



ปัญหาพิเศษ

อิทธิพลของการถอดดอกต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ลูกผสม
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

The Effect of De-tessellation on Maize (*Zea mays* L.) Hybrid Seed Yield
and Quality

นายอริวัฒน์ เยี่ยมสถาพร

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

สาขา

..... ฟิสิกส์

ภาควิชา

เรื่อง อิทธิพลของการถอดดอกต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

The Effect of De-tessellation on Maize (zea mays L.) Hybrid Seed Yield and Quality

นามผู้วิจัย นายอิวัฒน์ เข้มสสาร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิณฑิพย์ โตบันลือภพ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ กิตติภาดากุล, Ph.D.)

วันที่..... เดือน..... เมษายน..... พ.ศ. 2564

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

อิทธิพลของการถอดดอกต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

The Effect of De-tessellation on Maize (*Zea mays* L.) Hybrid Seed Yield and Quality

โดย

นายอริวัฒน์ เขี่ยมสถาพร

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

อิริวัฒน์ เข้มสถาพร 2562: อิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์
ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ปิณฑย์ โทบั่นลือภพ, Ph.D. 53 หน้า

ขั้นตอนการถอดช่อดอกตัวผู้สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความเสียหายจากการสูญเสียใบเหนือฝักส่งผลให้จำนวนใบเหนือฝักลดลง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบจากการสูญเสียใบดังกล่าวต่อการพัฒนา ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ศึกษาคือ จำนวนใบเหนือฝักที่เหลือหลังถอดช่อดอกตัวผู้ ได้แก่ สามใบเหนือฝัก(T1) สองใบเหนือฝัก (T2) หนึ่งใบเหนือฝัก(T3) และเหลือแค่ใบรองฝัก(T4) ผลการศึกษาพบว่าT1 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักสูงสุด(45.50 กรัม) ความยาวฝัก(112.73 มิลลิเมตร) จำนวนแถวต่อฝักสูงสุด(12.70 แถว)จำนวนเมล็ดต่อฝักสูงสุด (142.92 เมล็ด)น้ำหนักเมล็ดทั้งฝักสูงสุด (33.25 กรัม)เมื่อนำเมล็ดไปทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า ทั้งสี่ปัจจัยการทดลองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราส่วนยอดต่อรากและน้ำหนักแห้งเมล็ดงอก แต่เมื่อทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ และวัดความเร็วในการแทงรากพบว่า T1 มีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงสุด(50.00 เปอร์เซ็นต์และ 15.77 ตามลำดับ)เมื่อนำปัจจัยT2 มาเปรียบเทียบกับว่าไม่มีความแตกต่างของผลผลิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แต่เมื่อนำT3และ T4 มาเปรียบเทียบกับว่าปริมาณผลผลิตและคุณภาพเมล็ดลดลง สรุปว่า ในขั้นตอนการถอดช่อดอกตัวผู้ไม่ควรถอดดอกแรงจนกระทั่งมีใบติดไปมาก โดยให้คงมีจำนวนใบเหนือฝักเหลือไม่ต่ำกว่า 2 ใบเพื่อยังคงรักษาปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์

อิริวัฒน์ เข้มสถาพร

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

ABSTRACT

Athiwat Yiemsathaporn 1998: The Effect of De-tessellation on Maize (zea mays L.) Hybrid Seed Yield and Quality. Special Problem of Bachelor's Degree, Agricultural Science, Agronomy Department. Special Problems Advisor: Pitipong Thobunluepop, Ph.D.53 page

In the corn seed production process, detasselling was the one major problem for harmful the seed yield and quality by the damage of top leaf based on the principle of source/sink relationship. Objective was to study the effect of detasseling to the corn seed yield and quality. The experiment was conducted based on the Randomized Complete Block Design with 4 replications, the remain of top leaf (upper of ear) was as a treatment consist of 4 levels; 3 top leaf remain as T1, 2 top leaf remain as T2, 3 top leaf remain as T3 and 4 top leaf remain as T4. The results showed, T1 had the greatest seed yield (45.5 g), ear length (112.73 mm), row per ear (12.7 row), seed per ear (142.92 g) and total seed weight (33.25 g). In term of seed quality test found there was not significantly differences in the germination percentage, shoot/root ratio and seedling dry weight. But the seed vigor (AA test and radical emergence) had significantly different, T1 was the greatest seed vigor (50 percent and 15.77 respectively). When compare T1 and T2 found the seed yield and vigor were not significant but when compare T3 and T4 found the seed yield and vigor were significantly decrease including leaf decrease. So, this result could suggest the decreased of leaf effected to the yield and yield components and showed the limitation factor that imbalance of source/sink could harmful the seed yield and vigor. Conclusion, the detasselling without carefully could be negative effect to the corn seed yield and quality.

อธิวัฒน์ ยิ้มสาธิต



Student's signature

Special Problem Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปิติพงษ์ โทบ้นลือภพ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างพร้อมช่วยสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย ตลอดจนสละเวลาส่วนตัวเพื่อตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของเล่มปัญหาพิเศษ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยได้รับความกรุณาจาก บริษัทชินเจนตาประเทศไทย จำกัดที่เอื้อเฟื้อพื้นที่แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์และพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในการทำวิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ ดำรงวุฒิที่เอื้อเฟื้อสถานที่แลกเปลี่ยน Seed และอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้สำหรับการทดสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่และผู้ปกครอง ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆและสนับสนุนเรื่องเงินทุนใช้จ่ายต่างๆ รวมถึงนาย เรืองศักดิ์ เกริกไกรสกุลที่คอยสนับสนุนค่าใช้จ่ายและเลี้ยงข้าวเป็นบางมื้อ

อิริวัฒน์ เข้มสถาพร

เมษายน 2564

สารบัญ

หน้า

สารบัญ

คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	19
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	24
ผลการทดลอง	25
วิจารณ์	33
สรุป	34
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	35
ภาคผนวก	36
ภาคผนวก ก.	37
ภาคผนวก ข.	48
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	53

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ความชื้นของเมล็ดในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา	21
ตารางที่ 2 องค์ประกอบผลผลิต	26
ตารางที่ 3 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต	28
ตารางที่ 4 ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์	31
ตารางที่ 5 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์	32
ตารางผนวกที่	
ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักรดข้าวโพด	37
ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักรังข้าวโพด	37
ตารางผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักรดฝัก	38
ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักรังฝัก	38
ตารางผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวฝัก	39
ตารางผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างฝัก	39
ตารางผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนแถวต่อฝัก	40
ตารางผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อแถว	40
ตารางผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝัก	41
ตารางผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักรดทั้งหมดต่อฝัก	41
ตารางผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของ น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด	42
ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักรังแห้ง	42
ตารางผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกของเมล็ดพันธุ์	43
ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อทดสอบด้วย วิธีการเร่งอายุเมล็ด (ACCELERATED AGING TEST)	43
ตารางผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ดัชนีความงอกของเมล็ดที่อายุเก็บรักษา 6 เดือน	44
ตารางผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ดัชนีความงอกของเมล็ดที่อายุเก็บรักษา 12 เดือน	44

ตารางผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความงอกของเมล็ดที่เพาะในที่มืด	45
ตารางผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความยาวยอดของต้นกล้าที่งอก	45
ตารางผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความยาวรากของต้นกล้าที่งอก	46
ตารางผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน อัตราส่วนระหว่างยอดต่อรากต้นกล้า	46
ตารางผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักแห้งของต้นกล้า	47
ตารางผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน อัตราการเจริญของต้นกล้า	47

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความมีชีวิตและแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์	18
ภาพที่ 2 ภาพของการทดสอบความงอกโดยการเพาะระหว่างกระดาษ (BETWEEN PAPER-BP) ของ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	48
ภาพที่ 3 ภาพตู้อบลมร้อน	48
ภาพที่ 4 ภาพตู้อบอินคิวเบเตอร์	49
ภาพที่ 5 การวัดความกว้างและความยาวฝัก	49
ภาพที่ 6 การเพาะเมล็ดเพื่อดูความงอก	50
ภาพที่ 7 การชั่งน้ำหนักสดฝัก	50
ภาพที่ 8 การวัดความยาวยอดและราก	51
ภาพที่ 9 การตรวจเช็คความงอก	51
ภาพที่ 10 การชั่งน้ำหนักแห้งต้นกล้าที่งอก	52

อิทธิพลของการถอดดอกต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

The Effect of De-tessellation on Maize (zea mays L.) Hybrid Seed Yield and Quality

คำนำ

ปัจจุบันประชากรโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากความต้องการอาหารเองก็เพิ่มขึ้นเช่นกันส่งผลให้ภาคการเกษตรมีการขยายตัวเป็นอย่างมากทั้งในด้านการปลูกพืชและปศุสัตว์ทั้งการเพิ่มพื้นที่การเกษตรหรือเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น และเมื่อมีจำนวนปศุสัตว์เพิ่มขึ้นความต้องการอาหารสัตว์จึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของอุตสาหกรรมพืชอาหารสัตว์เนื่องจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถใช้เป็นเป็นอาหารสัตว์ได้หลายส่วน ทั้ง ฝักอ่อน เมล็ดข้าวโพดหรือวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ต้นข้าวโพดที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้หลายชนิดไม่ว่าจะเป็น โคนือ โคนมเป็นต้นส่งผลให้ความต้องการเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ในการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ในขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประสบปัญหาในขั้นตอนการถอดดอกตัวผู้ของต้นแม่เนื่องจากในขั้นตอนการถอดดอกตัวผู้มีการสูญเสียใบเหนือฝักของต้นข้าวโพดไปส่งผลให้จำนวนใบต่อต้นลดลง ซึ่งจำนวนใบที่ลดลงแสดงถึงแหล่งผลิตอาหารที่ลดลงส่งผลให้ข้าวโพดสังเคราะห์อาหารได้น้อยลงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดและการพัฒนาของผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์เนื่องจากอาหารที่ข้าวโพดสังเคราะห์บางส่วนได้ถูกดึงไปใช้ในการพัฒนาทางลำต้นทำให้อาหารที่ส่งไปยังผลผลิตมีไม่เพียงพอ ส่งผลให้ความแข็งแรงและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงลดลงไปด้วยเมื่อนำเมล็ดที่มีความแข็งแรงและคุณภาพต่ำไปปลูกจะส่งผลให้ต้นกล้าที่งอกไม่แข็งแรงหรือเมล็ดอาจไม่งอกเลยทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้เกษตรกรมีปัญหาลดผลผลิตที่ได้ลดน้อยลงเนื่องจากความแข็งแรงของเมล็ดต่ำจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาวิธีการในการแก้ปัญหาในขั้นตอนการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่เพื่อให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ได้มีคุณภาพและความแข็งแรงสูงที่สุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของการศูนย์เสียพื้นที่ใบเนื่องจากอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของต้นแม่ภายใต้การผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2. เพื่อศึกษาผลกระทบของการศูนย์เสียพื้นที่ใบเนื่องจากอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของต้นแม่ภายใต้การผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปและพฤกษศาสตร์ของข้าวโพด

ข้าวโพดมีชื่อสามัญว่า Corn หรือ Maize มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. จัดเป็นพืชตระกูลหญ้า (Family gramineae) และจัดอยู่ใน Tribe Maydeae ข้าวโพดเป็นพืชล้มลุกที่มีช่อดอกตัวผู้ (Tassel) และช่อดอกตัวเมีย (Ear) ซึ่งประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) และไหม (Silk) แยกอยู่คนละส่วนบนต้นเดียวกัน (Monoecious annual) ใบของข้าวโพดประกอบด้วยกาบใบ (Leaf sheath) ที่หุ้มลำต้นและมีแผ่นใบ (Leaf blade) ที่กางสลับด้านซ้ายขวาบนส่วนของลำต้น ตัวแผ่นใบจะทำมุมกับลำต้นด้วยการยึดแข็งของเส้นกลางใบ (Mid rib) เพื่อให้ได้รับแสงที่เพียงพอสำหรับใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ราก (Root) : รากของข้าวโพดเป็นระบบรากฝอย (Fibrous หรือ Adventitious root system) เมล็ดข้าวโพดที่ได้รับสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และก๊าซออกซิเจนที่เหมาะสมจะเริ่มมีการงอก โดยรากที่งอกออกจากเมล็ด (Radical) จะเป็น Primary root และมีรากที่เกิดจาก Embryonic axis ที่เรียกว่า Lateral root อีกประมาณ 3-5 รากซึ่งรากทั้งสองรากนี้จะเป็นรากชั่วคราว (Seminal root) มีอายุประมาณ 2-3 สัปดาห์ ในช่วงการเจริญเติบโตของข้าวโพด ที่บริเวณข้อที่ 2 ซึ่งอยู่บริเวณส่วนปลายของปล้องแรก (Mesocotyl) จะปรากฏว่ามีการพัฒนาของรากที่เป็นประเภทของรากถาวร (Adventitious root) ซึ่งประกอบด้วยรากฝอย (Fibrous root) เป็นจำนวนมาก เมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตมากขึ้น จนถึงระยะการออกดอก ที่ข้อเหนือพื้นดินบริเวณใกล้กับผิวดินจะปรากฏรากอากาศ (Brace root หรือ Aerial root) เกิดขึ้น รากอากาศนี้จะช่วยค้ำจุนลำต้นและดูดซับธาตุอาหารบริเวณผิวดิน

ลำต้น (Stem) : ข้าวโพดมีลำต้นเพียงตั้งตรง มีลำต้นที่แข็งแรง ใส่น้ำไม่กลวง ตามลำต้นมีข้อ (Node) และปล้อง (Internode) ปล้องที่อยู่ใต้ดินและใกล้ผิวดินจะสั้น และจะค่อยๆ ยืดยาวขึ้นไปตามด้านบนปลาย

ใบ (Leaf) : ใบของข้าวโพดมีลักษณะยาวรี ประกอบด้วยกาบใบ (leaf sheath) , แผ่นใบ (leaf blade) และเส้นกลางใบ (mid rib) ลักษณะของใบและสีใบจะแตกต่างกันไปตามแต่พันธุ์

ดอก (Flower) : ข้าวโพดจัดเป็น Monoecious plant คือ มีดอกตัวผู้ (Tassel) และดอกตัวเมีย (Ear) แยกกันอยู่คนละที่ในต้นเดียวกัน ซึ่งดอกตัวผู้จะปรากฏที่ปลายยอดสุดของลำต้น มีลักษณะดอกแบบ Panicle ส่วนดอกตัวเมียมักอยู่กันเป็นช่อ เกิดขึ้นบริเวณกลางลำต้น ซึ่งแต่ละดอกจะประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และก้านชูเกสรหรือเส้นไหม (Silk) โดยไหมข้าวโพดจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสี

น้ำตาล และแห้งเหี่ยวเมื่อได้รับการผสมแล้วข้าวโพด 1 ฝักจะให้ใหม่ได้ 400-1000 เส้น ให้เมล็ดข้าวโพด 400-1000 เมล็ดต่อฝัก

เมล็ด (kernel หรือ Seed) : เกิดจากการที่ละอองเกสรตัวผู้ตกลงที่ยอดเกสรตัวเมียหรือเส้นไหมและเกิดการผสมกับไข่ในรังไข่โดยส่วนใหญ่แล้วการผสมของข้าวโพดจะเกิดข้ามต้นกัน (Cross Pollination) ประมาณร้อยละ 97 เนื่องจากดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่คนละตำแหน่งกัน และ Spikelet ของข้าวโพดเรียงแถวเป็นคู่ ทำให้เมล็ดข้าวคุดที่เกิดขึ้นเป็นคู่ โดยปกติมีจำนวนแถว 12 ถึง 20 แถว (ราเชนทร์, 2539)

2. การจำแนกชนิดข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จากเมล็ด เมล็ดข้าวโพดประกอบไปด้วยแป้ง (starch) ในส่วนของ Endosperm และน้ำมันในส่วน of Embryo ซึ่งทั้งสองส่วนเกิดจากการผสม 2 ครั้ง (Double Fertilization)

2.1 การจำแนกตามลักษณะเมล็ด

ภายในเมล็ดข้าวโพดประกอบด้วยแป้ง 2 ชนิด คือ แป้งแข็ง (Hard starch หรือ Horny starch) และแป้งอ่อน (Soft starch) โดยอาศัยปริมาณของแป้งแต่ละชนิดในเมล็ดและลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ด (Glumes) สามารถจำแนกข้าวโพดได้เป็น 7 ชนิดคือ

2.1.1 ข้าวโพดป้า (pod corn) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Zea maysunica* เป็นข้าวโพดชนิดเก่าแก่ พบว่ามีการปลูกในแถบทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดของข้าวโพด เมล็ด pod corn ทุกเมล็ดบนฝักจะมีเปลือกที่หุ้มเมล็ดมิดชิดเหมือนกับเมล็ดหญ้า และมีกาบหุ้มฝัก (Husk) หุ้มอยู่อีกชั้นหนึ่ง

2.1.2 ข้าวโพดคั่ว (pop corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mayssevertan* เป็นข้าวโพดที่มีแป้งแข็งอัดกันอย่างหนาแน่นมาก และมีแป้งอ่อนอยู่เพียงเล็กน้อย pop corn มักมีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา มีรูปร่างลักษณะเมล็ดอยู่ 2 พวก คือ Rice pop corn เมล็ดมีรูปร่างเรียวยาวแหลมคล้ายเมล็ดข้าว และ pearl pop corn ที่เมล็ดมีลักษณะกลม เมื่อเมล็ดได้รับความร้อนจะมีการสร้างความดัน (Pressure) ขึ้นภายในเมล็ดและระเบิดออกคุดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ประมาณ 25-30 เท่า

2.1.3 ข้าวโพดหัวแข็ง (Flint corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea maysindurate* ด้านบนของเมล็ดมีแป้งแข็งเป็นองค์ประกอบทำให้หัว (Crown) ของเมล็ดมีลักษณะเรียบ ส่วนแป้งอ่อนจะอยู่ภายในตรงกลางของเมล็ดหรือไม่เลย เมื่อเมล็ดแข็งตัวจะไม่มีรอยบุบจึงเรียกว่าข้าวโพดหัวแข็ง (Flint corn)

2.1.4 ข้าวโพดหัวนุบ (Dent corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays indentata* เป็นข้าวโพดที่มีส่วนของแป้งอ่อนอยู่ด้านบนของเมล็ด ส่วนแป้งแข็งจะอยู่ด้านล่างและด้านข้างของเมล็ด เมื่อข้าวโพดแก่จะมีการสูญเสียความชื้นของเมล็ดทำให้แป้งอ่อนหดตัวลง ด้านบนของเมล็ดจึงเป็นรอยนุบ จึงเรียกว่าข้าวโพดหัวนุบ

2.1.5 ข้าวโพดแป้งอ่อน (Flour corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays amylolocalis* เป็นข้าวโพดที่ลักษณะเมล็ดมีแป้งอ่อนเป็นองค์ประกอบเกือบทั้งหมด มีส่วนแป้งแข็งเป็นชั้นบางๆ ข้างในเมล็ดเมื่อข้าวโพดแก่การหดตัวของแป้งในเมล็ดจะเท่าๆกันให้เมล็ดยังคงรูปร่างเดิมของเมล็ดไว้ได้เหมือนข้าวโพดหัวแข็ง

2.1.6 ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays saccharata* เป็นข้าวโพดที่มีส่วนของน้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปเป็นแป้งได้ไม่สมบูรณ์ ทำให้เมล็ดก่อนสุกแก่มีความหวานมากกว่าเมล็ดข้าวโพดชนิดอื่นๆ และเมื่อถึงระยะสุกแก่ น้ำตาลที่อยู่ในเมล็ดจะสลายไปส่งผลให้เมล็ดเหี่ยว

2.1.7 ข้าวโพดเทียนและข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays cerifera* เป็นข้าวโพดที่แป้งในเมล็ดเป็นชนิดแป้งอ่อนแต่ มีความเหนียว เนื่องจากมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Amylopectin

2.2 จำแนกตามอายุเก็บเกี่ยว

ข้าวโพดเขตภูมิอากาศร้อน โดยเฉพาะ Tropical lowland maize จะมีอายุเก็บเกี่ยวเมล็ดสุกแก่แตกต่างกันตามพันธุ์กรรม ดังนี้

2.2.1 Extremely early variety เป็นข้าวโพดพันธุ์เบาอายุสั้นมาก เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้เมื่ออายุ 80-90 วัน

2.2.2 Early variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์เบาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 90-100 วัน

2.2.3 Intermediate variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุ 100-110 วัน

2.2.4 Late variety เป็นข้าวโพดอายุยาวหรือพันธุ์หนักที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุมากกว่า 110-130 วัน (ราเชนทร์ 2539)

3. การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของข้าวโพด (Growth and Development)

การเจริญเติบโตและการพัฒนา แม้ว่าลักษณะต่าง ๆ ของข้าวโพดจะแตกต่างกันตามชนิดและพันธุ์ แต่ก็มีการพัฒนาการเจริญเติบโตในช่วงฤดูปลูกและลักษณะทางด้านพฤกษศาสตร์บางประการนับว่าสำคัญ และช่วยในการตัดสินใจด้านการจัดการที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพด เช่น

ระยะเวลาในการเพาะปลูก การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ ตลอดจนถึงการเก็บเกี่ยว การกำจัดแมลง-วัชพืชและการควบคุมโรคเป็นต้น ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโตของพืชส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตเนื่องจากกระบวนการเหล่านี้ ทำให้เข้าใจถึงอาการของพืชที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะ รวมถึงสาเหตุของการเกิดอาการนั้นซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและตรงสาเหตุ การเจริญเติบโตของข้าวโพดขึ้นกับขบวนการสังเคราะห์แสงที่ใบ น้ำตาลที่สร้างขึ้นจากขบวนการนี้จะถูกเปลี่ยนต่อไป เป็นสารประกอบที่ซับซ้อนขึ้นไป เช่น แป้ง โปรตีน ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์หรือสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ เมื่อข้าวโพดแก่จะผลิตเมล็ด อายุของข้าวโพดแตกต่างกันตามชนิดพันธุ์และการใช้ประโยชน์ สำหรับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุระหว่าง 90-130 วัน (Ritchie and Hanway, 1982)

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของข้าวโพดตั้งแต่งอกโผล่พ้นผิวดินขึ้นมาจนถึงระยะที่ฝักของข้าวโพดสุกแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้นั้น แบ่งออกเป็น 2 ระยะใหญ่ๆ คือ ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้นและใบ (vegetative stages) กับระยะการเจริญเติบโต และการพัฒนาการด้านการติดดอกออกผล (reproductive stages) ซึ่งการเจริญเติบโตและการพัฒนาการทั้งสองระยะยังสามารถแบ่งออกเป็นระยะย่อยๆ อีกหลายระยะดังนี้

1.ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาของลำต้นและใบ (vegetative stages and development) (Ransom, 2013)

3.1ระยะ VE (Germination and Emergence)

ระยะ VE เป็นระยะเริ่มต้นหลังจากหยอดเมล็ดลงดิน ภายในเมล็ดข้าวโพดมีอาหารสะสมเพียงพอ สำหรับการเจริญของต้นกล้า ราก และใบที่เจริญพัฒนามาจากคัพภะ (embryo) เมล็ดที่หยอดในดิน ซึ่งมีความชื้นเพียงพอที่จะงอกอย่างน้อยร้อยละ 30 ภายในเวลาประมาณ 3-4 วัน ภายในคัพภะมีใบ 4-5 ใบ และมี primary root อยู่แล้ว ในการงอกส่วน radicle จะเจริญออกมาก่อนส่วนที่เป็นปลายยอด (pumule) รากชั่วคราว (seminal root) ที่เจริญมาจาก radicle ในระยะนี้จะมีประมาณ 2-5 ราก ปลายยอดถูกหุ้มด้วย coleoptily ที่ฐานของข้อที่เกิด coleoptily (ข้อที่2) จะมีรากถาวรเกิดขึ้น (สนั่น,2527)

3.2 ระยะ V1

ใบที่ 1 เจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ รากแรกเกิด และรากพิเศษแรกเกิดถูกปกคลุมด้วยขนราก (Root Hair) จำนวนมาก ซึ่งรากแรกเกิด และรากพิเศษแรกเกิดนี้เป็นเพียงรากชั่วคราวที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำ และธาตุอาหารสำหรับเลี้ยงต้นอ่อนในระยะแรก และในตอนปลายของระยะนี้อาจพบรากถาวร (permanent root) บริเวณข้อที่ 2 ของลำต้น บริเวณปุ่มกำเนิดรากอายุต้นข้าวโพดในระยะนี้ประมาณ 8-10 วันหลังปลูก

3.3 ระยะ V2

ใบที่ 2 เจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ รากถาวรมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ต้นข้าวโพดในระยะนี้มีอายุประมาณ 14-15 วันหลังปลูก

3.4 ระยะ V3

รากถาวรที่เกิดบริเวณข้อที่ 2 มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และเริ่มมีรากแขนงแตกออกมา ส่วนชุดรากชั่วคราวจะหยุดการเจริญเติบโต

3.5 ระยะ V4

ในระยะนี้เนื้อเยื่อบริเวณต่างๆของจุดเจริญจะมีการเตรียมพร้อมที่จะพัฒนาไปเป็นส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ เนื้อเยื่อที่จะพัฒนาไปเป็นตาดอกซึ่งจะพัฒนาต่อไปเป็นฝัก และหน่อ เนื้อเยื่อที่จะพัฒนาไปเป็นข้อดอกตัวผู้ เนื้อเยื่อที่จะพัฒนาไปเป็นใบ และรากถาวรมีการเจริญกระจายในดินอย่างรวดเร็ว และเริ่มมีปุ่มกำเนิดรากข้อที่ 3 ของลำต้น อายุต้นข้าวโพดในระยะนี้ประมาณ 22-24 วันหลังปลูก

3.6 ระยะ V5

เนื้อเยื่อที่เตรียมจะพัฒนาไปเป็นส่วนประกอบต่างๆสมบูรณ์มากขึ้นใบที่ 1 เริ่มแห้งตาย ลำต้นที่อยู่ใต้ดินมีการยืดตัวสูงขึ้นทำให้จุดเจริญขึ้นมาอยู่ใกล้ระดับผิวดิน ซึ่งอุณหภูมิของ

ดินอาจมีผลต่อการ พัฒนาของจุดเจริญนี้ โดยดินที่มีอุณหภูมิต่ำจะสามารถ เพิ่มระยะเวลาในการ เจริญเติบโตของใบ เพิ่มจำนวนใบที่เกิดขึ้น มีการพัฒนาของช่อดอกตัวผู้ล่าช้า และลดการดูดของ ธาตุอาหาร(Ransom, 2013) ข้าวโพดในระยะนี้มีอายุประมาณ 25-27 วันหลังปลูก

3.7 ระยะ V6

ลำต้นที่อยู่ใต้ระดับผิวดินมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้จุดเจริญที่ถูกห่อหุ้ม ไว้ด้วยกาบใบขึ้นมาอยู่เหนือระดับผิวดิน ช่อดอกตัวผู้ (Tassel) มีการพัฒนาขึ้น จนสามารถมองเห็น ได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดประมาณ 1-5 มิลลิเมตร ข้าวโพดในระยะนี้มีอายุประมาณ 28-30 วันหลัง ปลูก

3.8 ระยะ V7

ในระยะนี้ใบที่ 2 เริ่มแห้งตาย รากถาวรที่ข้อที่ 3 ของลำต้น มีการแตกแขนง และ ขยายปริมาณ เริ่มมีการกำเนิดของรากถาวรจากปุ่มกำเนิดรากข้อที่ 4 ของลำต้น ที่ลำต้นเหนือดิน บริเวณข้อที่ 5-10 มีการกำเนิดของตาดอกตัวเมีย (Ear bud) ที่จะพัฒนาไปเป็นฝัก ช่อดอกตัวผู้มีการ พัฒนาอย่างรวดเร็ว จนมีขนาดความยาวของช่อดอกตัวผู้ 5.0-7.0 เซนติเมตร ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมี อายุประมาณ 33-35 วันหลังปลูก

3.9 ระยะ V8

รากแรกเกิด และรากแขนงที่แตกออกมาจากรากแรกเกิดนั้นสลายตัวหมดแล้ว เหลือเพียงแต่รากพิเศษแรกเกิดที่ยังมองเห็นแต่ไม่ทำหน้าที่แล้ว รากถาวรจึงทำหน้าที่ในการดูดน้ำ และธาตุอาหาร ในระยะนี้เป็นระยะที่ตาดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นฝัก มีการพัฒนาขึ้นที่ทุกข้อของ ลำต้นที่อยู่เหนือระดับผิวดิน ยกเว้นข้อที่ต่ำกว่าช่อดอกตัวผู้ลงมา 6-8 ข้อ แต่จะมีเพียงตาดอกตัวเมีย ที่อยู่ส่วนบนสุดของลำต้น 1-2 ตาดอกเท่านั้น ที่จะพัฒนาไปเป็นฝักได้อย่างสมบูรณ์ ตาดอกที่อยู่ บนสุดพัฒนาเป็นฝักมีขนาด 2-3 มิลลิเมตร ต้นข้าวโพดในระยะนี้มีอายุประมาณ 37-38 วันหลังจาก ปลูก

3.10 ระยะ V9

ช่อดอกตัวผู้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีความยาวประมาณ 12-16 เซนติเมตร ฝักมีขนาด 7-10 มิลลิเมตร ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุ 40-42 วันหลังปลูก

3.11 ระยะ V10

ก้านช่อดอกตัวผู้เริ่มยืดตัว มีความยาวประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร ช่อดอกตัวผู้ยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตร ฝักของข้าวโพดมีการพัฒนามากขึ้น สามารถเห็นจำนวนแถวของรังไข่บนฝักได้ชัดเจน แต่จำนวนของรังไข่ (Ovary) ที่จะพัฒนาไปเป็นผลหรือเมล็ด (Kernel) ของแต่ละแถวบนฝักยังไม่สมบูรณ์ ในช่วงปลายของระยะที่ 10 เส้นไหมเริ่มปรากฏที่รังไข่บริเวณโคนฝัก การเกิดใหม่ของใบใช้เวลาเร็วขึ้นใช้เวลาเพียง 2-3 วันต่อไปในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุ 42-44 วันหลังปลูก

3.12 ระยะ V11

ช่อดอกตัวผู้มีความยาวประมาณ 30-35 เซนติเมตร ก้านช่อดอกตัวผู้ยาว 2.5-3.0 เซนติเมตร ฝักที่พัฒนาขึ้นจากตาดอก เริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นยาวประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร และมีความกว้างฝักประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร เส้นไหมที่โคนฝักเริ่มยาวขึ้น และเริ่มมีปรากฏบริเวณกลางฝัก

3.13 ระยะ V12

ช่อดอกตัวผู้มีความยาว 35-45 เซนติเมตร ก้านช่อดอกตัวผู้ยืดยอกจากส่วนของลำต้นมีความยาวประมาณ 3.5-4.0 เซนติเมตร หลังจากระยะนี้แล้วช่อดอกตัวผู้จะไม่เพิ่มความยาวอีก ในระยะนี้สามารถเห็นปลายเปลือกหุ้มฝักโผล่พ้นกาบใบ เส้นไหมช่วงตรงกลางฝักเริ่มยาวขึ้น ส่วนที่ปลายฝักเริ่มพัฒนาออกจากรังไข่ ก้านฝักมีความยาว 1.5-2.0 เซนติเมตร ตั้งแต่ระยะนี้เป็นต้นไป การเกิดใหม่ของใบจะใช้เวลาเพียง 1-2 วัน ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 45-46 วันหลังปลูก

3.14 ระยะ V13

ก้านช่อดอกตัวผู้มีความยาวรวดเร็ว มีความยาว 8 - 9 เซนติเมตร ฝักมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นเส้นไหมส่วนปลายฝักเจริญยืดยาวออกจากรังไข่ ฝักมีความยาวประมาณ 3.5-4.0 เซนติเมตร ในระยะนี้ใบที่ 4 เริ่มแห้งตาย ในขณะที่ใบที่ 1 และ 2 เริ่มสลายหายไป ต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 46-47 วันหลังปลูก

3.15 ระยะ V14

ก้านช่อดอกตัวผู้มีความยาว 10-12 เซนติเมตร สามารถมองเห็นช่อดอกตัวผู้ที่โผล่พ้นใบสุดท้ายออกมาได้บางส่วน ฝักมีความยาว 6-7 เซนติเมตร เส้นไหมเจริญและยืดยาวออกจากทุกรังไข่ที่อยู่บนฝักข้าวโพด บางพันธุ์จะมีรากอากาศเกิดขึ้นบริเวณข้อที่ 6 ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุ 47-48 วันหลังปลูก

3.16. ระยะ V15

ระยะนี้สามารถเห็นช่อดอกตัวผู้ที่โผล่พ้นใบสุดท้ายได้อย่างชัดเจน แต่ก้านดอกยังถูกห่อหุ้มด้วยกาบใบ ก้านช่อดอกตัวผู้ยาวประมาณ 12-14 เซนติเมตร ฝักเจริญเติบโตขึ้นจนสามารถมองเห็นปลายฝักโผล่พ้นออกมานอกกาบใบ ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 48-49 วันหลังปลูก

3.17 ระยะ V16

ใบสุดท้ายที่เรียกว่าใบธง คลี่กางออกอย่างสมบูรณ์ และก้านช่อดอกตัวผู้ช่อดอกตัวผู้ส่งผลให้ช่อดอกตัวผู้โผล่พ้นใบธงออกมา รากอากาศที่เกิดขึ้นในระยะ V14 มีการแตกแขนงใต้ดินเป็นจำนวนมาก และแพร่กระจายอย่างรวดเร็วซึ่งนอกจากจะช่วยค้ำ หรือพยุงลำต้นแล้วยังช่วยในการดูดน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ในดินชั้นบน สำหรับการเจริญเติบโตช่วงเวลาเจริญพันธุ์ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 49-50 วันหลังปลูก

3.18 ระยะ VT

เป็นระยะที่ก้านช่อดอกตัวผู้หยุดการเจริญเติบโต มีความยาวประมาณ 17-20 เซนติเมตร ถือเป็นระยะที่ต้นข้าวโพดมีความสูงมากที่สุด อับละอองเกสรที่อยู่ตอนปลายของช่อดอกตัวผู้เริ่มโปรยละอองเกสร ใช้เวลาในการโปรยละอองเกสรประมาณ 5-7 วัน และในระยะนี้เป็นระยะที่เส้นไหมจะเจริญโผล่พ้นเปลือกหุ้มฝัก ประมาณ 2-3 วัน ฝักมีความยาวประมาณ 7.0-7.2 เซนติเมตร ในระยะนี้ต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 50-52 วันหลังปลูก

ระยะการเจริญพันธุ์และระยะการพัฒนามวลี (reproductive stages and kernel development)

ระยะ R1 หรือระยะออกไหม (Silking stage)

ระยะนี้เริ่มขึ้นเมื่อไหมโผล่พ้นเปลือกหุ้มฝัก การผสมเกสรในระยะนี้เกิดขึ้นเมื่อละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนเส้นไหม ละอองเกสรตัวผู้จะใช้เวลา 24 ชั่วโมง ในการงอกหลอดละอองเกสรตัวผู้ (Pollen tube) จนถึงไข่ที่อยู่ในรังไข่ของดอกตัวเมีย โดยทั่วไปการผสมเกสรจะใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน ไหมจึงจะได้รับการผสมจนหมดระยะนี้ข้าวโพดมีอายุประมาณ 55-66 หลังปลูก

ระยะ R2 หรือระยะเมล็ดเจริญ (Blister stage)

ระยะนี้เกิดขึ้นหลังจากข้าวโพดมีอายุ 12 วันหลังออกไหม ฝักมีขนาดใหญ่ขึ้น เกือบสมบูรณ์เต็มที่ ไหมเริ่มมีสีเข้มขึ้น และแห้ง ภายในเมล็ดมีลักษณะเป็นของเหลวใส ซึ่งกำลังเข้าสู่กระบวนการสะสมน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง เมล็ดมีความชื้นประมาณร้อยละ 85

ระยะ R3 หรือระยะน้ำนม (Milky stage)

ระยะนี้เกิดขึ้นหลังจากข้าวโพดมีอายุ 20 วันหลังออกไหม เมล็ดบนฝักเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั่วทั้งฝักภายในที่เคยเป็นของเหลวใสจะเปลี่ยนเป็นสีขาวนํ้านม และเริ่มเหี่ยวขึ้นขึ้น เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้ง

ระยะ R4 หรือระยะแป้งอ่อน (Dough stage)

ระยะนี้เกิดขึ้นหลังจากข้าวโพดมีอายุ 26 วันหลังออกไหม เป็นระยะที่ยังคงเกิดกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้ง และมีการสะสมแป้งในเอนโดสเปิร์มอย่างต่อเนื่องใบอ่อนเริ่มเจริญเติบโตขึ้น ในขณะที่เมล็ดส่วนหัวเริ่มลีบลง และมีความชื้นต่ำลง ในระยะนี้เมล็ดเริ่มมีการสะสมน้ำหนักแห้งร้อยละ 50

ระยะ R5 หรือระยะแป้งแข็ง (Dent stage)

ระยะนี้เกิดขึ้นหลังจากข้าวโพดมีอายุ 36 วันหลังออกไหม เป็นระยะที่แป้งในเอนโดสเปิร์มเริ่มแข็งตัวขึ้น ตั้งแต่ฐานเมล็ดขึ้นไป รวมถึงบริเวณที่อยู่ตรงข้ามกับต้นอ่อน เมล็ดข้าวโพดในระยะนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 55 และเมื่อข้าวโพดมีอายุ 48 วันหลังออกไหม แป้งในเมล็ดข้าวโพดทั้งหมดจะเป็นแป้งแข็ง

ระยะ R6 หรือระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity stage)

ระยะนี้เกิดขึ้นเมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 50-60 วันหลังออกไหม 50% ของต้นข้าวโพดที่เมล็ดถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด แป้งในเอนโดสเปิร์มแข็งตัวอย่างสมบูรณ์ และเริ่มเกิดขึ้นเนื้อเยื่อสีดำ (Black layer) ที่บริเวณโคนของเมล็ด เมล็ดหยุดการเจริญเติบโต เปลือกหุ้มฝักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยทั่วไปความชื้นของเมล็ดจะเหลือเพียงประมาณร้อยละ 30-35 (Ransom, 2013)

4. ความสัมพันธ์ระหว่าง source และ sink

ในการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชจำเป็นต้องใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นจำนวนมาก ซึ่งพืชสามารถสังเคราะห์ได้เอง คาร์โบไฮเดรตที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาจะถูกส่งไปยังเนื้อเยื่อที่กำลังพัฒนาต่างๆ หรือลำเลียงไปเก็บรักษาไว้ที่ส่วนอื่นๆ ของพืช เช่น ราก หัว และเมล็ด เป็นต้น เราจึงแบ่งส่วนต่างๆ ของพืชออกได้ 2 ส่วนคือ ส่วนที่มีหน้าที่ในการสร้างหรือสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตเรียกว่าแหล่งสร้างสารสังเคราะห์ (Source) และส่วนที่มีหน้าที่ในการใช้หรือเก็บสะสมสารสังเคราะห์ เรียกว่า ส่วนใช้สารสังเคราะห์ (sink) โดย Source คือส่วนของพื้นที่ใบหรือส่วนที่มีสีเขียวและสามารถสังเคราะห์แสงได้ ส่วนของ sink นั้นมีอยู่มากมายกระจายอยู่ทั่วทั้งต้นรวมถึงฝัก

และเมล็ด ซึ่งเป็น sink ที่มีหน้าที่ในการสะสมสารสังเคราะห์ก่อนที่จะถูกเก็บเกี่ยว ดังนั้น ศักยภาพในการให้ผลผลิตของพืชจึงขึ้นอยู่กับขนาดและความสมดุลระหว่าง source และ sink

4.1 ความสมดุลของ source และ sink พืชที่มีผลผลิตสูงจำเป็นต้องมี source และ sink ที่มีขนาดใหญ่และสมดุลกัน หากมีอันใดอันหนึ่งไม่สมดุลกันอาจส่งผลให้ผลผลิตลดลงได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการดูแลและจัดการต่างๆ มีการเจริญทางลำต้นและใบที่ดี (มี source ที่ใหญ่) จากนั้นจึงจัดการให้พืชมีดอกหรือฝักให้มากพอ (sink ใหญ่) เพื่อรับรอสารสังเคราะห์จาก source ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขนาดของ source และ sink คือ พันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ ในพืชหลายชนิดพบว่าการหลุดร่วงของดอกและฝัก ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า source และ sink มีขนาดไม่สมดุลกันคือ sink มากหรือมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้อาหารที่ส่งจาก source มาเลี้ยงไม่พอทำให้พืชมีการลดจำนวนของดอกและฝักลงเพื่อลดการแก่งแย่งอาหารระหว่าง sink นั้นเอง

4.2 การจำแนกประเภทของ sink ในพืชมีอวัยวะหลายส่วนที่ทำหน้าที่เป็น sink ถาวรที่ใช้สะสมสารสังเคราะห์เช่น เมล็ดหรือฝัก บางอวัยวะเป็น sink ชั่วคราว เช่น ใบอ่อนที่ยังไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เองจำเป็นต้องได้อาหารจากแหล่งอื่นมาหล่อเลี้ยงแต่เมื่อเจริญเต็มที่จะสามารถสังเคราะห์อาหารได้เองและทำหน้าที่เป็น source ต่อไป ดังนั้นจึงได้มีการจำแนก sink ออกเป็นประเภทต่างๆดังนี้

4.2.1 Primary sinks คือ ส่วนของพืชที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร (สารสังเคราะห์) เป็นลำดับสุดท้ายและไม่มีการใช้หรือเคลื่อนย้ายออกสู่ที่อื่น และถูกเก็บเกี่ยวเป็นผลผลิตต่อไป sink ประเภทนี้ได้แก่ เมล็ด ฝัก ผล รวมถึงส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผสมเกสร เช่น ช่อดอก

4.2.2 Secondary sinks คือ ส่วนของพืชที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารในช่วงการเติบโตทางต้นและใบ (Vegetative phase) และเมื่อพืชเข้าสู่ระยะออกดอก (Reproductive phase) อาหารที่สะสมไว้จะถูกเคลื่อนย้ายออกไปเพื่อใช้ในการพัฒนาของส่วนนั้น sink ประเภทนี้ได้แก่ รากของพืชบางชนิด เหง้า และกาบใบ

4.2.3 Alternative sinks คือ ส่วนของพืชที่ทำหน้าที่คล้ายกับ Primary sinks ตัวอย่างของ sink ประเภทนี้พบในพืชเส้นใย เช่น ฝ้าย และ ปอ ปุยฝ้ายและเส้นใยของปอถือเป็น Primary sinks ในขณะที่เมล็ดเป็น Alternative sinks

4.2.4 Additional sinks คือ sink ที่มีใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชโดยตรง แต่เป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยร่วมกับพืช ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของกาฝาก (Parasite) ที่แย่งสารอาหารจากพืชมาใช้ หรืออาศัยอยู่กับพืชแบบพึ่งพาอาศัยกันและกัน เช่น ไรโซเบียมของพืชตระกูลถั่ว

4.2.5 Metabolic sink คือ ส่วนของพืชที่มีการเจริญอย่างรวดเร็วทำให้ต้องอาศัยอาหารจาก sink อื่นๆมาเลี้ยงเพื่อใช้ในการเจริญ ตัวอย่างเช่น กลุ่มเนื้อเยื่อเจริญของใบ (Leaf primordia) เนื้อเยื่อเจริญของดอก เป็นต้น

3.3 ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดขนาดของ source และ sink

ขนาดของ source และ sink พิจารณาได้ 2 แบบ คือ ขนาดที่ปรากฏให้เห็น (Actual sink) และขนาดตามศักยภาพ (Potential size)

4.3.1 ขนาดที่ปรากฏให้เห็น (Actual sink) สามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การวัดพื้นที่ ปริมาตร จำนวนหรือน้ำหนัก เป็นต้น พื้นที่ใบเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งบอกถึงขนาดของ source กันทั่วไป หากมีพื้นที่ใบมาก แสดงถึง source ที่มีขนาดใหญ่ แต่ก็ได้แสดงถึงความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืชชนิดเดียว ทั้งนี้จะต้องดูการกระจายตัวและส่องผ่านของแสงในทรงพุ่มอีกด้วย ดังนั้นในการพิจารณา source นอกจากพิจารณาขนาดและปริมาณแล้วควรพิจารณาคุณภาพด้วย ในส่วนของ sink แม้จะมีขนาดใหญ่แต่ก็ไม่ได้แสดงถึงความสามารถในการแก่งแย่งแข่งขันอาหารจาก sink อื่นๆ เช่นกัน

4.3.2 ขนาดตามศักยภาพ (Potential size) ของ source และ sink ถูกกำหนดโดย พันธุกรรมและผันแปรไปสภาพแวดล้อมและการจัดการ ดังนั้น ขนาดของ source และ sink ที่ปรากฏให้เห็นภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการหนึ่ง ถือเป็น ขนาดที่ปรากฏให้เห็น ซึ่งอาจมีขนาดเท่ากับ ขนาดตามศักยภาพ แต่โดยทั่วไปแล้ว ขนาดที่ปรากฏให้เห็น จะมีขนาดเล็กกว่า เนื่องจากพืชอาจอยู่ในสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ไม่เหมาะสมกับพืช ซึ่งจะมีผลอิทธิพลต่อ source มากกว่า sink เนื่องจาก source จะสัมผัสกับสภาพแวดล้อมและการจัดการต่างๆก่อนเป็นอันดับแรก

5.การลำเลียงและถ่ายเทสารสังเคราะห์

การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการที่พืชสังเคราะห์อาหารที่เป็นน้ำตาล ที่เรียกว่า สารสังเคราะห์ ซึ่งถูกลำเลียงโดยการถ่ายเท (Transportation) และแบ่งส่วน (Partitioning) ไปยังส่วนต่างๆ ของต้นพันธุ์ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาส่วนต่างๆ หากสารสังเคราะห์ถูกลำเลียงออกไป หรือ ลำเลียงออกช้าส่งผลให้ปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงลดลงได้ซึ่งเกิดจาก ปฏิกิริยา Feed back โดยสารจะถูกลำเลียงจากแหล่งสร้างสารสังเคราะห์ (Source) ไปยังส่วนใช้สารสังเคราะห์

(Sink) ที่อยู่ใกล้ที่สุดในแนวเดียวกันผ่านทางท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) ผ่านกระบวนการ mass flow โดยอาศัยความต่างศักย์ของน้ำ (Water potential) ในท่อลำเลียงอาหารซึ่งแบ่งได้ 3 ระยะคือ

5.1 การถ่ายเทสารสังเคราะห์ในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative phase)

สารสังเคราะห์ที่ได้จากแหล่งสังเคราะห์แสง (Source) จะถูกส่งไปยังแหล่งใช้สารสังเคราะห์แสง (Sink) ที่อยู่ในแนวเดียวกันผ่านทางท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) เนื่องจากท่อลำเลียงอาหารมีการวางตัวในแนวเดียวกันทำให้ source ส่งอาหารไปยัง sink ในแนวเดียวกันส่งอาหารได้ดีกว่า source ที่อยู่ใกล้กว่าแต่อยู่คนละด้านกัน (Thrower, 1962 อ้างโดย Gardner et al., 1985) โดยที่ถูกส่งไปจะใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาของ sink ต่างๆ และส่วนที่เหลือจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ ราก ลำต้น และใบ ซึ่งถือว่าเป็น sink ที่สำคัญในการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ sink เหล่านี้จะมีการแก่งแย่งสารสังเคราะห์กัน สัดส่วนสารสังเคราะห์ที่ถูกส่งไปยัง sink เหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดการเจริญและผลผลิตของ sink นั้นๆ ใบอ่อนหรือใบที่ยังเจริญไม่เต็มที่ ต้องอาศัยสารสังเคราะห์จากใบอื่นในการเจริญ จนกว่าจะสามารถสังเคราะห์ได้ด้วยตนเองเพียงพอในการเลี้ยงตัวเองได้แล้วจึงส่งสารที่เหลือไปยัง sink อื่นๆ ใบที่เจริญเต็มที่ สามารถส่งออกสารสังเคราะห์ออกไปได้ถึง 60-80 เปอร์เซ็นต์ของสารที่สังเคราะห์ได้ และเมื่อใบเริ่มแก่ความสามารถในการสังเคราะห์แสงต่ำลง อาหารที่สังเคราะห์ได้ไม่เพียงพอเลี้ยงตนเองจึงไม่มีการส่งอาหารออกไปและไม่มีอาหารจาก source อื่นส่งมาเลี้ยง อย่างไรก็ตาม แร่ธาตุอาหารที่สะสมไว้ที่ใบรวมถึงสารประกอบอินทรีย์บางอย่างจะถูกส่งไปยัง source อื่นก่อนที่ใบจะแห้งเหี่ยวหรือร่วงหล่น (senescence)

5.2 การถ่ายเทสารสังเคราะห์ในระยะเวลาเจริญทางระบบสืบพันธุ์ (Reproductive phase)

การพืชที่จะให้ผลผลิตของพืชไม่ว่าจะเป็นเมล็ดหรือผลก็ตาม ถือเป็น sink ที่ต้องการสารสังเคราะห์มากในการเจริญหรือสะสมน้ำหนัก ดังนั้นการที่ sink มีคุณภาพดีจำเป็นที่จะต้องมีการมี source ที่มากพอและมีคุณภาพก่อนที่พืชจะเริ่มการพัฒนาของดอก เมื่อพืชเติบโตถึงระยะสร้างดอกเพื่อใช้ในการสร้างผลผลิต สารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้จะถูกส่งหรือแบ่งมาเลี้ยง sink เหล่านี้ ซึ่งเป็นการจำกัดอาหารที่ส่งไปเลี้ยง sink อื่นๆ เช่น ลำต้น ใบ และราก ในพืชประเภทที่ไม่ทอดยอด (Determinate plant) จะหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบทันทีเมื่อพืชเริ่มออกดอก ในขณะที่พืชที่มีการทอดยอด

(Indeterminate plant) ในระยะการเจริญเติบโตทางระบบสืบพันธุ์จะมีการเจริญทางลำต้นควบคู่ไปด้วยในระยะหนึ่ง ทำให้อาหารที่จะถูกใช้ในการพัฒนาทางระบบสืบพันธุ์ถูกแบ่งไปใช้ในการเจริญทางลำต้นและใบส่งผลให้ผลผลิตส่วนที่เป็นดอกและผลลดน้อยลง

5.3 การถ่ายเทสารสังเคราะห์ในระหว่างการสะสมน้ำหนักรวม

สารสังเคราะห์ที่ถูกสะสมในเมล็ดนั้นได้มาจาก 3 ทางด้วยกัน 1) ได้จากสารสังเคราะห์ที่สังเคราะห์ขึ้นในขณะที่นั้น 2) ได้จากการสังเคราะห์แสงจาก source อื่นที่นอกเหนือไปจากใบ 3) ได้จากการลำเลียงสารที่ถูกเก็บสะสมไว้ที่ sink อื่นๆระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบผ่านกระบวนการ Remobilization ก่อนที่ source นั้นจะเริ่มการเสื่อมสภาพ (senescence) โดยในการศึกษาการถ่ายเทสารสังเคราะห์ในการพัฒนาของเมล็ดของธัญพืช เช่น ข้าว สาลี ข้าวบาร์เลย์ พบว่า ใบธง (Flag leaf) ช่อรวง และลำต้น เป็น source ที่อยู่ใกล้เมล็ดที่สุดและมีบทบาทในการส่งสารสังเคราะห์ไปที่เมล็ด สำหรับข้าวโพดที่ฝักอยู่บริเวณกลางลำต้น source ที่อยู่ใกล้ที่สุดคือ ใบที่อยู่เหนือฝักขึ้นไป ใบรองฝักและกาบใบโดยสารอาหารที่สะสมอยู่ในเมล็ดจะได้รับการสังเคราะห์ด้วยแสงของ source เหล่านี้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบที่อยู่ด้านล่างฝักจะส่งสารสังเคราะห์ไปเลี้ยง รากและลำต้นส่วนอื่นๆ การที่ข้าวโพดมีการ Remobilization เพียง 25 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากหากมีการถ่ายเทอาหารจากลำต้นที่เป็น sink เช่นกันอาจทำให้ความแข็งแรงของลำต้นลดลงและเกิดการหักล้ม (Lodging) ได้ง่าย

6. การสุกแก่ทางสรีระวิทยา

ในการเจริญเติบโตและพัฒนาของเมล็ดพืช จะมีการสะสมอาหารเก็บไว้ในเมล็ด มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่างลักษณะต่างๆของเมล็ด ตลอดไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยา จนกระทั่งถึงระดับการสุกแก่ทางสรีระวิทยา (Physiological maturity) ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีการพัฒนาเต็มที่และสะสมอาหารหรือน้ำหนักแห้งไว้มากที่สุดและมีการลดความชื้นของผลผลิตอย่างรวดเร็ว โดยระยะเวลาตั้งแต่จะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ในข้าวโพดเราสามารถประเมินระยะการสุกแก่ทางสรีระวิทยาได้โดยความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์และมีน้ำหนักแห้งสูงสุด (Kiesselbach และ walke ,1952 อ้างโดย วีรชัย, 2540) ซึ่งมีความผันแปรตามวันปลูกและพันธุ์จึงมีการเสนอให้ใช้การดูการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่โคนเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีดำ (Black layer) ซึ่งก็คือกลุ่มของท่อลำเลียงอาหารเข้าสู่เมล็ดจนเมื่อเมล็ดเติบโตเต็มที่จึงหมดหน้าที่และเสื่อมสภาพลง (Hunter at al. ,1998 อ้างโดย วีรชัย, 2540)

7. ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Seed germination)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นคุณสมบัติที่ค่อนข้างสำคัญและเป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ดีที่สุดลักษณะหนึ่ง การตรวจสอบความงอกมีด้วยกันหลากหลายวิธีการ อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบและประเมินผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ จะต้องปฏิบัติตามกฎที่กำหนดขึ้น โดย ISTA หรือ AOSA เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน การทดสอบความงอกหากเป็นเมล็ดพันธุ์พืชที่มีการพักตัวจะต้องทำลายการพักตัวให้หมดเสียก่อน

8. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed)

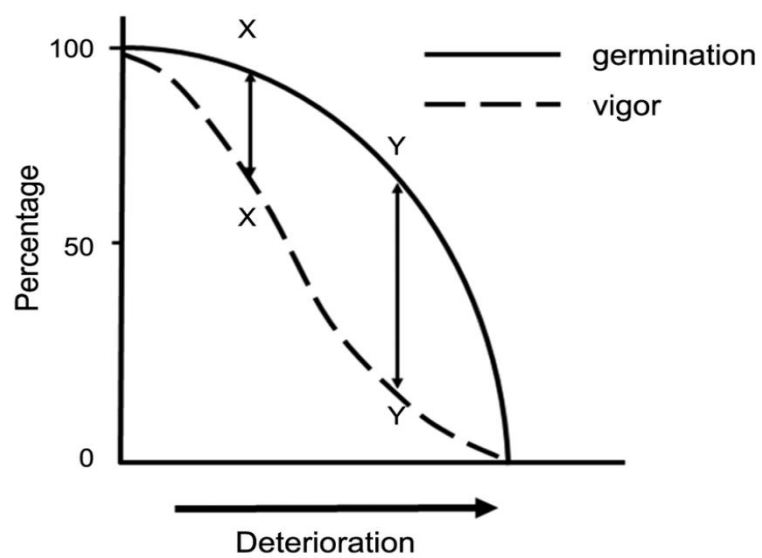
ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ(จวงจันท์, 2529a) คือ

8.1. ความแข็งแรงอันเนื่องมาจากลักษณะทางพันธุกรรม (Genetic vigour) คือ ความแข็งแรง

หรือลักษณะดีเด่นของเมล็ดพันธุ์อันเนื่องมาจากพันธุกรรม เช่น ลักษณะที่เรียกว่า ความดีเด่นของลูกผสมหรือเฮเทอโรซิส (heterosis) หรือไฮบริด วิกเกอร์ (hybrid vigour) ในลูกผสมชั่วแรก เป็นต้น เมล็ดพืชต่างสายพันธุ์กันมีพันธุกรรมต่าง ๆ กันก็就会有ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่างกัน

8.2. ความแข็งแรงทางสรีรวิทยา (Physiological vigor) คือ ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์อันเกิดขึ้นเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อเมล็ดพันธุ์ สิ่งแวดล้อมเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับเมล็ดพันธุ์ตั้งแต่เริ่มปลูกไปจนเก็บเกี่ยว ตลอดจนถึงการสี นวด การตากหรือการลดความชื้น การขนย้าย บรรจุ หีบห่อ การคลุกสารเคมี และการเก็บรักษา

ถึงแม้ว่าเมล็ดสามารถงอกได้สูงสุดก่อนที่เมล็ดจะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หรือก่อนที่เมล็ดจะมีน้ำหนักแห้งสูงสุดก็ตาม แต่ความแข็งแรงของเมล็ดเพิ่มขึ้นช้ากว่าความงอกของเมล็ด และสูงสุดเฉพาะขณะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาเท่านั้น หลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้ว ความแข็งแรงของเมล็ดจะค่อย ๆ ลดลงในอัตราที่เร็วกว่าการลดลงของความงอก



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความมีชีวิตและแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ในแปลงปลูก

- 1.1 เมล็ดพันธุ์พืชที่ใช้ในการทดลอง
- 1.2 ปุ๋ยเคมี
 - 1.2.1 ปุ๋ยรองพื้น (สูตร 16-16-16)
 - 1.2.2 ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0)
- 1.3 ไม้วัดความสูง
- 1.4 เครื่องวัดความเขียวใบ (SPAD meter) รุ่น SPAD - 502 Minolta
- 1.5 เครื่องเวอร์เนียร์
- 1.10 มีด สำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต
- 1.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก เช่น เครื่องชั่ง 10 กิโลกรัม และเครื่องชั่งสองตำแหน่ง
- 1.12 อุปกรณ์อื่นๆ เช่น Tag มีด กรรไกร ถุงพลาสติก ถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่าง ถุงตาข่าย ปากกา กระดาษสำหรับบันทึกข้อมูล กระดาษกรอง ฯลฯ

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- 2.1 การลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ตู้อบลมร้อน , ความชื้น
- 2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด
- 2.4 การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Vigor test) เช่น การคายนเพาะ (Germination Blotter) ตู้อบ (hot air oven) ตู้เพาะเมล็ด (seed germinator) กระดานเพาะเมล็ด (seed counting board) โถเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (AA jar) น้ำกลั่น เป็นต้น

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองด้วยแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัยคือจำนวนใบหน่อฝักที่ได้รับผลกระทบจากการถอดดอกตัวผู้แบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ

- 1.1. จำนวนใบหน่อฝักหลังถอดดอกตัวผู้เหลือ 3 ใบ
- 1.2. จำนวนใบหน่อฝักหลังถอดดอกตัวผู้เหลือ 2 ใบ
- 1.3. จำนวนใบหน่อฝักหลังถอดดอกตัวผู้เหลือ 1 ใบ

1.4. เหลือเพียงใบรองฝักหลักการถอดดอกตัวผู้

2. การปลูกและการจัดการแปลงทดลอง

2.1 การเตรียมพื้นที่

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ไถดะผาน 3 จำนวน 1 ครั้ง และไถพรวนผาน 7 จำนวน 2 ครั้ง เพื่อปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก

2.2 การปลูก

เริ่มปลูกวันที่ วันที่ 1 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ปลูกข้าวโพดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้เมล็ด จำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม ประกอบด้วยสายพันธุ์แม่ 4 แถว และสายพันธุ์พ่อ 2 แถว โดยมีระยะระหว่างแถว 40 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร

2.3 การใส่ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ยสูตร (16-16-16) อัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่โดยใส่หลังเมล็ดงอก 3-5 วัน และใส่ครั้งที่ 2 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่หลังเมล็ดงอก 40 วัน

ใส่ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่โดยใส่หลังเมล็ดงอก 20 วัน และใส่ครั้งที่ 2 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่หลังเมล็ดงอก 40 วัน

2.4 การให้น้ำ

การให้น้ำให้แบบระบบน้ำหยดทุกวันเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

2.5 การจัดการแปลงต่างๆ

ก่อนทำการทดลองช่วงระยะการออกดอกดำเนินการตัดดอกตัวผู้ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แม่ และเมื่อผสมเสร็จตัดต้นสายพันธุ์พ่อทิ้ง

การกำจัดวัชพืชทำโดยใช้แรงงานคนใช้จอบหรือเสียมค้ายหญ้าระหว่างแถวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยกำจัดวัชพืชทุกๆ 10-15 วัน จนใบข้าวโพดปกคลุมพื้นที่ และการใช้สารเคมีคุมหนอนและแมลง โดยใช้สารเคมี emamectin benzoate ฉีดพ่นทุก 5 วัน เมื่อพบอาการระบาดของหนอน

3.การเก็บข้อมูล

3.1 การเจริญเติบโต

3.1.1 วัดความสูงต้นข้าวโพดโดยการสุ่มตัวอย่างบล็อกละ 5 ต้น โดยวัดจากโคนต้นจนถึงใบสูงที่สุดที่อยู่เหนือฝัก

3.1.2 วัดความเขียวใบข้าวโพดโดยการใช้เครื่อง SPAD โดยหาจากค่าเฉลี่ย 3 ใบต่อต้นจำนวน 5 ต้นต่อบล็อก

3.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

3.2.1 เก็บต้นข้าวโพดในระยะสุกแก่ทางสรีระวิทยา(Physiological maturity maturity) ข้อมูลผลผลิตน้ำหนักสดข้าวโพดทันทีหลังการเก็บเกี่ยวแยกลำต้น, ใบและฝักซึ่งน้ำหนักแยกกัน โดยตัดลำต้นเสมอโคนต้นข้าวโพดเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดจากบล็อกแต่ละบล็อกละจำนวน 5 ต้นต่อบล็อกตามทริทเมนส์ที่กำหนด

3.2.2 นำลำต้นข้าวโพด, ใบที่เก็บข้อมูลน้ำหนักสดแล้วเข้าสู่อบเพื่อลดความชื้น จากนั้นนำมาหาค่าน้ำหนักแห้งของข้าวโพด

3.2.3 ฝักข้าวโพดที่หาค่าน้ำหนักสดแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อน (Hotair Oven) อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสจนกว่าเมล็ดจะมีความชื้นเหลือ 12 เปอร์เซ็นต์เพื่อหาค่าน้ำหนักแห้งของฝักข้าวโพด

ตารางที่ 1 ความชื้นของเมล็ดในระยะสุกแก่ทางสรีระวิทยา

ชนิด	จำนวนวันหลังดอกบาน	ความชื้นของเมล็ด
ข้าวโพดไร่(Zea mays) พันธุ์สุวรรณ 1	50 วัน	35%
พันธุ์สุวรรณ 2	45 วัน	35%
ข้าวโพดหวาน(Z. mays) พันธุ์ Thai Supersweet Composite#1 DMR	46 วัน	33%

3.2.4 หางอค์ประกอบผลผลิตข้าวโพด ได้แก่ จำนวนแถวต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อแถว น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด

3.3 ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด
นำเมล็ดที่ผ่านการลดความชื้นแล้วมาเพาะด้วยวิธีการเพาะเมล็ดวิธีการหาความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการขอ ISTA

3.3.1 การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ จำนวนโดยใช้การเพาะเมล็ดด้วยวิธี Between paper (BP) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = (\text{จำนวนต้นกล้าปกติ/จำนวนเมล็ดที่เพาะ}) * 100$$

3.3.2 การหาความแข็งแรงของเมล็ดด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ จำนวนโดยการ ใช้เมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุแล้วมาเพาะด้วยวิธี BP และหาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ มีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{ความแข็งแรงของเมล็ด} = (\text{จำนวนต้นกล้าปกติ/จำนวนเมล็ดที่เร่งอายุ}) * 100$$

3.3.3 การหาความแข็งแรงของเมล็ดด้วยวิธีการเพาะเมล็ดในที่มืดด้วยวิธี BP มี สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ความแข็งแรงของเมล็ด} = (\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก/จำนวนเมล็ดที่เพาะในที่มืด}) * 100$$

3.3.4 การหาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยดัชนีความงอก โดยอาศัยหลักการที่ว่า เมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงจะงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำ โดยต้องมีการตรวจนับความงอกทุกวัน (จวงจันทร, 2529) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ดัชนีความงอกของเมล็ด} = \text{ผลบวกของ (จำนวนของต้นที่งอกในแต่ละวัน/จำนวนวันหลังเพาะ)}$$

3.3.5 การหาอัตราการเจริญของต้นกล้า (seedlings growth rate: SGR) โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงยอมให้ความยาวของราก และลำต้นมากกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำโดยหาจากต้นกล้าที่เพาะเมล็ดในที่มืด (จงจันทร์, 2529) มีสูตรคำนวณดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (SAG) = (น้ำหนักแห้งของต้นกล้าปกติ / จำนวนต้นกล้าปกติ)

3.3.6 การหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า จากหลักการที่ว่า เมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงยอมให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำ โดยนำต้นกล้าที่งอกไอบในตู้อบเพื่อลดความชื้นและจึงนำไปหาน้ำหนักแห้ง

3.3.7 การหาอัตราส่วนระหว่างลำต้นและรากของต้นกล้าที่งอกโดยใช้น้ำหนักแห้งของลำต้นและรากในการหาอัตราส่วนระหว่างลำต้นและรากของต้นกล้า มีสูตรคำนวณดังนี้

อัตราส่วนระหว่างลำต้นและราก = (น้ำหนักแห้งลำต้น / น้ำหนักแห้งราก)

4.การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistix ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) ใช้ เป็นวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างของหน่วยทดลองด้วยวิธี Tukey HSD

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่การทำวิจัย

1.1 แปลงเกษตรกร ตำบลคอนคา อำเภออุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี

1.2 ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพฯ

2. ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มการทดลองเมื่อเดือนพฤษภาคม 2562 สิ้นสุดการทดลองเดือนเมษายน 2563

ผลการทดลอง

1.องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

1.1 น้ำหนักสดต้นละใบ

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อน้ำหนักสด ที่ 3 ใบเหนือฝัก ให้น้ำหนักสดสูงสุด (283.43 กรัม) เมื่อเทียบกับ 2 และ 1 ใบเหนือฝัก (259.88 และ 205.09 กรัมตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อเทียบกับเหลือแค่ใบรองฝักพบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยน้ำหนักของปัจจัยในรองฝัก 173.80 กรัม ซึ่งต่ำสุด

1.2 น้ำหนักแห้งต้นและใบ

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อ ที่ 3 ใบเหนือฝัก ให้น้ำหนักสดสูงสุด (122.42 กรัม) เมื่อเทียบกับ 2 ใบเหนือฝัก และ 1 ใบเหนือฝัก (100.80 และ 94.25 กรัมตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเทียบกับเหลือแค่ใบรองฝักพบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยน้ำหนักของปัจจัยในรองฝัก 61.67 กรัม ซึ่งต่ำสุด

1.3 ความยาวฝัก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดพบว่าความยาวฝัก ที่ 3 ใบเหนือฝักหลักการถอดดอกตัวผู้ มีความยาวฝัก 112.73 มิลลิเมตรซึ่งสูงที่สุดแต่เมื่อเทียบกับ 2 ใบเหนือฝัก และ 1 ใบเหนือฝัก (111.65 และ 108.47 มิลลิเมตรตามลำดับ) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อเทียบกับ ปัจจัยเหลือที่แค่ใบรองฝักที่ยาว 90.10 เซนติเมตรพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

1.4 ความกว้างฝัก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตข้าวโพดพบว่าความกว้างฝักที่ 2 ใบเหนือฝักหลักการถอดดอกตัวผู้ ให้ความกว้างฝักสูงสุด (28.06 เซนติเมตร) เมื่อเทียบกับ 3 ใบเหนือฝักและ 1 ใบเหนือฝัก (26.76 และ 27.05 เซนติเมตรตามลำดับ) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเทียบกับปัจจัยเหลือที่แค่ใบรองฝัก (20.30 เซนติเมตร) พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมี

นัยยะสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อนำ 3 ใบเหนือฝัก มาเทียบกับ ใบรองฝัก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสถิติ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบผลผลิต

ทรีทเมนต์ (จำนวนใบเหนือ ฝัก)	น้ำหนักสดต้น (กรัม)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	ความกว้างฝัก (เซนติเมตร)	ความยาวฝัก (เซนติเมตร)
3	283.43 a	122.41 a	26.76 ab	112.73 a
2	259.88 ab	100.80ab	28.06 a	111.65 a
1	205.09 bc	94.25 ab	27.05 a	108.47 a
เหลือเพียงใบรอง ฝัก	173.80 c	61.68 b	20.30 b	90.10 b
HSD (0.05)	23.11*	13.85*	1.95*	2.83*
CV. (%)	72.02	43.28	6.12	8.84

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.5 น้ำหนักสดฝัก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตข้าวโพดพบว่า น้ำหนักสดฝักที่ 3 ใบเหนือฝักหลังการถอดดอกตัวผู้ให้น้ำหนักฝักสูงสุด (61.25) กรัมต่อฝักเมื่อเทียบกับ 2 ใบเหนือฝักไม่ (51.80) พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ แต่เมื่อนำมาเทียบกับ 1 ใบเหนือฝักและเหลือเพียงใบรองฝัก (40.97 และ 30.60 กรัมต่อฝักตามลำดับ) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

1.6 น้ำหนักแห้งฝัก

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตข้าวโพดพบว่า ที่ 3 ใบเหนือฝักหลังการถอดดอกตัวผู้ให้น้ำหนักแห้งฝักสูงสุด (45.50 กรัมต่อฝัก) เมื่อเทียบกับ 2 1 ใบและเหลือเพียงใบรองฝัก (30.74 23.91 17.01 กรัมต่อฝักตามลำดับ) พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

1.7 จำนวนแถวต่อฝัก

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อจำนวนแถวต่อฝัก ที่ 3 ใบเหนือฝักหลังการถอดดอกตัวผู้ให้ค่าสูงสุด (12.70) เมื่อเทียบกับ 2 และ 1 ใบเหนือฝัก (11.45 และ 11.05 แถวตามลำดับ) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่เมื่อนำมาเทียบกับเหลือเพียงใบรองฝัก (6.20) พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

1.8 จำนวนเมล็ดต่อแถว

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อจำนวนเมล็ดต่อแถวพบว่า ที่ 1 ใบเหนือฝักให้จำนวนเมล็ดต่อแถวสูงสุด (7.15 เมล็ดต่อแถว) เมื่อเทียบกับ 3 ใบ, 2 ใบและเหลือเพียงใบรองฝัก (4.25 , 6.8 และ 3.75 ตามลำดับ) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

1.9 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก ที่ 3 ใบเหนือฝักให้จำนวนเมล็ดต่อฝักสูงสุด (142.92 เมล็ดต่อฝัก) เมื่อเทียบกับจำนวนใบเหนือฝักที่ 2 1 ใบและเหลือเพียงใบรองฝัก (98.73 57.33 และ 32.73 เมล็ดต่อฝัก) พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

1.10 น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อฝัก

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อน้ำหนักเมล็ด ที่ 3 ใบเหนือฝักหลังการถอดดอกให้น้ำหนักเมล็ดสูงสุด (33.25 กรัม) เมื่อเทียบกับจำนวนใบเหนือฝักที่ 2 1 และเหลือเพียงใบรองฝัก (24.00 14.00 และ 12.93 กรัม

ตามลำดับ) พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อนำปัจจัย 2 ใบเหนือฝักเทียบกับใบเหนือฝัก 1 ใบและเหลือเพียงใบรองฝักพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.11 น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อน้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ดที่ 3 ใบเหนือฝักให้น้ำหนักมากที่สุด (24.42) เมื่อเทียบกับ 2 และ 1 ใบเหนือฝัก (23.76 และ 23.57 กรัมตามลำดับ) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเทียบกับเหลือเพียงใบรองฝัก (22.35) พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำเหลือเพียงใบรองฝักมาเทียบกับ 2 และ 1 ใบรองฝักไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

1.12 น้ำหนักชั่งแห้ง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตข้าวโพดพบว่าที่ 3 ใบเหนือฝักหลังการถอดดอกตัวผู้ให้น้ำหนักของชั่งข้าวโพด 12.93 กรัมเมื่อนำไปเทียบกับใบเหนือฝัก 2 ใบและ 1 ใบเหนือฝักที่ให้น้ำหนักชั่งแห้ง 11.45 และ 11.05 กรัมตามลำดับไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำไปเทียบกับปัจจัยที่เหลือแค่ใบรองฝัก (6.26 กรัม) พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

ทริทเมนต์ (จำนวนใบ เหนือฝัก)	น้ำหนักสด ฝัก(กรัม)	น้ำหนัก แห้งฝัก (กรัม)	จำนวน แถวต่อฝัก	จำนวน เมล็ดต่อ แถว	จำนวน เมล็ดต่อ ฝัก	น้ำหนัก เมล็ด ทั้งหมดต่อ ฝัก	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	น้ำหนักชั่ง แห้ง (กรัม)
3	61.25a	45.50 a	12.70 a	4.25a	142.92a	33.25a	24.42a	12.35a
2	51.80ab	30.75b	11.45a	6.80a	98.73b	24.00b	23.76ab	10.00a
1	40.97bc	24.00bc	11.05 a	7.15a	57.33c	14.00c	23.53ab	13.25a
เหลือเพียง ใบรองฝัก	30.60c	17.01c	6.20 b	3.75a	32.73d	12.93c	22.35b	7.82a
Tukey (0.05)	3.63*	2.34*	0.72*	ns	5.53*	1.14*	0.46*	ns

CV. (%)	11.35	7.33	2.25	7.49	17.28	3.57	1.44	10.43
---------	-------	------	------	------	-------	------	------	-------

หมายเหตุ * =มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns =ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

2.1ความงอกของเมล็ดพันธุ์

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อความงอก ที่จำนวนใบ 3 2 1 ใบและเหลือแค่ใบรองฟัก(99.50 100 100 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การที่ความงอกของทั้งสี่ปัจจัยไม่มีความต่างกันอาจเกิดจากการที่เมล็ดเก็บเกี่ยวพร้อมกันทำให้ความงอกของเมล็ดไม่ต่างกัน

2.2 ความแข็งแรงของเมล็ดเมื่อทดสอบด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่ 3 ใบเหนือฝักให้ความแข็งแรงของเมล็ดสูงสุด (50.00 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำไปเทียบกับ 2 1 ใบและเหลือเพียงใบรองฝักพบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งให้ความแข็งแรงของเมล็ด(36.00 23.25 และ 21.25 ตามลำดับเปอร์เซ็นต์

2.3 ดัชนีความงอกของเมล็ดเมล็ดที่อายุเก็บรักษา 6 เดือน

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมพบว่า ดัชนีความงอกของเมล็ดที่อายุ 6 เดือน ที่ 3 ใบเหนือฝักให้ดัชนีสูงสุด (15.77) เมื่อเทียบกับปัจจัย 2 1 ใบและเหลือเพียงใบรองฝัก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) (15.94 16.57 และ 16.31 Seed day⁻¹ ตามลำดับ)

2.4 ดัชนีความงอกของเมล็ดเมล็ดที่อายุเก็บรักษา 12 เดือน

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อดัชนีความงอกของเมล็ดที่อายุ 12 เดือน ที่ 1 ใบเหนือฝักให้ดัชนีความงอกสูงสุด

(19.54) เมื่อเทียบกับ 3 2 และเหลือเพียงใบรองฝักไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (17.50 19.50 และ 19.15 Seed day⁻¹ ตามลำดับ)

2.5 ความงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาวะมืด

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อความงอกในที่มืดพบว่า ทั้ง 4 ปัจจัยให้ความงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาวะมืด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตารางที่

2.6 ความยาวยอดของต้นกล้า

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อความยาวยอดของต้นกล้า ที่ 3 ใบเหนือฝักให้ความยาวยอดสูงสุด (9.87 cm) เมื่อนำไปเทียบกับจำนวนใบ 2 1 ใบและเหลือเพียงใบรองฝัก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2.7 ความยาวรากของต้นกล้า

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อความยาวรากของต้นกล้า ที่ 3 ใบเหนือฝักให้ความยาวรากสูงสุด (11.21 cm) เมื่อนำมาเทียบกับ 2 ใบเหนือฝัก (9.78 cm) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อเทียบกับ 1 ใบและ เหลือเพียงใบรองฝัก (9.52 และ 9.11 cm ตามลำดับ) พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

2.8 อัตราส่วนยอดและรากของต้นกล้า

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมพบว่า อัตราส่วนยอดและรากของต้นอ่อนงอก 4 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงถึงอิทธิพลการสูญเสียใบจากการถอดดอกตัวผู้ไม่มีผลต่ออัตราส่วนของความยาวยอดและรากของต้นกล้า

2.9 น้ำหนักแห้งต้นกล้า

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถูกผสมต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้าของทั้ง 4 ปัจจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ($P<0.05$) แสดงถึงอิทธิพลการสูญเสียใบจากการถอดดอกตัวผู้ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่งอก

2.10 อัตราการเจริญของต้นกล้า

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพดต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมต่ออัตราการเจริญของต้นกล้า พบว่าที่ 1 ใบเหนือฝักให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (0.063) เมื่อเทียบกับ จำนวนใบเหนือฝัก 2 ใบและเหลือเพียงใบรองฝักไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) (0.054 และ 0.058 มิลลิกรัมตามลำดับ) แต่เมื่อเทียบกับ 3 ใบเหนือฝักพบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (0.049)

ตารางที่ 4 ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ทรีทเมนต์ (จำนวนใบเหนือฝัก)	Gemination (%)	AA-test (%)	GI ที่ 6 เดือน Seed day ⁻¹	GI ที่ 12 เดือน Seed day ⁻¹	Gemination ในที่มืด (%)
3	99.5a	50.00a	15.77a	17.50a	100.00a
2	100a	36.00b	15.94a	19.50a	100.00a
1	100a	23.25c	16.57a	19.54a	100.00a
เหลือเพียงใบรองฝัก	100a	21.25c	16.31a	19.15a	97.50a
Tukey (0.05)	ns	3.25*	ns	ns	ns
CV. (%)	1.10*	10.18*	1.10*	6.94*	3.18*

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ทรีทเมนต์ (จำนวนใบเหนือ ฝัก)	ความยาวยอด cm	ความยาวราก cm	อัตราส่วนยอด/ ราก	น้ำหนักแห้งต้น กล้า กรัม/ต้น	อัตราการเจริญ ของต้นกล้า มิลลิกรัม/ต้น
3	9.87a	11.21a	0.11a	0.12a	0.049b
2	9.17a	9.78a	0.16a	0.11a	0.054ab
1	8.69a	9.52b	0.13a	0.11a	0.063a
เหลือเพียงใบรอง ฝัก	8.90a	9.11b	0.11a	0.12a	0.058ab
Tukey (0.05)	ns	0.51*	ns	ns	3.253*
CV. (%)	1.34	1.62	0.06	0.03	0.010

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิจารณ์

จากการศึกษาอิทธิพลของการถอดดอกตัวผู้ของข้าวโพด จำนวนใบที่ลดลงส่งผลให้น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดลดลง ต้นที่มีจำนวนใบน้อยสุดให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตทั้ง น้ำหนักแห้งต้น ความกว้างฝัก ความยาวฝัก น้ำหนักแห้งฝัก จำนวนแถวต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักชั่งแห้งต่ำสุด เนื่องจากใบถือเป็นแหล่งสร้างอาหารและปัจจัยจำกัดการให้ผลผลิตของพืช การที่จำนวนใบลดลงส่งผลให้ผลผลิตลดลงตามไปด้วย (เอ็จ, 2558)

จำนวนใบที่ลดลงไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากเมล็ดเก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งเป็นระยะที่มีความงอกสูงสุด(จวงจันทร, 2529)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เมื่อทดสอบด้วยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ จำนวนใบต่ำสุดให้เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำสุด แสดงถึงเมล็ดที่มีการสะสมอาหารน้อยจะให้ความงอกในสภาวะที่ไม่เหมาะสมน้อยและมีอายุในการเก็บรักษาต่ำไปด้วย(จวงจันทร, 2529)

จำนวนใบที่ลดลงไม่มีผลต่อ ความงอกในที่มีด ดัชนีความงอก และ อัตราส่วนระหว่างยอดและรากของต้นกล้าที่งอก

จำนวนใบมากที่สุดให้ อัตราการเจริญของต้นกล้าต่ำสุด ซึ่งแตกต่างกับรายงานของ จวงจันทร(2529) ทั้งนี้อาจเกิดจากการชั่งน้ำหนักแห้งต้นกล้าอาจมีความคลาดเคลื่อนจากตัวผู้วิจัยเอง

สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของการศูนย์เสียใบที่ส่งผลต่อ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การถอดดอกที่มีใบเหลือใกที่สุด ให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงเฉลี่ยสูงสุด ในขณะที่จำนวนใบน้อยสุด ให้ผลผลิตและองค์ประกอบโดยเฉลี่ยต่ำที่สุดเนื่องจาก ใบที่ลดลงส่งผลให้แหล่งสังเคราะห์อาหารไม่เพียงพอ ส่งผลให้องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตลดลง

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่จำนวนใบสูงสุดและต่ำสุด ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยการเร่งอายุเมล็ด จำนวนใบน้อยสุดมีความแข็งแรงต่ำสุด ซึ่งเกิดจากการที่ใบน้อยสุดส่งผลให้อาหารที่สังเคราะห์ได้ต่ำส่งผลให้อาหารที่สะสมในเมล็ดต่ำไปด้วย

สรุปว่า ในขั้นตอนการถอดดอกตัวผู้ไม่ควรถอดดอกแรงจนกระทั่งมีใบติดไปมาก โดยให้คงมีจำนวนใบเหนือฝักเหลือไม่ต่ำกว่า 2 ใบเพื่อยังคงรักษาปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไว้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 210 หน้า
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 275 หน้า
- เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เอ็จ สโรบล. 2558. สรีรวิทยาการผลิตพืชขั้นสูง. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 249 หน้า
- Ritchie, S.W. and Hanway, J.J. 1982. **How and corn plants develop. Special Report No.48,** Revised February 1982. Iowa State Univ. of Science and Technology, coop.Ext.Serv., Ames, Iowa, U.S.A.
- สุพจน์ เฟื่องฟูวงศ์. พรปรีดา วนาภิขิต. และ พร รุ่งแจ้ง. 2528. ผลของอายุเมล็ดต่อคุณภาพข้าวโพดไร่. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.): 180-187.
- วีรชัย ศรียี่สุน. 2540. ผลของการชะลอการเก็บเกี่ยวภายหลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวและลูกผสมสามทาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมพร คำยศ. 2537. อิทธิพลของการถนอมยอด และหักลำต้นที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ที่นำเสนอในภาคใต้. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาพืช 3-5 กุมภาพันธ์ 2537: 468-477.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักสดข้าวโพด

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	8029.3	2676.4	9.39	0.0039
T	3	30098.5	10032.8		
Error	9	9615.3	1068.4		
Total	15	14530.347743.1			

ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักแห้งข้าวโพด

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	3487.9	1162.65	6.59	0.0120
T	3	7586.8	2528.94		
Error	9	3455.2	383.92		
Total	15	14530.3			

ตารางผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักสดผัก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	23.81	7.937		0.0001
T	3	2114.06	704.687	26.69	
Error	9	237.59	26.398		
Total	15	2375.46			

ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักผักแห้ง

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	18.51	6.171		
T	3	1774.05	591.349	53.63	0.000
Error	9	99.24	11.027		
Total	15	1891.80			

ตารางผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวปีก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	44.77	14.757		
T	3	1343.49	447.829	27.91	0.0001
Error	9	144.41	16.046		
Total	15	1532.17			

ตารางผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความกว้างปีก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	17.347	5.7822		
T	3	150.530	50.1767	6.53	0.0123
Error	9	69.117	7.6796		
Total	15	236.994			

ตารางผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนแถวต่อฝัก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	3.695	1.2317		
T	3	97.780	32.5933	31.39	0.0000
Error	9	9.345	1.0383		
Total	15	110.820			

ตารางผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อแถว

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	23.228	7.7425		
T	3	36.147	12.0492	1.05	0.4183
Error	9	103.663	11.5181		
Total	15	163.038			

ตารางผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเมล็ดต่อฝัก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	108.0	35.99	150.80	0.0000
T	3	27698.8	9332.92		
Error	9	551.0	61.23		
Total	15	28357.8			

ตารางผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อฝัก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	5.19	1.729		
T	3	1155.69	385.229	147.14	0.0000
Error	9	23.56	2.1618		
Total	15	1184.44			

ตารางผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	1.1947	0.39823		
T	3	7.6278	2.54262	5.98	
Error	9	3.8402	0.42669		
Total	15	12.6628			

ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักชั่งแห้ง

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	68.750	22.9167		
T	3	82.250	27.4167	1.23	0.3547
Error	9	200.750	22.30556		
Total	15	351.750			

ตารางผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความงอกของเมล็ดพันธุ์

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	0.7500	0.25000		
T	3	0.7500	0.25000	1.00	0.4363
Error	9	2.2500	0.25000		
Total	15	3.7500			

ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อทดสอบด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ด (accelerated aging test)

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	88.25	29.417		
T	3	2122.25	707.417	33.29	0.0000
Error	9	191.25	21.250		
Total	15	2401.75			

ตารางผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ดัชนีความงอกของเมล็ดที่อายุเก็บรักษา 6 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	6.3437	2.11456		
T	3	1.5418	0.51394	2.06	0.1760
Error	9	2.2457	0.4952		
Total	15	10.1311			

ตารางผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ดัชนีความงอกของเมล็ดที่อายุเก็บรักษา 12 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	9.658	3.21949		
T	3	11.130	3.70984	0.38	0.7732
Error	9	88.998	9.88871		
Total	15	109.786			

ตารางผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความงอกของเมล็ดที่เพาะในที่มีด

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	6.2500	2.08333		
T	3	18.7500	6.2500	3.00	0.0877
Error	9	18.7500	2.08333		
Total	15	43.7500			

ตารางผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความยาวยอดของต้นกล้าที่งอก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	0.21592	0.071997		
T	3	3.14796	1.04932	2.86	0.0964
Error	9	3.29689	0.36632		
Total	15	6.66078			

ตารางผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ความยาวรากของต้นกล้าที่งอก

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	1.6260	0.54200		
T	3	9.9956	3.33187	6.18	0.0144
Error	9	4.8532	0.53924		
Total	15	16.4748			

ตารางผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน อัตราส่วนระหว่างยอดต่อรากต้นกล้า

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	0.00020	0.00007		
T	3	0.00468	0.00156	1.65	0.2465
Error	9	0.00852	0.00095		
Total	15	0.01340			

ตารางผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักแห้งของต้นกล้า

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	0.00091	3.041E-04		
T	3	0.00046	1.530E-04	0.60	0.6319
Error	9	0.00230	2.557E-04		
Total	15	0.00367			

ตารางผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน อัตราการเจริญของต้นกล้า

Source	DF	SS	MS	F	P
R	3	1.250	0.416		
T	3	4.165	1.388	6.56	0.012
Error	9	1.905	0.211		
Total	15	7.320			

ภาคผนวก ข.



ภาพที่ 2 ภาพของการทดสอบความงอกโดยการเพาะระหว่างกระดาษ (Between Paper-BP) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์



ภาพที่ 3 ภาพตู้อบลมร้อน



ภาพที่ 4ภาพตู้อินคิวเบเตอร์



ภาพที่ 5การวัดความกว้างและความยาวฝัก



ภาพที่ 6 การเพราะเมล็ดเพื่อดูความงอก



ภาพที่ 7 การชั่งน้ำหนักสดฝัก



ภาพที่ 8 การวัดความยาวยอดและราก



ภาพที่ 9 การตรวจเช็คความงอก



ภาพที่ 10 การชั่งน้ำหนักแห้งต้นกล้าที่งอก

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายอริวัฒน์ เขียมสถาพร
วัน เดือน ปี เกิด	21 กันยายน 2541
สถานที่เกิด	อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	ระดับประถมศึกษาโรงเรียนวัดไผ่เงินโชตนาราม กรุงเทพมหานคร มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดสุทธิวราราม กรุงเทพมหานคร มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดสุทธิวราราม กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

-