ปัญหาพิเศษ

การยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก

Sesbania (*Sesbania rostata* Brem. And Oberm.) Seed Germination Enhancement Using Seed Priming Technique

นางสาวชญาดา อารมย์

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์เกษตร พืชไร่นา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก

Sesbania (*Sesbania rostata* Brem. and Oberm.) Seed Germination Enhancement Using Seed Priming Technique

นามผู้วิจัย นางสาวชญาดา อารมย์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม .....

(อาจารย์ อรุณี วงษ์แก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปาริชาติ พรมโชติ, Ph.D.)

วันที่ เดือน พ.ศ. 2566

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก

Sesbania (*Sesbania rostata* Brem. and Oberm.) Seed Germination Enhancement Using Seed Priming Technique

โดย

นางสาวชญาดา อารมย์

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

ชญาดา อารมย์. 2566: การยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ปร.ด. 36 หน้า

ธรรมชาติของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดหนาและแข็ง ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ การยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีเตรียมการงอก (Seed priming) อาจเป็นวิธีที่ช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูง การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก 3 วิธี ได้แก่ hydropriming, osmopriming และ chemical priming โดยมีเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการดำเนินการใด ๆ เป็นตัวควบคุม (control) ใช้น้ำกลั่นสำหรับ hydropriming ใช้สารละลาย Polyethylene glycol (PEG 6000) และ Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ osmopriming และ chemical priming ตามลำดับ แช่เมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 1 วัน ลดความชื้นเมื่อครบกำหนด แล้วนำออกมาเพาะทดสอบด้วยวิธี Top of Paper (TP) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ตรวจวัดค่าความยาวรากวันที่ 3 และกล้าปกติเมื่อครบ 7 วัน นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ผลการทดลองพบว่าวิธี osmopriming มีประสิทธิภาพทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอก และความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยความยาวรากวันที่ 3 และค่าความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 23.75 เซนติเมตร และ 53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เทียบกับ 15.75 เซนติเมตร และ 43 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดพันธุ์ควบคุม

ชญาดา อารมย์		31 / 06 / 66
ลายมือชื่อนิสิต	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก	

ABSTRACT

Chayada Arom. 2023 : Sesbania (*Sesbania rostata* Brem. and Oberm.) Seed Germination Enhancement Using Seed Priming Technique. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: Assist. Prof. Damrongvudhi Onwimol, Ph.D. 36 pages.

The characteristic of sesbania seed has a thick and hard seed coat, resulting in a lower percentage germination. Seed enhancement of sesbania with the priming process could promote seed growth and also the vigor. The objective of this study was to enhance germination of sesbania seed using seed priming process. There were 3 priming processes including hydropriming, osmopriming, and chemical priming. Reverse osmosis water (RO) was used for hydropriming. Polyethylene Glycol (PEG 6000) and Zinc Sulphate Monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) (2%W/V) were used for osmopriming and chemical priming, respectively. The seeds were soaked at 25°C for 1 day. After soaking, seeds would be dried back and germination testing using the Top of Paper (TP) technique with 4 replicas (100 seeds per replica). Untreated seed was used as a control. Root length and the normal seedling were measured at the 3rd and 7th days after sowing. The data were analyzed statistically according to the completely randomized design (CRD) experimental plan. Results revealed that osmopriming provided higher germination and vigor than the control. The mean root length and the germination of osmoprimed seeds were 23.75 cm and 53%, respectively, whilst compared with 15.75 cm and 43% of the control seeds.

Chayada Arom

Student's signature

D. amnid

Special Problem Advisor's signature

31 / 06 / 66

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล และ อาจารย์ อรุณี วงษ์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางด้านการเรียน วิธีการทำงาน และพิจารณาตรวจและแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและมอบความรู้ที่เป็นประโยชน์ในการทำงาน

ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา และคณะเกษตร ที่สนับสนุนงานวิจัย อุปกรณ์ เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ และสถานที่ทำการทดลอง ขอขอบคุณ กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน ขอขอบคุณพี่นิสิตปริญญาโทที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือ รวมถึงขอบคุณเพื่อนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา และสนับสนุนตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยให้ผ่านไปได้ดี

และสุดท้ายขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำงานวิจัยจนบรรลุผลสำเร็จลุล่วง

ชญาดา อารมย์

มีนาคม 2566

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	1
สารบัญตาราง	2
สารบัญภาพ	3
คำนำ	4
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	20
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	23
ผลและวิจารณ์	24
สรุป	28
ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	39

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. เปอร์เซ็นต์ความยาวรากของวันที่ 3 หลังจากเพาะเมล็ด 24
2. เปอร์เซ็นต์ลักษณะต้นอ่อนปกติหลังจากเพาะเมล็ด 7 วัน 25
3. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นอ่อนโสนอัฟริกัน 26
4. ค่าการนำไฟฟ้า 27

ตารางผนวกที่

1. ผลของจำนวนเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่เกิดการงอก 36
2. ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นอ่อนโสนอัฟริกัน 36
3. ผลของความยาวรากวันที่ 3 5 และ 7 วันหลังการเพาะเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน 37
4. ผลของการวิเคราะห์และประเมินผลการทดสอบความงอก 38

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. โครงสร้างเมล็ดพันธุ์พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ที่เจริญเติบโตเต็มที่ 8
2. ขบวนการที่เกิดขึ้นในการงอกของเมล็ด 12
3. การงอกแบบอิพิเจียว (Epigeal germination) 14
4. การงอกแบบไฮโปเจียว (Hypogeal germination) 15
5. ความสัมพันธ์ระหว่างความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ 17
6. ตัวอย่างการเพาะเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน 21
7. การอบต้นกล้าโสนอัฟริกันด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 28
8. การหาค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity Test) 28

ภาพผนวก **หน้า**

1. ลักษณะการแทงราก (Radical emergence) ของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน 33
2. ลักษณะการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน 33
3. ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่แช่ในน้ำกลั่น (RO) 34
4. ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่แช่ในสารละลาย Polyethylene glycol (PEG 6000) ความเข้มข้น 0.2% 34
5. ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่แช่ในสารละลาย Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 0.2% 35
6. ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่ไม่ดำเนินการใด ๆ (Control) 35

การยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก

Sesbania (*Sesbania rostata* Brem. and Oberm.) Seed Germination Enhancement Using Seed Priming Technique

คำนำ

ภาคเกษตรกรรมของประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่นิยมปลูกข้าวเพื่อความมั่นคงทางอาหารของครอบครัว แต่การปลูกพืชเชิงเดี่ยวเป็นระยะเวลานานส่งผลให้ได้รับผลกระทบ อาทิ ปัญหาดินเค็ม และปัญหาโครงสร้างดินเสื่อมโทรม (กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550)

แนวทางการแก้ไขที่ดีที่สุดคือ ต้องเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน โสนอัฟริกันจึงเป็นหนึ่งตัวเลือกในการแก้ไขปัญหานี้ โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostata* Brem. and Oberm.) เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง ที่มีศักยภาพและบทบาทสำคัญอย่างมากในการใช้ปรับปรุงบำรุงดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือปัญหาดินเค็ม เนื่องจากบริเวณปมรากมีเชื้อไรโซเบียม ที่มีส่วนช่วยในกระบวนการตรึงไนโตรเจน ทั้งยังให้น้ำหนักสดหรือปริมาณปุ๋ยพืชสดมาก สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุในดินได้ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน, 2562) แต่โดยธรรมชาติเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันจะมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่แข็งและหนา ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ การยกระดับเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีเตรียมการงอก (Seed priming) อาจเป็นวิธีที่ช่วยให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น รวมทั้งอาจทำให้การเติบโตของเมล็ดพันธุ์มีเพิ่มมากขึ้นด้วย อันจะเป็นการช่วยเกษตรกรประสบความสำเร็จในการผลิตพืชมากยิ่งขึ้น ทั้งในแง่ของการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างยั่งยืนไปพร้อม ๆ กัน

การทดลองนี้จะทดสอบศักยภาพของวิธีเตรียมการงอกรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันในระดับห้องปฏิบัติการ

วัตถุประสงค์

เพื่อยกระดับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธีการเตรียมการงอก (Seed priming)

การตรวจเอกสาร

1. โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostata* Brem. and Oberm.)

โสนอัฟริกัน เป็นพืชตระกูลถั่ว มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและแอฟริกา เป็นไม้ในตระกูลปาปิโอนีอี สามารถขึ้นเองได้ตามธรรมชาติทั่วไปในที่ชื้นแฉะ โดยเฉพาะตามริมคลองและริมคันนา โสนอัฟริกันมีความเหมาะสมมากในการใช้เป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน เพราะเจริญเติบโตได้ดีในดินหลาย ๆ สภาพ ให้ปุ๋ยไนโตรเจนมาก ให้น้ำหนักสดหรือปริมาณปุ๋ยพืชสดมาก ไถกลบง่ายและย่อยสลายเร็ว หรือสามารถนำดอกของต้นโสนมาใช้ประโยชน์จากการประกอบอาหาร (กลุ่มดิน และปุ๋ยพืชไร่นา สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต, 2539) สามารถจำแนกตามอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

Kingdom: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Order: Fabales

Family: Leguminosae

Sub-family: Papilionoideae

Genus: Sesbania

Species: rostata

ในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินนำเมล็ดเข้ามาปลูกครั้งแรก โดย ดร.สมศรี อรุณินท์ เมื่อปี พ.ศ. 2526 (กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) มีลักษณะเด่น คือ รากมีปม มีลำต้นสูงประมาณ 1-3 เมตร มีดอกสีเหลืองเหมือนโสนนา ทยอยออกดอก หรือสุกแก่ไม่พร้อมกันเนื่องจากมีการพักตัว โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์โสนจะมีเปลือกเมล็ดแข็ง หนา และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ต่ำ ส่งผลให้เมล็ดนั้นมีความงอกและความแข็งแรงต่ำ หรืออีกหนึ่งปัญหาที่สำคัญนั่นคือการขาดแคลนของเมล็ดพันธุ์โสน ที่เป็นข้อจำกัดของเกษตรกร

2. เมล็ดพันธุ์ (Seed)

เมล็ดพันธุ์ในความหมายทางพฤกษศาสตร์คือ คัพภะ (Mature embryo) หรือโอวุล (Mature ovule) ที่เจริญเติบโตเต็มที่ หรืออีกนัยหนึ่งคือผลสุกแก่ (Mature fruit) เมล็ดพันธุ์สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากชั่วชีวิตหนึ่งไปยังชั่วชีวิตหนึ่ง และเป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งต่างจากเมล็ดพืชทั่วไปที่ใช้บริโภค (Grain) เนื่องจากเมล็ดพืชที่ใช้บริโภคจะมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้ เมล็ดพันธุ์อาจเป็นโอวุลที่เจริญเติบโตเต็มที่ ที่เกิดในผลซึ่งมี

หลายเมล็ด (Multiple seeded fruit) หรือ เกิดในผลซึ่งมีเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว (One seeded fruit) (จวงจันทร์, 2529)

เมล็ดพันธุ์หนึ่งหน่วยเมล็ด (Seed unit) ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

2.1 ส่วนห่อหุ้ม หรือ เปลือก (Covering part หรือ Protective coat) เป็นส่วนห่อหุ้มเมล็ดอยู่ภายนอก เปลือกอาจเป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (Seed coat หรือ Testa) ที่เจริญเติบโตและพัฒนามาจากส่วนของเยื่อหุ้มโอวุล (Integuments) นอกจากเปลือกหรือสิ่งห่อหุ้มจะทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับส่วนประกอบอื่น ๆ แล้ว ยังทำหน้าที่ควบคุมการดูดซึมน้ำ อากาศ และป้องกันไม่ให้เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายเมล็ด ในเมล็ดพืชบางชนิดบนส่วนของเปลือก มีสารยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตอยู่ ซึ่งสารเหล่านี้มีหลายชนิดและปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ อายุ (Maturity) ของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์, 2529) (ภาพที่ 1)

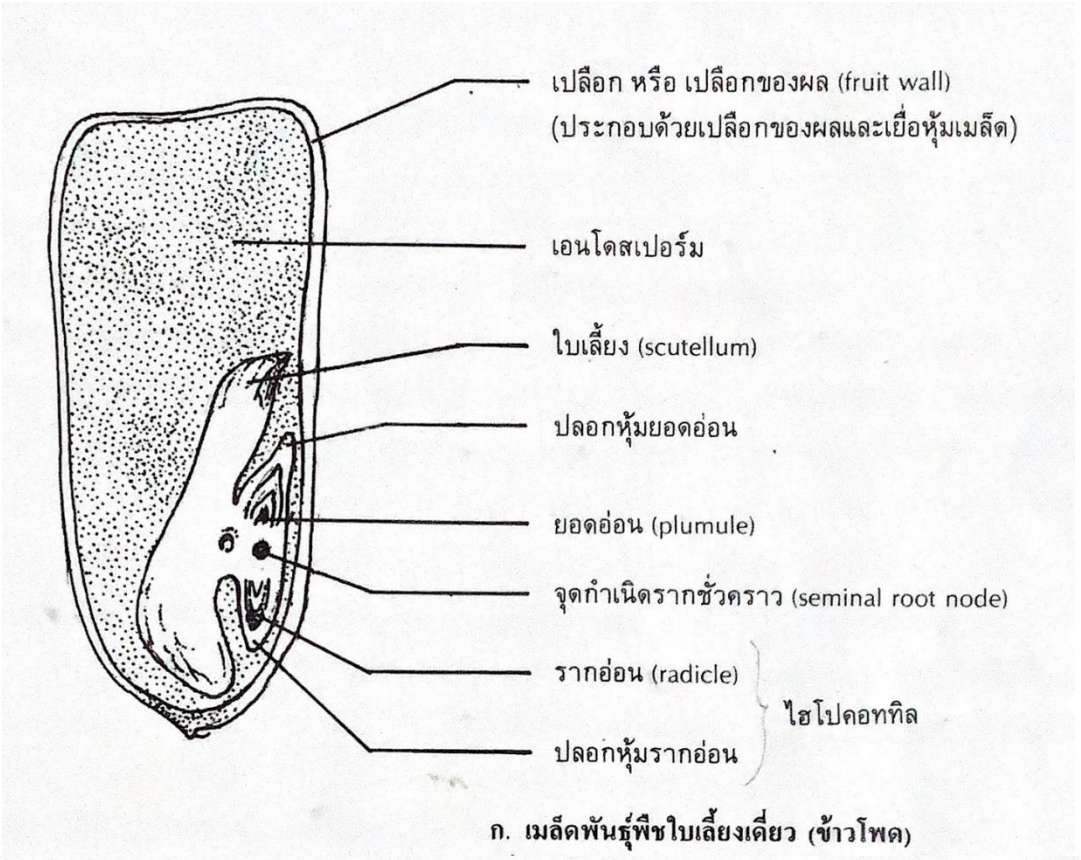
2.2 ต้นอ่อน (Embryonic axis) เป็นส่วนประกอบของเมล็ดพันธุ์ที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นพืชต่อไป ประกอบด้วย ยอดอ่อน (Plumule) และรากอ่อน (Radicle) ต้นอ่อนมีรูปร่างลักษณะและขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและอายุของเมล็ด (จวงจันทร์, 2529)

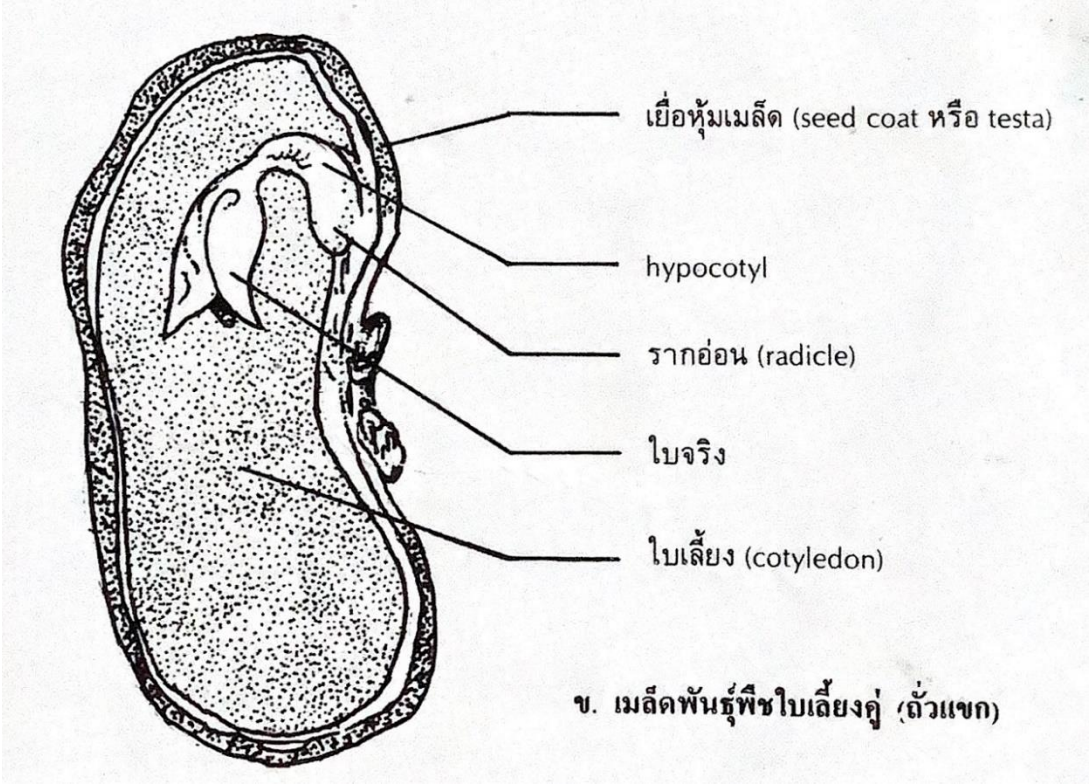
2.3 เนื้อเยื่อสะสมอาหาร (Storage tissue หรือ Supporting part) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารไว้สำหรับต้นอ่อนในการเจริญเติบโตเมื่อเมล็ดงอก ในการเจริญเติบโตจำเป็นต้องใช้แร่ธาตุอาหารต่าง ๆ เป็นแหล่งพลังงาน เพื่อสร้างเซลล์เนื้อเยื่อ และอวัยวะขึ้นมาใหม่ เนื้อเยื่อสะสมอาหารแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (จวงจันทร์, 2529) คือ

ก. ใบเลี้ยง (Cotyledon) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร เป็นอวัยวะซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ใบเลี้ยงของเมล็ดพืชบางชนิดเป็นเพียงอวัยวะส่วนหนึ่งของคัพภะแต่ไม่เก็บสะสมอาหาร มีชื่อเรียกเฉพาะของใบเลี้ยงว่า สคิวเทลลัม (Scutellum)

ข. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร โดยทั่วไปเมื่อเมล็ดสุกแก่ เอนโดสเปิร์มจะไม่มีชีวิต ยกเว้นส่วนของ อะลิวโรนเลเยอร์ (Aleurone layer)

ค. เพอริสเปอร์ม (Perisperm) เป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีชีวิต เกิดจากส่วนของนิวเซลลัสในเอมบริโอ แซค (Embryo sac) จึงมีโครโมโซม 2 ชุด เหมือนกับต้นแม่





ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างเมล็ดพันธุ์พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ที่เจริญเติบโตเต็มที่

ที่มา: (จวงจันทร์, 2529)

3. การเตรียมการงอก (Seed priming)

การเตรียมการงอก เป็นแนวทางที่จะสามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น โดยคำจำกัดความของการทำ Seed priming คือ การเพิ่มความชื้นหรือแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำ หรือ สารละลายที่มีความเข้มข้นเหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสม ในช่วงระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้เมล็ดเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมี และสรีรวิทยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด ทำให้เมล็ดมีการเตรียมความพร้อมที่จะงอก โดยการทำ Seed priming นั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ (บุญมี, 2558) ได้แก่

3.1 ปัจจัยภายในเมล็ดพันธุ์

เป็นคุณสมบัติของเมล็ดพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการทำ Seed priming ได้แก่

3.1.1 ชนิดของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดย่อมมีลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบภายในแตกต่างกัน การตอบสนองต่อ Seed priming จึงต่างกัน

3.1.2 อายุของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานานเกินไปมักไม่ตอบสนองต่อการทำ Seed priming ซึ่ง Bray (1995) แสดงให้เห็นว่า เมล็ดพันธุ์ใหม่เมื่อได้รับความชื้นจะมีส่วนช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในระดับเซลล์ได้รวดเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุนาน

3.1.3 ระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงจะพบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยหรือแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและคุณภาพต่ำจะพบการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำจะมีคุณภาพเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

3.2 ปัจจัยภายนอกเมล็ดพันธุ์

เป็นปัจจัยทางกายภาพที่เข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการทำ Seed priming ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่

3.2.1 อุณภูมิในการแช่เมล็ดพันธุ์ เป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการดูดซับน้ำของเมล็ดพันธุ์ และอุณหภูมิที่แตกต่างกันยังมีผลต่อค่าศักย์ของน้ำ และการละลายของสารชนิดต่าง ๆ ในน้ำด้วย

3.2.2 ออกซิเจนในการแช่เมล็ดพันธุ์ เมล็ดต้องมีการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการทางสรีรวิทยาเพื่อพัฒนาปสู่การงอก เมล็ดต้องได้รับออกซิเจนในอากาศประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการวิจัยของ Ozbingol *et al*. (1998) พบว่าการทำ Osmopriming ของมล็ดพันธุ์พริก และมะเขือเทศจะประสบความสำเร็จได้ เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนในสารละลายสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

3.2.3 ชนิด และความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้แช่เมล็ดพันธุ์ การทำ Seed priming อาจต้องใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เช่น สารพวกเกลือ สารประกอบกลุ่มฟีนอล วิตามิน และสารประกอบที่ใช้ยับยั้งหรือป้องกันโรคและแมลง

3.2.4 ระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ พืชแต่ละชนิดต้องการระยะเวลาในการแช่เมล็ดที่แตกต่างกันออกไป

3.2.5 วิธีการให้ความชื้นเมล็ดพันธุ์ การเพิ่มความชื้นให้เมล็ดจะทำให้วิธีการทำ Seed priming เปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสมของแต่ละชนิดพืช และวิธีการปฏิบัติในพืชแต่ละชนิด

3.3 วิธีการทำ Seed priming

การเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดเป็นกระบวนการที่สำคัญในการทำ Seed priming ซึ่งการใช้ความชื้นแต่ละวิธีนั้นมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน Halmer (2004) ได้จำแนกวิธีการทำ Seed priming เป็น 4 วิธี (บุญมี, 2558) ดังนี้

3.3.1 Hydropriming หรือ Steeping คือ วิธีการแช่เมล็ดพันธุ์ลงในน้ำ เป็นวิธีการที่ง่าย ต้นทุนต่ำ ไม่มีสารพิษตกค้างกับสิ่งแวดล้อม สามารถแช่เมล็ดได้ในปริมาณมาก ช่วยให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น และทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ (จุฑามาส, 2559; Abebe and Modi, 2009)

3.3.2 Osmopriming หรือ Osmoconditioning หรือ Halopriming คือ วิธีการแช่เมล็ดในสารละลายที่มีค่าชลศักย์ต่ำ เพื่อให้เมล็ดดูดน้ำอย่างช้า ๆ เข้าสู่ภายในเมล็ด และเกิดกระบวนการงอก โดยวิธีการนี้ได้ผลดีกับเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็ก เช่น แครอท พริก คะน้า และอื่น ๆ (Cantliffe, 1983; McDonald, 1999)

สารละลายที่นิยมนำมาใช้ในการทำ Seed priming มี 2 ประเภท คือ

- Inorganic salt เช่น KNO_3, Na_2SO_4, $CaCl_2$ และ KH_2PO_4 เป็นต้น อาจเรียกวิธีการนี้ว่า “Halopriming” โดยทั่วไปเกลือที่เกิดจาก Na^{2+} จะมีความเป็นพิษมากกว่าเกลือที่เกิดจาก K^+ (Cano *et al*., 1991)

- Organic salt เช่น Polyethylene glycol (PEG), Mannitol และ Sorbitol ซึ่งสารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ PEG (De Chandra, 1999; Foti *et al*., 2008) เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายน้ำง่าย โมเลกุลมีขนาดใหญ่ไม่สามารถผ่านเข้าไปในเซลล์พืชได้ และเป็นสารที่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมีจึงไม่จำเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์ (Heydecker, *et al.*, 1975; Heydecker and Coolbear, 1977)

- Matrixpriming หรือ Matrixconditioning หรือ Solidpriming เป็นการให้ความชื้นแก่เมล็ดโดยการคลุกเมล็ดกับสารที่เป็นวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ Vermiculite, Peat moss, ทราย และขี้เลื่อย เป็นต้น หรือเป็นสารที่เป็นของแข็งอุ้มน้ำได้

- วิธีการอื่น ๆ เป็นวิธีการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ด เช่น Chemical priming ที่เป็นสารเคมีนำมาทำเป็นสารละลาย อาจเป็นสารประกอบธรรมชาติ หรือสารสังเคราะห์ก็ได้ ตัวอย่างเช่น Selenium, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, Butanolide เป็นต้น (จุฑามาส, 2558)

4. ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination)

การงอกของเมล็ด หมายถึง ขบวนการต่าง ๆ สลับซับซ้อนที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด มีผลทำให้เจริญเติบโต (Resumption of growth) ของต้นอ่อน นักสรีรวิทยาหรือนักวิทยาศาตร์ด้านเคมี อาจให้คำจำกัดความของการงอกในเมล็ดแต่เพียงระยะที่รากอ่อนทะลุส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาให้เห็น แต่นักวิทยาศาสตร์ทางด้านเมล็ดพันธุ์ (Seed technologist) หรือ นักวิชาการเกษตร (Agriculturist) ให้

ความหมายว่า ระยะตั้งแต่เริ่มแรกที่เมล็ดพันธุ์มีขบวนการต่าง ๆ เกิดขึ้นภายในเมล็ดที่กำลังพักผ่อน ไปจนถึงระยะที่ต้นอ่อนเจริญเติบโต และเจริญพัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่แข็งแรง สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ต่อไปภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (จวงจันทร์, 2529)

4.1 ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดต้องการปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด เพื่อให้ขบวนการต่าง ๆ ของการงอกเกิดขึ้น ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่

4.1.1 น้ำหรือความชื้น เป็นปัจจัยแรกที่เมล็ดต้องการใช้สำหรับการงอกเพื่อละลายโปรโตพลาสซึม น้ำทำให้อาหารที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ดในรูปโมเลกุลใหญ่แตกย่อยเป็นโมเลกุลเล็ก เพื่อขนย้ายไปยังจุดเจริญ แต่การที่เมล็ดจะงอกได้ เมล็ดต้องมีความชื้นสูงประมาณ 30-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช

4.1.2 ออกซิเจน การงอกของเมล็ดเกี่ยวข้องกับเซลล์ที่มีชีวิตและต้องใช้พลังงาน จึงต้องใช้ออกซิเจนสำหรับการหายใจ เพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้มาซึ่งพลังงานที่จำเป็นสำหรับการงอก โดยทั่วไปเมล็ดสามารถงอกได้ในบรรยากาศที่ออกซิเจนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ถ้าบรรยากาศรอบ ๆ เมล็ดมีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลงหรือไม่งอกเลย

4.1.3 อุณหภูมิที่พอเหมาะ เมล็ดพันธุ์ต่างชนิดสามารถงอกได้ในช่วงหรือระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะยับยั้งหรือทำให้เมล็ดไม่งอก โดยปกติเมล็ดงอกได้ดีที่ช่วงอุณภูมิระหว่าง 10-35 องศาเซลเซียส สามารถแบ่งระดับอุณหภูมิที่สำคัญได้ 3 ประเภท ดังนี้

ก. อุณหภูมิเหมาะสมที่สุด (Optimum temperature) คือ เมล็ดพันธุ์จะงอกได้เร็วที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด

ข. อุณหภูมิต่ำสุด (Minimum temperature) คือ ระดับต่ำสุดที่เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ การงอกของเมล็ดจะไม่เกิดขึ้น แต่จะไม่เป็นอันตรายกับเมล็ดที่ระดับนี้ สามารถงอกได้แต่ใช้เวลานานขึ้น

ค. อุณหภูมิสูงสุด (Maximum temperature) คือ ระดับสูงสุดที่เมล็ดงอกได้ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ เมล็ดจะไม่งอก อาจเป็นอันตรายกับเมล็ด โดยทั่วไปอุณหภูมิมักไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส

4.1.4 แสง เมล็ดต้องการแสง เพื่อไปกระตุ้นการงอกในระยะใดระยะหนึ่งเท่านั้น แสงที่กระตุ้นให้เมล็ดงอกคือ แสงสีแดง (Red light) เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นแสงระหว่าง 5,600 อังสตรอม - 7,000 อังสตรอม ส่วนแสงพวกฟาร์ - เรด (Far-red) ที่มีความยาวคลื่นแสงประมาณ 7,300 อังสตรอม จะยับยั้งไม่ให้เกิดการงอก

4.2 ขบวนการทางสรีรวิทยาในการงอกของเมล็ด

ในการเจริญเติบโตของพืชมีขบวนการที่เกิดต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์ (ภาพที่ 2) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงภายใน สามารถกล่าวถึงทีละขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

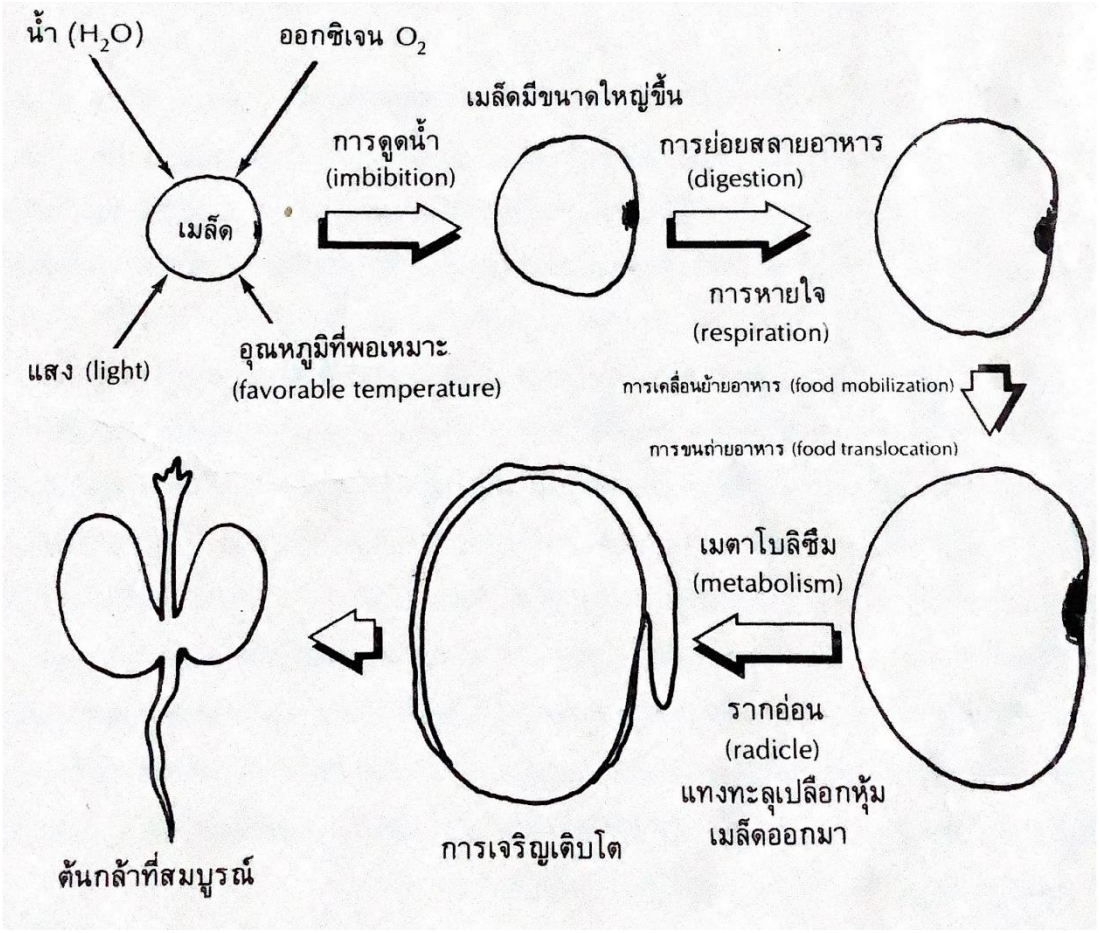
4.2.1 การดูดน้ำของเมล็ด (Rehydration หรือ Water absorption หรือ Imbibition) เป็นขบวนการแรกที่เกิดขึ้น เพื่อให้ความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้นและอยู่ในปริมาณที่เพียงพอต่อการเกิดขบวนการต่าง ๆ สำหรับการงอก

4.2.2 การย่อยสลายและการหายใจ (Digestion and Respiration) เมื่อน้ำเข้าสู่ภายในเซลล์ จะไปกระตุ้นการทำงานขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ ขณะเดียวกันน้ำจะช่วยละลายโปรโตพลาสซึมและให้ออกซิเจนเข้าสู่ภายเมล็ด ทำให้ย่อยสลายอาหารที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ด ขณะเดียวกันในการย่อยสลายอาหารจะมีพลังงานเกิดขึ้น ซึ่งพลังงานเหล่านี้จะถูกเคลื่อนย้ายและสร้างอาหารโดยส่วนของคัพภะต่อไป

4.2.3 การเคลื่อนย้ายและขนส่งอาหาร Food mobilization and transportation) อาหารจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังจุดเจริญที่ละลายไปกับน้ำ เพื่อสังเคราะห์อาหารขึ้นมาใหม่ใช้ในการเจริญเติบโต

4.2.4 เมตาบอลิซึม (Metabolism หรือ Biosynthesis) เมื่อจุดเจริญได้รับพลังงานและแร่ธาตุต่าง ๆ จะเริ่มมีการสร้างหรือสังเคราะห์อาหารขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต

4.2.5 การเจริญเติบโต (Resumption of growth) จุดเจริญจะเกิดการยืดตัว (Intrusion) ขึ้นของส่วนของต้นอ่อน สิ่งที่ปรากฏให้เห็นชัดก่อนสิ่งอื่นคือ รากอ่อน (Radicle) โผล่ออกจากเปลือกที่หุ้มเมล็ด พร้อมที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่แข็งแรงต่อไป



ภาพที่ 2 กระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์

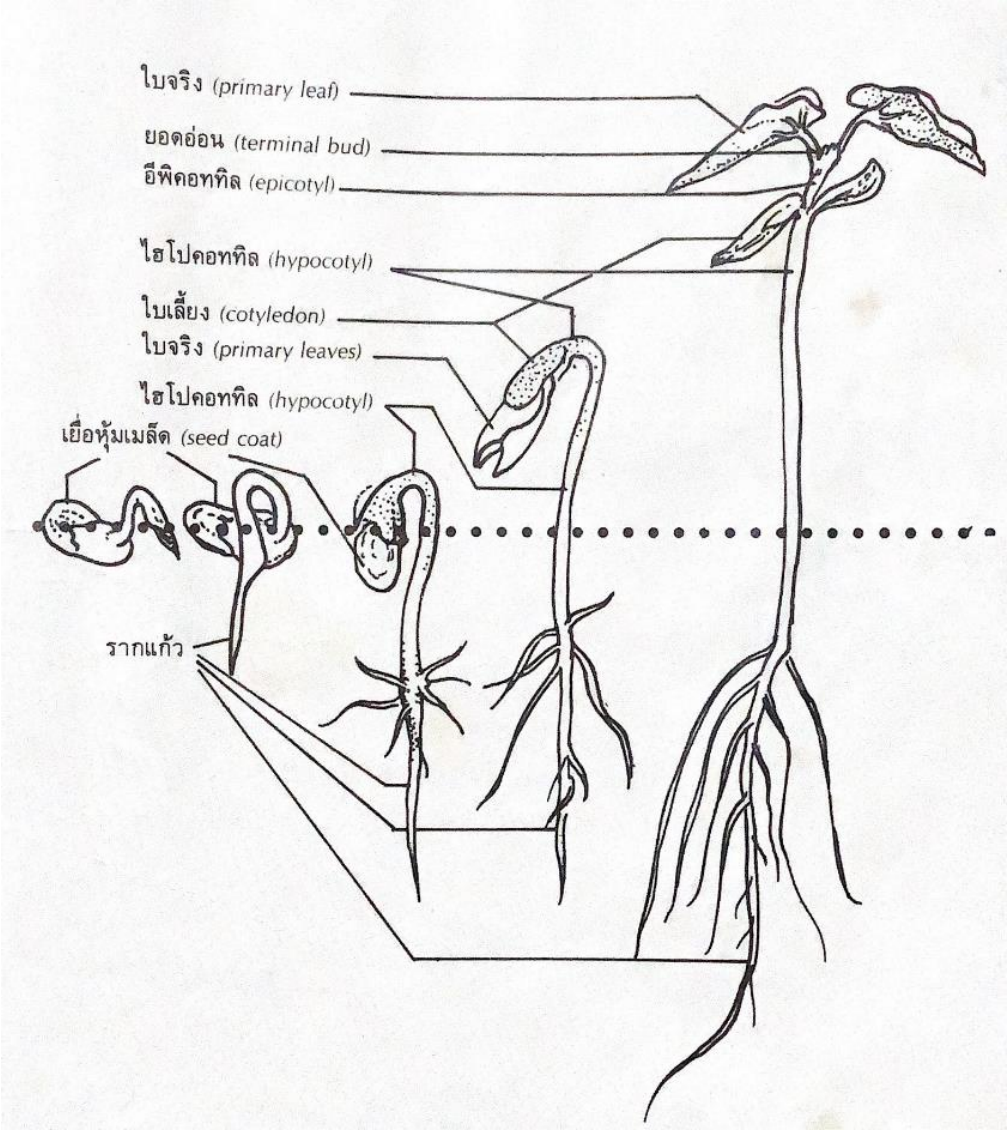
ที่มา: (จวงจันทร์, 2529)

4.3 รูปแบบการงอก

การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

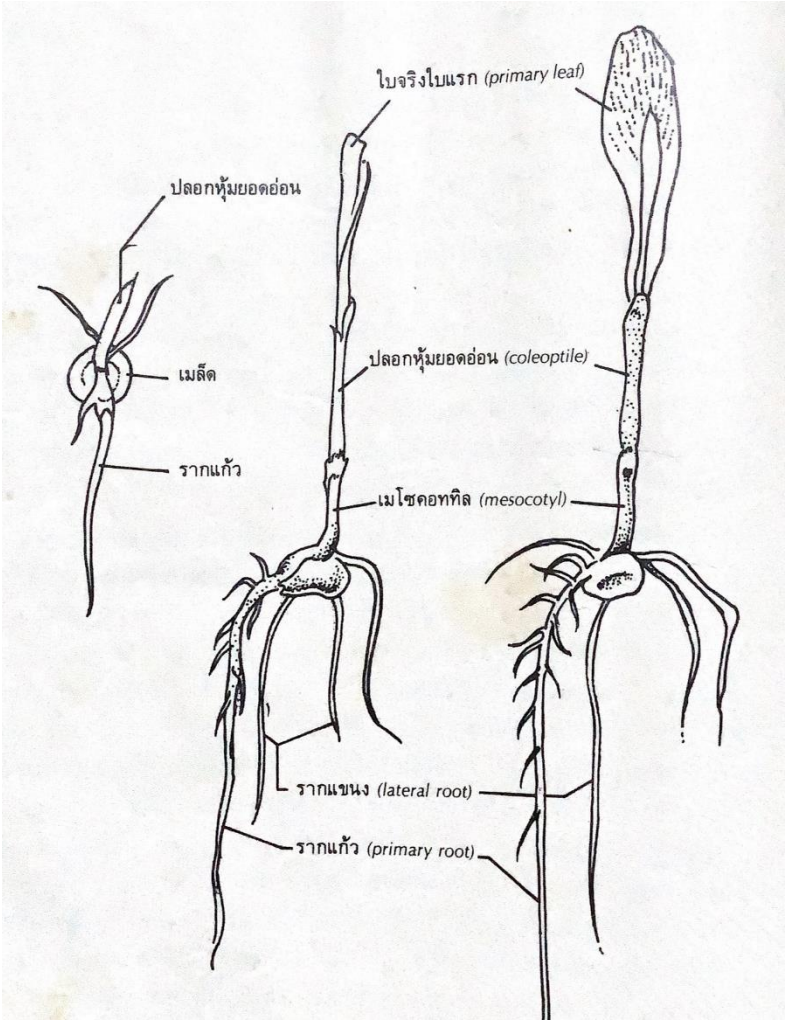
4.3.1 การงอกแบบอิพิเจียว (Epigeal germination) หมายถึง การงอกของเมล็ดเมื่อกล้าเจริญเติบโตจะมีใบเลี้ยงโผล่ขึ้นเหนือผิวดิน เมื่อใบเลี้ยงโผล่ขึ้นเหนือผิวดินแล้ว จะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหารให้กับกล้าระยะหนึ่ง จนเมื่อโตเต็มที่จะสร้างใบจริงขึ้นสังเคราะห์แสงส่วนใบเลี้ยงจะค่อย ๆ เหี่ยวแห้งไป (ภาพที่ 3) พืชตัวอย่างเช่น ถั่วเหลือง ฝ้าย ละหุ่ง และทานตะวัน เป็นต้น

4.3.2 การงอกแบบไฮโปเจียว (Hypogeal germination) หมายถึง การงอกของเมล็ดเมื่อกล้าเจริญเติบโตจะมีใบเลี้ยงไม่โผล่ขึ้นผิวดิน แต่ยังอยู่ใต้ผิวดิน เมื่อธาตุอาหารที่เก็บสะสมถูกใช้จนหมด ก็จะสลายตัวไป (ภาพที่ 4) พืชตัวอย่างเช่น ถั่วลันเตา ข้าว ข้าวโพด ธัญพืชและพืชตระกูลหญ้า เป็นต้น



ภาพที่ 3 การงอกแบบอิพิเจียว (Epigeal germination)

ที่มา: (จวงจันทร์, 2529)



ภาพที่ 4 การงอกแบบไฮโปเจียว (Hypogeal germination)

ที่มา: (จวงจันทร์, 2529)

5. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ คือ ลักษณะดีเด่นบางอย่างของเมล็ดพันธุ์ที่ซ่อนในเมล็ด และจะแสดงให้เห็นเมื่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ไม่เหมาะสมหรือแปรปรวนผิดปกติ (จวงจันทร์, 2529) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ความแข็งแรงจากลักษณะทางพันธุกรรม (Genetic vigor) คือ ความแข็งรงที่มาจากพันธุกรรม เช่น ความดีเด่นของลูกผสม (Heterosis) เป็นต้น เมล็ดมีสายพันธุ์ต่างกันทำให้มีความแข็งแรงต่างกัน

2. ความแข็งแรงทางสรีรวิทยา (Physiological vigor) คือ ความแข็งแรงของเมล็ดที่เกิดขึ้นจากผลของสภาพแวดล้อม ตั้งแต่เริ่มปลูกตลอดจนเก็บเกี่ยว ขนย้าย สี นวด ตาก หรือลดความชื้น ฯลฯ

5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

5.1.1 ลักษณะทางพันธุกรรม (Genetic makeup) เป็นตัวกำหนดระดับของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ต่างชนิดจะมีความแข็งแรงที่ต่างกัน

5.1.2 การสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ (Seed maturity) เมื่อเมล็ดเข้าใกล้ระยะสุกแก่จะยิ่งมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น แต่หลังการสุกแก่ทางสรีรวิทยาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะเริ่มลดลง

5.1.3 การเก็บเกี่ยว (Harvesting) เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวหลังจากหลังจากเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความแข็งแรงลดลง กล่าวคือ หากเก็บเกี่ยวช้า เมล็ดจะยิ่งมีความแข็งแรงลดลงเรื่อย ๆ

5.1.4 สภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาของเมล็ด (Environment during seed development) มีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่

ก. อุณหภูมิ (Temperature) มีบทบาทต่อการพัฒนาของเมล็ดพันธุ์โดยตรง

ข. ความชื้นในดิน (Soil moisture) มีผลทางอ้อมต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

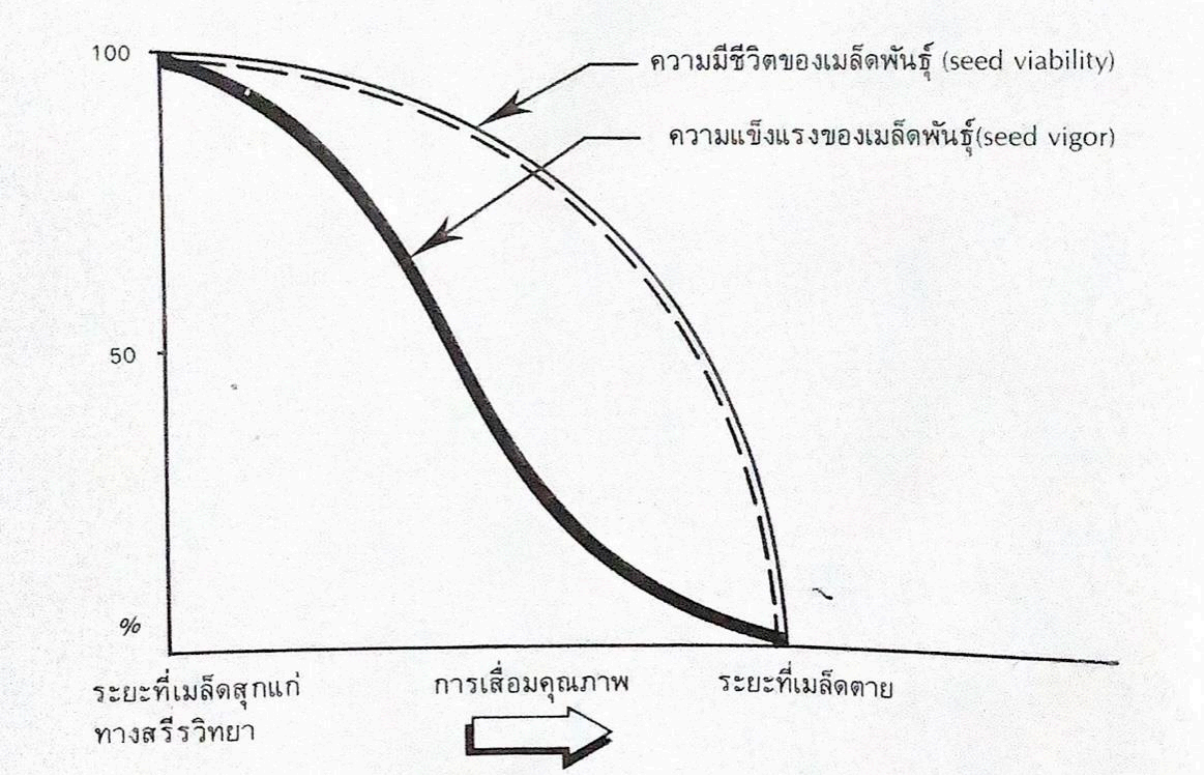
ค. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility) มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดที่กำลังพัฒนาเมตาบอลิซึม (Metabolism)

5.1.5 ผลเสียหายจากการใช้เครื่องจักรกล (Mechanical damage) อาจได้รับมาจากการนวด การกะเทาะ การตาก มีผลทำให้มีความแข็งแรงลดลง อาจทำให้เมล็ดแตกร้าวหรือเกิดความเสียหายขึ้นภายในเมล็ดที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก

5.1.6 ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ (Seed size and seed weight) เมล็ดที่มีน้ำหนักมากจะมีอาหารสะสมภายในเมล็ดมาก เมล็ดขนาดใหญ่จะมีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดเล็ก

5.1.7 ความเก่าใหม่และการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Age and deterioration) เมล็ดเก่าจะมีการเสื่อมสภาพของเมล็ดสูง ทำให้ความแข็งแรงลดลง ดังนั้นเมล็ดที่ระยะสุกแก่จะมีความแข็งแรงสูงสุด

5.1.8 โรคและแมลง การเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา หรือแมลงที่เข้าทำลาย ส่งผลให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง หรือเสื่อมสภาพมากขึ้น ทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดลดลง (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ที่มา: (จวงจันทร์, 2529)

6. การวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์

การวิเคราะห์และประเมินผลการทดสอบความงอกเป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตและศึกษาเมล็ดพันธุ์ การทดสอบความงอกจะตรวจสอบและวิเคราะห์เมล็ดพันธุ์ที่ต้องทำการทดสอบ ได้แก่

6.1 ต้นกล้าปกติ (Normal seedling) หมายถึง ต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ ครบถ้วน เป็นต้นกล้าที่สามารถเจริญเติบโตเป็นพืชปกติได้ ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

ก. มีรากแก้วที่สมบูรณ์ ยกเว้นพืชรากฝอยที่จะมีรากชั่วคราวแทน

ข. มีไฮโปคอทิล (Hypocotyl) หรือ อิพิคอทิล (Epicotyl) เชื่อมติดกันโดยไม่มีร่องรอยความเสียหายของท่อน้ำและอาหาร และมียอดอ่อนสมบูรณ์

ค. มีใบเลี้ยง 1 ใบ สำหรับใบเลี้ยงเดี่ยว และใบเลี้ยงคู่ 2 ใบ สำหรับใบเลี้ยงคู่

6.2 ต้นกล้าผิดปกติ (Abnormal seedling) หมายถึง ต้นกล้าที่มีส่วนประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งถูกทำลายเสียหาย ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชสมบูรณ์ได้

6.3 เมล็ดแข็ง (Hard seed) หมายถึงเมล็ดที่มีชีวิตแต่ไม่งอก เนื่องจากน้ำไม่สามารถซึมผ่านเปลือกเข้าไปในเมล็ดได้ เมล็ดจะยังคงรักษาสภาพเดิมเหมือนก่อนมีการทดสอบความงอก โดยเปอร์เซ็นต์ของเมล็ดแข็งจะถูกรวมอยู่ในเปอร์เซ็นต์ความงอก

6.4 เมล็ดที่พักตัว หมายถึง เมล็ดที่ดูดน้ำแต่ไม่เกิดการงอก เนื่องจากออกซิเจนไม่สามารถเข้าไปภายในเมล็ดได้

6.5 เมล็ดตาย หมายถึง เมล็ดที่ไม่เกิดการงอก และเกิดการเน่าเปื่อย มีรูปร่างที่ผิดปกติไปจากเดิม บวมหรือเน่าเละ

6.6 ระยะเวลาของการทดสอบความงอก หมายถึง ระยะเวลาของการทดสอบความงอกของเมล็ดที่แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 7-14 วัน กำหนดให้ทำอย่างน้อย 2 ครั้ง คือ การนับครั้งแรก (First count) ซึ่งมีกำหนดวันนับจากวันแรกที่เพาะ และการนับครั้งสุดท้าย (Final count) (จวง จันทร์, 2529)

6.7 การตรวจวัดความยาวรากหลังการเพาะ เป็นการวัดว่าเมล็ดมีการเจริญเติบโตมากเพียงใด โดยประเมินการงอกรากจากหลังจากเพาะทดสอบ 1-4 วัน (จักรพงษ์ และคณะ, 2565)

6.8 การวิเคราะห์การเติบโตของต้นกล้าผ่านการหาน้ำหนักแห้ง เป็นวิธีติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตที่พืชสร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ที่วัดออกมาในรูปของน้ำหนักแห้ง (สารัถ และคณะ, 1996)

6.9 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย คือ ปริมาณที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำค่าหนึ่ง ที่มีสิ่งเจือปนละลายอยู่ในน้ำ จึงทำให้น้ำสามารถนำไฟฟ้าได้ มีหน่วยวัดความนำไฟฟ้าคือ Mohi (โมห์) หรือ Seimen (ซีเมนส์) โดยเทียบหนึ่งหน่วยพื้นที่เป็นตารางเซนติเมตร (ค่าการนำไฟฟ้าวัดเป็นไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร (µmhos/cm) หรือไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (µs/cm); 1 µmhos/cm=1µs/cm)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน
2. อุปกรณ์ในการชั่งเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน
    2.1 ตาชั่งดิจิตอล
    2.2 ช้อนตักเมล็ดและถ้วยใส่เมล็ด
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
    3.1 บีกเกอร์ขนาด 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
    3.2 ช้อนตักสารและแท่งแก้วคนสาร
    3.3 น้ำ Reverse Osmosis (RO)
    3.4 ตาชั่งดิจิตอล
    3.5 ถ้วยสำหรับใส่สาร
    3.6 ถุงมือยาง
4. สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
    4.1 Polyethylene glycol (PEG600)
    4.2 Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$)
    4.3 น้ำ RO
5. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเพาะทดสอบความงอกและความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน
    5.1 กระดาษเพาะเมล็ดพันธุ์
    5.2 ถาดนับเมล็ด 100 เมล็ด
    5.3 น้ำ RO
    5.4 ปากคีบ (Forceps)
    5.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์
    5.6 แอลกอฮอล์ 75%
    5.7 ถุงมือยาง
    5.8 ตู้เพาะเมล็ดพันธุ์ (Seed germination)
    5.9 กล่องเพาะเมล็ด
    5.10 ไม้บรรทัด
    5.11 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
    5.12 เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

วิธีการ

1. แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด สิ่งทดลองคือ การเตรียมการงอก 3 วิธี และ 1 การควบคุมดังนี้

ก. Hydropriming คือ การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำกลั่น (RO)

ข. Osmopriming คือ การแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลาย Polyethylene glycol (PEG 6000) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์

ค. Chemical priming คือ การแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลาย Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์

ง. เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการดำเนินการใด ๆ หรือตัวควบคุม (Control)

ใช้เมล็ดโสนอัฟริกันน้ำหนัก 11.7 กรัม เท่ากันทุกสิ่งทดลอง

2. การเตรียมสารละลายและแช่เมล็ดพันธุ์

เตรียมสารละลายตามวิธีการ (นภาพร และพีระยศ, 2561) ดังนี้

ก. ชั่งสารแยกไว้ในบีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

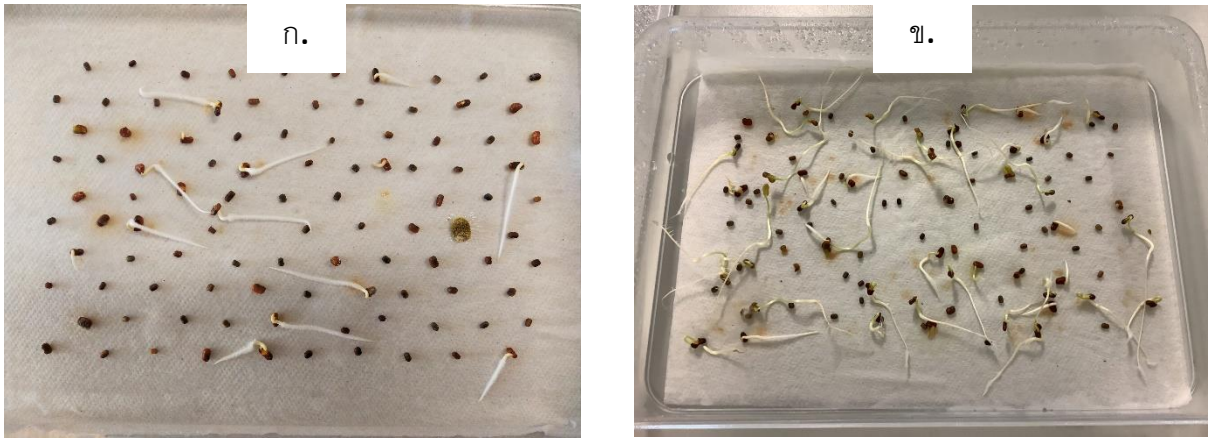
- Polyethylene glycol (PEG 6000) หนัก 2 กรัม
- Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) หนัก 2 กรัม

ข. เติมน้ำกลั่น (RO) ลงในแต่ละบีกเกอร์ คนให้ละลาย

ค. เทสารละลายที่ได้ รวมทั้งน้ำกลั่น (Hydropriming) ลงในกล่องที่ใส่เมล็ดไว้ก่อนแล้ว ปิดฝา นำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ในที่มืด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์สโนอัฟริกัน

เมื่อครบกำหนด นำเมล็ดออกมาลดความชื้น ด้วยการนำกระดาษทิชชู่ซับสารละลายให้แห้ง แล้วทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นเพาะทดสอบความงอก บนถาดนับเมล็ด 100 เมล็ด ด้วยวิธี Top of Paper (TP) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด (จวงจันทร์, 2529) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะเมล็ดพันธุ์ ตรวจนับการแทงราก (ความยาว 2 มิลลิเมตร) และกล้าปกติหลังการเพาะเป็นเวลา 7 วัน (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ตัวอย่างการเพาะเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

ก. ตัวอย่างการแทงราก (Radical emergence) ของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

ข. ตัวอย่างการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

4. การวิเคราะห์การเติบโตของต้นกล้าและค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย

เมื่อเมล็ดพันธุ์งอกครบ 7 วัน นำต้นกล้าที่ได้ชั่งหาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง หลังการอบด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 7) จนกว่าน้ำหนักของต้นกล้าจะคงที่ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ส่วนน้ำที่แช่เมล็ดพันธุ์นำไปหาค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity Test) (ภาพที่ 8) โดยวัดสารละลายก่อนแช่เมล็ดพันธุ์ และหลังแช่เมล็ดพันธุ์ เพื่อศึกษาปริมาณประจุที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเตรียมการงอก

ภาพที่ 7 การอบหาน้ำหนักแห้งต้นกล้าโสนอัฟริกันด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

ภาพที่ 8 การหาค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity Test)

5. วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) โดยโปรแกรม STAR โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความงอกและความแข็งแรงผ่านการพิจารณาการแทงราก และการเติบโตของต้นกล้า

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่การทำวิจัย

ห้องปฏิบัติการกลางภาควิชาพืชไร่นา ชั้น 7 อาคารวิชานุสรณ์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

2. ระยะเวลาการทำวิจัย

เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2565 และสิ้นสุดการทดลองในเดือน มกราคม พ.ศ. 2566

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองการตรวจสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันด้วยวิธี Seed priming ทั้ง 3 วิธี ได้แก่

- Hydropriming ที่ใช้ น้ำกลั่น (RO)
- Osmopriming ที่ใช้ Polyethylene glycol (PEG 6000) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์
- Chemical priming ที่ใช้ Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์

ได้ผลการทดลอง ดังนี้

1. ความยาวรากวันที่ 3 หลังการเพาะ

เมื่อตรวจสอบความงอกในวันที่ 3 ที่เมล็ดเริ่มงอกพร้อม ๆ กันทุกวิธี (ภาพผนวกที่ 1 และตารางผนวกที่ 2) พบว่าวิธี Osmopriming ที่ใช้สารละลาย PEG6000 ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความยาวรากมากที่สุด 23.75 เซ็นติเมตร เมื่อเทียบกับความยาวรากของวันที่ 1 หลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) กับเมล็ดพันธุ์ควบคุม (Control) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความยาวรากของวันที่ 3 หลังจากเพาะเมล็ด

Treatments	ความยาวรากวันที่ 3 (cm)
Control	15.75 b
Hydropriming (RO)	20.75 ab
Osmopriming (PEG6000)	23.75 a
Chemical priming ($ZnSO_4.H_2O$)	16.50 ab
F-test	*
C.V. (%)	19.69

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p <0.05$)

เหตุผลที่วิธี Osmopriming ที่ใช้สารละลาย PEG6000 ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวรากวันที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากสารละลาย PEG6000 ไปช่วยกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ ทำให้มีความต่าง

ศักย์ของน้ำในระดับต่ำ ชะลอการดูดน้ำของเมล็ดอย่างช้า ๆ ทำให้สารเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้น จนเกิดกระบวนการงอก โดยสารละลายนี้จะช่วยเพิ่มความหนืดของน้ำ เป็นการควบคุมปริมาณน้ำที่เมล็ดจะสามารถดูดซึมเข้าไปสู่ภายในได้ (McDonald, 2000) ต่างจากเมล็ดพันธุ์ควบคุม (Control) ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นใด ๆ เป็นผลให้ในช่วง 3 วันแรกหลังจากการเพาะเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่ถูกกระตุ้นด้วยสารละลาย PEG6000 จึงมีค่าความยาวรากมากกว่า การนำค่าความยาวรากวันที่ 3 มาวิเคราะห์ผล เนื่องจากการประเมินการงอกรากควรประเมิน 1-4 วัน หลังจากการเพาะทดสอบ (จักรพงษ์ และคณะ, 2565)

2. ความงอก

เมื่อตรวจสอบลักษณะต้นอ่อนปกติหลังจากการเพาะเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันได้ 7 วัน (ภาพผนวกที่ 2-6 และ ตารางผนวกที่ 4) พบว่า วิธี Osmopriming ที่ใช้สารละลาย PEG6000 ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความงอกอยู่ที่ 53.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) กับวิธีควบคุม และ Chemical priming ที่ใช้ Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความงอกหลังการเพาะ 7 วัน

Treatments	ต้นกล้าปกติ (%)
Control	43.50 bc
Hydropriming (RO)	51.00 ab
Osmopriming (PEG6000)	53.75 a
Chemical priming ($ZnSO_4.H_2O$)	42.75 c
F-test	*
C.V. (%)	7.80

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เหตุที่วิธี Osmopriming ที่ใช้สารละลาย PEG6000 ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ต้นอ่อนปกติได้มากที่สุด เนื่องจากสารละลายจะช่วยชะลอการดูดน้ำอาจส่งผลให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้ดี ที่มีผลทำให้ต้นอ่อนเจริญเติบโตอย่างปกติ จึงมีต้นอ่อนปกติเพิ่มขึ้น ต่างจากวิธี Chemical priming ที่ใช้ Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นสารเคมี เมื่อเวลาผ่านไปอาจส่งผลต่อผนังเซลล์ เป็นเหตุให้เกิดความผิดปกติจากรูปทรงของต้นกล้า

3. การเติบโตของต้นกล้าโสนอัฟริกัน

เมื่อตรวจสอบปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นอ่อนโสนอัฟริกัน (ตารางผนวกที่ 3) พบว่า วิธีการเตรียมการงอกทั้ง 3 วิธี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ควบคุม (Control) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเติบโตของต้นอ่อนโสนอัฟริกัน

treatment	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)
Control	21.8	51.00
Hydropriming (RO)	24.4	52.25
Osmopriming (PEG6000)	27.0	56.25
Chemical priming ($ZnSO_4.H_2O$)	21.7	50.75
F-test	ns	ns
C.V. (%)	12.07	14.66

ns = non-significant ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

เหตุที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของทั้ง 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกันกับเมล็ดพันธุ์ควบคุม (Control) เนื่องจากกระบวนการทำ Seed priming จะช่วยในเรื่องของการงอกของเมล็ด ทำให้เมล็ดมีการงอกที่เร็วขึ้น สม่ำเสมอ (บุญมี, 2558) แต่ไม่ได้ช่วยในเรื่องของระยะการเจริญเติบโตของต้นอ่อน เช่น การสังเคราะห์แสง ที่เป็นเหตุผลทำให้ต้นอ่อนนั้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากการสร้างอาหารด้วยตัวเอง

4. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย

เมื่อตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า ของสารละลายทั้ง 3 วิธี พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของวิธี Osmopriming ที่ใช้สารละลาย PEG6000 ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่ามากที่สุดอยู่ที่ 7.30 ไมโครซีเมนส์ (μS) แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) เหตุที่สารละลายพบค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันปล่อยสารที่สามารถนำไฟฟ้าออกมายังสารละลาย

ตารางที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้า

Treatments	ก่อนแช่เมล็ด (µS)	หลังแช่เมล็ด (µS)
Control	-	-
Hydropriming (RO)	6.79	7.28
Osmopriming (PEG6000)	6.47	7.30
Chemical priming ($ZnSO_4.H_2O$)	6.96	7.13

สรุป

วิธีการเตรียมการงอกโดย Osmopriming ที่ใช้สารละลาย Polyethylene glycol (PEG 6000) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในที่มืด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถยกระดับความงอกและความยาวรากของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันได้

ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารละลาย Polyethylene glycol (PEG 6000) และ Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) อาจช่วยยกระดับความงอกและความยาวรากของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2550). การปลูกโสนอัฟริกันเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด, สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2566. จาก. http://www.r01.ldd.go.th/aya/Data/soil-publicize.pdf

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564. **โครงการคัดเลือก ปรับปรุง และผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด ที่มีคุณภาพเป็นเมล็ดพันธุ์หลักและเมล็ดพันธุ์ขยาย.** หน้า 8. คณะทำงานศึกษาวิจัยและผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด

กลุ่มดินและปุ๋ยพืชไร่นา สถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิต. (2539). *การผลิตเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน* [แผ่นพับ]. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

จักรพงษ์ กางโสภา, เพชรรัตน์ จี้เพชร และ สุรีมาศ จันต๊ะอินทร์. 2565. **ความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลือง หลังการเคลือบและพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *Bacillus subtilis.*** วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 14(1): 270

จุฑามาส ฟักทองพรรณ. 2559. **การเตรียมความพร้อมเมล็ดเพื่อความทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม.** วารสารวิชาการเกษตร 34(2): 199-201

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

นภาพร เวชกามา และ พีระยศ แข็งขัน. 2561. **การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming.** วารสารเกษตรพระวรุณ 15(1): 23-25

บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

บุญมี ศิริ และ อรนุช เดียมขุนทด. 2556. **ผลของการทำ osmopriming ด้วยสารเคมีต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม.** แก่นเกษตร 41(1): 245-247

สวนหม่อนไม้ สวนเกษตรนวัตกรรมพึ่งตน. (2566). โสนอัฟริกัน ปุ๋ยพืชสดในนาข้าว, สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2566. จาก. http://www.monmai.com

สารัถ สัตยารัตน์, ไพศาล เหล่าสุวรรณ และ อภินันท์ กำนัลรัตน์. 2539. **การศึกษาเปรียบเทียบถั่วเขียวแนะนำ.** วารสารเทคโนยี 3: 10

Aballtechno co., LTD. (2566). การวัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำ, สืบค้นเมื่อ 27 มีนาคม 2566. จาก https://www.aballtechno.com

Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In Seed development and germination. New York. pp: 767-789.

Cantliffe, D.J. 1983. Starting vegetable cropswith primed seed. Amer. Veg. Grower 31: 42-43.

Cano, E.A., M.C. Bolarin, F. Perez-Alfocea and M. Caro. 1991 – Effect of NaCl priming on increased salt tolerance in tomato. J. Hort. Sci., 66:621-628.

De Chandra, G. 1999. Fundamental of Agonomy. Oxford and IBH Publishing Company, India.

Halmer, P. 2004. Methos to improve seed performance in the field. In Benech-Arnold, R. L. and Sánchez, R. A. (Eds), Handbook of seed physiology: Applications to agriculture (pp. 125-166). Food Products Press® and The Haworth Reference Press, NY, USA. 395p.

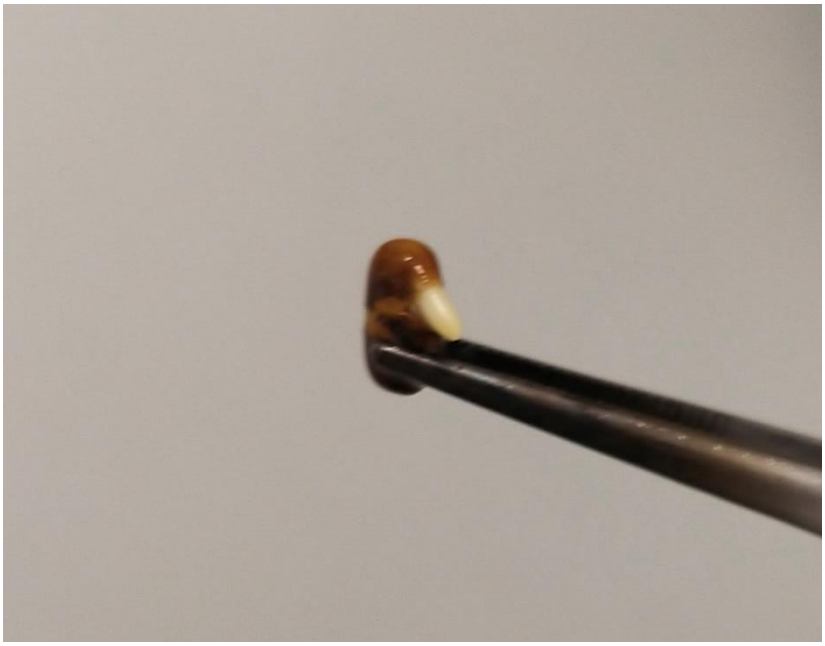
Haydecker, W., J. Higgins and Y.J. Turner. 1975. Invigoration of seed. Seed Science and Technology, 3: 881-888.

Heydecker, W and P. Coolbear. 1997. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed Science and Technology, 5: 353-425.

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In Black, M. and Bewley, J.D. (Eds), Seed Technology and its biological basis (pp. 287-325). Sheffield Academic Press, Sheffield, England

Ozbingol, N., F. Corbineau and D. Come. 1998. Response of tomato seeds to osmoconditioning as related to temperature and oxygen. Seed science research. 8: 377-384.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะการแทงราก (Radical emergence) ของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่แช่ในน้ำกลั่น (RO)

ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่แช่ในสารละลาย Polyethylene glycol (PEG 6000) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์

ภาพผนวกที่ 5 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่แช่ในสารละลาย Zinc Sulphate monohydrate ($ZnSO_4.H_2O$) ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์

ภาพผนวกที่ 6 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่ไม่ดำเนินการใด ๆ (Control)

ตารางผนวกที่ 1 ผลการแทงรากของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

วันที่นับ	วิธี priming	จำนวนต้น				ค่าเฉลี่ย
		ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	
1 วันหลังการเพาะ	Control	0	0	0	0	**0**
	Hydropriming (RO)	15	10	8	5	**9.5**
	Osmopriming (PEG6000)	10	18	21	14	**15.75**
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	7	6	2	5	**5**
7 วันหลังการเพาะ	Control	43	34	36	38	**37.75**
	Hydropriming (RO)	40	42	39	40	**40.25**
	Osmopriming (PEG6000)	43	46	39	48	**44**
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	47	34	34	37	**38**

ตารางผนวกที่ 2 ความยาวรากวันที่ 3 5 และ 7 วันหลังการเพาะเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกัน

วิธี priming	วันที่ 1				วันที่ 3				วันที่ 5				วันที่ 7				ค่าเฉลี่ย (cm)
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 4	
Control	0	0	0	0	18	16.7	3.6	15.3	76.9	63.6	61.4	74.2	148.3	145.7	114.5	145.9	55.88
Hydropriming (RO)	9.8	8.1	4.00	2.6	24	39.8	31.2	21.0	108.5	130.8	97.6	85.0	153.6	175.9	163.8	137.1	74.55
Osmopriming (PEG6000)	9.5	12.1	17.8	11.5	34.4	67.5	69.5	43.2	112.9	128.7	133.5	108.6	169.4	214.6	186.3	186.6	94.13
Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	5.7	3.4	2.0	3.3	27.8	30.1	21.6	21.2	95.4	81.2	75.9	73.9	143.8	132.2	132.2	119.1	60.58

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นอ่อนโสนอัฟริกัน

วิธี priming	น้ำหนักสด (g)				น้ำหนักแห้ง (g)											
					1 วันหลังการอบ				2 วันหลังการอบ				3 วันหลังการอบ			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Control	2.64	1.88	2.04	2.14	0.61	0.43	0.51	15.3	0.61	0.43	0.50	0.50	0.61	0.43	0.50	0.50
Hydropriming (RO)	2.66	2.53	2.32	2.24	0.54	0.57	0.51	21.0	0.53	0.56	0.46	0.52	0.52	0.58	0.50	0.51
Osmopriming (PEG6000)	2.79	2.83	2.43	2.75	0.61	0.59	0.47	43.2	0.59	0.48	0.41	0.62	0.59	0.56	0.46	0.62
Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	2.74	2.08	1.88	1.99	0.70	0.59	0.47	21.2	0.69	0.46	0.42	0.62	0.67	0.45	0.42	0.49

ตารางผนวกที่ 4 ความงอกของเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันที่ได้รับการเตรียมการงอกแตกต่างกัน

ลักษณะต้นอ่อน	วิธี priming	จำนวนซ้ำ				เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
		1	2	3	4	
ต้นอ่อนปกติ	Control	20	16	19	17	18
	Hydropriming (RO)	23	24	24	25	24
	Osmopriming (PEG6000)	24	26	30	27	26.75
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	24	18	12	17	17.75
ต้นอ่อนผิดปกติ	Control	23	18	17	21	19.75
	Hydropriming (RO)	17	18	15	15	16.25
	Osmopriming (PEG6000)	19	20	9	21	17.25
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	23	16	22	20	20.25
เมล็ดสดไม่งอก	Control	3	3	4	1	2.75
	Hydropriming (RO)	0	0	1	0	0.25
	Osmopriming (PEG6000)	2	2	2	2	2
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	2	6	7	2	4.25
เมล็ดแข็ง	Control	43	52	52	51	49.5
	Hydropriming (RO)	50	50	50	52	50.5
	Osmopriming (PEG6000)	48	51	43	43	46.25
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	43	51	54	51	49.75
เมล็ดตาย	Control	11	11	8	10	10
	Hydropriming (RO)	10	8	10	8	9
	Osmopriming (PEG6000)	7	7	10	7	7.75
	Chemicalpriming ($ZnSO_4$)	8	9	5	10	8

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชญาดา อารมย์
วัน เดือน ปี เกิด	23 มิถุนายน 2544
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลตำรวจ 492/1 ถนนพระรามที่ 1 แขวงประทุมวัน เขตประทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
ประวัติการศึกษา	- ระดับประถม โรงเรียนวัดราษฎร์ศรัทธาธรรม จังหวัดกรุงเทพมหานคร - ระดับมัธยม โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	- ทุนช่วยเหลือนิสิตที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รอบที่ 2 - ทุนช่วยเหลือนิสิตที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รอบที่ 3 - ทุนพัฒนานิสิตคณะเกษตร ปีการศึกษา 2564 - ทุนภาควิชาพืชไร่นา ประจำปีการศึกษา 2564 - ทุนการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนและส่งเสริมนิสิตเรียนดี ปริญญาตรีคณะเกษตร ประจำปีการศึกษา 2564 - ทุนการศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียน และส่งเสริมนิสิตเรียนดีระดับปริญญาตรี คณะเกษตร ประจำปีการศึกษา 2565 (ประเภทศักยภาพการเรียน)