	-	-
LSD (0.05)	0.5	1	5	3	1.77	0.62	68	-	-	-

Remark :

b = regression coefficient, t-value tested for b = 1

S^2d = deviation from regression, t-value tested for S^2d = 0

ns, * and ** = no significant, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Table 5. Mean grain yield of early maturity hybrids maize on 10 environments in 2021.

Variety	Grain yield (kg rai^{-1})									
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
NSX151008	1,213	1,272	1,211	576	1,531	584	988	1,354	1,112	1,107
NSX151009	1,267	1,151	1,374	496	1,404	724	1,216	1,423	1,303	1,132
NSX151017	1,113	1,302	1,215	654	1,402	720	1,257	1,326	1,195	1,170
NSX151034	1,064	1,238	1,277	338	1,613	657	1,225	1,548	1,246	1,282
NSX111012	875	1,299	1,010	298	1,178	424	901	1,163	1,309	1,083
NSX111014	1,150	1,225	1,090	463	1,360	741	916	1,335	1,231	1,332
NSX111053	1,050	1,235	979	281	1,320	710	883	1,340	1,342	1,086
NSX111054	718	1,166	730	241	1,354	434	957	1,205	1,190	1,138
CP301	1,034	1,390	1,429	481	1,695	537	1,302	1,715	1,324	1,409
NS5 (Check)	1,344	1,445	1,548	696	1,601	688	1,188	1,474	1,332	1,231
Mean	1,083	1,272	1,186	452	1,446	622	1,083	1,388	1,258	1,197
CV (%)	5.19	6.61	14.81	39.81	7.32	14.10	15.69	11.39	15.91	15.45
LSD (0.05)	96	144	301	309	181	150	292	271	ns	ns

Remark :

E1 = Nakhon Sawan 1

E2 = Nakhon Sawan 2

E3 = Petchabun

E4 = Lopburi

E5 = Nakhon Ratchasima

E6 = Loei

E7 = Sukhothai

E8 = Prachinburi

E9 = Chiangmai

E10 = Phitsanulok

ns = no significant

Table 6. Mean grain yield and agronomic traits of early maturity hybrids maize across 9 environments in 2021.

Variety	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	Relative to check (%)	b	S^2d
NSX151008	50	51	206	117	81.31	24.05	1,152	88	1.04	0.14
NSX151009	50	52	224	125	80.66	25.57	1,222	93	0.79	0.16
NSX151017	51	53	216	120	77.15	26.41	1,189	90	0.78	0.09
NSX151034	50	52	208	105	82.32	25.73	1,239	94	1.11	0.12
NSX111012	49	51	209	115	75.89	24.32	1,027	78	1.05	0.18
NSX111014	49	50	202	110	83.93	23.91	1,153	88	0.79	0.14
NSX111053	50	52	192	108	81.82	25.08	1,105	84	0.83	0.16
NSX111054	49	51	205	112	77.94	24.89	988	75	1.12	0.21**
CP301	51	53	200	111	80.41	27.87	1,315	100	1.43*	0.15
NS5 (Check)	49	51	209	113	79.22	26.25	1,317	100	1.05	0.17
Mean	50	51	207	114	80.06	25.41	1,171	89	-	-
CV (%)	1.84	2.19	4.26	5.85	3.50	4.10	12.35	-	-	-
LSD (0.05)	1	2	14	11	4.51	1.68	78	-	-	-

Remark :

b = regression coefficient, t-value tested for b = 1

S^2d = deviation from regression, t-value tested for S^2d = 0

ns, * and ** = no significant, significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Table 7. Agronomics traits of early maturity hybrids maize in 2019-2021.

Variety	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Shelling percentage (%)	Grain moisture (%)
NSX151002	48	49	227	112	81.42	29.61
NSX151008	50	51	216	123	81.00	26.08
NSX151014	48	50	230	122	79.25	28.39
NSX151017	51	52	224	125	77.24	28.73
NSX151034	49	51	217	110	81.99	27.84

การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้ง โดยวิธีบันทึกประวัติ

Line Improvement for High Yield and Drought Tolerance by Pedigree Selection Method : Early Maturity Lines

ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ปริญญา การสมเจตน์[1/] จำนงค์ ชัญถาวร[1/]
Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Parinya Karnsomjet[1/] Jumnong Chanthaworn[1/]

Abstract

Line improvement for high yield and drought tolerance by pedigree selection method : early maturity lines had objective for 1) line improvement for high yield and drought tolerance 2) late hybrid development for higher yield than Nakhon Sawan 5 (NS5) and drought tolerance. The Experiment was conducted at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2016-2021 by make crossing between recurrent parent and donor parent. Then, backcross to recurrent parent and make selfing to S_8 by pedigree selection method. In 2021, late elite lines were evaluated under well watered (WW) and water stress (WS) conditions during dry season. The result showed that have 44 lines produce high yield and drought tolerance for hybrid development in the future. During rainy season, topcrosses were evaluated by using NS5 as a check hybrid. A lattice design was used with two replications. The result showed that 15 topcrosses hybrids produced yields close to check variety, NS5 (1,352 kg rai^{-1}) at $P<0.05$. Grain yield ranging from 1,308-1,412 kg rai^{-1}, days to silking ranging from 47-50 days, days to tasselling ranging from 46-50 days, plant height ranging from 185-214 cm. and ear height ranging from 88-117 cm.

Keywords : maize, line improvement, drought tolerance, early maturity, pedigree selection

บทคัดย่อ

การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ให้มีผลผลิตสูงและทนแล้ง 2) คัดเลือกพันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้งมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในปี 2559-2564 โดยการผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง ผสมตัวเองและคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ จนได้ลูก BC1S8 ในปี 2564 ทำการประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำ

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-02-00-04-59

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute

ในระยะออกไหมในระยะออกไหม 1 เดือน พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง จำนวน 44 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไปขณะเดียวกันทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ พบว่าผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) มีคู่ผสมจำนวน 15 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,352 กิโลกรัมต่อไร่) ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 1,308-1,412 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 47-50 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 46-50 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 185-214 เซนติเมตร และความสูงฝักอยู่ในช่วง 88-117 เซนติเมตร

คำสำคัญ : ข้าวโพดลี้ยงสัตว์ ปรับปรุงพันธุ์ ทนแล้ง อายุสั้น บันทึกประวัติ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) ได้แก่ Nei411008 Nei411016 Nei412001 Nei462013 Nei502007 Nei502010 Nei502015 Nei541006 และ Nei541022
2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุยาวที่เป็นตัวให้ลักษณะที่ต้องการ (donor parent) ได้แก่ CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-1-B-B-B และ G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B-B
3. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
4. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
5. ถุงคลุมช่อดอกตัวผู้และตัวเมีย

วิธีการดำเนินงาน

ผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) กับสายพันธุ์แท้ที่เป็นตัวให้ (donor parent) ทำการผสมกลับ (backcross) ไปยังตัวรับ 1 ครั้ง จากนั้นผสมตัวเองแล้วคัดเลือกสายพันธุ์โดยวิธีบันทึกประวัติ การประเมินผลผลิตและความทนแล้งของเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยในแต่ละฤดูกาล/ปีปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2559 (แล้ง) : ทำการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ Nei502010 และ Nei502015 กับ CTS011074/P31C4S5B -38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-1-B-B-B ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 2 คู่ผสม ขณะเดียวกันทำการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ Nei411008 Nei411016 Nei412001 Nei502007 Nei541006 และ Nei541022 กับ G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B-B ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 6 คู่ผสม

2559 (ฝน) : ปลูกลูก F_1 ทั้ง 8 คู่ผสม ทำการผสมตัวเอง แล้วกะเทาะเมล็ดจากแต่ละฝักเท่าๆกัน เก็บรวมกันในแต่ละคู่ผสม ได้ลูก S_1

2560 (แล้ง) : ผสมกลับลูก S_1 ไปยัง Nei462013 Nei502007 Nei502010 และ Nei502015 จำนวนคู่ผสมละ 400 ต้น ได้เมล็ด BC_1 จำนวน 400 ฝัก/คู่ผสม คัดเลือกเฉพาะฝักดีคู่ผสมละ 100 ฝัก กะเทาะเมล็ดรวมภายในคู่ผสม

2560 (ฝน) : ปลูกเมล็ด BC_1 แล้วเลือกผสมตัวเองในต้นที่ดีจำนวนคู่ผสมละ 200 ต้น แล้วคัดเลือกฝักที่ดีจำนวน 100 ฝัก/คู่ผสม กะเทาะเมล็ดแยกฝัก จะได้ลูก BC_1S_1 จำนวน 100 ฝัก/คู่ผสม

2561 (แล้ง) : ปลูก BC_1S_1 แบบฝักต่อแถว จำนวน 100 แถว/คู่ผสม คัดเลือกต้นที่ดี จากแถวที่ดีผสมตัวเอง 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวและคัดเลือกเฉพาะฝักที่ดีจำนวน 50 ฝัก/คู่ผสม กะเทาะเมล็ดแยกฝัก จะได้ลูก BC_1S_2 จำนวน 50 ฝัก/คู่ผสม

2561 (ฝน) : ปลูก BC_1S_2 แบบฝักต่อแถว คัดเลือกต้นที่ดี จากแถวที่ดี ผสมตัวเอง 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวและคัดเลือกเฉพาะฝักที่ดี กะเทาะเมล็ดแยกฝัก จะได้ลูก BC_1S_3

2562 (แล้ง) : ปลูก BC_1S_3 แบบฝักต่อแถว คัดเลือกต้นที่ดี จากแถวที่ดี ผสมตัวเอง 3-5 ต้น/แถว จะได้ลูก BC_1S_4 ขณะเดียวกัน รวมละอองเกสรจากต้นผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมข้ามกับสายพันธุ์แท้ Nei452009 (ตากฟ้า 5) และ Nei462013 (ตากฟ้า 7) ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ผสมตัวเองแล้วกะเทาะเมล็ดรวมกันภายในแถว เมล็ดที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปพัฒนาเป็นลูก BC_1S_5 ต่อไป และส่วนที่ 2 เก็บไว้เป็นเมล็ดสำรอง (remnant seeds) สำหรับฝักที่ผสมข้ามกับตัวทดสอบ กะเทาะเมล็ดรวมกันนำไปปลูกทดสอบผลผลิต แบบไม่มีซ้ำ ในฤดูฝนปี 2562

2562 (ฝน) : ทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross แบบไม่มีซ้ำ ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ขณะเดียวกันปลูก BC_1S_4 แล้วผสมตัวเองในต้นที่ดี 3-5 ต้น/แถว เก็บเกี่ยวต้นที่มีลักษณะที่ดีและกะเทาะรวม ได้ลูก BC_1S_5 สำหรับปลูกเพื่อพัฒนาไปเป็นลูก BC_1S_6 ในฤดูแล้ง ปี 2563

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 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี 3-5 ต้น/แถว ได้ลูก BC_1S_7 ขณะเดียวกันรวมละอองเกสรจากต้นที่ผสมตัวเองของแต่ละแถวนำไปผสมกับสายพันธุ์แท้ Nei452009 (ตากฟ้า 5) และ Nei462013 (ตากฟ้า 7) ซึ่งใช้เป็นตัวทดสอบ คัดเลือกฝักผสมตัวเองที่มีลักษณะที่ดีแล้วกะเทาะรวม เมล็ดที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปพัฒนาเป็นลูก BC_1S_8 และส่วนที่ 2 เก็บไว้เป็นเมล็ดสำรอง (remnant seeds) สำหรับฝักที่ผสมข้ามกับตัวทดสอบกะเทาะเมล็ดรวมกันนำไปประเมินผลผลิต ในฤดูฝนปี 2564

2564 (แล้ง) : ทำการประเมินผลผลิตสายพันธุ์ BC_1S_7 ใน 2 สภาพ คือ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย

2564 (ฝน) : ทำการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 วางแผนการทดลองแบบ lattice 2 ซ้ำ 1 แถว/แปลงย่อย ขณะเดียวกันปลูกลูก BC_1S_7 ทำการผสมตัวเองในต้นที่ดี เก็บเกี่ยวและคัดเลือกฝักที่ดี กะเทาะรวมได้ลูก BC_1S_8 เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป

การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัม/ไร่ ผสมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองพื้น อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.80 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร และความทนแล้ง

- ค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณน้ำฝน วันปฏิบัติการ
- อายุวันออกไหม 50% จำนวนวัน นับจากวันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมากกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย ไหมโผล่พ้นกาบ
- อายุวันออกดอกตัวผู้ 50% นับจากวันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมากกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย ดอกตัวผู้เริ่มโปรยละอองเกสร
- ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (Anthesis silking interval, ASI)
- ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงโคนใบธง (ใบบนสุด) วัดเมื่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- ความสูงฝัก วัดจากพื้นดินถึงข้อของฝักบนสุด (ข้อที่ติดฝัก) วัดพร้อมกับความสูงของต้น มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ความชื้นของเมล็ดข้าวโพดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
- ผลผลิต น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดปรับที่ความชื้น 15% หน่วยเป็นกิโลกรัม/ไร่
- คะแนนการม้วนของใบ (leaf rolling) ให้คะแนน 1-5 (1=ใบปกติ 5=ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม)
- คะแนนการแก่ของใบ (leaf senescence) ให้คะแนน 1-10 (1=ใบปกติ 10=ใบเหี่ยวทั้งต้น)
- ดัชนีทนแล้ง (drought index, DI)

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

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

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

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559 ทำการผสมสายพันธุ์แท้ Nei502010 และ Nei502015 กับ CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-1-B-B-B ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 2 คู่ผสม ในขณะเดียวกันทำการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้ Nei411008 Nei411016 Nei412001 Nei502007 Nei541006 และ Nei541022 กับ G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B-B ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 6 คู่ผสม รวมได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ทั้งสิ้นจำนวน 8 คู่ผสม และทำการผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) จนได้ลูก S_1 จำนวน 8 คู่ผสม

ปี 2560 ผสมกลับลูก S_1 ไปยังสายพันธุ์แท้ที่ต้องการปรับปรุง (recurrent parent) ได้เมล็ด BC_1 จำนวน 400 ฝัก/คู่ผสม คัดเลือกเฉพาะฝักดีคู่ผสมละ 100 ฝัก ปลูกและผสมตัวเองในต้นที่ดี จนได้ลูก BC_1S_1

ปี 2561 ฤดูแล้ง ผสมตัวเองลูก BC_1S_1 จนได้ลูก BC_1S_2 จำนวน 408 สายพันธุ์ ฤดูฝน ผสมตัวเองลูก BC_1S_2 จนได้ลูก BC_1S_3 จำนวน 360 สายพันธุ์ (Table 1)

ปี 2562 ฤดูแล้ง ผสมตัวเองลูก BC_1S_3 จนได้ลูก BC_1S_4 จำนวน 355 สายพันธุ์ (Table 1) และผสมข้ามลูก BC_1S_3 กับสายพันธุ์แท้ Nei452009 (ตากฟ้า 5) และ Nei462013 (ตากฟ้า 7) ซึ่งใช้เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม topcross ฤดูฝน ทำการประเมินผลผลิตลูกผสม top cross แบบไม่มีซ้ำ จำนวน 706 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 รวม 742 พันธุ์ พบว่า อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 44-55 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 43-55 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 147-248 เซนติเมตร ความสูงฝักอยู่ในช่วง 80-140 เซนติเมตร ผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 208-1,986 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,196 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 2) ขณะเดียวกันผสมตัวเองลูก BC_1S_4 จนได้ลูก BC_1S_5 จำนวน 219 สายพันธุ์ (Table 1)

ปี 2563 ฤดูแล้ง ผสมตัวเองลูก BC_1S_5 จนได้ลูก BC_1S_6 จำนวน 163 สายพันธุ์ ฤดูฝน ผสมตัวเองลูก BC_1S_6 จนได้ลูก BC_1S_7 จำนวน 159 สายพันธุ์ (Table 1) เพื่อนำไปประเมินผลผลิตและความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ในฤดูแล้ง ปี 2564 ขณะเดียวกันผสมข้ามลูก BC_1S_5 กับสายพันธุ์แท้ Nei452009 (ตากฟ้า 5) และ Nei462013 (ตากฟ้า 7) ซึ่งใช้เป็นพันธุ์ทดสอบ ได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม topcross เพื่อนำไปประเมินผลผลิต ในฤดูฝน ปี 2564

ปี 2564 ฤดูแล้ง ทำการประเมินผลผลิตและความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์ BC_1S_7 จำนวน 208 สายพันธุ์ ร่วมกับสายพันธุ์ตรวจสอบ รวม 215 สายพันธุ์ ใน 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพการขาดน้ำในระยะออกไหมเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ผลผลิตทั้ง 2 สภาพมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้ง จำนวน 44 สายพันธุ์ โดยผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมออยู่ในช่วง 341-637 กิโลกรัมต่อไร่ และ 53-211 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพการขาดน้ำในระยะออกไหม (Table 3) จากการประเมินผลผลิตลูกผสม topcross ร่วมกับพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 5 รวมจำนวน 215 พันธุ์ ในฤดูฝน พบว่า ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) มีคู่ผสม จำนวน 15 พันธุ์ ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 (1,352 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยผลผลิตคู่ผสมอยู่ในช่วง 1,308-1,412 กิโลกรัมต่อไร่ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 47-50 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 46-50 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 185-214 เซนติเมตร ความสูงฝักอยู่ในช่วง 88-117 เซนติเมตร (Table 4) ขณะเดียวกันผสมตัวเองลูก BC_1S_7 จนได้ลูก BC1S8 จำนวน 44 สายพันธุ์ (Table 1) เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้อายุสั้นพันธุ์ดีเด่นเพื่อเพิ่มผลผลิตและความทนแล้งโดยวิธีบันทึกประวัติ ตั้งแต่ปี 2559-2564 ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้สายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนแล้ง อายุเก็บเกี่ยวสั้น จำนวน 44 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์แท้ที่ได้ไปสร้างและพัฒนาลูกผสมต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้งจำนวน 15 พันธุ์ อายุเก็บเกี่ยวสั้น เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ Nei411008 Nei411016 Nei412001 Nei462013 Nei502007 Nei502010 Nei502015 Nei541006 และ Nei541022 และมีสมรรถนะการผสมเฉพาะที่ดี

2. ได้พันธุ์ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงและทนทานแล้งมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 และมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ต่อไป

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

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

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

Table 1 Number of selected BC_1-line (early line) at NSFCRC, 2016 – 2021

No.	Pedigree	Selected lines							
		BC_1S_1	BC_1S_2	BC_1S_3	BC_1S_4	BC_1S_5	BC_1S_6	BC_1S_7	BC_1S_8
1	(Nei502010 x CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-B)-B x Nei502010	50	50	40	40	20	19	19	15
2	(Nei502015 x CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-B)-B x Nei502015	50	50	41	41	20	15	13	2
3	(Nei411008 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	50	50	43	43	35	26	26	3
4	(Nei411016 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	50	51	39	39	26	21	20	6
5	(Nei412001 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	50	51	50	50	39	32	32	8
6	(Nei541006 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	50	53	55	52	31	19	19	2
7	(Nei541022 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	50	51	50	50	32	19	19	3
8	(Nei502007 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei502007	50	52	42	40	16	12	11	5
	Total	400	408	360	355	219	163	159	44

Table 2 Maximun minimum and mean grain yield (kg rai^{-1}) of topcross hybrid (early hybrid) at NSFCRC, 2019 R

No.	Pedigree	x TF5			x TF7		
		Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	(Nei502010 x CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-B)-B x Nei502010	1,559	1,045	1,286	1,185	785	1,011
2	(Nei502015 x CTS011074/P31C4S5B-38-#-#-2-B-B-B-B/CML421-B-B-B-B-B-B)-B x Nei502015	1,450	1,003	1,286	1,284	811	1,039
3	(Nei411008 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	1,928	691	1,575	1,393	286	672
4	(Nei411016 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	1,908	1,341	1,592	889	322	604
5	(Nei412001 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	1,923	1,201	1,546	769	270	517
6	(Nei541006 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	1,986	936	1,493	795	208	531
7	(Nei541022 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei462013	1,939	1,045	1,538	1,372	411	656
8	(Nei502007 x G18C23-30-1-3-1-B-B-B-B-B-B-B-B-B-B-1-B-B)-B x Nei502007	1,674	889	1,280	1,336	894	1,131
	706 topcrosses hybrids	1,796	1,019	1449	1,128	498	770
	NS 3 (check)	1,502	577	1,196			

Table 3 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of early lines under well watered (WW) and water stress (WS) conditions at NSFCRC, 2021 D

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

Table 4 Mean grain yield (kg rai^{-1}) and some agronomic traits of late topcross hybrid at NSFCRC, 2021 R

Pedigree	Days to		Height (cm)		Shell (%)	Moist (%)	Yield (kg rai^{-1})	Relative to NS3 (%)
	silk	Tass	Plant	Ear				
15selected hybrids								
maximum	50	50	214	117	82.51	33.30	1,412	104
minimum	47	46	185	88	74.07	23.35	1,308	97
208 hybrids								
maximum	53	52	219	125	89.24	33.30	1,412	104
minimum	45	45	149	88	69.65	19.64	474	35
CP301	52	52	189	103	80.68	28.34	1,240	92
P4546	52	53	212	116	79.52	32.45	1,141	84
Pac 789	53	51	212	112	77.27	33.72	960	71
NK6253	53	55	193	100	77.65	30.95	615	46
SW4452	51	51	222	125	76.72	34.65	1,124	83
NS 3	53	52	191	119	71.99	27.31	713	53
NS 5	49	50	205	110	80.13	25.64	1,352	100
Exp. mean	49	49	199	109	78.08	24.87	1,029	
CV(%)	1.61	1.67	4.37	5.24	3.55	3.70	18.29	
LSD(0.05)	2	2	17	11	5.49	1.82	372	

การศึกษาและประเมินลักษณะความทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยลักษณะทางสรีรวิทยา
Study on Physiological Traits for Screening Drought Tolerance in Maize

ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ปริญญา การสมเจตน์[1/] จำนงค์ ชัญถาวร[1/]
Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Parinya Karnsomjet[1/] Jumnong Chanthaworn[1/]

Abstract

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

Keywords : maize, physiology, secondary traits, photosynthetic rate, drought tolerance, yield loss, drought index, water stress

บทคัดย่อ

ศึกษาและประเมินลักษณะความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม ดำเนินการในปี 2559-2564 ฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ภายใต้ 2 สภาพ คือ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมเป็นระยะเวลา 1 เดือน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) 4 ซ้ำ 4 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลผลผลิต ความทนแล้ง และลักษณะทางสรีรวิทยา เมื่อเปรียบเทียบ

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-03-00-01-59

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute

ลักษณะผลผลิตและ ทั้ง 2 สภาพ พบว่า ข้าวโพดที่ให้ผลผลิตสูงและมีความทนทานแล้ง ได้แก่ สายพันธุ์แท้ Nei462013 Nei532005 Nei542001 Nei542012 Nei542017 พันธุ์ลูกผสม NSX151001 NSX151008 NSX151034 NSX112017 NSX112026 NSX152005 NSX152020 NSX152067 NSX152096 ประชากร NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2 ซึ่งพันธุ์และสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตต่ำ และดัชนีทนแล้งมากกว่า 1 จึงจัดเป็นพันธุ์ทนแล้ง เมื่อพิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน พบว่า เมื่อข้าวโพดเริ่มได้รับแสง การสังเคราะห์แสงและการคายน้ำเริ่มเกิดขึ้น เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเข้มของแสง สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ช่วงเวลา 11.00 น.-13.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ความเข้มของแสงและอุณหภูมิสูงสุด ข้าวโพดจะเกิดความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ และเริ่มแสดงอาการเหี่ยว ปากใบข้าวโพดจะปิดเพื่อลดการสูญเสียน้ำ จากการทดลองพบว่า 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 แสดงให้เห็นว่าในช่วงที่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำ พันธุ์เหล่านี้ปากใบยังคงเปิดเพื่อคายน้ำและยังคงมีการสังเคราะห์แสง จึงจัดเป็นพันธุ์ที่มีความทนแล้งซึ่งสอดคล้องกับลักษณะผลผลิต เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ การคายน้ำ แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับแรงดึงระเหยน้ำของใบ

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สรีรวิทยา การสังเคราะห์แสง ทนแล้ง ผลผลิต ดัชนีทนแล้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จำนวน 30 สายพันธุ์ พันธุ์ลูกผสมจำนวน 25 พันธุ์ และประชากรข้าวโพดจำนวน 5 พันธุ์
2. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
3. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
4. เครื่องมือวัดอัตราการสังเคราะห์แสง Li cor 6400

วิธีการดำเนินงาน

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

การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัม/ไร่ ผสมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมี

สูตร 15-15-15 รองพื้น อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.80 ตารางเมตร (เว้นต้นหัว-ท้ายแถว)

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลจาก 2 แถวกลาง (เว้นต้นหัว-ท้ายแถว) ได้แก่

1) บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร และความทนแล้ง
   - ค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณน้ำฝน วันปฏิบัติการ
   - อายุวันออกไหม 50% จำนวนวัน นับจากวันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมากกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย ไหมโผล่พ้นกาบ
   - อายุวันออกดอกตัวผู้ 50% นับจากวันปลูกถึงวันที่จำนวนต้นมากกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย ดอกตัวผู้เริ่มโปรยละอองเกสร
   - ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (Anthesis silking interval, ASI)
   - ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ (Pollen shedding duration)
   - ความสูงต้น วัดจากพื้นดินถึงโคนใบธง (ใบบนสุด) วัดเมื่อดอกตัวผู้แห้ง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
   - ความสูงฝัก วัดจากพื้นดินถึงข้อของฝักบนสุด (ข้อที่ติดฝัก) วัดพร้อมกับความสูงของต้น มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
   - เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สัดส่วนน้ำหนักเมล็ดต่อน้ำหนักฝัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
   - ความชื้นของเมล็ดข้าวโพดขณะเก็บเกี่ยว วัดจากตัวอย่างของเมล็ดที่กะเทาะจากฝักที่เก็บเกี่ยว มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์
   - ผลผลิต น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดปรับที่ความชื้น 15% หน่วยเป็นกิโลกรัม/ไร่
   - คะแนนการม้วนของใบ (leaf rolling) บันทึกข้อมูลหลังวันออกดอก 20-30 วัน ในสภาพการขาดน้ำในระยะออกไหม ให้คะแนน 1-5 (1=ใบปกติ 5=ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม)
   - คะแนนการแก่ของใบ (leaf senescence) บันทึกข้อมูลหลังวันออกดอก 20-30 วัน ในสภาพการขาดน้ำในระยะออกไหม ให้คะแนน 1-10 (1=ใบปกติ 10=ใบเหี่ยวทั้งต้น)
   - ดัชนีทนแล้ง (drought index, DI)

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

   - เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

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

2) บันทึกข้อมูลการสังเคราะห์แสง โดยใช้เครื่องมือ Li cor 6400 บันทึกข้อมูลระยะออกดอกตัวผู้ ได้แก่
   - การสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate)
   - ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR)
   - การปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance)
   - แรงดึงระเหยน้ำ (leaf vapor pressure deficit)
   - การคายน้ำ (transpiration rate)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558– กันยายน 2564
สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

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

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น. พบว่า ช่วงเวลา 6.00 น. เมื่อข้าวโพดเริ่มได้รับแสง ความเข้มของแสงจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา จนถึงช่วงเวลา 11.00-13.00 น. เป็นช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุด จากนั้นความเข้มของแสงจะเริ่มลดลง จนถึงช่วงเวลา 18.00 น. ที่มีความเข้มแสงน้อยสุด อุณหภูมิในบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นและลดลงตามความเข้มของแสงเช่นกัน ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 2-1,787 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 28.8-46.1 °C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า ในรอบวันค่าการสังเคราะห์แสงจะขึ้นอยู่กับแสง กล่าวคือ เมื่อความเข้มของแสงน้อย การสังเคราะห์แสงจะน้อย และเมื่อความเข้มของแสงมาก การสังเคราะห์แสงจะเพิ่มมากขึ้น สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 1.0-38.4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 29.5-38.4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NSX112017 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 8.1-26.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 2.3-25.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NSX112026 ซึ่งพันธุ์ทนแล้งยังคงมีการสังเคราะห์แสงแม้จะอยู่ในสภาพขาดน้ำ

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.01-0.47 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.20-0.47 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ซึ่งทุกพันธุ์ยังคงมีการเปิดปากใบ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.01-0.25 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.02-0.24 mol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่ ได้แก่ NSX112026 NS3 และ NSX102005

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.19-4.07 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.32-3.04 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX102005 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.75-7.16 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 4.45-6.12 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX102005 ซึ่งพันธุ์ที่มีค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบต่ำ ไอน้ำในบรรยากาศจะเคลื่อนมารวมตัวกันที่ใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้ใบมีความชื้น

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.45-11.51 mmol H_2O m^{-2} s^{-1}

ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 8.13-10.50 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NSX112013 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.18-10.85 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 1.00-10.85 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ NSX112026

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r = 0.837**) การคายน้ำ (transpiration rate) (r = 0.899**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r = 0.449**) และ ความเข้มของแสง (photosynthetic active radiation) (r = 0.932**) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับ แรงดึงระเหยน้ำ (leaf vapor pressure deficit) (r = -0.266**)

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

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น. พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 0-1,835 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 21.3-38.3 ^{o}C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 7.0-23.0 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 16.1 -23.0 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei452026 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 4.3-20.6 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 4.4-17.4 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei462013

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0-0.16 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.08-0.14 mol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei452026 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.02-0.15 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.02-0.12 mol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei462013 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.04-4.53 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.13-3.72 kPa สายพันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ Tak Fa 1 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.19-5.29 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.40-3.90 kPa สายพันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ Tak Fa 1

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.23-5.70 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 2.94-4.37 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei452026 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.51-4.27 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.66-3.89 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ Nei462013

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความ สัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=0.7740**) การคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.8964**) และความเข้มของแสง (photosynthetic active radiation) (r= 0.3224**) แต่ไม่มีความสัมพันธ์ กับอุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r=0.1171) และแรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r= -0.0032)

ปี 2561 <u>ชุดที่ 1</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวจำนวน 5 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,316-1,484 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 1,382 กิโลกรัมต่อไร่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 726-1,004 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 854 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NSX152067 และ NSX152096 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 29 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.15 และ 1.14 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 3)

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น._พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 2-1,402 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 26.4-38.9 ^{o}C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 7.4-41.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 28.5-41.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NSX152070 (Figure 17) สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 4.2-33.6 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 12.9-32.9 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NSX152070 (Figure 18)

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.04-0.41 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.28-0.41 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกพันธุ์ปากใบยังคงเปิดอยู่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.03-0.27 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.07-0.21 mol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่ ได้แก่ NSX152070 NSX152095 และ NSX152096

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.18-4.02 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.23-2.61 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX152070 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.28-5.19 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.33-4.14 พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX152095

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.87-8.23 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 6.41-8.23 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NSX152070 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.75-6.73 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 2.72-6.73 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ NSX152095

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=0.7961**) การคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.9090**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r=0.3340**) ความเข้มแสง (photosynthetic active radiation) (r=0.7562**) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับแรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r=0.0828)

<u>ชุดที่ 2</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นจำนวน 5 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,265-1.409 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตการทดลองเฉลี่ย 1,333 กิโลกรัมต่อไร่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 457-974 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีพันธุ์ใดให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยการทดลอง (810 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ NSX151008 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NSX151001 NSX152005 NSX151008 และ NSX151034 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิตอยู่ในช่วง 26-35 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้งอยู่ในช่วง 1.06-1.22 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 4)

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น.พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 1-1,536 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 25.8-40.4 °C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 7.4-41.0 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 28.6-38.1 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NSX151009 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 6.3-35.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 11.8-34.5 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NSX151005

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.05-0.48 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.26-0.38 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกพันธุ์ปากใบยังคงเปิดอยู่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.01-0.29 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.06-0.27 mol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่ ได้แก่ NSX151001 NSX151005 NSX151008 และ NSX151034

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 0.86-3.65 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.35-2.72 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX151001 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง

0.87-5.70 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.67-4.22 พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX151008

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 1.11-10.39 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 6.33-7.61 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NSX151001 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.50-7.84 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 2.40-6.99 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ NSX151005

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า การสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.9163**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r=0.4409**) และความเข้มแสง (photosynthetic active radiation) (r=0.6720**) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=0.0852) และแรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r= 0.1490)

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

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น._พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 3-1,405 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 26.5-35.9 ^{o}C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 8.1-25.1 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 21.6-22.0 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ Nei582019 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 8.1-26.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 19.5-22.6 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ Nei542012

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.01-0.26 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.09-0.13 mol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่ ได้แก่ Nei542001 Nei542012 Nei582009 และ Nei582019 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.02-0.17 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.07-0.13 mol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่ ได้แก่ Nei542012 Nei542001 และ Nei582009

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.09-3.31 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.54-2.83 kPa สายพันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ Nei542001 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.36-3.12 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.56-2.76 สายพันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ Nei542012

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.15-4.02 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 2.45-3.22 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei542001 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.36-3.62 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 2.02-3.17 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ Nei542012

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=0.7585**) การคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.9205**) แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r=0.6207**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r= 0.7872**) และความเข้มของแสง (photosynthetic active radiation) (r=0.9512**)

<u>ชุดที่ 2</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 5 พันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,121-1.324 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการทดลองให้ผลผลิต 1,251 กิโลกรัมต่อไร่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 666-954 กิโลกรัมต่อไร่ มีเพียงพันธุ์ NSX152067 และ S6248 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (783 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NSX152067 S6248 และ NSX152020 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 28 17 และ 36 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.15 1.32 และ 1.02 ตามลำดับ จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 6)

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น._พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 3-1,653 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 24.0-38.6 °C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 3.1-29.8 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 23.5-26.9 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ S6248 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 5.4-36.8 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 25.8-36.8 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NSX152067

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.01-0.62 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.21-0.40 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกพันธุ์ปากใบยังคงเปิดอยู่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.01-0.41 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.22-0.35 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกพันธุ์ปากใบยังคงเปิดอยู่

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 0.89-3.08 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.15-3.08 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX152018 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบ อยู่ในช่วง 0.78-3.32 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.41-2.76 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NSX152067

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.28-8.18 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 6.11-7.74 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NSX152018 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.30-7.82 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 5.02-7.82 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ NSX152067

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.9233**) แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r=0.4628**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r=0.7513**) และความเข้มของแสง (photosynthetic active radiation) (r=0.9350**) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=-0.0701)

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

ปี 2564 <u>ชุดที่ 1</u> ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 5 สายพันธุ์ พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 127-477 กิโลกรัมต่อไร่ มีเพียงพันธุ์ Nei532027 ให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตการทดลองเฉลี่ย (305 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 49-184 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการทดลองให้ผลผลิต 117 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า Nei532005 และ Nei542012 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 52 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.25 และ 0.99 ตามลำดับ จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 7)

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น. พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 4-1,702 µmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 26.5-42.7 °C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 1.2-16.8 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 2.4-16.3 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}

สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ Nei532005 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 0.1-13.4 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 2.2-6.0 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ Nei532005

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.03-0.27 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.12-0.23 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกสายพันธุ์ปากใบยังคงเปิดอยู่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.02-0.14 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.03-0.06 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกสายพันธุ์ปากใบเริ่มปิด

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.40-5.01 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.94-4.34 kPa สายพันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ Nei532005 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.50-5.39 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 3.87-4.26 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ Nei542012

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 1.06-9.08 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 4.98-9.08 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ Nei542012 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.50-5.03 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 1.11-2.51 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} สายพันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ Nei532005

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=0.5015**) การคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.8512**) แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r=0.48118**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r=0.6339**) และความเข้มของแสง (photosynthetic active radiation) (r=0.7032**)

<u>ชุดที่ 2</u> ประชากรข้าวโพดจำนวน 5 ประชากร พิจารณาลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 1,091-1,341 กิโลกรัมต่อไร่ มีเพียงประชากร NP99201 C_7F_2 ให้ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (1,179 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 298-484 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีประชากรใดให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 (437 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า NP99201C_7F_2 และ NP99201C_6F_2 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต 64 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีทนแล้ง 1.07 และ 1.11 ตามลำดับ จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง (Table 8)

พิจารณาการสังเคราะห์แสงและการตอบสนองในรอบวัน (Sun & Sky) เริ่มตั้งแต่ช่วงเวลา 6.00-18.00 น._พบว่า ความเข้มของแสง (photosynthetically active radiation, PAR) อยู่ในช่วง 4-1,650 μmol $m^{-2}s^{-1}$ อุณหภูมิในบรรยากาศอยู่ในช่วง 22.5-45.2 °C

ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) พบว่า สภาพขาดน้ำในระยะออกไหมพันธุ์ลูกผสมมีค่าการสังเคราะห์แสงต่ำกว่าสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 0.2-29.6

μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 20.9-29.2 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NP99201C_6F_2 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 0.1-14.6 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 0.9-14.6 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด คือ NP99202C_6F_2

ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.03-0.44 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.33-0.41 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ทุกพันธุ์ปากใบยังคงเปิดอยู่ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0-0.13 mol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการปิดเปิดปากใบอยู่ในช่วง 0.02-0.13 mol H_2O m^{-2} s^{-1} มีเพียงพันธุ์ NP99202C_6F_2 ที่ปากใบยังคงเปิดอยู่

แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 1.52-4.33 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 2.90-3.50 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NP99201C_6F_2 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 0.59-6.57 kPa ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดแรงดึงระเหยน้ำของใบอยู่ในช่วง 4.79-5.96 kPa พันธุ์ที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ NP99202C_6F_2

การคายน้ำ (transpiration rate) พบว่า สภาพให้น้ำสม่ำเสมอมีค่าการคายน้ำสูงกว่าสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม โดยสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.81-11.63 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 9.96-10.81 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ NS3 และ NP99201C_7F_2 สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.01-6.11 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} ช่วงที่ความเข้มของแสงสูงสุดค่าการคายน้ำอยู่ในช่วง 0.93-6.11 mmol H_2O m^{-2} s^{-1} พันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูงสุด ได้แก่ NP99202C_6F_2

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า ค่าการสังเคราะห์แสง (photosynthetic rate) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการคายน้ำ (transpiration rate) (r=0.6115**) แรงดึงระเหยน้ำของใบ (leaf vapor pressure deficit) (r=0.3924**) อุณหภูมิใบ (leaf temperature) (r=0.5228**) และความเข้มของแสง (photosynthetic active radiation) (r=0.6351**) แต่ไม่ความสัมพันธ์ทางลบกับการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) (r=-0.4845**)

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

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

2) ค่าการปิดเปิดปากใบ (stomatal conductance) เป็นกลไกการตอบสนองของปากใบเพื่อชักนำให้เกิดการปิดหรือเปิดปากใบ เมื่อข้าวโพดมีความเครียด พันธุ์ที่มีค่าการปิดเปิดปากใบสูง แสดงว่าปากใบข้าวโพด

ยังคงเปิดอยู่ เพื่อคายน้ำและลดความร้อนจากอุณหภูมิสะสมในใบ อีกทั้งยังมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำกับบรรยากาศ ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสง

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

4) การคายน้ำ (transpiration rate) เป็นการแพร่ของน้ำจากปากใบ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ข้าวโพดมีการคายน้ำมากกว่าในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม เนื่องจากในดินมีปริมาณน้ำเพียงพอให้มีการคายน้ำตลอดทั้งวัน ทำให้ไม่แสดงอาการเหี่ยว ในสภาวะเครียดพันธุ์ที่มีค่าการคายน้ำสูง แสดงว่ามีความสามารถในการดูดน้ำจากดิน เพื่อรักษาสมดุลของน้ำในใบและปริมาณน้ำที่สูญเสียออกไป จึงไม่แสดงอาการเหี่ยว จัดเป็นพันธุ์ทนทานแล้ง

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

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

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

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง อธิบายลักษณะความทนทานแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ทนทานแล้ง ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความแม่นยำสูง เนื่องจากมีการแสดงการถ่ายทอดสูง สะดวก และรวดเร็วในการปฏิบัติ ซึ่งหากมีการจัดการสภาพแปลงทดลองและสภาพแวดล้อมเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ทนทานแล้งให้เหมาะสมกับช่วงเวลา (Timing) ความเข้มข้น (Stress Intensity) และความสม่ำเสมอ (Uniformity) ของแปลงทดลอง การเลือกใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาในการประกอบการคัดเลือกพันธุ์จึงจะประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

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

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.

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.

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

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, Hoisington DA, Deutsch J., Gonzalez de Leon D. (1996). Identification of Quantitative Trail Loci under Drought Conditions in Tropical Maize: 1 Flowering Parameters and the Anthesis-Silking Interval. TAG 92, 905-914.

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

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

Table 2 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of inbred line under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2017

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

Table 3 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of late hybrid maize under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2018

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

Table 4 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of early hybrid maize under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2018

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

Table 5 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of inbred line under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2019

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

Table 6 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of hybrid maize under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2019

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

Table 7 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of inbred line under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2021

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

Table 8 Mean grain yield (kg rai^{-1}), anthesis silking interval (ASI), yield loss (%) and drought index (DI) of population maize under well watered (WW) and water stress (WS) at NSFCRC during dry season, 2021

Pedigree	Grain yield (kg rai^{-1})			Yield loss (%)	DI
	WW	WS	Mean		
NP99201C_7F_2	1341	484	912	64	1.07
NP99201C_6F_2	1287	483	885	62	1.11
NP99202C_7F_2	1167	347	757	70	0.88
NP99202C_6F_2	1091	298	695	73	0.81
NS3	1179	437	808	63	1.10
Mean	1213	410	811	66	0.99
CV(%)	6.50	21.71	-	-	-
LSD(0.05)	121	137	-	-	-

การจำแนกและประเมินคุณค่าเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex Situ*)
Identification and Evaluation of Maize Characteristics in *Ex situ*

ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ปริญญา การสมเจตน์[1/] จำนงค์ ชัญถาวร[1/]
Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Parinya Karnsomjet[1/] Jumnong Chanthaworn[1/]

Abstract

Characteristics of 111 inbred lines and 20 hybrids maize in *Ex situ* was evaluated at Nakhon Sawan Field Crops Center (NSFCRC) during 2016 to 2021. A randomize complete block design was used with replications. Individual plot consisted of four rows of five meters long with a row spacing of 75 cm. and 20 cm. between plants. Data was collected regarding descriptors for maize from Plant Variety Protection Division, Department of Agriculture. The maize characteristics showed the difference among varieties. In 2016-2018, the result showed that color at base of seedling was green red and purple. Shape of first leaf was obtuse and round to obtuse. Leaf curve of the first leaf above the top ear was erect, semi-erect and horizontal. Color of the ring was light green, green, pink, red and purple. Tassel type was erect, semi-erect and horizontal. Anther color was green, yellow, pink, red and purple. Silk color was light green, yellow, pink, red and purple. Stalk appearance was straight. Color of brace root was purple and green. Shape of top ear was cylindrical, conical and semi-cylindrical. Kernel row arrangement was straight. Kernel type at mid ear was flint and semi-flint. Color of kernel at abgerminal site and cap was orange-yellow, yellow, yellow-orange and orange. In 2019-2021, the result showed that anthocyanin coloration of sheath at first leaf was very strong, strong, medium, weak and absent or very weak. Shape of first leaf was rounded, rounded to spatulate and spatulate. Intensity of green color at leaf was dark, medium and light. Undulation of margin of blade was intermediate and absent or very weak. Leaf curve of the first leaf above the top ear was absent or very slightly recurved, slightly recurved and moderately recurved. Degree of zigzag on stem was absent or very slight and slight. Anthocyanin coloration of brace roots was very strong, strong, intermediate, weak and absent or very weak. Type of tassel was erect, semi-erect, horizontal and drooping. Anthocyanin coloration at ring, glume, anthers and silks was very strong, strong, intermediate, weak and absent or very weak. Shape of ear was conical-cylindrical and conical. Kernel row arrangement was straight. Kernel type was flint and semi-flint. Color of kernel at abgerminal site and cap was orange-yellow, yellow,

---

รหัสทะเบียนวิจัย 01-08-59-01-04-00-01-59

[1] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
[2] /สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute

yellow-orange and orange. Furthermore, the characteristics of maize will be used as germplasm data on maize breeding program.

Keywords : maize, inbred lines, maize characteristics, germplasm, *Ex situ*

บทคัดย่อ

จำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จำนวน 111 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสมจำนวน 20 พันธุ์ ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (*Ex situ*) ดำเนินการในปี 2559-2564 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) ปลูกเป็นแถวยาว 5.0 เมตร ใช้ระยะ 75x20 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลลักษณะพันธุ์ตามหลักเกณฑ์การตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์พืชเพื่อการคุ้มครอง (คพ.2) ของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกัน ปี 2559-2561 พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีเขียว แดง และม่วง รูปร่างใบแรกมน และมนกลม การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ ฐานดอกย่อยสีเขียวอ่อน เขียว ชมพู แดง และม่วง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรง ค่อนข้างตรง และแนวระนาบ อับเรณูสีเขียว เหลือง ชมพู แดง และม่วง เส้นไหมสีเขียวอ่อน เหลือง ชมพู แดง และม่วง ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีม่วง และเขียว ฝักทรงกระบอก ทรงกรวย และกึ่งทรงกรวย กึ่งทรงกระบอก ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดของเมล็ดหัวแข็ง และกึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดและสีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะส้มเหลือง เหลือง เหลืองส้ม และส้ม ปี 2562-2564 พบว่า การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่เข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก รูปร่างปลายใบแรกมน มน-ใบพาย และใบพาย ความเข้มของสีเขียวของใบเข้ม ปานกลาง และอ่อน การเป็นคลื่นของขอบใบปานกลาง และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การโค้งของแผ่นใบไม่โค้งหรือโค้งน้อยมาก โค้งน้อย และโค้งปานกลาง ระดับของการซิกแซกไม่ปรากฏและซิกแซกเล็กน้อย การปรากฏแอนโทไซยานินของรากค้ำเข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ลักษณะช่อดอกเพศผู้ตรง ค่อนข้างตรง แนวระนาบ และโค้งปานกลาง การปรากฏแอนโทไซยานินบนฐานดอก กาบดอก อับเรณู และไหม เข้มมาก เข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอกและทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดหัวแข็ง และกึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดและสีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะ สีส้มเหลือง เหลือง เหลืองส้ม และส้ม ซึ่งข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สายพันธุ์แท้ ประเมิน เชื้อพันธุกรรม แปลงรวบรวมพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้จำนวน 111 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสมจำนวน 20 พันธุ์
2. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
3. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์

วิธีการดำเนินงาน

จำแนกลักษณะและการประเมินเชื้อพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม ดำเนินการปี 2559-2564 วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block (RCB) 4 แถวต่อแปลงย่อย ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม/สายพันธุ์แท้ แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้น/หลุม หลังปลูกขณะดินมีความชื้นพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัมต่อไร่ผสมกับอะลาคลอร์

อัตรา 300 ซีซี/ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 รองพื้นอัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะพันธุ์ตามหลักเกณฑ์การตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์พืชเพื่อการคุ้มครอง (คพ.2) ของสำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558– กันยายน 2564
สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

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

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

ปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 20 สายพันธุ์ พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีม่วงแดง และเขียว รูปร่างใบแรกมนและมนกลม การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง และค่อนข้างตรง กาบใบที่ตำแหน่งฝักบนสุดสีเขียว ยกเว้น Nei582031 สีเขียวจุดม่วง ฐานดอกย่อยสีเขียว ยกเว้น Nei582029 สีเขียวอ่อน Nei582024 สีชมพู Nei582006 สีม่วง และ Nei582001 สีเขียวปนแดง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรงและค่อนข้างตรง ความแน่นของช่อดอกตัวผู้หลวม ปานกลาง และแน่น ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางปานกลาง กาบดอกย่อย (glume) สีเขียว เขียวขีดม่วง ยกเว้น Nei582024 สีเขียวอ่อน และ Nei582006 สีม่วง เปลือกดอกย่อย (lemma) สีเขียวอ่อน ยกเว้น Nei582006 สีม่วง และ Nei582056 สีเขียวอ่อนขีดม่วง เส้นไหม (silk) สีเขียวอ่อน ชมพู ม่วง ยกเว้น Nei582018 สีม่วงอมชมพู Nei582025 สีเขียวอ่อนอมชมพู Nei582039 และ Nei582055 โคนเขียวปลายม่วง อับเรณู (anther) สีเหลือง ยกเว้น Nei582001 สีแดงปนเหลือง Nei582006 และ Nei582014 สีม่วงปนเหลือง Nei582008 และ Nei582057 สีม่วงปนแดง Nei582038 สีเหลืองปนชมพู ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีเขียว เขียวปนม่วง ยกเว้น Nei582051 และ Nei582055 สีม่วง และ Nei582060 สีม่วงปนเขียว ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ยกเว้น Nei582006 และ Nei582056 ทรงกระบอก Nei582018 Nei582031 Nei582060 ทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดบริเวณกึ่งกลางฝักหัวแข็ง ยกเว้น Nei582005, Nei582016 กึ่งหัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดและสีที่ผิวของเมล็ดด้านตรงข้ามคัพภะสีส้มเหลือง ยกเว้น Nei582016 Nei582025 และ Nei582039 มี สีเหลืองส้ม (Table 3)

ปี 2561 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 20 พันธุ์ พบว่า โคนต้นอ่อนระยะใบแรกคลี่สีม่วง รูปร่างใบแรก มนและมนกลม การโค้งของใบแรกเหนือฝักตรง ค่อนข้างตรง และระนาบ สีกาบใบที่ตำแหน่งฝักบนสุดสีเขียว ฐานดอกย่อยสีเขียวอ่อน เขียว แดง และม่วง ลักษณะช่อดอกตัวผู้ตรง ค่อนข้างตรง และระนาบ ความแน่นของช่อดอกตัวผู้หลวมและปานกลาง ความแน่นของดอกย่อยบนแกนกลางน้อยและปานกลาง กาบดอกย่อย (glume) สีเขียวขีดม่วง เขียวขีดแดงปลายจุดม่วง เขียวปลายจุดม่วง เขียวขีดม่วงปลายจุดม่วง และม่วงขีดเขียว เปลือกดอกย่อย (lemma) สีเขียวอ่อน อับเรณู (anther) สีชมพู แดง และม่วง เส้นไหม (silk) สีเขียวอ่อน แดง ม่วง และโคนเขียวปลายม่วง ลักษณะของลำต้นตรง รากค้ำสีม่วง เขียว และเขียวปนม่วง ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก และทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดบริเวณกึ่งกลางฝักกึ่งหัวแข็ง ยกเว้น NSX152009 NSX152031 NSX152068 NSX152090 และ NSX152091 หัวแข็ง สีที่สันด้านบนของเมล็ดสีส้มเหลือง และเหลือง สีที่ผิวของเมล็ดตรงข้ามคัพภะสีส้มเหลือง และส้ม ยกเว้น NSX152013 สีเหลืองส้ม (Table 4)

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

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

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

ลักษณะฝัก : การปรากฏแอนโทไซยานินที่ไหมเข้มมาก ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ฝักทรงกึ่งทรงกรวยกึ่งทรงกระบอก ทรงกระบอก และทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดหัวแข็ง ยกเว้น Nei581006 Nei581017 และ Nei581018 กึ่งหัวแข็ง สีด้านบนเมล็ดสีเหลือง เหลืองส้ม ส้ม และส้มเหลือง การปรากฏแอนโทไซยานินบนก้านฝักและเยื่อหุ้มเมล็ดที่ติดบนซังไม่ปรากฏหรือน้อยมาก (Table 5)

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

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

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

ลักษณะฝัก : การปรากฏแอนโทไซยานินที่ไหมเข้ม ปานกลาง น้อย และไม่ปรากฏหรือน้อยมาก การปรากฏแอนโทไซยานินบนก้านฝักไม่ปรากฏ ฝักทรงกึ่งกรวยกึ่งกระบอก ยกเว้น Nei412019 Pac999(S) Nei452016-1 Nei452016-2 Nei452031 และ Nei542006 ทรงกระบอก Nei452013 Nei452025 Nei582024 Nei452032 และ Nei532011 ทรงกรวย ลักษณะการเรียงของเมล็ดตรง ชนิดเมล็ดหัวแข็ง ยกเว้น Nei542018 และ Nei542006 กึ่งหัวแข็ง สีด้านบนเมล็ดสีส้มเหลือง ยกเว้น Nei432001 Nei542021 Nei542024 และ Nei542025 สีเหลืองส้ม Nei542032 และ Nei542033 สีส้ม (Table 6)

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

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

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

ลักษณะฝัก : การปรากฏแอนโทไซยานินที่ไหมไม่ปรากฏหรือน้อยมาก ยกเว้น Nei452007-1 Nei492006 Nei541008 และ Nei542014 ปานกลาง Nei541017 น้อย และ Nei512006 เข้มมาก แต่เนื่องจากในช่วงระยะออกดอกข้าวโพดประสบกับสภาวะฝนตกชุกและสภาพบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูง ส่งผลให้การผสมพันธุ์ไม่ติด ไม่ติดฝัก ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลลักษณะฝักได้ (Table 7)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการจำแนกลักษณะ และประเมินเชื้อพันธุกรรมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสม ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละลักษณะ ดังนี้ คือ สีโคนต้นอ่อนหรือการปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบระยะใบแรกคลี่ การปรากฏแอนโทไซยานินที่กาบใบ ปล้องที่ฝักติดอยู่ รากค้ำ ฐานดอก กาบดอก ไหม และอับเรณู รูปร่างปลายใบแรก ความเข้มของสีเขียวของใบ การเป็นคลื่นของขอบใบ การโค้งของแผ่นใบใบแรกเหนือฝัก ระดับของการชิกแซกของลำต้น ลักษณะช่อดอกเพศผู้ รูปทรงฝัก ลักษณะการเรียงของเมล็ด ชนิดเมล็ด สีสันด้านบนและสีตรงข้ามคัพภะของเมล็ด ซึ่งข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ และลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสม เป็นฐานข้อมูลในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด การแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรม และประกอบการพิจารณาจดทะเบียน ขึ้นทะเบียน และประกอบการเสนอขอรับรองพันธุ์ใหม่ของกรมวิชาการเกษตร

คำขอบคุณ

การทดลองครั้งนี้ได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงาน จากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. 2547. หลักเกณฑ์การตรวจสอบคุณลักษณะพันธุ์ข้าวโพด (คพ.2). กรมวิชาการเกษตร. 34 น.

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. 2561. คู่มือการตรวจสอบลักษณะพันธุ์พืช : ข้าวโพด (*Zea mays* L.) สำหรับพนักงานเจ้าหน้าที่. กรมวิชาการเกษตร. 78 น.

Table 1 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	round to	round to	round to	round to	round to	obtuse	round to	round to
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

Table 2 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/P31C4S5B-[illegible]	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	round to	round to	round to	round to	obtuse	round to	round to	round to	round to	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

Table 3 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	round to	round to	round to	obtuse	round to	round to	round to	round to
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

Table 3 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	round to	round to	round to	obtuse	obtuse	round to	round to	round to	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

Table 4 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	round to	round to	round to	obtuse	obtuse	round to	obtuse	round to
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

Table 4 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	round to	round to	round to	round to	round to	round to
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

Table 5 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	rounded	rounded to	rounded	rounded to	rounded to	rounded to	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

Table 5 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	rounded to	rounded to	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

Table 6 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	rounded to	rounded	rounded to	rounded to	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

Table 6 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	rounded	rounded to	rounded to	rounded	rounded	rounded to	rounded to	rounded to	rounded to
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

Table 6 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	rounded to	rounded to	rounded	rounded	rounded	rounded	rounded to	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

Table 7 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	rounded to	rounded	rounded	rounded to	rounded to	rounded	rounded to	rounded to	rounded to
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

Table 7 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	rounded to	rounded to	rounded	rounded	rounded to	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

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ จ.นครสวรรค์

Study on Nitrogen Use Efficiency of Hybrid Maize (Early Maturity)in Black Clay-Clay Loam Soil, Nakhon Sawan Province

การิตา จงเจือกลาง[1/] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[2/] สมนึก คงเทียน[1/] อภิชาติ สุพรรณรัตน์[1/]
Karita Chongchuaklang[1/] Suphakarn Luanmanee[2/] Somnuek Kongtien[1/]
Apichat Supannarut [1/]

Abstract

Each hybrid maize variety had different yield potential and nitrogen use efficiency. Therefore, the nitrogen use efficiency of hybrid maize (early maturity) was studied in Black Clay-Clay Loam Soil, Nakhon Sawan Province under low and high nitrogen conditions. This is useful for information in the breeding assessment and nitrogen fertilization recommendation in maize production that is appropriate for the area. The experiment was conducted at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) field and Nakhon Sawan farmer field , Suksamran Sub district, Tak Fa District Nakhon Sawan Province since 2016-2021. The experimental design was Split plot design with 4 replications. Main plots were fertilizer levels, i.e. 1) no nitrogen fertilizer application (Low nitrogen condition) 2) nitrogen fertilizer application at the recommended rate according to soil analysis values. (high nitrogen condition). 4 hybrid maize early maturity varieties NS3 and CP888 New (check) were sub plots. The first set consisted of NSX052014 (NS5) NSX111011 NSX111021 and NSX111044 variety (2016/2017 and 2019). The second set consisted of NSX052014 (NS5) NSX111012 NSX111014 and NSX111053 variety (2018) and the third set consisted of NSX151008 NSX151009 NSX151017 and NSX151034 variety. The results showed no interaction between nitrogen fertilizer levels and maize varieties on yield. Each variety has potential for yielding and nitrogen efficiency utilization different in each planting plot. The use of nitrogen fertilizers according to the soil analysis resulted in an increase in yields from no nitrogen fertilizers. In the experimental plots at the Nakhon Sawan Field Crops Research Center, the average yield was increased by 68%, and the farmer's plot increased the yield by an average of 16%. At Nakhon Sawan Field Crops Research Center, it was found that the Nakhon Sawan 5 variety had the highest average yields of 1,220

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-02-00-01-59

[1] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2] /กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร [2/] Agricultural Production Sciences Research and Development Office

kg rai^{-1}. followed by CP 888 New with an average yield of 1,197 kg rai^{-1} and NSX111021 with the lowest yield of 568 kg rai^{-1}. As for maize grown in farmer fields, it was found that CP 888 New variety had the highest average yield of 1,067 kg rai^{-1}. followed by Nakhon Sawan 5 with an average yield of 1,052 kg per rai. and Nakhon Sawan 3 varieties had the lowest average yield at 421 kg rai^{-1}. In term of nitrogen use efficiency, in the experimental plot of the Nakhon Sawan Field Crops Research Center, it was found that the NSX151009 variety had the highest nitrogen use efficiency at 31.8 kg yield per 1 kg of nitrogen, and the NSX111012 variety had the lowest nitrogen use efficiency at 7.7 kg yield per 1 kg of nitrogen. At the farmer's field it was found that the NSX111044 had the highest nitrogen use efficiency at 19.5 kg. yield per 1 kg of nitrogen, and Nakorn Sawan 3 had the lowest nitrogen use efficiency at -1.7 kg. yield per 1 kg of nitrogen.

Keywords: Hybrid Maize, Nitrogen Use Efficiency, Nutrients management

บทคัดย่อ

จึงได้มีการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ จ.นครสวรรค์ ภายใต้สภาพไนโตรเจนต่ำ และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูง สำหรับเป็นข้อมูลในการประเมินพันธุ์ และให้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ ดำเนินการในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และในไร่เกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างปี 2559-2564 วางแผนการทดลองแบบ split plotS จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักเป็นระดับปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นจำนวน 4 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือนครสวรรค์ 3 และพันธุ์การค้า CP 888 New โดยในฤดูปลูกปี 2559-2560 และปี 2562 ใช้พันธุ์ดีเด่นชุดที่ 1 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX052014 หรือนครสวรรค์ 5 NSX111011 NSX111021 และ NSX111044 ในฤดูปลูกปี 2561 ใช้พันธุ์ชุดที่ 2 ประกอบด้วยพันธุ์ นครสวรรค์ 5 NSX111012 NSX111014 และ NSX111053 และ ในฤดูปลูกปี 2563/2561 ใช้พันธุ์ชุดที่ 3 ประกอบด้วยพันธุ์ NSX151008 NSX151009 NSX151017 และ NSX151034 ผลการทดลองพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิต ข้าวโพดแต่ละพันธุ์มีศักยภาพในการให้ผลผลิต รวมถึงมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน แตกต่างกันในแต่ละแปลงปลูก การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 68 แปลงเกษตรกรให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 16 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,220 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,197 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ NSX111021 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดคือ 568 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในแปลงเกษตรกร พบว่าพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,067 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ นครสวรรค์ 5 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,052 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดคือ 421 กิโลกรัมต่อไร่ พิจารณาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิต ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่าพันธุ์ NSX151009 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงที่สุด คือ 31.8 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม และพันธุ์ NSX111012 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตน้อยที่สุด คือ 7.7 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

สำหรับในแปลงเกษตรกร พันธุ์ NSX111044 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงที่สุด คือ 19.5 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม และพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตน้อยที่สุด คือ -1.7 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

คำสำคัญ: พันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การจัดการธาตุอาหาร

คำนำ

การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ประกอบด้วยหลายปัจจัย เช่น การเลือกใช้พันธุ์ที่ดีให้ผลผลิตสูงและเหมาะสมกับพื้นที่ รวมไปถึงการเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสม การวางแผนการปลูกเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนการจัดการดินและปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับลักษณะและสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน และด้วยสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ฝนไม่ตกต้องตามฤดูการ เกิดสภาวะแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน และดินในพื้นที่ทำการเกษตรในประเทศไทยส่วนใหญ่พบว่ามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยมีอินทรียวัตถุต่ำกว่า ร้อยละ 1 ทำให้ส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวโพดโดยให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ดังนั้นเพื่อให้การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพจึงต้องอาศัยการใช้ปุ๋ยอย่างพอเพียงและเหมาะสม โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งไนโตรเจนมีความสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชโดยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับเอนไซม์และโปรตีน ถ้าพืชขาดไนโตรเจนหรือได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอแก่ความต้องการ จะทำให้พัฒนาการของใบลดลงและทำให้ใบแก่เร็วขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อการสังเคราะห์แสง เนื่องจากประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนในใบจะถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังทำให้สัดส่วนระหว่างรากและต้นเพิ่มขึ้น การออกดอกตัวผู้และการออกดอกตัวเมียช้าลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกดอกตัวเมียจะเลื่อนออกไปทำให้ค่า Anthesis-Silking Index (ASI) ค่อนข้างสูงภายใต้สภาพที่ข้าวโพดได้รับผลกระทบจากการขาดไนโตรเจน (Banzinger *et al*., 2000) แต่ปัจจุบันราคาของปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเพราะต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตจึงทำให้ต้องเพิ่มต้นทุนไปด้วย กรมวิชาการเกษตรได้ทำการค้นคว้าวิจัยเทคโนโลยีในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในด้านต่าง ๆ อาทิ วิจัยและพัฒนาพันธุ์ เทคโนโลยีการดูแลรักษา เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องใช้ปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม ความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ด้วย ดังนั้นแนวทางการลดต้นทุนการผลิตในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์วิธีหนึ่งที่จะสามารถทำได้ก็คือการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ธาตุอาหารหรือมีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงในสภาพที่มีไนโตรเจนจำกัดได้ ซึ่งพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเดียวกัน ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าพันธุ์ที่มีการดูดใช้ไนโตรเจนในปริมาณมากแต่ให้ผลผลิตต่ำ อย่างไรก็ตามที่ผ่านมาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของแต่ละพันธุ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินพันธุ์และการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ได้แก่ พันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ NSX111011 NSX111021 NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111044 NSX111012 NSX111014 และ NSX111053 NSX151008 NSX151009 NSX151017 NSX151034 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์การค้า CP888 New
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
3. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
4. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินและพืช
5. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช
6. เครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและพืช

วิธีการดำเนินงาน

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

ปัจจัยหลักเป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่ในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

ปี 2559 อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และแปลงเกษตร คือ 15–10-10 และ 10–10-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ปี 2560 อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และแปลงเกษตร คือ 15–10-10 และ 15–10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ปี 2561 อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และแปลงเกษตร คือ 15–10-10 และ 15–10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ปี 2562 อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และแปลงเกษตร คือ 10–10-10 และ 10–10-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ปี 2563 อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คือ 10–2.5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ปี 2564 อัตราปุ๋ยตามคำแนะนำสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และแปลงเกษตร คือ 10–10-5 และ 10–10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น (อายุการเก็บเกี่ยว 95-100 วัน) พันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร 4 พันธุ์ พันธุ์รับรองนครสวรรค์ 3 และพันธุ์การค้า CP888 New ในแต่ละปีใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ปี 2559 2560 และ 2562 ใช้พันธุ์ NSX111011 NSX111021 NSX052014 (นครสวรรค์ 5) และ NSX111044 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New

ปี 2561 ใช้พันธุ์ NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111012 NSX111014 และ NSX111053 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New

ปี 2563 และ 2564 ใช้พันธุ์ NSX151008 NSX151009 NSX151017 NSX151034 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) คัดเลือกพื้นที่ที่จะทำการทดลองซึ่งมีเนื้อดินจัดอยู่ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียว สีดำ เช่น ชุดดินลพบุรี ชุดดินตาคลี ชุดดินสมอทอด โดยทั่วไปเป็นดินที่มีอินทรียวัตถุอยู่ในปริมาณสูง ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูก มีปฏิกิริยาดินเป็นดินด่างจึงทำให้ธาตุอาหารพืชบางชนิดมีความเป็นประโยชน์ลดลง เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก และสังกะสี นอกจากนี้ยังทำให้ไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินเกิดการสูญหายโดยการระเหิดได้ง่าย

2) เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่แปลงทดลองก่อนปลูก โดยนำมาวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่า'ใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ (pH) : 1 : 1 วัดโดย pH meter (Peech, 1965) ปริมาณอินทรียวัตถุด้วยวิธี Walkley and Black (Jackson, 1958) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate pH 7.0 (Chapman, 1965)) เพื่อใช้ในการคำนวณอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร (2553)

3) รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ทำการทดลอง 30 ปีย้อนหลัง เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์

4) ดำเนินการทดลองพร้อมกันใน 2 พื้นที่ ได้แก่ ในแปลงเกษตรกร ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริม และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติแต่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง ขนาดของแปลงย่อย 6 x 6 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่เต็มอัตรา เมื่อข้าวโพดอายุ 3-4 สัปดาห์ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยไนโตรเจนอีกครึ่งอัตรา พื้นที่เก็บเกี่ยว 15.6 ตารางเมตร (4 แถว ๆ ละ 4 เมตร)

5) วิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวโพด โดยเก็บตัวอย่างข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวแยกเป็นส่วนของใบ ลำต้น กาบฝัก เมล็ด และซัง ชั่งน้ำหนักสด นำไปอบแห้งแล้วชั่งน้ำหนักแห้ง คำนวณความชื้นในส่วนต่างๆ ของข้าวโพด แล้วนำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียดเพื่อนำมาวิเคราะห์การดูดใช้ไนโตรเจนในส่วนของใบ ลำต้น กาบฝัก เมล็ด และซัง

6) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น โดยการคำนวณ Agronomic Nitrogen Use Efficiency (ANUE), Physiological Nitrogen Use Efficiency (PNUE), Apparent Nitrogen Recovery Efficiency (ANRE) ตามวิธีของ Fageria *et al*. (1997) ดังต่อไปนี้

- Agronomic Nitrogen Use Efficiency (ANUE) หมายถึง ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยต่อปริมาณธาตุอาหารที่ใส่

$$ANUE = \frac{\text{ผลผลิต (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)} - \text{ผลผลิต (ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน)}}{\text{ปริมาณไนโตรเจนที่ใส่}}$$

7) วิเคราะห์ Low N index (LNI) (Fischer *et al*., 1983) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นพันธุ์ต่างๆ โดยค่า (LNI) ที่เข้าใกล้ 1 หมายถึง การให้ผลผลิตในสภาพที่ใส่ไนโตรเจนอัตราต่ำมีค่าใกล้เคียงกับสภาพที่ใส่ไนโตรเจนอัตราสูง

$$\text{Low N index} = \frac{\text{Yield genotype A (Low N)}}{\text{Yield genotype A (High N)}} \times \frac{\text{Ave. yield of all genotype (Low N)}}{\text{Ave. yield of all genotype (High N)}}$$

8) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) นำข้อมูลมาเปรียบเทียบ หาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

การบันทึกข้อมูล

1) ผลวิเคราะห์ดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

2) การปฏิบัติในแปลงทดลอง ได้แก่ วันปลูก วันใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 วันใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 วันที่ให้น้ำ ปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้ง

3) การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด ได้แก่ วันงอก วันออกดอกตัวผู้ (จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงวันที่จำนวนต้นในแปลงมากกว่า 50% โปรยละอองเกสร) วันออกไหม (จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงวันที่จำนวนต้นในแปลงมากกว่า 50% มีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมา) ความสูง จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่า 50%ของฝัก จำนวนฝักเน่าเสีย (นับจำนวนฝักที่มีโรค/แมลงเข้าทำลาย) น้ำหนักฝัก ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด) ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ น้ำหนักต้นใบสดในพื้นที่เก็บเกี่ยว

4) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูก

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์และแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นอายุเก็บเกี่ยวสั้นชุดที่ 1 (ฤดูปลูกปี 2559 2560 และ 2562)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2559

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.68 ซึ่งจัดเป็นดินด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 1.40 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่าต่ำกว่าค่าวิกฤตสำหรับข้าวโพด และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 1)

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 8.20 ซึ่งจัดเป็นดินด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 2.05 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับสูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่าต่ำกว่าค่าวิกฤตสำหรับข้าวโพด และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Table 2)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2560

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.90 ซึ่งจัดเป็นดินกรดเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 1.98 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 1)

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.73 ซึ่งจัดเป็นดินด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 1.94 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 2)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2562

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.89 ซึ่งจัดเป็นด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 1.75 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 1)

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.89 ซึ่งจัดเป็นดินด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 1.50 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ (Table 2)

แปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ฤดูปลูกปี 2559 ดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 8 สิงหาคม 2559 และเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 16 พฤศจิกายน 2559 ฤดูปลูกปี 2560 ปลูกข้าวโพดในวันที่ 12 มิถุนายน 2560 และเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 19 กันยายน 2560 และฤดูปลูกปี 2562 ปลูกข้าวโพดในวันที่ 31 พฤษภาคม 2562 และเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 5 กันยายน 2562

ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

จากการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ โดยในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตแตกต่างจากที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งให้ผลผลิตเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยในฤดูปลูกปี 2559 2560 และ 2562 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 101 90 และ 14 ตามลำดับ พิจารณาในด้านพันธุ์พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 (NSX052014) ให้ผลผลิตค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์ดีเด่นพันธุ์อื่นทุกพันธุ์ รวมถึงพันธุ์นครสวรรค์ 3 แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ CP888 New โดยในปี 2559 2560 และ 2562 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 759 1,027 และ 1,108 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ NSX11101 NSX111021 และ NSX111044 ให้ผลผลิตใกล้กันเคียง และไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 3)

พิจารณาวันออกดอก ในปี 2559 และ 2560 พบว่าในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกไหมและออกดอกตัวผู้ช้ากว่าที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และมีช่วงห่างของการออกไหม และออกดอกตัวผู้นานกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ กิตติ และ ชูศักดิ์ (2554) ที่พบว่าในสภาพไนโตรเจนต่ำ ข้าวโพดข้าวเหนียวมีการออกดอกตัวผู้และออกไหมช้ากว่าสภาพไนโตรเจนสูง ในด้านพันธุ์พบว่า NSX111011 มีวันออกไหม และออกดอกตัวผู้เร็วกว่าทุกพันธุ์ โดยมีวันออกไหม และออกดอกตัวผู้ 51 และ 50 วัน ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ดีเด่นพันธุ์อื่นๆ มีวันออกไหมและออกดอกตัวผู้ 52 และ 51 วันตามลำดับ (Table 4 and 5) ในปี 2562 พบว่าระดับปุ๋ยไนโตรเจน ให้วันออกไหม และออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิต โดยให้วันออกไหมและออกดอกตัวผู้ 52 และ 51 วัน ตามลำดับ ส่วนในด้านพันธุ์พบว่ามีวันวันออกไหม และออกดอกตัวผู้แตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์

นครสวรรค์ 5 NSX111011 NSX111044 มีวันวันออกไหม 51 วัน เท่ากัน ส่วน NSX111021 มีวันวันออกไหม 50 วัน ส่วนนครสวรรค์ 3 ออกไหมช้าที่สุด คือ 54 วัน (Table 6) ส่วนวันออกดอกตัวผู้พบว่าพันธุ์ดีเด่นทุกพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ CP888 New วันออกดอกตัวผู้อยู่ระหว่าง 50-51 วัน ส่วนนครสวรรค์ 3 ออกดอกตัวผู้ช้าที่สุด คือ 53 วัน (Table 15) ซึ่งข้อมูลวันออกไหมออกดอกตัวผู้ สามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจในการกำหนดวันปลูกข้าวโพดแต่ละพันธุ์ให้สัมพันธ์กับข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูปลูก เพื่อให้ข้าวโพดได้รับน้ำที่เพียงพอในการเจริญเติบโตในแต่ละระยะได้

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และ Low N index (LNI)

ข้าวโพดแต่ละพันธุ์จะมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับการให้ผลผลิตในสภาพที่ขาดไนโตรเจนและได้รับไนโตรเจนว่ามีผลผลิตแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน ซึ่งหากในฤดูปลูกนั้นข้าวโพดพันธุ์ไหนให้ผลผลิตในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงไม่แตกแต่งจากในสภาพที่ได้รับไนโตรเจนไม่มากนักค่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนก็จะมีค่าน้อย แต่ถ้าหากพันธุ์ไหนให้ผลผลิตในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนค่อนข้างสูงและแตกต่างจากในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนค่อนข้างมาก ค่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตก็จะมีค่ามากไปด้วย จากการทดลอง พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ นครสวรรค์ 5 และ NSX111021 มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิต (ANUE) มีประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตใกล้เคียงกันกับพันธุ์ CP888 New โดยมี ANUE เท่ากับ 31.1 31.8 และ 31.4 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ NSX111011 NSX111044 และ นครสวรรค์ 3 ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิต เท่ากับ 21.0 24.3 และ 28.0 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ (Table 7) พันธุ์ NSX111011 มีค่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนค่อนข้างน้อยกว่าพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากในใสภาพแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตแตกต่างจากในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมามากนัก (ลดลงในอัตราที่ต่ำ)

วิเคราะห์ Low N index (LNI) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม โดยค่า (LNI) ที่เข้าใกล้ 1 หมายถึงการให้ผลผลิตในสภาพที่ใส่ไนโตรเจนอัตราต่ำมีค่าใกล้เคียงกับสภาพที่ใส่ไนโตรเจนอัตราสูง จากการศึกษาพบว่า NSX111011 มีค่า LNI ค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์อื่น (0.52) สำหรับพันธุ์ NSX111021 พบว่ามีค่า LNI ค่อนข้างต่ำกว่าทุกพันธุ์ (0.39) ส่วนพันธุ์ นครสวรรค์ 5 NSX111044 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New และ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.44 0.46 0.42 และ 0.42 ตามลำดับ (Table 7)

จากการทดลองจะเห็นว่าพันธุ์ที่มีค่า ANUE สูง จะให้ผลผลิตดีในสภาพเจนที่พอเพียง เมื่อนำมาปลูกในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราลดลงของผลผลิตจะสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ แต่ทั้งนี้ก็ไม่ได้หมายความว่าพันธุ์นี้จะให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์อื่น และพบว่าพันธุ์ที่มี ANUE ต่ำ จะมีค่า LNI สูง ในการทดลองนี้คือพันธุ์ NSX111011 แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่มักไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน แต่เมื่อนำไปลูกในสภาพไนโตรเจนต่ำผลผลิตจะลดลงไม่มากนักจากที่ปลูกในสภาพที่มีไนโตรเจนพอเพียง

แปลงเกษตรกร

ฤดูปลูกปี 2559 ดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 26 กรกฎาคม 2559 และเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 31 ตุลาคม 2559 ฤดูปลูกปี 2560 ปลูกข้าวโพดในวันที่ 19 พฤษภาคม 2560 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 25สิงหาคม 2560 และฤดูปลูกปี 2562 ปลูกข้าวโพดในวันที่ 29 พฤษภาคม 2562 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 3 กันยายน 2562

ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

จากการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตแตกต่างจากที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ โดยในฤดูปลูกปี 2559 และ 2560 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 14 และ 26 ตามลำดับ พิจารณาในด้านพันธุ์พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 (NSX052014) ให้ผลผลิตค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์ดีเด่นพันธุ์อื่นทุกพันธุ์ รวมถึงพันธุ์นครสวรรค์ 3 แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ CP888 New โดยในปี 2559 และ 2560 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 888 และ 1,052 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ NSX11101 NSX111021 และ NSX111044 ให้ผลผลิตใกล้กันเคียง และไม่แตกต่างจากพันธุ์นครสวรรค์ 3 (Table 8) ส่วนในปี 2562 พบว่าข้าวโพดให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากหลังปลูกข้าวโพดในช่วงที่ข้าวโพดออกดอก เกิดภาวะฝนทิ้งช่วง และอุณหภูมิของสภาพอากาศค่อนข้างสูง (Figure 1) อีกทั้งไม่มีการให้น้ำเสริม ทำให้ส่งผลกระทบทำให้ผลผลผลิตลดลงได้สอดคล้องกับการรายงานของ Aron (1974) ที่รายงานว่าหากข้าวโพดขาดน้ำในช่วงตั้งแต่ออกดอกตัวผู้จนกระทั่งสร้างเมล็ด จะทำให้ผลผลิตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Grudloyma *et al.* (2005) และพิเชษฐ์ และคณะ (2550) รายงานว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมหากขาดน้ำในช่วงออกดอก ผลผลิตจะลดลง 44-53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตเพียง 472 และ 508 กิโลกรัม ตามลำดับ (เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 8) ในด้านพันธุ์พบว่าข้าวโพดพันธุ์ดีเด่นทุกพันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 แต่ไม่แตกต่างจาก CP888 New (Table 8)

ลักษณะทางการเกษตร ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อวันออกดอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในฤดูปี 2559 พบว่าในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกไหมและออกดอกตัวผู้ช้ากว่าที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในด้านพันธุ์พบว่า NSX111011 มีวันออกไหม และออกดอกตัวผู้เร็วกว่าทุกพันธุ์ (Table 9) ในปี 2560 พบว่าระดับปุ๋ยไนโตรเจน ให้วันออกไหม และออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทาง ส่วนในด้านพันธุ์พบว่ามีวันวันออกไหม และออกดอกตัวผู้แตกต่างกันทางสถิติ โดย NSX111011 ออกไหมเร็วกว่าทุกพันธุ์ (52 วัน) และนครสวรรค์ 5 ออกดอกตัวผู้เร็วกว่าทุกพันธุ์ (51 วัน) แต่ไม่แตกต่างจาก NSX111011 และ NSX111021 ที่ออกดอกตัวผู้ 52 วัน (Table 10) ในฤดูปลูกปี 2562 เนื่องจากประสบปัญหาฝนทิ้งช่วง และสภาวะแล้ง ทำให้ข้าวโพดออกไหมและออกดอกตัวผู้ค่อนข้างล่าช้า โดยมีวันออกไหมและออกดอกตัวผู้ 55-56 และ 54 วัน ตามลำดับ (Table 11)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และ Low N index (LNI)

จากการทดลอง พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ NSX111044 มีประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตสูงกว่าทุกพันธุ์ (19.5 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่) ส่วน นครสวรรค์ 5 NSX111011 NSX151021 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มี ANUE เท่ากับ 10.9 7.9 10.1 9.2 และ 17.5 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ตามลำดับ

วิเคราะห์ Low N index (LNI) พบว่า NSX111044 มีค่า LNI ค่อนข้างต่ำกว่าพันธุ์อื่น (0.63) ส่วนพันธุ์นครสวรรค์ 5 NSX111011 NSX151021 นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีค่า LNI เท่ากับ 0.73 0.76 0.72 0.74 และ 0.67 ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าพันธุ์ NSX111011 ถึงแม้จะมีค่า LNI ไม่แตกต่างจากพันธุ์อื่นมากนัก แต่ก็ค่อนข้างสูงกว่า เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองในแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ (Table 12)

ผลการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นอายุเก็บเกี่ยวสั้นชุดที่ 2 (ฤดูปลูกปี 2561)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2561

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.87 ซึ่งจัดเป็นด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 2.02 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับสูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 121 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Table 1)

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.92 ซึ่งจัดเป็นดินด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 2.04 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับสูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 130 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Table 2)

แปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 11 มิถุนายน 2561 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 19 กันยายน 2561

ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

จากการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของทั้งระดับปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ โดยพบว่าโดยในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (964 และ 1,147 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นร้อยละ 19 ในด้านพันธุ์พบว่า นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตสูงกว่าทุกพันธุ์ (1,220 กิโลกรัมต่อไร่) ไม่แตกต่างจากพันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิต 1,127 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 13)

ลักษณะทางการเกษตร พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ ต่อวันออกดอกของข้าวโพด และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระดับปุ๋ยไนโตรเจน โดยการใส่ และไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกดอกตัวเมีย และดอกตัวผู้อยู่ระหว่าง 51-52 และ 53-54 วัน ตามลำดับ ในด้านพันธุ์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ NSX111014 ออกดอกตัวเมีย และดอกตัวผู้เร็วกว่าทุกพันธุ์ (Table 14)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และ Low N index (LNI)

จากการทดลอง พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการสร้างผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ NSX111014 มีประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตสูงกว่าทุกพันธุ์ (22.3 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่) ส่วน นครสวรรค์ 5 NSX111012 NSX151053 พันธุ์นครสวรรค์ 3 CP888 New มี ANUE เท่ากับ 9.3 7.7 7.3 8.9 และ 17.7 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ ตามลำดับ (Table 15)

วิเคราะห์ Low N index (LNI) พบว่า NSX111014 มีค่า LNI ค่อนข้างต่ำกว่าพันธุ์อื่น (0.60) ส่วนพันธุ์ นครสวรรค์ 5 NSX111012 NSX151053 นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีค่า LNI เท่ากับ 0.75 0.74 0.76 0.74 และ 0.66 ตามลำดับ (Table 15)

แปลงเกษตรกร

ดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2561 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 1 กันยายน 2561

ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ต่อผลผลิตของข้าวโพดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ โดยในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (961 และ 847 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 13 ในด้านพันธุ์พบว่านครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิต สูงกว่าพันธุ์ดีเด่นพันธุ์อื่นๆ

(975 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เปรียบเทียบนครสวรรค์ 3 CP888 New ที่ให้ผลผลิตสูงสุด 893 และ 1,047 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 13)

ทางด้านลักษณะทางการเกษตร ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ต่อวันออกไหมและดอกตัวผู้ พบว่าระดับปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกดอกตัวเมียและดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในด้านพันธุ์ พบว่าโดยข้าวโพดพันธุ์ NSX111014 ออกไหม และดอกตัวผู้เร็วที่สุด (Table 16)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

จากการทดลอง พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX111014 มีประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตสูงกว่าทุกพันธุ์ (14.3 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ส่วน นครสวรรค์ 5 NSX111012 NSX151053 พันธุ์นครสวรรค์ 3 CP888 New มี ANUE เท่ากับ 0.9 7.9 4.4 8.0 และ 9.8 กิโลกรัมผลผลิต ต่อ 1 กิโลกรัม N ที่ได้จากปุ๋ย ตามลำดับ (Table 17)

วิเคราะห์ Low N index (LNI) พบว่า NSX111053 มีค่า LNI ค่อนข้างต่ำกว่าพันธุ์อื่น (0.68) ส่วนพันธุ์ นครสวรรค์ 5 NSX111012 NSX151014 มีค่า LNI เท่ากับ 0.87 0.76 และ 0.82 ส่วนพันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีค่า LNI เท่ากัน คือ 0.77 (Table 17)

ผลการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นอายุเก็บเกี่ยวสั้นชุดที่ 3

ผลวิเคราะห์ดินฤดูปลูกปี 2563

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.02 ซึ่งจัดเป็นกลาง มีอินทรียวัตถุ 1.58 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 132 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Table 1)

ผลวิเคราะห์ดินฤดูปลูกปี 2564

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.85 ซึ่งจัดเป็นด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 1.66 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 121 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Table 1)

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในแปลงเกษตรกร ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.36 ซึ่งจัดเป็นดินด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 2.00 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 107 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 2)

แปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ฤดูปลูกปี 2563 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 15 กรกฎาคม 2563 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 26 ตุลาคม 2563 ในฤดูปลูกปี 2564 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 24 พฤษภาคม 2564 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 30 สิงหาคม 2564

ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

จากการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูปลูกปี 2563 ข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน

ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (1,039 และ 1,139 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ส่วนในปี 2564 พบว่าข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร้อยละ 30 โดยให้ผลผลิต 1,054 และ 808 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในด้านพันธุ์พบว่า NSX151009 NSX151017 และ NSX151034 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ CP888 New ทั้ง 2 ฤดูปลูก อีกทั้งยังให้ผลผลิตสูงกว่านครสวรรค์ 3 ส่วนพันธุ์ NSX151008 ให้ผลผลิตน้อยกว่าพันธุ์ดีเด่นพันธุ์อื่น แต่ไม่แตกต่างจากนครสวรรค์ 3 และจากการทดลองพบว่า NSX151009 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างดีกว่าพันธุ์ดีเด่นพันธุ์อื่น ๆ ในสภาพที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะดิน (Table 18)

ลักษณะทางการเกษตร

ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ต่อวันออกดอกของข้าวโพด ในฤดูปลูก 2563 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของทั้งระดับปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์ โดยสภาพแปลงที่ไม่ใส่และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกไหม และดอกตัวผู้อยู่ระหว่าง 55-56 และ 55 วัน ตามลำดับ ในด้านพันธุ์พบว่าข้าวโพดแต่ละพันธุ์มีวันออกไหม และดอกตัวผู้อยู่ระหว่าง 55-56 และ 54-56 วัน ตามลำดับ (Table 19) ในฤดูปลูก 2564 พบความแตกต่างทางสถิติของทั้งระดับปุ๋ยไนโตรเจน และพันธุ์ โดยสภาพแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกไหมช้ากว่าที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (56 และ 54 วัน ตามลำดับ) ในด้านพันธุ์พบว่า NSX151034 มีวันออกไหมเร็วที่สุด คือ 52 วัน สำหรับวันออกดอกตัวผู้ พบว่าข้าวโพดที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีวันออกดอกตัวผู้ไม่แตกต่างจากที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (53 และ 52 วัน ตามลำดับ) ในด้านพันธุ์พบว่า NSX151034 มีวันออกไหมเร็วที่สุด คือ 51 วัน (Table 20)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และ Low N index (LNI)

จากการทดลอง พบว่าพันธุ์ NSX151009 มีประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตสูงกว่าทุกพันธุ์ คือ 31.8 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ ส่วน NSX151008 NSX151017 NSX151034 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มี ANUE เท่ากับ 12.6 12.7 16.2 12.1 และ 18.0 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ ตามลำดับ (Table 21)

วิเคราะห์ Low N index (LNI) พบว่า NSX151009 มีค่า LNI ค่อนข้างต่ำกว่าพันธุ์อื่น (0.68) NSX151008 NSX151017 NSX151034 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีค่า LNI เท่ากับ 0.80 0.81 0.78 0.81 และ 0.77 ตามลำดับ (Table 21)

แปลงเกษตรกร

ในฤดูปลูกปี 2564 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในวันที่ 16 มิถุนายน 2564 และเก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 22 กันยายน 2564

ผลผลิต และลักษณะทางการเกษตร

จากการทดลองไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนกับพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูปลูกปี 2564 ข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (818 และ 895 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ในด้านพันธุ์พบว่าข้าวโพดพันธุ์ NSX151009 และ NSX151034 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New โดยให้ผลผลิต 887 874 840 และ 940 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วน NSX151008 และ NSX151017 ให้ผลผลิตไม่ต่างจาก NSX151009 และ NSX151034 นครสวรรค์ 3 แต่ต่ำกว่า CP888 New (Table 22)

ทางด้านลักษณะทางการเกษตร ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจนและพันธุ์ต่อวันออกไหมและดอกตัวผู้ พบว่าระดับปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวโพดออกดอกตัวเมียและดอกตัวผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในด้านพันธุ์ พบว่าข้าวโพดพันธุ์ NSX151034 ออกไหม และดอกตัวผู้เร็วที่สุด (Table 23)

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และ Low N index (LNI)

จากการทดลอง พบว่าพันธุ์ NSX151008 NSX151009 และ NSX151034 มีประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตใกล้เคียงกัน คือ 12.9 13.6 และ 15.4 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ ส่วน NSX151017 พันธุ์นครสวรรค์ 3 CP888 New มี ประสิทธิภาพการสร้างผลผลิตเท่ากับ -1.7 -0.2 และ 6.8 กิโลกรัมผลผลิต/กิโลกรัม N จากปุ๋ยที่ใส่ ตามลำดับ (Table 24)

วิเคราะห์ Low N index (LNI) พบว่า NSX151017 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีค่า LNI ค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์อื่น คือ 0.94 และ 0.92 ตามลำดับ ส่วน NSX151008 NSX151009 NSX151034 และ CP888 New มีค่า LNI ใกล้เคียงกัน 0.83 0.81 0.78 0.79 และ 0.87 ตามลำดับ (Table 24)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่ปลูกในดินร่วน ร่วนเหนียว ที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ในสภาพแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ในแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และแปลงเกษตรกร สรุปได้ดังนี้

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพด

1. การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 68 แปลงเกษตรกรให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 16

2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,220 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,197 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ NSX111021 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดคือ 568 กิโลกรัมต่อไร่

3. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในแปลงเกษตรกร พบว่าพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,067 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือพันธุ์ นครสวรรค์ 5 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,052 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดคือ 421 กิโลกรัมต่อไร่

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิต

1. ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่าพันธุ์ NSX151009 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงที่สุด คือ 31.8 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม และพันธุ์ NSX111012 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตน้อยที่สุด คือ 7.7 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

2. ในแปลงเกษตรกร พันธุ์ NSX111044 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงที่สุด คือ 19.5 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม และพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตน้อยที่สุด คือ -1.7 กิโลกรัมผลผลิตต่อไนโตรเจน 1 กิโลกรัม

จากการทดลองพบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในแปลงเกษตรกรให้ผลผลิต และมีประสิทธิภาพในการใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตต่ำกว่าที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ทั้งนี้เนื่องจากปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริมในภาวะวิกฤตฝนทิ้งช่วง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีดำ จังหวัดนครสวรรค์ ไปใช้ในการประเมินพันธุ์ และให้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพพื้นที่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ทีมนักวิจัย พนักงานราชการ และคนงานทดลองทางการเกษตรจากกลุ่มปรับปรุงการผลิต ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการปฏิบัติงานแปลงทดลอง การเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างพืช รวมถึงการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ เกษตรกรเจ้าของแปลงจังหวัดนครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 122 หน้า.

กิตติ บุญเลิศนิรันดร์ และ ชูศักดิ์ จอมพุก. 2554. ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและความทนทานต่อสภาพไนโตรเจนต่ำในข้าวโพดข้าวเหนียว. แก่นเกษตร. 39 (3) : 231-240.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และ สมชาย บุญประดับ. 2550. การศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้งในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. รายงานผลงานวิจัยสิ้นสุด กรมวิชาการเกษตร ปีงบประมาณ 2550. 10 น.

Anon L. 1974. Mineral nutrition on maize. International Potash Institute. Werder AG, Switzerland, 452 P.

Banzinger, 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. IMMYT.

Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of Total Organic and Available forms of Phosphorus in Soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Chapman, D. D. 1965. Total Exchange Bases, pp. 902-904. ***In*** C. A. Black (ed.). Method of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No. 9. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Fageria, N.K.; V.C. Baligar; C.A. Jones. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. Marcel Dekker, Inc. New York. 624 P.

Fischer, K.S. ; E.C. Johnson; G.O. Edmeads. 1983. Breeding and selection for drought in tropical maize. Mexico, CIMMYT

Grudloyma, P., N. Kamlar and S. Prasitwatanaseri. 2005. Performance of Promising Tropical Late Yellow Maize Hybrids under Drought and Low Nitrogen Conditions. Pages 112-116. *In*: Maize Adaptation to Marginal Environments. March 6-9, 2005, Pak Chong Nakhon Ratchasima, Thailand.

Jackson, M. L. 1985. Soil Chemical Analysis. 214-221.

Peech, M. 1965. Hydrogen-ion Activity, pp. 914-925. ***In*** C. A. Black (ed.). Method of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties No. 9. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Table 1 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) prior to planting in 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 and 2021.

Parameters	0-20 cm. depth					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Soil pH (1:1)	7.68	6.90	7.87	7.89	7.02	7.85
Organic matter (%)	1.40	1.98	2.02	1.75	1.58	1.66
Available phosphorus (mg/kg)	5	9	12	8	28	10
Exchangeable potassium (mg/kg)	70	90	121	70	132	121

Table 2 Basic soil properties at Nakhon Sawan Farmer Field prior to planting in 2016, 2017, 2018, 2019, and 2021.

Parameters	0-20 cm. depth				
	2016	2017	2018	2019	2021
Soil pH (1:1)	8.20	7.73	7.92	7.89	7.36
Organic matter (%)	2.05	1.94	2.04	1.50	2.00
Available phosphorus (mg/kg)	4	8	4	3	4
Exchangeable potassium (mg/kg)	150	80	130	50	107

Table 3 Maize grain yield (kg rai^{-1}) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2016, 2017 and 2019 cropping season.

Varieties (b)	2016				2017				2019			
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)
	0-10-10	15-10-10			0-10-10	15-10-10			0-10-10	10-10-10		
NSX052014 (NS 5)	522	981	751 a	88	632	1,422	1,027 a	125	1,059	1,157	1,108 ab	9
NSX111011	499	888	693 ab	78	606	1,143	874 b	89	964	978	971 b	1
NSX111021	345	790	568 c	129	718	1,261	990 ab	76	868	1,163	1,016 b	34
NSX111044	488	884	686 ab	81	699	1,240	969 ab	77	991	1,094	1,042 ab	10
NS 3	353	900	626 bc	155	570	1,151	861 b	102	913	1,002	957 b	10
CP888 New	495	975	735 a	97	742	1,339	1,041 a	80	1068	1,293	1,180 a	21
Mean (a)	450 b	903 a		101	661 b	1,259 a		90	977 b	1,114 a	977 b	14
F-test a		**				**				*		
F-test b		**				*				*		
F-test axb		ns				ns				*		
CV (a) %		17.21				24.20				7.62		
CV (b) %		10.56				13.44				10.08		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 4 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2016 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5	
NSX052014 (NS 5)	52	52	52 b	51 a	51 b	51 b
NSX111011	53	50	51 c	51 a	50 a	50 c
NSX111021	54	51	53 bc	51 a	51 a	51 b
NSX111044	54	51	52 b	55 b	51b	51 b
NS 3	58	54	56 a	52 a	53 c	54 a
CP888 New	54	53	53 bc	52 b	51 b	51 b
Mean (a)	54 a	52 b	52 b	52 a	51 b	
F-test a	**			**		
F-test b	**			**		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	2.80			1.22		
CV (b) %	1.71			1.14		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 5 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2017 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-10	15-10-10		0-10-10	15-10-10	
NSX052014 (NS 5)	55	51	53 a	53	50	51 b
NSX111011	52	49	51 c	51	48	50 c
NSX111021	54	51	52 ab	52	50	51 ab
NSX111044	55	50	52 ab	53	49	51 ab
NS 3	56	52	54 a	54	51	52 a
CP888 New	55	52	53 a	53	51	52 b
Mean (a)	54 b	51 a		52 a	50 b	
F-test a	**			*		
F-test b	**			*		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	3.33			1.98		
CV (b) %	1.85			1.56		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 6 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2019 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean (b)	Days to tasseling		Mean (b)
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)			fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		
	0-10-10	10-10-10		0-10-10	10-10-10	
NSX052014 (NS 5)	51	52	51 b	49	51	50 b
NSX111011	51	51	51 b	50	50	50 b
NSX111021	53	52	52 b	51	50	51 b
NSX111044	51	51	51 b	50	50	50 b
NS 3	53	55	54 a	52	54	53 a
CP888 New	52	53	53 ab	51	51	51 b
Mean (a)	52	52		51	51	
F-test a	ns			ns		
F-test b	*			*		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	1.50			0.81		
CV (b) %	2.24			2.16		

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 7 Nitrogen use efficiency and low nitrogen index (LNI) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC).

Varieties	ANUE* (kg /kg N)	LNI*
NSX 052014 (NS 5)	31.1	0.44
NSX111011	21.0	0.52
NSX111021	31.8	0.39
NSX111044	24.3	0.46
NS 3	28.0	0.42
CP888 New	31.4	0.42

*Average 3 years (2016 2017and 2019)

Table 8 Maize grain yield (kg rai^{-1}) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field in 2016, 2017 and 2019 cropping season.

Varieties (b)	2016				2017				2019			
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)
	0-10-5	10-10-5			0-10-10	15-10-10			0-10-15	10-10-15		
NSX052014 (NS 5)	850	927	888 a	9	947	1,157	1,052 ab	22	420	476	448 ab	13
NSX111011	714	849	781 ab	19	990	1,023	1,007 ab	3	430	461	445 ab	7
NSX111021	743	827	785 ab	11	741	916	829 c	24	472	535	504 ab	13
NSX111044	662	790	726 b	19	689	1,082	886 bc	57	539	568	553 a	5
NS 3	808	870	839 a	8	794	975	884 bc	23	443	400	421 b	-10
CP888 New	783	926	854 a	18	912	1,223	1,067 a	34	528	608	568 a	15
Mean (a)	760 b	865 a		14	845 b	1,063 a		26	472	508		8
F-test a		**				**				ns		
F-test b		**				**				*		
F-test axb		ns				ns				ns		
CV (a) %		12.20				19.91				58.01		
CV (b) %		12.33				12.46				17.28		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 9 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field in 2016 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5	
NSX052014 (NS 5)	52 b	52 bc	52 b	51 bc	51 bc	51 cd
NSX111011	52 b	50 a	51 b	50 b	48 c	49 d
NSX111021	51 a	51 b	51 b	49 c	49 b	49 d
NSX111044	53 bc	51 b	52 b	51 bc	49 b	50 d
NS 3	54 bc	55 c	54 a	53 a	53 a	53 a
CP888 New	55 c	52 bc	53 a	55 a	50 bc	52 bc
Mean (a)	53 a	52 b		51	50	
F-test a	**			ns		
F-test b	**			**		
F-test axb	**			**		
CV (a) %	1.20			2.68		
CV (b) %	2.00			1.69		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 10 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field 2017 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-10	15-10-10		0-10-10	15-10-10	
NSX052014 (NS 5)	53	55	54 bc	51	51	51 b
NSX111011	52	52	52 d	52	53	52 ab
NSX111021	53	55	54 bc	52	53	52 ab
NSX111044	53	54	53 c	54	53	53 a
NS 3	55	56	55 a	54	54	54 a
CP888 New	54	54	54 b	52	52	52 ab
Mean (a)	53	54		52	53	
F-test a	ns			ns		
F-test b	**			**		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	2.68			1.86		
CV (b) %	1.69			1.93		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 11 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Nakhon Sawan Farmer Field in 2019 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-15	10-10-15		0-10-15	10-10-15	
NSX052014 (NS 5)	56	56	56	54	54	54
NSX111011	56	55	55	54	53	54
NSX111021	57	56	56	54	54	54
NSX111044	55	56	56	54	54	54
NS 3	56	56	56	54	54	54
CP888 New	56	56	56	54	54	54
Mean (a)	56	56		54	54	
F-test a	ns			ns		
F-test b	ns			ns		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	1.55			1.60		
CV (b) %	1.35			1.22		

ns = not significant,

Table 12 Nitrogen use efficiency and low nitrogen index (LNI) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field

Varieties	ANUE* (kg /kg N)	LNI*
NSX052014 (NS 5)	10.9	0.73
NSX111011	7.9	0.76
NSX111021	10.1	0.72
NSX111044	19.5	0.63
NS 3	9.2	0.74
CP888 New	17.5	0.67

* Average 2 year (2016 and 2017)

Table 13 Maize grain yield (kg rai^{-1}) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) and Nakhon Sawan Farmer Field in 2018 cropping season.

Varieties (b)	NSFCRC				Farmer Field			
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)
	0-10-10	15-10-10			0-10-10	15-10-10		
NSX052014 (NS 5)	1,150	1,290	1,220 a	12	969	982	975 ab	1
NSX111012	826	941	884 c	14	713	831	772 c	17
NSX111014	844	1,179	1,012 bc	40	859	925	892 bc	8
NSX111053	1,013	1,122	1,068 b	10	737	952	844 c	29
NS 3	955	1,089	1,022 b	14	833	954	893 bc	15
CP888 New	994	1,260	1,127 ab	27	974	1,121	1,047 a	15
Mean (a)	964 b	1,147 a		19	847 b	961 a	904	13
F-test a	*				*			
F-test b	*				**			
F-test axb	ns				ns			
CV (a) %	4.67				13.03			
CV (b) %	8.82				9.72			

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 14 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2018 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-10	15-10-10		0-10-10	15-10-10	
NSX052014 (NS 5)	53	53	53 cd	51	51	51 bcd
NSX111012	55	53	54 ab	53	51	52 b
NSX111014	52	52	52 d	50	50	50 d
NSX111053	53	53	53 d	51	51	51 cd
NS 3	55	54	55 a	55	54	54 a
CP888 New	54	53	54 bc	52	52	52 bc
Mean (a)	54	53		52	51	
F-test a	ns			ns		
F-test b	**			**		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	2.52			2.91		
CV (b) %	1.36			1.45		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 15 Nitrogen use efficiency and low nitrogen index (LNI) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) (2018)

Varieties	ANUE (kg /kg N)	LNI
NSX052014 (NS 5)	9.3	0.75
NSX111012	7.7	0.74
NSX111014	22.3	0.60
NSX111053	7.8	0.76
NS 3	8.9	0.74
CP888 New	17.7	0.66

Table 16 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field in 2018 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Days to tasseling fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)
	0-10-10	15-10-10		0-10-10	15-10-10	
NSX052014 (NS 5)	51	53	52 bc	50	51	50 bc
NSX111012	52	53	53 ab	50	51	51 b
NSX111014	51	51	51 c	49	50	49 c
NSX111053	53	53	53 ab	50	50	50 bc
NS 3	54	55	54 a	53	53	53 a
CP888 New	53	52	52 bc	50	50	50 bc
Mean (a)	52	53		50	51	
F-test a	ns			ns		
F-test b	**			**		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	1.93			1.23		
CV (b) %	2.47			2.05		

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 17 Nitrogen use efficiency and low nitrogen index (LNI) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field (2018)

Varieties	ANUE (kg /kg N)	LNI
NSX052014 (NS 5)	0.9	0.87
NSX111012	7.9	0.76
NSX111014	4.4	0.82
NSX111053	14.3	0.68
NS 3	8.1	0.77
CP888 New	9.8	0.77

Table 18 Maize grain yield (kg rai^{-1}) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2020 and 2021 cropping season.

Varieties (b)	2020				2021			
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Yield increase (%)
	0-2.5-5	10-2.5-5			0-10-5	10-10-5		
NSX151008	969	995	982 c	3	765	991	878 bc	30
NSX151009	1,004	1,203	1,140 ab	20	791	1,227	1,009 a	55
NSX151017	1,086	1,167	1,126 ab	7	870	1,043	956 ab	20
NSX151034	1,072	1,122	1,097ab	5	799	1,073	936 ab	34
NS 3	964	1,094	1,029 bc	13	758	870	814 c	15
CP888 New	1,142	1,252	1,197 a	10	868	1,119	993 a	29
Mean (a)	1,039	1,139		10	808 b	1,054 a		30
F-test a	ns				*			
F-test b	*				*			
F-test axb	ns				ns			
CV (a) %	11.04				10.50			
CV (b) %	8.68				10.64			

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 19 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2020 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean (b)	Days to tasseling		Mean (b)
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)			fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		
	0-2.5-10	10-2.5-10		0-2.5-10	10-2.5-10	
NSX151008	55	55	55	54	54	54
NSX151009	57	55	56	56	55	55
NSX151017	56	55	55	56	54	55
NSX151034	55	56	55	54	55	54
NS 3	56	56	56	56	56	56
CP888 New	56	56	56	55	56	55
Mean (a)	56	55		55	55	
F-test a	ns			*		
F-test b	ns			*		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	2.01			2.60		
CV (b) %	2.35			1.94		

ns = not significant, * = significant different at 5% level, ** = significant different at 1% level

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 20 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2021 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking		Mean	Days to tasseling		Mean
	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)	fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		(b)
	0-10-5	10-10-5		0-10-5	10-10-5	
NSX151008	55	52	54 cd	53	51	52 bc
NSX151009	57	54	55 b	53	52	52 bc
NSX151017	55	54	54 bc	53	53	53 b
NSX151034	54	51	52 d	51	51	51 c
NS 3	59	57	58 a	56	56	56 a
CP888 New	56	54	55 bc	54	52	53 b
Mean (a)	56 a	54 b		53	52	
F-test a	ns			ns		
F-test b	*			*		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	3.26			2.06		
CV (b) %	2.66			2.35		

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 21 Nitrogen use efficiency and low nitrogen index (LNI) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC)

Varieties (b)	ANUE* (kg /kg N)	LNI*
NSX 151008	12.6	0.80
NSX 151009	31.8	0.68
NSX 151017	12.7	0.81
NSX 151034	16.2	0.78
NS 3	12.1	0.81
CP888 New	18.0	0.77

* Average 2 year (2020 and 2021)

Table 22 Maize grain yield (kg rai^{-1}) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field in 2021 cropping season.

Varieties (b)	Nitrogen fertilizer application rates (a)		Mean (b)	Yield increase (%)
	0– 10 – 10 (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)	10 – 10 – 10 (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		
NSX 151008	736	865	801 b	18
NSX 151009	819	955	887 ab	17
NSX 151017	807	790	798 b	-2
NSX 151034	797	951	874 ab	19
NS 3	841	839	840 ab	0
CP888 New	906	974	940 a	8
Mean (a)	818	895		9

CV (a) % = 38.76 CV (b) % = 10.65 F-test : nitrogen fertilizer rate (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 23 Days to silking and days to tasseling of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field in 2021 cropping season.

Varieties (b)	Days to silking fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)	Days to tasseling fertilizer application rates (a) (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)		Mean (b)
	0-10-10	10-10-10		0-10-10	10-10-10	
NSX151008	56	55	55 b	54	54	54 bc
NSX151009	56	55	56 b	54	54	54 b
NSX151017	56	56	56 b	54	54	54 b
NSX151034	54	54	54 c	52	52	52 d
NS 3	57	57	57 a	55	56	55 a
CP888 New	55	55	55 b	53	53	53 c
Mean (a)	56	55		54	54	
F-test a	ns			ns		
F-test b	*			*		
F-test axb	ns			ns		
CV (a) %	3.97			2.96		
CV (b) %	1.55			1.40		

Means follow by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 24 Nitrogen use efficiency and low nitrogen index (LNI) of maize under different nitrogen fertilizer application rates and varieties at Nakhon Sawan Farmer Field (2021)

Varieties	ANUE (kg /kg N)	LNI
NSX 151008	12.9	0.83
NSX 151009	13.6	0.81
NSX 151017	-1.7	0.94
NSX 151034	15.4	0.79
NS 3	-0.2	0.92
CP888 New	6.8	0.87

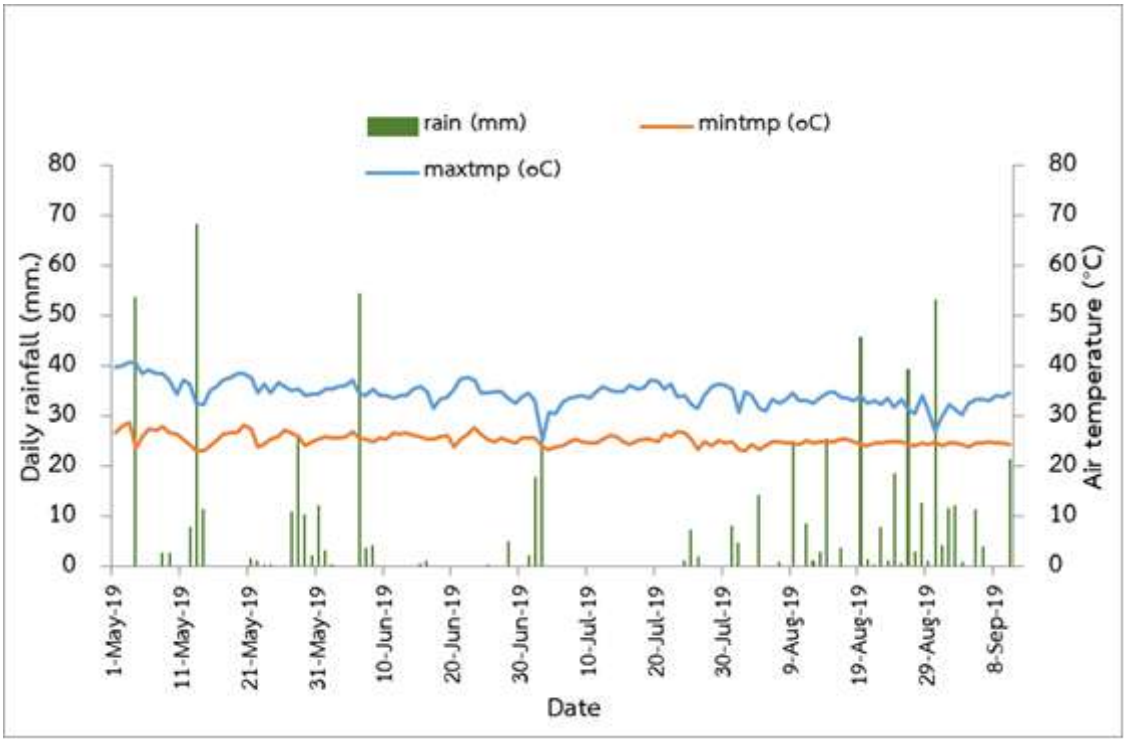


Figure 1 Daily rainfall and air temperature (°C) at Takfa Meteorological station during crop production in 2019.

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น

Study on Water Use Efficiency of Hybrid Maize (Early Maturity)

การิตา จงเจือกลาง[1/] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[2/] สมนึก คงเทียน[1/] อภิชาติ สุพรรณรัตน์[1/]
Karita Chongchuaklang[1/] Suphakarn Luanmanee[2/] Somnuek Kongtien[1/]
Apichat Supannarut [1/]

Abstract

Study on water use efficiency of hybrid maize (early maturity). To use as information for breed improvement. The study was conducted during 2016 to 2021 at Nakhon Sawan field Crops Research Center. The experimental was statistical designed in split plot with 4 replicates which main plots was water management consisted of 1) rainfed 2) 50% Crop Evapotranspiration (50% ETc) 3) 100% Crop Evapotranspiration (100% ETc). Sub plots comprised of promising hybrids maize varieties. In 2016/2017 and 2019 using NS 5 (NSX052014) and NSX111021. In 2018, using NS 5 (NSX052014) and NSX111014. In 2021 using NSX151009 and NSX151034 by using NS3 and CP888 new as a check. The results showed that was no interaction of the water irrigation levels and hybrids varieties on growth and maize production, maize yield significantly increase with irrigated 50% and 100% ETc. The water irrigated 50% and 100% ETc. has the corn yield increased by 7.8-37.0 percent when compared to the cultivation by rainfed. Nakhon Sawan 5 had the highest average yield of 1,330 kg rai^{-1}, NSX111021 had an average yield of 1,315 kg rai^{-1}, while CP888 New, NSX111014, NSX151009 and NSX151034 had average yield of 1,251, 1,089, 1,083 910 and 845 kg rai^{-1}, respectively. For water efficiency of maize it was found that Nakhon Sawan 5 had the highest average water use efficiency of 2.35 kg per 1 mm of water, followed by CP888 New, which had an average water use efficiency of 2.30 kg/ 1 mm. of water, while NSX111014 cultivar Nakhon Sawan 3 cultivar NSX111021. NSX151009 and NSX151034 had average water efficiency of 2.28 2.00 2.28 1.98 1.92 and 1.78 kg per 1 mm of water, respectively.

Keywords: Hybrid Maize, irrigation, maize water requirement.

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-03-00-02-59

[1] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2] /กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร [2/] Agricultural Production SciencesResearch and Development Office

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการปรับปรุงพันธุ์ ดำเนินการทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสรรค์ ตั้งแต่ปี 2559-2564 โดยวางแผนการการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำปัจจัยหลักเป็นอัตราการให้น้ำ 3 ระดับ ได้แก่ 1) อาศัยน้ำฝน (ไม่ให้น้ำ) 2) ให้น้ำ50% ตามความต้องการน้ำของข้าวโพด 3) ให้น้ำ 100% ตามความต้องการน้ำของข้าวโพด ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นพันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร 2 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ คือนครสวรรค์ 3 และ CP888 New โดยในปี 2559-2560 และปี 2562 ใช้พันธุ์ดีเด่นนครสวรรค์ 5 (NSX052014) และ NSX111021 ในปี 2561 ใช้พันธุ์นครสวรรค์ 5 (NSX052014) และ NSX111014 และในปี 2564 NSX151009 NSX151034 ผลการทดลองพบว่าการให้น้ำในแต่ละอัตรา และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแต่ละพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด การให้น้ำ 50% และ 100% ตามความต้องการน้ำของข้าวโพด ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญ การให้น้ำเสริมแก่ข้าวโพดในอัตรา 50-100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.8-37.0 เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน โดยพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 1,330 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ NSX111021 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,315 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ CP888 New พันธุ์นครสวรรค์ 3 พันธุ์ NSX111014 NSX151009 และ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,251 1,089 1,083 910 และ 845 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.35 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่พันธุ์ CP888 New ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.30 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ส่วนพันธุ์ NSX111014 พันธุ์นครสวรรค์ 3 พันธุ์ NSX111021 NSX151009 และ NSX151034 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.28 2.00 2.28 1.98 1.92 และ 1.78 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: พันธุ์ข้าวโพดลูกผสม การให้น้ำ ความต้องการน้ำของข้าวโพด

คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของไทยส่วนใหญ่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน มักประสบปัญหาฝนไม่ตกตามฤดูกาล ฝนทิ้งช่วงในช่วงฤดูปลูกอยู่เสมอ จากสภาพดังกล่าวก็จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลง สำหรับข้าวโพดนั้นช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะมีความต้องการน้ำในปริมาณที่น้อย และต้องการน้ำเพิ่มขึ้นตามอายุ และถึงจุดสูงสุดในช่วงระยะกลางฤดูปลูก ซึ่งเป็นระยะออกดอกและระยะน้ำนม พอหลังจากระยะนี้ปริมาณความต้องการใช้น้ำจะลดลง (Doorenbos and Pruitt, 1977) ข้าวโพดเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้น้ำเพื่อสร้างชีวมวลและผลผลิตโดยต้องการน้ำตลอดฤดูปลูกประมาณ 500-600 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะมีผลต่อการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ข้าวโพดตอบสนองต่อการขาดน้ำในแต่ละระยะแตกต่างกัน จากการศึกษาของ Claassen and Show (1970) พบว่า การขาดน้ำในช่วงออกไหมและสร้างเมล็ด ผลผลิตลดลงถึง 53 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Harder *et al.* (1982) ได้รายงานว่าการขาดน้ำอย่างรุนแรงและยาวนานในช่วง 2 สัปดาห์หลังออกไหม ผลผลิตข้าวโพดลดลงถึง 33 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเมล็ดลดลง 20 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นจากสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไป จำเป็นต้องมีพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ทนทานต่อความแห้งแล้ง หรือมีประสิทธิภาพสูงในการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต ทั้งนี้

กรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้ง ผลผลิตสูง และได้มีการรับรองพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาว (110-120 วัน) และอายุเก็บเกี่ยวสั้น (95-100 วัน) ตั้งแต่ปี 2542 – 2562 จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์นครสวรรค์ 72 นครสวรรค์ 2 นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 4 และนครสวรรค์ 5 ปัจจุบันอยู่ระหว่างปรับปรุงพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดทั้งอายุเก็บเกี่ยวยาวและเก็บเกี่ยวสั้นเพื่อให้มีความทนแล้งอีกหลายพันธุ์ เนื่องจากข้าวโพดแต่ละพันธุ์มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตแตกต่างกันไป โดยประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดแต่ละพันธุ์นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพภูมิอากาศ ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพด ลักษณะทางพันธุกรรม สมบัติของดิน และวิธีการเขตกรรม เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินศักยภาพของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง และเป็นแนวทางในการจัดการน้ำของข้าวโพดในแต่ละพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมที่ ได้แก่ NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111021 NSX111014 NSX151009 NSX151034 นครสวรรค์ 3 และพันธุ์การค้า CP888 New
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
3. ระบบน้ำหยด ประกอบด้วย เทปน้ำหยด หัวน้ำหยด ท่อพีวีซี

วิธีการดำเนินงาน

แผนการทดลอง

7.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลักเป็นอัตราการให้น้ำ 3 ระดับ ได้แก่

1. ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน
2. ให้น้ำเสริม 50% ของความต้องการน้ำของข้าวโพด
3. ให้น้ำเสริม 100% ของความต้องการน้ำของข้าวโพด

ปัจจัยรองเป็นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสม 4 พันธุ์

ปี 2559 และ ปี2560 ใช้ชุดพันธุ์ที่ 1 ประกอบด้วย NSX052014 (นครสวรรค์ 5) พันธุ์ NSX111021 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New

ปี 2561 และ ปี2562 ใช้ชุดพันธุ์ที่ 2 ประกอบด้วย NSX052014 (นครสวรรค์ 5) พันธุ์ NSX111014 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New

ปี 2564 ใช้ชุดพันธุ์ที่ 3 ประกอบด้วย NSX151009 พันธุ์ NSX151034 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และ CP888 New

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. คัดเลือกพื้นที่ที่จะดำเนินการทดลอง ในกลุ่มดินร่วนเหนียว-เหนียวสีดำ เมื่อคัดเลือกพื้นที่ทำการทดลองได้แล้วจึงขุดเจาะหลุมขนาด 1.5 x 1.5 x 1.5 เมตร เพื่อศึกษาลักษณะหน้าตัดดิน พร้อมเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้นหน้าตัดดินมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน เนื้อดิน และอัตราการแทรกซึมน้ำ (Infiltration rate)

2. เก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับ 0-20 และ 20-50 ซม. นำ มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช (pH) วัดโดย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965). อินทรียวัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธีการของ

Walkley and Black (1934) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และวัดการเกิดสีตามวิธี molybdenum blue โดยใช้ spectrophotometer โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 (Schollenberger and Simon, 1945) และวัดด้วยเครื่อง atomic spectrophotometer วิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี โดยการสกัดด้วยวิธี DPTA (Lindsay and Norvell, 1978) และวัดด้วยเครื่อง atomic spectrophotometer รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศในพื้นที่ทำการทดลองอย่างน้อย 30 ปีย้อนหลัง เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์

คำนวณการให้น้ำ โดยพิจารณาจากสมดุลของน้ำ (water balance) ทุก 7 วัน เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้กับพืช ตามสมการ

$$ETc = Kc \times ETo$$

ส่วนค่า ETo คำนวณตามวิธีของ Blaney and Criddle (FAO, 1986) โดยที่

$$ETo = [p(0.46\ T_{mean} + 8)]$$

โดยที่ ETo = ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

T_{max} = ผลรวมของอุณหภูมิสูงสุดภายใน 1 เดือน/จำนวนวันภายใน 1 เดือน

Tmin = ผลรวมของอุณหภูมิต่ำสุดภายใน 1 เดือน/จำนวนวันภายใน 1 เดือน

Tmean = ค่าอุณหภูมิของอากาศประจำเดือนเฉลี่ย (°ซ.)

$T_{mean} = (T_{max} + T_{min})/2$

p = เปอร์เซ็นต์ชั่วโมงกลางวันในรอบปีเฉลี่ยประจำวัน (mean daily percentage of annual daytime hours: p) p value ในแต่ละเดือนสามารถเทียบจากตารางที่ 2 โดยใช้ข้อมูลละติจูดและโซนเหนือ-ใต้ของเส้นศูนย์สูตร

ดำเนินการทดลองในแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ขนาดของแปลงย่อย7.5 x 8 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ย 1.5 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยแบ่งใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราและปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทชเต็มอัตรา และเมื่อข้าวโพดอายุ 3-4 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยไนโตรเจนอีกครึ่งอัตรา พื้นที่เก็บเกี่ยว 18 ตารางเมตร (4 แถว ๆ ละ 6 เมตร)

วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยของน้ำที่ข้าวโพดได้รับ

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด} = \frac{\text{ปริมาณผลผลิต}}{\text{ปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ (น้ำฝน + น้ำที่ให้เสริมตามความต้องการน้ำของข้าวโพด)}}$$

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ควาแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การบันทึกข้อมูล

1) ผลวิเคราะห์ดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

2) การปฏิบัติในแปลงทดลอง ได้แก่ วันปลูก วันใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 วันใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 วันที่ให้น้ำ ปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละครั้ง

3) การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด ได้แก่ วันงอก วันออกดอกตัวผู้ (จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนถึงวันที่จำนวนต้นในแปลงมากกว่า 50% โปรยละอองเกสร) วันออกไหม (จำนวนวัน

ตั้งแต่ปลูกจนถึงวันที่จำนวนต้นในแปลงมากกว่า 50% มีไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝักออกมา) ความสูง จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่า 50%ของฝัก จำนวนฝักเน่าเสีย (นับจำนวนฝักที่มีโรค/แมลงเข้าทำลาย) น้ำหนักฝัก ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด) ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ น้ำหนักต้นใบสดในพื้นที่เก็บเกี่ยว

4) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูก

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2564
สถานที่ดำเนินการ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองปี 2559

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.48 มีอินทรียวัตถุ 1.96 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ (Table 1)

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111021 CP888 New และ นครสวรรค์ 3 เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2559 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2559 ข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 573 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด หรือของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 690 และ 807 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การเจริญเติบโต

จากการทดลองลอง ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีการจัดการน้ำกับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อความสูงต้น และความสูงฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในส่วนของความสูงต้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งการจัดการน้ำและในด้านพันธุ์ โดยการจัดการน้ำในแต่กรรมวิธี และในด้านพันธุ์พบว่าข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 236-237 และ 233-239 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) ด้านความสูงฝักไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งการจัดการน้ำและในด้านพันธุ์ โดยการจัดการน้ำในแต่กรรมวิธี และในด้านพันธุ์พบว่าข้าวโพดมีความฝักเฉลี่ยระหว่าง 130-131 และ 128-132 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3)

การให้ผลผลิต

เนื่องจากในปี 2559 ฝนค่อนข้างกระจายตัวดี (Figure 1) ข้าวโพดกรรมวิธีอาศัยน้ำฝนได้รับน้ำสม่ำเสมอ ทำให้ข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน การให้น้ำเสริม 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด (ETc) ให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,576 1,654 และ1,582 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนในด้านพันธุ์ พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ย 1,726 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์พันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,676 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ NSX111021 และ นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,518 และ 1,495 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 4)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการสร้างผลผลิต พบว่า กรรมวิธีที่มีการให้น้ำโดยอาศัยน้ำฝน ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.75 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ส่วนการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำ

เฉลี่ย 2.40 และ 1.96 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ พิจารณาด้านพันธุ์ พบว่า นครสวรรค์ 5 NSX111021 นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีอัตราการใช้น้ำในการสร้างผลผลิต 2.55 2.26 2.19 และ 2.48 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร (Table 5)

ผลการทดลองปี 2560

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.90 มีอินทรียวัตถุ 1.98 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 6)

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111021 CP888 New และ นครสวรรค์ 3 เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2560 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2560 เนื่องจากในฤดูปลูก ปี 2560 ฝนมีการกระจายตัวดี (Figure 2) และมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการน้ำข้าวโพด ดังนั้นกรรมวิธีให้น้ำทั้ง 3 กรรมวิธีจึงได้รับน้ำในปริมาณที่เท่ากัน คือ 658 มิลลิเมตร

การเจริญเติบโต

เนื่องจากการให้น้ำในแต่ละกรรมวิธีข้าวโพดได้รับน้ำในปริมาณที่เท่ากัน จึงทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดในส่วนของความสูงต้น และความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความสูงต้น และความสูงฝักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 226-230 และ 129-132 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาในด้านพันธุ์พบว่าในแต่ละพันธุ์มีความสูงต้น และความสูงฝักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ โดยพันธุ์ CP888 New มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 239 เซนติเมตร ส่วน นครสวรรค์ 5 NSX111021 และ นครสวรรค์ 3 มีความสูงต้น 225 224 และ 224 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 7) ส่วนความสูงฝักพบว่า นครสวรรค์ 3 CP888 New และ NSX111021 มีความสูงฝักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงฝัก 133 132 และ 130 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนนครสวรรค์ 5 มีความสูงฝักน้อยที่สุด คือ 126 เซนติเมตร (Table 8)

การให้ผลผลิต

เนื่องจากในฤดูปลูกปี 2560 มีการกระจายตัวของฝนดี ฝนตกชุกอย่างต่อเนื่อง ทำให้ข้าวโพดในการจัดการน้ำทุกกรรมวิธีได้รับน้ำอย่างเพียงพอ จึงมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะพบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยพบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,262 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิตสูงรองลงมา เฉลี่ย 1,226 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ NSX111021 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,112 และ 1,012 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 9) ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตที่ได้ในปี 2559

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีอัตราการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตได้แตกต่างกัน โดย นครสวรรค์ 5 NSX111021 นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการให้ผลผลิต เฉลี่ย 1.92 1.63 1.54 และ 1.86 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 10)

ผลวิเคราะห์ผลผลิตรวม 2 ปี

จากการวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2559 และ 2560 เนื่องจากทั้งสองฤดูปลูกฝนค่อนข้างมีการกระจายตัวดี ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำสม่ำเสมอ จึงพบว่าจึงพบว่าการปลูกข้าวโพดโดยอาศัยน้ำฝนการให้น้ำเสริม50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยข้าวโพดให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน เฉลี่ย 1,381 และ 1,424 และ 1,330 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 5

ให้ผลผลิตสูงสุด 1,494 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ CP888 New ที่ให้ผลผลิต 1,451 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ NSX111021 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,315 และ 1,254 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 11)

ผลการทดลองปี 2561

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.86 มีอินทรียวัตถุ 1.94 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ (Table 12)

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111014 CP888 New และ นครสวรรค์ 3 เมื่อวันที่ วันที่ 15 พฤษภาคม 2561 และเก็บเกี่ยวผลผลิตวันที่ 23 สิงหาคม 2561 ข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 286.2 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% และ 100ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด หรือของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 580.0 และ 783.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ

พบว่าการจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพดต่อความสูงต้น และความสูงฝัก พิจารณาด้านความสูงต้นพบว่าการจัดการน้ำในกรรมวิธีต่าง ๆ ให้ความสูงต้นที่อายุ 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวโพดในกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% และ100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดมีความสูงต้นเฉลี่ย 213 และ 214 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนให้ความสูงต้น 198 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ CP888 New มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 224 เซนติเมตร รองลงมาคือ นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 5 NSX111014 ที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 213 204 และ 193 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 13) ในส่วนความสูงฝักที่อายุเก็บเกี่ยว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ของทั้งแต่ละการจัดการน้ำ และพันธุ์ข้าวโพด โดยกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% และ100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด มีความสูงฝักเฉลี่ย 116 และ 118 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนให้ความสูงฝักน้อยที่สุด คือ 106 เซนติเมตร ส่วนในด้านพันธุ์ พบว่า พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New มีความสูงฝักที่อายุเก็บเกี่ยว เฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน 117 เซนติเมตร ส่วนนครสวรรค์ 5 และ NSX111014 มีความสูงฝัก เฉลี่ย 111 และ 108 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 14)

การให้ผลผลิต

พบว่าการจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพดต่อผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ โดยการให้น้ำโดยการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,293 และ1,278 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนให้ผลผลิต 1,186 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตในกรรมวิธีการให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการระเหยกับกรรมวิธีปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พบว่า การให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดทุกพันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 14.2 ในขณะที่พันธุ์ NSX11014 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 9.4 3.2 และ 8.9 ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย พบว่า พันธุ์พันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเช่นเดียวกันคือร้อยละ 10.7 ในขณะที่พันธุ์ NSX11014 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 9.1 6.2 และ 4.9 ตามลำดับ (Table 12)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ย 1,338 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าทุกพันธุ์แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์พันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,308 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์ NSX111014 และ นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,202 และ 1,162 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 12)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการสร้างผลผลิต พบว่า กรรมวิธีที่มีการให้น้ำโดยอาศัยน้ำฝน ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 4.15 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ส่วนการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.23 และ 1.46 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ วันชัย และคณะ (2538) ที่พบว่า WUE ของถั่วเขียวมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณการให้น้ำ โดยเมื่อให้น้ำในอัตรา IW/E 0.1 WUE ของผลผลิตมีค่าเป็น 3.62 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร และเมื่อให้น้ำเพิ่มขึ้นในอัตรา IW/E 0.7 WUE ผลผลิตมีค่าลดลง (1.48 กิโลกรัมต่อไร่ต่อมิลลิเมตร) พิจารณาด้านพันธุ์ พบว่าข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 5 NSX111021 นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิต 2.77 2.50 2.44 และ 2.74 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 16)

ผลการทดลองปี 2562

ผลการวิเคราะห์ดินมีดังนี้ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร (ตารางที่ 3.2.6) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.19 หรือเป็นดินกรดเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 2.05 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับสูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (Table 17)

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ NSX052014 (นครสวรรค์ 5) NSX111014 CP888 New และ นครสวรรค์ 3 เมื่อวันที่ เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2562 เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อ 22 สิงหาคม 2562

พบว่าการจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพดต่อความสูงต้น และความสูงฝัก พิจารณาด้านความสูงพบว่าการจัดการน้ำในกรรมวิธีต่างๆ ให้ความสูงต้นที่อายุ 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ โดยข้าวโพดในกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% และ100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดมีความสูงต้นเฉลี่ย 194 และ 200 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนให้ความสูงต้น 185 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ CP888 New มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 216 เซนติเมตร รองลงมาคือ นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 5 NSX111014 ที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 195 184 และ 178 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 18) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในปี 2561 ในส่วนความสูงฝัก พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ของทั้งแต่ละการจัดการน้ำ และพันธุ์ข้าวโพดเช่นเดียวกับความสูงต้น โดยกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด มีความสูงฝักเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 105 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ซึ่งให้ความสูงฝัก 103 เซนติเมตร ส่วนการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ให้ความสูงฝัก 103 เซนติเมตร ในด้านพันธุ์ พบว่า และพันธุ์ CP888 New มีความสูงฝักเฉลี่ยสูงสุดคือ 109 รองลงมาคือนครสวรรค์ 3 ซึ่งมีความสูงฝัก เฉลี่ย 103 เซนติเมตร ส่วนนครสวรรค์ 5 และ NSX111014 มีความสูงฝักเฉลี่ยเท่ากันคือ 97 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 19)

การให้ผลผลิต

พบว่าการจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพดต่อผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ความชื้นเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,064 และ 1,134 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนให้ผลผลิต 828 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนร้อยละ 28.5 และ 37.0 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตในกรรมวิธีการให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการระเหยกับกรรมวิธีปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พบว่า การให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดทุกพันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยพันธุ์ NSX11014 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 36.5 ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 5 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 28.0 25.7 และ 25.3 ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย พบว่า NSX11014 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 56.0 ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 5 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 31.4 34.4 และ 29.5 ตามลำดับ (Table 20)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์พบว่าพบว่าพันธุ์ CP888 New ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าทุกพันธุ์ คือ 1,118 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนนครสวรรค์ 5 NSX111014 และ นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 994 963 และ 959 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 20) ซึ่งการให้ผลผลิตถึงแม้ว่าจะลดลงจากปี 2561 แต่ก็ยังเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการสร้างผลผลิต พบว่า กรรมวิธีที่มีการให้น้ำโดยอาศัยน้ำฝน ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.75 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ส่วนการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.98 และ 2.27 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ พิจารณาด้านพันธุ์พบว่าข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 5 NSX111014 นครสวรรค์ 3 และ CP888 New มีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิต 2.17 2.05 2.09 และ 2.45 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 21)

ผลวิเคราะห์ผลผลิตรวม 2 ปี

จากการวิเคราะห์ผลรวม 2 ปี ของฤดูปลูกปี 2561 และ 2562 การให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ข้าวโพดให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน เฉลี่ย 1,179 และ 1,026 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,007 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.1 และ 20.0 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตสูงสุด 1,213 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์นครสวรรค์ 5 ที่ให้ผลผลิต 1,166 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ NSX111021 และพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,082 และ 1,061 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 22)

ผลการทดลองปี 2564

ผลการวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.32 หรือเป็นดินกรดเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุ 2.06 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับสูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับต่ำ และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Table 23)

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ NSX151009, NSX151034, CP888 New และ นครสวรรค์ 3 เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2564 เก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2564 ข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 306 มิลลิเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ได้รับปริมาณน้ำทั้งหมด 532 และ 758 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การเจริญเติบโต

พบว่าการจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพด และพบว่าการจัดการน้ำในกรรมวิธีต่างๆ ให้ความสูงต้นที่อายุ 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวโพดในกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100% มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงกว่า ข้าวโพดที่ให้น้ำ 50% ของความต้องการ และข้าวโพดที่ได้รับน้ำฝน โดยมีความสูงต้นเฉลี่ย 200 189 และ 178 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่าพันธุ์ CP888 New มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 202 เซนติเมตร รองลงมาคือ NSX151009 ที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 189 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากนครสวรรค์ 3 ที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 185 เซนติเมตร ส่วน NSX151009 มีความสูงต้นเฉลี่ย 182 เซนติเมตร (Table 24)

ด้านความสูงฝัก พบว่าการจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ข้าวโพดต่อความสูงฝัก พิจารณากรรมวิธีการให้น้ำพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ให้น้ำ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด มีความสูงฝักเฉลี่ย 109 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ให้น้ำ 50% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ที่มีความสูงฝักเฉลี่ย 103 เซนติเมตร ส่วนข้าวโพดที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ที่มีความสูงฝักเฉลี่ย 100 เซนติเมตร ในด้านพันธุ์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ NSX151009 มีความสูงฝักเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 116 เซนติเมตร รองลงมาคือ CP888 New และนครสวรรค์ 3 ที่มีความสูงฝักเฉลี่ย 103 และ 101 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วน NSX151034 มีความสูงฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 94 เซนติเมตร (Table 25)

การให้ผลผลิต

ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การจัดการน้ำในแต่ละกรรมวิธีและพันธุ์ข้าวโพดไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน โดยพบว่า การให้น้ำเสริม 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 882 และ 926 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำโดยอาศัยน้ำฝนให้ผลผลิตเฉลี่ย 818 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นจากการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนร้อยละ 7.8 และ 13.2 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตในกรรมวิธีการให้น้ำเสริม 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการระเหยกับกรรมวิธีปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พบว่า การให้น้ำเสริม 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย ทำให้ข้าวโพดทุกพันธุ์ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยพันธุ์ NSX151034 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 18.0 ในขณะที่พันธุ์ NSX151009 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.3 2.7 และ 10.4 ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำเสริม 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหย พบว่า NSX151034 ให้ผลผลิต

เพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 15.7 ส่วนพันธุ์ NSX151009 พันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์ CP888 New ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15.1 7.3 และ 14.5 ตามลำดับ (Table 26)

ส่วนในด้านพันธุ์ พบว่า พันธุ์ CP888 NewNSX151009 และ NSX151034 ให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ย 929 910 และ 845 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าทุกพันธุ์ คือ 817 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 26)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

พิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการสร้างผลผลิต พบว่า กรรมวิธีที่มีการให้น้ำโดยอาศัยน้ำฝน ข้าวโพดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.67 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ส่วนการให้น้ำ 50% และ 100% ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 1.66 และ 1.22 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ พิจารณาด้านพันธุ์ พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมแต่ละพันธุ์มีอัตราการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.74-1.96 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร (Table 27)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำเสริมแก่ข้าวโพดในอัตรา 50-100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพด ทำให้ข้าวโพดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.8-37.0 เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน

โดยพันธุ์นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 1,330 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ NSX111021 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,315 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ CP888 New พันธุ์นครสวรรค์ 3 พันธุ์ NSX111014 NSX151009 และ NSX151034 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,251 1,089 1,083 910 และ 845 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

สำหรับประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.35 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่พันธุ์ CP888 New ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.30 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ส่วนพันธุ์ NSX111014 พันธุ์นครสวรรค์ 3 พันธุ์ NSX111021 NSX151009 และ NSX151034 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ย 2.28 2.00 2.28 1.98 1.92 และ 1.78 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์:

สามารถนำข้อมูลประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้น ไปใช้ในการประเมินพันธุ์ และให้คำแนะนำการจัดการน้ำในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพพื้นที่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ทีมนักวิจัย พนักงานราชการ และคนงานทดลองทางการเกษตรจากกลุ่มปรับปรุงการผลิต ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการปฏิบัติงานแปลงทดลอง การเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างพืช รวมถึงการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

วันชัย ถนอมทรัพย์ กนกพร เมาลานนท์ และ สมชาย บุญประดับ. การตอบสนองของถั่วเขียวต่อการจัดระยะปลูก และปริมาณการให้น้ำ. วารสารวิชาการเกษตร 13 (กันยายน-ธันวาคม 2538): 186-193.

Bray, R. H., and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Claassen, M. M. and R. H. Show. 1970. Water deficit effects on corn. II. Grain components. Agron. J. 62: 652-655.

Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. Crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper No 24, Rome: FAO.

FAO. 1986. Irrigation Water Management Training Manual N0 3: Irrigation Water need. FAO, Rome.

Harder, H. J., R. E. Carlson and R. H. Show. 1982. Yield, yield components, and nutrient of corn grain as influenced by post-silking moisture stress. Agron. J. 74: 275-278.

Lindsay, W.L., and W.A. Norvell. 1978. Development of a DPTA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421-428.

Peech, M. 1965. Hydrogen Ion Activity. pp. 914-926. In C. A. Black, D. D. Evans, L. E. Ensminger, and F.E. Clark(eds.). Method of Soil Analysis. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.

Schollenberger, C.J., and R.H. Simon. 1945. Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soils-ammonium acetate method. Soil Sci. 59:13-24.

Walkley, A., and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37:29-37.

Table 1 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) prior to planting in 2016.

Parameters	0-20 cm. depth
Soil pH (1:1)	6.48
Organic matter (%)	1.96
Available phosphorus (mg/kg)	12
Exchangeable potassium (mg/kg)	50

Table 2 Plant height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field-Crops Research Center (NSFCRC) in 2016.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (573 mm.)	50% ETc (690 mm.)	100% ETc (807 mm.)	
NSX052014 (NS 5)	240	237	236	237
NSX111021	240	237	242	239
NS 3	233	235	235	234
CP888 New	231	236	233	233
Mean	236	236	237	

CV (a) % = 2.51 CV (b) % = 2.44 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 3 Ear height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field - Crops Research Center (NSFCRC) in 2016.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (573 mm.)	50% ETc (690 mm.)	100% ETc (807 mm.)	
NSX052014 (NS5)	126	127	133	128
NSX111021	134	131	133	132
NS3	132	128	129	130
CP888 New	129	133	129	130
Mean	130	130	131	

CV (a) % = 3.45 CV (b) % = 4.40 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 4 Maize grain yield (kg rai^{-1}) under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2016.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean	yield increase (%)*	
	Rainfed (573 mm.)	50% ETc (690 mm.)	100% ETc (807 mm.)		50% ETc (690 mm.)	100% ETc (807 mm.)
NSX052014 (NS5)	1,660	1,851	1,668	1,726 a	11.5	0.5
NSX111021	1,592	1,506	1,457	1,518 b	-5.4	-8.5
NS3	1,387	1,547	1,553	1,495 b	11.5	12.0
CP888 New	1,667	1,711	1,651	1,676 a	2.6	-1.0
Mean	1,576	1,654	1,582		4.9	0.4

CV (a) % = 5.58 CV (b) % = 8.37 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 5 Water Use Efficiency of maize under different water management and varieties at Nakhon - Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2016.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (573 mm.)	50% ETc (690 mm.)	100% ETc (807 mm.)	
NSX052014 (NS5)	2.90	2.68	2.07	2.55
NSX111021	2.78	2.18	1.81	2.26
NS3	2.42	2.24	1.92	2.19
CP888 New	2.91	2.48	2.05	2.48
Mean	2.75	2.40	1.96	

Table 6 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) prior to planting in 2017.

Parameters	0-20 cm. depth
Soil pH (1:1)	6.90
Organic matter (%)	1.98
Available phosphorus (mg/kg)	9
Exchangeable potassium (mg/kg)	90

Table 7 Plant height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2017.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (658 mm.)	50% ETc (658 mm.)	100% ETc (658 mm.)	
NSX052014 (NS5)	225	226	224	225 b
NSX111021	224	225	224	224 b
NS3	224	227	220	224 b
CP888 New	238	242	237	239 a
Mean	228	230	226	

CV (a) % = 3.24 CV (b) % = 1.64 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns
Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 8 Ear height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2017.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (658 mm.)	50% ETc (658 mm.)	100% ETc (658 mm.)	
NSX052014 (NS5)	127	127	125	126 b
NSX111021	129	131	130	130 ab
NS3	131	137	130	133 a
CP888 New	131	134	130	132 a
Mean	129	132	129	

CV (a) % = 6.71 CV (b) % = 3.34 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns
Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 9 Maize grain yield (kg rai^{-1}) under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2017.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean	yield increase (%)*	
	Rainfed (658 mm.)	50% ETc (658 mm.)	100% ETc (658 mm.)		50% ETc (658 mm.)	100% ETc (658 mm.)
NSX052014 (NS5)	1,338	1,309	1,139	1,262 a	-2.2	-14.9
NSX111021	1,120	1,125	1,091	1,112 bc	0.4	-2.6
NS3	1,005	1,080	952	1,012 c	7.5	-5.3
CP888 New	1,281	1,267	1,131	1,226 ab	-1.1	-11.7
Mean	1,186	1,195	1,078		0.8	-9.1

CV (a) % = 15.36 CV (b) % = 8.87 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) = *, axb = ns
Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 10 Water Use Efficiency of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2017.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (658 mm.)	50% ETc (658 mm.)	100% ETc (658 mm.)	
NSX052014 (NS5)	2.03	1.99	1.73	1.92
NSX111021	1.70	1.71	1.66	1.69
NS3	1.53	1.64	1.45	1.54
CP888 New	1.95	1.93	1.72	1.86
Mean	1.80	1.82	1.64	

Table 11 Combined 2-year analysis of grain yield and yield increase of the four hybrid maize varieties as affected by water management in 2016 and 2017 cropping seasons.

Maize cultivars	Grain yield at 15% moisture content (kg rai^{-1})			Mean	Grain yield increase (%)*	
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc		Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc
NSX052014 (NS5)	1,499	1,580	1,404	1,494 a	5.4	-6.3
NSX111021	1,355	1,316	1,274	1,315 b	-2.9	-6.0
NS3	1,196	1,313	1,252	1,254 b	9.8	4.6
CP888 New	1,474	1,489	1,391	1,451 a	1.0	-5.7
Mean	1,381	1,424	1,3301		3.3	-3.3

CV (a) % = 6.03 CV (b) % = 6.26 F-test : water management (a) = ns, varieties (b) =**, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 12 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) prior to planting in 2018

Parameters	0-20 cm. depth
Soil pH (1:1)	6.86
Organic matter (%)	1.94
Available phosphorus (mg/kg)	11
Exchangeable potassium (mg/kg)	92

Table 13 Plant height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field - Crops Research Center (NSFCRC) in 2018.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (286.2 mm.)	50% ETc (580.0 mm.)	100% ETc (873.8 mm.)	
NSX052014 (NS 5)	193	208	210	204 c
NSX111014	183	199	198	193 d
NS3	205	215	218	213 b
CP888 New	211	231	231	224 a
Mean	198 b	213 a	214 a	

CV (a) % = 3.24 CV (b) % = 1.64 F-test : water management (a) = **, varieties (b) =**, axb = ns
Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 14 Ear height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2018.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (286.2 mm.)	50% ETc (580.0 mm.)	100% ETc (873.8 mm.)	
NSX052014 (NS 5)	105	113	114	111 b
NSX111014	100	113	111	108 b
NS3	111	117	122	117 a
CP888 New	108	120	124	117 a
Mean	106 b	116 a	118 a	

CV (a) = 2.74 % CV (b) = 3.36 % ; F-test : water management (a) = **, varieties (b) =**, axb = ns
Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 15 Maize grain yield (kg rai^{-1}) under different water management and varieties at Nakhon Sawan - Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2018.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean	yield increase (%)*	
	Rainfed (286.2 mm.)	50% ETc (580.0mm.)	100% ETc (873.8 mm.)		50% ETc (580.0 mm.)	100% ETc (873.8 mm.)
NSX052014 (NS5)	1,236	1,412	1,368	1,338 a	14.2	10.7
NSX111014	1,132	1,238	1,235	1,202 b	9.4	9.1
NS3	1,127	1,163	1,197	1,162 b	3.2	6.2
CP888 New	1,250	1,361	1,311	1,308 a	8.9	4.9
Mean	1,186 b	1,293 a	1,278 a		9.0	7.8

CV (a) = 5.22 % CV (b) = 5.37 % ; F-test : water management (a) = **, varieties (b) =**, axb = ns
Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT
* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 16 Water Use Efficiency of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2018.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (286.2 mm.)	50% ETc (580.0 mm.)	100% ETc (873.8 mm.)	
NSX052014 (NS 5)	4.32	2.43	1.56	2.77
NSX111014	3.96	2.13	1.41	2.50
NS3	3.94	2.01	1.37	2.44
CP888 New	4.37	2.35	1.50	2.74
Mean	4.15	2.23	1.46	

Table 17 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) prior to planting in 2019.

Parameters	0-20 cm. depth
Soil pH (1:1)	6.19
Organic matter (%)	2.05
Available phosphorus (mg/kg)	11
Exchangeable potassium (mg/kg)	120

Table 18 Plant height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2019.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (301.4 mm)	50% ETc (469.7 mm)	100% ETc (726.3 mm)	
NSX052014 (NS 5)	177	188	187	184 c
NSX111014	170	175	188	178 d
NS3	186	196	204	195 b
CP888 New	210	218	222	216 a
Mean	185 b	194 a	200 a	

CV (a) % = 3.50 CV (b) % = 2.53 F-test : water management (a) = **, varieties (b) = **, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 19 Ear height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2019.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (301.4 mm)	50% ETc (469.7 mm)	100% ETc (726.3 mm)	
NSX052014 (NS 5)	93	100	98	97 c
NSX111014	92	95	104	97 c
NS3	95	106	110	103 b
CP888 New	106	110	111	109 a
Mean	96 b	103 ab	105 a	

CV (a) % = 5.21 CV (b) % = 3.56 F-test : water management (a) = **, varieties (b) = **, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

Table 20 Maize grain yield (kg rai^{-1}) under different water management and varieties at Nakhon Sawan - Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2019

Varieties (b)	Water management (a)			Mean	yield increase (%)*	
	Rainfed (301.4 mm.)	50% ETc (469.7 mm.)	100% ETc (873.8 mm.)		50% ETc (580.0 mm.)	100% ETc (873.8 mm.)
NSX052014 (NS5)	830	1,062	1,091	994 b	28.0	31.4
NSX111014	736	1,005	1,148	963 b	36.5	56.0
NS3	799	1,004	1,074	959 b	25.7	34.4
CP888 New	946	1,185	1,225	1,118 a	25.3	29.5
Mean	828 b	1,064 a	1,134 a		28.5	37.0

CV (a) = 8.36 % CV (b) = 4.74 % ; F-test : water management (a) = **, varieties (b) =* *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 21 Water Use Efficiency of maize under different water management and varieties at Nakhon - Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2019

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (301.4 mm)	50% ETc (469.7 mm)	100% ETc (726.3 mm)	
NSX052014 (NS 5)	2.8	3.0	2.2	2.17
NSX111014	2.4	2.8	2.3	2.05
NS3	2.7	2.8	2.1	2.09
CP888 New	3.1	3.3	2.4	2.45
Mean	2.75	2.98	2.27	

Table 22 Combined 2-year analysis of grain yield and yield increase of the four hybrid maize varieties as affected by water management in 2018 and 2019 cropping seasons.

Maize cultivars	Grain yield at 15% moisture content (kg rai^{-1})			Mean	Grain yield increase (%)*	
	Rainfed	Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc		Irrigation 50%ETc	Irrigation 100%ETc
NSX052014 (NS5)	1,033	1,237	1,229	1,166 a	19.7	19.0
NSX111014	934	1,121	1,191	1,082 b	20.0	27.5
NS3	963	1,084	1,135	1,061 b	12.5	17.9
CP888 New	1,098	1,273	1,268	1,213 a	16.0	15.5
Mean	1,007 b	1,179 a	1,206 a		17.1	20.0

CV (a) % = 5.56 CV (b) % = 3.82 F-test : water management (a) = **, varieties (b) =**, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 1% level by DMRT

* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 23 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) prior to planting in 2021

Parameters	0-20 cm. depth
Soil pH (1:1)	7.32
Organic matter (%)	2.06
Available phosphorus (mg/kg)	7
Exchangeable potassium (mg/kg)	64

Table 24 Plant height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field - Crops Research Center (NSFCRC) in 2021

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed	50% ETc	50% ETc	
NSX151009	177	189	202	189b
NSX151034	170	184	190	182 b
Nakhon Sawan 3	169	186	201	185 bc
CP888 New	196	199	210	202 a
Mean	178 c	189 b	200 a	

CV (a) 4.20%, CV (b) 4.44%, F-test : water management (a) = *, varieties (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 25 Ear height of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field - Crops Research Center (NSFCRC) in 2021

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (306 mm.)	50% ETc (532 mm.)	50% ETc (758 mm.)	
NSX151009	113	114	121	116 a
NSX151034	90	94	99	94 c
Nakhon Sawan 3	92	102	109	101 b
CP888 New	103	103	107	104 b
Mean	100 b	103 ab	109 a	

CV (a) 7.38%, CV (b) 5.22%, F-test : water management (a) = *, varieties (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

Table 26 Maize grain yield (kg rai^{-1}) under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2021.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean	yield increase (%)*	
	Rainfed (306 mm.)	50% ETc (532 mm.)	100% ETc (758 mm.)		50% ETc (532 mm.)	100% ETc (758 mm.)
NSX151009	863	874	993	910 a	1.3	15.1
NSX151034	760	897	879	845 ab	18.0	15.7
NS3	791	812	849	817 b	2.7	7.3
CP888 New	858	947	982	929 a	10.4	14.5
Mean	818 b	882 a	926 a		7.8	13.2

CV (a) = 7.71 % CV (b) = 11.66 % ; F-test : water management (a) = *, varieties (b) = *, axb = ns

Means followed by the same letter in columns and rows are not significant different at 5% level by DMRT

* Grain yield increase as compared to rainfed treatment.

Table 27 Water Use Efficiency of maize under different water management and varieties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) in 2021.

Varieties (b)	Water management (a)			Mean
	Rainfed (306 mm.)	50% ETc (532 mm.)	50% ETc (758 mm.)	
NSX151009	2.82	1.64	1.31	1.92
NSX151034	2.48	1.69	1.16	1.78
Nakhon Sawan 3	2.58	1.53	1.12	1.74
CP888 New	2.80	1.78	1.30	1.96
Mean	2.67	1.66	1.22	

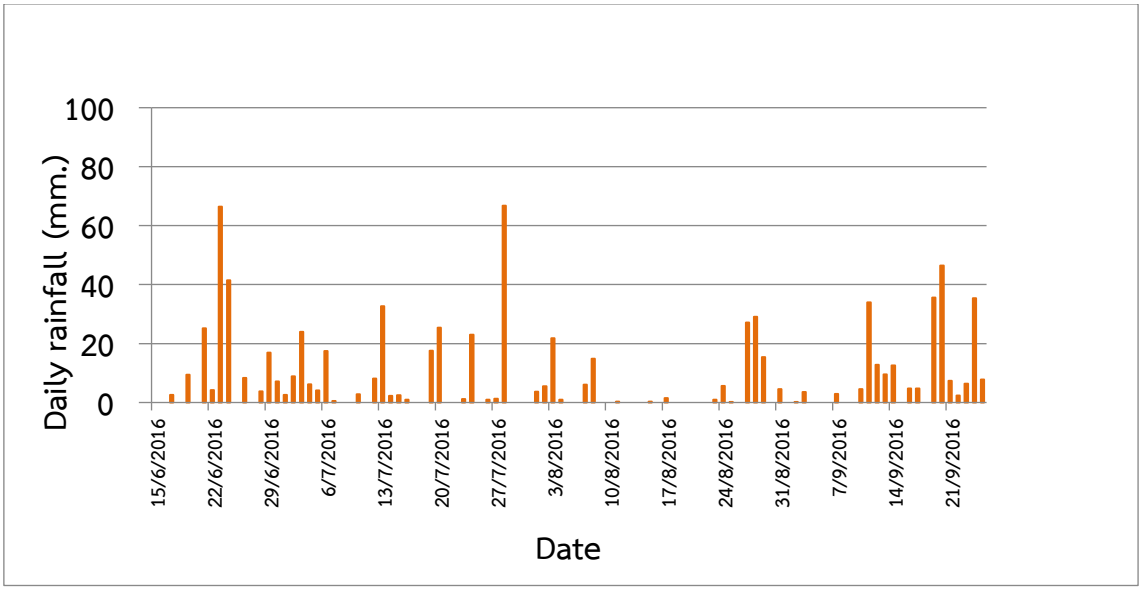


Figure 1 Daily rainfall at Takfa Meteorological station during 15th June 2016-25th Sep 2016

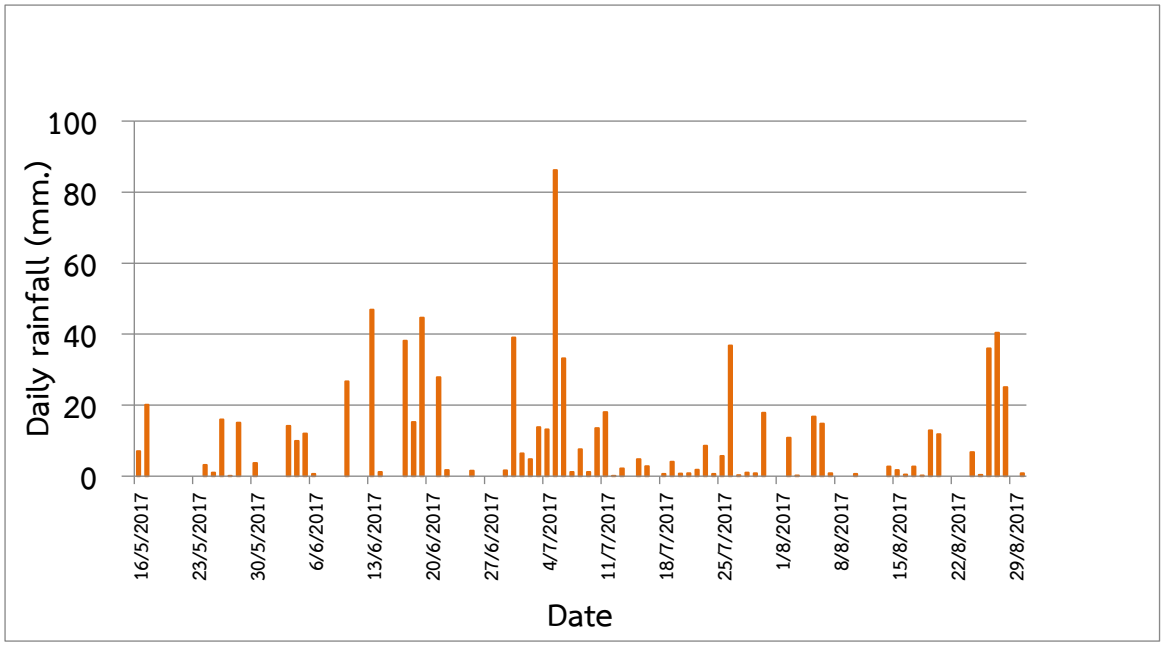


Figure 2 Daily rainfall at Takfa Meteorological station during 16t^{h} May 2017-30th August 2017

การประเมินสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่
Evaluation of Maize Lines Against Northern Corn Leaf Blight

ศิวิไล ลาภบรรจบ[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/]ภาวิณี เกียรติยากุล[1/] ลัดดาวัลย์ ขันแกล้ว[1/]
Siwilai Lapbanjob[1/] Suriphat Thaitad[2/] Pavinee Kiertiyakul[1/] Laddawan Khanklaew[1/]

Abstract

Northern corn leaf blight caused by the fungus *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. is an important disease of maize. Use of resistant variety is the most effective control measure and can be minimize yield loss. Therefore, reactions of 96 inbreds and promising hybrids to northern corn leaf blight were evaluated at Nakhon Sawan field crops research center, Takfa Nakhon Sawan during 2016-2021 under artificial inoculation to susceptible spreader row. Intensity of disease infection was scored 80 days after planting using 1-5 scale evaluation, with 1 indicating the least disease severity and 5 indicating the greatest disease severity. The results indicated that 50 lines were classify as resistance, 41 lines were moderately resistance and 5 lines were moderately susceptible.

Keywords : maize, northern corn leaf blight, screening for disease resistance

บทคัดย่อ

โรคใบไหม้แผลใหญ่ เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. เป็นโรคที่มีความสำคัญต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การใช้พันธุ์ต้านทานเป็นวิธีการควบคุมโรคที่มีประสิทธิภาพ ลดความรุนแรงของโรคและความเสียหายต่อผลผลิตได้ ในปี 2559-2564 นำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสมพันธุ์ก้าวหน้า จำนวน 96 สายพันธุ์ มาประเมินความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ภายใต้สภาพที่มีการปลูกเชื้อให้กับพันธุ์อ่อนแอในแถวแพร่เชื้อ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ เมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน ประเมินความรุนแรงของโรคโดยให้คะแนน 1-5 ตามพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย ซึ่ง 1 หมายถึง ใบถูกทำลายน้อย และ 5 หมายถึงใบถูกทำลายมาก ผลการประเมินการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ สามารถจำแนกระดับความต้านทาน ดังนี้ ต้านทานต่อโรค 50 พันธุ์/สายพันธุ์ ต้านทานปานกลาง 41 พันธุ์/สายพันธุ์ และอ่อนแอปานกลาง 5 พันธุ์/สายพันธุ์

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โรคใบไหม้แผลใหญ่ การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรค

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-04-00-04-60

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/]Field and Renewable Energy Crops Research Institute

คำนำ

โรคใบไหม้แผลใหญ่เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. เป็นปัญหาสำคัญของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้ผลผลิตลดลง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเชื้อและระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด เมื่อเกิดโรคก่อนระยะออกไหมจะทำให้ผลผลิตลดลงมาก หากเกิดโรคหลังจากข้าวโพดออกไหมแล้ว 6-8 สัปดาห์ ความเสียหายจะลดน้อยลง (Degefu, 2003) การป้องกันกำจัดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการใช้พันธุ์ต้านทาน (Lipps and Mills, 2002; Pataky *et al.*, 1998) สามารถลดความเสียหายของผลผลิตจากการทำลายของโรค การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นอกจากมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูงแล้วยังต้องมีความต้านทานต่อโรคที่สำคัญของข้าวโพด ในการประเมินพันธุ์ข้าวโพดต่อโรคที่สำคัญสามารถทำได้ในทุกระดับของขั้นตอนการทดสอบและประเมินผล และมีการดำเนินการทุกๆ ปี เนื่องจากมีการผสมและสร้างพันธุ์ใหม่อยู่เสมอ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและจำแนกระดับการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพดสายพันธุ์แท้และลูกผสม เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ต้านทานโรคไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ และเป็นข้อมูลประกอบด้านการจัดการโรคในการเสนอเป็นพันธุ์รับรองเพื่อแนะนำเผยแพร่สู่เกษตรกรให้ใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar
3. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
4. สารเคมีในการฆ่าเชื้อ เช่น คลอร็อกซ์

วิธีการดำเนินงาน

พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง จำนวน 96 สายพันธุ์ ได้จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ดำเนินการประเมินความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ภายใต้สภาพที่มีการระบาดของโรคจากแถวแพร่เชื้อ ใช้พันธุ์ไฮบริกซ์ 3 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอต่อโรค

1. การแยกเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

เก็บใบข้าวโพดที่เป็นโรคใบไหม้แผลใหญ่ นำมาแยกเชื้อด้วยวิธี Tissue Transplanting โดยตัดแผลจากใบที่เป็นโรคเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นจึงวางบนอาหารพีดีเอ (potato dextrose agar; PDA) ที่มีส่วนผสมของ $CaCO_3$ ในอัตรา 0.85 กรัมต่อลิตร (ดัดแปลงจาก Tzeng *et al.*, 1992) บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากที่มีเชื้อเจริญออกมาจากขอบแผล ตรวจสอบลักษณะของเชื้อที่แยกได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ย้ายเชื้อบริสุทธิ์เก็บรักษาในหลอดอาหารพีดีเอ

2. การเพิ่มปริมาณเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

เขี่ยชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อเจริญอยู่ลงไปในถุงที่บรรจุเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อเส้นใยเริ่มเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง เขย่าถุงเพื่อให้เชื้อกระจาย ไม่เกาะเป็นก้อนแข็ง บ่มไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง นำเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อเจริญอยู่ออกมาผึ่งในที่ร่มให้ความชื้นลดลง จากนั้นนำไปบุบให้แตกเพื่อให้มีขนาดเล็กลงและมีความสม่ำเสมอ

3. การปลูกข้าวโพดเพื่อเป็นแหล่งแพร่เชื้อ

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 ซึ่งอ่อนแอต่อโรคเป็นแถวรอบนอกพื้นที่ทดลองในลักษณะตาราง จำนวน 2 แถว โดยมีระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม จากนั้นจึงถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีและกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

4. การปลูกเชื้อลงบนต้นข้าวโพดในแถวแพร่เชื้อ

ปลูกเชื้อหลังจากที่ข้าวโพดงอกได้ 2 สัปดาห์ โดยการหยอดเมล็ดข้าวฟ่างที่มีสปอร์ของเชื้อลงในใบยอด แล้วพ่นน้ำตาม

5. การปลูกข้าวโพดพันธุ์ทดสอบ

ปลูกข้าวโพดพันธุ์ที่ต้องการทดสอบหลังจากต้นข้าวโพดในแถวแพร่เชื้อมีอายุ 2 สัปดาห์ โดยมีระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ปลูกข้าวโพด 2 เมล็ดต่อหลุม หลังข้าวโพดงอก 2 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

6. การประเมินการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่

เมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน ประเมินโรคโดยให้ระดับความรุนแรง 1-5 ตามพื้นที่ใบที่ปรากฏแผล โดยสุ่มต้นข้าวโพดจำนวน 10 ต้น จาก 2 แถวกลาง ในแต่ละสายพันธุ์ ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Scott *et al*. (1984) ดังนี้ ระดับ 1 เกิดแผลไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ระดับ 2 เกิดแผลตั้งแต่ 6 - 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ระดับ 3 เกิดแผลตั้งแต่ 26 - 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ระดับ 4 เกิดแผลตั้งแต่ 51 – 75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ระดับ 5 เกิดแผลตั้งแต่ 76 - 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ต้นแห้งตาย ในพันธุ์ที่มีการทดสอบซ้ำในปีถัดมา นำระดับการเกิดโรคของพันธุ์ทดสอบในแต่ละปีมาคิดค่าเฉลี่ย จากนั้นจึงจำแนกปฏิกิริยาความต้านทานต่อโรคออกเป็นกลุ่ม (ศิวิไล, 2551)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2559 – กันยายน 2564
สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในสภาพที่มีการระบาดของโรคใบไหม้แผลใหญ่จากแถวแพร่เชื้อ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีระดับความรุนแรงในการเกิดโรคแตกต่างกัน พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยระดับการเกิดโรคระหว่าง 1.00 – 1.97 ซึ่งจัดอยู่ในระดับต้านทาน มี 50 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ TakFa 3 TakFa 7 Nei542011 Nei542013 NSX112006 NSX112017 NSX112019 NSX152066 NSX152067 NSX152070 NSX152086 NSX152093 NSX152095 NSX152096 NSX152097 NSX152002 NSX152009 NSX152013 NSX152016 NSX152018 NSX152025 NSX152026 NSX152027 NSX152032 NSX152041 NSX152043 NSX152045 NSX152055 NSX152056 NSX152058 NSX152060 NSX152065 NSX152069 NSX152083 NSX152085 NSX152091 NSX102005 NSX152057 NSX151003 NSX151004 NSX151005 NSX151008 NSX151012 NSX151013 NSX151014 NSX151027 NSX151034 NSX152070 Nei532027 และ Nakhon Sawan 4 พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยระดับการเกิดโรคระหว่าง 2.00-2.75 จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง มี 41 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ Nei402011 TakFa 1 TakFa 4 TakFa 5 Nei5 3 2 0 0 5 DTMA202 NSX102003 NSX112010 NSX112011 NSX112013 NSX112014 NSX112015 NSX112026 NSX112029 NSX152011 NSX152092 NSX152006 NSX152010 NSX151006 NSX151009 NSX151011 NSX151015 NSX151016 NSX151017 NSX151029 NSX151002 NSX172002 NSX172003 NSX172007 NSX172008 NSX172010 NSX172015 NSX172017 NSX172019 NSX172032

NSX172035 Nei542012 Nei582038 Nei582060 Nei581005 และ นครสวรรค์ 3 พันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยระดับการเกิดโรคระหว่าง 3.00-3.19 จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลาง มี 5 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ Nei9202 TakFa 4 Nei542017 DTMA193 และ NSX152022 ส่วนพันธุ์ตรวจสอบอ่อนแอต่อโรค ไฮบริกซ์ 3 มีระดับการเกิดโรค 4.61 (Table 1) การที่ข้าวโพดแต่ละพันธุ์แสดงอาการของโรคใบไหม้แผลใหญ่ในระดับที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะต้านทานโรคแตกต่างกัน (Hooker, 1965) ในแหล่งที่มีการระบาดของโรครุนแรง ควรปลูกพันธุ์ต้านทานต่อโรคและขณะเดียวกันเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์การใช้พันธุ์ต้านทานเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จในการควบคุมโรคมากที่สุด (เบญจพรรณ และคณะ, 2546)

สรุปผลการทดลอง

การประเมินพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสมดีเด่น จำนวน 96 พันธุ์/สายพันธุ์ ต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ในสภาพที่มีการปลูกเชื้อให้กับพันธุ์อ่อนแอในแถวแพร่เชื้อ สามารถจัดกลุ่มปฏิกิริยาต่อโรคดังนี้ ต้านทาน 50 พันธุ์/สายพันธุ์ ต้านทานปานกลาง 41 พันธุ์/สายพันธุ์ และอ่อนแอปานกลาง 5 พันธุ์/สายพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

เบญจพรรณ เอกะสิงห์ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ กุศล ทองงาม และพิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2546. วิธีและผลการจัดลำดับความสำคัญงานวิจัยข้าวโพดในประเทศไทย วารสารเศรษฐศาสตร์การเกษตร ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 49-63

ศิวิไล ลาภบรรจบ. 2551. เทคนิคในการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้านทานโรคพืช. เอกสารวิชาการประกอบการฝึกอบรมเรื่อง การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดทนทานแล้งในประเทศไทย. วันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ 2551 ณ โรงแรมเบเวอร์รี่ ฮิลล์ ปาร์ค จังหวัดนครสวรรค์

Degefu, Y. 2003. Cloning and characterization of xylanase genes from phytopathogenic fungi with a special difference to *Helminthosporium turcicum*, the cause of northern leaf blight of maize. Available: http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/sbiol/vk/degefu/cloninga.pdf. Accessed Jan. 25, 2010

Lipps, P.E. and D. Mills. 2002. Northern corn leaf blight. Available: http://ohioline.osu.edu/ac-fact/pdf/0020.htm. Accessed Nov. 10, 2003.

Pataky, J.K., R.N. Raid, L.J. du Toit and T.J. Schueneman. 1998. Disease severity and yield of sweet corn hybrids with resistance to northern leaf blight. Plant Disease 82: 57-63.

Scott, G.E., S.B. King and J.W. Armour, Jr. 1984. Inheritance of resistance to southern corn rust in maize populations. Crop Science 24: 265-267.

Tzeng, T.F., L.K. Lyngholm, C.F. Ford and C.R. Bronson. 1992. A RFLP maps and electrophoretic karyotype of the fungal maize pathogen *Cochliobolus heterostrophus*. Genetics 130: 81-92.

Table 1 Reaction of maize inbreds and promising hybrids to northern corn leaf blight under spreader rows inoculation at Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Takfa Nakhon Sawan during 2016-2021.

maize line	evaluated year	disease rating score	reaction[1/]
Nei402011	2016, 2017	2.75	MR
Nei9202	2016, 2017	3.00	MS
TakFa 1	2016, 2017, 2020	2.17	MR
TakFa 3	2016, 2017	1.97	R
TakFa 2	2016, 2017	3.17	MS
TakFa 4	2016, 2019	2.42	MR
TakFa 5	2016, 2019	2.33	MR
TakFa 7	2019, 2019	1.75	R
Nei532005	2016, 2020	2.00	MR
Nei542011	2016	1.83	R
Nei542013	2016	1.67	R
Nei542017	2016	3.33	MS
DTMA193	2016	3.33	MS
DTMA202	2016	2.50	MR
NSX102003	2017	2.00	MR
NSX112006	2017	1.00	R
NSX112010	2017	2.50	MR
NSX112011	2017	2.50	MR
NSX112013	2017	2.50	MR
NSX112014	2017	2.00	MR
NSX112015	2017	2.50	MR
NSX112017	2017	1.00	R
NSX112019	2017	1.00	R
NSX112026	2017	2.50	MR
NSX112029	2017	2.50	MR
NSX152011	2017, 2020	2.08	MR
NSX152022	2017, 2019, 2021	3.19	MS
NSX152066	2017, 2020, 2021	1.78	R
NSX152067	2017, 2020, 2021	1.83	R
NSX152070	2017, 2020, 2021	1.50	R
NSX152086	2017	1.00	R
NSX152092	2017	2.00	MR
NSX152093	2017	1.50	R
NSX152095	2017	1.00	R
NSX152096	2017, 2020	1.42	R

[1/] R = resistance, MR = moderately resistance, MS = moderately susceptible, S = susceptible

Table 1 (Continue)

maize line	evaluated year	disease rating score	reaction[1/]
NSX152097	2017, 2020, 2021	1.50	R
NSX152002	2018, 2020	1.34	R
NSX152009	2018	1.67	R
NSX152013	2018, 2020	1.25	R
NSX152016	2018, 2020	1.25	R
NSX152018	2018, 2020	1.34	R
NSX152025	2018, 2020, 2021	1.56	R
NSX152026	2018	1.00	R
NSX152027	2018	1.00	R
NSX152032	2018, 2020	1.75	R
NSX152041	2018, 2020	1.25	R
NSX152043	2018, 2020	1.42	R
NSX152045	2018	1.00	R
NSX152055	2018, 2020	1.17	R
NSX152056	2018	1.00	R
NSX152058	2018, 2020	1.17	R
NSX152060	2018, 2019	1.58	R
NSX152065	2018, 2020	1.17	R
NSX152069	2018	1.00	R
NSX152083	2018	1.33	R
NSX152085	2018	1.00	R
NSX152091	2018	1.00	R
NSX102005	2019	1.67	R
NSX152006	2019	2.00	MR
NSX152010	2019	2.17	MR
NSX152057	2019	1.67	R
NSX151003	2019	1.33	R
NSX151004	2019	1.33	R
NSX151005	2019	1.67	R
NSX151006	2019	2.00	MR
NSX151008	2019, 2021	1.83	R
NSX151009	2019, 2021	2.08	MR
NSX151011	2019	2.50	MR
NSX151012	2019	1.67	R
NSX151013	2019	1.33	R
NSX151014	2019	1.83	R
NSX151015	2019	2.33	MR
NSX151016	2019	2.57	MR

[1/] R = resistance, MR = moderately resistance, MS = moderately susceptible, S = susceptible

Table 1 (Continue)

maize line	evaluated year	disease rating score	reaction[1/]
NSX151017	2019, 2021	2.42	MR
NSX151027	2019	1.67	R
NSX151029	2019	2.17	MR
NSX151034	2019, 2021	1.83	R
NSX152070	2020	1.50	R
Nei532027	2020	1.67	R
NSX151002	2021	2.33	MR
NSX172002	2021	2.33	MR
NSX172003	2021	2.00	MR
NSX172007	2021	2.33	MR
NSX172008	2021	2.00	MR
NSX172010	2021	2.00	MR
NSX172015	2021	2.33	MR
NSX172017	2021	2.00	MR
NSX172019	2021	2.33	MR
NSX172032	2021	2.67	MR
NSX172035	2021	2.33	MR
Nei542012	2021	2.50	MR
Nei582038	2021	2.50	MR
Nei582060	2021	2.00	MR
Nei581005	2021	2.00	MR
Nakhon Sawan 4	2018	1.33	R
Nakhon Sawan 3	2018	2.00	MR
Hibrix 3 (susceptible check)	2016-2021	4.61	S

[1/] R = resistance, MR = moderately resistance, MS = moderately susceptible, S = susceptible

การประเมินความต้านทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis* Guenee)

Evaluation of resistance on Maize lines to Asian Corn Borer (*Ostrinia furnacalis* Guenee)

สมคิด พันธ์ดี[1/] ศิวิไล ลาภบรรจบ[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] วรกานต์ ยอดชมภู[3/] พยุดา จันทร์เกื้อ[1/]
Somkid Pandee[1/] Siwilai Lapbanjob[1/] Suriphat Thaitad[2/] Worakarn Yodchompoo[3/]
Payuda Jankuea[1/]

Abstract

Asian corn borer (ACB) is considered serious insect pests of maize. They can attack the maize in the early stage until ear formation. The objective of this study was to identify the maize for resistance to ACB in 112 lines/varieties in the greenhouse and field infestations during 2017-2021. The evaluation of maize resistance to ACB by artificial infestation in the greenhouse. Each plant was applied with 30 of 2nd instar larvae to the spirally rolled leaves, leaf-feeding damage rating 1-9, and the identification of resistance level were taken 5 days after infestation. The results showed that those maize lines were identified as 1 line for resistance, 81 lines for an intermediate resistance, and 30 lines susceptible to ACB under artificial infestation. On the other hand, maize was damaged 0.27 holes/plants under natural infestation in the field

Key words: Maize, Asian Corn Borer, Screening for insect resistance

บทคัดย่อ

หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis* Guenee) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของข้าวโพด สามารถเข้าทำลายในช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น จนถึงระยะออกดอก การประเมินความต้านทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้น เพื่อจำแนกระดับความต้านทานในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 112 สายพันธุ์/พันธุ์ ต่อหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ในสภาพเรือนทดลองและศึกษาการระบาดในสภาพไร่ ดำเนินการในปี 2559-2564 การทดลองในสภาพเรือนทดลองใช้หนอนเจาะลำต้นข้าวโพดวัยที่ 2 จำนวน 30 ตัวปล่อยลงในยอดข้าวโพดเมื่อข้าวโพดอายุ 20 วัน หลังจากนั้น 5 วัน ให้คะแนนความเสียหายทางใบระดับ 1-9 ผลการทดลองพบว่า พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จัดอยู่ในระดับต้านทาน 1 สายพันธุ์ ต้านทานปานกลาง

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-04-00-04-60

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ [3/] Chiang Mai Field Crops Research Center

81 สายพันธุ์/พันธุ์ และอ่อนแอ 30 สายพันธุ์/พันธุ์ การแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นในสภาพไร่เมื่อปลูกปลายฤดูฝนยังไม่ถึงระดับที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต โดบพบรูทำลายเฉลี่ย 0.27 รูทำลายต่อต้น

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด การประเมินความต้านทาน

คำนำ

หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (Asian corn borer: *Ostrinia furnacalis* Guenee) (ACB) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวโพด สามารถทำความเสียหายให้แก่ข้าวโพด เข้าทำลายในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น (First generation) และระยะออกดอก-ติดเมล็ด (Second generation) ในแหล่งที่มีการระบาดอย่างรุนแรง สามารถเข้าทำลายฝัก สภาพที่มีรูทำลาย 3-6 รูต่อต้น ส่งผลให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 10-40 (อรนุช และวัชรา, 2534) นอกจากทำลายลำต้นยังทำลายส่วนของฝัก โดยหนอนจะเจาะเข้าไปกัดกินภายในลำต้นข้าวโพด ส่งผลให้ต้นข้าวโพดหักล้ม ไม่สามารถเจริญเติบโตและตายได้ การเข้าทำลายฝักข้าวโพด จะทำให้ฝักเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ (วิวัฒน์, 2539) Mangoendidjojo (1978) ได้ศึกษาพันธุ์ข้าวโพดที่มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด และพบว่าการประเมินความเสียหายทางใบของข้าวโพดในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น เป็นวิธีที่เหมาะสมในการจำแนกความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดต่อหนอนเจาะลำต้นได้ แต่อย่างไรก็ตามความต้านทานดังกล่าวจะไม่มีผลในระยะการเจริญเติบโตในช่วงต่อไป (Fernandez and Legacion, 1994) ซึ่งเป็นการเข้าทำลายภายในลำต้น เนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนค่อนข้างต่ำ และมีการปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ การเพิ่มต้นทุนในด้านการป้องกันกำจัดศัตรูแทบไม่คุ้มค่ากับการลงทุน นอกจากนี้สภาพพื้นที่ปลูกโดยทั่วไปเกษตรกรปลูกเป็นพื้นที่ผืนใหญ่ติดต่อกัน ไม่สะดวกต่อการป้องกันกำจัดเมื่อมีการระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด การป้องกันกำจัดทำได้ยาก และไม่มีประสิทธิภาพ และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเกิดสภาพฝนทิ้งช่วง หรือการปลูกข้าวโพดในช่วงปลายฤดูฝน (อมราและคณะ, 2558) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้านทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมและสายพันธุ์แท้ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์และพันธุ์การค้า เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้พิจารณาคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ต้านทานหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด และเป็นข้อมูลในการป้องกันกำจัดอย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ ลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ดีเด่นทนทานแล้ง จำนวน 112 สายพันธุ์/พันธุ์

ปี 2559 จำนวน 20 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ Nei 412001 Nei 411016 Nei 462013 (Takfa7) Nei 502007 Nei 502010 Nei 502015 Nei 452006 (Takfa4) Nei 452009 (Takfa5) Nei 452008 (Takfa1) Nei 452015 (Takfa3) Ki-48 Ki-60 DTMA-192 DTMA-202 CTS011074/P31C4S5B-38-##-2-BBBB/CML421-BBBBB-1-BBB (Pedigree) G18C23-30-1-3-1-BBBBBBBBBBB-1-BBB (Pedigree)Nei 532005 Nei 542013 Nei 541006 และ Nei 541022

ปี 2560 จำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ Nei 582001 Nei 582002 Nei 582003 Nei 582004 Nei 582005 Nei 582006 Nei 582007 Nei 582008 Nei 582009 Nei 582010 Nei 582011 Nei 582012 Nei 582013 Nei 582014 Nei 582015 Nei 582016 Nei 582017 Nei 582018 Nei 582019

Nei 582020 Nei 582021 Nei 582022 Nei 582023 Nei 582024 Nei 582025 Nei 582026 Nei 582027 Nei 582028 Nei 582029 Nei 582030 Nei 582031 Nei 582032 Nei 582050 Nei 582051 Nei 582052 Nei 582053 Nei 582054 Nei 582055 Nei 582057 Nei 582059 Nei 582060 Nei 582062 Nei 582063 Nei 582065 และ DTMA-202

ปี 2561 จำนวน 20 พันธุ์ ได้แก่ NSX102003 NSX102005 NSX152002 NSX152006 NSX152009 NSX152010 NSX152011 NSX152013 NSX152022 NSX152025 NSX152027 NSX152032 NSX152045 NSX152055 NSX152057 NSX152065 NSX152066 NSX152070 NSX152086 และ NSX152097

ปี 2562-2563 จำนวน 40 พันธุ์ ได้แก่ NSX 111012 NSX 111014 NSX 111053 NSX 151008 NSX 151009 NSX 151015 NSX 151017 NSX 151034 NSX 102005 NSX 112017 NSX 152006 NSX 152011 NSX 152013 NSX 152016 NSX 152018 NSX 152025 NSX 152026 NSX 152032 NSX 152041 NSX 152043 NSX 152045 NSX 152056 NSX 152057 NSX 152058 NSX 152060 NSX 152065 NSX 152066 NSX 152067NSX 152070 NSX 152095 NSX 152096 NSX 152097 Pac789 DK9950C LG38778 NK6253 CP888New นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 4 และ นครสวรรค์ 5

2. ห้องปฏิบัติการ (ควบคุมอุณหภูมิ 27 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์)

3. อาหารเทียมเลี้ยงขยายปริมาณหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดตามสูตรของ Guthrie *et al*. (1987)

4. อุปกรณ์เลี้ยงขยายปริมาณหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด

5. หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด อายุ 5-6 วัน (วัยที่ 2)

6. โรงเรือนและอุปกรณ์สำหรับปลูกพืชทดลอง

7. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0

วิธีดำเนินงาน

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 10 ซ้ำ สำหรับการศึกษาการเข้าทำลายทางใบของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพเรือนทดลอง และวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับการศึกษาการแพร่ระบาดในสภาพไร่

กรรมวิธี

สายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ จำนวน 112 สายพันธุ์/พันธุ์ มาศึกษาการเข้าทำลายทางใบของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพเรือนทดลองและสภาพไร่

ศึกษาการเข้าทำลายทางใบของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพเรือนทดลอง

1. การเลี้ยงขยายปริมาณหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ในห้องปฏิบัติการ

รวบรวมปริมาณหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด จากแปลงปลูกข้าวโพดในสภาพธรรมชาติ นำมาเลี้ยงขยายปริมาณหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27$\pm$2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงด้วยอาหารเทียมตามสูตรของ Guthrie *et al*. (1987) หลังจากนั้นคัดเลือกหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด วัยที่ 2 (อายุ 5-6 วัน) เพื่อใช้ในการปล่อยลงบนต้นข้าวโพดในเรือนทดลอง

2. การประเมินการความเสียหายทางใบจากการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด

ปลูกข้าวโพดซ้ำละ 1 ต้นในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 นิ้ว เมื่อข้าวโพดอายุ 20 วัน ปล่อยหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดวัยที่ 2 (อายุ 5-6 วัน) จำนวน 30 ตัวต่อต้นในยอดข้าวโพด หลังจากนั้น 5 วัน ให้คะแนนความเสียหายทางใบระดับ 1-9 ตามวิธีการของ Guthrie *et al.*, (1987) ดังนี้

1 หมายถึง ไม่มีความเสียหาย หรือพบรูทำลายเท่าเข็มหมุดบนใบบางใบ

2 หมายถึง รูทำลายเป็นวงเล็กๆ บนใบบางใบ

3 หมายถึง รูทำลายเป็นวงกลมบนใบหลายใบ

4 หมายถึง รูทำลายเป็นวงกลมและวงรีบนใบหลายใบ

5 หมายถึง รูทำลายเป็นวงรีบนใบหลายใบ

6 หมายถึง รูทำลายเป็นวงรียาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร บนใบหลายใบ

7 หมายถึง รอยทำลายเป็นแนวยาวประมาณครึ่งใบ

8 หมายถึง รอยทำลายเป็นแนวยาวประมาณสองในสามของใบ

9 หมายถึง รอยทำลายเป็นแนวยาวบนส่วนใหญ่ของใบ

หลังจากให้คะแนนความเสียหายทางใบแล้วนำค่าเฉลี่ยมาจัดระดับความต้านทานจากระดับคะแนนความเสียหาย ดังนี้

คะแนน 1-2 จัดเป็นระดับความต้านทานอย่างยิ่ง (Highly Resistant)

คะแนน 3-4 จัดเป็นระดับความต้านทาน (Resistant)

คะแนน 5-6 จัดเป็นระดับความต้านทานปานกลาง (Intermediate Resistat)

คะแนน 7-9 จัดเป็นระดับอ่อนแอ (Susceptible)

ศึกษาการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพไร่

ปลูกข้าวโพด แถวยาว 5 เมตร จำนวน 5 แถว/แปลงย่อย ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ตรวจนับปริมาณรูทำลายบนลำต้นข้าวโพด จาก 3 แถวกลางของแปลงย่อย แปลงย่อยละ 10 ต้น สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 14 วันจนถึง 60 วัน ดำเนินการในปี 2559-2564 ในฤดูปลูกปลายฝน

วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองโดยใช้โปรแกรม IRRI STAR 2.0.1 เปรียบเทียบจำนวนรูทำลายเฉลี่ยของแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ โดยวิธี DMRT

การบันทึกข้อมูล

1. วันปลูกและวันเก็บเกี่ยว
2. คะแนนความเสียหายทางใบ
3. ระดับความต้านทานจากคะแนนความเสียหายทางใบ
4. จำนวนรูทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด
5. ผลผลิต
6. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2559-กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง ปี 2560

การศึกษาการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ดำเนินการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 20 สายพันธุ์ ผลการทดลองในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ความเสียหายทางใบของข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 7.75-8.37 โดยค่าความเสียหายทางใบไม่ต่างกันทางสถิติ เมื่อจัดระดับความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 20 สายพันธุ์ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอ (Table 1) อย่างไรก็ตามได้ทำการสำรวจการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพไร่ ที่ปลูกในฤดูปลายฝน (เดือนกรกฎาคม) พบว่าการแพร่ระบาดสูงสุดเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุตั้งแต่ 60 วันเป็นต้นไป พบรูทำลายที่ต้นข้าวโพดเฉลี่ย 0.35 รูต่อต้น (Table 1)

ผลการทดลองปี 2561

การศึกษาการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดได้ดำเนินการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 45 สายพันธุ์ ผลการทดลองในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ความเสียหายทางใบของข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.8-7.2 โดยค่าความเสียหายทางใบไม่ต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อจัดระดับความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด พบว่า ข้าวโพดที่จัดเป็นพันธุ์ต้านทานมี 1 สายพันธุ์ พันธุ์ต้านทานปานกลาง 42 สายพันธุ์ และพันธุ์อ่อนแอ 2 สายพันธุ์ โดยพันธุ์ต้านทานคือ สายพันธุ์ Nei 582002 ส่วนพันธุ์อ่อนแอ คือ สายพันธุ์ Nei 582025 และ Nei 582063 (Table 2) ส่วนในสภาพไร่ที่ปลูกในฤดูปลายฝน (ช่วงกลางเดือนกรกฎาคม) ได้ทำการสำรวจการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 45 สายพันธุ์ พบการแพร่ระบาดเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุตั้งแต่ 50 วันเป็นต้นไป โดยพบรูทำลายที่ต้นข้าวโพดจำนวน 22 สายพันธุ์ จำนวนรูทำลายเฉลี่ยเพียง 0.04 รูต่อต้น และไม่ต่างกันทางสถิติในระหว่างสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Table 2) เนื่องจากสภาพแวดล้อมของสภาพไร่ในช่วงดังกล่าวมีฝนตกชุกเกือบตลอดการทดลอง และมีฝนทิ้งช่วงน้อย ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูชนิดนี้

ผลการทดลอง ปี 2562

การศึกษาการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดได้ดำเนินการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 20 พันธุ์ ผลการทดลองในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ความเสียหายทางใบของข้าวโพดแต่ละพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 5.0-6.2 โดยค่าความเสียหายทางใบไม่ต่างกันทางสถิติ เมื่อจัดระดับความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด พบว่า จัดเป็นพันธุ์ต้านทานปานกลางทั้ง 20 สายพันธุ์ (Table 5) ส่วนในสภาพไร่ดำเนินการปลูกในวันที่ 21 กรกฎาคม 2562 เมื่อข้าวโพดอายุ 2 สัปดาห์ เริ่มทำการสำรวจการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 20 พันธุ์ พบการแพร่ระบาดเมื่อข้าวโพดอายุ 40 วัน ซึ่งพบรูทำลายที่ต้นข้าวโพดน้อยเพียง 2 พันธุ์ จำนวนรูทำลายเฉลี่ย 0.01 รูต่อต้น และพบการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบรูทำลายที่ต้นข้าวโพดอายุ 60 วัน จำนวนรูทำลายเฉลี่ย 0.13 รูต่อต้น

ผลการทดลอง ปี 2563

การเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพไร่ เตรียมพื้นที่แปลงทดลองเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูปลายฝน (เดือนกรกฎาคม 2563) ดำเนินการในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 20 สายพันธุ์ ได้แก่ NSX151008 NSX151009 NSX151015 NSX151017 NSX151034 NSX152016 NSX152018 NSX152026 NSX152041 NSX152043 NSX152056 NSX152058 NSX152060 NSX152067 NSX152095 NSX152096 NK6253 CP888 New NS3 และ NS5 ปลูกข้าวโพด เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2563 จากการสำรวจการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง พบว่า การปลูกข้าวโพดฤดูปลายฝน ปี 2563 ไม่พบ

ความเสียหายทางใบในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และไม่พบรูเจาะทำลายในระยะออกดอกตัวผู้ เนื่องมาจากในช่วงการทดลองเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดการทดลอง (ปริมาณน้ำฝน 586 มิลลิเมตร) ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูชนิดนี้จึงดำเนินการซ้ำในปี 2564

ผลการทดลอง ปี 2564

การศึกษาการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดได้ดำเนินการทดลองในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 40 พันธุ์ ผลการทดลองในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ความเสียหายทางใบของข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์มีค่าอยู่ระหว่าง 5.6-7.6 โดยค่าความเสียหายทางใบไม่ต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อจัดระดับความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด พบว่า จัดเป็นพันธุ์ต้านทานปานกลาง 27 พันธุ์ และพันธุ์อ่อนแอ 13 พันธุ์ (Table 6) ส่วนในสภาพไร่ดำเนินการปลูกในวันที่ 8 กรกฎาคม 2564 และข้าวโพดอายุ 2 สัปดาห์ เริ่มทำการสำรวจการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 40 พันธุ์ พบการแพร่ระบาดเมื่อข้าวโพดอายุ 60 วัน พบรูทำลายทั้ง 40 พันธุ์ โดยมีจำนวนรูทำลายเฉลี่ย 0.55 รูต่อต้น (Table 7) และไม่ต่างกันทางสถิติในระหว่างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการจำแนกระดับความต้านทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นในสภาพเรือนทดลอง (ปี 2559-2564) โดยใช้ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมสายพันธุ์แท้ สายพันธุ์ดีเด่น และพันธุ์การค้า รวม 112 สายพันธุ์/พันธุ์ จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พบว่า ระดับความเสียหายทางใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์อยู่ในช่วง 4.8 – 8.3 ความเสียหายทางใบเฉลี่ย 6.5 จำแนกระดับความต้านทานได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ พันธุ์ต้านทาน 1 สายพันธุ์ คือ Nei 582002 ต้านทานปานกลาง 81 สายพันธุ์/พันธุ์ และพันธุ์อ่อนแอ 30 สายพันธุ์/พันธุ์ การแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด พบเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุ 40 วัน ในระยะก่อนออกดอก โดย 98 เปอร์เซ็นต์ของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีรูทำลายเฉลี่ย 0.27 รูต่อต้น ถึงแม้ว่าความเสียหายทางใบจากการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นในสภาพเรือนทดลองจะอยู่ในระดับที่ค่อนข้างรุนแรง เนื่องจากปล่อยหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดลงในยอดข้าวโพดโดยตรง ส่งผลให้เกิดการทำลายใบในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นค่อนข้างมาก แต่ในสภาพไร่เป็นการระบาดตามธรรมชาติ พบการระบาดค่อนข้างต่ำ ในปี 2560-2562 และปี 2564 มีรูทำลายเฉลี่ย 0.27 รูต่อต้น จากการสำรวจในปี 2563 ไม่พบรูทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดในสภาพไร่ แสดงให้เห็นว่าปริมาณการแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นในสภาพไร่ยังไม่ถึงระดับที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต กล่าวคือมีรูทำลายน้อยกว่า 3-6 รูเจาะต่อต้น (อรนุช และวัชรา, 2534)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองในสภาพเรือนทดลอง ซึ่งให้คะแนนความเสียหายทางใบเป็นระดับ 1-9 จากนั้นใช้คะแนนความเสียหายทางใบจัดระดับความต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดนั้น สามารถสรุปได้ว่าสายพันธุ์/พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ในการทดลองแต่ละปี จัดอยู่ในกลุ่มของพันธุ์ต้านทาน 1 สายพันธุ์ ต้านทานปานกลาง 89 สายพันธุ์/พันธุ์ และอ่อนแอ 35 สายพันธุ์/พันธุ์ โดยสายพันธุ์ Nei 582002 จัดอยู่ในระดับพันธุ์ต้านทาน ส่วนพันธุ์การค้าที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบจากการทดลองปี 2559-2564 จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง 2 พันธุ์ ได้แก่ LG38778 และ NK6253 ระดับอ่อนแอ 3 พันธุ์ได้แก่ Pac789 DK9950C และ CP888 New สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 และนครสวรรค์ 4 จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 จัดอยู่ในระดับอ่อนแอ การแพร่ระบาดของหนอนเจาะลำต้นในสภาพไร่ (ปี 2559-2564) ฤดูปลูกปลายฝน พบความเสียหายจากการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดเฉลี่ย 0.26 รูต่อต้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้นำข้อมูลระดับความต้านทานหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดของสายพันธุ์/พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีศักยภาพ ไปพิจารณาประกอบในการคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อให้มีผลผลิตสูงและสามารถต้านทานต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดได้

2. เผยแพร่ผลงานภาคบรรยาย โดยเข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 18 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8-9 ธันวาคม พ.ศ.2564

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และบุคลากรทุกท่านของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ให้ความร่วมมือและให้การสนับสนุนอย่างดียิ่ง จึงสามารถดำเนินการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล

เอกสารอ้างอิง

วิวัฒน์ เสือสะอาด. 2539. แมลงศัตรูธัญพืชและพืชไร่ และศัตรูธรรมชาติ. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคกลาง ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. หน้า 33-35

อมรา ไตรศิริ สุริพัฒน์ ไทยเทศ สุทัศนีย์ วงศ์ศุภไทย ทัศนีย์ บุตรทอง ศิวิไล ลาภบรรจบ วรกานต์ ยอดชมภู. 2558. การประเมินคุณค่าสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด. *ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2558* ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 209-224

อรนุช กองกาญจนะ และ วัชรา ชุณหวงศ์. 2534. เอกสารวิชาการ เรื่อง แมลงสัตรูข้าวโพด และพืชไร่อื่นๆ ประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร แมลง-สัตว์-ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6 วันที่ 17-28 มิถุนายน 2534 กองกีฏและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 21-25

Fernandez, E.C., D.M. Legacion. 1994. Progress of Host Plant Resistance Research to the Asiatic Corn borer in Philippines. Pp 293-296. In Mihm,J.A. (ed) Insect Resistant Maize Recent Advances and Utilization. Proceeding of an International Symposium held at CIMMYT.

Guthrie, W.D. 1987. Methodologies Used for Screening and Determining Resistance in Maize to the European Corn Borer. Toward Insect Resistant Maize for Third World. Proceeding of the International Symposium on Methodologies for Developing Host Plant Resistance to Maize Insect: 122-129

Mangoendidjojo, W.1978. Measurement of resistance to corn borer (*Ostrinia furnacalis* Guenee) in a composite variety of maize. M.S. thesis, University of the Philippines at Los Banos, Laguna, R.P.

Table 1 Average of maize lines on each rating scale (1-9) of leaf damage under artificial infestation and damaged hole/plant under natural infestation caused by ACB (Late rainy season: 2017)

No.	pedigree	Leaf-feeding Damage rating (1-9)	Resistant level[1/]	Damaged (hole/plant)
1	Nei412001	8.37	S	0.25
2	Nei411016	7.87	S	0.37
3	Nei462013 (Takfa7)	8.12	S	0.56
4	Nei502007	8.0	S	0.45
5	Nei502010	7.75	S	0.35
6	Nei502015	7.87	S	0.38
7	Nei452006 (Takfa4)	8.37	S	0.41
8	Nei452009 (Takfa5)	7.87	S	0.29
9	Nei452008 (Takfa1)	7.75	S	0.25
10	Nei452015 (Takfa3)	7.75	S	0.51
11	Ki 48	8.25	S	0.39
12	Ki 60	8.25	S	0.26
13	DTMA-192	8.12	S	0.34
14	DTMA-202	8.12	S	0.37
15	CTS011074/P31C4S5B-38-##-2-BBBB/ CML421-BBBBB-1-BBB (Pedigree)	7.87	S	0.45
16	G18C23-30-1-3-1-BBBBBBBBBBB-1-BBB (Pedigree)	7.87	S	0.14
17	Nei532005	7.87	S	0.20
18	Nei542013	8.25	S	0.24
19	Nei541006	8.37	S	0.45
20	Nei541022	8.37	S	0.35
	Mean	8.05		0.35
	F-test	ns		ns
	C.V. (%)	16.30		22.92

ns = non-significant

Mean followed by a common letter are not significantly different at a 5% probability level by DMRT

[1/]Resistant level: scale 1-2 = Highly resistant: HR 3-4 = Resistant: R
5-6 = Intermediate resistant: IR 7-9 = Susceptible: S

Table 2 Average of maize lines on each rating scale (1-9) of leaf damage under artificial infestation and damaged hole/plant under natural infestation caused by ACB (Late rainy season: 2018)

No.	pedigree	Leaf-feeding	Resistant	Damaged
1	Nei582001	5.5	IR	0.00
2	Nei582002	4.8	R	0.15
3	Nei582003	5.8	IR	0.00
4	Nei582004	5.0	IR	0.05
5	Nei582005	6.0	IR	0.15
6	Nei582006	5.8	IR	0.00
7	Nei582007	5.5	IR	0.05
8	Nei582008	5.5	IR	0.00
9	Nei582009	6.3	IR	0.05
10	Nei582010	6.2	IR	0.00
11	Nei582011	5.7	IR	0.00
12	Nei582012	6.8	IR	0.00
13	Nei582013	5.5	IR	0.20
14	Nei582014	5.8	IR	0.15
15	Nei582015	6.0	IR	0.05
16	Nei582016	6.2	IR	0.00
17	Nei582017	6.2	IR	0.00
18	Nei582018	6.0	IR	0.15
19	Nei582019	6.8	IR	0.05
20	Nei582020	5.5	IR	0.00
21	Nei582021	6.7	IR	0.00
22	Nei582022	6.3	IR	0.00
23	Nei582023	6.7	IR	0.00
24	Nei582024	5.3	IR	0.05
25	Nei582025	7.2	S	0.00

Table 2 (Continued)

No.	pedigree	Leaf-feeding	Resistant	Damaged
26	Nei582026	5.8	IR	0.00
27	Nei582027	6.5	IR	0.05
28	Nei582028	5.1	IR	0.00
29	Nei582029	5.8	IR	0.05
30	Nei582030	6.2	IR	0.00
31	Nei582031	5.8	IR	0.00
32	Nei582032	5.8	IR	0.00
33	Nei582050	6.5	IR	0.00
34	Nei582051	6.0	IR	0.05
35	Nei582052	6.0	IR	0.05
36	Nei582053	6.3	IR	0.05
37	Nei582054	5.8	IR	0.00
38	Nei582055	5.7	IR	0.05
39	Nei582057	6.3	IR	0.05
40	Nei582059	6.8	IR	0.05
41	Nei582060	6.0	IR	0.00
42	Nei582062	6.0	IR	0.10
43	Nei582063	7.2	S	0.05
44	Nei582065	6.3	IR	0.00
45	DTMA-202	6.2	IR	0.05
	Mean	6.0		0.04
	F-test	ns		ns
	CV (%)	18.83		26.57

ns = non-significant

Mean followed by a common letter are not significantly different at a 5% probability level by DMRT

[1/]Resistant level: scale 1-2 = Highly resistant: HR 3-4 = Resistant: R
5-6 = Intermediate resistant: IR 7-9 = Susceptible: S

Table 3 Average of maize lines on each rating scale (1-9) of leaf damage under artificial infestation and damaged hole/plant under natural infestation caused by ACB (Late rainy season: 2019)

No.	pedigree	Leaf-feeding Damage rating (1-9)	Resistant level[1/]	Damaged (hole/plant)
1	NSX102003	5.3	IR	0.00
2	NSX102005	5.1	IR	0.10
3	NSX152002	5.4	IR	0.15
4	NSX152006	6.0	IR	0.00
5	NSX152009	5.9	IR	0.00
6	NSX152010	5.6	IR	0.25
7	NSX152011	5.5	IR	0.00
8	NSX152013	5.1	IR	0.00
9	NSX152022	5.4	IR	0.00
10	NSX152025	5.9	IR	0.24
11	NSX152027	6.2	IR	0.00
12	NSX152032	6.2	IR	0.12
13	NSX152045	5.6	IR	0.35
14	NSX152055	5.6	IR	0.25
15	NSX152057	6.1	IR	0.00
16	NSX152065	5.0	IR	0.50
17	NSX152066	5.6	IR	0.00
18	NSX152070	5.5	IR	0.16
19	NSX152086	5.7	IR	0.14
20	NSX152097	5.8	IR	0.50
	Mean	5.6		0.13
	F-test	ns		ns
	CV (%)	14.47		20.32

ns = non-significant

Mean followed by a common letter are not significantly different at a 5% probability level by DMRT

[1/]Resistant level: scale 1-2 = Highly resistant: HR 3-4 = Resistant: R
5-6 = Intermediate resistant: IR 7-9 = Susceptible: S

Table 4 Average of maize lines on each rating scale (1- 9) of leaf damage under artificial infestation and damaged hole/plant under natural infestation caused by ACB (Late rainy season: 2021)

No.	pedigree	Leaf-feeding	Resistant	Damaged
1	NSX111012	6.10	IR	0.41
2	NSX111014	6.60	IR	0.52
3	NSX111053	5.70	IR	0.44
4	NSX151008	6.10	IR	0.74
5	NSX151009	7.20	S	0.48
6	NSX151015	5.60	IR	0.67
7	NSX151017	7.00	S	0.48
8	NSX151034	6.80	IR	0.70
9	NSX102005	6.40	IR	1.11
10	NSX112017	7.00	S	0.41
11	NSX152006	7.00	S	0.44
12	NSX152011	6.40	IR	0.89
13	NSX152013	6.90	IR	0.49
14	NSX152016	6.30	IR	0.26
15	NSX152018	6.30	IR	0.67
16	NSX152025	6.50	IR	0.07
17	NSX152026	6.60	IR	0.67
18	NSX152032	6.70	IR	0.26
19	NSX152041	6.10	IR	0.15
20	NSX152043	6.78	IR	0.56
21	NSX152045	7.40	S	0.44
22	NSX152056	6.80	IR	0.74
23	NSX152057	6.50	IR	0.37
24	NSX152058	7.20	S	0.52
25	NSX152060	6.60	IR	0.63
26	NSX152065	6.60	IR	0.41
27	NSX152066	7.10	S	0.48
28	NSX152067	6.10	IR	0.56

Table 4 (Continued)

No.	pedigree	Leaf-feeding	Resistant [1/]	Damaged
29	NSX152070	6.50	IR	0.74
30	NSX152095	6.60	IR	0.48
31	NSX152096	7.00	S	0.52
32	NSX152097	7.00	S	0.33
33	Pac789	7.30	S	0.85
34	DK9950C	7.60	S	1.08
35	LG38778	6.10	IR	0.70
36	NK6253	6.80	IR	0.37
37	CP888New	7.30	S	0.45
38	Na	6.80	IR	0.63
39	NS4	6.40	IR	0.89
40	NS5	7.00	S	0.52
	Mean	6.67		0.55
	F-test	ns		ns
	C.V. (%)	16.30		45.00

ns = non-significant

Mean followed by a common letter are not significantly different at a 5% probability level by DMRT

[1/]Resistant level: scale 1-2 = Highly resistant: HR 3-4 = Resistant: R

5-6 = Intermediate resistant: IR 7-9 = Susceptible: S

การประเมินสายพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อโรคต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*

Evaluation of Maize Lines Against Bacterial Stalk Rot Caused by *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae*

ศิวิไล ลาภบรรจบ[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ภาวิณี เกียรติยากุล[/] ลัดดาวัลย์ ขันแกล้ว[/]
Siwilai Lapbanjob[/] Suriphat Thaitad[2/] Pavinee Kiertiyakul[/] Laddawan Khanklaew[/]

ABSTRACTS

Bacterial stalk rot of maize caused by *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae* is a destructive disease in maize planting area in Thailand. A field experiment was carried out to identify thirty nine inbreds and promising hybrids under artificial inoculation during rainy season of 2019- 2021. Inoculation was made by injection 1 ml of cell suspension into the second internode above ground of 35 days old plants. Number of infected plant was recorded in the field. Evaluation of disease severity performed by splitting the stalk lengthwise at 80 days after planting and percent disease severity index was calculated. The result showed that the maize lines were moderately susceptible to susceptible. The lowest disease severity index was found in NSX152032 (51.95%) followed by NSX152006 (54.37%) and NSX152027 (59.25%).

Keywords : maize, bacterial stalk rot, screening for disease resistance

บทคัดย่อ

โรคต้นเน่าแบคทีเรียเกิดจากเชื้อ *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae* เป็นปัญหาสำคัญต่อการปลูกข้าวโพดในแหล่งปลูกทั่วไปของประเทศไทย การจำแนกระดับความต้านทานต่อโรคต้นเน่าแบคทีเรียในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นและสายพันธุ์แท้ จำนวน 39 พันธุ์/สายพันธุ์ ดำเนินการในสภาพไร่ ฤดูฝน ปี 2562-2564 ภายใต้สภาพที่มีการปลูกเชื้อโดยฉีดเซลแขวนลอยของเชื้อสาเหตุลงในลำต้นปล้องที่ 2 เมื่อข้าวโพดมีอายุ 35 วัน บันทึกจำนวนต้นเป็นโรคและระดับความรุนแรงในการเกิดโรคโดยการผ่าลำต้นและตรวจสอบอาการภายในเมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน คำนวนเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค ผลการทดลอง พบว่าพันธุ์ข้าวโพดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางจนถึงอ่อนแอ โดยพันธุ์ที่มีดัชนีการเกิดโรคต่ำกว่าพันธุ์อื่น ได้แก่ NSX152032 (51.95%) NSX152006 (54.37%) และ NSX152027 (59.25%)

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โรคต้นเน่าแบคทีเรีย การคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรค

รหัสทะเบียน 01-09-59-01-04-00-05-62

[1] /ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2] /สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [2/]Field and Renewable Crops Research Institute

คำนำ

โรคข้าวโพดที่สำคัญมีหลายชนิด โรคต้นเน่าแบคทีเรีย (bacterial stalk rot) เกิดจากเชื้อ *Erwinia chrysanthemi* pv. *zeae* เป็นอีกโรคหนึ่งที่ระบาดทำความเสียหายให้กับข้าวโพดในแหล่งปลูกทั่วไป เชื้อ *E. chrysanthemi* pv. *zeae* สร้างเอนไซม์ได้หลายชนิด เช่น pectinase cellulase isozyme สามารถย่อยสลายผนังเซลของพืชที่ประกอบด้วย cellulose hemicellulose และ pectin เมื่อเชื้อเข้าทำลายข้าวโพดที่ส่วนยอด ทำให้แสดงอาการยอดเหี่ยว เมื่อเข้าทำลายบริเวณลำต้น ทำให้ลำต้นเปื่อยยุ่ย มีกลิ่นเหม็น ต้นล้มพับ หากเกิดโรคก่อนระยะออกดอก ต้นข้าวโพดจะตายอย่างรวดเร็ว หากเกิดโรคหลังระยะติดฝัก ข้าวโพดจะแก่ก่อนกำหนด เมล็ดที่ได้ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากท่อลำเลียงน้ำและอาหารถูกทำลาย โรคต้นเน่าแบคทีเรียทำให้ผลผลิตลดลง 21-98 เปอร์เซ็นต์ มักระบาดรุนแรงในบริเวณที่มีการระบายน้ำไม่ดี สภาพอากาศร้อนอบอ้าว อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-100 เปอร์เซ็นต์ (Subedi, 2015) การปลูกพืชหนาแน่น ทำให้การระบายอากาศไม่ดี ทำให้เป็นโรคมากขึ้น การทำลายของเชื้อสาเหตุขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และสภาพแวดล้อม และพันธุกรรม (Szoke *et al*., 2007) นอกจากนี้การเกิดโรคยังสัมพันธ์กับปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Saxena and Lal, 1982) การป้องกันกำจัดโรคต้นเน่าแบคทีเรียมีหลายวิธีการ เช่น การจัดการธาตุอาหาร การเขตกรรม และการใช้สารเคมี การใช้พันธุ์ต้านทานเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน ลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม การประเมินพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อโรคต้นเน่าแบคทีเรียมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกความต้านทานในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมและสายพันธุ์แท้สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกพันธุ์และเป็นคำแนะนำการจัดการโรคในพันธุ์ที่ได้รับการเสนอเป็นพันธุ์รับรองเพื่อเผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

5. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม
6. อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose peptone agar
7. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
8. สารเคมีในการฆ่าเชื้อ เช่น คลอร็อกซ์
9. เหล็กปลายแหลม

วิธีการดำเนินงาน

รวบรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้และลูกผสม จำนวน 39 พันธุ์/สายพันธุ์ จากโครงการปรับปรุงพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

แยกเชื้อสาเหตุโรคต้นเน่าแบคทีเรียจากลำต้นของข้าวโพดที่เป็นโรค โดยวิธี Tissue transplanting บนอาหาร Potato dextrose peptone agar (PDPA) เมื่อแยกได้เชื้อบริสุทธิ์ เลี้ยงเพิ่มปริมาณเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDPA เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เตรียมเซลล์แขวนลอยของเชื้อแบคทีเรียในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ เข้มข้น $1x10^8$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เติม Tween 80 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ต่อเซลล์แขวนลอย 1 ลิตร

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร พันธุ์ละ 1 แถวๆ ยาว 8 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ เมื่อข้าวโพดอายุ 35 วันหลังงอก ทำแผลบนลำต้นข้าวโพดโดยใช้เหล็กแหลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร แทงเข้าไปในลำต้นข้าวโพดปล้องที่ 2 เหนือดิน ให้มีความลึก 1 เซนติเมตร จากนั้นจึงปลูกเชื้อโดยฉีดเซลแขวนลอยของเชื้อแบคทีเรียเข้าไปในรอยแผล 1 มิลลิลิตร ต่อต้น

ประเมินการเกิดโรคเมื่อข้าวโพดอายุ 80 วัน โดยนับจำนวนต้นที่เกิดแผลสีน้ำตาล ฉ่ำน้ำ เน่าเปื่อย ต้นและใบเหี่ยว ผ่าลำต้นข้าวโพด ให้คะแนนความรุนแรงในการเกิดโรค 1-5 เมื่อ ระดับ 1 หมายถึง เกิดแผลตำแหน่งที่มีการปลูกเชื้อ ขนาดแผลน้อยกว่า 1 เซนติเมตร ระดับ 2 หมายถึง เกิดแผลตำแหน่งที่มีการปลูกเชื้อขนาดแผลมากกว่า 1 เซนติเมตร เนื่อเยื่อเน่าไม่เกิน 1 ปล้อง ระดับ 3 หมายถึง มีจำนวนปล้องที่เนื้อเยื่อภายในลำต้นเน่าเป็นสีน้ำตาล 2 ปล้อง ระดับ 4 หมายถึง มีจำนวนปล้องที่เนื้อเยื่อภายในลำต้นเน่าเป็นสีน้ำตาล มากกว่า 2 ปล้อง และระดับ 5 หมายถึง ลำต้นต้นข้าวโพดเปื่อยเน่า ต้นล้ม บันทึกข้อมูล ลักษณะอาการ ความรุนแรงในการเกิดโรค และจำนวนต้นที่เป็นโรค

คำนวณดัชนีความรุนแรงในการเกิดโรค (Disease severity index; DSI) ดังนี้

$$\text{Disease severity index} = \frac{\sum(A \times B)}{N \times V} \times 100$$

A หมายถึง ระดับความรุนแรงในการเกิดโรค มี 5 ระดับ 1 2 3 4 และ 5

B หมายถึง จำนวนต้นที่แสดงอาการ

N หมายถึง จำนวนต้นทั้งหมด

V หมายถึง ระดับความรุนแรงในการเกิดโรคสูงที่สุด

จำแนกระดับความต้านทานของพันธุ์ข้าวโพดต่อโรคต้นเน่า ดังนี้ ต้านทาน มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค 1-20 ต้านทานปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค 21-40 อ่อนแอปานกลาง มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรค 41-60 อ่อนแอ มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรคมากกว่า 61

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2561 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

การปลูกเชื้อโรคต้นเน่าแบคทีเรีย ทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทุกพันธุ์แสดงอาการของโรค มีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงในการเกิดโรค โดยการผ่าลำต้น พบว่า มีระดับความรุนแรงในการเกิดโรคเฉลี่ย 3.42 แสดงให้เห็นว่า โรคต้นเน่าแบคทีเรีย ทำให้ข้าวโพดแต่ละพันธุ์แสดงอาการลำต้นเน่า เนื้อเยื่อภายในลำต้นเน่า เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จำนวน 2-3 ปล้อง และเมื่อคำนวณดัชนีการเกิดโรคพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรคระหว่าง 51.95-82.89 เฉลี่ย 68.33 เปอร์เซ็นต์ โดยมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม 3 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรคต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรงในการเกิดโรคเฉลี่ย 2.72 2.96 และ 2.64 ซึ่งหมายถึงเกิดแผลในปล้องที่ปลูกเชื้อ แผลขยายลุกลาม 1-2 ปล้อง ได้แก่ พันธุ์ NSX152032 NSX152027 และ NSX152006 ส่วนพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรคสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรงในการเกิดโรคเฉลี่ย 3.02 - 4.14 มีดังนี้ NSX102003 NSX102005 NSX152002 NSX152006 NSX152009 NSX152010 NSX152011 NSX152013 NSX152016 NSX152018 NSX152022 NSX152025 NSX152027 NSX152032 NSX152041 NSX152043 NSX152045 NSX152055 NSX152057 NSX152058 NSX152065 NSX152066 NSX152067 NSX152070 NSX152086 NSX152096 NSX152097 NSX172002 NSX172003 NSX172007 NSX172015 NSX172017 NSX172035 Nei532005 Nei542012 ตากฟ้า 4 ตากฟ้า 5 ตากฟ้า 7 และ ตากฟ้า 1 (Table 1) ข้าวโพดที่เป็นโรครุนแรงทำให้ลำต้นเน่า ล้มพับ ส่วนต้นที่แสดงอาการของโรคน้อย ลำต้นภายนอกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ต้นไม่หักล้ม Singh and Singh (2016) ได้ประเมินการเกิดโรคต้นเน่าในข้าวฟ่างที่เกิดจากเชื้อ *Erwinia chrysanthemi* โดยใช้ระดับความรุนแรงในการเกิดโรค Ahamad *et al.* (2015) พบว่า

พันธุ์ข้าวโพดที่นำมาทดลองส่วนใหญ่จัดอยู่ในระดับอ่อนแอ ถึงอ่อนแอมาก ขณะที่ Alejandro *et al*. (2009) รายงานว่าเชื้อพันธุกรรมที่นำมาทดสอบ มีเพียง 12 เปอร์เซ็นต์ ที่ต้านทานต่อโรคต้นเน่าแบคทีเรีย ซึ่งพันธุ์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาพันธุ์ผสมเปิดและลูกผสมให้มีลักษณะที่ต้านทานโรคได้

สรุปผลการทดลอง

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ดีเด่นและสายพันธุ์แท้ 39 พันธุ์/สายพันธุ์ มีการตอบสนองต่อโรคต้นเน่าแบคทีเรียโดยสามารถจำแนกปฏิกิริยาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ อ่อนแอปานกลาง จำนวน 3 พันธุ์/สายพันธุ์ และอ่อนแอ จำนวน 36 พันธุ์/สายพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

Ahamad, S., B. Lai and D. Kher. 2015. Screening of maize germplasms against stalk rot disease in the intermediate zone of Jammu region. IJSET. 2:828-831.

Alejandro, F.R., E.E. Magulama, M.C. Malinao and N.G. Tagonan. 2009. Developing high yielding white maize varieties with resistance to bacterial stalk rot and ear rot. Available source: https://www.academia.edu/7966184/Developing high yielding white maize varieties with resistance to bacterial stalk rot and Fusarium ear rot. Accessed May 2, 2020.

Saxena, S.C. and S. Lal. 1982. Studies on survival of *Erwinia chrysanthemi*. Indian J. Mycol. Pl. Pathol. 12:116.

Singh P. and Y. Singh. 2016. Evaluation of Inoculation Methods and Standardization of *Erwinia chrysanthemi* Inoculum concentration for germplasm screening against stalk rot in sorghum. Journal of Pure and Appiled Micribiology onlone. Available source: https: / / microbiologyjournal. org/ evaluation- of- inoculation- methods- and-standardization- of- erwinia- chrysanthemi- inoculum- concentration- for- germplasm-screening-against-stalk-rot-in-sorghum/. Accessed May 22, 2023.

Subedi S. 2015. A review on important maize diseases and their management in Nepal. Journal of Maize Research and Development 1:28-52.

Szoke, C.S., T. Arendas, F. Racz, J. Pinter, E. Nagy and L.C. Marton. 2007. Correlation between maize genotypes and the stalk rot caused by maize Fusarium. Acta Agronomy Hungarica. 55: 447-452.

Table 1 Interaction of maize inbreds and promising hybrids under artificial inoculation of bacterial stalk rot in the field at Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Nakhon Sawan during 2016-2021.

maize line	Rating scale	disease index	interaction
NSX102003	3.29	65.72	S
NSX102005	3.87	77.39	S
NSX152002	3.50	69.91	S
NSX152006	2.72	54.37	MS
NSX152009	3.15	62.91	S
NSX152010	3.17	63.32	S
NSX152011	3.34	66.81	S
NSX152013	3.66	73.27	S
NSX152016	3.35	66.95	S
NSX152018	3.48	69.58	S
NSX152022	3.33	66.52	S
NSX152025	3.13	62.53	S
NSX152027	2.96	59.25	MS
NSX152032	2.60	51.95	MS
NSX152041	4.14	82.89	S
NSX152043	3.72	74.38	S
NSX152045	3.72	74.49	S
NSX152055	3.87	77.34	S
NSX152057	3.41	68.25	S
NSX152058	3.25	65.03	S
NSX152065	3.71	74.18	S
NSX152066	3.62	72.34	S
NSX152067	3.43	68.63	S
NSX152070	3.84	76.76	S
NSX152086	3.36	67.23	S
NSX152096	3.27	65.42	S
NSX152097	3.41	68.23	S
NSX172002	3.60	71.99	S
NSX172003	3.15	63.06	S
NSX172007	3.72	74.40	S
NSX172015	3.63	72.61	S
NSX172017	3.47	69.48	S
NSX172035	3.02	60.42	S
Nei532005	3.27	65.35	S
Nei542012	3.09	61.77	S
Takfa 4	3.74	74.81	S
Takfa 5	3.37	67.45	S
Takfa 7	3.03	60.50	S
Takfa 1	3.87	77.37	S

ผลของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of Cyantraniliprole on germination and vigor of maize seed

กัญจน์ชญา ตัดโส[1/] ศิวิไล ลาภบรรจบ[1/]สมคิด พันธ์ดี[1/]กาญจนา อินทศร[1/]
Kanchaya Tadso[1/] Siwilai Lapbanjob[1/] Somkid Pandee[1/]Kanjana Intrasorn[1/]

Abstract

The objective of this experiment was to investigate the effects of the Cyantraniliprole application in seed treatment on the germination and seed vigor of maize seeds. The study was conducted during 2020-2021. The experimental setup employed a Randomized Complete Block Design with 4 replications and 7 treatments. These treatments included different rates of Cyantraniliprole (20% SC) applied as 10, 12, 14, 16, 18, and 20 milliliters per kilogram of seeds and a control group without seed treatment. The research involved both hybrids, namely Nakhon Sawan 3, Nakhon Sawan 4, and Nakhon Sawan 5, and inbreds, including Tak Fa 1, Tak Fa 4, and Tak Fa 7, making a total of 6 hybrids/lines. Germination and seed vigor were evaluated at 0, 2, 4, 6, 8, 10, and 12 months of storage. Additionally, the study evaluated the effectiveness of Cyantraniliprole in preventing and controlling Fall armyworm (FAW) by assessing leaf damage within a controlled greenhouse environment. The results indicated that seed treatment with Cyantraniliprole at a concentration of 10 milliliters per kilogram of seeds effectively prevented FAW infestation for both hybrids and inbreds. Moreover, the treated seeds maintained acceptable germination and seed vigor percentages according to seed standards. Specifically, the hybrid Nakhon Sawan 5 could be stored for 2 months, inbred Tak Fa 4 for 4 months, inbred Tak Fa 1, hybrid Nakhon Sawan 3 and Nakhon Sawan 4 for 8 months, and inbred Tak Fa 7 for 12 months.

Keywords : Maize, Cyantraniliprole, Germination, Seed vigor,Fall armyworm

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารไซแอนทรานิลิโพรลที่ใช้ในการคลุกเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการระหว่างปี 2563-2564 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ อัตราของสารไซแอนทรานิลิโพรล (20% เอสซี) ได้แก่ 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตรต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม และกรรมวิธีควบคุมที่ไม่คลุกเมล็ด แยกศึกษาในพันธุ์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 4 และนครสวรรค์ 5 และสายพันธุ์แท้

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-05-00-01-64

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center

ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 4 และ ตากฟ้า 7 รวมจำนวน 6 พันธุ์/สายพันธุ์ ตรวจสอบความงอก และความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุ ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน ณ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และทดสอบประสิทธิภาพของสารที่ใช้คลุกเมล็ดในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด โดยประเมินการทำลายที่ใบในสภาพเรือนทดลอง ผลการทดลอง พบว่า การคลุกสารไซแอนทรานิลิโพรลที่ความเข้มข้น 10 มิลลิลิตรต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ในเมล็ดพันธุ์ทั้งลูกผสมและสายพันธุ์แท้ และสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่คลุกสาร โดยยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเมล็ดพันธุ์ ได้ดังนี้ เมล็ดพันธุ์ลูกผสมนครสวรรค์ 5 สามารถเก็บรักษาได้นาน 2 เดือน สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 4 เก็บรักษาได้นาน 4 เดือน สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และลูกผสมนครสวรรค์ 4 เก็บรักษาได้นาน 8 เดือน และสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 7 สามารถเก็บรักษาได้นาน 12 เดือน

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สารไซแอนทรานิลิโพรล ความงอก ความแข็งแรง หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด

คำนำ

เมล็ดพันธุ์ เป็นสิ่งที่มีชีวิตซึ่งเราสามารถตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดได้ โดยการทดสอบความงอกหรือการทดสอบความมีชีวิต การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้เพื่อใช้ปลูกหรือทำพันธุ์ จึงต้องคำนึงถึงความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์จะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรง (Seed vigour) สูงสุด ในระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา แต่หลังจากนั้นจะมีการเสื่อมสภาพเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นั้น เริ่มตั้งแต่ระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปจนถึงการปลูกครั้งต่อไป

สารไซแอนทรานิลิโพรล สามารถป้องกันกำจัดแมลงได้หลายชนิด ทั้งแมลงปากดูดและแมลงปากกัด รวมถึงหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด จึงศึกษาผลของสารไซแอนทรานิลิโพรลในอัตราส่วนต่าง ๆ ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้ได้ข้อมูลการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์และสามารถป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ที่เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 4 และนครสวรรค์ 5 เมล็ดพันธุ์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 4 และ ตากฟ้า 7
2. สารป้องกันกำจัดแมลงไซแอนทรานิลิโพรล 20% เอสซี
3. อุปกรณ์ในการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ เครื่องวัดวามชื้น เครื่องชั่ง ทรายเพาะความงอก ตู้อบ แอลกอฮอล์

วิธีการ

ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2563 กันยายน 2564 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 4 ซ้ำ มี 7 กรรมวิธี ได้แก่ อัตราของสารไซแอนทรานิลิโพรล (20% เอสซี) ที่ใช้ในการคลุกเมล็ดพันธุ์ 6 อัตรา ได้แก่ 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตรต่อเมล็ด 1 กิโลกรัมและกรรมวิธีควบคุมที่ไม่คลุกเมล็ด พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยลูกผสมและสายพันธุ์แท้ จำนวน 6 พันธุ์/

สายพันธุ์ ได้แก่ นครสวรรค์ 3 นครสวรรค์ 4 นครสวรรค์ 5 ตากฟ้า 1 ตากฟ้า 4 และ ตากฟ้า 7 โดยแยกศึกษาในแต่ละพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขนาด 18/64 นิ้ว จำนวน 1 กิโลกรัมต่อซ้ำ คลุกด้วยสารไซแอนทรานิลิโพรล (20% เอสซี) จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์บรรจุลงในกระสอบพลาสติกสาน เก็บรักษาไว้ในห้องที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นระยะเวลาตามกรรมวิธี สุ่มเมล็ดพันธุ์ที่อายุการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน มาทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการของ ISTA (2004) และ วัลลภ (2538) ดังนี้

การทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์ สุ่มเมล็ด จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ ทดสอบความงอกโดยนำมาเพาะในทราย หลังเพาะ 7 วัน ตรวจนับความงอกต้นปกติ คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ((จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ/จำนวนเมล็ดที่ปลูก)x100)

การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ สุ่มเมล็ด จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ ใส่ตะแกรงที่มีขาตั้งอยู่ในโหลแก้ว ใส่น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร โดยตะแกรงสูงจากผิวน้ำ 1 เซนติเมตร ปิดฝาโหลให้สนิท นำไปเข้าตู้เร่งอายุที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 84 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด นำมาทดสอบความงอกโดยเพาะในทราย หลังเพาะ 7 วัน ตรวจนับความงอกต้นปกติ คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ((จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ/จำนวนเมล็ดที่ปลูก)x100)

การทดสอบประสิทธิภาพของสารที่ใช้คลุกเมล็ดในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด สุ่มเมล็ดพันธุ์ของแต่ละกรรมวิธีมาปลูกข้าวโพดในกระถางๆ ละ 4 ต้น ทำ 3 ซ้ำ เมื่อข้าวโพดอายุ 7 วัน ปล่อยหนอนวัยที่ 2 จำนวน 5 ตัวต่อต้น ลงในใบยอดข้าวโพด ประเมินรอยทำลายที่ใบโดยให้คะแนนเป็นระดับ 1-9 ตามวิธีการให้คะแนนของ Davis and Williams (1992) ดำเนินการในสภาพเรือนทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

การบันทึกข้อมูล

อุณหภูมิและความชื้น ขณะทำการทดลอง เปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ลักษณะต้นกล้า ระดับความเสียหายทางใบ

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564
สถานที่ดำเนินการ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ และเรือนทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1

1.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติ ในทุกอัตราสารในการคลุกเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.54 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.93 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.64 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.93 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.36 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 10 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.71 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.86 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

1.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงไม่แตกต่างทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.68 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือนเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเมื่อคลุกสารอัตรา 10 12 14 16 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสาร พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรง

มากกว่า อัตราคลุกสาร 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 94.29 ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 12 16 และ 20 มิลลิลิตรไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า อัตราคลุกสาร 18 มิลลิลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 12 มิลลิลิตรไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีค่ามากกว่าอัตราคลุกสาร 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 89.68 ส่วนอายุการเก็บรักษาที่ 8 10 และ 12 เดือนพบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสารมีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 89.39 77.86 และ 48.43 ที่อายุการเก็บรักษา 8 10 และ 12 เดือนตามลำดับ (Table 2)

1.3 ประสิทธิภาพของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน อัตราคลุกสาร 18 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลาย 5.17 ซึ่งน้อยกว่า อัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 12 14 และ 16 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายเฉลี่ย 6.46 ส่วนอายุการเก็บรักษา 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตรมีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีระดับรอยทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับรอยทำลายเฉลี่ย 2.58 2.52 2.44 1.93 และ 1.85 ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน ตามลำดับ (Table 3)

2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 4

2.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติ ในทุกอัตราสารในการคลุกเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.96 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.32 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.11 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.21 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

2.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าระหว่าง 91.50-94.25 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.04 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือนเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเมื่อคลุกสารอัตรา 10 12 14 16 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสาร พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า อัตราคลุกสาร 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 88.86 ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 12 และ 14 มิลลิลิตรไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า อัตราคลุกสาร 16 18 และ 20 มิลลิลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 มิลลิลิตร ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีค่ามากกว่าอัตราคลุกสาร 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 69.43 (Table 5)

2.3 ประสิทธิภาพของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 4 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 และ 6 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีระดับรอยทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับรอยทำลายเฉลี่ย 2.44 1.93 1.85 และ 2.20 ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ (Table 6)

3. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 7

3.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติ ในทุกอัตราสารในการคลุกเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.64 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.36 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.61 เปอร์เซ็นต์ ที่ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.54 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.89 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 10 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.25 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 7)

3.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 และ 2 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงไม่แตกต่างทางสถิติ โดยที่อายุการเก็บรักษา 0 มีค่าระหว่าง 97.25-98.75 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.14 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน มีค่าระหว่าง 97.25-99.00 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.25 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 12 14 16 และ 18 มิลลิลิตร ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า อัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 12 14 และ 16 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับ 10 และ 18 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 98.14 อายุการเก็บรักษาที่ 8 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสารและอัตราคลุกสาร 10 12 14 16 และ 20 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าอัตราคลุกสาร 18 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 96.96 อายุการเก็บรักษา 10 เดือน อัตราคลุกสาร 10 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 12 และ 14 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 94.32 และอายุการเก็บรักษา 12 เดือน พบว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารมีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 และ 12 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 83.04 (Table 8)

3.3 ประสิทธิภาพของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 7 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน อัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลาย 4.42 ซึ่งน้อยกว่า อัตราคลุกสาร 12 14 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 16 และ 18 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายเฉลี่ย 5.88 ส่วนอายุการเก็บรักษา 4 6 8 10 และ 12 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีระดับรอยทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับรอยทำลายเฉลี่ย 2.23 1.60 1.69 2.07 และ 1.71 ที่อายุการเก็บรักษา 4 6 8 10 และ 12 เดือน ตามลำดับ (Table 9)

4. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3

4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติ ในทุกอัตราสารใน การคลุกเมล็ดพันธุ์ ที่ อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.89 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.43 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.46 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.32 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 10 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.57 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.89 เปอร์เซ็นต์ (Table 10)

4.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 และ 4 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงไม่แตกต่างทางสถิติ อายุการเก็บรักษา 0 2 และ 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.50 96.32 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 12 14 และ 16 มิลลิลิตรไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีค่ามากกว่าอัตราคลุกสาร 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 90.36 อายุการเก็บรักษา 8 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร และอัตราคลุกสาร 10 และ 12 มิลลิลิตรไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีค่ามากกว่าอัตราคลุกสาร 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 81.25 ส่วนอายุการเก็บรักษาที่ 10 และ 12 เดือนพบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสารมีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ย 42.96 และ 12.86 ที่อายุการเก็บรักษา 10 และ 12 เดือน ตามลำดับ (Table 11)

4.3 ประสิทธิภาพของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 6 8 และ 12 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีระดับรอยทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับรอยทำลายเฉลี่ย 4.45 3.33 2.30 2.20 และ 1.19 ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 6 8 และ 12 เดือน ตามลำดับ ส่วนอายุการเก็บรักษา 10 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลาย 0.83 ซึ่งน้อยกว่า อัตราไม่คลุกสาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 12 14 และ 16 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายเฉลี่ย 1.55 (Table 12)

5. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 4

5.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติ ในทุกอัตราสารในการคลุกเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 4 6 8 และ 10 เดือน ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.86 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.43 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.07 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.11 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.71 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 10 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อคลุกสารอัตรา 10 12 14 16 18 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสาร พบว่า ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่า อัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 86.57 (Table 13)

5.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 และ 4 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงไม่แตกต่างทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 98.18 97.21 และ 95.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน กรรมวิธีไม่คลุกสาร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 และ 12 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 88.04 ที่อายุการเก็บรักษา 8 เดือน กรรมวิธีไม่คลุกสาร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 12 และ 14 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 86.32 อายุการเก็บรักษา 10 เดือน กรรมวิธีไม่คลุกสาร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 และ 12 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 52.04 และที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน กรรมวิธีไม่คลุกสาร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่า

อัตราคลุกสาร 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 25.61 (Table 14)

5.3 ประสิทธิภาพของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 4 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 6 8 และ 10 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีระดับรอยทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับรอยทำลายเฉลี่ย 3.68 3.21 2.22 2.14 และ 1.80 ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 6 8 และ 10 เดือน ตามลำดับ ส่วนอายุการเก็บรักษา 12 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างกับกรรมวิธีไม่คลุกสาร มีระดับรอยทำลายเฉลี่ย 1.32 (Table 15)

6. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 5

6.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างทางสถิติ ในทุกอัตราสารในการคลุกเมล็ดพันธุ์ที่อายุการเก็บรักษา 0 2 และ 4 เดือน ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.18 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.64 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.61 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อคลุกสารอัตรา 10 12 14 16 18 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสาร พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่า อัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 89.69 (Table 16)

6.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 และ14 มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 20 มิลลิลิตร และกรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 12 16 และ 18 มิลลิลิตร เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 94.21 อายุการเก็บรักษา 2 เดือน พบว่า กรรมวิธีไม่คลุกสาร ไม่แตกต่างกันกับอัตราคลุกสาร 10 12 และ14 มิลลิลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 80.00 ส่วนอายุการเก็บรักษา 4 และ 6 เดือน กรรมวิธีไม่คลุกสาร มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงมากกว่าอัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงเฉลี่ยเท่ากับ 67.46 และ 29.39 ตามลำดับ (Table 17)

6.3 ประสิทธิภาพของสารไซแอนทรานิลิโพรลต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 5 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 และ 6 เดือน พบว่า อัตราคลุกสาร 10 12 14 16 18 และ 20 มิลลิลิตร มีระดับรอยทำลายไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีระดับรอยทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับรอยทำลายเฉลี่ย 3.48 1.56 และ 2.19 ที่อายุการเก็บรักษา 2 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ (Table 18)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 3 และนครสวรรค์ 4 ที่คลุกสารไซแอนทรานิลิโพรลเมล็ดพันธุ์ที่ 10 มิลลิลิตร สามารถเก็บรักษาได้ 8 เดือน

2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 4 ที่คลุกสารไซแอนทรานิลิโพรลเมล็ดพันธุ์ที่ 10 มิลลิลิตร สามารถเก็บรักษาได้ 4 เดือน

3. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 7 ที่คลุกสารไซแอนทรานิลิโพรลเมล็ดพันธุ์ที่ 10มิลลิลิตร สามารถเก็บรักษาได้ 12 เดือน

4.ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนครสวรรค์ 5 ที่คลุกสารไซแอนทรานิลิโพรลเมล็ดพันธุ์ที่ 10 มิลลิลิตร สามารถเก็บรักษาได้ 2 เดือน

โดยการคลุกเมล็ดพันธุ์ที่ 10 มิลลิลิตร มีประสิทธิภาพต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด และสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ความแข็งแรงยังคงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเมล็ดพันธุ์ และยังประหยัดต้นทุนสารที่คลุกเมล็ดพันธุ์อีกด้วย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการนำสารไซแอนทรานิลิโพรลมาคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมและสายพันธุ์แท้ เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด เมื่อต้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อายุต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

วัลลภ สันติประภา. 2538. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 115 หน้า.

Davis, F.M., and W.P., Williams. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn forresistance to fall armyworm. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, Technical Bulletin 186. Mississippi State University, MS39762, USA.

ISTA. 2004. International Rules for Seed Testing. ISTA, Switzerland.

Table 1 Germination percentage (%) of inbred Tak Fa 1 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1 kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	99.25	98.25	98.00	98.50	98.25	99.00	97.75
10 ml	99.25	98.00	99.00	99.00	99.00	97.25	92.50
12 ml	98.75	98.75	98.75	98.00	98.00	97.25	92.50
14 ml	98.75	97.25	97.75	96.75	97.75	98.50	93.25
16 ml	97.25	98.75	95.25	97.75	98.50	97.75	91.00
18 ml	98.00	97.25	96.50	97.50	97.75	96.75	87.75
20 ml	98.50	97.25	98.25	98.00	99.25	97.50	67.25
Mean	98.54	97.93	97.64	97.93	98.36	97.71	88.86
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.41	1.78	1.81	1.53	1.52	2.60	14.87

ns : non significant difference

Table 2 Seed Vigor as determined by accelerated aging (AA) of inbred Tak Fa 1 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1 kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	99.25	98.25 a	97.00 a	98.75 a	96.50 a	90.50 a	83.50 a
10 ml	99.25	96.25 a	94.75 ab	94.00 ab	90.75 b	83.00 ab	62.75 ab
12 ml	98.75	97.25 a	94.25 ab	93.25 ab	89.00 b	86.00 a	58.25 bc
14 ml	98.75	96.25 a	90.50 b	90.50 bc	86.50 bc	76.75 bc	42.50 bcd
16 ml	98.25	95.25 ab	91.75 ab	84.00 cd	90.50 b	68.50 c	40.75 cde
18 ml	98.00	90.75 b	84.50 c	87.00 bcd	90.00 b	70.25 c	32.00 de
20 ml	98.50	86.00 c	91.00 ab	80.25 d	82.50 c	70.00 c	19.25 e
Mean	98.68	94.29	91.96	89.68	89.39	77.86	48.43
F-test	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	1.41	3.37	4.03	5.17	3.90	7.64	19.25

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 3 Average of leaf-feeding damage rating scale caused by FAW in treated with cyantraniliprole under arlificial in festation on Tak Fa 1

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)					
	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	9.00 c	9.00 b	5.83 b	8.17 b	6.28 b	4.58 b
10 ml	5.50 ab	1.50 a	2.33 a	1.75 a	1.08 a	1.58 a
12 ml	6.25 ab	1.58 a	1.75 a	1.33 a	1.42 a	1.33 a
14 ml	6.42 ab	1.67 a	2.17 a	1.50 a	1.25 a	1.50 a
16 ml	6.08 ab	1.67 a	2.08 a	1.33 a	1.00 a	1.17 a
18 ml	5.17 a	1.33 a	1.75 a	1.50 a	1.25 a	1.50 a
20 ml	6.83 b	1.33 a	1.75 a	1.50 a	1.25 a	1.25 a
Mean	6.46	2.58	2.52	2.44	1.93	1.85
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	10.85	13.38	36.43	26.24	20.99	30.37

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 4 Germination percentage (%) of inbred Tak Fa 4 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)			
	0	2	4	6
Non seed treatment	96.75	96.50	96.75	94.50
10 ml	99.00	98.00	97.00	91.75
12 ml	98.75	98.75	96.50	93.50
14 ml	98.00	97.25	97.50	93.50
16 ml	98.25	96.25	97.25	93.75
18 ml	97.50	97.00	97.00	92.25
20 ml	97.50	97.50	97.75	93.25
Mean	97.96	97.32	97.11	93.21
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.17	1.37	2.18	3.01

ns : non significant difference

Table 5 Seed Vigor as determined by accelerated aging (AA) of inbred Tak Fa 4 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)			
	0	2	4	6
Non seed treatment	92.50	93.00 a	93.00 a	87.75 a
10 ml	95.00	92.25 a	91.00 ab	83.00 ab
12 ml	93.00	94.50 a	89.00 ab	68.00 bc
14 ml	94.25	91.25 a	90.00 ab	60.50 c
16 ml	92.00	87.25 ab	85.00 bc	66.25 c
18 ml	91.50	81.25 b	82.25 cd	61.00 c
20 ml	93.00	82.50 b	78.25 d	59.50 c
Mean	93.04	88.86	86.93	69.43
F-test	ns	**	**	**
C.V. (%)	3.29	5.64	4.77	9.65

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 6 Average leaf-feeding damage rating scale caused by FAW under artificial infestation of inbred Tak Fa 4 seeds treated with Cyantraniliprole under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)			
	0	2	4	6
Non seed treatment	8.17 b	6.28 b	4.58 b	7.33 b
10 ml	1.75 a	1.08 a	1.58 a	1.40 a
12 ml	1.33 a	1.42 a	1.33 a	1.38 a
14 ml	1.50 a	1.25 a	1.50 a	1.50 a
16 ml	1.33 a	1.00 a	1.17 a	1.00 a
18 ml	1.50 a	1.25 a	1.50 a	1.50 a
20 ml	1.50 a	1.25 a	1.25 a	1.25 a
Mean	2.44	1.93	1.85	2.20
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	26.24	20.99	30.37	21.81

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 7 Germination percentage (%) of inbred Tak Fa 7 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	99.50	98.75	98.75	98.25	99.50	98.25	97.25
10 ml	98.25	99.00	98.25	97.25	99.75	97.75	96.25
12 ml	98.75	97.75	98.75	98.75	98.25	98.00	94.50
14 ml	98.50	97.00	98.50	98.50	97.75	98.75	95.50
16 ml	99.25	97.75	98.50	98.75	99.00	98.00	93.75
18 ml	98.00	99.00	99.00	99.75	98.75	97.50	94.00
20 ml	98.25	99.25	98.50	98.50	99.25	99.50	93.75
Mean	98.64	98.36	98.61	98.54	98.89	98.25	95.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	0.90	1.68	1.12	1.43	0.94	1.47	2.08

ns : non significant difference

Table 8 Seed Vigor as determined by accelerated aging (AA) of inbred Tak Fa 7 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition

Cyantraniliprole rate per 1kg of	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed	98.50	98.25	98.00 a	99.00 a	98.75 a	98.25 a	93.50 a
10 ml	98.25	98.25	97.25 a	97.25 ab	98.25 a	98.25 a	91.25 ab
12 ml	97.75	98.00	97.00 a	98.50 a	97.50 a	94.5 abc	86.00 abc
14 ml	98.75	99.00	96.75 a	99.00 a	98.00 a	96.00 ab	83.50 bc
16 ml	98.50	97.25	97.25 a	99.00 a	96.75 a	92.25 bc	80.25 c
18 ml	97.25	99.00	95.50 a	97.75 ab	93.00 b	92.25 bc	81.25 c
20 ml	98.00	98.00	90.50 b	96.50 b	96.50 a	88.75 c	65.50 d
Mean	98.14	98.25	96.04	98.14	96.96	94.32	83.04
F-test	ns	ns	**	*	*	**	*
C.V. (%)	1.20	1.94	1.79	1.19	2.41	2.72	4.97

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 9 Average leaf-feeding damage rating scale caused by FAW under artificial infestation of inbred Tak Fa 7 seeds treated with Cyantraniliprole under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)					
	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	9.00 c	9.00 b	4.08	6.42 b	7.58 b	6.20 b
10 ml	5.42 ab	1.17 a	1.17	1.00 a	1.42 a	1.00 a
12 ml	5.92 b	1.08 a	1.25	0.67 a	1.42 a	1.00 a
14 ml	5.92 b	1.00 a	1.17	1.17 a	1.17 a	0.58 a
16 ml	5.50 ab	1.00 a	1.33	0.67 a	1.00 a	1.33 a
18 ml	5.00 ab	1.08 a	1.08	0.92 a	1.17 a	0.83 a
20 ml	4.42 a	1.25 a	1.08	1.00 a	0.75 a	1.00 a
Mean	5.88	2.23	1.60	1.69	2.07	1.71
F-test	**	**	ns	**	**	**
C.V. (%)	11.00	9.60	86.71	40.97	30.41	17.61

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 10 Germination percentage (%) of hybrid Nakhon Sawan 3 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	98.25	98.50	97.75	97.75	98.25	96.75	96.00
10 ml	98.75	98.00	98.75	98.75	96.00	97.75	91.75
12 ml	97.00	99.00	98.75	96.50	98.00	96.25	90.00
14 ml	98.75	99.25	99.50	97.50	97.00	95.50	87.50
16 ml	97.50	98.00	99.00	97.50	94.75	95.25	88.75
18 ml	97.50	99.00	97.00	95.00	94.25	94.75	90.50
20 ml	97.50	97.25	98.50	98.25	97.25	92.75	84.75
Mean	97.89	98.43	98.46	97.32	96.50	95.57	89.89
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.75	1.25	2.02	1.62	1.85	2.51	5.03

ns : non significant difference

Table 11 Seed Vigor as determined by accelerated aging (AA) of hybrid Nakhon Sawan 3 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	98.75	96.25	98.50	94.75 a	94.25 a	81.25 a	55.25 a
10 ml	96.50	97.50	94.25	93.25 a	88.25 ab	56.25 b	13.25 b
12 ml	96.00	97.25	95.50	94.75 a	87.50 ab	51.00 b	11.00 bc
14 ml	96.75	96.25	94.50	94.00 a	81.25 bc	30.75 c	3.5 cd
16 ml	96.75	96.00	96.00	93.50 a	76.50 c	36.50 c	3.75 cd
18 ml	96.50	94.00	93.25	86.25 b	76.50 c	29.00 c	2.50 d
20 ml	94.25	97.00	93.00	76.00 c	64.50 d	16.00 d	0.75 d
Mean	96.50	96.32	95.00	90.36	81.25	42.96	12.86
F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	2.33	2.46	2.44	3.48	4.36	12.73	27.39

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 12 Average leaf-feeding damage rating scale caused by FAW under artificial infestation of hybrid Nakhon Sawan 3 seeds treated with Cyantraniliprole under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)					
	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	8.33 b	9.00 b	9.00 b	7.83 b	5.00 b	2.92 b
10 ml	3.42 a	2.42 a	1.17 a	1.42 a	1.00 ab	1.08 a
12 ml	3.50 a	1.75 a	1.25 a	1.08 a	1.00 ab	0.83 a
14 ml	3.58 a	2.58 a	1.08 a	1.17 a	1.00 ab	1.00 a
16 ml	3.92 a	2.17 a	1.25 a	1.17 a	1.00 ab	0.58 a
18 ml	4.08 a	2.58 a	1.00 a	1.50 a	1.00 ab	0.92 a
20 ml	4.33 a	2.83 a	1.33 a	1.25 a	0.83 a	1.00 a
Mean	4.45	3.33	2.30	2.20	1.55	1.19
F-test	**	**	**	**	*	**
C.V. (%)	17.98	16.98	10.03	24.02	91.31	39.99

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 13 Germination percentage (%) of hybrid Nakhon Sawan 4 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	99.50	97.75	97.50	98.75	98.75	97.50	93.00 a
10 ml	98.75	99.00	98.75	99.00	99.00	96.75	91.75 a
12 ml	98.00	98.50	98.50	99.00	97.75	91.75	87.25 a
14 ml	99.00	98.75	97.75	97.25	97.50	94.25	87.25 a
16 ml	99.25	99.50	98.25	98.25	96.50	93.25	83.5 ab
18 ml	99.25	97.25	97.75	98.50	98.25	94.50	87.50 a
20 ml	98.25	98.25	98.00	96.00	96.25	93.50	75.75 b
Mean	98.86	98.43	98.07	98.11	97.71	94.50	86.57
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	1.54	1.30	1.48	1.37	2.10	3.40	5.14

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 14 Seed Vigor as determined by accelerated aging (AA) of hybrid Nakhon Sawan 4 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)						
	0	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	97.50	96.25	97.75	94.75 a	91.50 a	75.75 a	53.50 a
10 ml	98.75	99.00	96.50	88.75 abc	88.75 ab	66.00 ab	36.75 ab
12 ml	97.75	97.75	96.50	90.25 ab	87.50 ab	59.75 abc	35.25 b
14 ml	98.75	96.50	95.25	88.25 bc	87.00 ab	58.50 bc	18.00 c
16 ml	98.50	98.50	94.00	86.00 bc	81.25 b	38.25 d	15.50 c
18 ml	100.00	97.25	94.50	83.75 c	87.25 ab	45.00 cd	16.00 c
20 ml	96.00	95.25	95.50	84.50 bc	81.00 b	21.00 e	4.25 c
Mean	98.18	97.21	95.71	88.04	86.32	52.04	25.61
F-test	ns	ns	ns	*	**	**	**
C.V. (%)	1.65	1.91	2.30	4.42	4.33	13.62	28.02

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 15 Average leaf-feeding damage rating scale caused by FAW under artificial infestation of hybrid Nakhon Sawan 4 seeds treated with Cyantraniliprole under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)					
	2	4	6	8	10	12
Non seed treatment	8.25 b	9.00 b	9.00 b	8.17 b	6.75 b	3.08
10 ml	3.17 a	2.08 a	1.17 a	1.17 a	1.00 a	0.92
12 ml	2.67 a	2.75 a	1.00 a	1.17 a	1.00 a	0.83
14 ml	2.92 a	1.92 a	1.17 a	1.17 a	1.00 a	2.17
16 ml	2.67 a	2.00 a	1.08 a	1.08 a	1.00 a	0.83
18 ml	2.75 a	2.58 a	1.05 a	1.08 a	1.00 a	0.75
20 ml	3.33 a	2.17 a	1.08 a	1.17 a	0.83 a	0.67
Mean	3.68	3.21	2.22	2.14	1.80	1.32
F-test	**	**	**	**	**	ns
C.V. (%)	15.33	25.07	7.85	14.55	36.67	73.27

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 16 Germination percentage (%) of hybrid Nakhon Sawan 5 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)			
	0	2	4	6
Non seed treatment	98.50	97.50	97.75	95.25 a
10 ml	98.75	98.25	97.25	92.50 a
12 ml	97.75	97.25	96.75	91.25 a
14 ml	98.50	97.75	93.00	91.00 a
16 ml	98.75	98.50	93.50	91.00 a
18 ml	97.75	97.25	91.75	89.25 a
20 ml	97.25	97.00	92.25	79.50 b
Mean	98.18	97.64	94.61	89.69
F-test	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	1.48	1.22	3.49	4.43

ns : non significant difference

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 17 Seed Vigor as determined by accelerated aging (AA) of hybrid Nakhon Sawan 5 seeds treated with various concentrations of Cyantraniliprole, under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)			
	0	2	4	6
Non seed treatment	92.00 bc	97.75 a	90.50 a	82.50 a
10 ml	97.25 a	93.25 a	73.25 b	39.50 b
12 ml	96.25 ab	88.75 a	72.25 b	28.25 c
14 ml	97.25 a	88.00 a	69.25 b	20.50 cd
16 ml	93.25 abc	73.00 b	63.75 bc	16.25 de
18 ml	92.75 abc	63.00 bc	54.75 cd	9.75 e
20 ml	90.75 c	56.25 c	48.5 d	9.00 e
Mean	94.21	80.00	67.46	29.39
F-test	*	**	**	**
C.V. (%)	3.31	8.94	10.72	18.72

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Table 18 Average leaf-feeding damage rating scale caused by FAW under artificial infestation of hybrid Nakhon Sawan 5 seeds treated with Cyantraniliprole under different durations of storage condition.

Cyantraniliprole rate per 1kg of seeds	Duration of storage (months)		
	2	4	6
Non seed treatment	8.50 b	3.25 b	9.00 b
10 ml	2.83 a	1.25 a	1.08 a
12 ml	2.83 a	1.17 a	1.00 a
14 ml	2.92 a	1.25 a	1.17 a
16 ml	2.83 a	1.33 a	1.00 a
18 ml	2.25 a	1.42 a	1.00 a
20 ml	2.17 a	1.25 a	1.08 a
Mean	3.48	1.56	2.19
F-test	**	*	**
C.V. (%)	19.92	40.92	27.00

Means followed by the same letter with in a column were not significantly different at 95% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

การศึกษาอัตราประชากรและช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of population rate and appropriate planting season on growth and yield of maize

สามัคคี จงฐิตินนท์[1/] ศิวิไล ลาภบรรจบ[1/] การิตา จงเจือกลาง[1/] สมนึก คงเทียน[1/] อภิชาติ สุพรรณรัตน์[1/]
Samakkee Jongthitinon[1/] Siwilai Lapbanjob[1/] Karita Chongchuaklang[1/] Somneuk Kongtian[1/]
Apichart Supannarut[1/]

Abstract

Maximizing yield for maize production needs the proper agricultural management. Plant spacing or population rate is important factor that, contribute maize yield. Therefore, this study aimed to find an optimum population rate for Nakhon Sawan 5 hybrid maize. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications. It consisted of 6 plant spacing, with row spacing of 70 and 75 centimeters, plant spacing of 15, 20 and 25 centimeters (15,238, 14,222, 11,429, 10,667, 9,143 and 8,533 plants rai^{-1}). The experiment was conducted for two years (2020-2021), where each year the experiment was conducted in 3 growing seasons: dry season (October-December), early rainy season (April-June) and late rainy season (July-September). The results showed that different population rate had not significant effect on the growth, grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize. Increasing of population rate of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in early and late rainy season increased grain yield. Population rates of 14,222 and 15,238 plants rai-1 yield more than 13.46 percent of than recommended population rate of the Department of Agriculture (10,667 plants rai^{-1}). Therefore, we recommend the optimum population rate for Nakhon Sawan 5 hybrid maize was 14,222 and 15,238 plants rai^{-1}.

Key words: Population rate, Maize hybrid

บทคัดย่อ

การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ได้ผลผลิตสูง ต้องมีการจัดการด้านเขตกรรมอย่างเหมาะสม ระยะปลูกหรืออัตราประชากรมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อผลผลิตข้าวโพด ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาอัตราประชากรและช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยระยะปลูก 6 ระยะ

รหัสทะเบียนวิจัย 01-09-59-01-06-00-01-63

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/]Nakhon Sawan Field Crops Research Center

โดยจะมีระยะแถวปลูก 70 และ 75 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 15 20 และ 25 เซนติเมตร (15,238 14,222 11,429 10,667 9,143 และ 8,533 ต้นต่อไร่) ดำเนินการทดลอง 2 ปี (พ.ศ. 2563-2564) ซึ่งแต่ละปีทำการทดลองใน 3 ฤดูปลูกคือ ฤดูแล้ง (หลังนา) (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) ต้นฝน (เดือนเมษายน-มิถุนายน) และปลายฝน (เดือนกรกฎาคม-กันยายน) ผลการทดสอบพบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ฤดูแล้งทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่ต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเพิ่มอัตราประชากรในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ฤดูต้นฝนและปลายฝน ทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น โดยอัตราประชากรที่ 14,222 และ15,238 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่า 13.46 เปอร์เซ็นต์ของอัตราประชากรที่เป็นคำแนะนำของกรมวิชาเกษตร (10,667 ต้นต่อไร่) ดังนั้นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 สามารถปลูกได้ทั้งฤดูต้นฝน และปลายฝน โดยอัตราประชากรที่เหมาะสมสำหรับแนะนำเกษตรกรให้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 คือ อัตราประชากร 14,222 หรือ 15,238 ต้นต่อไร่

คำสำคัญ: อัตราประชากร ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยใช้เป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ ประเทศไทยประสบภาวะขาดแคลนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาโดยตลอด ในช่วงปี 2559/60 - 2563/64 มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.27 ต่อปี และผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 1.23 ต่อปี แต่ก็ยังมีผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำ ลดลงร้อยละ 1.02 ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) เมื่อเทียบกับประเทศในกลุ่มอาเซียน ในปี 2561 ประเทศไทยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 4.72 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งต่ำกว่าสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (5.18 ตันต่อเฮกตาร์) และกัมพูชา (5.70 ตัน/เฮกตาร์) ในขณะที่ผลผลิตเฉลี่ยของไทย ใกล้เคียงกับเวียดนาม (4.65 ตันต่อเฮกตาร์) และสูงกว่าเมียนมาร์ (3.85 ตันต่อเฮกตาร์) และฟิลิปปินส์ (3.10 ตันต่อเฮกตาร์) (ASEAN Plus Security Information System, 2020) ในขณะที่มีความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น จาก 7.59 ล้านตัน ในปี 2557/58 เป็น 8.51 ล้านตัน ในปี 2561/62 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.85 ต่อปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเมื่อปี 2562 เกิดจากการผสมข้ามระหว่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei462013 (ตากฟ้า 7) เป็นพันธุ์แม่ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ Nei452009 (ตากฟ้า 5) เป็นพันธุ์พ่อ เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยว อายุค่อนข้างสั้น สามารถเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 95-100 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,459 กิโลกรัมต่อไร่ ในสภาพที่มีการให้น้ำเสริม และในสภาพแล้งให้ผลผลิตเฉลี่ย 749 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปลูกในระยะปลูกที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ คือ 75x20 เซนติเมตร หรือจำนวนอัตราประชากร 10,667 ต้นต่อไร่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2563) การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ได้ผลผลิตสูงสุด การจัดการทางด้านเขตกรรมมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ระยะปลูกหรืออัตราประชากรจัดเป็นงานเขตกรรมชนิดหนึ่งที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีรายงานศึกษาพบว่า การปลูกในระยะชิดทำให้เกิดการแข่งขันกันในการรับปัจจัยการผลิตมากกว่าการปลูกในระยะห่าง Abuzar *et al*. (2011) พบว่า อัตราประชากรที่ต่ำทำให้มีจำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากกว่าอัตราประชากรที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้สุปราณี และคณะ (2553, 2554), Sangoi *et al*. (2002), Lashkari *et al*. (2011) และ Shafi *et al*. (2012) รายงานเช่นเดียวกันว่า ถึงแม้ว่าอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้น จะทำให้จำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก ความกว้างและความยาวฝักและน้ำหนักต่อฝักลดลง แต่ในอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่า ส่งผลให้ได้จำนวนฝัก

และผลผลิตเมล็ดต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น สำหรับประเทศไทยการปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดไร่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปลูกและการให้ผลผลิต ของข้าวโพดจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและการกระจายของฝนที่ตกตลอดฤดูปลูก กรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดแบ่งช่วงการตกของฝนที่สามารถจะปลูกพืชในเขตอาศัยน้ำฝน ซึ่งรวมทั้งการปลูกข้าวโพดได้เป็น 2 ฤดูปลูก (ราเชนทร์, 2539) คือ การปลูกต้นฤดูฝน (เมษายน – พฤษภาคม) และการปลูกปลายฤดูฝน (กรกฎาคม – สิงหาคม) โดยการปลูกต้นฤดูฝนมักจะได้ผลผลิตดีกว่า ไม่มีโรคราน้ำค้างระบาด และปัญหาวัชพืช น้อยกว่าการปลูกปลายฤดูฝน แต่มีข้อเสียคือ ในระยะเก็บเกี่ยวจะมีฝนชุก ทำให้ข้าวโพดชื้น จะเกิดปัญหา สารอะฟลาทอกซิน เพราะตากข้าวโพดไม่แห้ง แต่ปลูกปลายฤดูฝน จะมีปัญหาเตรียมดินไม่สะดวก เพราะฝนชุกและโรคต้นกล้าเน่า ซึ่งหากปลูกในช่วงวันปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต มีพัฒนาการที่ดีในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ก็สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดให้สูงได้ (Oktem *et al*., 2004) สำหรับการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระบบการปลูกข้าวช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวโพดในฤดูแล้ง คือ เดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม จึงควรกำหนดวันเก็บเกี่ยวข้าวให้แล้วเสร็จก่อนที่จะปลูกข้าวโพด หากสามารถปลูกได้เร็วจะทำให้ต้นข้าวโพดมีการเจริญเติบโตดี และระยะออกดอกไม่ตรงกันกับช่วงอุณหภูมิสูงประกอบกับช่วงฤดูแล้งท้องฟ้ามีเมฆน้อยมาก ทำให้ต้นข้าวโพดได้รับแสงอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดการใช้น้ำอีกด้วย อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวโพดในช่วงนี้มีข้อเสียอยู่บางประการ คือ ในบางปีที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำทำให้เมล็ดข้าวโพดมีการงอกช้ากว่าปกติ หรือแสดงอาการใบสีม่วงเหมือนการขาดปุ๋ยฟอสฟอรัสในระยะต้นกล้า ในกรณีที่ปลูกข้าวโพดล่าช้ากว่าถึงเดือนมกราคม หรือกุมภาพันธ์ จะทำให้ข้าวโพดได้ผลิตต่ำเนื่องจากอุณหภูมิสูงในช่วงออกดอกจะเป็นอันตรายต่อการผสมเกสร และในขณะเดียวกันช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตอาจเผชิญกับฝนตกชุก ทำให้เมล็ดได้รับความเสียหาย (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2556) จึงได้ทำการศึกษาอัตราประชากรและช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) สารป้องกันกำจัดวัชพืช สารเคมีป้องกำจัดแมลง วัสดุวิทยาศาสตร์และสารเคมี สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block จำนวน 4 ซ้ำ สำหรับกรรมวิธี ประกอบด้วย ระยะปลูก 6 ระยะ โดยจะมีระยะแถวปลูก 70 และ 75 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 15 20 และ 25 เซนติเมตร ซึ่งส่งผลให้มีอัตราประชากร 15,238 14,222 11,429 10,667 9,143 และ 8,533 ต้นต่อไร่ ดำเนินการทดลอง 2 ปี (พ.ศ. 2563-2564) ซึ่งแต่ละปีทำการทดลองใน 3 ฤดูปลูกคือ ฤดูแล้ง (หลังนา) (เดือนตุลาคม-ธันวาคม) ต้นฝน (เดือนเมษายน-มิถุนายน) และปลายฝน (เดือนกรกฎาคม-กันยายน) โดยฤดูแล้ง (หลังนา) ปลูกในไร่เกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ ส่วนฤดูปลูกต้นฝน และปลายฝนปลูกในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ เตรียมพื้นที่โดยการไถดะ ไถแปร และปรับระดับพื้นที่ให้เสมอด้วยเครื่องพรวนดิน ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 โดยแปลงย่อยมีขนาด 27 ตารางเมตร ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6 แถว แต่ละแถวยาว 6 เมตร ใช้ระยะปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่า ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทช 1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 1/3 อัตรา ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่เต็มอัตรา เมื่อข้าวโพดอายุ 3-4 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 1/3 อัตรา และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 1/3 อัตรา เมื่อข้าวโพดมีอายุ 40-45 วัน

ดูแลรักษาแปลงทดลองด้วยวิธีการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2563) ให้น้ำเสริมตามความต้องการน้ำของข้าวโพดด้วยระบบน้ำหยด และมีการใช้สารเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 100-110 วัน

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 ซม. นำมาผึ่งให้แห้ง และร่อนผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช (ดิน:น้ำ=1:1) อินทรียวัตถุ (Walkley and Black) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (1M NH4OAc pH 7) (จำเป็น และจักรกฤษณ์, 2559) บันทึกข้อมูลการปฏิบัติในแปลงทดลอง การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักที่ติดเมล็ดน้อยกว่า 50% ของฝัก จำนวนฝักเน่าเสียที่มีโรค/แมลง น้ำหนักฝัก ผลผลิต ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช โดยเก็บใบที่อยู่ด้านตรงข้ามด้านล่างของฝักในระยะออกไหม (จำเป็น และจักรกฤษณ์, 2559) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางเดียวด้วยวิธี One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราผลตอบแทนกำไรสูงสุด (value cost ratio, VCR)

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกร อ.บรรพตพิสัย และอ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์
ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอัตราประชากรการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกแล้ง(หลังนา)ปี 2562

สมบัติทางของดินก่อนปลูก

ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.28 มีอินทรียวัตถุ 0.39 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.19 อินทรียวัตถุ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1) จากผลที่ได้รับ จึงใส่ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2O ตามค่าวิเคราะห์ดินที่อัตรา 15-5-15 กิโลกรัมต่อไร่

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความสูงต้น ความสูงฝัก เปอร์เซ็นต์ต้นหัก และเปอร์เซ็นต์ต้นล้ม โดยมีค่าเฉลี่ย ความสูงต้น 119 เซนติเมตร ความสูงฝัก 55 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์ต้นหัก 1.57 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ต้นล้ม 0.26 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราประชากรที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนต้นเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากรที่ 14,222 ต้นต่อไร่ จะมีจำนวนเก็บเกี่ยวสูงสุด คือ 13,956 ต้นต่อไร่ (Table 2) นอกจากนี้อัตราประชากรที่แตกต่างกันก็ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ฝักดี เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ฝักดี 90.58 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย 9.42 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว 32.3 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ 437 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่อัตราประชากรที่แตกต่างกันมีผลให้จำนวนฝัก

เก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และน้ำหนัก 100 เมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) ทั้งนี้แปลงทดลองในสภาพหลังนา พบปัญหาน้ำชลประทานไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงส่งผลให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มประสิทธิภาพ

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการเพิ่มอัตราประชากรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราประชากรช่วยให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 10,667ต้นต่อไร่ จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 444 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ (Table 4)

ผลของอัตราประชากรการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกต้นฝนปี 2563

สมบัติทางของดินก่อนปลูก

ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.68 มีอินทรียวัตถุ 1.76 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.69 อินทรียวัตถุ 1.64 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 5) จากผลที่ได้รับ จึงใส่ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2O ตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่อัตรา 15-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และตลอดฤดูปลูกข้าวโพดได้รับน้ำ 809 มิลลิเมตร ได้รับจากน้ำฝน 328 มิลลิเมตร และมีการให้น้ำเสริม 481 มิลลิเมตร (Figure 1)

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ ความสูงต้น เปอร์เซ็นต์ต้นหัก และเปอร์เซ็นต์ต้นล้มของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 โดยมีค่าเฉลี่ย ความสูงต้น 228 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์ต้นหัก 1.07 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ต้นล้ม 0 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสูงฝัก และจำนวนฝักเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Table6) อีกทั้งอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยว ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเพิ่มขึ้น โดยอัตราประชากร 14,222 11,429 และ 10,667 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าอัตราประชากร 9,143 และ 8,533 ต้นต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 1,708 1,619 1,587 1,443 และ 1,431 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้จำนวนอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นมีผลให้น้ำหนัก 100 เมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากร 14,222 ต้นต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุด คือ 38.07 กรัม และอัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด คือ 42.15 กรัม (Table 7)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการเพิ่มอัตราประชากรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราประชากรช่วยให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 14,222 ต้นต่อไร่ จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นสูงถึง 2,099 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ (Table 8)

ผลของอัตราประชากรการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกปลายฝนปี 2563

สมบัติทางของดินก่อนปลูก

ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.68 มีอินทรียวัตถุ 1.76 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 120 มิลลิกรัม

ต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.69 อินทรียวัตถุ 1.64 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 5) จากผลที่ได้รับ จึงใส่ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2O ตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่อัตรา 15-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และตลอดฤดูปลูกข้าวโพดได้รับน้ำ 827 มิลลิเมตร ได้รับจากน้ำฝน 463 มิลลิเมตร และมีการให้น้ำเสริม 364 มิลลิเมตร (Figure 2)

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ ความสูงต้น และเปอร์เซ็นต์ต้นล้มของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 โดยมีค่าเฉลี่ย ความสูงต้น 225 เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ต้นล้ม 1.47 เปอร์เซ็นต์ แต่ในอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสูงฝัก จำนวนต้นเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ต้นหัก เพิ่มขึ้น (Table 9) ในทำนองเดียวกันอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากรที่ 15,238 ต้นต่อไร่ มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยว 13,976 ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราประชากรอื่น ๆ อีกทั้งอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลให้ผลผลิตที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น และน้ำหนัก 100 เมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ในอัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ฝักดี เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ (Table 10)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการเพิ่มอัตราประชากรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราประชากรช่วยให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 15,238 ต้นต่อไร่ จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นสูงถึง 2,391 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ (Table 11)

ผลของอัตราประชากรการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกแล้ง(หลังนา)ปี 2563

สมบัติทางของดินก่อนปลูก

ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.03 มีอินทรียวัตถุ 0.71 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.08 อินทรียวัตถุ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 12) จากผลที่ได้รับ จึงใส่ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2O ตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่อัตรา 15-2.5-15 กิโลกรัมต่อไร่

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ต้นหัก และเปอร์เซ็นต์ต้นล้มของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 โดยมีค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ต้นหัก 11.85 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ต้นล้ม 8.07 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราที่แตกต่างกันมีผลต่อความสูงต้น ความสูงฝัก และจำนวนต้นเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญ (Table 13) และในอัตราประชากรที่แตกต่างกันก็ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ฝักดี เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ฝักดี 83.72 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย 16.28 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว 41.97 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ 706 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในอัตราประชากรที่แตกต่างกันมีผลให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และน้ำหนัก 100 เมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Table 14) ทั้งนี้แปลงทดลองในสภาพหลังนา พบปัญหาในเรื่องความงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 เนื่องจากไม่สามารถ

ความคุมความชื้นของดินให้สม่ำเสมอได้ และในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวมีพายุลมแรง ทำให้มีต้นข้าวโพดหักล้มจำนวนมาก จึงทำให้ไม่สามารถได้อัตราประชากรขณะเก็บเกี่ยวได้ความตามกรรมวิธีที่กำหนด

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการเพิ่มอัตราประชากรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราประชากรช่วยให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 11,429 ต้นต่อไร่ จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 397 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ (Table 15)

ผลของอัตราประชากรการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกต้นฝนปี 2564

สมบัติทางของดินก่อนปลูก

ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.22 มีอินทรียวัตถุ 1.61 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.25 อินทรียวัตถุ 1.61 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 16) จากผลที่ได้รับ จึงใส่ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2O ตามค่าวิเคราะห์ดินที่อัตรา 15-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และตลอดฤดูปลูกข้าวโพดได้รับน้ำ 827 มิลลิเมตร ได้รับจากน้ำฝน 463 มิลลิเมตร และมีการให้น้ำเสริม 364 มิลลิเมตร (Figure 3)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อัตราประชากรที่แตกต่างกันมีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียมในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง (Table 17) เนื่องจากเกิดการแข่งขันกันในการดูดใช้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินอย่างจำกัด ดังนั้นการเพิ่มอัตราประชากรจะต้องมีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วยกัน

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ ความสูงต้น ความสูงฝัก เปอร์เซ็นต์ต้นหัก และเปอร์เซ็นต์ต้นล้มของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 โดยมีค่าเฉลี่ย ความสูงต้น 211 เซนติเมตร ความสูงฝัก 120 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์ต้นหัก ล้ม 0 เปอร์เซ็นต์ (Table 18) ขณะที่อัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากรที่ 15,238 และ 14,222 ต้นต่อไร่ มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยว 15,619 และ 14,911 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราประชากรอื่น ๆ อีกทั้งอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักดีเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ฝักเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ในอัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวและเปอร์เซ็นต์กะเทาะ โดยมีค่าเฉลี่ย 32.61 และ 77.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากร 15,238 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตอยู่ที่ 1,703 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่า 24.13 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ และยังสูงกว่าอัตราประชากรอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างกับอัตราประชากรที่ 14,222 ต้นต้อไร่ ที่ได้ผลผลิตเท่ากับ 1,639 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 19)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการเพิ่มอัตราประชากรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราประชากรช่วยให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 15,238 และ 14,222 ต้นต่อไร่ จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นสูงถึง 2,511 และ 2,019 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ (Table 20)

ผลของอัตราประชากรการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฤดูปลูกปลายฝนปี 2564

สมบัติทางของดินก่อนปลูก

ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.22 มีอินทรียวัตถุ 1.61 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.25 อินทรียวัตถุ 1.61 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 16) จากผลที่ได้รับ จึงใส่ปุ๋ย N-P_2O_5-K_2O ตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่อัตรา 15-10-10 กิโลกรัมต่อไร่ และตลอดฤดูปลูกข้าวโพดได้รับน้ำ 1183 มิลลิเมตร ได้รับจากน้ำฝน 970 มิลลิเมตร และมีการให้น้ำเสริม 213 มิลลิเมตร (Figure 4)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า ขณะที่อัตราประชากรที่แตกต่างกันมีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง (Table 21) เนื่องจากเกิดการแข่งขันกันในการดูดใช้ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินอย่างจำกัด ดังนั้นการเพิ่มอัตราประชากรจะต้องมีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วยกัน

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า อัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ ความสูงต้น และเปอร์เซ็นต์ต้นล้มของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 โดยมีค่าเฉลี่ย ความสูงต้น 217 เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์ต้นล้ม 1.38 เปอร์เซ็นต์ แต่ในอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสูงฝัก จำนวนต้นเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ต้นหักเพิ่มขึ้น (Table 22) ในทำนองเดียวกันอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนฝักเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราประชากรที่ 15,238 ต้นต่อไร่ มีจำนวนฝักเก็บเกี่ยว 14,453 ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราประชากรอื่น ๆ อีกทั้งอัตราประชากรที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักดีเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ฝักเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ในอัตราประชากรที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ โดยมีค่าเฉลี่ย 908 กิโลกรัมต่อไร่ และ 77.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอัตราประชากรที่แตกต่างกันก็มีผลต่อความชื้นขณะเก็บเกี่ยว และน้ำหนัก 100 เมล็ด อย่างมีนัยสำคัญ (Table 23) ทั้งนี้เนื่องจากตลอดฤดูปลูกมีน้ำฝนในปริมาณมากถึง 970 มิลลิเมตร โดยเฉพาะในช่วงที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการผสมเกสรจนถึงระยะที่ให้ผลผลิต ที่อายุ 40-80 วัน มีฝนตกในปริมาณมากจนทำให้มีน้ำท่วมขัง ส่งผลให้ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิตได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการเพิ่มอัตราประชากรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราประชากรช่วยให้มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่า โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 10,667 ต้นต่อไร่ จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นสูงถึง 2,708 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อัตราประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ (Table 24)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 สามารถปลูกได้ทั้งฤดูต้นฝน (เดือนเมษายน-มิถุนายน) และปลายฝน (เดือนกรกฎาคม-กันยายน) และการเพิ่มอัตราประชากรในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 จาก 8,533 เป็น 15,238 ต้นต่อไร่ ทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีรายได้เพิ่มขึ้น โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 ที่ระยะปลูก 70 x 15 เซนติเมตร (15,238 ต้นต่อไร่) และ 75 x 15 เซนติเมตร (14,222 ต้นต่อไร่) ทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด ดังนั้นการแนะนำเกษตรกรให้นำไปใช้ประโยชน์สามารถแนะนำให้ปลูกได้ที่ระยะปลูก 70 x 20 เซนติเมตร (14,222 ต้นต่อไร่) หรือ 70 x 15 เซนติเมตร (15,238 ต้นต่อไร่) ทั้งนี้การเพิ่มอัตราประชากรยังจำเป็นต้องมีจัดการปุ๋ยอย่างเหมาะสม เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีจำนวนอัตราประชากรเพิ่มขึ้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลอัตราประชากรและช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมในการผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5

2. เผยแพร่ผลงานนำเสนอข้อมูลในงานการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 18 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8-9 ธันวาคม 2564

เอกสารอ้างอิง

จำเป็น อ่อนทอง และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2559.คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอด เทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ด่านสุทธาการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 274 น.

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. 2563. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 อายุเก็บเกี่ยวสั้นและทนทานแล้ง. แหล่งที่มา:https://www.doa.go.th/fc/nakhonsawan/?tag=ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, 15 ตุลาคม 2564.

สุปราณี งามประสิทธิ์ โชคชัย เอกทัศนาวรรณ ชไมพร เอกทัศนาวรรณ สุรพล เช้าฉ้อง และกิ่งกานต์ พานิชนอก. 2553. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวที่ไม่ต้องถอดยอดพันธุ์ KBSC 605.หน้า 376-384. ใน: การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่บท ข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 4: เรื่องการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

สุปราณี งามประสิทธิ์ โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และกิ่งกานท์ พานิชนอก. 2554. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน. หน้า 359-365. ในการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35: สาขาพืช. กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2563. เอกสารคำแนะนำเทคโนโลยีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2564. แหล่งที่มา: https://www.opsmoac.go.th/nakhonphanom-dwl-files-431991791110, 14 ตุลาคม 2564.

ASEAN Plus Security Information System. 2020. Maize Production Planted Area, Harvested Area, Production, and Yield of ASEAN. Available Source:http://www.frontend.aptfsis.org/page/statistics_country/select_data.php?category=Thailand, October 14, 2020.

Abuzar, M.R., G.U. Sadozai, M.S. Baloch, A.A. Baloch, I. H. Shah, T. Javaid and N. Hussain. 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. The Journal of Animal & Plant Sciences 21(4): 692-695.

Lashkari, M., L. Madani, M.R. Ardakani, F. Golzardi and K. Zargari. 2011. Effect of plant density on yield and yield components of different corn (Zea mays L.) hybrids. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environment 10 (3): 450-457.

Oktem, A., A.G. Oktem, C. Yalcin. 2004. Determination of sowing date of sweet corn (Zea mays saccarata Sturt.) under Sanhurfa condition. Turk J Agri For. 28: 83-91.

Sangoi, L., M.A. Gracietti, C. Rampazzo and P. Bianchetti. 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different ear changes in plant density. Field Crop Research 79:39-51.

Shafi, M., J.Bakht, S. Ali, H. Khan, M.A. Khan and M. Sharif. 2012. Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (Zea mays L.). Pakistan Journal of Botany 44(2): 691-696.

ภาคผนวก

Table 1 Basic soil properties prior planting in the dry season 2019.

Soil depth (cm)	pH	Organic matter (%)	Avail. P (mg kg^{-1})	Exch. K (mg kg^{-1})
0-20	7.28	0.39	18	60
20-50	7.19	0.39	11	50

Table 2 Effect of population rates on agricultural characteristics of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the dry season 2019.

Population rates (plant rai^{-1})	height (cm.)		Total of harvested (plants rai^{-1})	Stalk lodging (%)	Root lodging (%)
	Plant	Ear			
14,222	114	54	13,956 a	1.28	0.43
11,429	119	53	11,333 b	1.47	0.85
10,667	117	55	10,578 b	1.05	0
9,143	123	56	9,048 c	2.71	0
8,533	120	55	8,356 c	1.36	0
Mean	119	55	10,654	1.57	0.26
F-test	NS	NS	*	ns	ns
C.V. (%)	11.1	13.9	2.0	150.7	-

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 3 Effect of population rates on grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the dry season 2019.

Population rates (plant rai^{-1})	Total Ear	Normal ear (%)	Rotten ear (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	% Shelling	100-Grain weight (g)
14,222	13,244 a	90.52	9.48	32.5	456	73.5 ab	22.0c
11,429	10,857 b	92.47	7.53	33.0	441	72.0 b	23.8ab
10,667	10,133 b	92.01	7.99	33.0	476	73.0 ab	24.8a
9,143	8,952 c	89.05	10.95	33.0	395	73.0 ab	23.0bc
8,533	8,178 c	88.86	11.14	30.0	415	74.8 a	23.8ab
Mean	10,273	90.58	9.42	32.3	437	73.3	23.48
F-test	*	ns	ns	NS	ns	*	*
C.V. (%)	3.6	5.2	50.3	8.0	14.7	1.5	4.3

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 4 Value to cost ratio from increasing the population rates for grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the dry season 2019.

Population rate (plant rai^{-1})	Cost on seed (baht rai^{-1})	Grain yield (kg rai^{-1})	Income (baht rai^{-1})	Increase income (baht rai^{-1})	Increase cost (baht rai^{-1})	Benefit (baht rai^{-1})	VCR
14,222	292	456	3,648	328	117	211	2.8
11,429	234	441	3,528	208	59	149	3.5
10,667	219	476	3,808	488	44	444	11.1
9,143	187	395	3,160	-160	12	-172	-13.3
8,533	175	415	3,320	-	-	-	-

** Seed of Nakhon Sawan 5 hybrid maize 70 baht kg^{-1} (3,415 seed kg^{-1} at seed size 18/64 inch)

** Yield at 15% moisture 8 baht kg^{-1}

Table 5 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center prior planting.

Soil depth (cm)	pH	Organic matter (%)	Avail. P (mg kg^{-1})	Exch. K (mg kg^{-1})
0-20	6.68	1.76	9	120
20-50	7.69	1.64	6	80

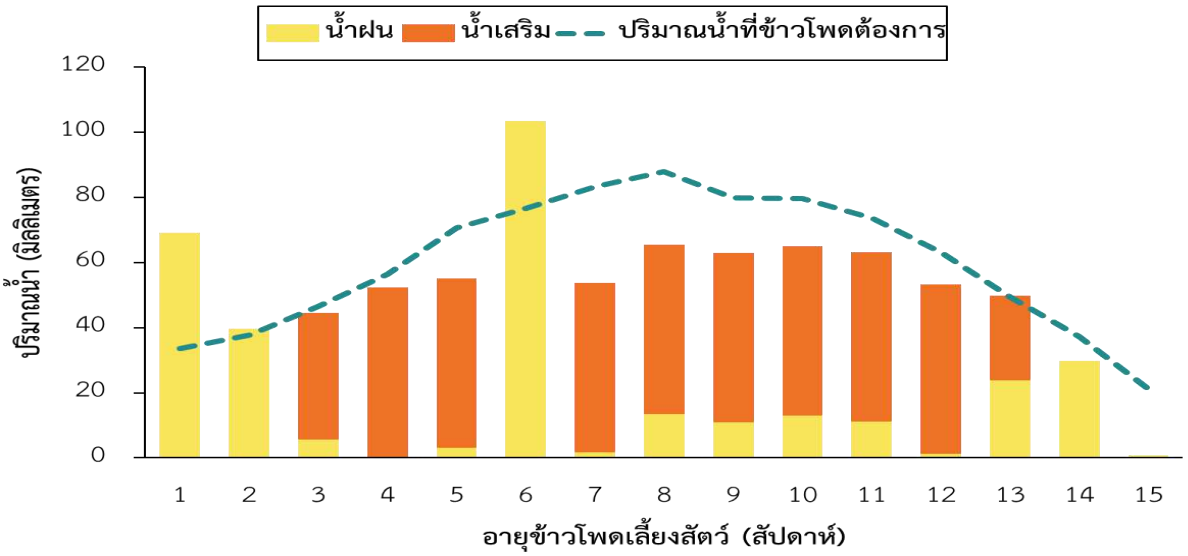


Figure 1 The amount of irrigation water in the early rainy season 2020.

Table 6 Effect of population rates on agricultural characteristics of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2020.

Population rates (plant rai^{-1})	height (cm.)		Total of harvested (plants rai^{-1})	Stalk lodging (%)	Root lodging (%)
	Plant	Ear			
14,222	232	125 a	13,956 a	0	0.00
11,429	227	121 ab	11,333 b	1.97	0.00
10,667	229	120 ab	10,578 b	0.56	0.00
9,143	222	115 b	9,143 c	1.04	0.00
8,533	229	116 ab	8,533 c	0.69	0.00
Mean	228	119	10,709	1.07	0.00
F-test	NS	*	*	ns	ns
C.V. (%)	3.0	4.4	1.1	83.0	-

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 7 Effect of population rates on grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2020.

Population rates (plant rai^{-1})	Total Ear	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	% Shelling	100-Grain weight (g)
14,222	14,044 a	27.61	1,708 a	80.19 a	38.07 c
11,429	11,429 b	28.7	1,619 a	79.45 bc	40.11 abc
10,667	10,844 b	28.43	1,587 a	79.84 ab	39.45 bc
9,143	9,524 c	28.67	1,443 b	79.24 c	40.35 ab
8,533	8,800 c	28.53	1,431 b	79.17 c	42.15 a
Mean	10,928	28.39	1,558	79.58	40.23
F-test	*	NS	*	*	*
C.V. (%)	2.4	3.4	5.5	0.4	3.4

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 8 Value to cost ratio from increasing the population rates for grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2020.

Population rate (plant rai^{-1})	Cost on seed (baht rai^{-1})	Grain yield (kg rai^{-1})	Income (baht rai^{-1})	Increase income (baht rai^{-1})	Increase cost (baht rai^{-1})	Benefit (baht rai^{-1})	VCR
14,222	292	1,708	13,664	2,216	117	2,099	18.9
11,429	234	1,619	12,952	1,504	59	1,445	25.5
10,667	219	1,587	12,696	1,248	44	1,204	28.4
9,143	187	1,443	11,544	96	12	84	8.0
8,533	175	1,431	11,448	-	-	-	-

** Seed of Nakhon Sawan 5 hybrid maize 70 baht kg^{-1} (3,415 seed kg^{-1} at seed size 18/64 inch)

** Yield at 15% moisture 8 baht kg^{-1}

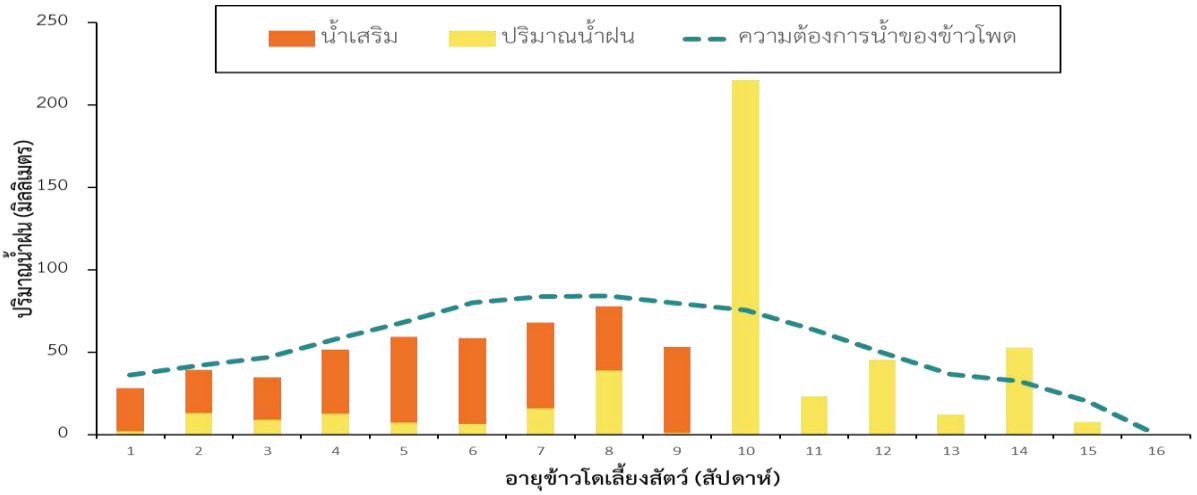


Figure 2 The amount of irrigation water in the late rainy season 2020**.**

Table 9 Effect of population rates on agricultural characteristics of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2020.

Population rates (plant rai^{-1})	height (cm.)		Total of harvested (plants rai^{-1})	Stalk lodging (%)	Root lodging (%)
	Plant	Ear			
15,238	223	125 a	13,953 a	7.82 a	0.94
14,222	227	123 a	13,623 a	8.75 a	1.41
11,429	224	119 b	11,238 b	4.79 ab	1.67
10,667	229	119 b	10,600 c	4.38 ab	0.63
9,143	224	119 b	9,215 d	3.13 b	3.13
8,533	224	118 b	8,788 d	2.87 b	1.04
Mean	225	120	11,236	5.29	1.47
F-test	NS	*	*	*	ns
C.V. (%)	2.7	1.8	2.6	150.7	134.6

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 10 Effect of population rates on grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2020.

Population rates (plant rai^{-1})	Total Ear	Normal ear (%)	Rotten ear (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	% Shelling	100-Grain weight (g)
15,238	13,976 a	96.63	3.37	33.50	1,678 a	77.56	41.40 cd
14,222	12,845 b	92.66	7.34	33.44	1,544 ab	77.55	40.05 d
11,429	11,595 c	94.87	5.13	34.42	1,590 a	77.58	43.28 bc
10,667	10,800 c	96.14	3.86	34.52	1,551 ab	77.33	43.73 abc
9,143	9,691 d	94.97	5.03	34.58	1,488 ab	77.45	46.09 ab
8,533	9,178 d	93.31	6.69	34.40	1,362 b	77.09	46.68 a
Mean	11,348	94.76	5.24	34.14	1536	77.43	43.54
F-test	*	ns	ns	NS	*	ns	*
C.V. (%)	6.1	5.2	50.3	4.6	8.9	0.8	4.3

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 11 Value to cost ratio from increasing the population rates for grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2020.

Population rate (plant rai^{-1})	Cost on seed (baht rai^{-1})	Grain yield (kg rai^{-1})	Income (baht rai^{-1})	Increase income (baht rai^{-1})	Increase cost (baht rai^{-1})	Benefit (baht rai^{-1})	VCR
15,238	312	1,678	13,424	2,528	137	2,391	18.5
14,222	292	1,544	12,352	1,456	117	1,339	12.4
11,429	234	1,590	12,720	1,824	59	1,765	30.9
10,667	219	1,551	12,408	1,512	44	1,468	34.4
9,143	187	1,488	11,904	1,008	12	996	84.0
8,533	175	1,362	10,896	-	-	-	-

** Seed of Nakhon Sawan 5 hybrid maize 70 baht kg^{-1} (3,415 seed kg^{-1} at seed size 18/64 inch)

** Yield at 15% moisture 8 baht kg^{-1}

Table 12 Basic soil properties prior planting in the dry season 2020.

Soil depth (cm)	pH	Organic matter (%)	Avail. P (mg kg^{-1})	Exch. K (mg kg^{-1})
0-20	7.03	0.71	20	40
20-50	7.08	0.20	14	20

Table 13 Effect of population rates on agricultural characteristics of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the dry season 2020.

Population rates (plant rai^{-1})	height (cm.)		Total of harvested (plants rai^{-1})	Stalk lodging (%)	Root lodging (%)
	Plant	Ear			
15,238	212 ab	104 ab	13,976 a	12.71	8.99
14,222	208 ab	100 ab	13,089 b	14.31	4.78
11,429	216 ab	108 a	10,976 c	8.15	7.86
10,667	217 a	104 ab	10,156 d	13.91	8.34
9,143	204 b	99 ab	9,405 e	9.86	9.11
8,533	212 ab	96 b	8,156 f	12.16	9.35
Mean	211	102	10,960	11.85	8.07
F-test	*	*	*	ns	ns
C.V. (%)	3.4	5.5	3.3	47.9	55.2

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 14 Effect of population rates on grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the dry season 2020.

Population rates (plant rai^{-1})	Total Ear	Normal ear (%)	Rotten ear (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	% Shelling	100-Grain weight (g)
15,238	12,976 a	82.06	17.94	42.38	707	67.46 c	19.44 c
14,222	12,600 a	82.24	17.76	42.19	679	67.60 bc	19.91 c
11,429	11,262 b	83.3	16.71	41.73	738	68.47 abc	21.28 bc
10,667	10,311 bc	82.2	17.8	41.86	705	69.01 ab	21.49 bc
9,143	10,024 c	83.94	16.07	41.61	723	68.88 abc	22.47 ab
8,533	9,467 c	88.62	11.38	42.07	681	69.13 a	24.07 a
Mean	11,107	83.72	16.28	41.97	706	68.43	21.44
F-test	*	ns	ns	NS	ns	*	*
C.V. (%)	6.1	5.9	30.5	3.5	9.6	1.3	6.2

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 15 Value to cost ratio from increasing the population rates for grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the dry season 2020.

Population rate (plant rai^{-1})	Cost on seed (baht rai^{-1})	Grain yield (kg rai^{-1})	Income (baht rai^{-1})	Increase income (baht rai^{-1})	Increase cost (baht rai^{-1})	Benefit (baht rai^{-1})	VCR
15,238	312	707	5,656	208	137	71	1.5
14,222	292	679	5,432	-16	117	-133	-0.1
11,429	234	738	5,904	456	59	397	7.7
10,667	219	705	5,640	192	44	148	4.4
9,143	187	723	5,784	336	12	324	28.0
8,533	175	681	5,448	-	-	-	-

** Seed of Nakhon Sawan 5 hybrid maize 70 baht kg^{-1} (3,415 seed kg^{-1} at seed size 18/64 inch)

** Yield at 15% moisture 8 baht kg^{-1}

Table 16 Basic soil properties at Nakhon Sawan Field Crops Research Center prior planting.

Soil depth (cm)	pH	Organic matter (%)	Avail. P (mg kg^{-1})	Exch. K (mg kg^{-1})
0-20	7.22	1.61	8	64
20-50	7.25	1.61	6	55

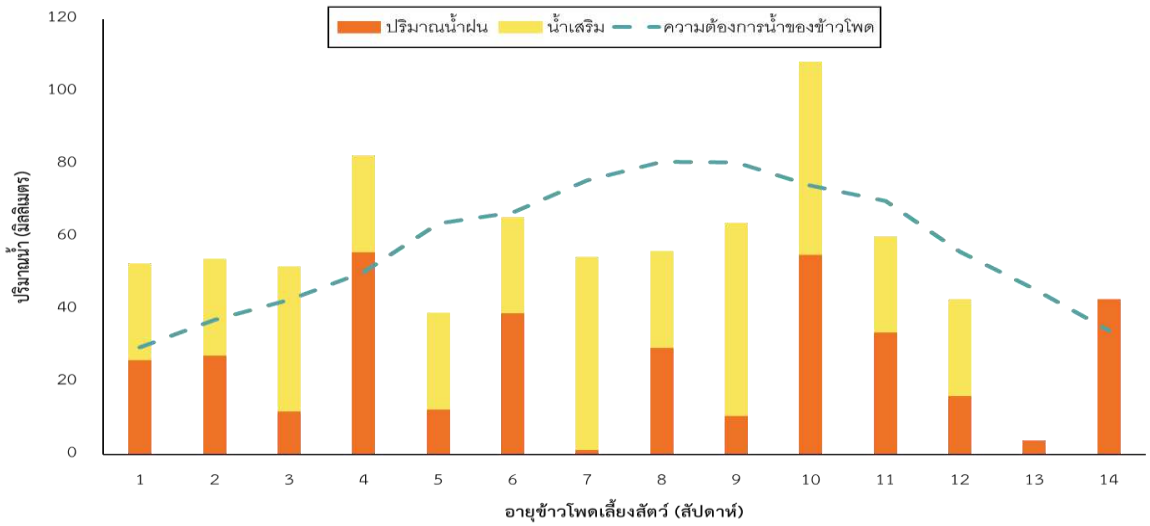


Figure 3 The amount of irrigation water in the early rainy season 2021.

Table 17 Effect of population rates on nutrient content in leaves of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2021.

Population rates (plant rai^{-1})	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
15,238	2.42 bc	0.26	1.55 b
14,222	2.38 bc	0.25	1.55 b
11,429	2.36 c	0.26	1.90 a
10,667	2.47 bc	0.26	1.65 ab
9,143	2.50 ab	0.27	1.65 ab
8,533	2.59 a	0.27	1.68 ab
Mean	2.45	0.26	1.66
F-test	*	NS	*
C.V. (%)	3.1	5.2	9.8

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 18 Effect of population rates on agricultural characteristics of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2021.

Population rates (plant rai^{-1})	height (cm.)		Total of harvested (plants rai^{-1})	Stalk lodging (%)	Root lodging (%)
	Plant	Ear			
15,238	212	122	15,238	0.00	0.00
14,222	216	124	14,222	0.00	0.00
11,429	205	116	11,429	0.00	0.00
10,667	213	122	10,667	0.00	0.00
9,143	210	120	9,143	0.00	0.00
8,533	210	115	8,533	0.00	0.00
Mean	211	120	11,539	0	0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.4	4.6	-	-	114.0

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 19 Effect of population rates on grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2021.

Population rates (plant rai^{-1})	Total Ear	Normal ear (%)	Rotten ear (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	% Shelling	100-Grain weight (g)
15,238	15,619 a	97.88 a	2.12 b	32.65	1,703 a	77.83	32.39 bc
14,222	14,911 a	96.90 a	3.10 b	32.26	1,639 ab	78.24	31.92 c
11,429	12,429 b	94.42 a	5.58 b	32.29	1,479 c	77.55	32.89 bc
10,667	11,622 c	95.41 a	4.59 b	32.32	1,501 bc	78.13	33.16 bc
9,143	11,572 c	86.28 b	13.72 a	33.37	1,441 c	78.24	34.23 ab
8,533	11400 c	95.79 b	15.21 a	32.74	1,372 c	77.61	35.19 a
Mean	12,925	92.61	7.39	32.61	1,522	77.92	33.3
F-test	*	*	*	NS	*	ns	*
C.V. (%)	3.6	4.0	50.3	2.7	6.6	0.7	3.7

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 20 Value to cost ratio from increasing the population rates for grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the early rainy season 2021.

Population rate (plant rai^{-1})	Cost on seed (baht rai^{-1})	Grain yield (kg rai^{-1})	Income (baht rai^{-1})	Increase income (baht rai^{-1})	Increase cost (baht rai^{-1})	Benefit (baht rai^{-1})	VCR
15,238	312	1,703	13,624	2,648	137	2,511	19.3
14,222	292	1,639	13,112	2,136	117	2,019	18.3
11,429	234	1,479	11,832	856	59	797	14.4
10,667	219	1,501	12,008	1,032	44	988	23.6
9,143	187	1,441	11,528	552	13	539	44.1
8,533	175	1,372	10,976	-	-	-	-

** Seed of Nakhon Sawan 5 hybrid maize 70 baht kg^{-1} (3,415 seed kg^{-1} at seed size 18/64 inch)

** Yield at 15% moisture 8 baht kg^{-1}

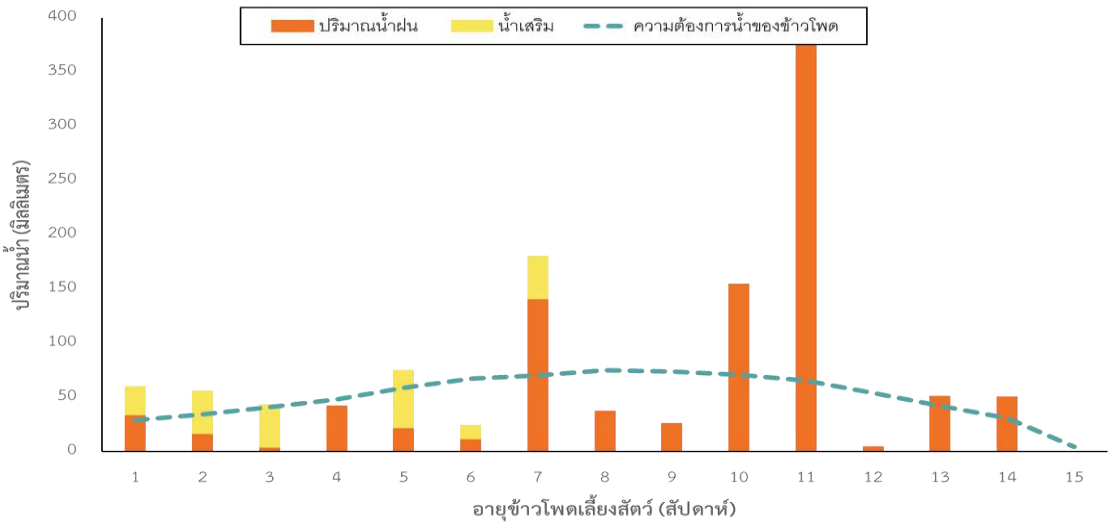


Figure 4 The amount of irrigation water in the late rainy season 2021**.**

Table 21 Effect of population rates on nutrient content in leaves of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2021.

Population rates (plant rai^{-1})	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
15,238	1.46 C	0.16 c	1.35 e
14,222	2.13 ab	0.26 a	1.55 b
11,429	2.16 ab	0.26 a	1.47 d
10,667	2.06 ab	0.24 b	1.59 a
9,143	2.33 a	0.27 a	1.31 f
8,533	2.00 b	0.26 a	1.52 c
Mean	2.02	0.24	1.46
F-test	*	*	*
C.V. (%)	8.90	2.30	1.20

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 22 Effect of population rates on agricultural characteristics of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2021.

Population rates (plant rai^{-1})	Height (cm.)		Total of harvested (plants rai^{-1})	Stalk lodging (%)	Root lodging (%)
	Plant	Ear			
15,238	217	120 ab	14929 a	0.64 ab	0.64
14,222	226	130 a	14067 b	1.42 a	2.97
11,429	219	123 ab	11334 c	0.63 ab	1.67
10,667	224	125 ab	10578 d	1.05 ab	1.96
9,143	211	127 ab	9119 e	0.26 b	1.05
8,533	208	114 b	8511 f	0.26 b	0
Mean	217	123	11,423	0.71	1.38
F-test	ns	*	*	*	ns
C.V. (%)	5.4	6.9	1.0	87.3	123.1

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 23 Effect of population rates on grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2021.

Population rates (plant rai^{-1})	Total Ear	Normal ear (%)	Rotten ear (%)	Grain moisture (%)	Grain yield (kg rai^{-1})	% Shelling	100-Grain weight (g)
15,238	14453 a	91.63	19.62 a	27.96 ab	713	76.72	24.57 b
14,222	13689 b	94.23	5.77 b	27.78 b	1032	78.19	27.13 ab
11,429	11238 c	95.45	4.55 b	29.32 ab	964	77.45	25.88 b
10,667	10511 d	96.14	3.86 b	28.79 ab	1115	77.87	29.58 a
9,143	9167 e	94.53	5.47 b	29.76 ab	856	77.25	27.34 ab
8,533	8444 f	95.25	4.75 b	30.21 a	771	76.82	27.52 ab
Mean	11,250	94.54	7.34	28.97	908	77.38	27
F-test	*	ns	*	*	ns	ns	*
C.V. (%)	2.5	3.9	121.5	4.9	26.8	1.7	7.7

Within a column, mean values in denoted by different letters differ significantly

* = significant at p≤0.05 ; NS = not significant at p>0.05

Table 24 Value to cost ratio from increasing the population rates for grain yield of Nakhon Sawan 5 hybrid maize in the late rainy season 2021.

Population rate (plant rai^{-1})	Cost on seed (baht rai^{-1})	Grain yield (kg rai^{-1})	Income (baht rai^{-1})	Increase income (baht rai^{-1})	Increase cost (baht rai^{-1})	Benefit (baht rai^{-1})	VCR
15,238	312	713	5,704	-464	137	-601	-3.4
14,222	292	1032	8,256	2,088	117	1,971	17.8
11,429	234	964	7,712	1,544	59	1,485	26.2
10,667	219	1115	8,920	2,752	44	2,708	62.5
9,143	187	856	6,848	680	12	668	56.7
8,533	175	771	6,168	-	-	-	-

** Seed of Nakhon Sawan 5 hybrid maize 70 baht kg^{-1} (3,415 seed kg^{-1} at seed size 18/64 inch)

** Yield at 15% moisture 8 baht kg^{-1}

ต้นแบบหมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในเขตภาคเหนือตอนล่าง
Maize Seed Village Model in Lower – North of Thailand

กัญจน์ชญา ตัดโส[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง[3/] ยุพา สุวิเชียร[4/]
อภิวันท์ วรินทร์[4/] รุ่งทิวา ดารักษ์[5/]สุรศักดิ์ วัฒนพันธุ์สอน[6/]
สุภชัย วรรณมณี[7/]ภภัสสร วัฒนกุลภาคิน[8/]
Kanchaya Tadso[1/] Suriphat Thaitad[2/]Penrat Thiempeng[3/]Yupa Suwichien[4/]
Apiwan Varin[4/]Rungdhiwa Darak[5/] Surasak Watthanapansorn[6/]
Supachai Wanmanee[7/] Papassorn Wattanakulpakin[8/]

Abstract

Maize Seed Village Model in Lower – North of Thailand. The project was launched in 2020-2021. To pass on research on varieties and seed production technology to farmers to produce seeds for their own use. to reduce costs of seed purchasing and to have backup seeds in case of natural disasters. Moreover, farmers could produced for community and earned more income and the most important is to promote sustainability of maize production. Production areas were in 6 provinces, namely Phetchabun, Phitsanulok, Kamphaeng Phet, Sukhothai, Uttaradit and Tak, 133 farmers participated in the project training, 59 farmers produced the seed in 95 rai. Twenty-one tons of seeds valued of 1.5 million baht were produced. 5.5 tons seeds were kept for the next season planting, 15.5 tons of seed was sold and estimated income was 1.4 million baht. Planting areas of hybrid maize was 7,000 rai and producing 7,000 tons of seeds to local trade approximately 56 million baht.

Key words : Maize, Inbred, Hybrid, Hybrid seed production

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยต้นแบบหมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในเขตภาคเหนือตอนล่าง ดำเนินการปี 2563-2564 เพื่อถ่ายทอดผลงานวิจัยด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้เกษตรกรสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านเมล็ดพันธุ์ มีเมล็ดพันธุ์สำรองเมื่อเกิดภัยธรรมชาติ สามารถผลิตและกระจายสู่ชุมชนเพื่อสร้างรายได้ และความยั่งยืนในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นที่ดำเนินการ 6 จังหวัด ได้แก่

รหัสทะเบียนวิจัย 01-199-63-01-00-00-01-63

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ [1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center
[2/]สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน [2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute
[3/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ [3/] Phetchabun Agricultural Research and Development Center
[4/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 [4/] Office of Agricultural Research and Development Region 2
[5/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก [5/] Tak Agricultural Research and Development Center
[6/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย [6/] Sukhothai Agricultural Research and Development Center
[7/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุตรดิตถ์ [7/] Uttaradit Agricultural Research and Development Center
[8/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก [8/] Phitsanulok Seed Research and Development Center

เพชรบูรณ์ พิษณุโลก กำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ และตาก มีเกษตรกรร่วมเข้ารับการอบรมโครงการฯ 133 ราย เข้าร่วมดำเนินการในโครงการฯ จำนวน 59 ราย ในพื้นที่ 95 ไร่ ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดีจำนวน 21 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1.5 ล้านบาท เกษตรกรเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกเอง 5.5 ตัน จำหน่าย 15.5 ตัน ทำให้มีรายได้จากการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ 1.4 ล้านบาท เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้นำไปปลูกต่อในพื้นที่ 7,000 ไร่ ได้เมล็ดสู่ท้องถิ่น 7,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 56 ล้านบาท

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สายพันธุ์แท้ ลูกผสม การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยปี 2559/60 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูก 6,489,813 ไร่ ความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจึงสูงถึงเกือบ 20,000 ตันต่อปี ส่วนในพื้นที่ ภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร อุตรดิตถ์ และพิจิตร มีพื้นที่ปลูกรวมทั้งหมด 1,938,038 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ผลิตประมาณร้อยละ 30 ของทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) จึงมีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ไม่ต่ำกว่า 10,000 ตันต่อปี เมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่ซื้อจากท้องตลาด ราคาเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันตามแต่ละบริษัท ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซื้อเมล็ดพันธุ์ปลูกจากท้องตลาด โดยร้อยละ 95 เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตจากบริษัทเอกชนหรือผู้ประกอบการรายย่อย จากสภาวะราคาน้ำมัน ค่าครองชีพ และต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ที่มีราคาสูงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้เกษตรกรยังต้องเสี่ยงต่อความเสียหายเพิ่มขึ้นจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง อาทิ ฝนแล้ง น้ำท่วม ที่ทำให้ผลผลิตเสียหายบางส่วนหรือเสียหายทั้งหมด

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน โดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตรได้วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยว ผลผลิตสูง ทนทานแล้ง “นครสวรรค์ 3” ได้รับการรับรองเมื่อปี 2552 (กรมวิชาการเกษตร 2553 ; พิเชษฐ์ และคณะ 2552) นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมซึ่งเกษตรกรสามารถประหยัดต้นทุนการผลิตได้ถ้าผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม นครสวรรค์ 3 มีการวิจัยเทคโนโลยีการผลิต ได้แก่ อัตราแถวปลูกและเทคนิคการปลูกที่เหมาะสม (ชุติมา และคณะ 2550 ก, ข และ 2552) และเริ่มทำโครงการหมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ใน 5 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ สุโขทัย และตาก ตั้งแต่ปี 2553-2556 ภายใต้ความร่วมมือกับสาธารณรัฐเกาหลี โครงการเสริมสร้างความร่วมมือด้านอาหารและเกษตรแห่งอาเซียน (ชุติมา และคณะ 2555) และในปี 2562 ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ยังมีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ นครสวรรค์ 5 โดยมีการพัฒนาสายพันธุ์แท้เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์พ่อและแม่สำหรับผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานแล้ง และมีเสถียรภาพดีใสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกของเกษตรกร การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม นครสวรรค์ 5 ควรปลูกสายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อ ก่อนสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่ 4 วัน (กัญจน์ชญาและคณะ, 2562)

ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการต้นแบบหมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ฯ สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมไว้ใช้เอง ลดต้นทุนการผลิตในด้านราคาเมล็ดพันธุ์ ขณะเดียวกันเป็นการประชาสัมพันธ์ผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์แก่เกษตรกร โดยเพิ่มความรู้ ประสบการณ์ และหากสามารถพัฒนาการผลิตให้มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี นอกจากจะผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้เองและภายในชุมชนแล้ว ยังพัฒนาการผลิตสู่ชุมชนใกล้เคียงเพื่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอย่างยั่งยืนอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์แม่และพันธุ์พ่อของพันธุ์นครสวรรค์ 5

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์แม่ (ตากฟ้า 7) จำนวน 2 ไร่ และสายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อ (ตากฟ้า 5) จำนวน 1 ไร่ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยปลูกสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่และพันธุ์พ่อในแปลงปลอดละอองเกสรแยกแต่ละสายพันธุ์ ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กำจัดต้นปลอมปน คัดเลือกเก็บเกี่ยวต้นที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์ ปราศจากโรคแมลง กะเทาะเมล็ดรวมในแต่ละสายพันธุ์ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์แม่และพันธุ์พ่อให้มีปริมาณเพียงพอเพื่อรองรับพื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 เพื่อใช้ในการดำเนินโครงการในปีที่ 2

2. ประสานงานในพื้นที่

คัดเลือกเกษตรกรที่มีคุณสมบัติคือ เป็นผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพและต้องการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เอง โดยติดต่อเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร อบต. เทศบาล ผู้ใหญ่บ้าน กำนัน ในพื้นที่เป้าหมายจังหวัดกำแพงเพชร ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย และอุตรดิตถ์ รวม 6 จังหวัด จังหวัดละ 20 ราย รวม 120 ราย เพื่อคัดเลือกเกษตรกรที่สนใจจะผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เอง เข้าร่วมโครงการฯ

3. จัดทำแปลงสาธิตแสดงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

3.1 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์นครสวรรค์ 5 พื้นที่ 1 ไร่ ณ แปลงเกษตรกร

3.2 ดูแลรักษาแปลง ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

3.3 เกษตรกรในหมู่บ้านและพื้นที่ใกล้เคียงเข้าเยี่ยมชมแปลง และประเมินศักยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แลกเปลี่ยนประสบการณ์

4. ประชุมชี้แจง และถ่ายทอดความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

4.1 ประชุมเกษตรกร/กลุ่มเกษตรกร ที่มีแนวคิดที่ต้องการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เอง ในพื้นที่แต่ละจังหวัด

4.2 ถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 แก่เกษตรกรในช่วงก่อนฤดูปลูก

5. เกษตรกรทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

5.1 เกษตรกรแต่ละรายรับเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อและสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่เพื่อทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ รายละ 1-5 ไร่ ตามศักยภาพการผลิตของแต่ละราย

5.2 นักวิชาการเกษตรและเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานในพื้นที่รับผิดชอบ ติดตามตรวจแปลงตลอดกระบวนการผลิต โดยให้คำแนะนำการปลูก ดูแลรักษา การตัดพันธุ์ปน การกำจัดช่อดอกตัวผู้ในแถวสายพันธุ์แท้แม่ การตัดต้นพ่อ การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการหลังเก็บเกี่ยว

5.3 เก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ในห้องปฏิบัติการ

6. ทำแปลงต้นแบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

6.1 คัดเลือกเกษตรกร เพื่อทำแปลงต้นแบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 ในพื้นที่ 1ไร่

6.2 ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ตัดต้นปลอมปน อ่อนแอ เป็นโรค กำจัดช่อดอกตัวผู้ในแถวสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่ และตัดแถวสายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อทิ้งหลังการผสมเกสร

6.3 นำเกษตรกรเข้าเยี่ยมชมแปลง แลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างเกษตรกรและนักวิชาการเกษตร

7. ทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

7.1 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 และพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมในพื้นที่ปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ ณ แปลงเกษตรกรต้นแบบ

7.2 เกษตรกรเป็นผู้ดูแลรักษาแปลง ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

7.3 เกษตรกรในหมู่บ้านและพื้นที่ใกล้เคียงเข้าเยี่ยมชมแปลง และประเมินศักยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แลกเปลี่ยนประสบการณ์

8. ประเมินความพึงพอใจการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม และการปลูกเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้ในฤดูถัดไป

8.1 หลังเสร็จสิ้นการเก็บเกี่ยว นักวิชาการเกษตรและเจ้าหน้าที่ฯติดตามประเมินความพึงพอใจในการทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์โดยการใช้แบบประเมิน สัมภาษณ์ความยาก-ง่ายของแต่ละขั้นตอนการผลิตในการทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ สอบถามอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

8.2 เมื่อเกษตรกรนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 ที่ผลิตได้ปลูกในฤดูถัดไป นักวิชาการเกษตรและเจ้าหน้าที่ฯ ติดตามสอบถาม ประเมินความพึงพอใจในการปลูกพันธุ์ลูกผสมที่ผลิตได้ โดยสัมภาษณ์จากแบบประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรต่อลักษณะทางการเกษตร อาทิ ความงอก ผลผลิต ความพอใจต่อผลผลิต และข้อเสนอแนะ

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562 - กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
ไร่เกษตรกร จังหวัดเพชรบูรณ์
ไร่เกษตรกร จังหวัดกำแพงเพชร
ไร่เกษตรกร จังหวัดพิษณุโลก
ไร่เกษตรกร จังหวัดตาก
ไร่เกษตรกร จังหวัดสุโขทัย
ไร่เกษตรกร จังหวัดอุตรดิตถ์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์แม่และพันธุ์พ่อของพันธุ์นครสวรรค์ 5

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้พันธุ์แม่ (ตากฟ้า 7) จำนวน 2 ไร่ และสายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อ (ตากฟ้า 5) จำนวน 1 ไร่ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยได้ดำเนินการปลูก เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2562 ได้เมล็ดพันธุ์สายพันธุ์แท้พันธุ์แม่ (ตากฟ้า 7) จำนวน 450 กิโลกรัม และสายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อ (ตากฟ้า 5) จำนวน 200 กิโลกรัม พร้อมนำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละพื้นที่ จำนวน 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย และอุตรดิตถ์

2. ประสานงานในพื้นที่

ได้ประสานงานกับเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ ในพื้นที่เป้าหมายจังหวัดกำแพงเพชร ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย และอุตรดิตถ์ รวม 6 จังหวัด จังหวัดละ 20 ราย เพื่อคัดเลือกเกษตรกรที่สนใจจะผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เองเข้าร่วมโครงการฯ คัดเลือกเกษตรกรที่มีคุณสมบัติคือ เป็นผู้ปลูกข้าวโพด

เลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพและต้องการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เอง ซึ่งมีผู้สนใจเข้าร่วมอบรมโครงการฯ จำนวน 133 ราย และผู้เข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 59 ราย

3. จัดทำแปลงสาธิตแสดงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

ได้จัดทำแปลงสาธิตแสดงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม นครสวรรค์ 5 มีเกษตรกรในหมู่บ้านและพื้นที่ใกล้เคียงเข้าเยี่ยมชมแปลง และประเมินศักยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์

4. ประชุมชี้แจง และถ่ายทอดความรู้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

ได้ประชุมชี้แจ้ง อบรมโครงการฯแก่เกษตรกร/กลุ่มเกษตรกร จำนวน 133 ราย มีผู้เข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 59 ราย ที่มีแนวคิดที่ต้องการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมใช้เอง ในพื้นที่แต่ละจังหวัด โดยได้ถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 แก่เกษตรกรในช่วงก่อนฤดูปลูกในแต่ละพื้นที่

5. เกษตรกรทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

เกษตรกรแต่ละรายรับเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อและสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่เพื่อทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ รายละ 1-5 ไร่ ตามศักยภาพการผลิตของแต่ละราย รวมพื้นที่ปลูก 95 ไร่ นักวิชาการเกษตรและเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานในพื้นที่รับผิดชอบ ติดตามตรวจแปลงตลอดกระบวนการผลิต โดยให้คำแนะนำการปลูก ดูแลรักษา การตัดพันธุ์ปน การกำจัดช่อดอกตัวผู้ในแถวสายพันธุ์แม่ การตัดต้นพ่อ การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการหลังเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพ ในห้องปฏิบัติการ เกษตรกรได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพจำนวน 21 ตัน (Table 1)

6. ทำแปลงต้นแบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5

เกษตรกร ปลูกแปลงต้นแบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 ในแต่ละจังหวัดในพื้นที่ 1 ไร่ ดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ตัดต้นปลอมปน อ่อนแอ เป็นโรค กำจัดช่อดอกตัวผู้ในแถวสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่ และตัดแถวสายพันธุ์แท้พันธุ์พ่อทิ้งหลังการผสมเกสร เกษตรกรพื้นที่ใกล้เคียงเข้าเยี่ยมชมแปลง แลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างเกษตรกรและนักวิชาการเกษตร

7. ทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม

เกษตรกร 13 ราย ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 และพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมในพื้นที่ปลูก ณ แปลงเกษตรกรต้นแบบ รวม 40 ไร่ เกษตรกรเป็นผู้ดูแลรักษาแปลง ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เกษตรกรในหมู่บ้านและพื้นที่ใกล้เคียงเข้าเยี่ยมชมแปลง และประเมินศักยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม แลกเปลี่ยนประสบการณ์

8. ประเมินความพึงพอใจการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม และการปลูกเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้ในฤดูถัดไป

ความพึงพอใจการผลิตเมล็ดพันธุ์

เกษตรกรพึงพอใจเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ในระดับมากถึงมากที่สุด (ระดับ 4-5) ตั้งแต่การเตรียมแปลงการปลูก การตัดพันธุ์ปน การกำจัดช่อดอกตัวผู้ในแถวแม่ การเก็บเกี่ยว คุณภาพเมล็ดพันธุ์ เกษตรกรยังเห็นว่าการผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้เอง ช่วยลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ (Table 2)

ความพึงพอใจการปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

เกษตรกรพึงพอใจศักยภาพของพันธุ์ในระดับมากถึงมากที่สุด (ระดับ 4-5) ตั้งแต่ สีใบ การประหยัดค่าเมล็ดพันธุ์ ความแข็งแรงของต้นกล้า การทนทานแล้ง ช่วยลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นเกษตรกรที่ร่วมโครงการฯจึงยอมรับทั้งพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ (Table 2)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. เกษตรกรได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดี จำนวน 21 ตัน เกษตรกรมีเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกเอง 5.5 ตัน มีเมล็ดพันธุ์จำหน่าย 15.5 ตัน เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้นำไปปลูกต่อในพื้นที่ 7,000 ไร่ ได้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สู่ท้องถิ่น 7,000 ตัน มีมูลค่า 56 ล้านบาท

2. การผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองทำให้เกษตรกรรายได้เพิ่มขึ้น และลดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ ไร่ละ 520 บาท

3. เกิดต้นแบบหมู่บ้านผลิตเมล็ดพันธุ์ ที่เป็นแหล่งเรียนรู้และศึกษาดูงานของเกษตรกร สามารถขยายผลการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมไว้ใช้เองได้

4. เกิดการนำผลงานวิจัยสู่การนำไปใช้ประโยชน์ โดยการถ่ายทอดผลงานวิจัยด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ นครสวรรค์ 5 สู่ผู้ใช้ประโยชน์โดยตรง

5. เกษตรกรรับรู้และยอมรับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 5 มีความพึงพอใจศักยภาพของพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ในระดับมากถึงมากที่สุด และเห็นด้วยกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้เอง เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุน ช่วยพัฒนาองค์ความรู้แก่ตน ชุมชน และเพิ่มรายได้ เกิดความยั่งยืนในชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียงต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ถ่ายทอดผลงานวิจัยด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้เกษตรกรสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านเมล็ดพันธุ์ มีเมล็ดพันธุ์สำรองเมื่อเกิดภัยธรรมชาติ สามารถผลิตและกระจายสู่ชุมชนเพื่อสร้างรายได้

คำขอบคุณ

การดำเนินการวิจัยของโครงการวิจัยต้นแบบหมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในเขตภาคเหนือตอนล่าง ได้รับความร่วมมือ สนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุตรดิตถ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 ซึ่งคณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. ผลงานวิจัยดีเด่น และผลงานวิจัยที่เสนอเข้าร่วมพิจารณาเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี 2552. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 227 หน้า.

กัญจน์ชญา ตัดโส สุริพัฒน์ ไทยเทศ จำนงค์ ชัญถาวร ชนันทวัฒน์ ศุภสุทธิรางกูล สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย. 2562. อัตราแถวและวันปลูกสายพันธุ์พ่อแม่ที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5. การประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 39 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ จ.ลพบุรี. หน้า 109-114.

ชุติมา คชวัฒน์ วิมลรัตน์ อินทร์แดน สาโรจน์ ตันกิจเจริญ สุรินทร์ สุขศิริ และพิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2550 ข. การศึกษาอัตราแถวปลูกสายพันธุ์แท้พันธุ์แม่และพันธุ์พ่อที่เหมาะสมเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นทนทานแล้ง. หน้า 35-36.ใน รายงานผลงานวิจัย (บทคัดย่อ/รายงานความก้าวหน้า) ประจำปี 2550. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท.

ชุติมา คชวัฒน์ วิมลรัตน์ อินทร์แดน สุรินทร์ สุขศิริ สาโรจน์ ตันกิจเจริญ และพิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2552. การศึกษาวิธีปลูกสายพันธุ์แท้พ่อและแม่เพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม NSX042029. หน้า 14.ใน บทคัดย่อ สัมมนาวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 ประจำปี 2552 ณ ห้องประชุมอาคารเอนกประสงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 จ.ชัยนาท.

ชุติมา คชวัฒน์ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และเข็มชาติ ไชยราช. 2550ก. เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์และการถ่ายทอดสู่เกษตรกร. หน้า 59-60. ใน บทคัดย่อ การประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่าง ครั้งที่ 32 วันที่ 13-15 กรกฎาคม 2548 ณ โรงแรม ไพลิน จังหวัดสุโขทัย.

ชุติมา คชวัฒน์พิเชษฐ์ กรุดลอยมา อมรา ไตรศิริ โสพิศ ใจปาละ สุรศักดิ์ วัฒนพันธ์สอนเพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง สยาม แซ่เฮ้อ และ โช ยอง ฮี. 2555. หมู่บ้านเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในประเทศไทย. หน้า 23-24. ใน การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9. วันที่ 23-27 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมเทวราช จังหวัดน่าน.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุริพัฒน์ ไทยเทศ กัลยา ภาพินธุ อมรา ไตรศิริ ศิวิไล ลาภบรรจบ สาธิต อารีรักษ์ และชุติมา คชวัฒน์. 2552. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3. หน้า 61-75. ใน รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2552. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2560. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 195 หน้า.

Table 1 Yield, average yield, seed distribution, income and production cost of seed production.

Season	Yield (Kg)	Yield Min-Max (Kg rai^{-1})	Self-use (Kg)	Saie (Kg)	Sale price (bath/Kg)	Production cost* (baht/rai)	Production cost* (baht/kg)
Summer 2020 (Nov. 20-May 21)	20,939	28-278	5,471	15,468	80-100	5,325	20-72

Table 2 Farmer satisfaction on hybrid seed production technique, NS 5 performance and yield.

Seed production[1/]	Satisfaction (%)					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**N**
1. Land preparation	0	0	5	23	72	0
2. Planting male 4 days earlier	0	23	70	7	0	0
3. Parent inbred ratio	0	0	2	26	72	0
4. Loguing	0	0	7	26	67	0
5. Detasselling	0	0	0	30	70	0
6. Male cutting	0	0	7	23	70	0
7. Harvesting	0	0	0	30	70	0
8. Seed yield	0	2	11	40	47	0
9. Seed quality	0	0	0	30	70	0
10. Save cost of seed purchase	0	0	0	12	88	0
NS 5 performance and yield[2/]	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**N**
1. Seedling vigor	0	0	0	8	92	0
2. Growth before flowering	0	0	5	12	83	0
3. Lodging	0	0	5	12	83	0
4. Leaf color	0	0	0	3	97	0
5. Drought tolerance	0	0	0	8	92	0
6. Seed price	0	0	0	7	93	0
7. Yield per rai	0	0	7	13	80	0
8. Overall satisfaction	0	0	1	7	92	0

1= totally dissatisfied 2 = mostly dissatisfied 3 = Satisfied

4 = mostly satisfied 5 = totally satisfied N = No opinion

[1/]Data from 43 questionnaires from 6 provinces

[2/]Data from 60 questionnaires from 6 provinces

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

DOA TOGETHER

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

056-241 019 056-241 498

nsfcrc@doa.in.th