การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกรที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบนเขต 2: จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

วีรพงษ์ วรรณสมพร

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
พฤษภาคม 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกรที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบนเขต 2: จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

วีรพงษ์ วรรณสมพร

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
พฤษภาคม 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

YIELD TRIAL EVALUATION OF FIELD CORN PRE-COMMERCIAL VARIETY IN UPPER NORTHERN PROVINCES ZONE 2: CHIANG RAI, PHAYAO, PHRAE AND NAN

WEERAPONG WANNASOMPORN

A Thesis Submitted to University of Phayao

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Master of Science Degree in Agricultural Science

May 2020

Copyright 2019 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกรที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบนเขต 2: จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

ของ วีรพงษ์ วรรณสมพร

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูศักดิ์ จอมพุก)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญฤทธิ์ สินค้างาม)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไวพจน์ กันจู)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา
(รองศาสตราจารย์ ดร. มนัส ทิตย์วรรณ)

..... คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญฤทธิ์ สินค้างาม)

เรื่อง: การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมก่อนการค้าในไร่เกษตรกรที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบนเขต 2: จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

ผู้วิจัย: วีรพงษ์ วรรณสมพร, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (วิทยาศาสตร์การเกษตร), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2562

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญฤทธิ์ สินค้างาม

คำสำคัญ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ลูกผสม ภาคเหนือตอนบน

บทคัดย่อ

จากการปลูกทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (University of Phayao Maize Improvement, UMPI) ที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบนเขต 2 จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน ในไร่เกษตรกรร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ รวมทั้ง 8 แหล่งปลูก ระหว่างปี 2561–2562 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบน พบว่า คู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูง 5 อันดับแรก ได้แก่ UPMI29, UPMI26, UPMI18, UPMI27, และ UPMI19 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,417, 1,189, 1,185, 1,178, และ 1,148 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ KSX5720, KSX5614, P3582, CP639, NSX052014, NSX152011, NS3, NSX152097, NK6253, KU1, KU2, PAC139, และ DK9898C ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,064, 965, 1,124, 1,112, 1,162, 1,049, 984, 1,077, 1,007, 1,165, 1,109, 1,173, และ 1,077 ตามลำดับ ประเมินสมรรถนะการผสมของตัวทดสอบ จากการผสมแบบพบกันหมดได้คู่ผสมจำนวน 15 คู่ผสม ปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูแล้ง 2018D การประเมินสมรรถนะการผสม พบว่าสายพันธุ์ Ki60 ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของผลผลิตดีที่สุด

Title: YIELD TRIAL EVALUATION OF FIELD CORN PRE-COMMERCIAL VARIETY IN UPPER NORTHERN PROVINCES ZONE 2: CHIANG RAI, PHAYAO, PHRAE AND NAN

Author: Weerapong Wannasomporn, Thesis: M.Sc. (Agricultural Science), University of Phayao, 2019

Advisor: Assistant Professor Dr. Bunyarit Sinkangarm

Keyword field corn hybrid Upper Northern

ABSTRACT

The objective of this study was to identify high potential pre-commercial field corn hybrid for the certification, acceptance of agriculture and future advise farmers in the upper northern areas. On- farm trials for pre-commercial field corn hybrid varieties suitable for the areas in the upper northern region were conducted between 2018 and 2019. The analysis technique employed was a Randomized Complete Block Design with 3 replications. The results obtained from 8 testing locations showed the 5 highest yielding varieties: UPMI29, UPMI26, UPMI18, UPMI27, and UPMI19. The averaging yields of green weight of the 5 varieties were 1,417, 1,189, 1,185, 1,178 and 1,148 kg/rai, as compared with the average yield from comparative varieties: KSX5720, KSX5614, P3582, CP639, NSX052014, NSX152011, NS3, NSX152097, NK6253, Ku1, Ku2, PAC139, and DK9898C. Comparable yield levels were as follows: 1,064, 965, 1,124, 1,112, 1,162, 1,049, 984, 1,077, 1,007, 1,165, 1,109, 1,173, and 1,077 kg./rai respectively. Although this figure was small, it was statistically significant. While, the combining ability was evaluated for fifteen hybrids, then yield trial assessment was dry season 2018. Finally, Ki60 was good GCA for yield.

กิตติกรรมประกาศ

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมกึ่งการค้าในไร่เกษตรกรที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบน เขต 2 จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่านฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (University of Phayao Maize Improvement; UPMI)

จึงขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (พวอ.) ในการสนับสนุนงบประมาณและอุปกรณ์อุปกรณ์สำหรับงานทดลอง ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ตลอดผู้อยู่เบื้องหลังโครงการนี้ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือให้คำปรึกษามาโดยตลอด

ขอขอบคุณสถานประกอบการ (บริษัท) เอเชียครอปส์ จำกัด ที่ให้งบประมาณร่วมสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้

ความสำเร็จ ความภาคภูมิใจ คุณค่าและประโยชน์ของโครงการนี้ ขอขอบคุณแด่พระคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิด ครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสารทความรู้วิชา ตลอดผู้มีพระคุณทุกท่าน

วีรพงษ์ วรรณสมพร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

ขอบเขตของงานวิจัย 2

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย 2

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

การปรับปรุงพันธุ์พืช 3

พันธุ์ลูกผสม 5

ความเหนือระดับของลูกผสม 7

การประเมินสายพันธุ์อินเบรด 9

ปฏิสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม 11

การปลูกทดสอบในพื้นที่หลังนา 12

บทที่ 3 วิธีการทดลอง 14

เชื้อพันธุกรรมที่ใช้ในการทดลอง 14

การเตรียมดิน 16

การปลูกและการดูแลรักษา 16
พื้นที่ใช้ในการทดลอง 17
ฤดูกาลปลูก 18
การเก็บเกี่ยว 21
การเก็บรวบรวมข้อมูล 21
วิธีการดำเนินงานวิจัย 23
การวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน 24
บทที่ 4 ผลการทดลอง 26
การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์แท้ 26
การประเมินสายพันธุ์แท้และผลผลิต 26
การประเมินลูกผสมเบื้องต้น 32
การปลูกทดสอบในแปลงระดับเกษตรกร 32
การประเมินสมรรถนะการรวมของสายพันธุ์ทดสอบ 33
บรรณานุกรม 37
ภาคผนวก 40
ภาคผนวก ก ตารางแสดง 5 ลูกผสมดีเด่นพื้นที่ทดสอบภาคเหนือตอนบนเขต 2 เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน 41
ภาคผนวก ข แสดงลักษณะของตัวทดสอบ 6 สายพันธุ์ 49
ภาคผนวก ค การปลูกทดสอบระดับแปลงเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเขต 2 50
ภาคผนวก จ องค์ประกอบผลผลิต UPMI 29 และ 19 52
ประวัติผู้วิจัย 54

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงสายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 91 สายพันธุ์ 2016D 14

ตาราง 2 แสดงสายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 91 สายพันธุ์ 2016D (ต่อ)..... 15

ตาราง 3 แสดงสายพันธุ์แท้ตัวทดสอบจำนวน 6 สายพันธุ์ 16

ตาราง 4 แสดงพื้นที่แปลงปลูกคัดเลือกลูกผสมเบื้องต้น..... 17

ตาราง 5 แสดงพื้นที่แปลงปลูกระดับแปลงเกษตรกร 18

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ RCBD 24

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม ตามแผนการทดลอง RCBD..... 24

ตาราง 8 การวิเคราะห์หาสมรรถนะการรวมตัวตามวิธีของ Griffing's method IV 25

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของ 91 สายพันธุ์แท้ ที่ปลูกทดสอบที่จังหวัดพะเยาปลายฤดูฝนปี 2561..... 27

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยการคัดเลือกสายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีจำนวน 35 สายพันธุ์ ชั่วที่ 8..... 31

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของ 15 ลูกผสม ร่วมกับ 3 พันธุ์ เปรียบเทียบที่จังหวัดพะเยาในฤดูแล้งปี 2561..... 34

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของ 10 ลูกผสมดีเด่นวิเคราะห์รวม ร่วมกับ 13 พันธุ์เปรียบเทียบในฤดูแล้งปี 2561 35

ตาราง 13 สมรรถนะการรวมตัวทั่วไป และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะด้านผลผลิตของสายพันธุ์ทดสอบ 36

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านป่างิ้ว อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย 41

ตาราง 15 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านแม่เจดีย์ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย 42

ตาราง 16 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านโป่ง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย.....43

ตาราง 17 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านสระเหนือ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา.....44

ตาราง 18 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านสระใต้ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา.....45

ตาราง 19 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านโซ้ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 46

ตาราง 20 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านอานาไลย อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 47

ตาราง 21 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านหนองผุก อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน.....48

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชนิดต่าง ๆ (A) ลูกผสมเดี่ยว (B) ลูกผสมคู่ (C) ลูกผสมสามทาง.....6

ภาพ 2 แสดงแผนงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.....20

ภาพ 3 แสดงลักษณะฝักของตัวทดสอบ (Tester) 6 สายพันธุ์.....49

ภาพ 4 แสดงพื้นที่แปลงทดสอบพันธุ์ในพื้นที่หลังนา อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย.....50

ภาพ 5 แสดงพื้นที่ปลูกทดสอบพันธุ์ในพื้นที่หลังนา อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา.....50

ภาพ 6 แสดงพื้นที่การปลูกทดสอบพื้นที่หลังนา อำเภอสอง จังหวัดแพร่..... 51

ภาพ 7 แสดงพื้นที่ปลูกทดสอบพื้นที่หลังนา อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน..... 51

ภาพ 8 แสดงองค์ประกอบผลผลิต UPMI 29.....52

ภาพ 9 แสดงองค์ประกอบผลผลิต UPMI 19.....53

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Field corn) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ และมีพื้นที่การผลิตมากเป็นอันดับต้น ๆ ของพืชเศรษฐกิจในประเทศ พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กระจายอยู่ทั่วภูมิภาคของไทย ในปี 2559 มีพื้นที่การผลิตทั้งประเทศ 6,970,101 ไร่ เป็นพื้นที่เก็บเกี่ยว ประมาณ 6,812,309 ไร่ ผลผลิตทั้งประเทศประมาณ 4,569,710 ตัน และปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ 455 ตัน มีมูลค่าการใช้เมล็ดพันธุ์สูงถึง 42.93 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ดังนั้น การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดในปัจจุบัน จึงจำเป็นอย่างมากที่จะต้องใช้พันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่มากที่สุด และเพื่อตอบสนองกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มลูกค้าเฉพาะพื้นที่ได้อย่างดี ให้เป็นไปตามความต้องการสอดคล้องกับปริมาณพื้นที่ปลูก และความต้องการเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทางด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชมีการมุ่งเน้นพัฒนาสายพันธุ์ และพันธุ์ที่มีลักษณะพิเศษที่เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ภาคเหนือตอนบน กล่าวคือ มีระบบรากที่แข็งแรง อายุค่อนข้างสั้น ต้านทานโรคเฉพาะถิ่นได้ดี และผลผลิตสูง ปรับตัวต่ออุณหภูมิต่ำในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ได้ เป็นต้น โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 4 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งกับงานทดสอบพันธุ์ในแปลงเกษตรกร (On-farm testing) เพื่อดูการปรับตัว และมีแนวโน้มการให้ผลผลิต ดังนั้นการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมเพื่อปลูกเป็นพันธุ์ก่อนการค้า (Pre-commercial) นั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบในสภาพไร่กสิกรด้วย (ราเชนทร์ ถริพร, 2539)

จากข้อเท็จจริงที่กล่าวมาทางนักวิจัยคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยพะเยาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานตามหลักการด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยนำพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่ได้จากการพัฒนาภายใต้โครงการการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (University of Phayao Maize Improvement: UPMI) มาปลูกทดสอบและคัดเลือกพันธุ์ที่ให้เสถียรภาพ (Stability) ในการให้ผลผลิตสูงและลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ในแต่ละแหล่งปลูกข้าวโพดพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ พะเยา เชียงราย แพร่ และน่าน เพื่อใช้เป็นพันธุ์แนะนำให้กับเกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมกึ่งการค้าที่เหมาะสมกับพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขยายพันธุ์เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ต้องการ (Elite hybrids) เพื่อใช้ในการปลูกทดสอบผลผลิตก่อนการค้า

2. ปลูกทดสอบผลผลิตก่อนการค้า 51 พันธุ์ ในระดับ Regional yield trial ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเขต 2; เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

3. ปลูกทดสอบผลผลิตก่อนการค้า 1–2 พันธุ์ ในระดับ On-farm yield trial ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเขต 2; เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

1. เผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับชาติ

2. องค์ความรู้ใหม่ พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ 4 จังหวัดภาคเหนือตอนบนสามารถนำไปเป็นพันธุ์แนะนำให้แก่เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หรือทดแทนพืชอื่นได้

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงพันธุ์พืช

การสร้างสมดุลระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม และการปรับตัวของพืชได้จากการศึกษาประวัติของข้าวโพดในสหรัฐอเมริกา ซึ่งรวบรวมโดย (Troyer., 1999) ในระยะแรก ๆ ได้มีการผสมข้ามกลุ่มระหว่างข้าวโพด หัวบุ๋ม x หัวแข็ง (dent x flint) ให้ได้พันธุ์ลูกผสมเปิดใหม่ ๆ มากกว่า 1,000 พันธุ์ ในจำนวนนี้มีอยู่ไม่กี่พันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดีในเขตการปลูกข้าวโพดต่าง ๆ ของสหรัฐอเมริกา ข้าวโพดสีเหลืองเข้ามาแทนที่ข้าวโพดสีขาว พันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงในสภาพปลูกหนาแน่นและตอบสนองต่อปุ๋ย เข้ายึดคลองพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ สายพันธุ์อินเบรดที่ใช้ผลิตลูกผสมที่ปลูกในสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้มาจากพันธุ์ผสมเปิดที่ปรับปรุงแล้วเพียง 4-5 พันธุ์ และพันธุ์เหล่านี้เป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้อย่างกว้างขวาง ในพื้นที่ปลูกของสหรัฐอเมริกา โดยทั้งนี้มีการปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศเย็น ช่วงปลูกสั้น เมล็ดแห้งเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาพันธุ์อย่างเป็นขั้นตอน คือ จากพันธุ์ผสมเปิดที่มีการปรับตัวที่ดีมาเป็นสายพันธุ์อินเบรด และลูกผสมที่มีการปรับตัวที่ดี

(กฤษฎา สัมพันธารัตน์, 2546) กล่าวว่า การนำสายพันธุ์จากต่างประเทศมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ให้ผลที่แตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ของพันธุ์นำเข้า การปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจเกือบทั้งหมดของประเทศไทยที่ประสบความสำเร็จจากการนำเข้า ทั้งที่นำมาใช้โดยตรง และนำมาเพื่อปรับปรุงพันธุ์เดิมให้ดีขึ้นจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ถ้าหากยังมี ความต้องการที่จะปรับปรุงพันธุ์เดิมให้ดีขึ้น (สุทัศน์ ศรีรัตนพงศ์, 2536) กล่าวไว้ว่าในการสร้างสายพันธุ์แท้นั้นสายพันธุ์ทั้งสองควรอยู่คนละ Heterotic group กันหากสายพันธุ์ทั้งหมดได้รับการทดสอบ และจัดกลุ่มดังกล่าวไว้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ลูกผสมสามารถ บรรลุ-เป้าหมายในการวางพันธุ์ให้เหมาะสมเพื่อการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่ปลูกได้เป็นอย่างดียิ่งขึ้น โดยมีการดำเนินการต่อเนื่องกับการผสม (Crossing) ใน 2 รูปแบบ คือ 1) ผสมร่วมกับตัวทดสอบ (Top crossing) และ 2) ผสมแบบพบกันหมด (Diallel crossing) จนได้พันธุ์ลูกผสมเพื่อใช้ในการดำเนินการปลูกทดสอบผลผลิต (Yield trail evaluation) ในฤดูกาลถัดไปซึ่งการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ (ราเชนทร์ ถิรพร, 2539)

1. ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (Genetic variation) ของประชากรที่จะทำการคัดเลือกประชากรที่มีความแปรปรวนสูงจะสามารถคัดเลือกพันธุ์ได้สำเร็จง่ายกว่าประชากรที่มีความแปรปรวนต่ำ

2. การตอบสนองของการคัดเลือกในลักษณะที่ต้องการ คือ ความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรม (Heritability) ของลักษณะว่ามีมากน้อยเพียงใด ลักษณะที่มีค่าความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรมสูงจะสามารถคัดเลือกได้ง่าย

3. วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม ได้แก่ กระบวนการและขั้นตอนในการคัดเลือกที่ต้องอาศัยหลักวิชาการทั้งด้านวิทยาศาสตร์ (Science) และศิลปศาสตร์ (Art) ประกอบพร้อมกัน

(พิเชษฐ์ กรุดลอยมา, 2556) ได้ดำเนินโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้งทั้งอายุสั้น (95–100 วัน) และ อายุยาว (115–120 วัน) โดยสรุปผลการดำเนินงานตั้งแต่ปี 2554– 2556 ดังนี้ การปรับปรุงประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาวและอายุสั้นแบบหมุนเวียนสลับ ซึ่งได้ดำเนินการปลูกประชากรข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว NP99201(RRS)C3F2 และ NP99202(RRS)C3F2 ผสมตัวเองสร้างสายพันธุ์ชั่วที่ 1 คัดเลือกต้นที่แข็งแรงประเมินความทนทานแล้งช่วงระยะเวลาออกดอก 1 เดือน ให้คะแนนการม้วนของใบ (1–5) และคะแนนฝัก (1–5) คัดเลือกได้ประชากรละ 200 สายพันธุ์ประเมินศักยภาพการสร้างลูกผสมแบบ Top cross กับพันธุ์ทดสอบประชากร ตรงข้ามประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งปี 2555 ขณะที่พันธุ์อายุสั้นดำเนินการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สีเหลืองอายุสั้นประชากร NSEYP1(RRS)C2F2 และ NSEYP2 (RRS)C2F2 สร้างสายพันธุ์ชั่วที่ 1 จากต้นที่มีความแข็งแรงนำมาสร้างลูกผสมแบบ top cross ผสมกับพันธุ์ทดสอบประชากรตรงข้ามทำการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูแล้งต่อไป จากการประเมินผลผลิตในฤดูแล้ง 2555 ของกลุ่มอายุยาว พบว่า ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอให้ผลผลิตระหว่าง 1,078–2,038, 1,297–2,014 กก./ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66–124 และ 82–128 ตามลำดับของพันธุ์ตรวจสอบ นครสวรรค์ 3 ส่วนในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกให้ผลผลิตระหว่าง 458–1,429 และ 346–1,306 กก./ไร่ คิดเป็นร้อยละ 40–126 และ 42–158 ตามลำดับของพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 จากข้อมูลดังกล่าว สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงทั้งในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอและในสภาพขาดน้ำในระยะ ออกดอกไหมมีลักษณะทางการเกษตรดีจำนวนประชากรละ 40 พันธุ์ขณะที่กลุ่มอายุสั้นให้ ผลผลิตระหว่าง 936–1,558 และ 830–1,359 กก./ไร่ สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงมี ลักษณะทางการเกษตรดีจำนวนประชากรละ 40 พันธุ์ ซึ่งจากนั้นดำเนินการผสมเป็นประชากรข้าวโพดรอบคัดเลือกใหม่อีกส่วนหนึ่งนำมา พัฒนาเป็นสายพันธุ์แท้โดยการคัดเลือกและผสมตัวเองพัฒนาเป็นสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่สอง

พันธุ์ลูกผสม

พันธุ์ลูกผสม (Hybrid variety) หรือลูกผสมรุ่นแรก (F_1) จากการผสมระหว่างสองประชากรที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน โดยประชากรเหล่านี้อาจจะเป็นสายพันธุ์อินเบรด พันธุ์ลูกผสม พันธุ์ผสมเปิด และพันธุ์สังเคราะห์ (Jugenheimer., 1976) แต่ถ้าเป็นพันธุ์ผสม ที่ใช้เพื่อการทดสอบและการคัดเลือกจะใช้คำว่า คู่ผสม แทนคำว่าลูกผสม ตามรายงานของ (Richey., 1922) พบว่า โดยทั่วไป พันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ที่ดีมักจะมาจากการผสมระหว่างพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะฝักที่แตกต่างกัน พวกเมล็ดหัวแข็ง (Flint type) หรือพวกแป้งอ่อน (Floury type) เมื่อผสมกับพวกหัวบุ๋ม (Dent type) มักให้ผลผลิตสูงเหนือกว่าการผสมในกลุ่มเดียวกัน ขณะที่ (Shull., 1909) ได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำสายพันธุ์อินเบรดที่ดีกลับมาผสมกันใหม่พันธุ์ลูกผสมที่ได้จะให้ผลผลิตเหนือกว่าพันธุ์ต้นกำเนิดจึงให้แนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดไว้ว่า

1) ให้ผสมตัวเองจากประชากรพันธุ์คละ เพื่อให้ได้สายพันธุ์แท้

2) ผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ และประเมินคุณค่าของลูกผสมเดี่ยว

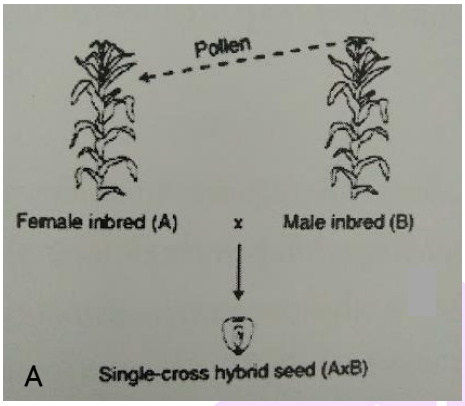
โดยพื้นฐานแล้ว วิธีการปรับปรุงสายพันธุ์อินเบรดและพันธุ์ลูกผสมยังคงเหมือนกับคำที่แนะนำโดย (Shull, 1909) อย่างไรก็ตาม รายงานของ (Crow., 2000) เริ่มมีการใช้พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว และทำให้ผลผลิตในรุ่นหลัง ๆ ดีขึ้น ประกอบกับมีเขตกรรรมที่ดีขึ้น ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

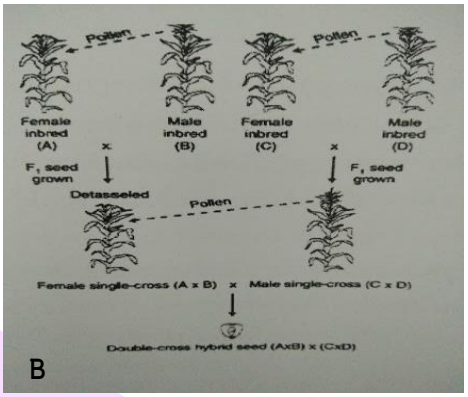
ชนิดของพันธุ์ลูกผสม

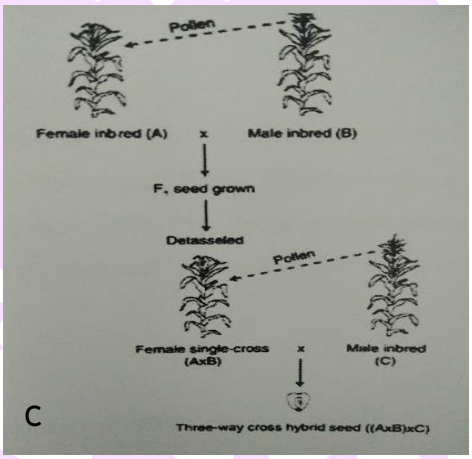
1. พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (Single cross hybrid) เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ (Parental inbred line) 2 สายพันธุ์ ที่ใช้เป็นพ่อหรือแม่ หรือ [A x B] พันธุ์ชนิดนี้เป็นที่นิยมเนื่องจากให้ผลผลิตสูงและสม่ำเสมอทุกต้น ราคาเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างสูง กระบวนการผลิตเมล็ดค่อนข้าง ยากลำบาก

2. ลูกผสมคู่ (Double cross hybrid) ผลิตจากการผสมกันระหว่างลูกผสมเดี่ยว 2 พันธุ์ หรือเขียนในสัญลักษณ์ [Ax B] x [C x D] การผลิตเมล็ดผสมคู่จึงมีต้นทุนการผลิตเมล็ดที่ต่ำกว่าการผลิตเมล็ดลูกผสมเดี่ยว

3. ลูกผสมสามทาง (Three-way cross hybrid) เกิดจากการใช้พันธุ์ลูกผสมเดียวเป็นต้นแม่และนำมาผสมกับต้นพ่อที่เป็นสายพันธุ์แท้ (Male inbred line) หรือเขียนสัญลักษณ์ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังนี้ [A x B] x C







(Beck., 2002)

ภาพ 1 ขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชนิดต่าง ๆ

(A) ลูกผสมเดี่ยว (B) ลูกผสมคู่ (C) ลูกผสมสามทาง

ความเหนือระดับของลูกผสม

การทำงานของยีนเป็นสิ่งที่ซับซ้อน และยีนแต่ละกลุ่มมีประสิทธิภาพแตกต่างกันทำให้เกิดสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย และมีการปรับตัวในแต่ละสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ยีนผลบวก (Additive) ทำให้ค่า Aa = (AA+aa)/2 และ 2) ยีนที่ไม่เป็นผลบวก (Non-additive) คือ ยีนที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้การแสดงออกเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย (Falconer., 1960) ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าค่าเหนือระดับของพันธุ์ลูกผสมส่วนใหญ่มาจากปฏิกิริยายีนข่ม และส่วนน้อยมากจาก Epistasis และ Pleiotropism เพราะพืชที่มีผลกระทบในทางลบจากปฏิสัมพันธ์ทั้งสองแบบจะถูกคัดออกด้วยธรรมชาติ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าค่าเหนือระดับลูกผสมส่วนใหญ่ เป็นมาจากผลบวกสะสม (Cumulative effect) ของยีนข่มแต่ละตัวจากยีนแต่ละชุดที่ต่างมีระดับการข่มไม่เท่ากัน ทำให้ทฤษฎียีนข่ม (Dominant theory) เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง แม้โดยให้เหตุผลว่ายีนแฝงเป็นยีนที่มีประสิทธิภาพต่ำ และจะถูกบังด้วยยีนข่ม ความเหนือระดับของลูกผสมจึงขึ้นอยู่กับยีนข่มที่ไปบดบังลักษณะของยีนแฝงไว้ลูกผสม F_1 มีผลผลิตสูงกว่าพ่อแม่ เพราะมียีนข่มมากกว่า ซึ่งในขณะที่ยีนผลบวกเท่าพ่อแม่โดยทฤษฎีลูกในรุ่น F_2 จะมีผลผลิตตั้งแต่สูงกว่า F_1 และพ่อแม่จนถึงต่ำกว่าพ่อแม่เดิมเป็นการกระจายตัวเกินขีดจำกัดของพ่อแม่ (Transgressive segregation) ซึ่งทางปฏิบัติมีโอกาสเกิดขึ้นเพียง $^1/_4{}^n$ เมื่อ n = จำนวนของยีนคู่ผสม และยีนผลผลิต มีอยู่นับร้อยคู่ที่จะส่งผลการแสดงออกของยีน

(สุริพัฒน์ ไทยเทศ, 2555) ได้ทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่น ทนทานแล้ง โดยใช้พันธุ์นครสวรรค์ 3 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ตั้งแต่ปี 2554-2555 พบว่าลักษณะผลผลิตมีความแตกต่างทางพันธุกรรมในแต่ละสภาพแวดล้อม และมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ซึ่งในปี 2554 พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม NSX052014 ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1,077 กก./ไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (988 กก./ไร่) ในปี 2555 พบว่าพันธุ์ NSX112011 ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1,295 กก./ไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบนครสวรรค์ 3 (1,177 กก./ไร่) และยังจัดเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูงอีกด้วย

(สุริพัฒน์ ไทยเทศ, 2555) ได้เปรียบเทียบผลผลิตเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง พบว่าลักษณะผลผลิตมีความแตกต่างทางพันธุกรรมในแต่ละสภาพแวดล้อม และมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม ในปี 2554 พบว่า พันธุ์ SX111012 ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1,123 กก./ไร่ มากกว่าพันธุ์ตรวจสอบ

นครสวรรค์ 3 (1,020 กก./ไร่) มีอายุวันออกตัวผู้ระหว่าง 46–54 วัน มีอายุวันออกไหมระหว่าง 48–54 วัน

(พิเชษฐ์ กรุดลอยมา, 2556) ได้ทดลองวิธีเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้งขณะนั้นพบว่าในฤดูฝนปี 2555 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combined analysis of variance) ได้จาก 6 สภาพแวดล้อม พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตมีความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 817–1,363 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ (นครสวรรค์ 3) ให้ผลผลิต 1,119 กก./ไร่ ขณะที่ฤดูฝนปี 2556 วิเคราะห์จาก 7 สภาพแวดล้อม พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิต 797–1,384 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 เท่ากับ 1,186 กก./ไร่

(สุริพัฒน์ ไทยเทศ และคณะ, 2556) ได้ทดลองวิธีเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง พบว่า ลักษณะผลผลิตมีความแตกต่างทางพันธุกรรมในแต่ละสภาพแวดล้อม และมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่าง พันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ในปี 2555 วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจาก 6 สภาพแวดล้อม พันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิต เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1,342 กก./ไร่ มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ร้อยละ 19 อย่างมีนัยสำคัญในปี 2556 วิเคราะห์ความ พบว่า พันธุ์ NSX052014 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 3 ร้อยละ 12 โดยให้ผลผลิต 1,368 กก./ไร่

(บุญฤทธิ์ สินค้างาม และ ธีระวัฒน์ ดาวทอง, 2558) ได้ปลูกผสมพันธุ์และสร้างลูกผสมเบื้องต้นโดยวิธีผสมตรงและผสมสลับในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2555 ได้คู่ผสมจำนวน 124 คู่ผสม ปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้นในฤดูปลายฝนปี พ.ศ. 2556 พบว่า ทั้ง 124 คู่ผสมให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งโดยคู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ลูกผสมที่เกิดจากคู่ผสม UPFC3 x UPFC6, UPFC8 x UPFC11, UPFC8 x UPFC7, UPFC8 x UPFC9 และ UPFC9 x UPFC6 เท่ากับ 1,408, 1,224, 1,204, 1,187 และ 1,179 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์มาตรฐานให้ผลผลิตเพียง 701 กก./ไร่ นอกจากนี้ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญอื่น ๆ มีแนวโน้มที่ดีเด่นเช่นกัน

(กิตติกร นามวงค์ และ บุญฤทธิ์ สินค้างาม, 2559) ได้ปลูกทดสอบและคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้เป้าหมายเพื่อพัฒนาพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวได้ดีบนพื้นที่สูงได้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีจำนวน 18 สายพันธุ์ (UPF1–UPF18) ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ UPFT1, UPFT2 และ UPFT3 ได้ จำนวน 54 พันธุ์ (UPFC0101– UPFC0154) ปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้นในฤดูปลายฝนปี 2557 พบว่า คู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์การค้าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ได้แก่ UPFC0103, UPFC0111, UPFC0112, UPFC0114 และ UPFC0120 มีค่าเท่ากับ 1,150, 1,129,

1,151, 1,224 และ 1,194 กก./ไร่ ตามลำดับขณะที่พันธุ์การค้าให้ผลผลิต 1,025 กก./ไร่ คัดเลือกลูกผสมดีเด่นจำนวน 5 พันธุ์ ปลูกทดสอบในฤดูต้นฝน ปี 2558 เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้า พบว่า คู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์การค้าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ได้แก่ UPF0112 และ UPF0120 มีค่าเท่ากับ 1,804 และ 1,750 กก./ไร่ ขณะที่พันธุ์การค้า P4546, NK6253 และ KSX5402 ให้ผลผลิตเท่ากับ 1,966, 1,800 และ 1,578 กก./ไร่ ตามลำดับ

การประเมินสายพันธุ์อินเบรด

การคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ (Pedigree method) เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการ บันทึกประวัติอย่างเป็นขั้นตอนสามารถติดตามประวัติของพืชแต่ละสายพันธุ์ได้อย่างละเอียด (Love., 1927) เป็นผู้เสนอวิธีการ และให้ลายละเอียดของการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติ และ ประยุกต์ออกไป 2 รูปแบบ คือ 1) การคัดแยกสายพันธุ์ (Line selection) และ 2) การคัดแยก ครอบครัว (Family selection)

(Mac Key., 1962) เสนอแนวคิดว่าเมื่อพิจารณาถึงลายละเอียดของวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มาจากสายพันธุ์เริ่มต้นเดียวกันซึ่งต่างก็มีลักษณะที่คล้าย ๆ กันน่าจะมีข้อจำกัดมากกว่าการคัดแยกระหว่างสายพันธุ์ที่มาจากสายพันธุ์เริ่มต้นที่ต่างกันซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดมาก ดังนั้น การพิจารณาจากผลผลิต F_2 หรือ F_3 ไม่น่าจะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการสูญหายของสายพันธุ์ที่มีคุณค่าเป็นการสนับสนุนแนวคิดในการคัดแยกครอบครัวในรุ่นแรก การที่จะได้ลูกผสมที่ดีและคุ้มทางเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก ตามรายงานของ Hallauer and (Hallauer., 1988) น่าจะมีสายพันธุ์อินเบรดต่าง ๆ ที่ได้ทดสอบเข้าคู่ผสม แม้แต่มีสายพันธุ์ที่ประสบความสำเร็จในเชิงธุรกิจน้อยมากของสายพันธุ์ทั้งหมด โดยสายพันธุ์เหล่านี้มีบรรพบุรุษร่วมกันไม่มากก็น้อยอาจเป็นเพราะว่าในอดีตไม่ได้มีการทดสอบกับสายพันธุ์อินเบรดที่ดีก่อนนำมาทำคู่ผสมสิ่งที่ยังสงสัยกัน คือ ควรทำการทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์รุ่นไหนของการคัดเลือก (Bauman L.F., 1981) ทำการสำรวจความคิดเห็นนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดในสหรัฐอเมริกาพบว่า การคัดเลือกด้วยตามีความสำคัญ มีจำนวน 30% และ 40% และ 70% สำหรับการทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์ นักปรับปรุงพันธุ์ 60% มีการทดสอบในรุ่น S_3 (33%) และ S_4 (27%) มีการทดสอบใน S_5 หรือมากกว่านั้น (22%) และ 18% ทำในรุ่น S_1 และไม่มีใครทดสอบในรุ่น S_0 อย่างไรก็ตาม นักปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่ 60% ทำการทดสอบสมรรถนะในช่วงกลาง ๆ คือ ในรุ่น S_3 หรือ S_4 เพราะการถดถอยทางพันธุกรรมจะสูงมากในรุ่น S_1 และ S_2 (Jenkins., 1940) เสนอให้ใช้สายพันธุ์ทดสอบ ที่ฐานพันธุกรรมกว้างเพื่อหาสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์อินเบรด (Recurrent selection for general combining

ability) ในขณะที่ความคิดที่แตกต่างกัน ให้ความเห็นว่าสมควรใช้สายพันธุ์อินเบรดเป็นสายพันธุ์ทดสอบเพื่อเป็นการจับคู่โดยตรงระหว่างอินเบรดสายพันธุ์ใหม่กับสายพันธุ์ทดสอบเป็นการทดสอบสมรรถนะการผสมเฉพาะ

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายพันธุ์ทดสอบ (Horner., 1963) โดยใช้สายพันธุ์อินเบรดและพันธุ์ผสมเปิดเป็นสายพันธุ์ทดสอบเพื่อปรับปรุงผลผลิตของข้าวโพดซึ่งใช้สายพันธุ์อินเบรดเป็นสายพันธุ์ทดสอบ พบว่า ผลผลิตของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการใช้สายพันธุ์อินเบรดเป็นสายพันธุ์ทดสอบจึงมีประสิทธิภาพสูงไม่ว่าจะใช้การปรับปรุงประชากรในรูปแบบใด โดยประชากรเริ่มต้นมีส่วนสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จแต่เพื่อไม่ให้การจำแนกสายพันธุ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสิ่งที่ทิ้งไม่ได้เลย คือ 1) ต้องมีการควบคุมการผสมเกสรอย่างเข้มงวด 2) การควบคุมความสม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมของแปลงปลูก 3) มีการใช้แผนการทดลองที่มีประสิทธิภาพ 4) ติดตามประวัติของสายพันธุ์อินเบรดอย่างใกล้ชิดเพื่อป้องกันการเสื่อมถอยของประชากร

(Griffing., 1956) ได้ทำการปลูกทดสอบผลผลิตเบื้องต้นวิเคราะห์สมรรถนะการผสมทั่วไป (General combining ability; GCA) และสมรรถนะการรวมตัวเฉพาะ (Specific combining ability; SCA) ในการสร้างพันธุ์ลูกผสมที่ดีจากลักษณะทางการเกษตรที่ดีเป็นสำคัญเช่นเดียวกันกับ (Ali. F., 2012) กล่าวว่าการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดให้มีความดีเด่นเหนือพ่อแม่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาจากค่าสมรรถนะการรวมตัวซึ่งสามารถประเมินได้ว่าการพัฒนาลูกผสมให้มีความดีเด่นได้ดีนั้นขึ้นอยู่กับศักยภาพของพันธุกรรมของสายพันธุ์แท้เป็นสำคัญ

(กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2544) กล่าวว่า ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเองกับพืชผสมข้ามที่พบ คือ วิธีการที่นักปรับปรุงพันธุ์ใช้ประเมินต้นพืชในประชากร (Breeding materials) ในพืชผสมตัวเองต้นพืชแต่ละต้นมีแนวโน้มเข้าสู่สภาพโฮโมไซกัส ดังนั้นจีโนไทป์ชั่วลูกจะออกมาค่อนข้างเที่ยงตรงซึ่งอาจใช้ประเมินโดยการทดสอบรุ่นลูกได้ แต่ในประชากรพืชผสมข้ามแต่ละต้นมีจีโนไทป์อยู่ในสภาพเฮเตอโรไซกัส และต้นพืชที่ปลูกในแปลงจะมีการถ่ายทอดละอองเกสรจากต้นพืชอื่นในแปลงอย่างอิสระ ซึ่งในสภาพนี้ต้นพืชมีจีโนไทป์ในสภาพโฮโมไซกัสย่อมไม่มีทางเกิดในชั่วลูก และด้วยเหตุนี้การปลูกทดสอบประชากรพืชผสมปล่อยย่อมให้ข้อมูลที่เปรียบเทียบไม่ได้กับการทดสอบลูกผสมในพืชผสมตัวเองแม้แต่สิ่งที่ได้คือการประเมินการแสดงออกของลูก การประเมินการแสดงออกในชั่วลูกของต้นพืชหรือสายพันธุ์ที่ถูกผสมด้วยละอองของตัวเองทดสอบที่แน่ชัดเรียกว่า Testcross เป็นการประเมินความสามารถในการรวมตัวของต้นพืชแม่ หรือสายพันธุ์ด้วยสายพันธุ์ทั่วไป (Common tester line) ส่วนค่าเฉลี่ยการแสดงออกของต้นพืชหรือสายพันธุ์ที่ได้จากการผสมกับ

พันธุ์หลาย ๆ พันธุ์ คือการทดสอบความสามารถในการรวมตัวทั่วไป ในขณะที่การแสดงออกของต้นพืชหรือสายพันธุ์ในการรวมตัวแบบจำเพาะกับพันธุ์ทดสอบเฉพาะพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการแสดงออกของความสามารถในการรวมตัวกับการทดสอบพันธุ์อื่น ๆ คือความสามารถในการรวมตัวแบบจำเพราะ

ปฏิสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

ในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรที่มีการใช้พันธุ์ที่พัฒนาแล้ว โดยพืชเกือบทั้งหมดมีสภาพเป็นพวกพันธุกรรมเดียว คือ เป็นพันธุ์แท้หรือลูกผสมเดียว ซึ่งในแต่ละสภาพแปลงทดลองที่ใช้คัดเลือกพันธุ์พืชจะอยู่ในสภาพของสายพันธุ์คละจนกว่าจะได้สายพันธุ์อินเบรดหรือลูกผสมที่ต้องการเพื่อเข้าทดสอบผลผลิต แล้วในช่วงระหว่างการคัดสายพันธุ์นักปรับปรุงพืชอาจจะใช้ระยะปลูกหรือการเขตกรรมที่หลากหลายเพื่อวัตถุประสงค์ในการคัดพันธุ์ที่แตกต่าง เขตกรรมต่าง ๆ ที่ใช้อาจไม่ตรงกับที่เกษตรกรที่ใช้ ปัญหาก็คือ สภาพการแข่งขันระหว่างพืชที่มีพันธุกรรมแตกต่าง และเขตกรรมที่หลากหลาย ตลอดจนปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (G x E) (Jugenheimer., 1976) สรุปสภาพแวดล้อมของแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) การแข่งขันพันธุกรรมที่แตกต่างกัน (Competition environments) 2) การแข่งขันภายในพันธุกรรมเดียวกัน (Crop environments) และ 3) สภาพไร้การแข่งขัน (Isolation environments) เนื่องจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงเกิดคำถาม การเขตกรรมที่เหมาะสมสำหรับในการใช้คัดเลือกพันธุ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการปลูกพันธุ์คละที่มีการแข่งขันไม่เท่าเทียมกัน ดังเช่น ความสูงไม่เท่ากัน การตอบสนองต่อปุ๋ยไม่เท่ากัน การทนต่อสภาพกดดันของสภาพแวดล้อมไม่เท่ากัน ขนาดของเมล็ดไม่เท่ากัน อายุเก็บเกี่ยวไม่เท่ากัน การตอบสนองต่อระยะปลูกที่ไม่เหมือนกัน นั้นเพื่อจะตอบปัญหาข้างต้นน่าจะศึกษา และวิเคราะห์ผลงานวิจัยเหล่านี้บางส่วนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการคัดพันธุ์ การคัดเลือกด้วยสายตาเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ไม่ว่าโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชจะใหญ่หรือเล็กขนาดไหนก็ตาม เพราะการวัดพืชทุกต้นในจำนวนเป็นหมื่น ๆ ต้นย่อมเป็นไปไม่ได้ การจดข้อมูลโดยละเอียดจะทำก็ต่อเมื่อต้องการข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น นักปรับปรุงพันธุ์อาจเรียนรู้จากผู้มีประสบการณ์ แต่ทักษะบุคคลต้องย่อมค้นคว้าด้วยตนเอง ประสิทธิภาพของการคัดเลือกด้วยตาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง คือ ทักษะของผู้คัด เขตกรรมที่ใช้ในงานวิจัย ต้องช่วยลดความแปรปรวนในสภาพแวดล้อมตลอดจนปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(Knott., 1972) ได้ทำการทดลองโดยพยายามทำให้สภาพแวดล้อมภายในแปลงปลูกสม่ำเสมอมากที่สุด ทำโดยการปลูกพืชให้มีระยะห่างที่สม่ำเสมอมากที่สุดประชากร F_2 มีขนาดตั้งแต่ 800–1,450 ต้น/คู่ผสม ทำการคัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตสูงและต่ำเพื่อเทียบกับการคัดเลือกแบบสุ่มปลูก F_3 จำนวน 958 สายพันธุ์ และสลับด้วยพันธุ์เปรียบเทียบทุก ๆ 5 แถว ผลผลิตแต่ละสายพันธุ์เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของพันธุ์เปรียบเทียบที่อยู่ใกล้สุด จากข้อมูลสรุปได้ว่าการคัดเลือกด้วยสายตาในรุ่น F_2 มีประสิทธิภาพที่ดีเมื่อให้ผลผลิตของการสุ่มเท่ากับ 100% แต่ก็พอสรุปได้ว่าการคัดเลือกในรุ่น F_2 ในสภาพที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างดีมีประสิทธิภาพที่เชื่อถือได้

การคัดต้นไม่ดีออกนั้นทำได้ง่ายกว่าการแยกความแตกต่างระหว่างต้นที่ดีใกล้เคียงกัน ดังนั้นถึงแม้การคัดเลือกด้วยสายตาน่าจะคัดเลือกต้นที่ไม่ดีออกแทนที่จะคัดต้นที่ดีไว้ นั่นคือการให้โอกาสพืชที่ยังมีข้อสงสัยเพื่อทดสอบในฤดูต่อไปซึ่งมีเหตุผลในทางทฤษฎีเพราะพืชยังมีการกระจายตัว ซึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรุ่น F_2 และ F_3 มีระดับความคงตัวทางพันธุกรรมไม่เท่ากัน พืชบางต้นอาจมีความเหนือของระดับยีนอยู่มากและกระจายตัวในระดับผลผลิตของพืชแต่ละต้นทับซ้อนกันในรุ่นต่อ ๆ ไป

การปลูกทดสอบในพื้นที่หลังนา

เนื่องด้วยสภาพแวดล้อมของการปลูกข้าวโพดในสภาพพื้นหลังนานั้นค่อนข้างจำกัดและมีปัจจัยที่แตกต่างกันไปจากสภาพปกติ กล่าวคือ ปริมาณความชื้นในดินเพียงพอต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรกนั้นเพียงพอ โดยหลังจากนั้นความชื้นจะเริ่มลดลงทำให้ข้าวโพดจะต้องมีลักษณะทนความแห้งแล้ง (Drought tolerance) ได้ดี และยังมีข้อจำจัดในเรื่องของชั้นดินดานในพื้นที่นาซึ่งดินส่วนใหญ่ในพื้นที่นามักจะมีดินค่อนข้างเหนียว นอกจากนี้พันธุ์ที่ดีและเหมาะสมควรจะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นโดยประมาณ 90–100 วัน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความชื้นในดินที่ไม่เพียงพอ

(สมชาย บุญประดับ, 2554) ได้รายงานว่าเกษตรกรสามารถปลูกพืชไร่ตามหลังการเก็บเกี่ยวข้าวได้ สำหรับข้อจำกัดสภาพแวดล้อมหลังการทำนา ได้แก่ ช่วงแสงวันสั้น อุณหภูมิต่ำในระยะแรก อุณหภูมิสูงในระยะหลังกระทบแล้งในช่วง ออกดอกติดฝัก และสภาพดินอัดตัวแน่น ดังนั้น ลักษณะพันธุ์พืชไร่ที่เหมาะสม คือ อายุสั้น ทน–แล้ง ทนน้ำขัง ทนอุณหภูมิต่ำ–และสูง ต้นกล้าแข็งแรง ไม่ไวแสง สำหรับพืชไร่ที่เหมาะสมในสภาพหลังการทำนา ได้แก่ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และ ข้าวโพด เป็นต้น ในปัจจุบันทางรัฐบาลได้มีนโยบายลดพื้นที่นาปรังโดยเฉพาะในเขตชลประทาน เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ประกอบกับในช่วงที่

ผ่านมามีการ ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวทำความเสียหายให้แก่พื้นที่ปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก ดังนั้นทางราชการจึงแนะนำให้เกษตรกรหันมาปลูกพืชไร่ทดแทนนาปรัง ทั้งนี้เนื่องจากใช้น้ำน้อย

(สมชาย บุญประดับ เสน่ห์ เครือแก้ว และ วันชัย ถนอมทรัพย์, 2546) ได้ทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำนาพื้นที่ จังหวัด พิษณุโลก พบว่า การปลูกหลังการทำนานั้นควรเลือกใช้พันธุ์ลูกผสมซึ่งสามารถปลูกได้ทั้งแปลง ที่ไถพรวนและไม่ไถพรวน ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 20 กก./ไร่ แบ่งใส่สองครั้งเมื่ออายุ 20 และ 40 วันหลังปลูก โดยใช้ระยะปลูก 25 x 75 ซม. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม หลีกเลี่ยงการขาดน้ำระยะ ออกดอกซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลง 30–50% และหลีกเลี่ยงการให้น้ำท่วมขังระยะแรก ซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลงเฉลี่ย 18% ขณะที่การเลือกใช้พันธุ์ที่ทนสภาพแล้งได้จะทำให้ ลดสูญเสียผลผลิตลงได้

(วีระศักดิ์ เกิดแสง สมชาย บุญประดับ และ อัมพร สุวรรณเมฆ, 2546) ได้ศึกษาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำนาโดยลดการไถพรวนในเขตจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ผลผลิตแบบลดการไถพรวนและน้ำหนักแห้งรวมต่ำกว่าการไถพรวนปกติซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนต่อการลงทุน พบว่า ต้นทุนการผลิตแบบลดการไถพรวนมีค่าต่ำกว่าแบบไถพรวน ปกติ 7.8% และเมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (Marginal rate of return: MRR) พบว่า เกษตรกร ยอมรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังการทำนาโดยวิธีการลดการไถพรวนเมื่อเปรียบเทียบกับการไถพรวนแบบปกติ

(สุจิตร ใจจิตร, 2556) ได้ทำการศึกษาระบบการปลูกพืชไร่หลังการทำนาโดยใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นต้นแบบในจังหวัดนครสวรรค์ตั้งแต่ปี 2553–2556 พบว่า ปี 2553/2554 และ ปี 2555/2556 ผลผลิตเฉลี่ย ปลูกข้าว–ข้าว เท่ากับ 790 และ 817 กก./ไร่ ขณะที่ ปลูกข้าว–ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เท่ากับ 797 และ 1,010 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้รายได้เฉลี่ย 17,665 บาท/ไร่ มากกว่าปลูกข้าว–ข้าว (เฉลี่ย 3,369 บาท/ไร่ หรือ 23.78%) ขณะที่รายได้สุทธิเฉลี่ยข้าว–ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวม 10,512 บาท/ไร่ มากกว่าปลูกข้าว–ข้าว (2,395 บาท/ไร่หรือ 29.51%)

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

เชื้อพันธุกรรมที่ใช้ในการทดลอง

สายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา (University of Phayao Maize Improvement: UPMI) จำนวน 91 สายพันธุ์ (ตาราง 1)

ตาราง 1 แสดงสายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 91 สายพันธุ์ 2016D

No.	Lines	Pedigree	No.	Lines	Pedigree
1	UPFC01	UPFC001-1-1-1-1-1-3-2	24	UPFC24	UPFC024-1-1-1-1-1-3-3
2	UPFC02	UPFC002-1-1-2-1-1-2-3	25	UPFC25	UPFC025-1-1-1-1-1-2-4
3	UPFC03	UPFC003-1-2-1-1-1-4-5	26	UPFC26	UPFC026(FS)-1-1-1-1-1
4	UPFC04	UPFC004-1-1-2-1-1-3-2	27	UPFC27	UPFC027-1-1-1-1-1-3-4
5	UPFC05	UPFC005-2-1-1-1-1-6-3	28	UPFC28	UPFC028-1-1-1-1-1-5-3
6	UPFC06	UPFC006(FS)-1-1-1-1-3-7	29	UPFC29	UPFC029-1-1-1-1-1-4-2
7	UPFC07	UPFC007(FS)-1-1-1-1-1-6	30	UPFC30	UPFC030-1-1-1-1-1-2-2
8	UPFC08	UPFC008(FS)-2-1-1-1-1-5	31	UPFC31	UPFC031-1-1-1-1-1-3-1
9	UPFC09	UPFC009-1-1-1-1-1-2-7	32	UPFC32	UPFC032-1-1-1-1-1-3-2
10	UPFC10	UPFC010-2-1-1-1-1-4-1	33	UPFC33	UPFC033(FS)-1-1-1-1-1-3
11	UPFC11	UPFC011-1-1-1-1-1-3-8	34	UPFC34	UPFC034-1-1-1-1-1-2-2
12	UPFC12	UPFC012-1-1-1-1-1-4-2	35	UPFC35	UPFC035-1-1-1-1-1-1-2
13	UPFC13	UPFC013(HS)-1-1-1-1-1-3	36	UPFC36	UPFC036-1-1-1-1-1-4-5
14	UPFC14	UPFC014-1-1-1-1-1-3-7	37	UPFC37	UPFC037(FS)-1-1-1-1-3
15	UPFC15	UPFC015-1-1-1-1-1-2-3	38	UPFC38	UPFC038-1-1-1-1-1-4-3
16	UPFC16	UPFC016-1-1-1-1-1-4-2	39	UPFC39	UPFC039-1-1-1-1-1-7-2
17	UPFC17	UPFC017(FS)-1-1-1-1-1-2	40	UPFC40	UPFC040(HS)-1-1-1-1-1-5
18	UPFC18	UPFC018(FS)-1-1-1-1-1-3	41	UPFC41	UPFC041-1-1-1-1-1-3-2
19	UPFC19	UPFC019-1-1-1-1-1-2-3	42	UPFC42	UPFC042-1-1-1-1-1-6-2
20	UPFC20	UPFC020-1-1-1-1-1-3-2	43	UPFC43	UPFC043-1-1-1-1-1-3-2
21	UPFC21	UPFC021(HS)-1-1-1-1-1-2	44	UPFC44	UPFC044(FS)-1-1-1-1-4-2
22	UPFC22	UPFC022(HF)-1-1-1-1-1-3	45	UPFC45	UPFC045-1-1-1-1-1-5-3
23	UPFC23	UPFC023(FS)-1-1-1-1-1-2	46	UPFC46	UPFC046-1-1-1-1-1-5-4

ตาราง 2 แสดงสายพันธุ์แท้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำนวน 91 สายพันธุ์ 2016D (ต่อ)

No.	Lines	Pedigree	No.	Lines	Pedigree
47	UPFC47	UPFC047(HS)-1-1-1-1-4-3	70	UPFC70	UPFC070-1-1(HS)-1-1-1-4-5
48	UPFC48	UPFC048-1-1-1-1-1-3-2	71	UPFC71	UPFC071-1-1-1-1-1-2-1
49	UPFC49	UPFC049(FS)-1-(HS)-1-1-1-3	72	UPFC72	UPFC072-6-1-1-1-1-3-2
50	UPFC50	UPFC050-1-1-1-1-1-3-2	73	UPFC73	UPFC073-4-1-1-1-1-3-5
51	UPFC51	UPFC051(FS)-1-1-1-1-1-4	74	UPFC74	UPFC074-5-1-1-1-1-6-3
52	UPFC52	UPFC052(HS)-1-1-1-1-1-3	75	UPFC75	UPFC075-1-1-1-1-1-4-2
53	UPFC53	UPFC053-1-1-1-1-1-5-3-4	76	UPFC76	UPFC076-2-1-1-1-1-3-2
54	UPFC54	UPFC054-1-1-1-1-1-3-7-2	77	UPFC77	UPFC077-3-1-1-1-1-3-4
55	UPFC55	UPFC055-1-1-1-1-1-5-4-1	78	UPFC78	UPFC078-4-1-1-1-1-3-2
56	UPFC56	UPFC056-1-1-1-1-1-3-1-3	79	UPFC79	UPFC079-2-1-1-1-1-3-1
57	UPFC57	UPFC057-1-1-1-1-1-4-1-5	80	UPFC80	UPFC080-4-1-1-1-1-3-2
58	UPFC58	UPFC058-1-1-1-1-1-3-5-1	81	UPFC81	UPFC081-4-1-1-1-1-3-1
59	UPFC59	UPFC059-1-1-1-1-1-3-1-6	82	UPFC82	UPFC082-5-1-1-1-1-2-3
60	UPFC60	UPFC060-1-1-1-1-1-2-3-1	83	UPFC83	UPFC083-2-1-1-1-1-5-1
61	UPFC61	UPFC061-1-1-1-1-1-3-2-7	84	UPFC84	UPFC084-3-1-1-1-1-2-1
62	UPFC62	UPFC062-1-1-1-1-1-3-4-1	85	UPFC85	UPFC085-1-1-1-1-1-2-4
63	UPFC63	UPFC063-1-1-1-1-1-8-7-1	86	UPFC86	UPFC086-5-1-1-1-1-3-6
64	UPFC64	UPFC064-1-1-1-1-1-2-1-3	87	UPFC87	UPFC087-1-1-1-1-1-2-4
65	UPFC65	UPFC065-1-1-1-1-1-3-4-1	88	UPFC88	UPFC088-3-1-1-1-1-2-1
66	UPFC66	UPFC066-1-1-1-1-1-2-1-4	89	UPFC89	UPFC089-1-1-1-1-1-4-3
67	UPFC67	UPFC067-1-1-1-1-1-2-3-6	90	UPFC90	UPFC090-1-1-1-1-1-1-6-7
68	UPFC68	UPFC068-1-1-1-1-1-1-2-3-1	91	UPFC91	UPFC091-1-1-1-1-1-1-5-2
69	UPFC69	UPFC069-1-1-1-1-1-1-4-2-1			

สายพันธุ์ทดสอบ (Tester) ที่ใช้ซึ่งได้นำมาทดในการสร้างคู่ผสมได้รับมาจากหน่วยงานภาครัฐ และการคัดเลือกจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวนทั้งสิ้น 6 สายพันธุ์ (ตาราง 3)

ตาราง 3 แสดงสายพันธุ์แท้ตัวทดสอบจำนวน 6 สายพันธุ์

	Tester	Sources
1	KI 48	National Corn and Sorghum Research Center
2	KI 60	National Corn and Sorghum Research Center
3	TAFA 1	Nakhon Sawan Field Crops Research Center
4	TAFA 3	Nakhon Sawan Field Crops Research Center
5	UPFC 1	University of Phayao Maize Improvement
6	UPFC 2	University of Phayao Maize Improvement

การเตรียมดิน

สภาพพื้นที่นา

โดยเมื่อปลูกในพื้นที่นาควรลดการจุดไฟเผาตอซังข้าวหลังการทำนาเสร็จ เพราะอาจจะทำเกิดการสูญเสียธาตุอาหารที่อยู่ในตอซัง อีกทั้งตอซังยังช่วยบำรุงรักษาโครงสร้างของดินไม่ให้แน่นแข็ง ซึ่งการเผาตอซังยังเป็นมลพิษทางอากาศ หลังจากการทำนาปีดินยังพอมีความชื้นในดินพอเหมาะสำหรับการการไถด้วยผาล 7 หรือ 4 ลึก 30 เซนติเมตร เพื่อทำลายวัชพืชและ–โรคแมลงที่อาศัยอยู่ใต้ดิน จากนั้นไถพรวนด้วยผาล 7 อีกครั้ง เพื่อย่อยซากพืชและให้ดินร่วนเหมาะในการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยเฉพาะการปลูกในนาข้าวซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว และดินยังอุ้มน้ำไว้ได้ดี จึงต้องทำการยกร่องแปลงปลูก

สภาพพื้นที่ไร่

สำหรับการปลูกในพื้นที่ไร่ ให้เตรียมดินด้วยการใช้สารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนปลูก เพื่อลดการแข่งขันระหว่างพืชปลูก

การปลูกและการดูแลรักษา

การปลูกเตรียมแปลงใช้ระยะปลูก 25 x 75 เซนติเมตร ยาว 5 เมตร

การปฏิบัติดูแลรักษาใส่ปุ๋ยรองพื้น 15–15–15 อัตรา 50 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ย 46–0–0 อัตรา 25 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ และอัตรา 25 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 40–50 วัน ป้องกันและกำจัดวัชพืชโดยการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอกใช้ยาอาทราซีน 90% อัตรา 750 กรัม/ไร่ ให้น้ำทันทีหลังจากปลูก

การเตรียมเมล็ดในการปลูกคลุกด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืชเมทาแลกซิล metalaxyl อัตราส่วน 7 กรัม ต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัมก่อนปลูก

การปลูกปลูกเมล็ดบนสันร่องโดยใช้เครื่องปลูกด้วยมือหยอดเมล็ดจำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม เมื่อข้าวโพดอายุได้ 2 สัปดาห์ หลังงอกทำการถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น การเริ่มต้นให้น้ำจากการปลูกจนถึงอายุ 1 เดือน ให้น้ำแบบฉีดพ่นฝอย (Sprinkle) หลังจากนั้นจนถึงการเก็บเกี่ยว

กำจัดวัชพืชหรือทำรุ่นหลังจากข้าวโพดอายุ 25–30 วัน ก่อนใส่ปุ๋ยแต่งหน้า หรือ ทำรุ่นพร้อมใส่ปุ๋ยแต่หน้าโดยใช้คน ในกรณีที่ใช้สารเคมีควบคุมวัชพืชหลังงอก เช่น พาราควอท หรือไกลโฟเสล ให้ใช้ในอัตราการแนะนำในฉลากยา

พื้นที่ใช้ในการทดลอง

พื้นที่ใช้ปลูกในระดับสถานีใช้ในการคัดเลือกเบื้องต้น จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน จังหวัดละ 1 แปลงปลูก โดยการออกสำรวจแปลงปลูกในแต่ละจังหวัด ซึ่งประเมินจากแปลงที่เคยปลูกข้าวโพดฤดูก่อนหน้า มีระบบน้ำ และการจัดการแปลงที่ดี ซึ่งสามารถติดตามได้ ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงพื้นที่แปลงปลูกคัดเลือกลูกผสมเบื้องต้น

จังหวัด/สถานที่	จำนวนแปลง	ลักษณะแปลงปลูก
เชียงราย อ. เวียงป่าเป้า	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
พะเยา อ. เมืองพะเยา	1	พื้นที่ไร่ ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
แพร่ อ. สอง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
น่าน อ. ภูเพียง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนเหนียว

พื้นที่ปลูกในระดับแปลงเกษตรกรทั้ง 4 จังหวัด จังหวัดละ 4 แปลงปลูก รวมทั้งหมด 16 แปลง จากเกษตรที่สนใจปลูกทดสอบพันธุ์ในแต่ละจังหวัด

ตาราง 5 แสดงพื้นที่แปลงปลูกระดับแปลงเกษตรกร

จังหวัด/สถานที่	จำนวนแปลง	ลักษณะแปลงปลูก
เชียงราย อ.เวียงป่าเป้า	4	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
พะเยา อ. เชียงม่วน	3	พื้นที่ไร่ และหลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
อ. เมืองพะเยา	1	พื้นที่ไร่ ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
แพร่ อ. สอง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินเหนียว
อ. ลอง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
อ. ร้องกวาง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
อ. สูงเม่น	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
น่าน อ. เวียงสา	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
อ. ภูเพียง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
อ. เชียงกลาง	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย
อ. ท่าวังผา	1	พื้นที่หลังนา ดินปลูกเป็นดินร่วนปนทราย

ฤดูกาลปลูก

ฤดูปลูกที่ 1 2017D เริ่มตั้งแต่ (เดือนกุมภาพันธ์ 2560 ถึง เดือนพฤษภาคม 2560) นำเมล็ดข้าวโพดสายพันธุ์แท้ UPMI 01-90 ปลูกขยายเมล็ดเบื้องต้นในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยพะเยา และนำมาสร้างคู่ผสมด้วยวิธี Top cross ร่วมกับสายพันธุ์ทดสอบ 6 ตัว ทดสอบ ได้แก่ Ki48, Ki60, TF1, TF3, UP1, และ UP2 ได้คู่ผสมทั้งหมดจำนวน 475 คู่ผสม

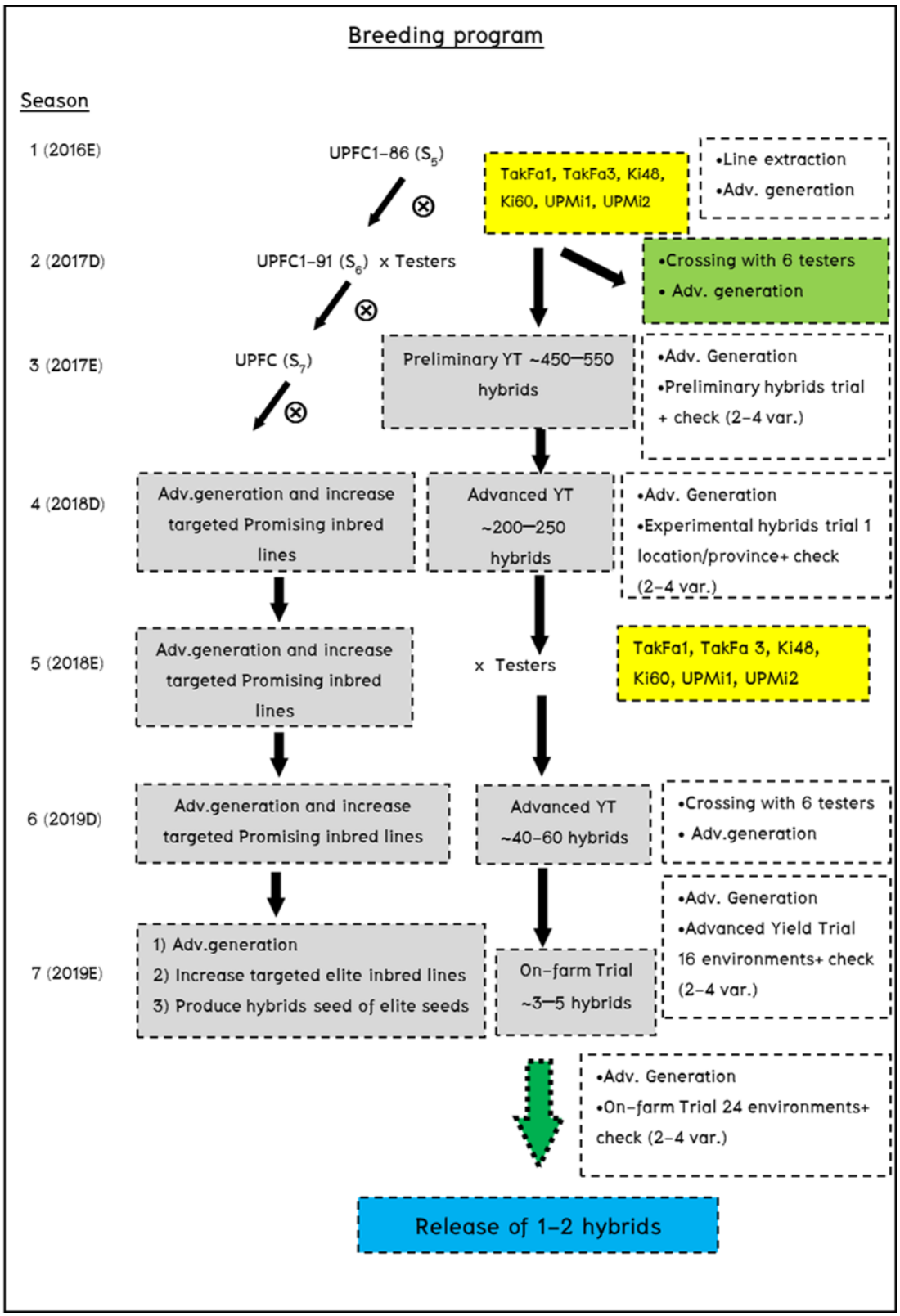
ฤดูปลูกที่ 2 2017E (เดือนกรกฎาคม 2560 ถึง ตุลาคม 2560) ปลูกทดสอบคัดเลือกลูกผสมเบื้องต้น (Preliminary hybrids trial) ทั้ง 475 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ (Check) ใน แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยพะเยา โดยใช้ระยะห่าง 25 x 75 เซนติเมตร ยาว 3 เมตร 1 แถว เก็บข้อมูลทางด้านการเกษตรและผลผลิตเบื้องต้นเพื่อคัดเลือกให้เหลือประมาณ 200 คู่ผสม

ฤดูปลูกที่ 3 2018D (เดือนมกราคม 2561 ถึง เมษายน 2561) นำคู่ผสมที่ผ่านการคัดเลือกมาจากฤดูที่ 2 จำนวน 200 คู่ผสม ที่ให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคทางใบ ระบบรากแข็งแรง และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีไปปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกรหลังการทำนาใน

ภาคเหนือตอนบน เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน จังหวัดละ 1 แห่ง โดยใช้ระยะการปลูก 25x75 เซนติเมตร แถวยาว 3 เมตร จำนวน 2 ซ้ำ ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบทำการคัดเลือกให้เหลือประมาณ 40–50 คู่ผสม

ฤดูปลูกที่ 4 2018E (เดือนมิถุนายน 2561 ถึง ธันวาคม 2561) สร้างเมล็ดคู่ผสมที่คัดเลือกจาก 4 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ประมาณ 51 คู่ผสม ร่วมกับการแบ่งตามอายุพันธุ์ได้ 2 กลุ่ม คือ พันธุ์อายุเบา และพันธุ์อายุปานกลาง

ฤดูปลูกที่ 5 2019D นำคู่ผสมประมาณ 51 คู่ผสม ไปปลูกทดสอบในระดับแปลงเกษตรกร ในพื้นที่ 4 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบจังหวัดละ 4 แปลง รวม 16 แปลง โดยการปลูกใช้ระยะการปลูก 25 x 75 แถวยาว 5 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ ทำการคัดเลือกให้เหลือ 3–5 พันธุ์



ภาพ 2 แสดงแผนงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวฝักข้าวโพด เมื่อใบข้าวโพดแห้งทั้งต้น หรืออายุ 110–120 วัน หลังจากการปลูก หรือเมื่อแกะเมล็ดจะเห็นเนื้อเยื่อสีดำอยู่ที่โคนเมล็ด (Black layer) แสดงให้เห็นว่าข้าวโพดสุกแก่ทางสรีระวิทยา การสะสมน้ำหนักแห้งจะสิ้นสุดลงไม่ต้องการน้ำและธาตุอาหารอีกต่อไป

เก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน เป็นวิธีที่สะดวกและนิยมใช้มากที่สุด โดยวิธีการใช้ไม้ปลายแหลมแทงเปลือกบริเวณปลายฝัก ต้องระวังอย่าให้โดนเมล็ด ปอกเปลือกแล้วใส่ถุงหรือตะกร้า ไม่ควรวางฝักในบริเวณที่ชื้นแฉะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อมูลลักษณะทางกายภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละสายพันธุ์

ข้อมูลทางสัณฐานวิทยา เช่น ลักษณะดอก ใบ ต้น ราก และลักษณะของเมล็ด

องค์ประกอบที่สำคัญ สุ่มเก็บตัวอย่าง 5 ต้นต่อแปลงย่อย

1) การหักล้มของระบบราก (Root lodging) (Score 1–5) การประเมินโดยดูจากการเอียงของต้นล้ม หากเกิน 45 องศา ของประชากร แสดงว่าระบบรากมีความสม่ำเสมอและความแข็งแรงน้อย

5 = มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงมากที่สุด มากกว่า 90%

4 = มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงมาก อยู่ในช่วง 80–90%

3 = มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงปานกลาง อยู่ในช่วง 70–80%

2 = มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงน้อย อยู่ในช่วง 60–70%

1 = มีความสม่ำเสมอและแข็งแรงน้อยที่สุด น้อยกว่า 50%

2) ลักษณะต้นและฝัก (Plant aspect and ear aspect) (Score 1–5) การประเมินดูจากสัดส่วนความสมดุลของตำแหน่งฝักและความสูงต้น ให้อยู่ระหว่าง 2 ส่วน 3 ของต้นข้าวโพดนั้นถือว่ามีความสม่ำเสมอของต้นและฝักมากที่สุด อายุการประเมินช่วง 90–100 วัน

5 = มีความสม่ำเสมอมากที่สุด มากกว่า 90%

4 = มีความสม่ำเสมอมาก อยู่ในช่วง 80–90%

3 = มีความสม่ำเสมอปานกลาง อยู่ในช่วง 70–80%

2 = มีความสม่ำเสมอน้อย อยู่ในช่วง 60–70%

1 = มีความสม่ำเสมอน้อยที่สุด น้อยกว่า 50%

3) ลักษณะเปลือกหุ้มฝัก (Husk cover aspect) (Score 1–5) การประเมินโดยดูจากปลายเปลือกหุ้มฝักข้าวโพดเมื่ออายุได้ 90–100 วัน

5 = เปลือกหุ้มฝักยาวแน่น หุ้มฝักไว้มิด

4 = เปลือกหุ้มฝักค่อนข้างมิด

3 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิดปานกลาง

2 = เปลือกหุ้มฝักมิดชิดเล็กน้อย

1 = เปลือกหุ้มฝักไม่ดี ปลายฝักโผล่พ้นเปลือกหุ้มฝัก

4) ลักษณะการเกิดโรคทางใบโดยรวม (Foliar diseases) โรคใบไหม้แผลเล็ก โรคใบไหม้แผลใหญ่ และโรคราสนิม เป็นต้น (Score 1–5) การประเมินตามฤดูการระบาดของโรคทางใบในแต่ระยะการปลูกรวมทั้งสายพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสม โดยเริ่มประเมินช่วงอายุได้ 70–80 วัน

5 = เป็นโรคมากที่สุด มีจำนวนต้นเป็นโรคมากกว่า 50%

4 = เป็นโรคมาก มีจำนวนต้นอ่อนแออยู่ในช่วง 60–70%

3 = เป็นโรคปานกลาง มีจำนวนต้นอ่อนแออยู่ในช่วง 21–35%

2 = เป็นโรคน้อย มีจำนวนต้นอ่อนแออยู่ในช่วง 6–20%

1 = เป็นโรคน้อยมาก มีจำนวนต้นอ่อนแอไม่เกิน 5%

5) น้ำหนักฝัก (Ear weight) โดยการคัดเลือกเก็บตัวอย่างข้าวโพด 5–10 ฝัก จากแปลงปลูกนำมาชั่งเก็บข้อมูล และชั่งน้ำหนักทั้งแปลงย่อยมีหน่วยเป็น (kg.)

6) ความชื้นของเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (%) โดยการวัดจากฝักที่คัดเลือก 5–10 ฝัก วัดความชื้นของเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (หลังการชั่งน้ำหนัก) ในการปฏิบัติกำหนดให้ทำการ สุ่มกะเทาะเมล็ดจากฝักจำนวน 5–10 ฝัก แล้ววัดความชื้นด้วยเครื่องวัด

7) เปอร์เซ็นต์การกะเทาะ (Shelling percentage (%) ในการปฏิบัติกำหนดให้วัดอัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักเมล็ด ต่อน้ำหนักฝักซึ่งกำหนดให้ทำการนำค่าน้ำหนัก 10 ฝัก และน้ำหนักเมล็ดจาก 10 ฝัก ที่ได้จากการสุ่มมาคำนวณตามสูตร

เปอร์เซ็นต์กะเทาะ = 100 x (น้ำหนักเมล็ด/น้ำหนักฝัก)

8) ผลผลิตต่อไร่ (kg./rai)

$$\text{ผลผลิตต่อไร่ (กก.)} = \frac{\text{น้ำหนักฝัก x เปอร์เซ็นต์กะเทาะ x (100–ความชื้นเมล็ดที่วัดได้) x 1,600}}{\text{(ความชื้นมาตรฐาน คือ 100 – 15) x พื้นที่เก็บเกี่ยว}}$$

9) วันสลัดละอองเกสร 50% (Days) นับจากดอกที่บาน และมีละอองเกสรโปรย ตั้งแต่ปลายดอกลงถึงกลางดอก ในตัวอย่างประชากรครึ่งหนึ่ง

10) วันออกไหม 50% (Days) นับโดยวันที่ไหมแรกโผล่ออกมาจนครบครึ่งหนึ่งของ ประชากรที่ปลูก ไหมมีความยาวประมาณ 3–4 เซนติเมตร ในตัวอย่างประชากรครึ่งหนึ่ง

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ปีที่ 1 พ.ศ. 2560 ฤดูกาลที่ 1 ปลูกขยายและผสมพันธุ์เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ที่ต้องการ (Elite hybrid) ในพื้นที่แปลงทดลองมหาวิทยาลัยพะเยานำมาสร้างคู่ผสมร่วมกับสายพันธุ์ทดสอบ 6 ตัวทดสอบ ได้แก่ Ki48, Ki60, TF1, TF3, UP1 และ UP2 โดยใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ Top cross ได้คู่ผสมทั้งหมดจำนวน 475 คู่ผสม และใช้แผนการผสมแบบพบกันหมด Diallel cross ระหว่างตัวทดสอบได้ 15 คู่ผสม ระยะเวลา 1–6 เดือน

ฤดูกาลที่ 2 ปลูกทดสอบผลผลิตจำนวน 200 พันธุ์ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เขต 2: เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน โดยใช้พื้นที่ทดสอบ 4 แปลงร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ (Check variety) ในระดับ Stationary yield trial ใช้ระยะเวลา 7–12 เดือน

ปีที่ 2 พ.ศ. 2561 ฤดูกาลที่ 3 ปลูกขยายพันธุ์เมล็ดและผสมพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ที่ต้องการ (Elite hybrid) ที่ได้จากข้อมูลทดสอบผลผลิตในฤดูที่ 2 ปีที่ 1 ที่ดี ที่สุด จำนวน 51 พันธุ์ ร่วมกับการแบ่งตามอายุพันธุ์ได้ 2 กลุ่ม คือ พันธุ์อายุเบา และพันธุ์อายุปานกลางในพื้นที่แปลงทดลองมหาวิทยาลัยพะเยา

ฤดูกาลที่ 4 ปลูกทดสอบผลผลิตพันธุ์ก่อนการค้าในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเขต 2: เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน ที่ได้ฤดูปลูกที่ 3 ปีที่ 2 นำคู่ผสมประมาณ 51 คู่ผสม ไปปลูกทดสอบในระดับแปลงเกษตรกร ในพื้นที่ 4 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ จังหวัดละ 4 แปลง รวม 16 แปลงร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ (Check variety) ในระดับ On–farming yield trial

การวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วางแผนการทดลองแบบ (Randomized complete block design, RCBD) (ตาราง 6) ในระดับ Stationary yield trial วางแผนการทดลองแบบแลกทิซ (Lattice design) จำนวน 3 ซ้ำ ในระดับ On- farming testing และการวิเคราะห์รวม (Combined analysis) (ตาราง 7) โดยใช้ R-Program version R 2.11.0 (R development core team, 2010) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย-โดยวิธี LSD (Least significant different) หาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation analysis) และการวิเคราะห์หาสมรรถนะการรวมตัวตามวิธีของ Griffing's method IV (ตาราง 8)

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ RCBD

SOV	Df
Replication	r-1
Treatment	t-1
Error	(r-1)(t-1)
Total	tr-1

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อมตามแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	MS	EMS
Environment (E)	e-1	*MS.S*	$\sigma^2_g + g\sigma^2_{r/e} + gr\sigma^2_e$
Rep./Env.	e(r-1)	*MS.RS*	$\sigma^2_g + g\sigma^2_{r/e}$
Genotypes (G)	g-1	*MS.T*	$\sigma^2_g + r\sigma^2_{ge} + re\sigma^2_g$
E x G	(e-1)(g-1)	*MS.ST*	$\sigma^2_g + r\sigma^2_{ge}$
Pooled error	e(r-1)(g-1)	*MSE*	σ^2
Total	egr-1		

ขณะที่การวิเคราะห์หาสมรรถนะการรวมตัวแบบทั่วไป (GCA; general combining ability) และแบบเฉพาะ (SCA; specific combining ability) เมื่อมีการผสมร่วมกับตัวทดสอบ (Tester) เป็นไปตามวิธีของ Griffing's method IV (Griffing, 1956)

ตาราง 8 การวิเคราะห์หาสมรรถนะการรวมตัวตามวิธีของ Griffing's method IV (Griffing, 1956)

SOV	df	SS	MS	EMS
Replication	r−1			
G.C.A	n−1	S_g	M_g	$\sigma^2+r(n-2)[1/(n-1)]\sum_i g_i^2$
S.C.A	n(n−3)/2	S_s	M_s	$\sigma^2+r[2/n(n-3)]\sum_i\sum_j s_{ij}^2$
Error	(r−1)[n(n−1)/2−1]	S_e	M_e	σ^2
Total	[rn(n−1)/2]−1			

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์แท้

จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ที่พัฒนาจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ (UPMI) จำนวน 91 สายพันธุ์ ในปลายฤดูฝน 2017L ได้ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะสำคัญทางการเกษตร พบว่า วันสลัดละอองเกสร และวันออกไหมมีค่าอยู่ในช่วง 50–68 วัน และ 52–70 วัน ตามลำดับ ในส่วนของการประเมินการเกิดโรคทางใบ (1–5) ได้แก่ โรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้แผลใหญ่ และโรคใบไหม้แผลเล็ก พบว่า ทุกสายพันธุ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 สำหรับคะแนนการหักล้มของลำต้นและราก (1–5) มีค่าเฉลี่ย 2.6 ในส่วนความสูงต้น และฝักของทุกสายพันธุ์มีค่าเฉลี่ย 144.9 เซนติเมตร และ 67.4 เซนติเมตร ในลักษณะของเปลือกหุ้มฝัก (1–5) พบว่าทุกสายพันธุ์มีเปลือกหุ้มปิดจนถึงปลายฝักมีค่าเฉลี่ย 3.2 นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะเมล็ดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ เมล็ดหัวแข็ง (Flint) เมล็ดหัวบุบ (Dent) และเมล็ดกึ่งแข็ง (Semi dent) ซึ่งได้คัดเลือกร่วมกับพัฒนาสายพันธุ์ก้าวหน้า (Advance generation) และประเมินสายพันธุ์ในฤดูกาลต่อไป (ตาราง 9)

การประเมินสายพันธุ์แท้และผลผลิต

จากการประเมินสายพันธุ์แท้ดีเด่นในต้นฤดูฝน ปี 2818E ที่ได้คัดเลือกจากการสร้างลูกผสมปลูกทดสอบได้จำนวน 35 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 252–864 กิโลกรัม/ไร่ อายุวันสลัดละอองเกสร และวันออกไหมอยู่ระหว่าง 53–66 วัน และ 54–67 วัน ตามลำดับ มีความสูงต้น (77–191.2 ซม.) และความสูงฝัก (35.4–123.7 ซม.) เฉลี่ย 130.6 และ 67.3 ซม. ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การล้มของราก เฉลี่ย (2.4%) และต้นหักล้ม (3.0%) ส่วนการเข้าทำลายโรคทางใบโดยรวม เฉลี่ย 3.1 ตามลำดับ (ตาราง 10)

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยของลักษณะทางการเกษตรของ 91 สายพันธุ์แท้ ที่ปลูกทดสอบที่จังหวัดพะเยาปลายฤดูฝนปี 2561

No.	Lines	Days to 50% (days)		Height (cm.)		Plant	Husk	Root	Foliar
		Anthesis	Silk	Plant height	Ear	aspect[1/]	cover[1/]	lodge[1/]	disease[1/]
1	IBUP1	59	63	128.4	74.8	3	3	2	3.5
2	IBUP2	61	63	157.4	69.2	3	3	3	3.8
3	IBUP3	57	59	187.6	96.8	3	4	4	4.3
4	IBUP4	57	59	127.0	53.4	3	3	3	4.3
5	IBUP5	57	59	122.6	55.2	3	4	3	3.8
6	IBUP6	57	59	152.0	75.6	3	3	4	4.3
7	IBUP7	59	60	139.8	58.5	3	4	4	4.8
8	IBUP8	61	62	126.4	53.8	3	3	3	4.0
9	IBUP9	60	62	153.6	83.2	2	3	2	3.8
10	IBUP10	61	64	140.8	54.4	2	3	2	4.3
11	IBUP11	61	62	93.3	38.0	3	3	2	4.0
12	IBUP12	62	67	157.4	60.2	2	4	3	4.0
13	IBUP13	58	59	174.4	88.6	2	3	2	4.0
14	IBUP14	68	70	120.2	50.2	2	3	3	4.0
15	IBUP15	61	62	125.7	57.7	2	3	2	3.8
16	IBUP16	61	62	134.2	55.2	3	3	2	3.8
17	IBUP17	62	63	139.0	58.0	2	3	3	3.8
18	IBUP18	59	59	173.2	94.6	3	3	2	3.8
19	IBUP19	57	59	164.8	67.6	3	4	2	3.8
20	IBUP20	59	61	152.4	66.0	2	3	2	3.8
21	IBUP21	61	62	125.4	58.8	2	3	2	3.8
22	IBUP22	57	59	163.4	72.4	3	4	2	3.8
23	IBUP23	59	61	135.2	68.0	3	3	2	3.8
24	IBUP24	62	63	118.6	53.2	3	3	3	4.3
25	IBUP25	62	64	148.6	60.0	3	4	2	4.5
26	IBUP26	63	64	150.8	73.0	3	3	3	4.3
27	IBUP27	61	62	144.0	69.6	3	3	2	4.5

ตาราง 1 (ต่อ)

No.	Lines	Days to 50% (days)		Height (cm.)		Plant	Husk	Root	Foliar
		Anthesis	Silk	Plant height	Ear	aspect[1/]	cover[1/]	lodge[1/]	disease[1/]
28	IBUP28	61	62	166.2	79.2	3	4	3	4.8
29	IBUP29	61	64	133.6	50.8	3	3	2	4.5
30	IBUP30	62	64	129.8	60.0	3	3	2	4.5
31	IBUP31	64	67	142.6	62.0	3	3	2	4.0
32	IBUP32	61	62	133.5	63.0	2	3	2	4.0
33	IBUP33	59	60	161.8	83.2	3	3	3	4.3
34	IBUP34	59	60	169.8	84.0	3	4	3	4.3
35	IBUP35	57	59	135.6	68.0	3	3	3	3.8
36	IBUP36	56	58	126.5	56.0	3	3	3	3.0
37	IBUP37	61	63	144.4	56.0	2	4	3	4.3
38	IBUP38	57	59	150.2	68.6	3	4	2	4.0
39	IBUP39	59	61	130.0	64.2	3	3	3	4.5
40	IBUP40	59	62	177.2	72.8	2	3	3	4.0
41	IBUP41	61	61	135.6	60.4	3	3	3	4.3
42	IBUP42	59	61	144.0	73.4	3	4	3	3.8
43	IBUP43	66	67	138.0	61.0	3	3	2	4.0
44	IBUP44	66	67	139.6	62.8	3	3	3	3.8
45	IBUP45	61	62	135.6	64.0	3	4	2	3.8
46	IBUP46	61	62	121.7	43.0	3	3	2	4.0
47	IBUP47	59	62	150.6	58.8	3	3	2	4.0
48	IBUP48	57	59	185.0	69.0	3	3	3	4.3
49	IBUP49	61	62	159.2	84.8	3	3	3	4.0
50	IBUP50	59	61	163.0	71.2	3	4	3	4.3
51	IBUP51	53	54	124.6	60.0	3	3	2	4.3
52	IBUP52	59	60	158.0	61.0	2	3	3	4.0
53	IBUP53	57	61	147.0	69.6	2	3	2	4.0
54	IBUP54	59	61	146.0	62.2	2	3	2	4.3

ตาราง 1 (ต่อ)

No.	Lines	Days to 50% (days)		Height (cm.)		Plant	Husk	Root	Foliar
		Anthesis	Silk	Plant height	Ear	aspect[1/]	cover[1/]	lodge[1/]	disease[1/]
55	IBUP55	59	62	121.4	57.0	3	4	3	3.8
56	IBUP56	59	60	122.0	56.0	3	3	2	4.0
57	IBUP57	67	68	138.0	62.4	2	3	3	4.0
58	IBUP58	62	63	117.4	51.8	2	3	3	4.3
59	IBUP59	62	67	124.6	50.0	2	3	3	4.3
60	IBUP60	66	67	103.0	42.6	2	4	3	4.0
61	IBUP61	53	54	134.0	56.3	3	3	2	3.3
62	IBUP62	56	57	156.0	65.0	3	3	3	2.8
63	IBUP63	61	62	166.8	75.0	3	3	2	4.0
64	IBUP64	59	61	133.0	186.4	3	3	2	4.3
65	IBUP65	62	67	186.4	73.4	3	3	3	4.0
66	IBUP66	57	58	119.2	63.2	3	3	3	4.0
67	IBUP67	61	62	170.2	87.0	2	3	2	4.0
68	IBUP68	61	62	157.0	69.5	2	3	2	4.0
69	IBUP69	50	52	129.2	37.8	2	3	2	4.0
70	IBUP70	59	61	171.7	82.0	2	3	3	4.0
71	IBUP71	61	61	158.4	63.4	2	3	2	4.0
72	IBUP72	63	67	121.4	45.8	2	4	2	4.0
73	IBUP73	63	64	124.3	70.0	2	3	3	4.3
74	IBUP74	67	70	90.4	39.6	2	4	2	4.0
75	IBUP75	60	62	122.8	50.0	3	3	3	4.3
76	IBUP76	61	62	158.2	92.0	3	3	3	4.0
77	IBUP77	62	63	179.0	86.0	2	3	2	4.0
78	IBUP78	57	59	144.4	81.4	2	4	2	4.0
79	IBUP79	62	63	178.8	87.6	3	3	3	4.0
80	IBUP80	57	59	162.4	68.0	3	3	3	3.8
81	IBUP81	62	63	134.0	62.0	3	3	3	3.8

ตาราง 1 (ต่อ)

No	Lines	Days to 50% (days)		Height (cm.)		Plant	Husk	Root	Foliar
		Anthesis	Silk	Plant height	Ear	aspect[1/]	cover[1/]	lodge[1/]	disease[1/]
82	IBUP82	59	60	176.6	89	3	3	3	4
83	IBUP83	59	61	161	73.6	3	3	3	4.3
84	IBUP84	61	62	187.4	81.4	3	4	3	4
85	IBUP85	57	59	182.8	76.4	3	3	3	4.3
86	IBUP86	66	67	113.8	57.8	2	3	3	4
87	IBUP87	62	63	147.8	71.6	3	3	2	3.8
88	IBUP88	61	62	148	62.8	2	3	2	3.5
89	IBUP89	64	63	125.4	60.4	2	3	2	3.6
90	IBUP90	57	62	145.8	61.2	2	4	3	3.6
91	IBUP91	57	61	169.4	102.6	2	3	3	3.6
Average		60.1	61.8	144.9	67.4	2.6	3.2	2.6	4.0

หมายเหตุ [1/]Rating 1–5 ; 5 = poorest, 1 = best

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยการคัดเลือกสายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีจำนวน 35 สายพันธุ์ ชั่วที่ 8

No	Inbred lines	Grain yield 15% (kg.)	Day to 50% (days)		Height (cm.)		Lodging[1/]		Husk cove[1/]	Foliar disease[1/]
			Anthesis	Silking	Plant	Ear	Root	Stalk		
1	IBUP01	627	59	63	123.3	82.3	2.5	3	3.5	4
2	IBUP05	430	57	59	90.2	43.2	2	3.5	3	4
3	IBUP06	448	57	59	127.0	50.5	2	3	4	3
4	IBUP07	738	59	60	129.0	71.4	2	3	3.5	2
5	IBUP09	864	60	62	134.3	65.5	3	3	3	3
6	IBUP11	264	61	62	77.0	35.4	3	3.5	2.5	3
7	IBUP19	336	57	59	124.2	57.6	2	3	2	3
8	IBUP20	605	59	61	129.5	52.1	3	3	2	3.5
9	IBUP23	425	59	61	134.4	56.2	2	3	3	3
10	IBUP27	398	61	62	146.0	96.4	2	3.5	3	3
11	IBUP28	489	61	62	191.2	94.7	2	3	4	3.5
12	IBUP30	416	62	64	116.0	65.3	3	3	3	3
13	IBUP31	493	64	67	116.7	61.2	3	3	3	3.5
14	IBUP32	512	61	62	112.2	54.7	3	3	3.5	3.5
15	IBUP34	384	59	60	191.2	123.4	2	3	3.5	2
16	IBUP39	373	59	61	104.0	52.4	3	3	2.5	3.5
17	IBUP40	523	59	62	143.3	67.3	2	3	3.5	3
18	IBUP42	482	59	61	136.0	65.0	3	3	3	2
19	IBUP45	336	61	62	152.0	96.2	2	4	4	4
20	IBUP48	457	57	59	104.0	39.2	2	2	3.5	3.5
21	IBUP50	365	59	61	158.3	58.3	2	3.5	3	3.5
22	IBUP53	409	57	61	100.0	47.2	2	3	3	3
23	IBUP55	538	59	62	92.4	47.7	2	3	2	2
24	IBUP60	384	66	67	144.0	76.2	3	2	2	2
25	IBUP66	401	57	58	104.2	49.3	2	3	3	2
26	IBUP69	363	53	54	150.0	91.6	2	3	4	3
27	IBUP78	359	57	59	128.6	77.0	2	2	3	3
28	IBUP79	607	62	63	145.1	76.4	2	3	2.5	3
29	IBUP82	448	59	60	152.0	81.3	3	2	3	3
30	IBUP83	252	59	61	155.2	90.7	2	2	4	3
31	IBUP86	448	66	67	118.1	62.4	3	3	3	3.5
32	IBUP87	603	62	63	137.2	70.3	3	3	3	3.5
33	IBUP88	416	61	62	127.0	62.2	2	4	3	4
34	IBUP89	484	64	63	130.0	63.5	3	3	2	3.5
35	IBUP91	448	57	61	148.3	72.1	2	3	2.5	4
Average		460.7	59.7	61.4	130.6	67.3	2.4	3.0	3.0	3.1

หมายเหตุ [1/]Rating 1–5 ; 5 = poorest, 1 = best,

การประเมินลูกผสมเบื้องต้น

จากการปลูกทดสอบเพื่อประเมินลูกผสมเบื้องต้น (Preliminary hybrids) พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนใน 4 จังหวัดได้แก่ เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน ระดับแปลงเกษตรกร โดยพิจารณาจากลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญสามารถคัดเลือกลูกผสมที่มีแนวโน้มที่ดีจำนวน 200 คู่ผสม และเพื่อคัดเลือกเพื่อปลูกประเมินลูกผสม (Experimental hybrids) อายุสั้นหลังนาในฤดูแล้ง ปี 2561 โดยลูกผสมที่ให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ UPFT-E1, UPFT-E6, UPFT-E9, UPFT-E8 และ UPFT-E10 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,293, 1,242, 1,226, 1,196 และ 1,139 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ พันธุ์ NSX152011, CP639 และ NS3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,240, 1,284 และ 1,199 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งลักษณะทางการเกษตรก็มีแนวโน้มที่ดีเช่นกัน (ตาราง 11)

การปลูกทดสอบในแปลงระดับเกษตรกร

ภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดมหาวิยาลัยพะเยา (UPMI) ได้ปลูกทดสอบลูกผสมที่ถูกคัดเลือกจาก (Experimental hybrids) จากการปลูกทดสอบในฤดูแล้ง (2018D) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ซึ่งได้คู่ผสมจำนวน 51 คู่ผสม ได้นำไปปลูกทดสอบในระดับแปลงเกษตรกร (On-farm Trial) ทั้ง 8 แหล่งปลูกจากการปลูกประเมินผลลักษณะทางการเกษตรสามารถคัดเลือกลูกผสมที่มีแนวโน้มปรับตัวได้ดีในเขตภาคเหนือตอนบนและให้ผลผลิตสูง จำนวน 10 คู่ผสม ทำการปลูกทดสอบผลผลิตร่วมกับพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ KSX5720, KSX5614, P3582, CP639, NSX052014, NSX152011, NS3, NSX152097, NK6253, KU1, KU2, PAC139 และ DK9898C ในฤดูกาล 2018L ใน 4 จังหวัด ประกอบด้วย 1) อ.เวียงป่าเป้า, จ.เชียงราย 2) อ.เมือง, อ.เชียงม่วน จ.พะเยา 3) อ.สอง, อ.ลอง จ. แพร่ 4) อ.เวียงสา, อ.ภูเพียง, อ.เชียงกลาง จ.น่าน คู่ผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุด 5 อันดับ ได้แก่ UPMI29, UPMI26, UPMI18, UPMI27 และ UPMI19 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,417, 1,189, 1,185, 1,178 และ 1,148 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีความจำเพาะในพื้นที่ 4 จังหวัด ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,064, 965, 1,124, 1,112, 1,162, 1,049, 984, 1,077, 1,007, 1,165, 1,109, 1,173 และ 1,077 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตาราง 12)

การประเมินสมรรถนะการรวมของสายพันธุ์ทดสอบ

เมื่อทำการประเมินผลของสายพันธุ์ทดสอบโดยใช้ สายพันธุ์แท้ จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki48, Ki60, TF1, TF3, UP1 และ UP2 มาทำการผสมแบบพบกันหมดเพื่อประเมินหาค่าสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปจากการวิเคราะห์ผลของสายพันธุ์ทดสอบ พบว่า สายพันธุ์ที่ให้ค่าสมรรถนะการรวมตัวทั่วไปดีที่สุดคือ Ki60 ให้ค่าสมรถนะเป็นบวก 244.4 กก./ไร่ ส่วนสายพันธุ์ที่ให้สมรรถนะการรวมตัวเฉพาะเป็นบวกสูงสุดได้แก่ TF1 x UP1 ซึ่งให้ค่าเป็น 84.3 กก./ไร่ ส่วนคู่ผสม UP1 x UP2 ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะต่ำสุดเท่ากับ –246.2 (ตาราง 13)

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของ 15 ลูกผสม ร่วมกับ 3 พันธุ์ เปรียบเทียบที่จังหวัดพะเยาในฤดูแล้งปี 2561

Hybrids	Day to 50 % (days)		Grain Yield at 15%	Height (cm.)		Lodging (1-5)[1/]		FoliarDisease	Shelling	Moisture
	Tassel	silk	Moisture (kg./rai)	plant	Ear	Root	Stalk	(1-5)[1/]	(%)	(%)
UPFT-E1	77	78	1,293	248	153	3.0	3.0	3.5	85.7	29.7
UPFT-E2	77	79	984	231	139	3.3	3.3	3.3	87.5	28.3
UPFT-E3	80	81	1,063	250	161	3.0	3.0	3.3	75.0	30.1
UPFT-E4	80	82	813	230	136	3.0	3.0	3.0	78.2	28.7
UPFT-E5	79	81	935	228	135	3.3	3.3	3.5	84.0	29.1
UPFT-E6	77	78	1,242	222	129	3.0	3.3	3.5	83.0	27.0
UPFT-E7	80	81	1,111	249	155	3.0	3.0	3.3	86.6	30.2
UPFT-E8	79	80	1,196	239	142	2.8	2.8	2.5	84.6	27.5
UPFT-E9	78	80	1,226	229	136	2.8	2.5	2.5	85.0	27.1
UPFT-E10	77	78	1,139	235	141	3.3	3.0	3.3	77.5	28.1
UPFT-E11	77	78	1,012	219	137	3.3	3.0	3.5	84.0	26.2
UPFT-E12	77	79	1,010	231	140	3.3	3.0	3.0	85.0	27.2
UPFT-E13	80	81	965	254	153	3.3	3.0	2.8	83.5	28.2
UPFT-E14	79	81	890	249	138	3.0	3.3	2.8	83.5	28.7
UPFT-E15	83	84	471	185	102	2.5	2.0	2.0	66.7	27.1
Average hybrids	78	80	1,023	233	140	3.0	3.0	3.0	82.0	28.2
NSX152011	65	66	1,240	239	132	3.3	3.0	3.3	79.5	25.8
CP639	75	76	1,284	253	140	3.0	3.0	2.8	86.2	29.9
NS3	77	78	1,199	238	139	3.3	3.0	3.0	84.6	26.7
Average checks	72	73	1,241	243	137	3.2	3.0	3.0	83.4	28.3
LSD 0.01	22.6	25.9	276.6	19.3	16.6	0.7	0.7	1.36	13.97	2.8
F-value	**	**	**	**	**	ns	*	ns	ns	**
CV%	5.3	5.2	8.8	2.8	2.9	8.8	8.4	15.5	4.9	3.4

[1/]Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. FT= fast track

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของ 10 ลูกผสมดีเด่นวิเคราะห์รวม ร่วมกับ 13 พันธุ์เปรียบเทียบในฤดูแล้งปี 2561

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moisture	Shelling	Moisture	Days to 50%(days)		Height (cm.)		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/](1-5)		Rotten	Husk	Grain
		kg/rai	(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis. (1-5)	Asp. (1-5)	root	stalk	ear (%)	cover[1/] (1-5)	type
UPMI29	UP	1,417	79.3	24.6	75	76	204.9	110.9	3.0	2.4	2.7	2.4	0.2	2.5	SD
UPMI26	UP	1,189	79.3	23.4	73	74	192.9	101.3	2.7	2.1	2.8	2.4	0.4	2.6	SD
UPMI18	UP	1,185	78.3	24.4	73	74	209.2	117.2	2.9	2.3	2.5	2.4	0.1	2.6	SD
UPMI27	UP	1,178	79.8	24.7	74	75	202.0	105.5	2.9	2.5	2.4	2.5	0.2	2.6	SD
UPMI19	UP	1,148	76.8	24.2	73	74	208.0	112.9	2.9	2.5	2.6	2.4	0.2	2.5	SD
UPMI51	UP	1,136	76.1	23.1	74	75	193.6	96.2	2.6	2.3	2.4	2.3	0.1	2.6	F
UPMI7	UP	1,134	76.2	25.3	75	76	193.7	103.9	2.6	2.5	2.7	2.6	0.1	2.6	F
UPMI21	UP	1,129	77.9	24.2	74	75	205.6	109.3	2.7	2.6	2.8	2.6	0.3	2.6	F
UPMI24	UP	1,122	78.8	22.8	72	72	185.8	93.1	2.6	2.3	2.6	2.4	0.3	2.6	SD
UPMI20	UP	1,104	79.8	23.8	73	74	204.8	110.9	2.8	2.3	2.6	2.5	0.3	2.6	SD
Average hybrids		1,174	78.2	24.1	73	74	200.0	106.1	2.8	2.4	2.6	2.4	0.2	2.6	
KSX5720	NCS	1,064	78.4	25.1	73	74	212.6	106.7	2.7	2.6	2.4	2.4	0.3	2.5	F
KSX5614	NCS	965	79.7	25.4	74	75	212.2	104.9	2.6	2.4	2.3	2.4	0.2	2.5	F
P3582	Pioneer	1,124	76.1	25.2	75	76	210.4	106.9	2.6	2.8	2.6	2.6	0.3	2.6	F
639	CP	1,112	78.8	26.9	73	74	206.6	105.6	2.6	2.6	2.6	2.6	0.2	2.5	F
NSX052014	DOA	1,162	76.4	22.4	70	71	196.2	104.3	2.9	2.5	2.5	2.4	0.1	2.6	SD
NSX152011	DOA	1,049	78.8	21.9	71	72	203.0	105.9	3.0	2.4	2.6	2.4	0.2	2.6	F
NS3	DOA	984	75.8	23.8	76	77	201.9	105.8	2.8	2.6	2.7	2.7	0.1	2.6	F
NSX152097	DOA	1,077	75.8	23.9	74	75	205.6	111.7	2.6	2.6	2.4	2.4	0.2	2.5	SD
NK6253	Syngenta	1,007	77.6	25.1	76	77	199.0	109.0	2.9	2.4	2.7	2.5	0.1	2.6	SD
KU1	KU	1,165	78.8	25.3	73	74	202.6	107.8	2.8	2.5	2.5	2.3	0.2	2.6	F
KU2	KU	1,109	79.2	25.3	74	75	208.8	107.3	2.7	2.3	2.6	2.5	0.1	2.6	SD
139	Pacific seed	1,173	80.8	24.7	74	75	192.5	97.2	2.7	2.5	2.6	2.4	0.2	2.6	SD
9898C	Monsanto	1,077	76.0	24.3	71	73	203.0	98.7	3.0	2.5	2.8	2.5	0.3	2.6	SD
Average checks		1,082	77.9	24.6	73	74	204.2	105.5	2.8	2.5	2.6	2.5	0.2	2.6	
LSD 0.01		122	4	1.5	1.3	1.3	17	12	0.3	0.3	0.2	0.3	_	0.1	
F-value		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	
CV%		9.1	4	4.8	1.4	1.3	9.4	8.3	11.1	9.4	9.1	8.9	2	3.5	

หมายเหตุ [1/]Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 13 สมรรถณะการรวมตัวทั่วไป และสมรรถณะการรวมตัวเฉพาะด้านผลผลิตของสายพันธุ์ทดสอบ

	Ki48	Ki60	TF1	TF3	UP1	UP2
Ki48	4.2	12.6	-93.7	-20.5	60.8	40.8
Ki60		244.4	-51.0	-81.7	41.6	78.6
TF1			46.7	-12.0	84.3	72.3
TF3				-4.6	59.6	54.6
UP1					-138.8	-246.2
UP2						-151.8

บรรณานุกรม

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. (2544). **ปรับปรุงพันธุ์พืช**: ความหลากหลายของแนวคิด. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 272.

กฤษฎา สัมพันธารัตน์. (2546). **ปรับปรุงพันธุ์พืช : พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 1.

กิตติกร นามวงค์ และ บุญฤทธิ์ สินค้างาม. (2559). **การคัดเลือกและพัฒนาเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีศักยภาพในการปรับตัวเพื่อความสามารถในการพัฒนาเป็นพันธุ์ลูกผสมบนพื้นที่สูง**. ใน ประชุมวิชาการ ระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 8 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา., 52–57.

บุญฤทธิ์ สินค้างาม และ ธีระวัฒน์ ดาวทอง. (2558). **การทดสอบผลผลิตข้าวโพดลูกผสมเบื้องต้นในจังหวัดพะเยา.** วิทยาศาสตร์วิจัย และส่งเสริมวิชาการเกษตร, 32(1), 1–6.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา, สุริพัฒน์ ไทยเทศ ทัศนีย์ บุตรทอง เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง อานนท์ มลิพันธุ์ สายชล แสงแก้ว ปรีชา แสง โสดา และ กิตติมา อินทะเคหะ. (2556). **การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวพันธุ์ ดีเด่นทนทานแล้ง.** ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2556 ศูนย์วิจัย พืชไร่นครสวรรค์, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์., 1–11.

ราเชนทร์ ถริพร. (2539). **ข้าวโพด**. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 1.

ราเชนทร์ ถิรพร. (2539). **5 ปี ของการวิจัยทางเขตกรรมข้าวโพด**. โครงการวิจัย ศ.3.1 ใน บทคัดย่อการประชุมข้าวโพดข้าวฟ่าง ครั้งที่ 27.

วีระศักดิ์ เกิดแสง สมชาย บุญประดับ และ อัมพร สุวรรณเมฆ. (2546). **การศึกษาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาโดยไม่ ไถพรวนในเขตจังหวัดพิษณุโลก**. ในการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 31 ณ โรงแรมโรสการ์ เดนส์ เอไพรม รีสอร์ท, จังหวัดนครปฐม, 408–415.

สมชาย บุญประดับ. (2554). **การปลูกพืชไร่หลังนา.** ในการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 2 ณ โรงแรมอมารี, ดอนเมือง กรุงเทพฯ.

สมชาย บุญประดับ เสน่ห์ เครือแก้ว และ วันชัย ถนอมทรัพย์. (2546). **การวิจัยการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนา. ในการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ** ครั้งที่

31 ณ โรงแรมโรสการ์ เดนส์ เอไพรม รีสอร์ท, จังหวัดนครปฐม, 185–190.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). **ปริมาณพื้นที่ปลูกในแต่ละพื้นที่** แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/maize.pdf (15 มีนาคม 2559)

สุจิตร ใจจิตร, วีระพงษ์ เย็นอวม จันทนา ใจจิตร ทองหยด จีราพันธ์ และ ไพวงศ์ แสงชัชวาลวงศ์ (2556). **การทดสอบระบบการปลูกพืชข้าว–ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ชลประทาน จังหวัดนครสวรรค์.** ใน รายงานผลงานวิจัยที่สิ้นสุดประจำปี 2556, 288–300.

สุทัศน์ ศรีรัตนพงศ์. (2536). **การปรับปรุงพันธุ์พืช.** โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม., 2.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ, พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย ทัศนีย์ บุตรทอง เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง อานนท์ มลิพันธุ์ และ กิตติ มา อินทะเคหะ (2555). **การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง.** ในรายงานผลการวิจัยประจำปี 2555, 64–74.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ และคณะ. (2556). **การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้นพันธุ์ดีเด่น ทนทานแล้ง. ในรายงานผลการวิจัยประจำปี 2555** (ฉบับเต็ม–งานวิจัยสิ้นสุดปี 2555), ศูนย์วิจัยพืช ไร่นครสวรรค์, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 55–63.**ที่**

Ali. F., Shah. I. A., Rahman, H. U., Noor, M., Durrisha., Khan, M. I and Yan, J. (2012). Heterosis for yield and agronomic attributes in diverse maize germplasm. **Australian Journal of Crop Science,** 6(3), 455–462.

Bauman L.F. (1981). [Review of methods used by breeders to develop superior inbreds]. **Corn Sorghum Ind,** 36, 199–208.

Beck., D. L. M. o. h. m. s. p. C. (2002). **Management of hybrid maize seed production.** CIMMYT.

Crow., J. F. (2000). **The rise and fall of overdominance.** [Plant Breeding Reviewes]. 17, 225–257.

Falconer., D. S. (1960). **Introduction to quantitative genetics**. Rodale Press Company New York.

Griffing., B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. **Austraria Journal Biology,** 9, 463–493.

Hallauer., A. R., and J.B. Miranda FO. (1988). **Quantitative genetics in maize breeding.** Princeton University Press.

Horner., E. S. H. W. L., M.C. Lutrick, and R.W. Wallace. . (1963). Relative effectiveness of recurrent selection for specific and for general combining ability in corn. **Crop Sci,** 3, 63–66.

Jenkins., M. T. (1940). **Segregation of genes affecting yield of grain in maize.** Soc. Agron, 32, 55–63.

Jugenheimer., R. W. (1976). **Corn : improvement,** seed production and uses A Wiley – Interscience Publication.

Knott., D. R. (1972). Effects of selection for F2 plant yield on subsequent generations in wheat. **plant Sci**, 721–726.

Love., H. H. (1927). **A program for selection and testing small grains in successive generations following hybridization.** Soc. Agron, 19, 705–712.

Mac Key., J. (1962). **The 75 years development of Swedish plant breeding.** Hodowla Roslin, Aklimatyzacja I Nasiennictwo, 6, 437–467.

Richey., F. D. (1922). **The experimental basis for the present status of corn breeding.** Agron, 14, 1–7.

Shull., G. H. (1909). **A pure – line method in corn breeding.** Breeders' Assoc, 5, 51–59.

Troyer., A. F. (1999). Review and interpretation background of U.S. hybrid corn. **Crop Sci,** 39, 601–626..

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางแสดง 5 ลูกผสมดีเด่นพื้นที่ทดสอบภาคเหนือตอนบนเขต 2 เชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านป่างิ้ว อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
			(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai			days	days	(cm.)	(cm.)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	
UPMI29	UP	1,730	74	27.0	80	81	262.7	162.0	2.7	2.7	3.2	3.0	2.5	SD
UPMI17	UP	1,489	75	25.8	78	79	271.0	157.3	2.0	2.7	2.0	3.0	2.0	SD
UPMI12	UP	1,471	75	27.7	81	81	265.0	151.5	2.5	2.5	1.3	3.0	2.5	SD
UPMI18	UP	1,466	80	26.0	79	81	258.0	155.7	2.5	2.7	2.8	3.0	2.5	SD
UPMI19	UP	1,462	74	25.0	75	76	277.0	155.5	2.7	2.7	2.0	3.2	2.5	SD
Average hybrids		1,524	75.4	26.3	79	80	266.7	156.4	2.5	2.7	2.3	3.0	2.4	
KSX5720	NCS	1,306	76	25.9	75	76	278.1	152.3	1.7	2.2	3.2	2.8	2.5	F
KSX5614	NCS	1,287	76	27.2	76	77	267.5	156.3	2.5	2.0	3.3	3.0	2.5	F
P3582	Pioneer	1,432	74	26.5	75	76	269.8	149.2	2.2	2.5	3.0	2.7	2.5	F
639	CP	1,601	77	28.0	76	77	261.2	136.1	1.3	2.8	3.3	2.8	2.5	F
NSX052014	DOA	1,378	66	22.0	74	75	245.5	139.3	2.8	2.7	3.3	2.8	2.5	SD
NSX152011	DOA	1,248	80	25.0	74	75	258.7	138.9	2.8	2.7	3.2	2.8	2.5	F
NS3	DOA	1,263	73	25.6	77	78	273.5	157.0	2.8	2.7	3.3	3.3	2.5	F
NSX152097	DOA	1,358	72	25.3	77	78	285.5	158.7	2.5	2.3	3.2	2.8	2.5	SD
NK6253	Syngenta	1,133	70	26.2	81	82	254.0	137.5	2.5	2.2	2.8	2.5	2.5	SD
KU1	KU	1,513	76	26.6	76	77	263.9	149.5	2.8	2.7	3.2	2.7	2.5	F
KU2	KU	1,272	76	26.5	76	77	298.7	160.7	2.5	2.0	3.2	2.8	2.5	SD
139	Pacific seed	1,349	86	27.3	76	77	244.0	138.8	2.0	2.7	3.3	3.0	2.5	SD
9898C	Monsanto	1,294	73	24.9	74	75	278.5	145.7	3.2	2.3	3.3	3.0	2.5	SD
Average checks		1,341	75.0	25.9	76	77	267.6	147.7	2.4	2.4	3.2	2.9	2.5	
LSD 0.01		208	9.5	2.4	3.9	3.6	29.1	21.1	0.1	0.7	0.6	0.7	0.2	
F-value		**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	*	ns	
CV%		7.5	5.8	4.3	2.4	2.1	5.2	6.6	21.7	15.3	9.6	12.8	4.3	

1/Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 15 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านแม่เจดีย์ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
			(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai			days	days	(cm.)	(cm.)	(1–5)	(1–5)	(1–5)	(1–5)	(1–5)	
UPMI26	UP	958	80	26.5	74	75	131.9	55.3	2.0	1.3	2.7	2.2	2.5	SD
UPMI5	UP	953	81	30.4	76	77	139.2	60.8	2.3	2.5	3	2.7	2.0	F
UPMI7	UP	877	77	31.0	75	76	145.5	69.8	2.5	2.3	3	2.5	2.5	F
UPMI39	UP	865	79	29.6	74	75	152.7	72.3	2.2	2.0	3	2.2	2.5	F
UPMI18	UP	835	78	28.8	73	74	154.5	74.2	2.7	2.7	3.2	3	2.5	SD
Average hybrids		898	79.0	29.3	74	75	144.8	66.4	2.3	2.2	3	2.5	2.4	
KSX5720	NCS	833	83	28.8	72	73	140.9	51.8	3.0	2.3	2.3	2.3	2.0	F
KSX5614	NCS	744	82	30.0	75	76	149.1	60.5	2.7	2.0	2.3	2.2	2.5	F
P3582	Pioneer	828	78	28.6	75	76	153.3	66.8	2.7	2.3	2.3	2.3	2.5	F
639	CP	800	81	31.0	73	74	156.8	69.0	3.0	2.2	2.3	2.3	2.5	F
NSX052014	DOA	822	80	26.7	70	71	146.9	71.2	3.0	2.3	2.3	2.0	2.5	SD
NSX152011	DOA	765	82	27.6	72	73	149.3	67.2	3.0	2.0	2.3	2.2	2.5	F
NS3	DOA	669	82	27.1	75	76	136.7	54.3	2.7	2.5	2.5	2.3	2.5	F
NSX152097	DOA	675	73	27.8	72	73	138.0	69.7	2.3	2.5	2.3	2.3	2.5	SD
NK6253	Syngenta	829	83	29.0	74	75	139.1	60.7	3.0	2.0	2.2	2.3	2.5	SD
KU1	KU	844	81	31.0	72	73	139.6	56.0	3.0	2.5	2.7	2.3	2.5	F
KU2	KU	769	82	30.9	75	76	150.6	66.0	2.7	2.5	2.5	2.3	2.5	SD
139	Pacific seed	791	83	30.2	76	77	153.9	64.2	2.7	2.3	2.3	2.3	2.5	SD
9898C	Monsanto	673	79	28.4	72	74	136.8	55.5	3.0	2.3	2.7	2.3	2.5	SD
Average checks		773	80.7	29.0	73	74	145.5	62.5	2.8	2.3	2.4	2.3	2.5	
LSD 0.01		286.6	11	3	4.1	4.1	22.1	14.4	0.8	0.9	0.8	0.8	0.5	
F-value		**	Ns	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	
CV%		18.2	6.5	5.4	2.6	2.5	7.3	10.6	13.6	19.5	16.3	17.8	9.8	

1/Rating 1–5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 16 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านโป่ง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
			(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai			days	days	(cm.)	(cm.)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	
UPMI29	UP	1,632	72	26.7	78	79	201.1	98.7	2.5	2.3	3	3	2.5	SD
UPMI26	UP	1,309	74	26.1	73	74	180.6	84.4	2.5	2.2	3	3	2.5	SD
UPMI20	UP	1,286	75	25.9	77	78	196.3	96.3	2.5	2.2	2.8	3	2.5	SD
UPMI18	UP	1,278	73	27.5	75	76	198.9	100.3	2.8	2.2	3	3	2.5	SD
UPMI21	UP	1,277	73	26.7	77	78	203.4	99.2	2.5	2.5	3	3	2.5	F
Average hybrids		1,356	73.4	26.6	76	77	195.1	95.8	2.6	2.3	3	3	2.5	
KSX5720	NCS	1,075	72	27.8	76	77	194.5	84.2	2.8	2.8	3.0	2.8	2.5	F
KSX5614	NCS	1,167	73	27.2	77	78	202.7	88.3	2.7	2.5	3.0	2.7	2.5	F
P3582	Pioneer	1,275	74	28.1	77	78	207.8	95.9	2.7	2.3	3.0	2.5	2.5	F
639	CP	1,088	71	30.6	74	75	198.0	93.3	2.7	2.7	3.0	2.8	2.5	F
NSX052014	DOA	1,191	72	26.5	73	74	200.2	95.7	3.2	3.0	3.0	3.2	2.5	SD
NSX152011	DOA	1,026	74	25.0	72	73	197.3	95.6	3.2	2.8	3.0	3.0	2.5	F
NS3	DOA	1,087	76	26.0	78	79	196.3	93.9	2.8	2.5	3.0	2.8	2.5	F
NSX152097	DOA	1,183	77	28.2	76	77	177.3	83.7	2.8	2.3	3.0	2.3	2.5	SD
NK6253	Syngenta	1,021	73	26.8	79	80	182.0	89.1	2.8	2.2	3.0	2.5	2.5	SD
KU1	KU	1,227	75	27.9	75	76	188.8	89.3	3.0	2.5	3.0	2.7	2.5	F
KU2	KU	1,276	73	27.5	74	75	187.3	89.0	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5	SD
139	Pacific seed	1,259	75	26.4	75	76	193.9	89.8	3.2	2.2	3.0	2.5	2.5	SD
9898C	Monsanto	1,323	72	25.2	72	73	193.0	89.4	3.2	2.3	3.0	2.8	2.5	SD
Average checks		1,169	73.6	27.2	75	76	193.8	90.5	2.9	2.5	3.0	2.7	2.5	
LSD 0.01		232	5.8	2.2	3.4	3.4	21.5	17.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2	
F-value		**	*	**	**	**	**	**	*	**	ns	ns	ns	
CV%		9.5	3.6	3.8	2.1	2	5.4	9	13	15.9	14.3	14.2	4.3	

1/Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 17 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านสระเหนือ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
			(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai			days	days	(cm.)	(cm.)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	
UPMI29	UP	1,469	75	19.6	74	75	206.7	111.7	2.2	2.2	3	2.5	2.5	SD
UPMI27	UP	1,339	73	18.7	73	74	216.7	106.7	2.3	2.5	3	2	2.5	SD
UPMI7	UP	1,237	79	22.5	75	76	203.3	111.7	2.8	2.7	3	2.8	2.5	F
UPMI51	UP	1,178	76	20.9	73	74	198.7	97.7	2.3	2.5	2.7	2.7	2.3	F
UPMI33	UP	1,162	84	19.7	72	73	173.3	83.3	2.3	2.3	3	2.3	2.5	F
Average hybrids		1,277	77.4	20.3	73	74	199.7	102.2	2.4	2.4	2.9	2.5	2.5	
KSX5720	NCS	1,002	80	20.2	72	73	248.3	135.0	3.0	2.5	2.2	2.0	2.5	F
KSX5614	NCS	930	84	21.6	75	76	228.3	115.0	2.7	2.5	2.0	2.3	2.3	F
P3582	Pioneer	964	80	22.4	75	76	205.0	118.3	2.7	3.2	2.5	2.7	2.5	F
639	CP	984	77	20.6	73	74	230.0	125.0	3.0	2.7	2.5	2.5	2.5	F
NSX052014	DOA	1,131	78	17.9	70	71	186.7	101.7	3.0	2.3	2.2	2.2	2.5	SD
NSX152011	DOA	1,182	77	16.8	72	73	208.7	103.3	3.0	2.3	2.3	2.2	2.5	F
NS3	DOA	944	77	20.8	75	76	210.0	120.0	2.7	2.8	2.7	2.7	2.5	F
NSX152097	DOA	1,182	81	18.5	72	73	240.0	148.3	2.3	3.0	2.5	2.3	2.5	SD
NK6253	Syngenta	1,056	79	23.9	74	75	219.0	135.0	3.0	2.5	2.7	2.7	2.5	SD
KU1	KU	1,017	80	21.0	72	73	218.3	118.3	3.0	2.5	2.2	2.2	2.5	F
KU2	KU	1,024	81	21.4	75	76	220.0	115.0	2.7	2.2	2.3	2.3	2.5	SD
139	Pacific seed	1,080	77	19.1	76	77	201.7	110.0	2.7	2.7	2.2	2.2	2.5	SD
9898C	Monsanto	838	77	21.1	72	74	225.0	92.7	3.0	2.5	2.3	2.3	2.5	SD
Average checks		1,026	78.9	20.4	73	74	218.5	118.3	2.8	2.6	2.3	2.3	2.5	
LSD 0.01		362.9	10.6	4.3	4.1	4.1	28.4	22.3	0.8	1	0.9	0.8	0.2	
F-value		**	Ns	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	
CV%		17.3	6.3	10.2	2.6	2.5	6.3	8.9	13.6	20.5	19	17.6	5.6	

1/Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 18 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านสระใต้ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
		kg/rai	(%)	(%)	anthesis days	silking days	plant (cm.)	ear (cm.)	dis. (1-5)	Asp. (1-5)	root (1-5)	stalk (1-5)	cover[1/] (1-5)	type
UPMI29	UP	1,650	84	16.7	74	75	201.3	105.0	2.0	2.2	3	2.5	2.5	SD
UPMI19	UP	1,561	82	19.6	73	74	225.0	150.0	2.0	2.3	3.2	2.3	2.5	SD
UPMI18	UP	1,441	80	19.0	73	74	204.7	130.0	1.8	2.3	3.2	2.3	2.5	SD
UPMI51	UP	1,420	78	16.9	73	74	190.3	105.0	2.3	2.0	2.7	2.3	2.5	F
UPMI27	UP	1,384	85	18.0	73	74	207.7	110.0	2.5	2.7	3	2.3	2.5	SD
Average hybrids		1,491	81.8	18.0	73	74	205.8	120.0	2.1	2.3	3	2.3	2.5	
KSX5720	NCS	1,294	81	19.2	72	73	215.0	116.7	3.0	2.3	1.7	2.0	2.5	F
KSX5614	NCS	1,108	79	19.4	75	76	226.0	116.7	2.7	2.2	1.5	2.3	2.5	F
P3582	Pioneer	1,263	75	20.3	75	76	204.0	98.3	2.7	3.0	2.5	2.8	2.5	F
639	CP	1,222	82	21.7	73	74	199.0	116.7	3.0	2.5	2.3	2.5	2.3	F
NSX052014	DOA	1,406	79	17.1	70	71	209.3	125.0	3.0	2.7	1.8	2.2	2.5	SD
NSX152011	DOA	1,291	78	15.5	72	73	206.7	128.3	3.0	2.3	2.2	2.2	2.5	F
NS3	DOA	987	83	20.0	75	76	196.3	105.0	2.7	2.3	2.3	2.5	2.5	F
NSX152097	DOA	1,206	82	18.6	72	73	194.0	110.0	2.3	2.5	2.0	2.5	2.5	SD
NK6253	Syngenta	1,144	83	21.1	74	75	221.3	134.7	3.0	2.3	2.7	2.3	2.5	SD
KU1	KU	1,323	83	19.4	72	73	211.7	131.7	3.0	2.5	2.3	2.2	2.5	F
KU2	KU	1,321	83	19.4	75	76	213.3	108.7	2.7	2.3	2.5	2.3	2.5	SD
139	Pacific seed	1,479	85	19.6	76	77	158.7	78.3	2.7	2.5	2.3	2.2	2.5	SD
9898C	Monsanto	1,347	75	19.7	72	74	193.3	111.7	3.0	2.7	2.7	2.2	2.5	SD
Average checks		1,261	80.7	19.3	73	74	203.7	114.0	2.8	2.5	2.2	2.3	2.5	
LSD 0.01		288	9.3	3.8	4.1	4.1	40.9	27.6	0.8	0.9	1	0.9	0.3	
F-value		**	Ns	**	**	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns	
CV%		11.2	5.4	9.3	2.6	2.5	9.5	11.3	13.6	17.4	19.6	18.7	5.9	

1/Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 19 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านโซ้ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
			(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai			days	days	(cm.)	(cm.)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	
UPMI29	UP	1,491	82	24.3	69	70	207.5	131.0	2.2	2.2	2.7	2.5	2.0	SD
UPMI21	UP	1,366	78	22.7	69	70	209.8	129.0	2.5	2.5	3	2.5	2.5	F
UPMI27	UP	1,366	82	23.2	66	67	214.3	131.3	2.3	2.5	3	2	2.5	SD
UPMI22	UP	1,328	79	24.4	66	67	194.7	123.0	2.5	2.3	2.5	2.5	2.0	SD
UPMI45	UP	1,312	77	22.6	69	70	205.9	128.0	1.8	2.3	2.2	1.7	2.5	F
Average hybrids		1,372	79.8	23.4	68	69	2064	128.5	2.3	2.4	2.7	2.2	2.3	
KSX5720	NCS	1,135	77	27.3	66	67	216.4	129.0	2.7	2.5	1.8	1.8	2.5	F
KSX5614	NCS	1,111	80	24.6	67	68	211.5	125.3	2.5	2.3	1.7	2.3	2.0	F
P3582	Pioneer	1,294	74	23.8	68	69	222.9	131.7	2.7	3.0	2.5	2.7	2.5	F
639	CP	1,235	78	27.0	69	70	207.6	117.3	2.7	2.7	2.5	2.5	2.0	F
NSX052014	DOA	1,384	75	21.0	64	65	185.3	117.2	2.5	2.3	1.8	2.2	2.5	SD
NSX152011	DOA	1,200	76	20.0	64	65	198.9	113.7	2.8	2.3	2.3	2.2	2.5	F
NS3	DOA	1,195	53	23.6	70	71	193.4	117.7	3.0	2.7	2.7	2.7	2.5	F
NSX152097	DOA	1,242	74	23.4	69	70	229.4	139.2	2.8	2.8	2.2	2.3	2.0	SD
NK6253	Syngenta	1,054	74	25.2	69	70	202.9	114.2	2.8	2.5	2.7	2.5	2.5	SD
KU1	KU	1,352	78	25.3	67	68	196.5	123.7	2.3	2.5	2.2	2.2	2.5	F
KU2	KU	1,224	81	24.4	69	70	209.9	122.5	2.5	2.2	2.3	2.3	2.5	SD
139	Pacific seed	1,397	80	22.9	68	69	186.7	111.0	2.8	2.7	2.2	2.2	2.5	SD
9898C	Monsanto	1,177	76	25.4	66	67	202.4	115.7	3.0	2.5	2.3	2.3	2.5	SD
Average checks		1,231	75.1	24.1	67	68	204.9	121.4	2.7	2.5	2.2	2.3	2.4	
LSD 0.01		271.6	13.2	3.7	4.2	4.2	33.8	26.4	1	0.9	1	0.9	0.8	
F-value		**	Ns	**	**	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns	
CV%		10.7	8.1	7.4	2.9	2.8	7.9	10.1	18.2	18.1	21.7	19.2	16.3	

1/Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 20 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านอานาไลย อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
					anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai	(%)	(%)	days	days	(cm.)	(cm.)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	
UPMI29	UP	1,151	82	22.4	77	78	203.3	101.7	2.7	2.7	2.8	2.5	3.0	SD
UPMI26	UP	1,070	82	20.9	73	74	180.0	82.0	2.3	2.7	3	2.5	3.0	SD
UPMI3	UP	1,065	79	24.2	76	77	196.7	102.5	3.2	2.7	2.3	3	2.7	F
UPMI45	UP	980	81	21.2	76	77	145.0	62.5	2.7	2.7	2.3	2.7	3.0	F
UPMI18	UP	971	84	23.0	74	75	197.2	100.0	2.8	2.5	3.2	2.8	3.0	SD
Average hybrids		1,047	81.6	22.3	75	76	184.4	89.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.9	
KSX5720	NCS	727	79	24.3	75	76	195.5	83.8	2.5	3.0	2.7	2.8	3.0	F
KSX5614	NCS	661	80	26.0	76	77	197.7	85.0	2.7	3.0	2.7	2.3	3.0	F
P3582	Pioneer	801	78	22.6	76	77	202.3	95.0	2.5	2.8	2.5	2.3	3.0	F
639	CP	936	81	24.9	73	74	193.8	90.7	2.3	2.5	2.3	2.3	3.0	F
NSX052014	DOA	894	79	20.4	72	73	198.7	93.3	2.7	2.5	2.7	2.5	3.0	SD
NSX152011	DOA	776	82	19.8	72	73	196.7	97.5	2.7	2.7	2.7	2.3	3.0	F
NS3	DOA	814	81	22.1	77	78	193.0	86.7	2.7	2.5	2.3	2.5	3.0	F
NSX152097	DOA	835	77	21.9	75	76	174.2	79.2	2.8	2.5	2.3	2.5	3.0	SD
NK6253	Syngenta	872	76	21.7	78	79	178.8	88.8	2.7	2.8	2.7	2.3	3.0	SD
KU1	KU	969	77	23.0	74	75	191.5	89.2	2.2	2.3	2.3	2.3	3.0	F
KU2	KU	865	78	24.7	73	74	190.3	91.7	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	SD
139	Pacific seed	896	77	23.8	74	75	193.5	88.7	2.5	2.7	2.5	2.5	3.0	SD
9898C	Monsanto	917	78	23.3	72	73	192.2	90.0	2.7	2.7	2.7	2.3	3.0	SD
Average checks		843	78.7	23.0	74	75	192.2	89.2	2.6	2.7	2.5	2.4	3.0	
LSD 0.01		336.5	8.1	2.6	3.7	3.5	25.4	19.7	0.8	0.9	0.8	0.9	0.5	
F-value		*	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	
CV%		19.4	4.9	5.2	2.3	2.1	6.4	10.4	15.7	16.8	16.5	18.6	9.7	

1/Rating 1-5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ตาราง 21 แสดงค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรและผลผลิต 5 ลูกผสมดีเด่น และ 13 พันธุ์เปรียบเทียบที่ปลูกทดสอบแปลงเกษตรกร บ้านหนองผุก อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

Hybrids	Origin	Grain yield at 15% moist.	Shelling	Moisture	Days to 50%		Height		Foliar[1/]	Plant[1/]	Lodging[1/]		Husk	Grain
			(%)	(%)	anthesis	silking	plant	ear	dis.	Asp.	root	stalk	cover[1/]	type
		kg/rai			days	days	(cm.)	(cm.)	(1–5)	(1–5)	(1–5)	(1–5)	(1–5)	
UPMI29	UP	1,405	82	29.7	75	76	199.5	103.2	2.8	2.7	3	3.2	2.7	SD
UPMI24	UP	1,264	82	23.3	72	71	179.5	84.0	2.3	2.2	2.7	2.7	2.5	SD
UPMI21	UP	1,210	81	27.5	74	75	201.3	99.3	2.8	2.7	2.8	3	2.7	F
UPMI33	UP	1,188	79	23.7	72	73	157.3	73.7	2.8	2.7	3	2.8	2.7	F
UPMI18	UP	1,186	81	28.1	72	73	212.2	105.3	2.7	2.3	3.2	2.8	2.7	SD
Average hybrids		1,251	80.9	26.5	73	74	190.0	93.1	2.7	2.5	2.9	2.9	2.7	
KSX5720	NCS	1,138	80	27.0	72	73	212.0	101.0	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	F
KSX5614	NCS	702	84	27.5	74	75	214.8	92.3	2.8	2.5	2.2	2.3	2.7	F
P3582	Pioneer	1,124	76	29.6	76	77	218.4	99.7	2.8	3.0	2.7	2.7	2.7	F
639	CP	1,029	83	31.1	73	74	206.1	96.5	3.0	3.0	2.8	2.8	2.3	F
NSX052014	DOA	1,086	82	27.1	70	71	196.8	91.2	3.0	2.3	2.5	2.5	2.7	SD
NSX152011	DOA	898	82	25.7	71	72	207.8	102.8	3.2	2.3	2.5	2.5	2.7	F
NS3	DOA	905	82	25.5	76	77	216.3	112.0	2.8	2.5	2.5	2.5	2.7	F
NSX152097	DOA	938	71	27.3	73	74	206.3	104.8	2.7	2.7	2.5	2.3	2.7	SD
NK6253	Syngenta	945	83	27.1	76	77	194.4	111.9	3.0	2.5	3.0	2.8	2.7	SD
KU1	KU	1,078	80	28.5	73	74	210.9	104.3	2.8	2.2	2.5	2.2	2.7	F
KU2	KU	1,121	80	27.4	73	74	200.6	105.2	3.0	2.3	2.8	2.7	2.7	SD
139	Pacific seed	1,130	82	27.9	74	75	207.9	96.5	3.0	2.7	2.8	2.7	2.7	SD
9898C	Monsanto	1,045	78	26.7	71	72	202.7	88.7	3.0	2.8	3.2	3.0	2.7	SD
Average checks		1,011	13.0	27.6	73	74	207.3	100.5	2.9	2.6	2.7	2.6	2.6	
LSD 0.01		67.6	5.4	0.4	3.6	3.3	31.1	23.6	0.6	0.9	0.9	0.8	0.31	
F-value		**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	**	
CV%		3.3	3.2	0.7	2.3	2.1	7.5	11.4	9.9	16.7	15.6	14.6	5.6	

1/Rating 1–5 ; 5 = poorest, 1 = best,**, * = Significant at the probability level 0.01 and 0.05, respectively. NCS = National Corn and Sorghum Research Center, DOA = Department of Agriculture, KU = Kasetsart University

ภาคผนวก ข แสดงลักษณะของตัวทดสอบ 6 สายพันธุ์

Tester Ki 48

Tester Ki 60

Tester TF 1

Tester TF 3

Tester UP 1

Tester UP 2

ภาพ 3 แสดงลักษณะฝักของตัวทดสอบ (Tester) 6 สายพันธุ์

ภาคผนวก ค การปลูกทดสอบระดับแปลงเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเขต 2

ภาพ 4 แสดงพื้นที่แปลงทดสอบพันธุ์ในพื้นที่หลังนา อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

ภาพ 5 แสดงพื้นที่ปลูกทดสอบพันธุ์ในพื้นที่หลังนา อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา

ภาพ 6 แสดงพื้นที่การปลูกทดสอบพื้นที่หลังนา อำเภอสอง จังหวัดแพร่

ภาพ 7 แสดงพื้นที่ปลูกทดสอบพื้นที่หลังนา อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

ภาคผนวก จ องค์ประกอบผลผลิต UPMI 29 และ 19

ภาพ 8 แสดงองค์ประกอบผลผลิต UPMI 29

ภาพ 9 แสดงองค์ประกอบผลผลิต UPMI 19

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	วีรพงษ์ วรรณสมพร
วัน เดือน ปี เกิด	28 พฤษภาคม 2537
สถานที่เกิด	แพร่
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2559 วท.บ (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยพะเยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	19/8 ม.2 ต.แม่กา อ.เมืองพะเยา 56000
ผลงานตีพิมพ์	วีรพงษ์ วรรณสมพร และบุญฤทธิ์ สินค้างาม. (23-24 มกราคม 2563). การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมกึ่งการค้าในไร่เกษตรกรที่เหมาะสมกับภาคเหนือตอนบนเขต:2 จังหวัดเชียงราย พะเยา แพร่ และน่าน. ใน งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9 (หน้า 2142-2179). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.