



ปัญหาพิเศษ

การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยวิธีการ
ตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว

Evaluation of Sweet Corn Seed Vigour Using Fast Ethanol Assay

นางสาวกัตติกมาส ทองคำ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

.....
วิทยาศาสตร์เกษตร

.....
พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยวิธีการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว

Evaluation of Sweet Corn Seed Vigour Using Fast Ethanol Assay

นามผู้วิจัย นางสาวกัตติกมาส ทองคำ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(..... อาจารย์ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

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

วันที่ เดือน เมษายน พ.ศ. 2562

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยวิธีการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว

Evaluation of Sweet Corn Seed Vigour Using Fast Ethanol Assay

โดย

นางสาวกัตติกมาส ทองคำ

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

กัตติกมาส ทองคำ 2562 : การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยวิธีการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา: ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ประ.ค.

การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานระหว่างการเก็บรักษามีความสำคัญต่อการจัดการคลังเมล็ดพันธุ์ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่สะดวกและรวดเร็ว นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน 2 พันธุ์ มาเร่งอายุที่ 52.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง (ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุเป็นคอนโทรล) นำเมล็ดพันธุ์มาตรวจวัดด้วยเครื่อง Ethanol breath analyser ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที (โดยปรับเมล็ดพันธุ์ให้มีความชื้นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์) เปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีการทดสอบความงอก และการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีการวิเคราะห์ความเร็วในการแทงราก รวมทั้งความงอกในโรงเรือน พบว่าวิธีการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็วสามารถจำแนกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานออกจากกันได้โดยเมล็ดที่ได้รับการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง (ทั้ง 2 พันธุ์ทดสอบ) มีปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการเร่งอายุและที่ได้รับการเร่งอายุที่ 24 ชั่วโมง ผลที่ได้สอดคล้องกับวิธีการทดสอบความงอก ความแข็งแรง และการเพาะในโรงเรือน โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุนานขึ้นจะมีปริมาณเอทานอลสูงขึ้นแต่มีความงอกและความแข็งแรงลดลง โดยสรุปเทคนิคการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็วสามารถจำแนกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการเร่งอายุเป็นระยะเวลาต่างกันได้

ABSTRACT

Kattigamas Thongkom 2019 : Evaluation of Sweet Corn Seed Vigour Using Fast Ethanol Assay . Special Problems, Bachelor's Degree (Agriculture) Major Field Agriculture Science Department of Agronomy Special Problems Advisor: Damrongvudhi Onwimol, Ph.D. XX pages

Evaluation of sweet corn seed between storage important for management seed warehouse. Objective to study fast ethanol assay measurement technique. Which is a method for evaluating seed vigour convenient and fast. Bring the 2 sweet corn seeds to accelerated aging test at 52.5 °C for 24 and 48 hour. (use seeds that do not accelerate aging as a control). Take seeds to be measured by ethanol breath analyser at 60 °C for 90 minutes (adjust seed moisture content about 30 %). Compare results with germination test. Found that the fast ethanol assay can classify the vigour sweet corn seed. By seed accelerate aging 48 hour (2 sweet corn). Have the highest amount of ethanol produced seed do not accelerate aging and accelerate aging 24 hour. The result is consistent with the germination vigour and germination in greenhouse. Seeds that have accelerate aging have higher ethanol content but germination and reduced strength. In summary fast ethanol assay can classify the vigour sweet corn seeds to accelerate aging different duration.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___/___/___

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยได้รับคำปรึกษาและคำแนะนำในการทำ
การทดลองครั้งนี้จึงขอขอบพระคุณ อาจารย์ คำรงวุฒิ อ่อนวิมล ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณบริษัท อีส เวสต์ ซีด ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์เพื่อการทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่เอื้อเพื่อ
สถานที่และอุปกรณ์ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาตรี นิสิตปริญญาโท ครอบครัว พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้
กำลังใจตลอดการทำการทดลองครั้งนี้

กัตติกมาส ทองคำ

พฤศจิกายน 2562

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	11
อุปกรณ์	11
วิธีการ	13
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	15
ผลและวิจารณ์	16
สรุป	23
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	24
ภาคผนวก	26
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	28

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ระยะเวลาในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์และปริมาณเอทานอลของข้าวโพดหวานพันธุ์ A	16
2 ระยะเวลาในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์และปริมาณเอทานอลของข้าวโพดหวานพันธุ์ B	17
3 ระยะเวลาในการเร่งอายุกับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ A	18
4 ระยะเวลาในการเร่งอายุกับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ B	19
5 น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวโพดหวานพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุ	20
6 น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวโพดหวานพันธุ์ B ที่ผ่านการเร่งอายุ	20

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลกับความงอก	21
2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลและการแทงราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง	22
3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลกับความงอกในโรงเรือน	22
4 การวัดปริมาณเอทานอล	26
5 การแทงราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง	26
6 การทดสอบความงอก	27
7 การทดสอบความงอกในโรงเรือน	27

การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยวิธีการตรวจวัดเอทานอล อย่างรวดเร็ว

Evaluation of Sweet Corn Seed Vigour Using Fast Ethanol Assay

คำนำ

มูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมฯ ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ประจำปี 2561 มีมูลค่า 349,021,795.85 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2562) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับย้อนหลังไปพบว่ามูลค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่หนึ่งในอุปสรรคสำคัญของการส่งออกเมล็ดพันธุ์คือการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษา การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถห้ามไม่ให้เกิดขึ้นได้และเป็นสิ่งที่ไม่สามารถผันกลับได้ การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเกิดขึ้นน้อยที่สุดเมื่อเมล็ดพันธุ์อยู่ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) และเมล็ดจะตายเมื่อการเสื่อมคุณภาพถึงจุดสูงสุด การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันในเมล็ดพันธุ์ต่างชนิดกัน ต่างพันธุ์กัน ต่างกองกัน และยังแตกต่างกันในแต่ละเมล็ดที่อยู่ในกองเดียวกัน (ชยพร, 2546) ขึ้นแรกของการเสื่อมคุณภาพเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ด โดยเริ่มจากการเสื่อมสภาพของเมมเบรนของอวัยวะต่าง ๆ ภายในเซลล์ เช่น ไมโทคอนเดรียที่เป็นแหล่งสร้างพลังงาน (Adenosine Triphosphate, ATP) โดยใช้ออกซิเจนของเซลล์เมื่อไมโทคอนเดรียเสื่อมสภาพส่งผลให้การสร้าง ATP โดยใช้ออกซิเจนหยุดชะงัก แต่เซลล์ยังคงต้องการพลังงานในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์จึงเปลี่ยนกระบวนการสร้างพลังงานเป็นกระบวนการ fermentation ที่เกิดขึ้นภายใน cytosol โดย pyruvate จากกระบวนการ glycolysis จะถูกเปลี่ยนเป็น acetaldehyde แล้วถูกเปลี่ยนต่อเป็นเอทานอล (ethanol) เพื่อให้ได้ nicotinamide adenine dinucleotide (NAD) + hydrogen (H) สารให้พลังงานแก่เซลล์ขึ้นมาทดแทน (Benamar *et al.*, 2003) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพมากจะผลิตเอทานอลมาก ดังนั้นการเปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่เมล็ดพันธุ์ผลิตได้จึงสามารถนำมาใช้จำแนกระดับความเสื่อมคุณภาพหรือระดับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้

ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช กำหนดให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L. var. *saccharata*) ต้องมีความบริสุทธิ์ทางกายภาพไม่ต่ำกว่า 96 เปอร์เซ็นต์ และมีความงอกไม่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2556) แต่ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นคุณลักษณะที่เหนือกว่าความงอก หากเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงจะมีความงอกสูงด้วย ดังนั้นการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการเก็บรักษาจึงมีความสำคัญต่อการจัดการคลังเมล็ดพันธุ์ แต่การ

ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการมาตรฐานเช่น วิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ หรือ การเพาะทดสอบในที่เย็น (ISTA, 2015) ส่งผลให้ได้รับข้อมูลเพื่อการตัดสินใจจัดการกับเมล็ดพันธุ์ล่าช้า Kodde *et al.* (2012) จึงได้นำเสนอวิธีการประเมินความเสื่อมของเมล็ดพันธุ์อย่างรวดเร็วด้วยเครื่องตรวจวัดเอทานอลแบบดัดแปร (modified ethanol sensor) ที่เรียกว่าเทคนิคการตรวจวัด เอทานอลอย่างรวดเร็ว (fast ethanol assay) ในเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีและพบการผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดพันธุ์ผ่านการเร่งอายุ โดยเทคนิคการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็วใช้เวลาที่สั้นกว่าวิธีมาตรฐาน ฉะนั้นการพัฒนาเทคนิคดังกล่าวในเมล็ดพันธุ์ชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูง (กรมวิชาการเกษตร, 2562) ย่อมจะช่วยรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์สำหรับเกษตรกรพร้อม ๆ กับช่วยยกระดับความสามารถในการแข่งขันของผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดของไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยเทคนิคการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว

การตรวจเอกสาร

เมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ตามความหมายทางพฤกษศาสตร์หมายถึง คัพภะที่เจริญเติบโตเต็มที่ (mature embryo) หรืออีกนัยหนึ่งคือ ผลที่แก่แล้ว (mature fruit) เมล็ดพันธุ์สามารถถ่ายทอดพันธุกรรมจากชั่วหนึ่งไปยังอีกชั่วหนึ่ง เมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่มีชีวิตซึ่งต่างจากเมล็ดพืชทั่ว ๆ ไปที่ใช้บริโภค (grain) เนื่องจากเมล็ดพืชที่ใช้บริโภคนั้นจะมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้ เมล็ดพันธุ์เมล็ดหนึ่งอาจเป็นโอวุลที่เจริญเต็มที่ ซึ่งเกิดในผลซึ่งมีเมล็ดหลายเมล็ด (multiple seeded fruit) ตัวอย่างเช่น เมล็ดฝ้าย เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดแตงโม เมล็ดมะเขือเทศ เมล็ดกระถิน เมล็ดส้ม เมล็ดยางพารา และ เมล็ดถั่วลิสง เป็นต้น หรือเมล็ดพันธุ์เมล็ดหนึ่งอาจประกอบด้วยส่วนของเมล็ดและส่วนของผลรวมอยู่ด้วยกัน ที่เกิดในผลซึ่งมีเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว (one seeded fruit) ตัวอย่างเช่น เมล็ดข้าว เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดมะม่วง เมล็ดทานตะวัน เมล็ดไมยราง และเมล็ดมะพร้าว เป็นต้น (จวงจันทร, 2529)

ส่วนประกอบของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์หนึ่งหน่วยเมล็ด (seed unit) มีส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างและมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวข้องกันอยู่ 3 ส่วน คือ

1. เปลือก (covering part หรือ protective coat)

เป็นส่วนซึ่งห่อหุ้มเมล็ดอยู่ภายนอก เปลือกอาจเป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ testa) ที่เจริญเติบโต และพัฒนามาจากส่วนของ “เยื่อหุ้มโอวุล (integuments)” ในโอวุล เช่น เยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง แตงโม และถั่วฝักยาว เป็นต้น หรืออาจเป็นเปลือกของผล (pericarp) และเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ด้วยกัน เปลือกของเมล็ดในกรณีหลังนี้ อาจมีส่วนของเปลือกของผลและเยื่อหุ้มเมล็ดเชื่อมติดกันบางส่วน เช่น เปลือกของเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น หรือ เชื่อมติดกันตลอดทั้งเมล็ด เช่น เปลือกของเมล็ดข้าวและข้าวโพด เป็นต้น เปลือกหรือสิ่งห่อหุ้มนั้นนอกจากจะทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับส่วนประกอบอื่น ๆ ของเมล็ดที่อยู่ภายในแล้ว เปลือกยังทำหน้าที่ควบคุมการดูดซึมน้ำ อากาศ และป้องกันไม่ให้เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายเมล็ดด้วย เปลือกมีสีต่าง ๆ แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เปลือกของเมล็ดพืชบางชนิดหนาและแข็ง เช่น เปลือกของเมล็ดเกาลัด เป็นต้น แต่เปลือกของเมล็ดพืชอีกหลาย ๆ ชนิดมีลักษณะบาง เช่น เปลือกของเมล็ดถั่วลิสงและเปลือกของเมล็ดถั่วลิสง เป็นต้น ในเมล็ดพืชบางชนิดบนส่วนของเปลือกเมล็ด มีสารยับยั้งการงอกและการ

เจริญเติบโตอยู่ด้วย สารยับยั้งการเจริญเติบโตเหล่านี้มีหลายชนิด และมีปริมาณที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ อายุ (maturity) และความเก่าใหม่ (age) ของเมล็ดพันธุ์

2. ต้นอ่อน (embryonic axis)

เป็นส่วนประกอบของเมล็ดพันธุ์ที่จะเจริญต่อไปเป็นต้นพืชต่อไป ต้นอ่อนประกอบด้วย ยอดอ่อน (plumule) และรากอ่อน (radicle) โดยทั่วไปต้นอ่อนมักมีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของเมล็ดพันธุ์ ต้นอ่อนมีรูปร่างลักษณะและขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและอายุของเมล็ดพันธุ์

3. เนื้อเยื่อที่เก็บสะสมอาหาร (storage tissue หรือ supporting part)

ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารไว้สำหรับต้นอ่อนใช้ในการเจริญเติบโตเมื่อเมล็ดพันธุ์งอก เนื่องจากต้นอ่อนมีขนาดเล็ก ในการเจริญเติบโตจึงจำเป็นต้องใช้แร่ธาตุอาหารต่าง ๆ เป็นแหล่งพลังงาน เพื่อใช้สร้างเซลล์เนื้อเยื่อ และอวัยวะขึ้นมาใหม่ อาหารที่สะสมไว้จึงมีประโยชน์กับเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่ระยะแรกของการงอกไปจนกว่าต้นอ่อนซึ่งเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่สามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารขึ้นเองได้ เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารของ

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

สามารถจำแนกข้าวโพดตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ โดยพิจารณาลักษณะของ แป้งและเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นหลัก แบ่งได้เป็น 7 ชนิด คือ

1. ข้าวโพดหัวบุบ (dent corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *indentata* เมล็ดส่วนบนมีรอยบุบเนื่องจากมีแป้งอ่อนและส่วนข้างเป็นแป้งชนิดแข็ง เมื่อตากเมล็ดให้แห้งแป้งอ่อนจะยุบหดตัวลง จึงเกิดลักษณะหัวบุบดังกล่าวขนาดของลำต้น ความสูง เหมือนข้าวโพดไร่ทั่ว ๆ ไป สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาว สีเหลือง หรือสีอื่น ๆ แล้วแต่พันธุ์ ข้าวโพดชนิดนี้นิยมปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา

2. ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *indurata* เมล็ดมีแป้งแข็งห่อหุ้มโดยรอบ หัวเรียบไม่บุบ เมล็ดค่อนข้างกลม มีปลูกกันมากในเอเชียและอเมริกาใต้ ข้าวโพดไร่ของไทยที่นิยมปลูกกันอยู่เป็นชนิดนี้ทั้งสิ้น สีของเมล็ดอาจเป็นสีขาวสีเหลือง สีม่วง หรือสีอื่นแล้วแต่ชนิดของพันธุ์

3. ข้าวโพดหวาน (sweet corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *saccharata* นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายใช้รับประทานสด เพราะฝักมีน้ำตาลมาก ทำให้มีรสหวาน เมื่อแก่เต็มที่หรือแห้งเมล็ดจะหดตัวเหี่ยวแห้ง เนื่องจากน้ำตาลไม่สามารถเปลี่ยนเป็นแป้งได้
4. ข้าวโพดคั่ว (pop corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *evarta* เมล็ดมีขนาดเล็ก มีแป้งประเภทแข็งอยู่ภายใน ภายนอกห่อหุ้มด้วยเยื่อที่เหนียวและยึดตัวได้ เมล็ดมีความชื้นภายในอยู่พอสมควร เมื่อถูกความร้อนจะเกิดแรงดันภายในเมล็ดระเบิดตัวออกมา เมล็ดอาจมีลักษณะกลมหรือหัวแหลมก็ได้ มีสีต่าง ๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ม่วง
5. ข้าวโพดแป้ง (flour corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *amylacea* เมล็ดประกอบด้วยแป้งชนิดอ่อนมากเมล็ดค่อนข้างกลม หัวไม่บุบ หรือนุบเล็กน้อย นิยมปลูกในอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และสหรัฐอเมริกา ชาวอินเดียนแดงนิยมปลูกไว้รับประทานเป็นอาหาร
6. ข้าวโพดป้า (pod corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *tunica* มีลักษณะใกล้เคียงข้าวโพดพันธุ์ป้า มีลำต้นและฝักเล็กกว่าข้าวโพดธรรมดา ขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กเท่า ๆ กับเมล็ดข้าวโพด มีขั้วเปลือกหุ้มทุกเมล็ด และยังมีเปลือกหุ้มฝักอีกชั้นหนึ่งเหมือนข้าวโพดธรรมดาทั่ว ๆ ไป เมล็ดมีลักษณะต่าง ๆ กัน ข้าวโพดชนิดนี้ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจปลูกไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น
7. ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* var. *ceratina* เมล็ดมีแป้งอ่อนคล้ายแป้งมันสำปะหลัง นิยมปลูกเพื่อรับประทานสดคล้ายข้าวโพดหวาน แม้จะไม่หวานมาก แต่เมล็ดนุ่ม รสอร่อย ไม่ติดฟัน เมล็ดมีสีต่าง ๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือมีหลายสีในฝักเดียวกัน

ข้าวโพดหวาน

ผลผลิตข้าวโพดหวานของไทยในปี 2561 มีปริมาณ 537,487 ตัน และมีเนื้อที่เพาะปลูก 247,068 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับย้อนหลัง สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2558) ได้กำหนดมาตรฐานของข้าวโพดหวาน (sweet corn) มาตรฐานเลขที่ มกษ. 1512-2554 คุณภาพของข้าวโพดหวานสายพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้าไว้ดังนี้

1. คุณภาพ

1.1 คุณภาพขั้นต่ำ ข้าวโพดหวานทุกชั้นคุณภาพอย่างน้อยต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละชั้นคุณภาพ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่ระบุไว้

- 1.1.1 เป็นข้าวโพดหวานทั้งฝักที่มีหรือไม่มีเปลือกหุ้ม ถ้ามีเปลือกหุ้ม เปลือกต้องสด
- 1.1.2 เมล็ดข้าวโพดหวานมีความสด
- 1.1.3 ไม่น่าเสีย หรือเสื่อมคุณภาพที่ไม่เหมาะกับการบริโภค
- 1.1.4 สะอาด และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้
- 1.1.5 ไม่มีศัตรูพืช และไม่มีความเสียหายเนื่องจากศัตรูพืชที่อาจมีผลกระทบต่อ
รูปลักษณะ หรือคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดหวาน
- 1.1.6 ไม่มีความเสียหายทางกายภาพ เนื่องจากการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว
- 1.1.7 ไม่มีการเพิ่มความชื้นจากภายนอก เพื่อเพิ่มความสดของฝักข้าวโพดหวาน
- 1.1.8 ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม และ/หรือรสชาติที่ผิดปกติ

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (seed testing)

การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญทางการเกษตรมากทั้งในด้านการค้าและการเพาะปลูก เพราะจะทำให้ทราบคุณภาพและศักยภาพในการงอกและเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ ผลการตรวจสอบใช้ประกันและรับรองคุณภาพสินค้า ซึ่งวิธีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ควรเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยากจนเกินไป เที่ยงตรง แม่นยำ และเป็นสากล การตรวจสอบพื้นฐานเช่นการตรวจสอบความบริสุทธิ์ (purity test) การตรวจสอบความงอก (germination test) การตรวจสอบความชื้น (seed moisture test) เป็นต้น (วันชัย, 2542)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และการทดสอบ

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor) และความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (seed viability) มีความสัมพันธ์กันคือ ทั้งความแข็งแรงและความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์จะมีค่าสูงสุด ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเหมือนกันเท่า ๆ กัน และจะมีค่าต่ำสุดพร้อมกัน เมื่อเมล็ดพันธุ์ตาย แต่ระยะเวลาระหว่างที่เมล็ดพันธุ์สุกแก่ทางสรีรวิทยาไปจนถึงเมล็ดตายนั้น ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์จะต่ำกว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งค่าความแตกต่างระหว่างความแข็งแรงและความมีชีวิตนี้ สามารถวัดได้จากการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (ชยพร, 2546)

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor evaluation)

การตรวจสอบหรือวัดประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์นั้น เป็นการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แต่ละกอง (lot) การวัดความแข็งแรงนี้เพื่อใช้ประเมินค่าของเมล็ดพันธุ์ในกองนั้น ๆ เมื่อนำไปปลูกในไร่นา หรือวัดเพื่อประเมินความสามารถในการเก็บรักษา วิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือ การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test) นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่น ๆ อีกอาทิ การทดสอบในสภาพอากาศหนาว (cold test) การทดสอบความงอกในสภาพอากาศเย็น (cool germination test) การใช้วิธีเตตราโซเลียม วิธีกาดา (GADA test) การวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate) การวัดดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (germination index) การวัดน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (seedling dry weight) การทดสอบโดยวิธีการนำไฟฟ้า (conductivity test) และอัตราการหายใจของเมล็ดพันธุ์ (respiration rate) เป็นต้น (ชยพร, 2546)

การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test)

การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์คือการนำเมล็ดพันธุ์ไปบ่มไว้ในสภาพร้อนชื้นเพื่อเร่งให้เมล็ดพันธุ์เสื่อม เป็นวิธีวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเสนอ โดย Delouche and Baskin 1973 วัดอุปสรรคของการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์วิธีนี้ก็เพื่อใช้ประเมินค่าความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (seed storability) การวัดความแข็งแรงวิธีนี้ใช้ได้กับเมล็ดพันธุ์บางชนิด

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพ (deterioration) เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เมล็ดพันธุ์มีหน้าที่ให้กำเนิดต้นพืชเพื่อเริ่มชั่วชีวิตใหม่ ๆ การเสื่อมคุณภาพและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพสูงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ก็ลดลง เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงสุดและมีการเสื่อมคุณภาพต่ำที่สุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากระยะนี้ไปแล้วความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลง ในทางตรงกันข้ามการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้น การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นมากเท่าใดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ก็จะลดลงไป จนกระทั่งเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่ำสุด การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็จะสูงสุด ดังนั้นการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงหมายถึง การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์อันมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ตายในที่สุด ฉะนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพมาก ๆ จึงไม่สามารถออกเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ (จวงจันทร์, 2529)

ลักษณะสำคัญในการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Characteristics of seed deterioration)

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ

1. การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถห้ามไม่ให้เกิดขึ้น (seed deterioration is inexorable or iniliable)
2. การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถผันกลับ (seed deterioration is irreversible) ดังนั้นเมื่อเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพลงแล้วจึงไม่สามารถกลับคืนมาอีก
3. เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากระยะนี้ไปแล้วเมล็ดพันธุ์จะมีการเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ
4. เมล็ดพันธุ์ต่างกองมีอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่างกัน ฉะนั้นเมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกัน พันธุ์เดียวกัน แต่มีประวัติความเป็นมาต่างกัน ย่อมมีอัตราการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน
5. อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดกันแตกต่างกัน ฉะนั้นเมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดกัน ต่างพันธุ์กัน จึงมีอัตราการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน
6. อัตราการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์แต่ละหน่วยในกองเดียวกันย่อมแตกต่างกัน ฉะนั้นจึงมักพบเสมอว่า เมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลงเรื่อย ๆ เมล็ดพันธุ์ในกองเดียวกันบางเมล็ด มีการเสื่อมคุณภาพเร็ว จึงตายก่อนหรือเมื่อนำไปเพาะจะงอกเป็นเป็นต้นกล้าผิดปกติหรือไม่งอกเลย แต่เมล็ดพันธุ์บางเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพช้า ฉะนั้นจึงพบเสมอว่า เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่าง ๆ กัน หากเมล็ดพันธุ์ทุกเมล็ดในกองเดียวกันมีอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เท่ากันแล้ว คงจะมีเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอก 0 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (จวงจันทร, 2529)

เมล็ดพืชก็เหมือนกับสิ่งที่มีชีวิตอื่นทั่วไป คือหลังจากเจริญเติบโต และพัฒนาถึงจุดที่สูงสุดแล้วย่อมเสื่อมสภาพและอ่อนแอลงจนกระทั่งตายไปในที่สุด จุดที่สมบูรณ์สูงสุดของเมล็ดพืชนั้น อยู่ในระยะที่เมล็ดยังอยู่บนต้นแม่เป็นจุดที่เมล็ดพัฒนามาจนกระทั่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดสูงที่สุด นิยมเรียกว่าจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) ที่จุดนี้เมล็ดจะมีความงอก (germination) และความแข็งแรง (seed viour) สูงที่สุด ขณะเดียวกันก็เริ่มมีขบวนการเสื่อมสภาพของเมล็ดเกิดขึ้น ณ จุดนี้ด้วย เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น การเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาภายในเมล็ดก็เกิดมากขึ้น จนกระทั่งปรากฏออกมาเป็นอาการต่าง ๆ เช่น งอกช้าลง อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมระหว่างงอก หรือ ต้นกล้าที่งอกออกมามีอาการผิดปกติ เป็นต้น (วันชัย, 2553)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Change during seed deterioration)

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ซึ่งผลสุดท้ายทำให้เมล็ดพันธุ์ตายหรือไม่งอกนั้น เป็นปรากฏการณ์ขั้นสุดท้ายที่เป็นผลของการเสื่อมสภาพต่าง ๆ ทั้งด้านชีวภาพและทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ แต่ก่อนที่เมล็ดจะตายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ทำให้การเสื่อมคุณภาพซึ่งมีอยู่น้อยขณะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาค่อย ๆ เพิ่มขึ้น (จวงจันทร์, 2529)

เทคนิคการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว (Fast ethanol assay)

วิธีการวัดเอทานอลที่เมล็ดผลิตขึ้น โดยใช้เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ (breath analyser) แบบพกพา ได้มีการดัดแปลงเครื่องตรงปากเป่าให้เป็นเข็ม เพื่อแทงลงในขวดแก้ว และดูดอากาศจากหลอดขึ้นมาวัดปริมาณเอทานอลที่เมล็ดผลิตขึ้น จึงทำให้วิธีการวัดเอทานอลนำมาใช้เป็นวิธีในการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ง่ายและสะดวก Kodde et al. (2012) จึงได้นำเสนอวิธีการประเมินความเสื่อมของเมล็ดพันธุ์อย่างรวดเร็วด้วยเครื่องตรวจวัดเอทานอลแบบดัดแปร (modified ethanol sensor) ที่เรียกว่าเทคนิคการตรวจวัด เอทานอลอย่างรวดเร็ว (fast ethanol assay) โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมมากจะมีปริมาณเอทานอลที่มากกว่าในเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมน้อย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดสอบ

1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ A ผลิตในปี 2562

1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ B ผลิตในปี 2562

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 ไมโครปิเปต (micropipette)

2.2 ขวดแก้ว (vials)

2.2 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

2.3 เครื่องวัดเอทานอล Ethanol breath analyser (Dräger Alcotest® 6810)

2.4 กระดาษเพาเปอร์ทอเวล (rolled-paper towels)

2.5 ปากคีบ (forceps)

2.6 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.7 โถดูดความชื้น (desiccator)

2.8 เครื่องบดเมล็ด (seed grading)

2.9 ตู้เพาะเมล็ด (germinator)

2.10 ขวดเร่งอายุ (ageing jar)

2.11 ฝาปิดอะลูมิเนียม (aluminum seal headspace vials)

3. อุปกรณ์ในโรงเรือน

3.1 ถาดเพาะเมล็ด (seed tray)

3.2 พีทมอส (peat moss)

วิธีการ

1. การเตรียมเมล็ดพันธุ์

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานทั้ง 2 พันธุ์ (พันธุ์ A และ B) มาเร่งอายุที่ 52.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยนำเมล็ดใส่ตะแกรงลวด จากนั้นนำไปใส่ในขวดเร่งอายุที่มีน้ำจืดไอออน 100 มิลลิลิตร (เพื่อสร้างสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในขวด) และนำไปใส่ตู้อบลมร้อน (hot air oven) เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง (ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุเป็นคอนโทรล) จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ออกจากตู้อบลมร้อนแล้วนำไปตรวจสอบการงอกด้วยวิธีการต่าง ๆ ต่อไป

2. การตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว

นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุและไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมาใส่ในขวดแก้ว (vial) ขนาด 20 มิลลิลิตร ขวดละ 15 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ ต่อเมล็ดพันธุ์หนึ่งพันธุ์ ปรับความชื้นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำจืดไอออนด้วยไมโครปิเปต จากนั้นปิดผนึกขวดด้วยฝายางและฝาอะลูมิเนียมให้แน่น นำเมล็ดที่ใส่ในขวดแก้วเข้าตู้อบลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที นำขวดแก้วออกจากตู้อบลมร้อนแล้ววัดด้วยเครื่องวัดเอทานอลคัดแปร Ethanol breath analyser (Dräger Alcotest® 6810) โดยใช้เข็มแทงฝายางก่อนแล้วรีบแทงเข็มของเครื่องวัดเอทานอลลงไปเพื่ออ่านค่าบันทึกค่าที่ได้เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

3.1 การตรวจสอบความงอก

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการเร่งอายุและไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอกด้วยวิธี between paper ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ตรวจสอบการงอกจนครบ 7 วัน (ISTA, 2015) และบันทึกผลเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

3.2 การทดสอบความแข็งแรงโดยการประเมินการแทงราก 2 มิลลิเมตร ที่ 50 ชั่วโมง

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการเร่งอายุและไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบการแทงราก 2 มิลลิเมตร ที่ 50 ชั่วโมง ด้วยวิธี between paper ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด (ISTA, 2015) ตรวจสอบการแทงราก 2 มิลลิเมตร ที่ 50 ชั่วโมง หลังเพาะเมล็ดบันทึกผลและนำไปวิเคราะห์

3.3 การทดสอบความงอกในโรงเรือน

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการเร่งอายุและไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมาเพาะลง ถาดเพาะเมล็ด (seed tray) ใช้พีทมอส (peat moss) เป็นวัสดุเพาะ ทำจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด ตรวจสอบการงอกกล้าจนครบ 7 วัน บันทึกผลและนำค่าไปวิเคราะห์ต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยวางแผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design) 4 ซ้ำ ตรวจสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม R และหาความสัมพันธ์โดยสร้างกราฟเส้นตรงอย่างง่ายโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

1. สถานที่การทําวิจัย

1.ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์และโรงเรือน ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาการทําวิจัย

ระหว่างตุลาคม พ.ศ.2561 ถึง กันยายน พ.ศ.2562

ผลและวิจารณ์

การทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่างกันโดยการเร่งอายุที่ 52.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง และตรวจสอบปริมาณเอทานอลของเมล็ดพันธุ์

จากการทดสอบพบว่าเมื่อเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุต่างกัน พบว่าระยะเวลาการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อปริมาณเอทานอล โดย เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีปริมาณเอทานอลสูงสุดโดยเฉลี่ยที่ 1,162 ไมโครกรัมต่อลิตร และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์) ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณเอทานอลโดยเฉลี่ยที่ 253 และ 535 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าทั้งคู่มิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์และปริมาณเอทานอลของข้าวโพดหวานพันธุ์ A

ระยะเวลาในการเร่งอายุ(ชั่วโมง)	ปริมาณเอทานอล(ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	252.75b
24	535b
48	1162a
F-test	**
C.V. (%)	37.54

**แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $P < 0.01$ และค่าเฉลี่ยของปริมาณที่มีตัวอักษรลงท้ายเหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างทางสถิติ $P < 0.05$

พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ B ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง โดยปริมาณเอทานอลเฉลี่ยอยู่ที่ 122 , 463 และ 1,331 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ระยะเวลาในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์และปริมาณเอทานอลของข้าวโพดหวานพันธุ์ B

ระยะเวลาในการเร่งอายุ(ชั่วโมง)	ปริมาณเอทานอล(ไมโครกรัมต่อลิตร)
0	122c
24	463.25b
48	1330.5a
F-test	***
C.V. (%)	24.87

**แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $P < 0.01$ และค่าเฉลี่ยของปริมาณที่มีตัวอักษรลงท้ายเหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างทางสถิติ $P < 0.05$

สอดคล้องกับการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระหว่างการเก็บรักษาด้วยการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว ของรัญกัและคณะ (2561) และ Kodde et al., (2012) รายงานว่า การบ่มเมล็ดที่มีความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 นาที สามารถจำแนกเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุต่างกันออกจากกันได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ระยะเวลาในการตรวจวัดที่สะดวกและรวดเร็ว

การทดสอบความงอกพบว่า เมล็ดพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีความงอกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 92, 83.5 และ 37.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทริทเม้นต์อื่น (ตารางที่ 3) ซึ่งความงอกที่ได้ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าที่พระราชบัญญัติพันธุ์พืชได้กำหนดไว้

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผ่านการวิเคราะห์การแทงราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง หลังการเพาะพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทริทเม้นต์อื่น โดยการแทงรากโดยเฉลี่ยที่ 50 ชั่วโมง หลังการเพาะคือ 20 , 20.5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

การทดสอบความงอกในโรงเรือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีความงอกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 94, 81 และ 41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับทรีทเมนต์อื่น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการเร่งอายุกับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ A

ระยะเวลาในการเร่งอายุ(ชั่วโมง)	ความงอก (เปอร์เซ็นต์)	การแตกราก (เปอร์เซ็นต์)	ความงอกในโรงเรือน (เปอร์เซ็นต์)
0	92a	20a	94a
24	83.5a	20.5a	81a
48	37.5b	0b	41b
F-test	***	**	***
C.V. (%)	7.43	7.43	10.23

**แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $P < 0.01$ และค่าเฉลี่ยของปริมาณที่มีตัวอักษรลงท้ายเหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างทางสถิติ

การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ B พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมงมีความงอกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 89.5, 80.5 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4) ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุ 48 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำกว่าที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผ่านการวิเคราะห์การแตกราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง หลังการเพาะพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ B ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีการแตกรากเฉลี่ยที่ 55, 33 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในแต่ละระยะเวลากการเร่งอายุ พบว่าการแตกรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4)

การทดสอบความงอกในโรงเรือนพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีความงอกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 81, 85 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ระยะเวลาในการเร่งอายุกับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ พันธุ์ B

ระยะเวลาในการเร่งอายุ(ชั่วโมง)	การแตกราก (เปอร์เซ็นต์)	ความงอก (เปอร์เซ็นต์)	ความงอกในโรงเรือน (เปอร์เซ็นต์)
0	55a	89.5a	81a
24	33b	80.5b	85a
48	0c	12.5c	52b
F-test	***	***	***
C.V. (%)	19.02	6.95	8.89

***แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $P < 0.001$ และค่าเฉลี่ยของปริมาณที่มีตัวอักษรลงท้ายเหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างทางสถิติ

การเสื่อมสภาพของเมล็ด อาการลำดับแรกเกิดจากการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane) สอดคล้องกับการรายงานของ Kodde et al. (2012) การผลิตเอทานอลเป็นผลโดยตรงจากการเสื่อมสภาพของเยื่อไมโทคอนเดรีย และการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็วมีศักยภาพในการตรวจระดับการเสื่อมสภาพ หรือความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่นานจะมีการเสื่อมของเมล็ดที่สูงทำให้มีการงอกที่น้อย แต่จะมีปริมาณเอทานอลที่สูง

น้ำหนักแห้งของต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง ภายหลังการเพาะทดสอบในโรงเรือนมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2, 2 และ 1 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักแห้งของต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0 และ 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความงอกในโรงเรือนข้างต้น โดยเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมจะมีการงอกที่ลดลงส่งผลให้น้ำหนักแห้งที่ลดลงไปด้วย ส่งผลให้ต้นกล้าของเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด

ตารางที่ 5 น้ำหนักแห้งพันธุ์ของต้นกล้าข้าวโพดหวานพันธุ์ A ที่ผ่านการเร่งอายุ

ระยะเวลาในการเร่งอายุ(ชั่วโมง)	น้ำหนักแห้ง(กรัม)
0	2.3725a
24	2.165a
48	1.1275b
F-test	***
C.V. (%)	7.99

***แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $P < 0.001$ และค่าเฉลี่ยของปริมาณที่มีตัวอักษรลงท้ายเหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักแห้งของต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ B ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1.9 , 1.9 และ 1.15 กรัม ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักแห้งของกล้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ B ที่ผ่านการเร่งอายุที่ 48 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความงอกในโรงเรือน

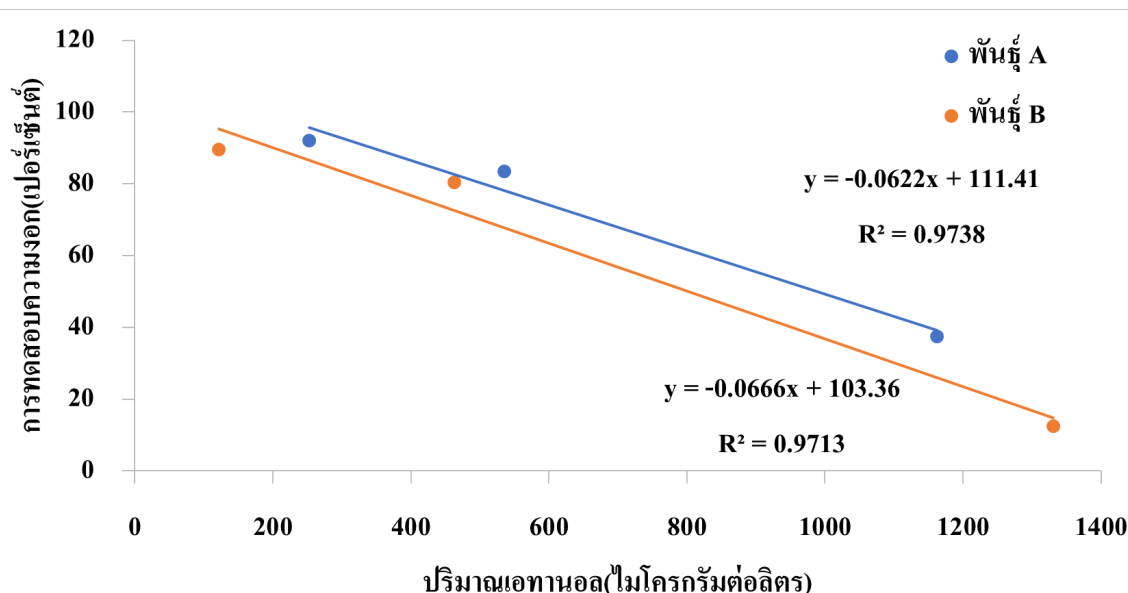
ตารางที่ 6 น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวโพดหวานพันธุ์ B ที่ผ่านการเร่งอายุ

ระยะเวลาในการเร่งอายุ (ชั่วโมง)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
0	1.9a
24	1.9a
48	1.15b
F-test	***
C.V. (%)	7.62

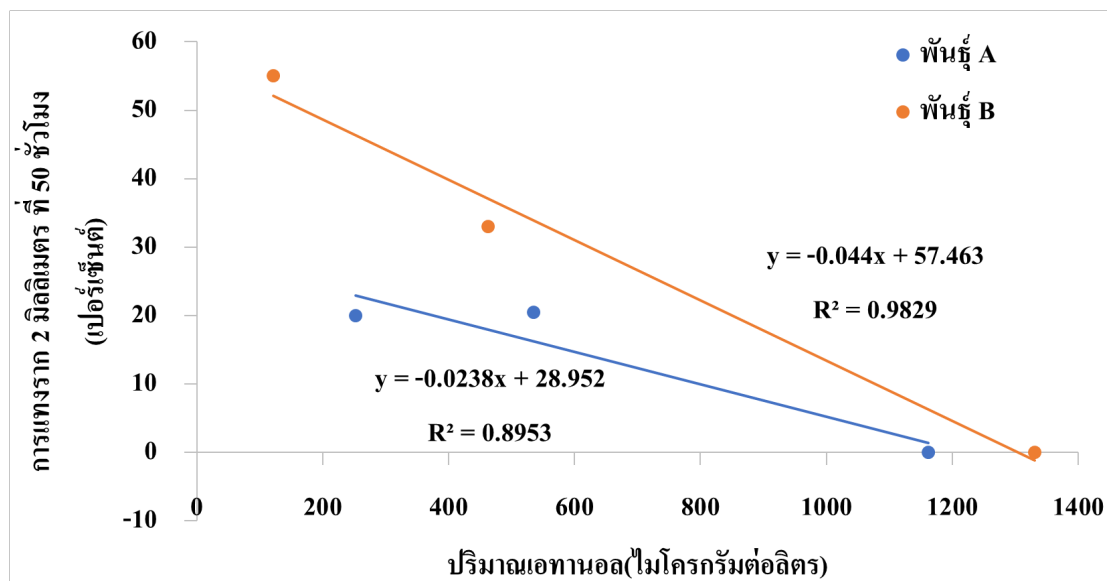
***แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ $P < 0.001$ และค่าเฉลี่ยของปริมาณที่มีตัวอักษรลงท้ายเหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างทางสถิติ

เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมทำให้อัตราการงอกลดลง เมื่ออัตราการงอกลดลงอัตราการเติบโตของกล้าจะลดลง และน้ำหนักของกล้าจะลดลงตามไปได้

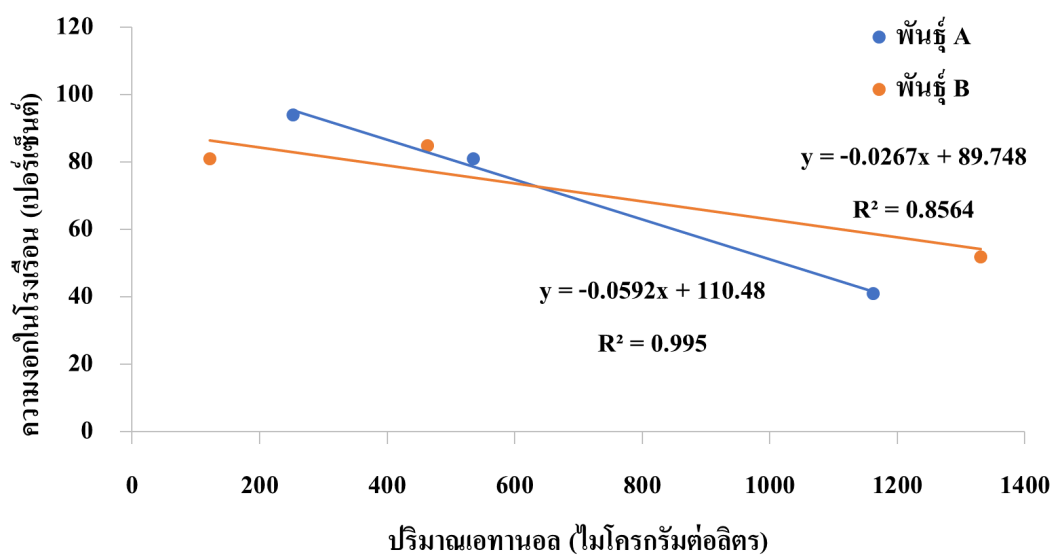
จากกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณเอทานอลกับการทดสอบความงอก การแทงราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง และความงอกในโรงเรือน พบว่าเมื่อปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงจะลดลง (ภาพที่ 1 2 และ 3) ดังนั้น เมื่อเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีความเสื่อมมากขึ้น จะมีการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระหว่างการเก็บรักษาด้วยการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว ของชัยภักและคณะ (2561) รายงานว่า การบ่มเมล็ดที่มีความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1.5 ชั่วโมง ในขวดขนาด 20 มิลลิลิตร วิธีการดังกล่าวสามารถจำแนกเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุต่างกันออกจากกันได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ระยะเวลาในการตรวจวัดที่สะดวกและรวดเร็ว



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลกับความงอก



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลและการแทงราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลกับความงอกในโรงเรือน

สรุป

เทคนิคการตรวจวัดเอทานอลอย่างรวดเร็ว (ที่ปั๊มเมล็ดให้มีความชื้นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที) สามารถจำแนกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการเร่งอายุเป็นระยะเวลาต่างกันได้ โดยเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรงสูงจะมีปริมาณเอทานอลที่วัดได้ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2562. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมฯ. แหล่งที่มา:
<http://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/EX61.pdf>, 1 ตุลาคม 2562.
- กรมวิชาการเกษตร. 2562. รัฐพิฆาตประโยชน์ ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง. แหล่งที่มา:
http://doa.go.th/pibai/pibai/n14/v_11-dec/rai.html, 10 พฤศจิกายน 2562.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. กำหนดชนิดและชื่อพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ให้เป็นเมล็ดพันธุ์ควบคุม พ.ศ. ๒๕๕๖. แหล่งที่มา: <http://www.thailandntr.com/th/goods/national-trade-and-customs-laws-and-rules>, 1 ตุลาคม 2562.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. ข้าวโพดหวาน: เนื้อที่เพาะปลูก เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ รวมทั้งประเทศปี 2561. แหล่งที่มา:
<http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/sweet%20corn61.pdf>, 10 ตุลาคม 2562.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้เรื่อง ข้าวโพด (Corn). แหล่งที่มา: <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR47.pdf>, 10 พฤศจิกายน 2562.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ชยพร แอคะรัตน์. 2546. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2553. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Benamar, A., C. Tallon, and D. Macherl 2003. Membrane integrity and oxidative properties of mitochondria isolated from imbibing pea seeds after priming or accelerated aging. *Seed Science Research* 13-45.

ISTA (The International Seed Testing Association). 2015. *International Rules for Seed Testing*. Bassersdorf, Switzerland.

Kodde, J. and W.T. Buckley. 2011. A fast ethanol assay to detect seed deterioration. *Seed Science Research*, 22: 55-62.

ภาคผนวก



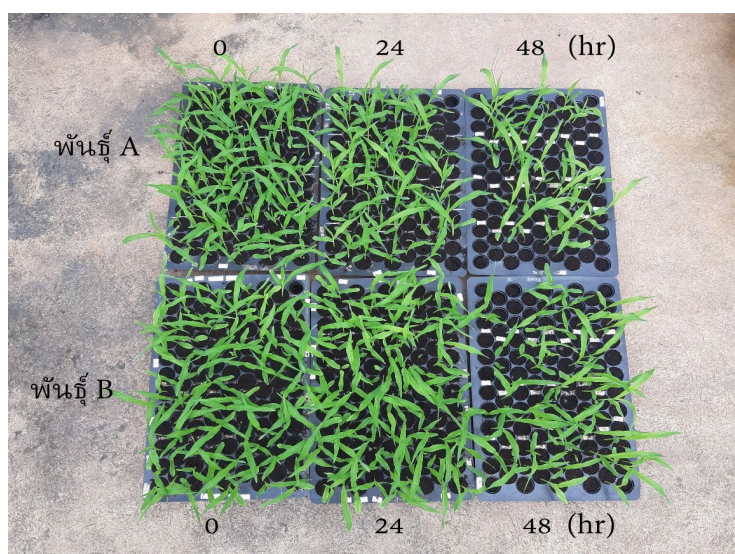
ภาพที่ 4 การวัดปริมาณเอทานอล



ภาพที่ 5 การแยกราก (2 มิลลิเมตร) ที่ 50 ชั่วโมง



ภาพที่ 6 การทดสอบความงอก



ภาพที่ 7 การทดสอบความงอกในโรงเรือน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกัตติมาศ ทองคำ
วัน เดือน ปี เกิด	31 ตุลาคม พ.ศ.2540
สถานที่เกิด	เพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-