



ปัญหาพิเศษ

ผลของสารล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of removing seed coating solvent on germination of maize

นางสาวลักขณา ปั่นทวัง

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

..... ฟิสิกส์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของสารล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of removing seed coating solvent on germination of maize

นามผู้วิจัย นางสาวลักขณา ปันทัง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก.....

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ประ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา.....

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยะ กิตติภาดากุล, Ph.D.)

วันที่ เดือน พ.ศ. 2565

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of removing seed coating solvent on germination of maize

โดย

นางสาวลัทธิกา ปันทวัง

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

ลักขิกา ปันทวัง. 2564: ผลของสารล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล, ประ.ศ. 48 หน้า

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันมักประสบปัญหาเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพจากท้องตลาด
แต่เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่นำไปจำหน่ายผ่านการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อ
ป้องกันโรคและแมลงที่เข้ามาทำลายเมล็ดและต้นกล้าในระยะแรก ซึ่งสารเคมีจะรบกวน
กระบวนการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะในการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์
วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้จะศึกษาสารและวิธีการล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ส่งผลต่อการ
ทดสอบความงอก ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ A, B, C, D และ
E รวมทั้งสิ้น 10 ตัวอย่าง โดยจะล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่
Methanol Ethanol และน้ำ (RO water) ที่มีเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเป็นตัวควบคุม (Control)
วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) ทดลองแต่ละ 3 ซ้ำ
ผลการทดลองพบว่า การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำให้ผลความงอกไม่ต่าง
กับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ด และ การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
ด้วยน้ำ และ Ethanol ให้ผลดัชนีค่า t_{50} U_{7525} AUC และ MGT ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้าง
สารเคลือบเมล็ด ในขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดด้วยน้ำ Methanol ให้ผลดัชนีความงอก ที่
แตกต่างจากกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ด

ลักขิกา

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

10 / 04 / 65

ABSTRACT

Lugsiga Pantawang. 2021: Effect of removing seed coating solvent on germination of maize. Bachelor's special problem in Agricultural Science, Department of Agronomy. Special problem advisor: Assist. Prof. Damrongvudhi Onwimol, Ph.D. 48 pages.

Maize seeds are often facing problems of seed left over from the market. Almost all leftover seeds are coated with chemical material to prevent seed pathogens and insects at the early stages of growing. The chemicals may tend to infest seed quality testing process, especially in seed germination tests. This experiment aimed to study the solvents and methods of removing seed coatings but do not affect germination of maize seed. Maize seed with 5 varieties, such as A, B, C, D and E; 10 samples in total, were washed with 3 different solvents: Methanol, Ethanol and RO water. The coated maize seed without washing was used as a control. The experiment was a completely randomized design with 3 replications each treatment. The results showed that washing the coated maize seed with RO water yielded percentage germination as same as the controlled seeds. There was no significant difference between controlled seeds and the uncoating seeds (washing with RO water and Ethanol) in various germination indices, such as t_{50} , U_{7525} , AUC and MGT. Washing seed coatings with Methanol showed significant difference in t_{50} , U_{7525} , AUC and MGT with the control.

Lugsiga

Student's signature

D. Onwimol

Special Problem Advisor's signature

10 / 04 / 22

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางด้านการเรียน การทำงาน และพิจารณาตรวจและแก้ไข ปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชา พืชไร่นา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ในการทำงานและการ ประกอบอาชีพในอนาคต

ขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา และคณะเกษตร ที่สนับสนุนงานวิจัย อุปกรณ์ เครื่องมือ และ สถานที่ในการทำการทดลอง ขอขอบคุณบริษัท เจริญโภคภัณฑ์ ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์ ขอขอบคุณฟิสิกส์ปริญาโทที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือ รวมถึงขอบคุณเพื่อนทุกท่าน ที่ให้ความที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยให้สำเร็จไปด้วยดี

และสุดท้ายขอขอบพระคุณ ครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจโดยตลอด ทำให้ ข้าพเจ้าอดทนฟันฝ่าอุปสรรคจนบรรลุผลไปด้วยดี

ลักขิกา ปันทวัง

มีนาคม 2565

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
อุปกรณ์	11
วิธีการ	12
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	15
ผลและวิจารณ์	16
สรุป	29
ข้อเสนอแนะ	30
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ดัชนีการแท่งรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง	17
2 ดัชนีการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง	20
3 ดัชนีการแท่งรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง	23
4 ดัชนีความงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง	26
 ตารางผนวกที่	 หน้า
1 ผลการแท่งรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง	36
2 ผลการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง	39
3 ผลการแท่งรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง	42
4 ผลการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง	45

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 องค์ประกอบภายในเมล็ดของเมล็ดข้าวโพดและเมล็ดถั่วแขก	5
2 การงอกแบบอีพิเจียว (Epigeal germination) ของเมล็ดถั่วแขก	9
3 การงอกแบบไฮโปเจียว (Hypogeal germination) ของเมล็ดข้าวโพด	10
4 ภาพการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	12
5 การเพาะทดสอบความงอกโดยวิธี Between paper (BP) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	13
6 ตัวอย่างการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	13
 ภาพผนวกที่	 หน้า
1 ลักษณะการแทงราก (Radical emergence) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	33
2 ลักษณะการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	33
3 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย Methanol	34
4 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย Ethanol	34
5 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย น้ำ (RO water)	35
6 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Control)	35

ผลของสารล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of removing seed coating solvent on germination of maize

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง และมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารและพลังงานเป็นอย่างมาก ประเทศไทยนิยมปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างแพร่หลาย ความต้องการในการใช้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่ปริมาณผลผลิตที่ได้ภายในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ปัจจุบันการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มักประสบปัญหาเมล็ดพันธุ์เหลือคื่นจากท้องตลาดทั้งในแง่ของการจัดการเมล็ดพันธุ์คงคลังและการทวนสอบ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายส่วนใหญ่ผ่านการคลุกหรือเคลือบพอลิเมอร์เพื่อยกระดับศักยภาพการเจริญเติบโตในแปลง การใช้สารเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นกรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์เพื่อป้องกันโรคและแมลงที่จะเข้ามาทำลายเมล็ดและต้นกล้าในระยะแรก เช่น เชื้อราที่เป็นเชื้อสาเหตุของโรคราน้ำค้าง เมล็ดพันธุ์เหลือคื่นจากท้องตลาดที่มีสารเคมีเคลือบจะรบกวนการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบความงอก การศึกษาเกี่ยวกับสารล้างเคลือบเมล็ดพันธุ์และวิธีการล้างที่อาจส่งผลต่อความงอกของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะช่วยให้ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์สามารถทวนสอบและจัดการเมล็ดพันธุ์เหลือคื่นจากท้องตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

การทดลองนี้จะทดสอบผลของตัวทำลายต่อการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ A, B, C, D และ E รวมทั้งสิ้น 10 ตัวอย่าง โดยจะล้างสารเคลือบเมล็ดในตัวทำลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ Methanol Ethanol น้ำ (RO water) โดยมีเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเป็นตัวควบคุม (Control) เพื่อศึกษาผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบผลของการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยตัวทำละลายต่างกัน
ที่อาจส่งผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์

การตรวจเอกสาร

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Maize)

ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา แอบอเมริกากลาง ประเทศเม็กซิโก ปัจจุบันนิยมปลูกแพร่หลายในแอบอเมริกา แคนาดา สามารถปลูกได้ในสภาพที่ภูมิอากาศแตกต่างกันมาก ๆ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์ เพราะสามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้ทั้งต้น ใบ และเมล็ด ในประเทศไทย คาดการณ์ว่าข้าวโพดนำเข้าในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (ประกาศ และคณะ, 2553) แต่ยังไม่เป็นที่รู้จัก จนกระทั่งปี พ.ศ. 2475 หม่อมเจ้าสิทธิพร กฤดากร ได้นำข้าวโพดหัวนุบเข้ามาในประเทศไทย และมีการเริ่มต้นปลูกข้าวโพดในเชิงการค้า หลังจากนั้นได้มีการนำข้าวโพดพันธุ์กัวเตมาลา เข้ามาในประเทศไทย ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวโพดในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้น (Aekatasanawan, 1997)

ข้าวโพด (*Zea mays* Linn.) เป็นพืชวงศ์หญ้า (Poaceae) จัดเป็นพืชอายุสั้นเพียงฤดูเดียว เจริญเติบโตง่าย ผลเป็นฝัก มีลักษณะทรงกระบอก หุ้มด้วยกาบบางๆ หลายชั้นรอบฝัก ฝักอ่อนมีสีเขียว ฝักแก่กาบจะแห้ง มีสีน้ำตาล ข้างในมีเส้นคล้ายเส้นไหมยาว หุ้มเมล็ดอยู่ประปราย และมีเมล็ดเรียงอยู่สม่ำเสมอ เมล็ดมีลักษณะทรงกลมแบนเล็กๆ มีเยื่อหุ้มเมล็ดผิวเรียบบางใส เมล็ดมีสีนวล สีเหลือง สีขาว หรือสีม่วงดำ ตามสายพันธุ์ สามารถจำแนกตามอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

Class : Angiospermae

Subclass : Monocotyledoneae

Family : Gramineae

Sub-family : Panicoideae

Tribe : Maydeae

Genus : Zea

Species : mays

Scientific name : Zea mays

Common name : Maize, Corn

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก โดยผลผลิตที่ได้เกือบทั้งหมดประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งในด้านความต้องการในการใช้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี แต่ปริมาณผลผลิตที่ได้ภายในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,

2564) ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากปัญหาด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ความงอกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะทำให้อัตราความงอกลดลง เป็นผลให้ผลผลิตลดลงไม่เพียงพอต่อความต้องการตลอดทั้งปี

2. เมล็ดพันธุ์ (Seed)

เมล็ดพันธุ์ (Seed) หมายถึง กัพพะที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Mature embryo) หรือโอวุลที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Mature ovule) หรืออีกนัยหนึ่งคือ ผลที่แก่เต็มที่ (Mature fruit) เมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งต่างจากเมล็ดพืชทั่ว ๆ ไปที่ใช้บริโภค (Grain) เนื่องจากเมล็ดพืชที่ใช้บริโภคอาจจะมีหรือไม่มีชีวิต เมล็ดพันธุ์เมล็ดหนึ่งอาจเป็นโอวุลที่เจริญเติบโตเต็มที่ กล่าวคือ ในหนึ่งผลมีเมล็ดหลายเมล็ด (Multiple seeded fruit) หรือเมล็ดพันธุ์อาจประกอบด้วยส่วนของเมล็ดและ ส่วนของผลอยู่รวมกัน กล่าวคือ ในหนึ่งผลมีเพียงหนึ่งเมล็ด (One seeded fruit) (จวงจันทร, 2529)

เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ (ภาพที่1) คือ

2.1 กัพพะ หรือต้นอ่อน (Embryonic axis) คือส่วนที่จะเจริญไปเป็นต้นพืช ต้นอ่อนประกอบด้วย ยอดอ่อน (Plumule) และรากอ่อน (Radicule) เกิดจากการผสมระหว่างเชื้อตัวเมีย (Egg cell) กับเชื้อตัวผู้ (Sperm nucleus) (ประนอม, 2541)

2.2 เปลือกหุ้มเมล็ด (Covering part หรือ Protective coat) เป็นส่วนห่อหุ้มเมล็ดอยู่ภายนอกเปลือกอาจเป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (Seed coat หรือ Testa) ที่เจริญมาจากส่วนของ เยื่อหุ้มโอวุล (Integument) เปลือกหุ้มเมล็ดทำหน้าที่ปกป้องอันตรายให้กับส่วนประกอบอื่นๆ ของเมล็ดที่อยู่ภายใน และยังทำหน้าที่ควบคุมการดูดซึมน้ำ อากาศ และป้องกันไม่ให้เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายเมล็ด (จวงจันทร, 2529)

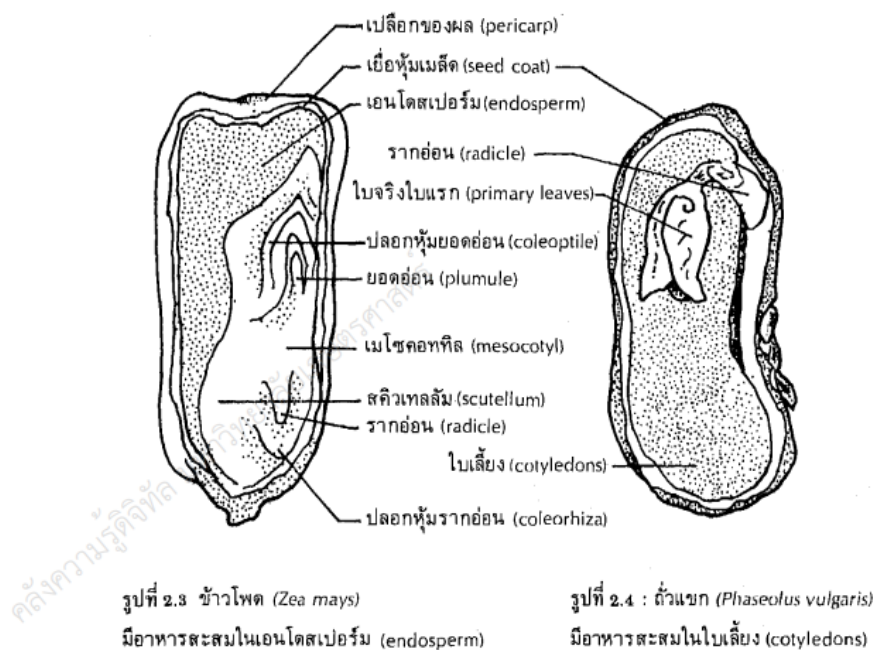
2.3 เนื้อเยื่อที่เก็บสะสมอาหาร (Storage tissue หรือ Supporting part) ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหารไว้สำหรับต้นอ่อนใช้ในกระบวนการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ เนื้อเยื่อที่เก็บสะสมอาหารแบบออกได้เป็น 3 ชนิด (จวงจันทร, 2529) คือ

- ใบเลี้ยง (Cotyledon) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร เป็นส่วนประกอบแรกของกัพพะ ใบเลี้ยงจะมีการแบ่งตัวและขยายตัวออกเมื่อเมล็ดงอก แต่ใบเลี้ยงของพืชบางชนิดทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่ง

ของคัพภะแต่ไม่มีการเก็บสะสมอาหาร เช่น ข้าวโพด และเมล็ดสัณฐานพืชอื่นๆ ใบเลี้ยงของพืชเหล่านี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Scutellum

- เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหาร พบในเมล็ดที่สุกแก่แล้วในพืชจำพวกข้าว ข้าวโพด และธัญพืชต่างๆ โดยทั่วไปเอนโดสเปิร์มจะไม่มีชีวิต ยกเว้นส่วนของอะลิวโรนเลเยอร์ (Aleurone layer) เท่านั้นที่ยังมีชีวิต

- เพอริสเปิร์ม (Perisperm) ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหาร เป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีชีวิต เกิดมาจากส่วนของนิเซลล์ในเอ็มบริโอ แซค (Embryo sac) พืชที่มีเพอริสเปิร์ม ได้แก่ บีท (Sugar beet) และ พลุ (Piper betel Linn)



ภาพที่ 1 ภาพแสดงองค์ประกอบภายในเมล็ดของเมล็ดข้าวโพดและเมล็ดถั่วแขก
ที่มา : จวงจันทร (2529)

3. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Seed coating)

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ คือการนำสารเคมีหรือชีวภาพที่มีลักษณะบางเบา มาฉาบยิดเกาะให้สม่ำเสมอไปบนผิวของเมล็ดพันธุ์ (Film coating) โดยเมล็ดพันธุ์จะถูกห่อหุ้มด้วยพอลิเมอร์ ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์พัฒนามาจากวิธีการคลุกเมล็ดร่วมกับสารเคมีสำหรับป้องกันกำจัดศัตรูพืช แต่ด้วยวิธีดังกล่าวทำให้ต้องสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง จึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ (จักรพงษ์, 2562) วิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบและสารเคมีเป็นการป้องกันโรคและแมลงที่จะเข้ามาทำลายเมล็ดและต้นกล้าในระยะแรก เช่น เชื้อราที่เป็นเชื้อสาเหตุของโรคราน้ำค้าง ซึ่งวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน คือ การคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีก่อนปลูก (บุญมี, 2551)

4. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Seed quality)

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีข้อกำหนดให้เป็นมาตรฐานเดียวกันโดยหน่วยงาน ระดับชาติ คือ ISTA (International Seed Testing Association) จวงจันท์ (2529) กล่าวว่า สิ่งที่จะเป็นตัวระบุว่าเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงหรือต่ำได้แก่ลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.1 ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ (Physical purity)
- 4.2 ความงอก (Germination)
- 4.3 ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (Seed moisture content)
- 4.4 ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ (varietal purity)
- 4.5 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor)
- 4.6 ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์
- 4.7 โรคและแมลงที่ติดมากับเมล็ด
- 4.8 ความสม่ำเสมอของเมล็ดพันธุ์ (Homogeneity)
- 4.9 เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีเมล็ดที่ได้รับอันตรายจากเครื่องจักรกลต่างๆ (mechanical damage)
- 4.10 แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์

การที่จะปลูกพืชชนิดหนึ่งจำเป็นต้องมีปัจจัยหลายๆ อย่าง และทุกปัจจัยจะขึ้นอยู่กับเมล็ดพันธุ์ที่ปลูก ดังนั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อทราบว่าเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีเลวเพียงใด ได้มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่

5. การงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination)

การงอก มีคำจำกัดความมากมาย นักสรีรวิทยาหรือนักวิทยาศาสตร์ทางด้านชีวเคมีให้คำจำกัดความการงอกว่าเป็นเมล็ดที่มีระยะที่รากอ่อนแทงทะลุส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาให้เห็น แต่นักวิทยาศาสตร์ด้านเมล็ดพันธุ์ให้ความหมายของคำว่า การงอกของเมล็ดว่า หมายถึงระยะตั้งแต่เริ่มแรกที่เมล็ดมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นภายในเมล็ดที่กำลังพักนอน ไปจนถึงระยะที่ต้นอ่อนเจริญเติบโต และเจริญพัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่แข็งแรง สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ต่อไปภายในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

5.1 ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

การที่เมล็ดพันธุ์จะงอกได้นั้น จำเป็นที่จะต้องได้รับปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้กระบวนการต่างๆ ของเมล็ดเกิดขึ้น ซึ่งปัจจัยที่จำเป็นต่างๆ ได้แก่

5.1.1 น้ำหรือความชื้น นำมีความสำคัญมากต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งน้ำจะทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม เนื่องจากผนังเซลล์และโปรโตพลาสซึมขยายตัว และยังช่วยเป็นพาหนะในการลำเลียงออกซิเจนและถ่ายเทอาการต่างๆ ที่เมล็ดเก็บสะสมไว้อีกด้วย ซึ่งในเมล็ดพันธุ์ทั่วไปมีความชื้น 6-14 เปอร์เซ็นต์ แต่การที่เมล็ดจะงอกได้นั้น ต้องการความชื้นสูงถึง 30-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

5.1.2 ออกซิเจน การงอกของเมล็ดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนสำหรับการหายใจ เพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้ซึ่งพลังงานที่จำเป็นสำหรับการงอก โดยทั่วไปเมล็ดสามารถงอกในได้สภาวะที่มีออกซิเจนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าบรรยากาศรอบๆ เมล็ดมีออกซิเจนเพิ่มขึ้น อัตราการงอกของเมล็ดก็จะเพิ่มมากขึ้น แต่เมล็ดบางชนิดก็สามารถงอกได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ เช่น ข้าว และเมล็ดวัชพืชบางชนิด

5.1.3 อุณหภูมิ โดยทั่วไปเมล็ดพืชจะสามารถงอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10-35 องศาเซลเซียส เมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดกันสามารถงอกได้ในระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งอุณหภูมิที่สูงเปิดไปหรือต่ำเกินไปจะยับยั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์ ระดับของอุณหภูมิแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

- อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด (Optimum temperature) คือ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกเมล็ดพันธุ์จะงอกได้เร็ว และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด

- อุณหภูมิต่ำสุด (Minimum temperature) คือ ระดับอุณหภูมิต่ำสุดที่เมล็ดจะสามารถงอกได้

- อุณหภูมิสูงสุด (Maximum temperature) คือ ระดับอุณหภูมิสูงสุดที่เมล็ดจะสามารถงอกได้ ส่วนมากมักจะไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส

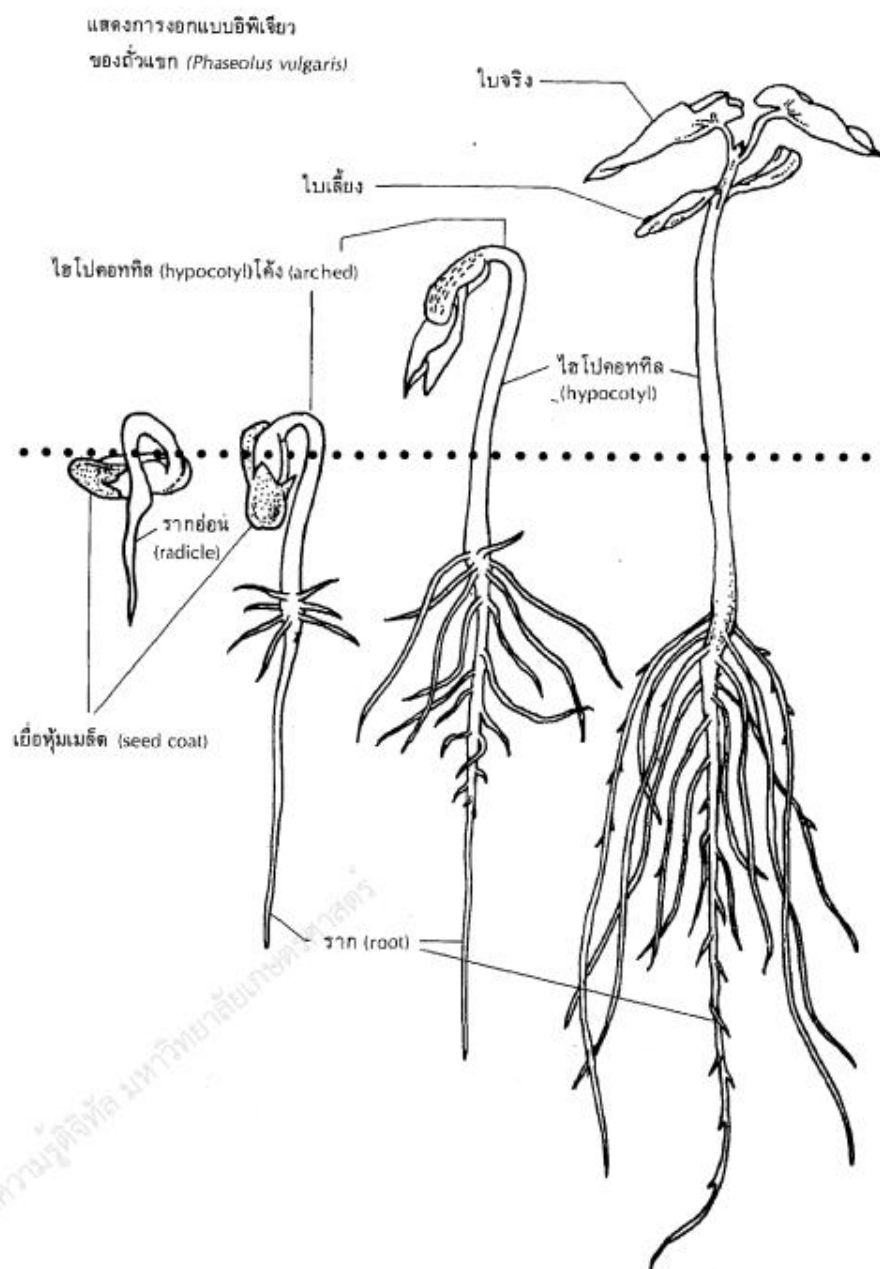
5.1.4 แสง เมล็ดพืชต้องการแสงในการกระตุ้นการงอกระยะใดระยะหนึ่งเท่านั้น หรือบางชนิดต้องการแสงตลอดระยะการงอก แต่ก็มีเมล็ดพืชบางชนิดที่ไม่ต้องการแสงในการงอก ส่วนใหญ่มักเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง งาม เป็นต้น

5.2 การงอกในแบบต่างๆ

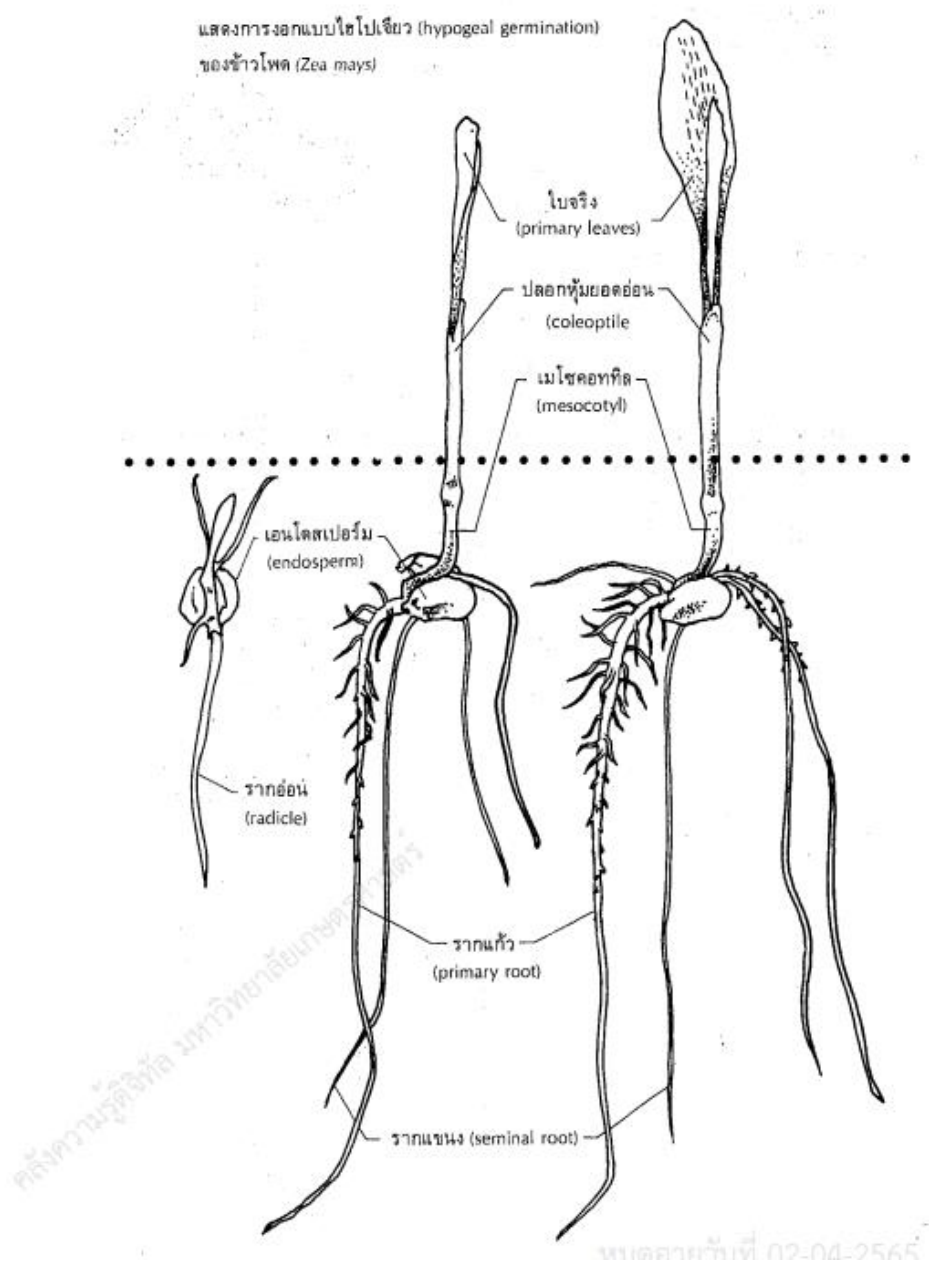
การงอกของเมล็ดเปรียบได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของคัพภะ (Embryo) ไปเป็นต้นกล้า (Seedling) ที่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถแบ่งการงอกในแบบต่างๆตามสัณฐานวิทยาได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

5.2.1 การงอกแบบอีพิเจียว (Epigeal germination) หมายถึง การงอกของเมล็ดที่เมื่อเมล็ดเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อนแล้วจะมีใบเลี้ยง (Cotyledon) โผล่ขึ้นมาอยู่เหนือผิวดิน เมล็ดที่มีการงอกแบบนี้ได้แก่ ถั่วเหลือง, ฝ้าย, ละหุ่ง และทานตะวัน เป็นต้น (ภาพที่ 2)

5.2.2 การงอกแบบไฮโปเจียว (Hypogeal germination) หมายถึง การงอกของเมล็ดที่เมื่อเมล็ดเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อนแล้วจะมีใบเลี้ยง (Cotyledon) จะไม่โผล่ขึ้นมาอยู่เหนือผิวดิน จะยังคงอยู่ใต้ดิน เมล็ดที่มีการงอกแบบนี้ได้แก่ ข้าว, ข้าวโพด, และพืชตระกูลหญ้า เป็นต้น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการงอกแบบอีพิเจียว (Epigeal germination) ของเมล็ดถั่วแขก
ที่มา : จวงจันทร (2529)



ภาพที่ 3 ภาพแสดงการงอกแบบไฮโปเจียว (Hypogeal germination) ของเมล็ดข้าวโพด
ที่มา : จวงจันท์ (2529)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ทดสอบ จำนวน 10 ตัวอย่าง 5 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ A, B, C, D และ E
2. อุปกรณ์ในการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
 - 2.1 Methanol
 - 2.2 Ethanol
 - 2.3 น้ำ RO
 - 2.4 บีกเกอร์ขนาด 250 ml
 - 2.5 Magnetic stirrer
 - 2.6 Magnetic bar retriever
3. อุปกรณ์ในการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
 - 3.1 กระดาษเพาะเมล็ดพันธุ์
 - 3.2 น้ำ RO
 - 3.3 ปากคีบ (Forceps)
 - 3.4 ถังพลาสติกใส
 - 3.5 ขางรัดของ
 - 3.4 ตู้เพาะเมล็ดพันธุ์ (Seed germinator)

วิธีการ

1. การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

วางแผนแบบการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 เมล็ด นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่างมาล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยตัวทำละลายทั้งหมด 4 ชนิด คือ Methanol Ethanol น้ำ และ Control (ไม่ล้างสารเคลือบเมล็ด) โดยจะนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เคลือบสารเคลือบเมล็ดใส่ลงในบีกเกอร์ตามจำนวนตัวทำละลาย หลังจากนั้นใส่ตัวทำละลายลงในในแต่ละบีกเกอร์ (ยกเว้น Control) ให้ท่วมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และคนด้วยเครื่อง Magnetic stirrer เป็นเวลา 1 นาที และล้างออกด้วยน้ำ RO ทั้งหมด 2 ครั้ง เมื่อล้างเสร็จแล้ว นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้ไปซับน้ำด้วยกระดาษทิชชูและนำไปเพาะเมล็ดเพื่อทดสอบความงอก (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ก. ภาพการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข. ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างด้วย Methanol

ค. ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างด้วย Ethanol

ง. ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างด้วยน้ำ RO

จ. ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ได้ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์

2. การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์แล้วมาเพาะทดสอบความงอกโดยวิธี Between paper (BP) จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 เมล็ด (ภาพที่ 5) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะเมล็ดพันธุ์ และตรวจนับเมล็ดพันธุ์หลังการเพาะเป็นเวลา 7 วัน โดยนับการแทงราก (Radical emergence) และการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 5 เพาะทดสอบความงอกโดยวิธี Between paper (BP) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์



ภาพที่ 6 ตัวอย่างการเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ก. ตัวอย่างการแทงราก (Radical emergence) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข. ตัวอย่างการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3. วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 นำข้อมูลที่ได้จากมาวิเคราะห์โดยโปรแกรม GEMINETOR เพื่อวิเคราะห์ดัชนีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการงอกจากโค้งการแทงรากสะสม (accumulate radicle emergence curve fitting) เพื่อนำไปประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวแต่ละตัวอย่างผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าที่วิเคราะห์ได้แก่ ค่า Gmax (maximum percentage of germination) ค่า t_{50} (time to reach 50% germination) ค่า U_{7525} (time interval between 25% and 75% of viable seeds to germinate) ค่า AUG (area under the curve) และค่า MGT (mean germination time)

1) ค่า Gmax (maximum percentage of germination) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพสูงสุดในการงอกของเมล็ดพันธุ์แต่ละตัวอย่าง ซึ่งหากเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างใดมีค่า Gmax ที่สูงกว่านั้นแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ที่สูงกว่า

2) ค่า t_{50} (time to reach 50% germination) เป็นเวลาที่ใช้ในการงอกรากแรกเกิดจนถึงครึ่งหนึ่ง (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด เมล็ดพันธุ์ตัวอย่างใดมีค่า t_{50} ที่ต่ำกว่านั้น

แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างนั้นมีความแข็งแรงที่สูงกว่า เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างนั้นมีความทนทาน ในการงอกของรากแรกเกิดจนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดทั้งหมด

3) ค่า U_{7525} (time interval between 25% and 75% of viable seeds to germinate) เป็นเวลาที่ใช้ในการงอกของรากแรกเกิดตั้งแต่ 25 - 75 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด ซึ่งหากเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างใดที่มีค่า U_{7525} ที่น้อยกว่านั้น แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างนั้น มีความสม่ำเสมอในการงอกที่สูงกว่า เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ใช้เวลาในการงอกที่ใกล้เคียงกัน

4) ค่า AUG (area under the curve) เป็นค่าที่หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ ซึ่งหากมีค่ามาก แสดงว่าเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างนั้นมีความแข็งแรงที่สูงกว่า เนื่องจากทำให้กราฟมีพื้นที่ที่มากขึ้น นอกจากกราฟความงอกต้องมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่สูงแล้ว ความงอกที่รวดเร็วเป็นเหตุผลให้เส้นกราฟชิดกับแกน y มากจึงทำให้มีพื้นที่ใต้กราฟมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่งอกช้า

5) ค่า MGT (mean germination time) เป็นค่าเวลางอกเฉลี่ย คำนวณโดยใช้สมการ $MGT = \sum(n \times d) / N$ โดยที่ n = จำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน d = จำนวนวันตั้งแต่เริ่มการทดสอบ และ N = จำนวนเมล็ดที่งอกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่การทำวิจัย

ห้อง 721 ชั้น 7 อาคารวิชารานุสรณ์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
บางเขน

2. ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มทดลองในวันที่ 10 ธันวาคม 2564 และสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 12 มกราคม 2565

ผลและวิจารณ์

จากการตรวจสอบการแพลงรากและการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดในตัวทำลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ Methanol Ethanol และ น้ำ (RO water) ซึ่งมีเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเป็นตัวควบคุม (Control) และมีการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม

1. ผลการทดสอบการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้เมล็ดพันธุ์เดียวกันที่มีความแข็งแรงต่างกันเนื่องจากระยะเวลาในการเก็บรักษา

จากการตรวจสอบการแพลงรากและการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A ทั้งหมด 5 ตัวอย่างที่มีความแข็งแรงต่างกันเนื่องจากระยะเวลาในการเก็บรักษา ในการทดลองนี้

1.1 การแพลงราก (Radical emergence)

เมื่อตรวจสอบการแพลงรากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ภาพผนวกที่ 1) ที่มีการล้างสารเคลือบด้วยน้ำ (RO water) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control)

เมื่อพิจารณาค่าการแพลงรากสูงสุด (RE_{max}) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำ (RO water) ในตัวอย่างที่ 1 และ 3 จะพบว่ามีค่า RE_{max} เท่ากับ 92 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Methanol และ Ethanol จะพบว่ามีค่า RE_{max} น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1 และตารางภาพผนวกที่ 1)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการงอกรากแรกเกิดจนถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ (t_{50} RE) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol Ethanol และน้ำ (RO water) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการงอกของรากแรกเกิดตั้งแต่ 25 -75 เปอร์เซ็นต์ (U_{7525} RE) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในตัวอย่างที่ 5 เมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ มีค่า U_{7525} RE เท่ากับ 20.12 และ 15.54 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่ 2 พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบ

ด้วย Methanol Ethanol และน้ำ (RO water) มีค่า $U_{7525}RE$ น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เท่ากับ 21.54 22.15 22.86 และ 39.86 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่

1)

เมื่อพิจารณาค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (AUC) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ ไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol Ethanol และน้ำ (RO water) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในตัวอย่างที่ 2 พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol Ethanol และน้ำ (RO water) มีค่า AUC น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เท่ากับ 0.57 1.37 2.20 และ 5.40 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่

1)

เมื่อพิจารณาเวลาการแทงรากเฉลี่ย (MRET) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ ไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือมีค่า MRET เท่ากับ 23.87 และ 23.03 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ (RO water) จะพบว่ามีความ MRET น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) คือ 22.67 และ 22.47 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ดัชนีการแทงรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง

Lot	treatment	Radicle emergence indices				
		RE _{max} [†]	t ₅₀ RE	U ₇₅₂₅ RE	AUC	MRET
ตัวอย่างที่ 1	Methanol	7b	49.13	25.22	34.97	50.87
	Ethanol	84ab	46.83	25.30	41.20	47.73
	น้ำ (RO water)	92a	53.73	23.22	40.30	55.60
	Control	90a	46.77	23.69	43.93	49.47
F-test		*	ns	ns	ns	ns
C.V.%		6.64	12.72	47.32	15.90	11.20

ตัวอย่างที่ 2	Methanol	32	112.60	21.54b	0.57b	104.10
	Ethanol	18	107.10	22.15b	1.37b	98.40
	น้ำ (RO water)	43	105.27	22.86b	2.20b	99.80
	Control	43	95.50	39.86a	5.40a	82.53
F-test		ns	ns	*	*	ns
C.V.%		33.79	11.73	24.19	70.10	9.40
ตัวอย่างที่ 3	Methanol	93b	22.93	2.41	69.83	23.03ab
	Ethanol	93b	22.60	2.42	71.97	22.67b
	น้ำ (RO water)	100a	22.33	2.64	76.60	22.47b
	Control	98a	23.77	2.61	73.67	23.87a
F-test		*	ns	ns	ns	*
C.V.%		2.59	2.41	6.41	4.11	2.28
ตัวอย่างที่ 4	Methanol	88	41.73	19.37	47.93	44.13
	Ethanol	85	46.70	25.11	42.27	49.57
	น้ำ (RO water)	97	42.90	14.64	53.00	44.53
	Control	87	47.07	22.62	43.13	49.07
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		6.26	9.65	48.56	11.53	8.82
ตัวอย่างที่ 5	Methanol	97	26.86	9.43b	69.07	28.23
	Ethanol	97	29.2	20.12a	64.20	33.17
	น้ำ (RO water)	98	30.40	11.56b	67.0	31.93
	Control	100	31.97	15.54ab	65.23	34.47
F-test		ns	ns	*	ns	ns
C.V.%		3.61	10.40	27.04	5.00	10.27

[†]RE_{max} คือ ค่าการแท่งรากสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)

t₅₀RE คือ เวลาที่ใช้ในการงอกรากแรกเกิดขึ้นถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด (ชั่วโมง)

U₇₅₂₅RE คือ เวลาที่ใช้ในการงอกของรากแรกเกิดขึ้นตั้งแต่ 25 -75 เปอร์เซ็นต์ (ชั่วโมง)

AUC = พื้นที่ใต้เส้นโค้ง

MRET คือ เวลาการแท่งรากเฉลี่ย (ชั่วโมง)

* มีความแตกต่างกันทางสถิติระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

เหตุที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำ (RO water) ให้ค่า RE_{max} t_{50} RE AUC และ MRET ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เนื่องมาจากการล้างสารเคลือบเมล็ดด้วย น้ำ (RO water) ไม่ทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ ภายในเมล็ดที่จะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย Methanol และ Ethanol ให้ค่า RE_{max} t_{50} RE AUC และ MRET แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเนื่องมาจากการล้างสารเคลือบเมล็ดด้วย Methanol และ Ethanol อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ หรือองค์ประกอบภายในเซลล์ ซึ่งการรบกวนองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ส่งผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (จงจันทร์, 2529)

1.2 การงอก (Germination)

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) พบว่าเมื่อตรวจสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ (RO water) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพผนวกที่ 2 – 6)

เมื่อพิจารณาค่าการงอกสูงสุด (G_{max}) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ (RO water) ในตัวอย่างที่ 3 จะพบว่าค่า G_{max} ของเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ (RO water) และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) เท่ากับ 90 92 และ 92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Methanol จะพบว่ามีค่า G_{max} น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1 และตารางภาพผนวกที่ 2)

เมื่อพิจารณาค่า t_{50} U_{7525} AUC และ MGT พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Methanol Ethanol และน้ำ (RO water) จะให้ค่า t_{50} U_{7525} AUC และ MGT ไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ดัชนีการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง

Lot	treatment	Radicle emergence indices				
		Gmax [†]	t ₅₀	U ₇₅₂₅	AUC	MGT
ตัวอย่างที่ 1	Methanol	52	119.96	6.24	0	120.00
	Ethanol	52	120.5	6.29	0	120.56
	น้ำ (RO water)	48	122.03	6.40	0	122.00
	Control	58	118.16	7.27	0	118.20
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		33.44	1.74	12.32	-	1.70
ตัวอย่างที่ 2	Methanol	0	0	0	0	0
	Ethanol	0	0	0	0	0
	น้ำ (RO water)	0	0	0	0	0
	Control	0	0	0	0	0
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		-	-	-	-	-
ตัวอย่างที่ 3	Methanol	80b	111.26	11.05	0.53	111.00
	Ethanol	90a	109.06	9.98	0.93	109.13
	น้ำ (RO water)	92a	102.4	9.72	0.70	102.60
	Control	92a	106.13	7.74	73.67	106.30
F-test		*	ns	ns	ns	ns
C.V.%		5.41	3.69	40.62	67.90	3.78
ตัวอย่างที่ 4	Methanol	53	120.20	7.15	0	119.83
	Ethanol	48	120.96	5.59	0	120.96
	น้ำ (RO water)	78	116.66	9.28	0.16	116.00
	Control	55	121.33	6.18	0	121.36
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		19.95	3.00	36.18	346.41	3.04

ตัวอย่างที่ 5	Methanol	92	114.46	6.33	0	114.56
	Ethanol	87	114.23	6.03	0	114.40
	น้ำ (RO water)	90	115.16	6.26	0	115.30
	Control	93	116.26	6.16	0	116.40
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		3.91	1.44	11.13	-	1.41

[†]G_{max} คือ ค่าการงอกสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)

t₅₀ คือ เวลาที่ใช้ในการงอกจนถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด (ชั่วโมง)

U₇₅₂₅ คือ เวลาที่ใช้ในการงอกตั้งแต่ 25 -75 เปอร์เซ็นต์ (ชั่วโมง)

AUC = พื้นที่ใต้เส้นโค้ง

MGT คือ เวลาออกเฉลี่ย (ชั่วโมง)

* มีความแตกต่างกันทางสถิติระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

เหตุที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย Ethanol และน้ำ (RO water) ให้ค่า G_{max} t₅₀ U₇₅₂₅ MGT และ AUC ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เนื่องมาจากการล้างสารเคลือบเมล็ดด้วย Ethanol และน้ำ ไม่ทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ ภายในเมล็ดที่จะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ หรือองค์ประกอบภายในเซลล์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ ISTA (2018) ที่ระบุว่าความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์อาจเกิดจากสภาพการทดสอบที่ไม่เหมาะสมและการทดสอบความงอกของเมล็ดที่ล้างสารเคลือบเมล็ดออกไป หรือเมล็ดอาจจะผิดปกติจากการเคลือบหรือคลุกสารเคมีต่างๆ ขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย Methanol ให้ค่า G_{max} แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเนื่องมาจากการล้างสารเคลือบเมล็ดด้วย Methanol อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ หรือองค์ประกอบภายในเซลล์ ซึ่งการรบกวนองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ส่งผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร, 2529)

2. ผลการทดสอบการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้เมล็ดที่ต่างพันธุ์กัน

จากการตรวจสอบการแทงรากและการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ B C D และ E ทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ในการทดลองนี้ โดยจะมีการจัดกลุ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีที่สุดจนถึงแย่ที่สุดตามกลุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ตัวอย่างที่ 6-10 ตามลำดับ

2.1 การแทงราก (Radical emergence)

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) พบว่าเมื่อตรวจสอบการแทงรากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วยน้ำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาค่าการแทงรากสูงสุด (RE_{max}) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 2 จะพบว่าค่า RE_{max} ของเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เท่ากับ 95.100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Methanol จะพบว่ามีค่า RE_{max} น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3 และ ตารางภาคผนวกที่ 3)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการงอกรากแรกเกิดจนถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ t_{50RE} พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย น้ำในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ B พบว่ามีค่า t_{50RE} ของเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำ และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเท่ากับ 34.93 และ 39.96 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 2 พบว่ามีค่า t_{50} ของเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำ และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เท่ากับ 76.10 และ 75.56 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการงอกของรากแรกเกิดตั้งแต่ 25 -75 เปอร์เซ็นต์ U_{7525RE} พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol Ethanol และน้ำ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (AUC) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) แต่ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ B พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol และ Ethanol มีค่า AUC มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เท่ากับ 68.30 และ 70.50 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาเวลาออกเฉลี่ย (MRET) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำ ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ B และ D ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือมีค่า MRET เท่ากับ 35.73 และ 39.23 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Methanol และ Ethanol ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ B จะพบว่ามีค่า MRET น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ คือ 29.30 และ 27.80 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ดัชนีการแทงรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง

Lot	treatment	Radicle emergence indices				
		RE _{max} [†]	t ₅₀ RE	U ₇₅₂₅ RE	AUC	MRET
พันธุ์ B	Methanol	98	27.50b	11.84	68.30a	29.30b
	Ethanol	99	26.76b	8.16	70.50a	27.80b
	น้ำ (RO water)	93	34.93ab	7.57	59.77ab	35.73ab
	Control	92	39.96a	14.17	53.13b	41.83a
F-test		ns	*	ns	*	*
C.V.%		5.45	14.96	56.83	9.92	14.19
พันธุ์ C	Methanol	98	24.06	7.30	73.43	25.26
	Ethanol	100	23.73	7.52	74.13	25.10
	น้ำ (RO water)	98	25.40	5.77	73.73	26.03
	Control	100	25.63	5.79	72.73	26.30
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		2.05	4.69	103.60	3.41	9.82

ตัวอย่างที่ 2	Methanol	93b	67.70b	5.90	67.70b	24.86
	Ethanol	95ab	70.46b	2.52	70.46b	23.70
	น้ำ (RO water)	100a	76.10a	2.60	76.10a	23.70
	Control	100a	75.56a	2.84	75.56a	24.46
F-test		*	**	ns	**	ns
C.V.%		2.97	3.14	87.40	3.14	4.81
พันธุ์ D	Methanol	80	34.40	17.19	49.60	37.30ab
	Ethanol	83	25.33	5.99	60.53	26.03b
	น้ำ (RO water)	85	37.46	13.35	50.67	39.23a
	Control	90	41.76	27.01	48.70	45.20a
F-test		ns	ns	ns	ns	*
C.V.%		12.30	20.05	55.26	20.46	16.71
พันธุ์ E	Methanol	0	0	0	0	0
	Ethanol	0	0	0	0	0
	น้ำ (RO water)	0	0	0	0	0
	Control	0	0	0	0	0
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		-	-	-	-	-

[†]RE_{max} คือ ค่าการแท่งรากสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)

t₅₀RE คือ เวลาที่ใช้ในการงอกรากแรกเกิดขึ้นถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด (ชั่วโมง)

U₇₅₂₅RE คือ เวลาที่ใช้ในการงอกของรากแรกเกิดขึ้นตั้งแต่ 25 -75 เปอร์เซ็นต์ (ชั่วโมง)

AUC = พื้นที่ใต้เส้นโค้ง

MRET คือ เวลาการแท่งรากเฉลี่ย (ชั่วโมง)

* มีความแตกต่างกันทางสถิติระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

เหตุที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำให้ค่า RE_{max} t_{50} $RE_{U_{7525}}$ RE_{AUC} และ $MRET$ และ Ethanol ให้ค่า RE_{max} ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ ขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย Methanol และ Ethanol ให้ค่า t_{50} $RE_{U_{7525}}$ RE_{AUC} และ $MRET$ แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเนื่องมาจากการล้างสารเคลือบเมล็ดด้วย Methanol และ Ethanol อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ หรือองค์ประกอบภายในเซลล์ ซึ่งการรบกวนองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ส่งผลต่อความสามารถในการงอกรากของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร, 2529)

1.2 การงอก (Germination)

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบพบว่าเมื่อตรวจสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาค่าการงอกสูงสุด (G_{max}) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำ ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 2 จะพบว่าค่า G_{max} ของเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ (Control) เท่ากับ 100 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการล้างสารเคลือบด้วย Methanol และ Ethanol จะพบว่ามีค่า G_{max} น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 4)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการงอกจนถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ (t_{50}) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 1 พบว่ามีค่า t_{50} ของเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ เท่ากับ 102.96 98.30 และ 103.33 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในเมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol จะพบว่ามีค่า t_{50} น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการงอกตั้งแต่ 25 - 75 เปอร์เซ็นต์ (U_{7525}) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol Ethanol และน้ำ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (AUC) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Methanol และ Ethanol ในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 2 มีค่า AUC เท่ากับ 0.76 และ 0.93 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p

≤ 0.05) ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ล้างสารเคลือบด้วยน้ำจะพบว่ามีค่า AUC มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาเวลาออกเมล็ด (MGT) พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่ล้างสารเคลือบไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ B ให้ค่า MGT เท่ากับ 118.06 และ 117.33 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) และในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ C ตัวอย่างที่ 1 พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบด้วย Ethanol และน้ำ มีค่า MGT เท่ากับ 102.66 และ 98.50 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ดัชนีความงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง

Lot	treatment	Radicle emergence indices				
		Gmax [†]	t ₅₀	U ₇₅₂₅	AUC	MGT
พันธุ์ B	Methanol	90	108.16	10.40	0.7	107.63b
	Ethanol	90	117.96	6.07	0	118.06a
	น้ำ (RO water)	83	117.23	5.94	0	117.33a
	Control	80	119.03	6.22	0	119.16a
F-test		ns	ns	ns	ns	**
C.V.%		6.26	3.11	32.74	98.97	2.86
พันธุ์ C ตัวอย่างที่ 1	Methanol	98	95.66b	10.17	6.00	95.56b
	Ethanol	95	102.96a	14.60	2.90	102.66a
	น้ำ (RO water)	97	98.30ab	11.00	4.26	98.50ab
	Control	98	103.33a	13.61	2.63	103.20a
F-test		ns	*	ns	ns	*
C.V.%		3.64	3.01	38.41	37.00	2.91

ตัวอย่างที่ 2	Methanol	88b	108.6	7.81	0.76b	108.60
	Ethanol	90b	103.9	6.25	0.93b	104.03
	น้ำ (RO water)	100a	99.5	14.83	4.63a	98.80
	Control	98a	106.8	7.84	0.96b	106.83
F-test		*	ns	ns	*	ns
C.V.%		4.33	4.49	65.54	71.46	4.59
พันธุ์ D	Methanol	73	109.33	13.12	1.16	108.56
	Ethanol	78	102.73	10.99	2.10	102.40
	น้ำ (RO water)	77	103.40	15.36	2.46	101.30
	Control	77	112.93	22.21	2.03	104.56
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		13.65	5.71	46.19	62.12	6.79
พันธุ์ E	Methanol	0	0	0	0	0
	Ethanol	0	0	0	0	0
	น้ำ (RO water)	0	0	0	0	0
	Control	0	0	0	0	0
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
C.V.%		-	-	-	-	-

[†]Gmax คือ ค่าการงอกสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)

t₅₀ คือ เวลาที่ใช้ในการงอกจนถึงครึ่งหนึ่งหรือ (50 เปอร์เซ็นต์) ของจำนวนเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด (ชั่วโมง)

U₇₅₂₅ คือ เวลาที่ใช้ในการงอกตั้งแต่ 25 -75 เปอร์เซ็นต์ (ชั่วโมง)

AUC = พื้นที่ใต้เส้นโค้ง

MGT คือ เวลาออกเฉลี่ย (ชั่วโมง)

* มีความแตกต่างกันทางสถิติระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01

เหตุที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำ ให้ค่า Gmax ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ และการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย Ethanol และน้ำ ให้ค่า t₅₀ U₇₅₂₅ AUC และ MGT ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ ขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย Methanol ให้ค่า Gmax t₅₀U₇₅₂₅ และ MGT แตกต่างกันตามลำดับ

กับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบเนื่องมาจากการล้างสารเคลือบเมล็ดด้วย Methanol อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกระบวนการต่างๆ หรือองค์ประกอบภายในเซลล์ ซึ่งการรบกวนองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ส่งผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร, 2529) ทำให้มีค่า G_{max} t_{50} U_{7525} และ MGT แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ล้างสารเคลือบ โดยผลการทดลอง สอดคล้องกับรายงานของ ISTA (2018) ที่ระบุว่าความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์อาจเกิดจากสภาพการทดสอบที่ไม่เหมาะสมและการทดสอบความงอกของเมล็ดที่ล้างสารเคลือบเมล็ดออกไป หรือเมล็ดอาจจะผิดปกติจากการเคลือบหรือคลุกสารเคมีต่างๆ

สรุป

1. การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำ (RO water) ให้ผลความงอกไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ด (Control) ในขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดด้วยน้ำ Methanol Ethanol และน้ำ ให้ผลความงอกที่แตกต่างจากกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ด

2. การล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำ Ethanol และน้ำ ให้ผลดัชนีความงอก เช่น ค่า t_{50} U_{7525} AUC และ MGT ไม่ต่างกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ด ในขณะที่การล้างสารเคลือบเมล็ดด้วยน้ำ Methanol ให้ผลดัชนีค่า t_{50} U_{7525} AUC และ MGT ที่แตกต่างจากกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ด

3. ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อประสิทธิภาพการล้างสารเคลือบเมล็ดที่จะส่งผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้นานมีความงอกที่น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีการเก็บรักษาไว้นาน

4. ชนิดพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แตกต่างกันมีผลต่อประสิทธิภาพการล้างสารเคลือบเมล็ดที่จะส่งผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเพิ่มจากนวนเมล็ดและซ้ำที่ทำ ซึ่งในการทดลองนี้มีการทดสอบในแต่ละตัวอย่างจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 เมล็ด เนื่องจากมีข้อจำกัดในจำนวนของเมล็ดพันธุ์
2. ควรมีการเพิ่มชนิดของสารที่ใช้ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์
3. ควรมีการทดลองล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์อื่นๆ

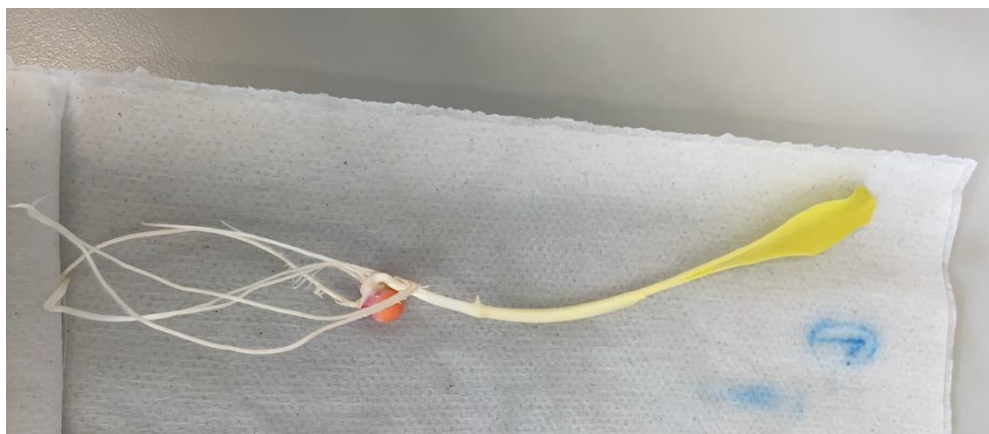
เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จักรพงษ์ กางโสภา และเพชรรัตน์ จีเพชร. 2564. อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วย **Captan** และ **Matalaxyl** หลังผ่านการทำให้พรหมี่ถึงความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้าและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารผลิตภัณฑ์การเกษตร 2(2): 51–64.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- บุญมี ศิริ, อัมพร ศรีศศิธร, สุวารี ก่อเกษตรวิสัย, และพจนนา สีขาว. 2551. ผลของสารเคลือบและวิธีการเคลือบที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษลูกผสม. แก่นเกษตร 36: 219-226
- ประนอม ศรีสวัสดิ์. 2541. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 12. สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- ประกาศ วีระแพทย์, สุทัศน์ ศรีวัฒนพงษ์ และเจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2523. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ ฉบับเสริมการเรียนรู้ เล่ม 16. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564. ภาวะเศรษฐกิจปี 2564. แหล่งที่มา <https://shorturl.asia/fji60>, 26 มีนาคม 2564.
- Aekatasanawan, C. 1997 Hybrid maize technology for rural development in Thailand, pp. 64-81. *In* Toward the year 2000: **Technology for Rural Development for Rural Department.** Proceedings of the international Conference.
- ISTA. 2018. **International Rules for Seed Testing.** International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะการแทงราก (Radical emergence) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์



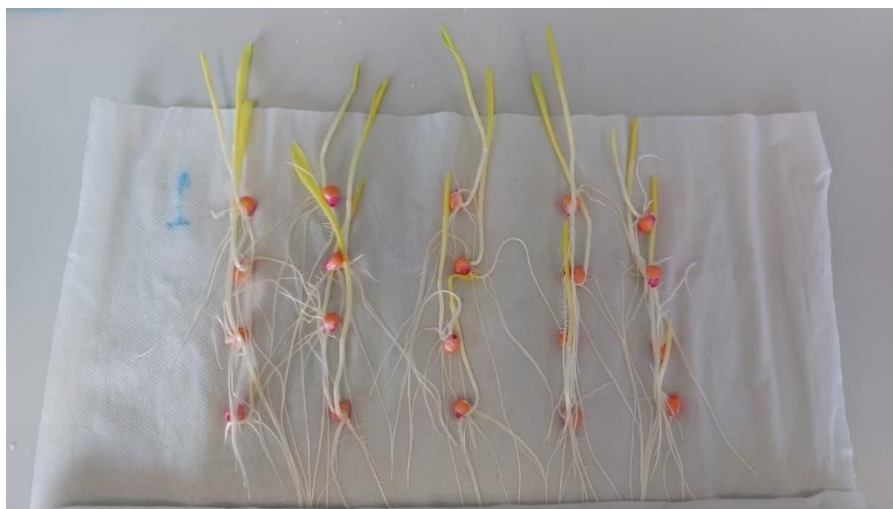
ภาพผนวกที่ 2 ลักษณะการงอก (Germination) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์



ภาพผนวกที่ 3 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย
Methanol



ภาพผนวกที่ 4 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย
Ethanol



ภาพผนวกที่ 5 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย
น้ำ (RO water)



ภาพผนวกที่ 6 ตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ไม่มีการล้างสารเคลือบเมล็ดพันธุ์
(Control)

ตารางผนวกที่ 1 ผลการแยกรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
1 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	1	9	13	14	14	14
		2	0	1	6	13	13	14	14
		3	0	0	7	11	12	16	16
	Ethanol	1	0	1	7	10	12	13	15
		2	0	0	9	17	18	18	18
		3	0	1	12	15	15	16	16
	RO	1	0	0	6	13	17	18	18
		2	0	0	5	13	16	17	18
		3	0	0	11	18	18	19	19
	Control	1	0	0	11	17	18	18	19
		2	0	0	8	14	15	17	17
		3	0	1	10	14	16	16	18
2 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	0	0	1	1	4	8
		2	0	0	0	1	1	3	5
		3	0	0	0	1	1	5	6
	Ethanol	1	0	0	0	1	3	4	4
		2	0	0	0	0	1	2	4
		3	0	0	0	0	1	1	3
	RO	1	0	0	0	1	1	4	5
		2	0	0	0	0	2	5	8
		3	0	0	0	0	6	11	13
	Control	1	0	0	0	2	6	7	9
		2	0	0	0	2	4	4	7
		3	0	0	0	1	4	6	10

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
3 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	12	16	17	18	18	18
		2	0	13	19	19	19	19	19
		3	0	14	17	18	18	18	19
	Ethanol	1	0	14	19	19	19	19	19
		2	0	14	18	18	18	18	18
		3	0	15	18	19	19	19	19
	RO	1	0	13	18	19	20	20	20
		2	0	16	20	20	20	20	20
		3	0	17	19	20	20	20	20
	Control	1	0	10	17	18	18	18	19
		2	0	9	20	20	20	20	20
		3	0	13	20	20	20	20	20
4 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	1	12	18	18	18	18
		2	0	3	10	14	14	15	16
		3	0	2	13	16	17	18	19
	Ethanol	1	0	0	11	14	17	17	17
		2	0	1	9	14	18	18	18
		3	0	1	8	13	15	15	16
	RO	1	0	1	16	18	19	20	20
		2	0	5	16	19	19	19	19
		3	0	1	10	16	18	19	19
	Control	1	0	0	12	16	17	17	18
		2	0	0	10	16	18	18	18
		3	0	0	8	10	15	16	16

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
5 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	10	17	18	18	18	18
		2	0	7	18	20	20	20	20
		3	0	5	19	20	20	20	20
	Ethanol	1	0	6	17	20	20	20	20
		2	0	5	15	17	18	19	19
		3	0	9	16	18	19	19	19
	RO	1	0	5	19	20	20	20	20
		2	0	3	19	20	20	20	20
		3	0	4	17	19	19	19	19
	Control	1	0	3	16	18	20	20	20
		2	0	3	18	19	20	20	20
		3	0	7	18	19	20	20	20

ตารางผนวกที่ 2 ผลการงอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ A แต่ละตัวอย่าง

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
1 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	0	0	0	0	8	13
		2	0	0	0	0	0	3	10
		3	0	0	0	0	0	5	8
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	3	7
		2	0	0	0	0	0	3	10
		3	0	0	0	0	0	9	14
	RO	1	0	0	0	0	0	3	6
		2	0	0	0	0	0	1	9
		3	0	0	0	0	0	6	14
	Control	1	0	0	0	0	0	10	16
		2	0	0	0	0	0	6	9
		3	0	0	0	0	0	6	10
2 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	0	0	0	0	0	1
		2	0	0	0	0	0	0	1
		3	0	0	0	0	0	0	2
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	RO	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	Control	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
3 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	0	0	0	2	14	16
		2	0	0	0	0	0	13	16
		3	0	0	0	0	1	13	16
	Ethanol	1	0	0	0	0	2	17	18
		2	0	0	0	0	0	14	17
		3	0	0	0	0	3	17	19
	RO	1	0	0	0	0	2	17	18
		2	0	0	0	0	5	19	19
		3	0	0	0	0	4	17	18
	Control	1	0	0	0	0	2	16	17
		2	0	0	0	0	2	19	20
		3	0	0	0	0	0	18	18
4 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	0	0	0	0	3	10
		2	0	0	0	0	0	2	10
		3	0	0	0	0	0	11	12
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	6	12
		2	0	0	0	0	0	5	10
		3	0	0	0	0	0	2	7
	RO	1	0	0	0	0	0	13	18
		2	0	0	0	0	1	12	17
		3	0	0	0	0	0	7	12
	Control	1	0	0	0	0	0	4	11
		2	0	0	0	0	0	6	13
		3	0	0	0	0	0	3	9

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
5 (พันธุ์ A)	Methanol	1	0	0	0	0	0	17	18
		2	0	0	0	0	0	14	18
		3	0	0	0	0	0	16	19
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	16	18
		2	0	0	0	0	0	14	16
		3	0	0	0	0	0	16	18
	RO	1	0	0	0	0	0	16	18
		2	0	0	0	0	0	15	18
		3	0	0	0	0	0	14	18
	Control	1	0	0	0	0	0	14	19
		2	0	0	0	0	0	16	18
		3	0	0	0	0	0	13	19

ตารางผนวกที่ 3 ผลการแยกรากของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
พันธุ์ B	Methanol	1	0	4	19	19	19	20	20
		2	0	6	18	19	20	20	20
		3	0	9	18	18	18	19	19
	Ethanol	1	0	7	19	19	19	20	20
		2	0	4	19	19	19	19	19
		3	0	6	19	20	20	20	20
	RO	1	0	3	20	20	20	20	20
		2	0	1	16	17	18	18	18
		3	0	2	15	16	18	18	18
	Control	1	0	2	13	17	17	17	17
		2	0	2	13	16	18	18	18
		3	0	1	17	20	20	20	20
พันธุ์ C ตัวอย่าง ที่ 1	Methanol	1	0	11	19	19	19	19	19
		2	0	9	18	19	20	20	20
		3	0	14	20	20	20	20	20
	Ethanol	1	0	10	18	19	19	20	20
		2	0	9	19	20	20	20	20
		3	0	13	19	20	20	20	20
	RO	1	0	7	19	20	20	20	20
		2	0	7	19	19	19	19	19
		3	0	8	20	20	20	20	20
	Control	1	0	8	20	20	20	20	20
		2	0	5	20	20	20	20	20
		3	0	7	19	20	20	20	20

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
พันธุ์ C ตัวอย่าง ที่ 2	Methanol	1	0	12	17	19	19	20	20
		2	0	10	16	17	17	18	18
		3	0	8	17	17	18	18	18
	Ethanol	1	0	10	18	18	18	18	19
		2	0	11	18	19	19	19	19
		3	0	11	17	18	19	19	19
	RO	1	0	12	20	20	20	20	20
		2	0	9	20	20	20	20	20
		3	0	14	19	20	20	20	20
	Control	1	0	9	20	20	20	20	20
		2	0	10	20	20	20	20	20
		3	0	7	20	20	20	20	20
พันธุ์ D	Methanol	1	0	4	10	11	11	11	12
		2	0	7	12	15	17	17	17
		3	0	6	16	18	19	19	19
	Ethanol	1	0	5	14	15	15	15	15
		2	0	9	15	15	16	17	17
		3	0	7	18	18	18	18	18
	RO	1	0	3	14	15	15	16	16
		2	0	2	12	15	17	17	18
		3	0	5	16	17	17	17	17
	Control	1	0	5	14	17	19	19	19
		2	0	3	9	16	17	17	17
		3	0	4	7	16	17	17	18

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
พันธุ์ E	Methanol	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	RO	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	Control	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0

ตารางผนวกที่ 4 ผลการรอกของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละตัวอย่าง

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
พันธุ์ B	Methanol	1	0	0	0	0	1	15	18
		2	0	0	0	0	1	14	19
		3	0	0	0	0	2	17	17
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	13	18
		2	0	0	0	0	0	13	19
		3	0	0	0	0	0	11	18
	RO	1	0	0	0	0	0	11	17
		2	0	0	0	0	0	11	17
		3	0	0	0	0	0	14	16
	Control	1	0	0	0	0	0	10	15
		2	0	0	0	0	0	6	15
		3	0	0	0	0	0	12	18
พันธุ์ C ตัวอย่าง ที่ 1	Methanol	1	0	0	0	0	8	19	19
		2	0	0	0	0	9	18	20
		3	0	0	0	0	16	20	20
	Ethanol	1	0	0	0	0	3	17	19
		2	0	0	0	0	7	16	18
		3	0	0	0	0	4	19	20
	RO	1	0	0	0	0	8	19	20
		2	0	0	0	0	10	19	19
		3	0	0	0	0	6	18	19
	Control	1	0	0	0	0	6	19	20
		2	0	0	0	0	3	17	20
		3	0	0	0	0	5	18	19

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
พันธุ์ C ตัวอย่าง ที่ 2	Methanol	1	0	0	0	0	4	17	19
		2	0	0	0	0	0	17	17
		3	0	0	0	0	0	15	17
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	18	18
		2	0	0	0	0	2	19	19
		3	0	0	0	0	3	16	17
	RO	1	0	0	0	0	9	17	20
		2	0	0	0	0	6	18	20
		3	0	0	0	0	7	20	20
	Control	1	0	0	0	0	2	19	19
		2	0	0	0	0	0	18	20
		3	0	0	0	0	3	18	20
พันธุ์ D	Methanol	1	0	0	0	0	0	9	11
		2	0	0	0	0	3	13	16
		3	0	0	0	0	3	15	17
	Ethanol	1	0	0	0	0	2	13	14
		2	0	0	0	0	8	15	15
		3	0	0	0	0	3	15	18
	RO	1	0	0	0	0	4	12	15
		2	0	0	0	0	3	11	14
		3	0	0	0	0	6	17	17
	Control	1	0	0	0	0	5	12	16
		2	0	0	0	0	1	7	15
		3	0	0	0	0	4	8	15

Lot	Treatment	Rep	Time (hr)						
			0	24	48	72	96	120	144
พันธุ์ E	Methanol	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	Ethanol	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	RO	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0
	Control	1	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวลัทธิกา ปันทวัง
วัน เดือน ปี เกิด	11 พฤศจิกายน 2542
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลกาฬสินธุ์ ถนนกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัด กาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ระดับมัธยม โรงเรียนอนุบาลนารี จังหวัดกาฬสินธุ์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-