การเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกเพื่อเพิ่มความงอก ความแข็งแรง และกิจกรรมเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนสในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ (*Oryza sativa* L.)

Pre-sowing Treatment to Improved Seed Germination, Vigor and Dehydrogenase Activity in Upland Rice (*Oryza sativa* L.)

สุนันทรา บรรจบพุดซา

SUNANTRA BANJOBPUDSA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2564

KMITL-2021-AG-M-065-346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pre-sowing Treatment to Improved Seed Germination, Vigor and Dehydrogenase Activity in Upland Rice (*Oryza sativa* L.)

SUNANTRA BANJOBPUDSA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURAL

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2021

KMITL-2021-AG-M-065-346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกเพื่อเพิ่มความงอก ความแข็งแรง และกิจกรรมเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนสในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ (*Oryza sativa* L.)
นักศึกษา	นางสาวสุนันทรา บรรจบพุดซา
รหัสประจำตัว	58604009
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเอก	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์

บทคัดย่อ

เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงย่อมส่งผลให้การงอกและการตั้งตัวของต้นกล้าสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามหลังการสุกแก่ทางสรีระวิทยาและระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชทุกชนิดมีการเสื่อมคุณภาพลง มีรายงานว่า การเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกสามารถปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชได้หลายชนิด ดำเนินการวิจัยนี้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ต่อการงอก ความแข็งแรง และการตั้งตัวของต้นกล้า รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน โดยการเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีแตกต่างกันดังนี้ 1) การแช่เมล็ดพันธุ์ตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ 2, 3) hardening เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง 4, 5) hydropriming เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง 6, 7) osmohardening เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง และ 8) เมล็ดพันธุ์ที่ไม่เตรียมความพร้อมเป็นสิ่งทดลองเปรียบเทียบ ตรวจประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ ผลการศึกษาพบว่า การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ทั้ง 7 วิธีสามารถเพิ่มความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา และดอกพะยอมที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมมีเปอร์เซนต์ความงอกในห้องปฏิบัติการ 78% และ 59% ตามลำดับ และหลังจากการเตรียมเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการต่างๆ 7 วิธีพบว่า เมล็ดพันธุ์นุสรามีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 90.5-97.0% ส่วนเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 62.5-80.0% นอกจากนี้พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการเตรียมความพร้อมมีการตั้งตัวและการเจริญของต้นกล้าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม โดยเมล็ดพันธุ์นุสราที่ผ่านการเตรียมความพร้อมทั้ง 7 วิธีมีค่าการตั้งตัวของต้นกล้า (seedling establishment) อยู่ระหว่าง 84.50 - 94.25% ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่เตรียมความพร้อมมีค่าการตั้งตัว 78.25% ส่วนพันธุ์ดอกพะยอมเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมมีค่าการตั้งตัวของต้นกล้า 64% เมื่อผ่านการเตรียมความพร้อมแล้วค่าการตั้งตัวของต้นกล้าเพิ่มขึ้นเป็น 75.75 - 87.75% ทั้งนี้พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการเตรียมความพร้อมมีการตั้งตัวและการเจริญของต้นกล้าสูงขึ้น เนื่องจากการเตรียมความพร้อมทำให้กิจกรรมของเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนสในเมล็ดสูงขึ้น จึงเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลสะสมในเมล็ดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในบรรดาวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ทั้ง 7 วิธี พบว่า hardening 48 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอมได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ

คำสำคัญ : การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ การตั้งตัวของต้นกล้า ข้าวไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Pre-sowing Treatment to Improved Seed Germination, Vigor and Dehydrogenase Activity in Upland Rice (*Oryza sativa* L.)
Student	Miss Sunantra Banjobpudsa
Student ID.	58604009
Degree	Master of Science
Program	Agricultural
Year	2021
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Teerawat Sarutayophat
Co-Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Arom Sripichitt

ABSTRACT

High quality-seeds lead to high germination and successful seedling establishment. However, after physiological maturity, storage period seeds of all species are continuously deteriorated. Pre-sowing treatments have been reported that can improve seed qualities in various crop species. This experiment was conducted to investigate the effectiveness of pre-sowing on germination, vigor, seedling establishment and biochemical activities of a deteriorated Nuch Sara and Dawk Pa-yawm upland rice seeds. The deteriorated seeds were subjected to various priming as followed; traditional soaking for 24 h, hardening for 24 and 48 h, hydropriming for 24 and 48 h, osmohardening for 24 and 48 h, and a non-primed was a control treatment. Seed qualities were assessed in both laboratory and field conditions. All 7-primed treatments markedly increased germination, emergence, and all tested vigors. In laboratory, germination of a non-primed seeds of Nuch Sara and Dawk Pa-yawm were 78 and 59%, respectively. Germination of all 7-primed treatments of Nuch Sara were 90.5-97.0%, and Dawk Pa-yawm were 62.5-80.0%. In addition, those primed-treatments showed significantly higher seedling performance (establishment and growth) than a non-primed treatment in both varieties. In Nuch Sara, a non-primed and 7-primed treatments had seedling establimented of 78.25 and 84.50-94.25% while, Dawk Pa-yawm had 64.0 and 75.75-87.75%. Results revealed that higher sugar contents derived from higher dehydrogenase activity in a primed-seeds was an important factor improved seed qualities. Hardening 48 h, and hydropriming 48 h were 2-best methods in improving a deteriorated seeds of Nuch Sara and Dawk Pa-yawm upland rice.

Keywords: pre-sowing treatment, seed quality, seedling establishment, upland rice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากหลายท่าน ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ รศ.ดร. อารมย์ ศรีพิจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับการให้คำปรึกษา แนะนำสำหรับการแก้ปัญหาในระหว่างการทำงานวิจัย การถ่ายทอดความรู้ และเทคนิควิธีการต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ร่วมทั้งการตรวจแก้ไข จนกระทั้งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณ รศ.ดร.สมยศ เดชภิรัตนมงคล ผศ.ดร.พจนา สีขาว และ ดร.ปัทมา นิตไธสง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ในทุกๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา ที่กรุณาเอื้อเฟื้อวัสดุ อุปกรณ์สำหรับการทดลอง และขอบขอคุณนางสาวภัทรินทร์ วิจิตตระการ ที่กรุณาให้คำแนะนำเทคนิคและวิธีการศึกษาวิจัยหลายอย่างที่จำเป็นสำหรับการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ในแปลงทดลองที่กรุณาให้ความช่วยเหลืออย่างดีมาตลอดการทำงานวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนสำหรับการศึกษาและการทำงานวิจัย จนกระทั่งรายงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จอย่างสมบูรณ์

สุนันทรา บรรจบพุดซา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญภาคผนวก..... VII

สารบัญภาคภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ข้าว..... 4

2.2 เมล็ด..... 5

2.3 การงอกและปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์..... 7

2.4 คุณภาพเมล็ดพันธุ์..... 8

2.5 การเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์..... 9

2.6 การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์..... 11

2.7 การเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดระหว่างการทาไพรมมิง..... 13

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์..... 14

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 16

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 16

3.2 สถานที่ดำเนินงาน..... 17

3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน..... 17

3.4 วิธีการดำเนินงาน..... 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล……..	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง……	24
4.1 ความงอกและความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการ……..	24
4.2 คามงอก ความแข็งแรงและประสิทธิภาพของต้นกล้าในการทดสอบในไร่……....	28
4.3 การเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมี…….....	36
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง…….	41
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง……..…….	45
บรรณานุกรม……..	46
ภาคผนวก……..	51
ประวัติผู้เขียน……	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงเมล็ดของพันธุ์นุสราในห้องปฏิบัติการ…….....	26
4.2	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงเมล็ดของพันธุ์ดอกพะยอมในห้องปฏิบัติการ……...	27
4.3	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าพันธุ์นุสราในการทดสอบในสภาพไร่……..	30
4.4	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อประสิทธิภาพของต้นกล้าพันธุ์นุสราในการทดสอบในสภาพไร่…….	31
4.5	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าพันธุ์ดอกพะยอมในการทดสอบในสภาพไร่……..…..	33
4.6	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อประสิทธิภาพของต้นกล้าพันธุ์ดอกพะยอมในการทดสอบในสภาพไร่……	34
4.7	ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของต้นกล้าและประสิทธิภาพของต้นกล้าพันธุ์นุสราในสภาพไร่……	35
4.8	ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของต้นกล้าและประสิทธิภาพของต้นกล้าพันธุ์ดอกพะยอมในสภาพไร่……..	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ……..……	52
2	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ…….....	52
3	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสราไร่ในสภาพห้องปฏิบัติการ……..…….....	53
4	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ……..…	53
5	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ…….....	54
6	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ……..…….....	54
7	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ……..…….....	55
8	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ……	55
9	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ……..…	56
10	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ……..……	56
11	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่……	57
12	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (EI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่……..……	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
13	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MET) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่……	58
14	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่……..…	58
15	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (EE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่……...……..…..	59
16	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ (SES) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา……..….....	59
17	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวต้นกล้า Shoot length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา……..……..	60
18	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวราก Root length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา……..…..	60
19	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้า SDW (mg/shoot) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา……...…...	61
20	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งราก RDW (mg/root) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา……..……..	61
21	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่…….....	62
22	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (EI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่……...……	62
23	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MET) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่……...…….	63
24	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่……...……..	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
25	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (EE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่…….	64
26	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ (SES) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม……..….....	64
27	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวต้นกล้า Shoot length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม……..……	65
28	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวราก Root length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม……	65
29	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้า SDW (mg/shoot) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม……..……..	66
30	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งราก RDW (mg/root) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม……..……	66
31	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อค่าการรั่วไหล (EC) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา……..…….	67
32	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ dehydrogenase activity ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา……..…….	67
33	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อปริมาณน้ำตาลในเมล็ด (total sugar) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวนุสรา……....	68
34	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อค่าการรั่วไหล (EC) ของเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอม……..…….	68
35	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ dehydrogenase activity ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม……..…..….....	69
36	ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อปริมาณน้ำตาลในเมล็ด (total sugar) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม…….	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ภาพตัดตามยาวแสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว……	6
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงความมีชีวิตและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์…….	10
2.3	การเกิดขึ้นของปฏิกริยาชีวเคมี-สรีรวิทยาในระหว่างการงอกและภายหลังการงอก……..…….	13
4.1	อุณหภูมิภายในแปลงระหว่างทำการทดสอบในไร่ของเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์……..……...…	29
4.2	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อการรั่วไหล (Solute leakage) ในข้าวพันธุ์นุสรา…….…….	36
4.3	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อการรั่วไหล (Solute leakage) ในข้าวพันธุ์ดอกพะยอม…….....	37
4.4	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อกิจกรรมของเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase activity) ในข้าวพันธุ์นุสรา……...……	38
4.5	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อกิจกรรมของเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase activity) ในข้าวพันธุ์ดอกพะยอม……...……..	38
4.6	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในข้าวพันธุ์นุสรา……...……	39
4.7	ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในข้าวพันธุ์ดอกพะยอม……..	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกพืชทุกชนิด การเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่คุณภาพดีจะช่วยส่งเสริมให้พืชมีความพร้อมในการเจริญเติบโตและอาจส่งผลถึงปริมาณของผลผลิตที่ได้รับในช่วงสุดท้ายของการปลูกพืช ประเทศไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และปลูกข้าวเป็นพืชหลักใช้ทั้งบริโภคในประเทศและส่งออก ผลผลิตข้าวสารของประเทศไทยในปี 2563/2564 เฉลี่ย 445 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่เวียดนามผลผลิตเฉลี่ยในปีเดียวกัน 584 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563) ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตมีหลายปัจจัยทั้ง พันธุกรรม สภาพแวดล้อม การดูแลจัดการแปลงปลูก เมล็ดพันธุ์ รวมทั้งวิธีการปลูกข้าว ฤดูกาลทำนาส่วนใหญ่คือ การทำนาปี ซึ่งมีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 61.2 ล้านไร่/ปี และใช้วิธีการปลูกแบบนาหว่านสำรวยสูงถึง 34.8 ล้านไร่ (ปีเพาะปลูก 2562/63) การหว่านสำรวย เป็นการหว่านเมล็ดข้าวแห้งในสภาพดินแห้งเพื่อคอยฝนตก นอกจากข้าวนาสวนที่มีการปลูกข้าวโดยหว่านเมล็ดโดยตรงในสภาพดินแห้งแล้วข้าวไร่ก็ใช้วิธีการปลูกที่คล้ายกัน ข้าวไร่นิยมปลูกในพื้นที่บนไหล่เขาหรือพื้นที่ลาดชัน ตลอดการเพาะปลูกอาศัยเพียงน้ำฝนและให้ผลผลิตเพียง 351 กิโลกรัม/ไร่ ดังนั้นการปลูกข้าวด้วยการหว่านเมล็ดโดยตรงนี้ เมล็ดพันธุ์มักจะงอกช้าและการตั้งตัวของต้นกล้าในแปลงไม่ค่อยดี การที่ต้นกล้าตั้งตัวได้ไม่ดีส่วนหนึ่งเป็นเพราะความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำ อาจเนื่องจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หรือข้อจำกัดทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิในแปลงหรืออุณหภูมิที่สะสมในดินที่สูง ปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอ รวมถึงการรบกวนของวัชพืชทั้งที่อยู่ในแปลงแต่เดิมหรือที่ติดมากับเมล็ดข้าว ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้จะไม่เอื้อต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า จึงมีความพยายามพัฒนาเทคนิค วิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มความเร็วในการงอก ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ และการตั้งตัวของต้นกล้าในสภาพแปลงปลูกให้สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม วิธีที่นิยมใช้มากวิธีหนึ่งคือ การเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนหว่าน (pre-sowing treatment) เช่น การทำไพรมมิง (priming) เป็นวิธีหนึ่งที่มีการรายงานว่าสามารถปรับปรุงเปอร์เซ็นต์การงอก ความสม่ำเสมอในการงอก และการตั้งตัวของต้นกล้าในสภาพแปลงได้ (Haigh *et al*. 1986 ; Karssen *et al*. 1989 ; McDonald. 1999 ; Chong *et al*. 2002 ; Corbineau and Come. 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำไพรมมิงเป็นการควบคุมการดูดน้ำหรือสารละลายของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีแต่ไม่ทำให้รากงอก (Bewley. 1997 ; McDonald. 2000 ; ไพศาลและคณะ. 2556) และตามด้วยการทำให้แห้งเพื่อให้ได้ความชื้นเท่าเดิมก่อนนำไปปลูก โดยปกติแล้วเมล็ดที่ทำไพรมมิงจะมีเปอร์เซ็นต์การงอก และอัตราการงอกในสภาพแวดล้อมสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมความงอก (McDonald. 2000 ; Corbineau and Come. 2006 ; Matsushima and Sakagami. 2013) ในบรรดาเทคนิคการเตรียมเมล็ดพันธุ์ เช่น 1) hardening คือ การนำเมล็ดไปแช่ในน้ำให้มีความชื้นเพียงพอสำหรับการกระตุ้นการทำงานของกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีแล้วตามด้วยการทำให้เมล็ดแห้งทำซ้ำหลายๆ รอบ 2) osomhardening เป็นวิธีการที่คล้ายกับวิธีแรกแต่เมล็ดพันธุ์ถูกแช่ในสารละลายออสโมติกแล้วตามด้วยการทำให้เมล็ดพันธุ์แห้งทำซ้ำหลายๆ รอบ 3) hydropriming คือ การเตรียมเมล็ดพันธุ์โดยการแช่ในน้ำพร้อมๆ กับการเติมอากาศแล้วทำให้เมล็ดแห้ง (รอบเดียว) และ 4) การแช่เมล็ดพันธุ์แบบดั้งเดิมหรือวิธีที่เกษตรกรใช้ปฏิบัติ (traditional soaking) ทั้งนี้การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำประปาได้รับการพิสูจน์แล้วว่าประสบความสำเร็จในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของพืชพันธุ์ต่างๆ โดยเฉพาะข้าว (Andoh and Kobata. 2000 ; Lee and kim. 2000 ; Basra *et al*. 2005 ; Farooq *et al*. 2006 ; Matsushima and Sakagami. 2013) ในบรรดาการศึกษาเหล่านี้ วิธี osmohardening และ hardening เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเตรียมเมล็ดพันธุ์มากที่สุด ดังนั้นจึงอาจใช้วิธี osmohardening และ hardening สำหรับการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวไร่ นอกจากวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่จะส่งผลต่อทั้งการงอกและการตั้งตัวของต้นกล้าในสภาพแปลงปลูกให้ได้แบบที่ต้องการแล้ว ระดับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และระยะเวลาในการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ก็มีส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เพราะในเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมมากเกินไป เซลล์ในเมล็ดจะมีการเสียหายจนการทำไพรมมิงไม่สามารถซ่อมแซมได้ แม้ว่าจะมีรายงานวิจัยที่หลากหลายเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปปลูก (Basra *et al*. 2005 ; Farooq *et. al*. 2006 ; Matsushima and Sakagami. 2013) แต่รายงานวิจัยเหล่านี้ก็ยังจำกัดอยู่เฉพาะในกลุ่มข้าวนาสวน ยังไม่พบรายงานผลการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้งต่อการงอกและการตั้งตัวของต้นกล้าในสภาพไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาระดับความเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งสองสายพันธุ์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเตรียมความพร้อม

1.2.2 เพื่อศึกษาหาวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพโดดเด่นสำหรับการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งในห้องปฏิบัติการและสภาพแปลงไร่

1.2.3 เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดพันธุ์ข้าวภายหลังการเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบถึงวิธีการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์และความแข็งแรงของต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพไประดับหนึ่งแล้ว ที่ได้รับการเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ

1.3.2 สามารถประยุกต์วิธีการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งข้าวไร่และข้าวนาสวนได้อย่างเหมาะสม เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้นก่อนนำไปปลูกเพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและมีการตั้งต้นของต้นกล้าได้ดีขึ้น

1.3.3 ผลการศึกษาจะทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ภายหลังการเตรียมเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าว (rice) เป็นพืชในวงศ์หญ้า (Poaceae หรือ Graminae) เป็นธัญญาพืชอาหาร (cereal food crop) ที่สำคัญต่อมวลมนุษย์ โดยเฉพาะประชากรในทวีปเอเชีย ข้าวที่นิยมผลิตเพื่อการบริโภคมี 2 ชนิด (species) สำคัญ คือ 1) ข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud.) ข้าวชนิดนี้มีปลูกเฉพาะในเขตร้อนของทวีปแอฟริกาเท่านั้น และ 2) ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) ข้าวชนิดนี้นิยมปลูกกันมากตามแหล่งปลูกต่างๆ ในเขตร้อน-เขตอบอุ่น เกือบทั่วโลก ทั้งนี้ข้าวชนิดเอเชีย ยังแบ่งย่อยออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ข้าวอินดิกา (indica rice) เป็นกลุ่มข้าวที่มีการปลูกมากในเขตร้อน รวมทั้งในประเทศไทยก็ปลูกข้าวชนิดนี้ 2) ข้าวญี่ปุ่น (japonica rice) เป็นข้าวที่มีการปลูกมากในเขตอบอุ่น เช่น ญี่ปุ่น จีนตอนกลาง เกาหลี ฯลฯ และ 3) ข้าวจาวานิกา (Javanica rice) เป็นข้าวที่มีปลูกในบางพื้นที่ในประเทศอินโดนีเซียและพม่า (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวมหาลัยเกษตรศาสตร์. 2564) การปลูกข้าวมีหลายวิธี แตกต่างกันตามนิเวศน์ของพื้นที่ปลูก (ecological system) วัฒนธรรมของชุมชนในแหล่งปลูก ฤดูกาล เป็นต้น กองวิจัยและพัฒนาข้าว (2564) แบ่งวิธีการปลูกข้าว 6-7 วิธี และอธิบายวิธีการปลูกอย่างย่อๆ ดังนี้

ก) การทำนาดำ เป็นวิธีการทำนาที่มีการขังน้ำไว้ในแปลงระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยการนำเมล็ดข้าวไปเพาะในแปลงเพาะกล้า ดูแลรักษาให้ต้นกล้ามีอายุระหว่าง 3-5 สัปดาห์ แล้วถอนย้ายต้นกล้าไปปักดำในแปลงนาที่มีการเตรียมดินไว้ การทำนาดำนิยมทำในพื้นที่ที่มีแรงงานสำหรับการปักดำเพียงพอ

ข) การทำนาหว่าน เป็นการปลูกข้าวโดยการหว่านเมล็ดพันธุ์ลงในแปลงปลูกข้าวโดยตรง วิธีนี้นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากประหยัดแรงงานและเวลา แบ่งย่อยออกเป็น 2 วิธี ประกอบด้วย

1) การทำนาหว่านข้าวแห้ง เป็นการหว่านเพื่อคอยฝน แยกย่อยได้อีก 2 ประเภท

1.1) การหว่านสำรวย เป็นการปลูกข้าวโดยการไถเตรียมดิน แล้วหว่านเมล็ดข้าวแห้งลงไปในแปลงนาในสภาพดินแห้ง และรอฝนตกเพื่อให้ข้าวงอก อาจจะมีการคราดกลบหรือไม่กลบก็ได้ การปลูกข้าวแบบนี้ ชาวนาจะสามารถปลูกข้าวในพื้นที่นาได้ทั้งหมดอย่างรวดเร็ว ทำให้ประหยัดแรงงานมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก เป็นวิธีที่นิยมปลูกในประเทศไทย เนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้น้ำขังในแปลงนาตลอดเวลา ลดปริมาณการใช้น้ำของข้าว เพราะบางฤดูเพาะปลูกปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอหรือฝนทิ้งช่วงนานถ้าเป็นการปลูกข้าวแบบนาดำจะทำให้ต้นข้าวเสียหายจากการขาดน้ำได้ การปลูกข้าวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หว่านสำรวยจึงเป็นตัวเลือกที่ดีในการแก้ปัญหานั้นเพราะใช้น้ำน้อยจึงสามารถสำรองน้ำบางส่วนเก็บไว้ใช้ในช่วงขาดแคลนได้

1.2) การหว่านหลังขี้ไถ หว่านเมล็ดในสภาพที่มีฝนตกลงมา และน้ำเริ่มจะขังในกระทงนา

2) นาหว่านข้าวงอกหรือนาหว่านน้ำตม โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ถูกเพาะให้รากงอก ไปหว่านลงในกระทงนาที่มีการเตรียมดินให้เป็นโคลนตมเหลว ๆ เรียกว่าทำเทือก มีการปรับหน้าดินให้เรียบและทำร่องระบายน้ำเข้า-ออกกระทงนา

ค) การทำนาหยอด เป็นวิธีการปลูกข้าวบนที่ลาดและอาศัยน้ำฝน โดยการหยอดเมล็ดข้าวแห้ง ลงไปในดินที่มีการทำเป็นหลุม ๆ หรือโรยเมล็ดข้าวเป็นแถวแล้วใช้ดินกลบ นิยมทำในพื้นที่สภาพไร่หรือนาในเขตที่การกระจายของฝนไม่แน่นอน แบ่งเป็น 2 สภาพ ได้แก่ นาหยอดในสภาพข้าวไร่ นาหยอดในสภาพที่ราบสูง

ง) การทำนาขั้นบันได เป็นการทำนาหรือปลูกข้าวบนพื้นที่สูงโดยการขุดปรับพื้นที่ที่ไม่มีความลาดชันมากนัก เนื่องจากการขุดปรับพื้นที่ทำได้ค่อนข้างยากและจะได้พื้นที่ปลูกข้าวเป็นกระทงนาที่แคบ

จ) การทำนาที่สูง เป็นการทำนาในพื้นที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป

ฉ) การโยนกล้าหรือการทำนาโยน วิธีนี้จะมีการเพาะกล้าในกะบะเพาะ เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 12 วัน จึงนำต้นกล้าที่มีตุ้มดินติดที่โคนกอข้าวไปโยนลงในแปลงนาที่เตรียมดินให้เป็นตมและขังน้ำตื้น ๆ ไว้

ช) การปักดำด้วยเครื่องปักดำ วิธีนี้คล้าย ๆ กับการทำนาโยน เพียงแต่การย้ายต้นกล้าลงปักดำในแปลงนาจะใช้เครื่องปักดำติดท้ายรถแทรกเตอร์

ทั้งนี้ไม่ว่าจะปลูกข้าวด้วยวิธีใดก็ตาม ความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดอัตราการอยู่รอดของต้นกล้าในแปลงนา

2.2 เมล็ด

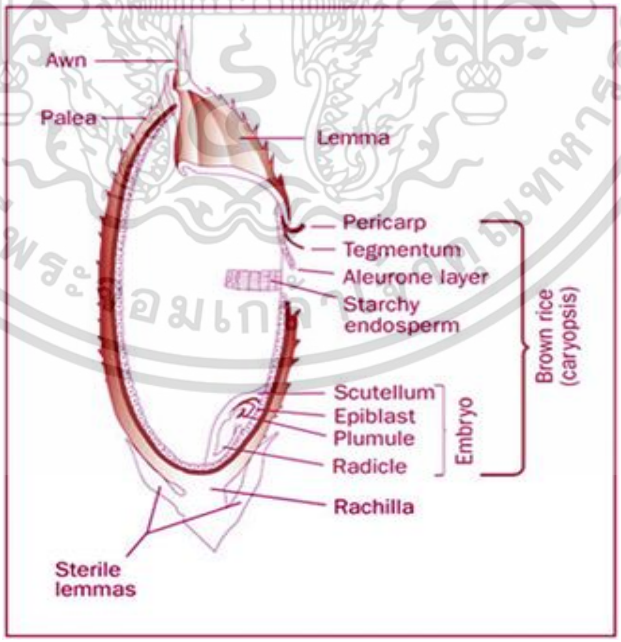
เมล็ด หมายถึง ovule ที่ได้รับการผสมแล้วเจริญพัฒนาไปเป็น mature ovule หรือ เมล็ด (seed) เมื่อนำเมล็ดที่สุกแก่ไปปลูกจะเจริญเติบโตออกดอกมีการผสมเกสรและให้เมล็ดเป็นวงจรต่อไป ผล (fruit) ของข้าวเป็นผลชนิด grain หรือ caryopsis คือ มี seed coat ติดแน่นอยู่กับผนังรังไข่ (pericarp) โดย ผล (caryopsis) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้าวกล้อง และส่วนเปลือกหุ้มประกอบด้วย lemma, palea, sterile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

lemma และ rachilla เรียกรวมว่า แกลบ (hull) ถัดจากชั้น seed coats หรือ tegmen เข้าไปคือ aleurone layer เป็นเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้ม embryo และ endrosperm

ต้นอ่อน (Embryo) เป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดที่จะเจริญไปเป็นพืชต้นใหม่ embryo เกิดจากการผสมของเซลล์ไข่กับสเปริม์เซลล์ เกิดขึ้นเป็น zygote แล้วจึงพัฒนาไปเป็น embryo เอมบริโอในข้าวมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นอยู่ด้านล่างของเมล็ด หรืออาจเรียกว่า จมูกข้าว ประกอบด้วยเนื้อเยื่อส่วนที่จะเจริญพัฒนาไปเป็นลำต้น เรียกว่า plumule ส่วนนี้จะถูกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มปลายยอดอ่อน (coleoptile) และเนื้อเยื่อส่วนที่จะพัฒนาไปเป็นรากแรก เรียกว่า radicle เนื้อเยื่อส่วนนี้จะมีเยื่อหุ้มปลายราก (coleorhiza) หุ้มไว้ ส่วนประกอบในเอมบริโอ 4 ส่วนนี้รวมกันเรียกว่า แกนต้นอ่อน (embryonic axis) โดยมีใบเลี้ยง (cotyledon) ที่พัฒนาไม่สมบูรณ์ (scutellum) เป็นส่วนที่เชื่อมหรือคั่นระหว่าง embryonic exis กับ endospermและมี epiblast ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อประกอบด้วยท่อน้ำท่ออาหารที่เชื่อมติดกับ scutellum อยู่ล้อมรอบ coleoptile

เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เป็นเนื้อเยื่อสะสมอาหารสำหรับเลี้ยง embryo ในระหว่างการเจริญเติบโตและเป็นอาหารสำหรับการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตในระยะแรกๆ ของต้นกล้า อาหารสะสมส่วนใหญ่เป็นแป้ง (starchy endosperm) และอื่นๆ เช่น น้ำตาลชนิดต่างๆ ไขมัน กากใย และสารอินทรีย์



ภาพที่ 2.1 ภาพตัดตามยาวแสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว (Maclean *et al*. 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การงอกและปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

การงอกของเมล็ดเป็นปรากฏการณ์ที่เริ่มขึ้นเมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำเข้าไป (imbibition) และการงอกสิ้นสุดลงเมื่อรากแทงผ่าน seed coat ออกมาให้เห็น การดูดน้ำของเมล็ดในระหว่างการงอกมี 3 ระยะ ซึ่งในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ดจะเกิดกระบวนการทางชีวเคมีและสรีรวิทยาเกิดขึ้นภายในเมล็ด เช่น การสังเคราะห์เอนไซม์ การสังเคราะห์โมเลกุล การหายใจและการยืดตัวของเซลล์ จนเมล็ดมีการขยายขนาด มีการเจริญเติบโตของรากโผล่ออกมาให้เห็น ระหว่างการงอกภายในเมล็ดมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้น เช่น การหายใจ การพัฒนาของ mitochondria การสังเคราะห์สารต่างๆ เป็นต้น

2.3.1 การดูดน้ำของเมล็ด

การดูดน้ำของเมล็ดในระหว่างการงอกแบ่งได้ 3 ระยะ (phase) 1) phase1 ระยะนี้มีการดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดอย่างรวดเร็ว เกิดขึ้นได้ทั้งเมล็ดที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต หลังจากดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดจะเกิดการทำงานของ metabolism ทันที 2) phase 2 ระยะนี้มีการดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดช้าลงหรือไม่ดูดเลย เรียกว่า lag phase ระยะนี้เมล็ดจะเกิด metabolism ที่สำคัญเพื่อเตรียมพร้อมให้กับการงอกของราก เช่น มีการหายใจเพิ่มขึ้น เกิดกระบวนการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่สึกหรอ มีการสังเคราะห์โปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น 3) phase 3 ระยะนี้เริ่มต้นเมื่อ embryo งอกรากผ่าน seed coat ออกมาให้เห็น ซึ่งถือว่าสิ้นสุดกระบวนการงอกแล้ว หลังจากนี้จะเข้าสู่ระยะภายหลังการงอก เมล็ดในระยะหลังการงอกจะมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งด้วยวิธี osmosis ซึ่งสัมพันธ์กับการยืดตัวของรากและต้นกล้า นอกจากนี้ในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ดสารประกอบภายในเมล็ด (amino acid, น้ำตาล, protein เป็นต้น) จะเกิดการรั่วไหลออกมา (leakage) แต่จะเกิดขึ้นเพียงแค่ระยะเวลาชั่วคราว

2.3.2 ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

1. น้ำ เป็นปัจจัยแรกที่เมล็ดต้องการใช้ในการงอก เมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดแล้ว น้ำจะไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เพื่อย่อยอาหารสำรองให้มีขนาดเล็กลงและเคลื่อนย้ายไปยังอวัยวะต่างๆ ที่ต้องการใช้อาหารสำหรับการเจริญเติบโต

2. อากาศ ที่จำเป็นต่อการงอก คือ ออกซิเจน (O_2) ส่วนอากาศที่จำเป็นต่อการเจริญพัฒนาของต้นกล้าคือ ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 ทั้งนี้อากาศในบรรยากาศรอบผิวโลกจะประกอบไปด้วย ออกซิเจน 20% คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03% และไนโตรเจน 80% หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนก๊าซในบรรยากาศทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวนี้ เช่นในกรณีที่มีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 0.03% และออกซิเจนลดลง จะทำให้อัตราการงอกของเมล็ดชะลอลง ในขณะที่ไนโตรเจนจะไม่มีผลต่อการงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุณหภูมิ ผลกระทบของอุณหภูมิต่อการงอกสามารถอธิบายได้ด้วยรูปแบบของ cardinal temperature แบ่งออกได้ 3 รูปแบบ คือ

ก) อุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) ที่อุณหภูมิ ณ จุดนี้อัตราการงอกของเมล็ดจะช้ากว่าปกติ ยากต่อการกำหนดการงอกของเมล็ด

ข) อุณหภูมิเหมาะสม (optimum temperature) เป็นช่วงอุณหภูมิที่เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกดีกว่าภายในเวลาที่สั้นกว่าช่วงอุณหภูมิอื่นๆ

ค) อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ที่อุณหภูมิ ณ จุดนี้จะเกิดการสูญเสียโปรตีนที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ไป

4. แสง เมล็ดพันธุ์บางชนิดจำเป็นต้องใช้แสงในการงอก กว่าครึ่งของสายพันธุ์พืชมีการตอบสนองต่อแสงในการงอก คุณสมบัติของแสงที่สัมพันธ์กับการงอกของเมล็ดพันธุ์แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก) Light intensity ความเข้มของแสงมีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์บางชนิด และมีผลต่อเมล็ดพันธุ์ของพืชแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกัน เมล็ดพืชบางชนิดต้องการความเข้มแสงเพียง 150 lux เมล็ดก็สามารถงอกได้ ในขณะที่สายพันธุ์อื่นอาจต้องการความเข้มแสงที่สูงกว่าในการงอก และความเข้มแสงที่สูงเกินไปอาจมีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์

ข) Light quality การกระตุ้นการงอกของเมล็ดจะเกิดขึ้นดีที่สุดในช่วงคลื่นแสงสีแดง (660-700 nm) ในขณะที่ช่วงคลื่นแสงต่ำกว่า 290 ช่วงคลื่นแสงสีฟ้า (440 nm) และช่วงคลื่นแสงที่มากกว่า 700 จะยับยั้งการงอกของเมล็ดพันธุ์ (ดรุณี โชติษฐยางกูร. 2559)

2.4 คุณภาพเมล็ดพันธุ์

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Seed quality) เป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรประสบความสำเร็จในการผลิตพืช เพราะเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงจะสามารถงอกและเจริญเติบโตไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์และแข็งแรง บางครั้งสามารถลดจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการปลูก ลดการปลูกซ่อม ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ลักษณะคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ดี อาจพิจารณาได้ตามองค์ประกอบดังนี้ (บุญมี ศิริ. 2558 และ ดรุณี โชติษฐยางกูร. 2559)

2.4.1 คุณภาพทางพันธุกรรม (genetic quality) คือ เมล็ดพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์ (true to variety) เมล็ดพันธุ์ต้องมีความบริสุทธิทางสายพันธุ์เมื่อนำไปปลูกต้องได้ลักษณะตรงตามพันธุ์นั้นๆ การนำเมล็ดพันธุ์มาใช้ต้องรู้แหล่งที่มาและประวัติของเมล็ดอย่างชัดเจน เมล็ดพันธุ์บางสายพันธุ์มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะประจำพันธุ์ที่ต้านทานและทนทานต่อศัตรูพืช ซึ่งก็จะทำให้สายพันธุ์นั้นมีข้อได้เปรียบในการเจริญเติบโตมากกว่าพันธุ์อื่น

2.4.2 คุณภาพทางกายภาพ (physical quality) ลักษณะที่ปรากฏภายนอกของเมล็ดพันธุ์ที่มองเห็นได้ เช่น ขนาดเมล็ด รูปร่างของเมล็ด ความสะอาด เมล็ดไม่มีการแตกหักหรือร้าว ไม่มีการเจือปนของเมล็ดวัชพืชหรือสิ่งอื่นๆ เป็นต้น

2.4.3 คุณภาพทางสรีรวิทยา (physiological quality) เป็นคุณภาพที่เกี่ยวกับ ความงอก (germination) ความแข็งแรง (vigor) และศักยภาพในการเก็บรักษา (storability) เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดจะมีลักษณะเหล่านี้แตกต่างกันไปตามชนิดพืช การจัดการแปลงปลูก และการจัดการภายหลังการเก็บเกี่ยว เมล็ดพันธุ์ที่ดีจะมีลักษณะคุณภาพทางสรีรวิทยาที่สูง ความสามารถในการพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูณ์ก็สูงตามไปด้วย

2.4.4 คุณภาพด้านการปราศจากโรคและแมลง (phytosanitary quality) เมล็ดพันธุ์ต้องไม่มีโรคและแมลงติดมากับเมล็ด ซึ่งขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาในแปลงปลูกให้ไม่มีโรคและแมลง รวมทั้งการดูแลในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

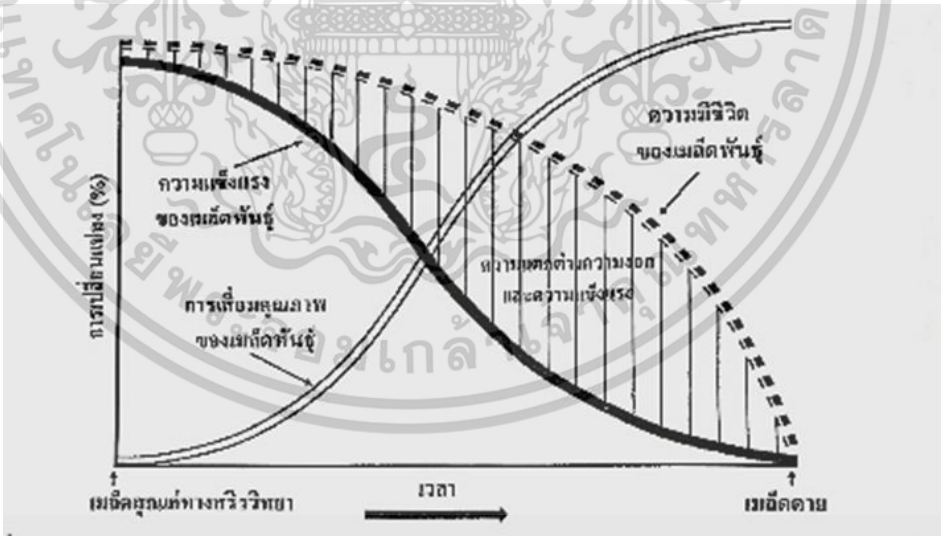
ความงอกและความแข็งแรงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดสำหรับการเพาะปลูกพืช เมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปเพาะปลูกเพื่อให้ได้ต้นกล้าที่ดีนั้นจำเป็นต้องมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูง งอกสม่ำเสมอ งอกได้เร็วและต้นกล้ามีความแข็งแรง ตั้งตัวดี ลักษณะที่ดีของต้นกล้าเหล่านี้สามารถทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้นได้ เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงจะให้ผลผลิตสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ 10-50 เปอร์เซ็นต์ (วันชัย จันทร์ประเสริฐ และ จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2533) โดยคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อพืชตั้งแต่ต้นกล้า ถ้าเมล็ดพันธุ์นั้นมีคุณภาพต่ำส่งผลให้ต้นกล้าที่งอกขึ้นมาไม่แข็งแรง ต้นกล้าผิดปกติ มีความงอกต่ำ หากเมล็ดพันธุ์มีความเสื่อมคุณภาพไม่มากอาจกระทบต่อผลผลิตเพียงเล็กน้อย ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำหรือมีการเสื่อมคุณภาพมากย่อมมีผลต่อผลผลิตมากขึ้นตามไปด้วย (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542)

2.5 การเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์

อายุของเมล็ดพันธุ์ (seed longevity) แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ยิ่งเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้นานเท่าไหร่การเสื่อมคุณภาพจะมีการเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดพันธุ์จะค่อยๆ เสื่อมลงจนกระทั่งทำให้เมล็ดพันธุ์ไม่งอก การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เริ่มเกิดขึ้นขณะที่เมล็ดยังอยู่กับต้นแม้ในระยะการสุกแก่แต่ยังไม่ทำการเก็บเกี่ยว (Kar-Ling Tao. 2001) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ (Copeland and McDonald. 2001) และอายุของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์ ดังนั้นในช่วงที่เมล็ดพันธุ์สุกแก่แต่เกิดสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง เช่น มีฝนตก สลับกับอุณหภูมิสูง อาจทำให้การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ล่าช้า ทำให้อัตราการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นเร็วกว่าปกติ ลักษณะการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เช่นนี้เรียกว่า การเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในไร่ (field weathering) Potts (1978) ทำการศึกษาผลของสภาพแวดล้อมหลังระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง รายงานว่า ในสภาพที่อากาศมีความชื้นสูงอยู่ตลอดเวลาจะมีการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เร็วกว่าปกติ นอกจากนี้ในสภาพที่มีความชื้นสูงจะเกิดการเข้าทำลายของเชื้อราได้ง่ายเพราะอากาศที่มีความชื้นสูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราและยังทำให้สปอร์ของเชื้อราติดไปกับเมล็ดพันธุ์และสามารถเข้าทำลายคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำไปปลูก นอกจากการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในไร่แล้วในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ก็สามารถเกิดการเสื่อมคุณภาพได้ ไม่ว่าจะระหว่างการเก็บเกี่ยว การลดความชื้น การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์หรือในการเก็บรักษา (บุญมี ศิริ. 2558) ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่ที่ไม่เหมาะสม มีความชื้นสูง เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวจะนิยมเก็บไว้ในกระสอบ ทำให้เมล็ดพันธุ์ยังคงเกิดการเสื่อมคุณภาพเพราะว่าภาชนะที่เก็บรักษานั้นสามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศภายนอกได้และหากเมล็ดพันธุ์ถูกเก็บไว้ในสภาพนี้เป็นเวลานานเมล็ดพันธุ์ก็อาจไม่สามารถนำไปใช้ปลูกได้



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรง ความมีชีวิตและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (บุญมี ศิริ. 2558; จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delouche and Baskin (1973) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไว้ 3 ประการ ได้แก่

1) Inexorable process การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่สามารถป้องกันหรือหยุดยั้งได้เนื่องจากเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่หากมีวิธีการเก็บรักษาที่ดีอาจจะสามารถช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพได้

2) Irreversible process ขบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เมื่อเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถคืนกลับสู้สภาพปกติได้ เนื่องจากการเสื่อมเกิดขึ้นในระดับเซลล์ จึงเป็นการยากที่เมล็ดจะกลับมาคุณภาพดีดังเดิม

3) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช พันธุ์เมล็ดแต่ละกองหรือเมล็ดพันธุ์แต่ละเมล็ด แม้จะเป็นชนิดพันธุ์และกองเดียวกันก็สามารถมีอัตราการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน

สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญคือ lipid peroxidation (McDonald. 2000) มีผลให้เมล็ดพันธุ์เกิดความเสียหายในระดับเซลล์ (Smith and Berjak. 1995) ซึ่งมีผลต่อการทำงานต่างๆ ภายในเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งส่งผลต่อเซลล์ให้มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ดังนี้ (1) การเสื่อมสภาพของเมมเบรน (2) กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง (3) อัตราการหายใจลดลง (4) กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น (5) เมล็ดพันธุ์งอกได้ในสภาพแวดล้อมที่จำกัด (6) อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง (7) ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง (8) อัตราการเจริญและพัฒนาการของต้นกล้าลดลง (9) สูญเสียความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (10) ความสม่ำเสมอของต้นกล้าในไร่ลดลง (11) เมล็ดพันธุ์เปลี่ยนสี (12) ผลผลิตลดลง (13) ความงอกในไร่ลดลง (14) ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มขึ้น (จวง จันทร์ดวงพัตรา. 2529)

2.6 การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์

การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์หรือการทำไพรมมิง (seed priming) นิยมใช้กันทั่วไปในทางการค้าเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในพืชหลายชนิดที่มีความแข็งแรงน้อยให้แข็งแรงเพิ่มขึ้น งอกได้เร็วขึ้นจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านพบว่า seed priming สามารถช่วยแก้ปัญหาการเสื่อมคุณภาพในเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดทั้งในข้าวสาลี (Henckel. 1964) แครอท (Austin *et al*. 1969) และข้าว (Gray and Steckel. 1977) การทำไพรมมิงเป็นการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พืชให้ยาวนานขึ้นจนถึงระยะก่อนที่รากงอก Bray (1995) กล่าวว่า การยืดระยะเวลาการดูดน้ำในระยะที่สอง ให้นานออกไปนั้นเพื่อชักนำกระบวนการเมแทโบลิซึ่ม (metabolism) ที่สำคัญก่อนการงอกให้มีการทำงานได้เสร็จสมบูรณ์ โดยที่บางกระบวนการอาจเกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมโมเลกุลและโครงสร้างต่างๆ ซึ่งอาจเสื่อมสภาพ เช่นเดียวกับ McDonald (2000) ให้เหตุผลว่า เมื่อผ่านการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพรมมิงเมล็ดจะมีเกิดการซ่อมแซมตัวเองจากการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น มีการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้น การซ่อมแซม mitochondria และ cell membrane มีการสังเคราะห์สารตั้งต้นต่างๆ ที่จำเป็นในการงอก ลดการรั่วไหลของสารภายในเมล็ดพันธุ์ มีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์อะไมเลสและปริมาณน้ำตาล ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวเมื่อผ่านการทำไพรมมิงเมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสม่ำเสมอในการงอกเพิ่มขึ้น ต้นกล้าตั้งตัวได้ดี และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนในไร่ได้ดี Lee and Kim (2000) ได้ทำการศึกษาปริมาณของน้ำตาลทั้งหมด กิจกรรมเอนไซม์อไมเลส และการงอกภายหลังการทำไพรมมิงของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ปกติ และเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 ลักษณะมาทำ osmoconditioning โดยแช่ในสารละลาย PEG 8000 (-0.6MPa) เป็นเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และนำเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพอีกส่วนทำ hardening เป็นระยะเวลา 18 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำซ้ำ 3 รอบ พบว่า osmoconditioning และ hardening ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ปกติและเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพนั้นมีปริมาณของน้ำตาลทั้งหมดและกิจกรรมเอนไซม์อไมเลสเพิ่มขึ้นจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการทำไพรมมิง รวมทั้งช่วยในการพัฒนาเอมบริโอเพื่อเตรียมพร้อมก่อนการงอก ซึ่งทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการงอกของเมล็ดพันธุ์และการตั้งตัวของต้นกล้า

การทำไพรมมิงในปัจจุบันนั้นมีหลายวิธี เช่น hydropriming, osmohardening และ hardening การทำไพรมมิงมีวิธีการ ขั้นตอนและความเหมาะสมต่อชนิดของพืชแตกต่างกัน และมีการตอบสนองต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน

1. Hydropriming เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนที่เมล็ดจะงอกแล้วนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้น Ikeura *et al*. (2014) ศึกษาการทำ hydropriming ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้ามีลักษณะที่ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำไพรมมิง (ความสูงต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์และกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสยังเพิ่มขึ้นด้วย

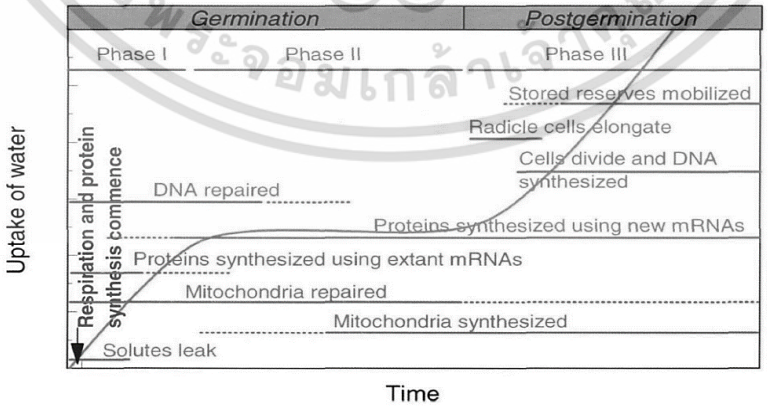
2. Hardening เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนที่เมล็ดจะงอกแล้วนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้น เช่นเดียวกับ hydropriming แต่หลังจากลดความชื้นแล้วจะทำการแช่เมล็ดพันธุ์ซ้ำในน้ำจำนวนรอบในการแช่ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเมล็ดพันธุ์ แต่ละชนิด Lee and Kim. (1998) ได้ทำการศึกษาผลของการทำ hardening ซึ่งเป็นการทำให้เมล็ดเปียกสลับแห้ง 1-5 รอบ พบว่า การทำ hardening 1-4 รอบ ที่ 24 ชั่วโมง ในเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพมีอัตราการงอกเพิ่มขึ้น 11-16 เปอร์เซ็นต์ และลดระยะเวลาในการงอก 1.4-2 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำไพรมมิง ในขณะที่การทำ Hardening 5 รอบ ที่ 24 ชั่วโมงทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ได้คล้ายกับเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Osmohardening เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายที่มีศักย์ของน้ำอยู่ในระดับที่ควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ แล้วนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นแล้วจะทำการแช่เมล็ดพันธุ์ซ้ำในสารละลายดังกล่าว Farooq *et al*. (2006) ได้ทำการศึกษาผล osmohardening ด้วย $CaCl_2$ และ KCl พบว่า สามารถปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์และยังทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิง

2.7 การเปลี่ยนแปลงภายในเมล็ดระหว่างการทำไพรมมิง

เมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดไม่ว่าจะเป็นวิธีการดูดน้ำปกติหรือการทำไพรมมิง เมล็ดจะเกิดการกระตุ้นกระบวนการเมแทบอลิซึมเกิดขึ้นในทันที โดยเฉพาะการหายใจและการสังเคราะห์โปรตีน การที่ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้โดยทันทีที่เมล็ดดูดน้ำเข้าไปเนื่องจากเมล็ดแห้งจะมีเอนไซม์เป็นจำนวนมากที่รับผิดชอบต่อการเกิดเมแทบอลิซึม หลังจากนี้เมล็ดพันธุ์จะมีการสังเคราะห์ RNA DNR และการซ่อมแซม DNA และในระหว่างการงอกจะมีเอนไซม์ถูกสังเคราะห์ขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อช่วยในการทำงานของกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ กระบวนการงอกจึงสิ้นสุดเมื่อเซลล์รากได้ยืดตัวออกมาให้เห็น ในเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพอาจเกิจากการเสื่อมของ DNA ซึ่งส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์เอนไซม์ผิดปกติหรือไม่สมบูรณ์จนทำให้กระบวนการงอกในระยะเริ่มแรกไม่เสร็จสิ้นเพราะอาหารสำรอง เช่น แป้ง ไขมัน ภายในเมล็ดไม่ได้รับการย่อยสลายเมล็ดก็ไม่มีพลังงานที่เพียงพอในการสังเคราะห์ ATP มีผลให้การงอกไม่สมบูรณ์และงอกช้า ดังนั้นในการทำไพรมมิงหรือเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์จะมีการแช่เมล็ดที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมเพื่อยืดเวลาในระยะที่สอง (ภาพที่ 2.3) ให้ยาวนานขึ้น เมล็ดพันธุ์ก็จะมีเวลาในการเตรียมความพร้อมในการงอกของเมล็ดได้เพิ่มขึ้น เมื่อมีการนำไปปลูกเมล็ดจึงสามารถงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เตรียมความพร้อม



ภาพที่ 2.3 การเกิดขึ้นของปฏิกริยาชีวเคมี-สรีรวิทยาในระหว่างการงอกและภายหลังการงอก (Bewley. 2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์

1. วิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกันและมาจากกองเดียวกันอาจตอบสนองต่อการเตรียมความพร้อมได้ต่างกัน สุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง (2550) ทำการศึกษาการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพ โดยนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมาทำไพรมมิง 2 วิธี ได้แก่ hydropriming และ osmopriming ด้วยสารละลาย PEG 8000 (-1.0MPa) พบว่า hydropriming และ osmopriming ทำให้ความงอกและความแข็งแรงในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพไร่ของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำไพรมมิง แต่อย่างไรก็ตามการทำ osmopriming เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีกว่า hydropriming ในการเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

2. ความผันแปรของสภาพแวดล้อม ออกซิเจน แสง และอุณหภูมิ มีผลในการทำไพรมมิง การใช้อุณหภูมิต่ำในระหว่างการทำไพรมมิงจะช่วยชะลอกระบวนการทางสรีรวิทยาของการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช

3. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพเริ่มต้นต่างกันจะมีการตอบสนองต่อการทำไพรมมิงต่างกัน Pijlen *et al*. (1995) พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อยจะมีการตอบสนองต่อการทำไพรมมิงได้ดีกว่า จึงทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากกว่า และในเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงอยู่แล้วการทำไพรมมิงก็ไม่ได้ช่วยให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีคุณภาพสูงกว่าเดิม

4. ชนิดของเมล็ดพันธุ์หรือชนิดของพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดต่างกัน การตอบสนองหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์จึงต่างกัน (Basu and Pal. 1979)

5. อัตราการลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์หลังการทำไพรมมิงไม่ควรทำให้ความชื้นในเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วเกินไป เนื่องจากจะทำให้ประโยชน์ที่ได้จากการทำไพรมมิงสูญเสียไป

6. ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ช้านั้นควรที่จะลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ เนื่องจากความชื้นและอุณหภูมิมีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ แต่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้นานเกินไปก็ทำให้เมล็ดพันธุ์มีการงอกลดลง Ketring (1971) ทำการทดลองเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง เป็นเวลา 9 เดือน ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ทำให้การงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงจาก 100 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 31 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่การเก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ 10 เปอร์เซ็นต์ การงอกยังคงไม่มีการลดลงภายหลังจากเก็บไว้นาน 9 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์

3.1.2 สารเคมี

- สารละลาย potassium nitrate (KNO_3 1%)
- Sodium hypochlorite (Clorox)
- Sulfuric acid (H_2SO_4) 98%
- Phenol 96%
- Methanol 99%
- D-glucose
- 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride, TZ

3.1.3 เครื่องมือวิทยาศาสตร์

- ตู้อบรมร้อน (hot air-oven)
- เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- incubator
- electrical conductivity meter (EC meter)
- centrifuge
- spectrophotometer
- micropipette

3.1.4 เครื่องแก้ว

- บีกเกอร์ (beaker)
- จานแก้ว (petri dish)
- หลอดทดลองพลาสติก (test tube) ขนาด 20*100 mm. (16 ml.)
- กระบวกตวง (cylinder)
- แท่งแก้วคนสาร (stirring Rod)
- หลอด spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 วัสดุ

- กระดาษเพาะเมล็ดพันธุ์
- กล่องพลาสติกสำหรับเพาะเมล็ด
- น้ำกลั่นและ deionized water
- พาราฟิล์ม
- moisture can
- ดินผสม
- กระถางดินเผา 13.5×10.5 นิ้ว

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

3.2.1 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.2.2 แปลงทดลองเกษตรกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.2.3 ห้องปฏิบัติการสารสกัดจากพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.2.4 ห้องปฏิบัติการส่วนกลางพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน

เดือน มกราคม – กันยายน 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการดำเนินงาน

ตอนที่ 1 การศึกษาวิธีเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

1.1 เมล็ดพันธุ์

- เมล็ดพันธุ์ข้าวนุสรา ก่อนนำมาทำการทดลองเมล็ดพันธุ์ถูกเก็บรักษาในถุงกระดาษที่ตู้เย็นอุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 เดือน

- เมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม เมล็ดพันธุ์ได้รับการอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวกระบี่ เมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนได้รับมาถูกเก็บไว้ในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 18 เดือน หลังจากได้รับมาแล้วได้ทำการเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทำการทดลอง

และก่อนที่จะทำการทดลองต้องทำการตรวจสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์

1.2 การตรวจสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น

ตรวจสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์หลังจากนำออกมาจากตู้เก็บหรือจากที่ได้รับมา โดยใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 50 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (กองเมล็ดพันธุ์ข้าว. 2564) หลังการนั้นนำเมล็ดที่อบไปใส่ในโถดูดความชื้นต่อเป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักเมล็ดหลังอบ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด โดยความชื้นที่ต้องการประมาณ 9% หากความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำมาใช้สูงกว่า 9% ต้องทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ก่อนนำมาทำไพรมมิง

$$\text{ความชื้นของเมล็ด } (\%) = \frac{\text{น้ำหนักสดของเมล็ด} - \text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}}{\text{น้ำหนักสดของเมล็ด}} \times 100$$

1.3 การทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์

นำสารละลาย Sodium hypochlorite (Clorox) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ปริมาตร 1:5 แล้วนำเมล็ดพันธุ์มาแช่ในสารละลายเพื่อฆ่าเชื้อที่อยู่ตามผิวของเปลือกประมาณ 1 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นหลายๆ รอบเพื่อไม่ให้สารละลายตกค้างที่ผิวเมล็ด จากนั้นจึงนำเมล็ดที่สะอาดไปทำไพรมมิง

1.4 การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยการทำไพรมมิง

นำเมล็ดพันธุ์มาทำไพรมมิงโดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) แบ่งออกเป็น 8 treatments จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

- Treatment 1 เมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม (control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Treatment 2 เตรียมเมล็ดพันธุ์ตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ (traditional soaking) เป็นวิธีการที่คล้ายกับที่เกษตรกรทั่วไปใช้ โดยนำเมล็ดพันธุ์ไปแช่ในน้ำปะปาปริมาตร 2,000 ml. ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

- Treatment 3 และ 4 เตรียมเมล็ดพันธุ์วิธี hardening แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำกลั่นปริมาตร 2,000 ml. ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง มีการให้อากาศตลอดเวลาในการแช่ โดยใช้เครื่องปั๊มออกซิเจนใส่เข้าไปในระหว่างการแช่เมล็ดพันธุ์ เมื่อครบแล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ได้น้ำหนัก (ความชื้น) ของเมล็ดพันธุ์กลับมาเท่ากับน้ำหนักก่อนแช่ และทำขั้นตอนเดิมซ้ำอีกรอบ วิธีนี้เป็นการทำแบบเปียกสลับแห้ง ดังนั้นก่อนที่มีการแช่เมล็ดพันธุ์รอบที่ 2 ความชื้นเมล็ดพันธุ์ควรมีเปอร์เซ็นต์เท่าๆกับก่อนแช่ในรอบแรก (Farooq *et al*. 2006)

- Treatment 5 และ 6 hydropriming เตรียมเมล็ดพันธุ์โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำกลั่นปริมาตร 2,000 ml. ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง โดยให้อากาศตลอดเวลา เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำเมล็ดพันธุ์มาซับให้แห้ง แล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน

- Treatment 7 และ 8 เตรียมเมล็ดพันธุ์วิธี osmohardening โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง โดยมีการให้อากาศตลอดเวลา เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ได้น้ำหนัก (ความชื้น) ของเมล็ดพันธุ์กลับมาเท่าเดิม (ก่อนแช่) และทำขั้นตอนเดิมซ้ำอีกรอบ (Basra *et al.* 2005 ; Ruttanaruangboworn. 2016)

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่

2.1 การตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ

2.1.1 การหาตรวจสอบความงอก (Germination test; G-test)

เพาะเมล็ดพันธุ์ 50 เมล็ด ในกล่องใสที่รองด้วยกระดาษสำหรับเพาะเมล็ดหนา 2 ชั้นที่ชื้นด้วยน้ำกลั่น จำนวน 4 ซ้ำ แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ISTA. 1993) ตรวจนับความงอกทุกวัน (AOSA. 1990)

2.1.2 การตรวจสอบความแข็งแรง (Vigor test)

วิธีการที่ใช้ได้แก่

- ดัชนีในการงอก (Germination index; GI) คำนวณตามที่ AOSA (1990) ได้มีการอธิบายไว้ โดยใช้ข้อมูลจากที่บันทึกการงอกในทุกวันมาคำนวณตามสูตร:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$GI = \sum\left(\frac{Nt}{Tt}\right)$$

Nt = จำนวนเมล็ดที่งอกในวัน Tt

Tt = ระยะเวลาที่เมล็ดงอก

- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (Mean germination time; MGT) ใช้ข้อมูลจากที่บันทึกการงอกในทุกวันมาคำนวณตามสูตรของ Ruan *et al*. (2002)

$$MGT = \frac{\sum nd}{N}$$

n = จำนวนของเมล็ดที่งอกในวันที่ d

d = จำนวนของวันที่เมล็ดงอกหลังการเพาะ

N = จำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมด

- เวลาที่ใช้ในการงอกได้ถึง 50% (Time to 50% germination; T50G) ใช้ข้อมูลจากที่บันทึกการงอกในทุกวันมาคำนวณตามสูตรของ Coolbear *et al*. (1984)

$$T_{50}G = \frac{t_i + \frac{(N+1)}{2} + ni}{n_j - n_i}(t_j - t_i)$$

โดย N = จำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมด

n_i และ n_j คือจำนวนเมล็ดที่งอกสะสมที่ระยะเวลา t_i และ t_j

โดยที่ $n_i < \frac{(N+1)}{2} < n_j$

- พลังงานการงอก (Germination energy; GE) ใช้ข้อมูลจากที่บันทึกการงอกในทุกวันมาคำนวณตามวิธีของ Ruan *et al*. (2002)

GE = เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดภายหลังเพาะได้ 3 วัน โดยสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดทั้งหมดที่เพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การตรวจสอบความงอกในสภาพไร่

2.2.1 การหาตรวจสอบความงอก (Emergence test; E-test)

เพาะเมล็ดพันธุ์ลงกระถางดินเผาจำนวน 50 เมล็ด/ซ้ำ ขุดหลุมลึกประมาณ 2 เซนติเมตร และหยอดเมล็ดพันธุ์หลุมละ 1 เมล็ด โดยวางไว้ในแปลงทดลอง ให้น้ำด้วยน้ำประปา บันทึกอุณหภูมิ โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่บอกค่า maximum-minimum ตั้งแต่วันที่เริ่มเพาะจนถึงวันสุดท้ายที่เก็บผล (21 วัน) ประเมินความงอกโดยนับจำนวนเมล็ดที่งอกโผล่เหนือดินทุกวัน

2.2.2 การตรวจสอบความแข็งแรง

วิธีที่ใช้ได้แก่

- ดัชนีในการงอก (Emergence index; E) ใช้ข้อมูลของ Emergence test (E-test)
- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (Mean emergence time; MET) ใช้ข้อมูล ของ Emergence test (E-test)
- เวลาที่ใช้ในการงอกได้ถึง 50% (Time to 50% emergence; T50E) ใช้ข้อมูลของ Emergence test (E-test)
- พลังงานการงอก (Emergence energy; EE) ใช้วิธีการคำนวณเช่นเดียวกับในห้องปฏิบัติการ

2.2.3 ประสิทธิภาพของต้นกล้า

- การตั้งตัวของต้นกล้า (Seedling establishment; SES) SES คือ เปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าที่เติบโตภายใน 21 วันหรือต้นกล้าที่มีใบที่ 4 แสดงออกมาแล้ว (Dunand and Soichuk. 2009) หลังการเพาะนับจำนวนต้นกล้าที่งอกเทียบกับจำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด (Yamaushi and Winn. 1996)
- การเจริญของต้นกล้า (Seedling growth) โดยทำการเก็บข้อมูลดังนี้

1. Seedling shoot and root length วัดความยาวของต้นกล้าที่โผล่เหนือดิน ส่วนรากให้ถอนต้นกล้า (อย่าให้รากขาด) ออกจากทรายแล้ววัดความยาว
2. Shoot dry weight and root dry weight โดยนำต้นและรากมาอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

3.1 การตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารรั่วไหล

นำเมล็ดที่ผ่านการทำไพรมมิงมาชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 50 เมล็ด ต่อซ้ำ ในทุกทรีตเมนต์ แช่เมล็ดพันธุ์แต่ละซ้ำในน้ำ deionized water (75 ml) นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลาแยกเมล็ดที่แช่อยู่ออกแล้วนำน้ำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity meter) เมล็ดที่ทำการแยกไว้นำมาซับน้ำให้แห้งและชั่งน้ำหนักเมล็ด คำนวณค่าการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ (AOSA. 1983)

3.2 การหากิจกรรมเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (Dehydrogenase activity)

ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ 20 เมล็ดบนกระดาษเพาะหนา 2 ชั้นที่ชื้นด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมงในที่มืด หลังจากนั้นแกะเปลือกเมล็ดออกแยกเอาเฉพาะ embryo ออกจากเมล็ด นำ 20 embryo ใส่ลงใน test tube เติมสารละลาย TZ 0.7% (W/V) ปริมาตร 1 ml วางไว้ในที่มืดนาน 16 ชั่งโมง หลังจากครบเวลานำ embryo มาล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วผึ่งให้แห้ง แล้วบดเมล็ดในครกที่มี 99% methanol (10 ml) นำตัวอย่างที่บดเสร็จไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 3,000 rpm นาน 10 นาที แล้วแยกส่วนที่เป็นน้ำใสๆ เหนือตะกอน (supernatant) ที่ได้ไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง (optical density) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 485 nm (ดัดแปลงจาก Bam *et al*. 2006) ค่า optical density จะแสดงถึงกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสที่มีอยู่ในเซลล์เนื้อเยื่อ ดังนั้นยิ่งมีค่า optical density สูง ความหนาแน่นของกิจกรรมเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสก็สูงเช่นเดียวกัน

3.3 การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar)

บดเมล็ดข้าวที่ผ่านการทำไพรมมิงจำนวน 20 เมล็ด แล้วแบ่งมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 0.5 g ในแต่ละซ้ำ ใส่ลงใน test tube เติมด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 5 ml ในหลอด แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.42 (ดัดแปลงมาจาก Lee and Kim. 2000) และทำการทดสอบหาปริมาณ Total sugar ด้วยวิธี Phenol-sulfuric (Dubois *et al*. 1956) โดยใช้สารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.5 ml ผสมกับ 5% phenol ปริมาตร 0.5 ml ให้เข้ากัน เติมสาร sulfuric acid 95.5% ปริมาตร 2.5 ml ผสมแล้ววางพักไว้ 10 นาที หลังจากนั้นนำไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง (optical density) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 490 nm คำนวณค่าความเข้มข้นปริมาณน้ำตาลโดยเทียบกับกราฟ standard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SAS เวอร์ชั่น 9.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ความงอกและความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการ

4.1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา

ก่อนทำการทดลองเมล็ดมีความงอกมาตรฐานก่อนการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าว (control) ที่ 78% และเมื่อมีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี hydropriming 24 ชั่วโมง ความงอกเพิ่มเป็น 97% และวิธี hydropriming 48 ชั่วโมง ความงอกเพิ่มเป็น 96% แสดงให้เห็นว่าวิธีการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนการปลูกมีผลให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวนุสราเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีผลสอดคล้องกับดัชนีความงอก (GI) ที่ใช้วิธีการ hydropriming 48 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์มีดัชนีความงอก 43.75 และ hardening 48 ชั่วโมง มีดัชนีความงอก 42.17 ซึ่งสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ (control) ที่ 23.34

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT) การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์วิธี hydropriming 48 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์ใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.13 วัน และตามด้วย hardening 48 ชั่วโมง 2.27 วัน ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เตรียมความพร้อม (control) ใช้เวลาในการงอกเฉลี่ย 3.45 วัน และการแช่เมล็ดพันธุ์แบบเกษตรกรปฏิบัติ (traditional) มีค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอกเท่ากับ 2.44 วัน เวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (T50G) พบว่าการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์วิธี hydropriming 48 ชั่วโมง hardening 48 ชั่วโมง และ osmohardening 48 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.69-1.75 วัน เห็นได้ว่าเมล็ดพันธุ์ใช้เวลาในการงอกถึง 50 เปอร์เซ็นต์ลดลงประมาณ 1 วัน เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมที่มีค่าเฉลี่ยที่ 2.78 วัน พลังงานที่ใช้ในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์พบว่าเมล็ดพันธ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมนั้นมีพลังงานในการงอกเพียง 50.75% แต่หลังจากมีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ช่วยเพิ่มพลังงานในการงอกได้โดยมีค่าระหว่าง 89.50% - 97% (ตารางที่ 4.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ดอกพะยอม

ผลของการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก (germination percentage) ของเมล็ดข้าวพันธุ์ดอกพะยอมพบว่า hydropriming 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงถึง 80% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธ์ที่ไม่เตรียมความพร้อม (control) และแบบเกษตรกรปฏิบัติ (traditional) ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพียง 59% และ 62.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) และใน hydropriming 48 ชั่วโมง hardening 24 , 48 ชั่วโมง และ osmohardening 24 , 48 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกอยู่ระหว่าง 73.73 – 78.5% การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ยังช่วยเพิ่มดัชนีในการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์อีกด้วย ดัชนีในการงอก (GI) ในเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม เท่ากับ 18.42 เมื่อมีการเตรียมความพร้อม hydropriming 24 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมงเป็นตัวที่ให้ผลดีที่สุด โดยค่าดัชนีในการงอก (GI) เพิ่มเป็น 31.17 และ 30.88

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอม โดยระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT) และ เวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (T50G) พบว่ามีแนวโน้มที่คล้ายกัน คือ hydropriming 24 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุด โดยระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT) น้อยที่สุดเท่ากับ 2.73 และ 2.72 วัน เวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (T50G) เท่ากับ 2.22 และ 2.17 วัน ขณะที่เมล็ดพันธ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม (control) ใช้เวลาเฉลี่ย 3.25 วัน (MGT) และ 2.69 วัน (T50G) ซึ่งสอดคล้องกับพลังงานที่ใช้ในการงอก (GE) เมื่อเมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้เร็วแสดงว่าเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีความพร้อมและมีพลังงานสูง ในการเตรียมความพร้อมวิธี hydropriming 24 ชั่วโมง มีค่าพลังงานสูงถึง 69% รองลงมาคือ hydropriming 48 ชั่วโมง มีพลังงานในการงอก 67% ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เตรียมการงอกและเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมการงอกตามที่เกษตรกรปฏิบัติมีพลังงานในการงอก 44 และ 52.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสราในห้องปฏิบัติการ

Treatment	Seed qualities				
	Germination (%)	GI	MGT (days)	T50G (days)	GE (%)
Control (non-priming)	78.00 ± 4.08 c	23.34 ± 1.27 f	3.45 ± 0.06 a	2.78 ± 0.06 a	50.75 ± 4.11 d
Traditional soaking	90.50 ± 1.91 b	38.67 ± 1.52 de	2.44 ± 0.05 cd	1.90 ± 0.08 d	90.50 ± 1.91 bc
Hardening 24 h	93.00 ± 3.42 ab	39.17 ± 1.58 cde	2.47 ± 0.12 c	1.98 ± 0.18 cd	89.50 ± 7.72 b
Hardening 48 h	95.50 ± 1.15 a	42.17 ± 2.52 ab	2.27 ± 0.04 e	1.75 ± 0.06 e	93.00 ± 1.15 abc
Hydropriming 24 h	97.00 ± 2.58 a	39.75 ± 1.10 cd	2.54 ± 0.08 bc	2.07 ± 0.13 c	97.00 ± 2.58 a
Hydropriming 48 h	96.00 ± 2.83 a	43.75 ± 1.91 a	2.13 ± 0.11 f	1.69 ± 0.04 e	96.00 ± 2.83 ab
Osmohardening 24 h	94.50 ± 1.91 ab	37.08 ± 1.13 e	2.65 ± 0.04 b	2.23 ± 0.06 b	94.50 ± 1.91 abc
Osmohardening 48 h	93.00 ± 1.15 ab	41.33 ± 0.54 bc	2.33 ± 0.06 de	1.76 ± 0.07 e	93.00 ± 1.15 abc
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	2.79	4.06	3.05	4.68	4.04

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple-Range Test)

ตารางที่ 4.2 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ดอกพะยอมในห้องปฏิบัติการ

Treatment	Seed qualities				
	Germination (%)	GI	MGT (days)	T50G (days)	GE (%)
Control (non-priming)	59 ± 4.76 b	18.42 ± 1.46 d	3.25 ± 0.11 a	2.69 ± 0.10 b	44 ± 6.73 b
Traditional soaking	62.5 ± 6.81 b	23.25 ± 2.55 c	2.85 ± 0.03 bc	2.96 ± 0.25 a	52.5 ± 4.12 b
Hardening 24 h	76.25 ± 5.80 a	27 ± 2.25 b	2.96 ± 0.08 b	2.48 ± 0.06 c	63.25 ± 5.38 a
Hardening 48 h	75 ± 4.08 a	28.13 ± 12.14 ab	2.83 ± 0.10 c	2.35 ± 0.08 cd	63.5 ± 8.35 a
Hydropriming 24 h	80 ± 6.32 a	31.17 ± 2.71 a	2.73 ± 0.11 c	2.22 ± 0.12 d	69 ± 7.39 a
Hydropriming 48 h	78.5 ± 5.45 a	30.88 ± 2.94 a	2.72 ± 0.09 c	2.17 ± 0.13 d	67 ± 7.35 a
Osmohardening 24 h	75.5 ±4.73 a	28.63 ± 2.06 ab	2.79 ± 0.07 c	2.31 ± 0.08 cd	65 ± 3.46 a
Osmohardening 48 h	73.75 ±2.22 a	28.08 ± 1.16 ab	2.79 ± 0.04 c	2.30 ± 0.04 cd	62.75 ± 2.63 a
F-test	**	**	**	**	**
c.v.	7.16	8.29	2.93	5.13	9.86

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple-Range Test)

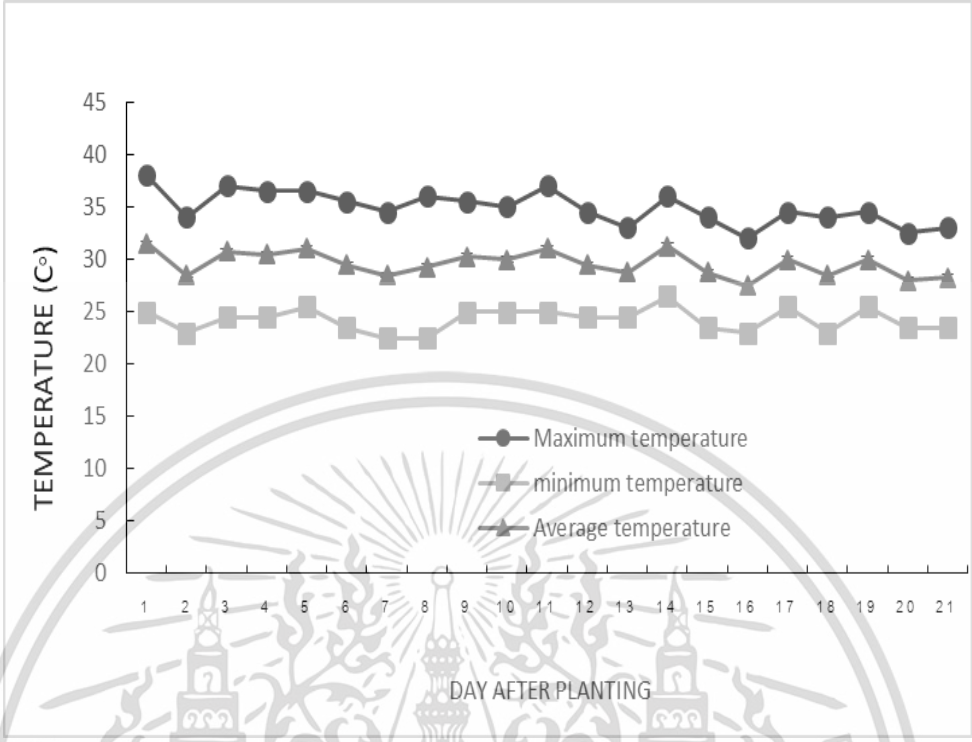
4.2 ความงอก ความแข็งแรงและประสิทธิภาพของต้นกล้าในการทดสอบในไร่

4.2.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา

ในทำนองเดียวกับในสภาพห้องปฏิบัติการ การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ทุกวิธีช่วยยกระดับคุณภาพความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed emergence) และ ความแข็งแรงของต้นกล้า (seedling vigor) ในความเสื่อมทั้ง 2 สายพันธุ์ แม้ว่าจะมีความผันแปรของอุณหภูมิในสภาพไร่ก็ตาม (ภาพที่ 4.1) ในสายพันธุ์นุสราที่มีความงอก 80% หลังจากมีการทำการทดลองหรือการเตรียมความพร้อมของเมล็ดพันธุ์ความงอกได้เพิ่มขึ้นในทุกวิธี (ตารางที่ 4.3) โดยเฉพาะ hardening 48 ชั่วโมง มีความงอกสูงถึง 95.75% รองลงมาคือ hydropriming 48 ชั่วโมง มีความงอก 95.50% และแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความแข็งแรงในการงอกขึ้นเป็นต้นกล้าที่มีดัชนีในการงอกเพิ่มขึ้นในเมล็ดที่ผ่านการเตรียมความพร้อม มีค่า 26.57 พบใน hardening 48 ชั่วโมง ขณะที่เมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมมีค่า 19.73 นอกจากนี้การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ยังช่วยเพิ่มความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยลดระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MET) จาก 4.17 วัน (control) เหลือ 3.68 วัน ในวิธี hardening 48 ชั่วโมง ซึ่งให้ผลที่คล้ายกับเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50E) ที่ hardening 48 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมง.ทำให้เมล็ดพันธุ์ใช้เวลาในการงอกน้อยลงและมีพลังงานในการงอก (EE) ดีที่สุดเท่ากับ 93% และ 89.75% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

เมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการเตรียมความพร้อมนั้นมีค่าการตั้งตัวของต้นกล้า (SES) เท่ากับ 78.25% และเมื่อมีการเตรียมความพร้อมการตั้งตัวของต้นกล้า (SES) ที่พบว่ามีค่าสูงกว่า 90% พบใน hardening 48 ชั่วโมง hydropriming 24,48 ชั่วโมง และ osmohardening 24,48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 94.25%, 92.25%, 94.25% 90.50% และ 90.75% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) นอกจากนี้ยังพบว่าที่ hardening 48 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุดในการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้ง shoot length, root length และ root dry weight ในขณะที่ shoot dry weight เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมพบว่ามีค่าเท่ากับ 24.02 mg/shoot ส่วนเมล็ดที่ผ่านการเตรียมความพร้อม hydropriming 48 ชั่วโมงให้ค่าสูงถึง 36.28 mg/shoot และในทุกวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิภายในแปลงระหว่างทำการทดสอบในไร่ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสราและดอกพะยอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวพันธุ์นุสราในการทดสอบในสภาพไร่

Treatment	Seed quality				
	Emergence (%)	EI	MET (day)	T50E (day)	EE (%)
Control (non-priming)	80.00 ± 3.27 c	19.73 ± 0.79 d	4.17 ± 0.06 a	3.68 ± 0.07 a	53.00 ± 3.83 d
Traditional soaking	90.00 ± 2.31 b	23.65 ± 0.28 c	3.90 ± 0.10 b	3.44 ± 0.09 b	78.00 ± 4.00 c
Hardening 24 h	92.25 ± 1.71 ab	24.40 ± 0.78 bc	3.88 ± 0.08 b	3.41 ± 0.11 b	80.75 ± 3.77 bc
Hardening 48 h	95.75 ± 1.50 a	26.57 ± 0.34 a	3.68 ± 0.03 d	3.26 ± 0.04 c	93.00 ± 1.63 a
Hydropriming 24 h	94.50 ± 1.29 a	25.18 ± 0.16 b	3.84 ± 0.04 b	3.36 ± 0.05 bc	85.25 ± 1.50 b
Hydropriming 48 h	95.50 ± 2.08 a	26.50 ± 0.50 a	3.69 ± 0.08 cd	3.24 ± 0.09 c	89.75 ± 2.36 a
Osmohardening 24 h	92.75 ± 1.50 ab	24.83 ± 0.21 b	3.82 ± 0.03 b	3.42 ± 0.16 b	84.00 ± 3.27 b
Osmohardening 48 h	93.25 ± 3.40 ab	25.24 ± 0.72 b	3.80 ± 0.11 bc	3.31 ± 0.03 bc	81.00 ± 2.00 bc
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	2.47	2.17	1.92	2.61	3.67

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple-Range Test)

ตารางที่ 4.4 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อประสิทธิภาพของต้นกล้าข้าวพันธุ์นุสราในการทดสอบในสภาพไร่

Treatment	Seedling performance				
	SES (%)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	SDW (mg/shoot)	RDW (mg/root)
Control (non-priming)	78.25 ± 2.75 c	18.83 ± 1.48 c	7.96 ± 0.31 c	24.02 ± 3.81 a	6.61 ± 1.62 b
Traditional soaking	84.50 ±3.70 b	18.82 ± 1.10 c	8.51 ± 0.33 c	27.58 ± 4.43 a	7.89 ± 1.30 ab
Hardening 24 h	89.75 ± 1.71 a	20.71 ± 2.38 abc	8.59 ± 0.21 c	33.31 ± 3.96 a	6.75 ± 2.50 b
Hardening 48 h	94.25 ± 2.87 a	24.15 ± 2.85 ab	10.49 ± 0.74 a	32.50 ± 15.11 a	11.93 ± 6.79 a
Hydropriming 24 h	92.25 ± 2.06 a	21.52 ± 1.12 abc	8.92 ± 0.85 bc	32.63 ± 6.49 a	6.51 ±1.83 b
Hydropriming 48 h	94.25 ± 2.06 a	24.32 ± 1.04 a	10.12 ± 0.85 ab	36.28 ± 1.71 a	9.60 ± 2.02 ab
Osmohardening 24 h	90.50 ± 1.29 a	22.47 ± 2.05 abc	8.83 ± 0.81 bc	29.40 ± 10.51 a	8.45 ± 2.30 ab
Osmohardening 48 h	90.75 ± 4.57 a	20.34 ± 3.15 bc	8.95 ± 1.14 bc	27.60 ± 6.55 a	6.62 ± 3.23 b
F-test	**	*	**	ns	ns
C.V. (%)	3.16	11.08	9.27	25.38	39.26

หมายเหตุ: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple-Range Test)

4.2.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ดอกพะยอม

วิธีการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วย hydropriming เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของต้นกล้าในไร่ (emergence) ของเมล็ดพันธุ์เท่ากับ 87.75% ซึ่งสูงกว่าวิธีการเตรียมความพร้อมแบบเกษตรกร (traditional) และการไม่เตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ (75.5% และ 64% ตามลำดับ) สำหรับระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MET) ในเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ใช้ระยะเวลาในการงอกถึง 5.10 วัน และวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ทั้ง 7 วิธี ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่ทั้ง 7 วิธี ช่วยลดระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกอยู่ในระหว่าง 4.50 – 4.75 วัน แล้วยังพบอีกว่าการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ยังมีอิทธิพลต่อ T50E (เวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50%) และ EE (พลังงานในการงอก) โดยเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50E) การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่า (3.85 – 4.07 วัน) วิธีการเตรียมความพร้อมแบบเกษตรกร (4.29 วัน) และการไม่เตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ (4.64 วัน) (ตารางที่ 4.5)

การตั้งตัวของต้นกล้า (SES) ในเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม เท่ากับ 62.25% และพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีการเตรียมความพร้อมด้วยวิธี hydropriming 48 ชั่วโมงมีค่าการตั้งตัวของต้นกล้า (SES) เพิ่มสูงถึง 87.25% รองมาคือ hydropriming 24 ชั่วโมง และ osmohardening 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 4.6) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า พบว่าการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี hydropriming 48 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุด ทั้ง shoot length, root length และ root dry weight ส่วน shoot dry weight การเตรียมความพร้อมด้วยวิธี hardening 48 ชั่วโมง มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุด 42.78 mg/shoot และรองลงมาคือ hydropriming 48 ชั่วโมง ที่ 39.67 mg/shoot (ตารางที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวพันธุ์ดอกพะยอมในการทดสอบในสภาพไร่

Treatment	Seed quality				
	Emergence (%)	EI	MET (day)	T50E (day)	EE (%)
Control (non-priming)	64 ± 3.27 e	12.87 ± 1.00 f	5.10 ± 0.15 a	4.64 ± 0.21 a	16 ± 4.62 f
Traditional soaking	75.5 ± 1.00 cd	15.67 ± 0.25 e	4.75 ± 0.21 b	4.29 ± 0.15 b	30 ± 5.16 e
Hardening 24 h	75 ± 2.94 d	16.43 ± 0.61 de	4.66 ± 0.23 b	4.07 ± 0.17 c	36 ± 5.66 de
Hardening 48 h	78 ± 2.16 cd	16.87 ± 0.83 cd	4.61 ± 0.17 b	4.05 ± 0.15 c	38 ± 5.16 cd
Hydropriming 24 h	84 ± 1.63 b	18.63 ± 0.64 b	4.50 ± 0.08 b	3.88 ± 0.11 c	48 ± 5.66 ab
Hydropriming 48 h	87.75 ± 1.26 a	19.7 ± 0.26 a	4.47 ± 0.10 b	3.85 ± 0.07 c	52 ± 3.27 a
Osmohardening 24 h	79 ± 3.83 c	17.65 ± 0.97 bc	4.58 ± 0.05 b	3.88 ± 0.05 c	45 ± 3.83 abc
Osmohardening 48 h	82.75 ± 1.50 b	18.38 ± 0.74 b	4.64 ± 0.29 b	3.97 ± 0.09 c	43 ± 3.83 bcd
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.07	4.21	3.85	3.26	12.27

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple-Range Test)

ตารางที่ 4.6 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อประสิทธิภาพของต้นกล้าข้าวพันธุ์ดอกพะยอมในการทดสอบในสภาพไร่

Treatment	Seedling performance				
	SES (%)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	SDW (mg/shoot)	RDW (mg/root)
Control (non-priming)	62.25 ± 2.87 e	20.07 ± 0.34 e	8.44 ± 0.57 c	18.22 ± 4.33 e	7.70 ± 1.25 d
Traditional soaking	73.75 ± 1.26 d	21.48 ± 1.33 de	8.27 ± 0.16 c	16.99 ± 2.91 e	8.42 ± 1.18 d
Hardening 24 h	74.75 ± 2.50 cd	23.11 ± 1.19 cde	9.22 ± 1.43 bc	25.90 ± 8.03 d	12.61 ± 4.12 c
Hardening 48 h	76 ± 1.83 cd	22.98 ± 3.08 cde	9.71 ± 0.32 bc	42.78 ± 2.87 a	17.64 ± 1.98 ab
Hydropriming 24 h	82.5 ± 2.38 b	25.04 ± 2.45 bc	10.43 ± 1.12 b	35.57 ± 3.89 bc	16.16 ± 2.33 ab
Hydropriming 48 h	87.25 ± 1.50 a	31.61 ± 2.46 a	12.60 ± 1.17 a	39.67 ± 2.35 ab	19.14 ± 1.27 a
Osmohardening 24 h	78.5 ± 4.43 c	24.50 ± 3.13 bcd	9.48 ± 1.62 bc	30.97 ± 4.98 cd	14.27 ± 1.89 bc
Osmohardening 48 h	82.25 ± 0.96 b	27.65 ± 1.75 b	10.43 ± 1.36 b	30.52 ± 4.30 cd	14.96 ± 1.71 bc
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.17	8.84	11.14	15.05	15.59

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple-Range Test)

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของต้นกล้าและประสิทธิภาพของต้นกล้าข้าวพันธุ์นุสราในสภาพไร่

	SES	shoot length	root length	SDW	RDW
EI	0.880**	0.589**	0.622**	0.378*	0.343ns
MET	-0.680**	-0.554**	-0.576**	-0.361*	-0.395*
TE50	-0.668**	-0.446*	-0.529**	-0.282ns	-0.357*
EE	0.755**	0.359*	0.401*	0.293ns	0.133ns

หมายเหตุ: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของต้นกล้าและประสิทธิภาพของต้นกล้าข้าวพันธุ์ดอกพะยอมในสภาพไร่

	SES	shoot length	root length	SDW	RDW
EI	0.979**	0.719**	0.617**	0.676**	0.756**
MET	-0.818**	-0.563**	-0.521**	-0.712**	-0.750**
TE50	-0.823**	-0.546**	-0.518**	-0.711**	-0.747**
EE	0.886**	0.623**	0.595**	0.709**	0.775**

หมายเหตุ: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ไม่เพียงเพิ่มความแข็งแรงต้นกล้าแต่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของต้นกล้าในสภาพไร่ด้วย ดังนั้นในตารางที่ 4.7 และ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ที่สูงของในทุกตัวบ่งชี้ที่ทดสอบจะสามรถยืนยันผลดังกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นของการเจริญเติบโตในต้นกล้า (seedling growth) ที่ศึกษานั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของต้นกล้า

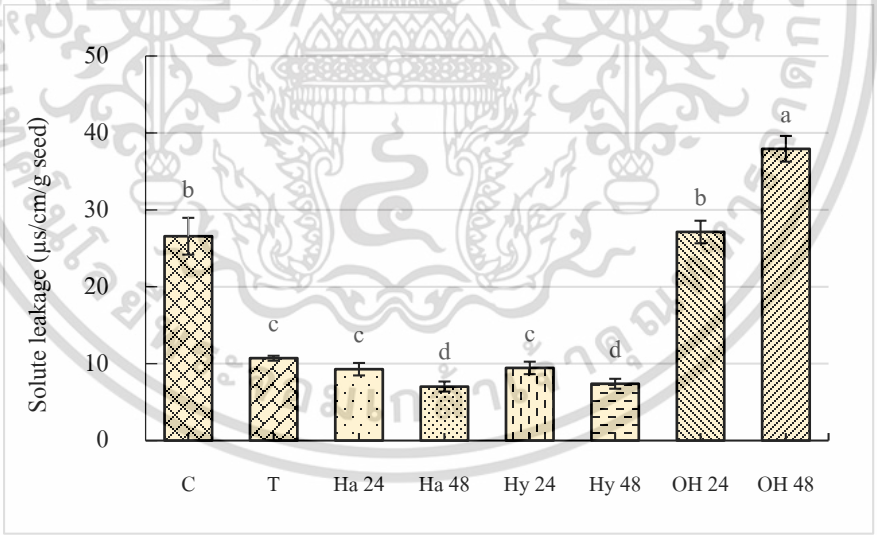
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(seedling vigor) เมล็ดที่มีความแข็งแรงทั้งดัชนีในงอกที่สูง (EI) ใช้เวลาในการงอกน้อยลง(MET) และมีพลังงานในการงอกที่สูงส่งผลให้การตั้งตัวของต้นกล้าดีขึ้น แข็งแรงขึ้น

4.3 การเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมี

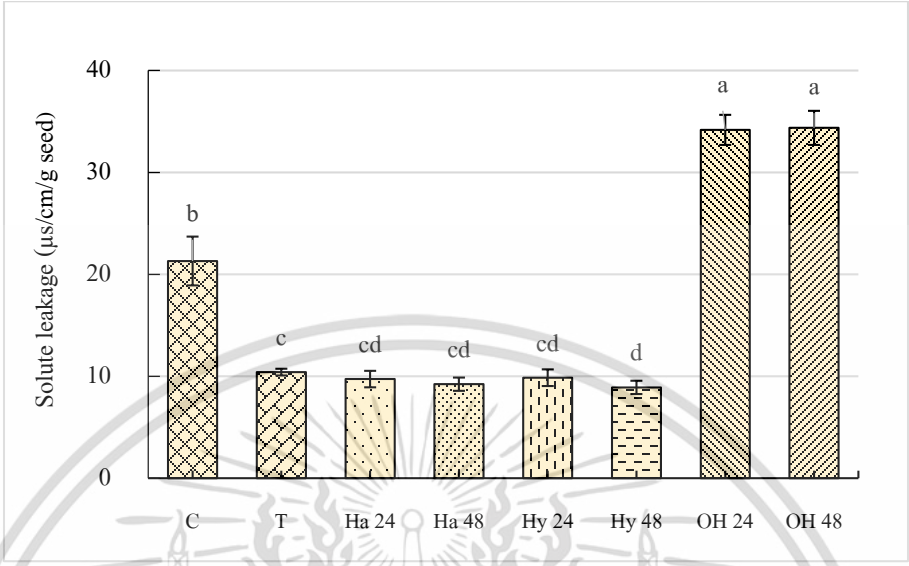
4.3.1 ค่าการนำไฟฟ้าของสารรั่วไหล

ผลการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ช่วยลดการรั่วไหลของสารภายในเมล็ด จากการทดลองที่ทดสอบพบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวนุสราที่ไม่ผ่านวิธีการเตรียมความพร้อม (control) มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายรั่วไหลที่ 26.57 µs/cm/g seed และหลังจากการเตรียมความพร้อมแล้วค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลที่น้อยที่สุดเท่ากับ 7.02 µs/cm/g seed โดยวิธีการ hardening 48 ชั่วโมง รองลงมาคือ hydropriming 48 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.39 µs/cm/g seed (ภาพที่ 4.2) ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าของสารรั่วไหลในสายพันธุ์ดอกพะยอม การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี hydropriming 48 ชั่วโมง สามารถช่วยลดการรั่วไหลของสารในเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 8.91 µs/cm/g seed จากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมที่รั่วไหลถึง 21.31 µs/cm/g seed (ภาพที่ 4.3) และในทั้ง 2 สายพันธุ์การเตรียมความพร้อมด้วยวิธี osmohardening 24 ชั่วโมง และ osmohardening 48 ชั่วโมง พบว่ามีการรั่วไหลของสารภายในเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด (ภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.2 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อการรั่วไหล (Solute leakage) ในข้าวพันธุ์นุสรา
หมายเหตุ C = control, T = Traditional, Ha24 = Hardening 24 ชั่วโมง, Ha48 = Hardening 48 ชั่วโมง, Hy24 = Hydropriming 24 ชั่วโมง, Hy48 = Hydropriming 48 ชั่วโมง, OH24 = Osmohardening 24 ชั่วโมง และOH48 = Osmohardening 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



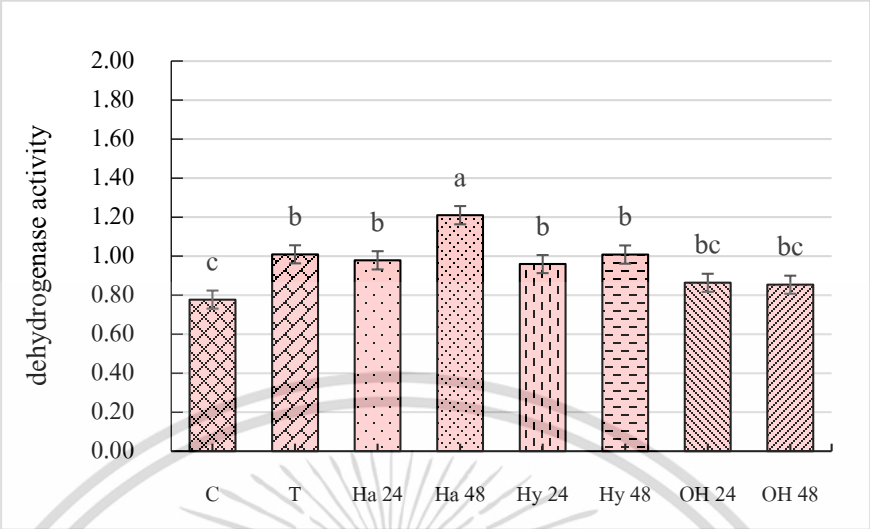
ภาพที่ 4.3 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อการรั่วไหล (Solute leakage) ในข้าวพันธุ์ดอกพะยอม

หมายเหตุ C = control, T = Traditional, Ha24 = Hardening 24 ชั่วโมง, Ha48 = Hardening 48 ชั่วโมง, Hy24 = Hydropriming 24 ชั่วโมง, Hy48 = Hydropriming 48 ชั่วโมง, OH24 = Osmohardening 24 ชั่วโมง และOH48 = Osmohardening 48 ชั่วโมง

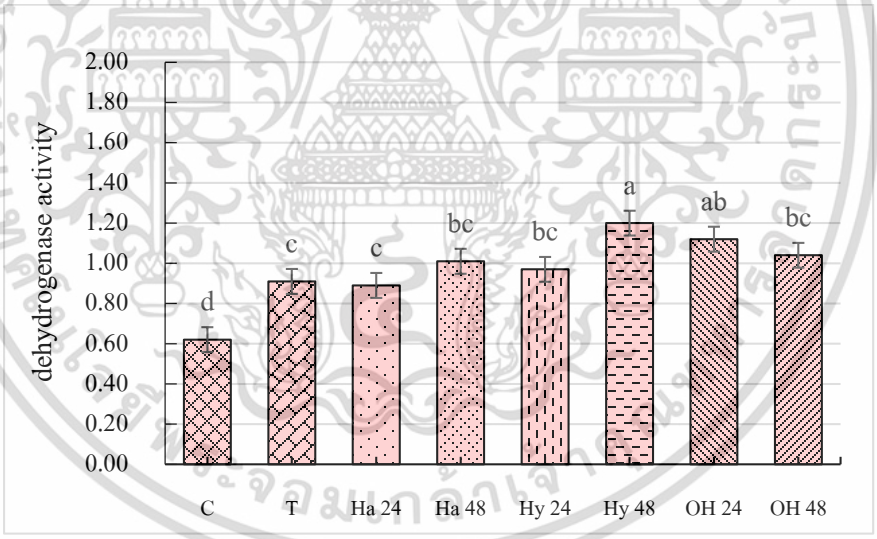
4.3.2 กิจกรรมเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส

เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสสามารถบ่งบอกความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ถ้ามีค่ามากเมล็ดพันธุ์ก็มีการดำเนินงานของเอมไซม์ภายในเมล็ดพันธุ์ในภาพรวมที่เยอะ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า จากการทดลองการหาวิธีเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสม พบว่าในพันธุ์นุสรา การใช้วิธี hardening 48 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการเพิ่มการทำงานของกิจกรรมเอนไซม์มีค่าการทำงานที่ 1.21 รองลงมานั้นคือการทำด้วยวิธี hydropriming 48 ชั่วโมง และ traditional มีค่าการทำงานของเอนไซม์ที่เท่ากัน เท่ากับ 1.01 เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม (control) ที่มีค่าการทำงานของเอนไซม์เพียง 0.78 (ภาพที่ 4.4) ขณะที่เมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม (control) มีค่า 0.62 หลังจากทดสอบด้วยวิธีต่างๆ hydropriming 48 ชั่วโมงให้ผลการทำงานของกิจกรรมเอนไซม์ดีที่สุด เท่ากับ 1.2 (ภาพที่ 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อกิจกรรมของเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase activity) ในข้าวพันธุ์นุสรา



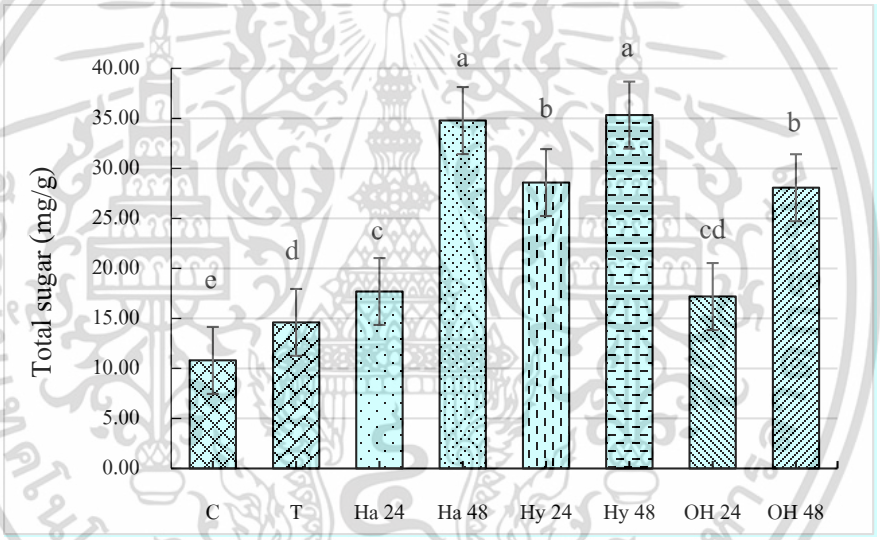
ภาพที่ 4.5 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อกิจกรรมของเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase activity) ในข้าวพันธุ์ดอกพะยอม

หมายเหตุ C = control, T = Traditional, Ha24 = Hardening 24 ชั่วโมง, Ha48 = Hardening 48 ชั่วโมง, Hy24 = Hydropriming 24 ชั่วโมง, Hy48 = Hydropriming 48 ชั่วโมง, OH24 = Osmohardening 24 ชั่วโมง และOH48 = Osmohardening 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar)

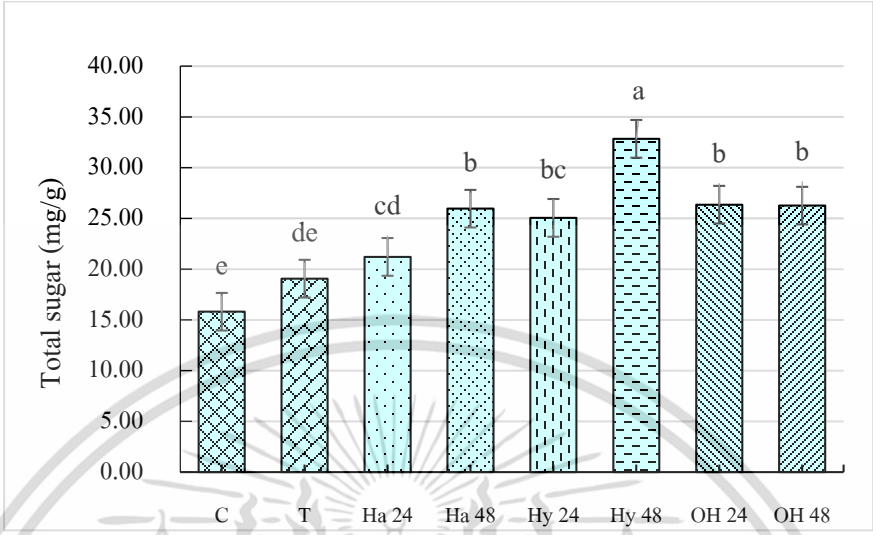
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดภายหลังผ่านวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์พบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในเมล็ดทั้งสองสายพันธุ์ทั้งพันธุ์นุสราและดอกพะยอม hydropriming 48 ชั่วโมง สามารถแสดงประสิทธิภาพได้โดดเด่นที่สุด มีการปริมาณเท่าตาลทั้งหมดเท่ากับ 35.33 mg/g และ 32.84 mg/g ตามลำดับ ในพันธุ์นุสรายังพบอีกว่า hardening 48 ชั่วโมง ก็ให้ผลที่โดดเด่นเช่นกันซึ่งมีค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ 34.79 mg/g ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อมนั้น (control) มีระดับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพียง 10.81 mg/g ในพันธุ์นุสรา และ 15.81 mg/g ในพันธุ์ดอกพะยอม (ภาพที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.6 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในข้าวพันธุ์นุสรา

หมายเหตุ C = control, T = Traditional, Ha24 = Hardening 24 ชั่วโมง, Ha48 = Hardening 48 ชั่วโมง, Hy24 = Hydropriming 24 ชั่วโมง, Hy48 = Hydropriming 48 ชั่วโมง, OH24 = Osmohardening 24 ชั่วโมง และOH48 = Osmohardening 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ผลของวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในข้าวพันธุ์ดอกพะยอม

หมายเหตุ C = control, T = Traditional, Ha24 = Hardening 24 ชั่วโมง, Ha48 = Hardening 48 ชั่วโมง, Hy24 = Hydropriming 24 ชั่วโมง, Hy48 = Hydropriming 48 ชั่วโมง, OH24 = Osmohardening 24 ชั่วโมง และOH48 = Osmohardening 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

เป็นที่ยอมรับว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ๆ จะค่อยๆสูญเสียคุณภาพหรือความแข็งแรง ซึ่งอาจเกิดจากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Dornbos. 1995 ; Finch-Savage. 1995) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ถูกวิธีจะมีผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าปกติ เช่น การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในภาชนะที่ไม่สามารถป้องกันการถ่ายเทหรือการแลกเปลี่ยนอากาศกับบรรยากาศภายนอกได้ ทำให้อากาศสามารถเข้าไปในภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ ความชื้นของเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นของอากาศ หรือการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงก็จะมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เพราะสาเหตุหลักของการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดจากอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (Copeland and McDonald. 2001) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แม้จะมีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์อย่างถูกวิธีแล้วก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถหยุดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชได้ สามารถทำได้เพียงชะลอการเสื่อมคุณภาพให้ช้าลงเท่านั้น เช่น การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เมล็ดพันธุ์จะเกิดการเสื่อมคุณภาพอย่างช้าๆ ทำให้สามารถยืดระยะเวลาเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้นานขึ้นได้ และเมื่อเมล็ดพันธุ์เริ่มมีการเสื่อมสภาพซึ่งนำไปสู่การงอกที่ล่าช้า มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในไร่ลดลง ในขณะงอกและประสิทธิภาพของต้นกล้าต่ำ (Finch-Savage. 1995; McDonald. 1999) การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์จึงเป็นสาเหตุพื้นฐานที่เป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับการผลิตข้าวให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี เนื่องจากเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์จะทำให้เกิด lipid peroxidation (McDonald. 2000) มีผลให้เมล็ดพันธุ์เกิดความเสียหายในระดับเซลล์ (Smith and Berjak. 1995) การทำงานต่างๆ ภายในเซลล์เปลี่ยนแปลง ซึ่งส่งผลต่อเซลล์ให้มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น การเสื่อมสภาพของเมมเบรน กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง อัตราการหายใจลดลง เป็นต้น

เมล็ดข้าวปกติควรมีความงอกมากกว่า 85.0% (Basra *et al*. 2003; Basra *et al*. 2005) โดยทั่วไปถ้าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่าที่กล่าวจะบ่งชี้ว่าเมล็ดเริ่มมีการเสื่อมลงในระดับหนึ่งแล้ว เพราะฉะนั้นจากตารางที่ 4.1 4.2 4.3และ 4.5 ที่ทำการทดสอบความงอกนั้นสามารถประเมินได้ว่าเมล็ดข้าวที่นำมาใช้เริ่มมีการเสื่อมคุณภาพ แต่หลังจากนำไปทดสอบด้วยวิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ความงอกของเมล็ดพันธุ์เพิ่มมากขึ้นจากเดิมซึ่งหมายความว่าการการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์สามารถช่วยฟื้นฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมได้ (McDonald. 2000; Corbineau and Come. 2006) เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม และในเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพน้อยจะมีการตอบสนองต่อการทำไพรมมิงได้ดีกว่า เราจึงเห็นว่าข้าวพันธุ์นุสราภายหลังการเตรียมความพร้อมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าข้าวพันธุ์ดอกพะยอมเนื่องจากข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์นั้นมีระดับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดที่ต่างกัน และในเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงอยู่แล้วการทำไพรมมิงก็ไม่ได้ช่วยให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีคุณภาพสูงขึ้นกว่าเดิม

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์นั้นทำให้มีการเพิ่มขึ้นของความงอก ความแข็งแรง ไม่ว่าจะเป็นในห้องปฏิบัติการหรือในไร่ ช่วยลดระยะเวลาในการงอกของเมล็ด และจากการที่เมล็ดนั้นมีความแข็งแรงย่อมต้องส่งผลให้ต้นกล้าที่งอกออกมานั้นมีการเจริญเติบโตที่ดี และมีการตั้งตัวของต้นกล้าดีขึ้นไปด้วย Basra *et al*. (2003) รายงานว่าในการทำ hardening 24 ชั่วโมงส่งผลให้ความสูงของต้นกล้า ความยาวของรากและน้ำหนักแห้งสูงขึ้น ในทำนองเดียวกัน Farooq *et al*. (2006) รายงานว่าการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ในทุกวิธีที่ทดสอบนั้นช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นกล้าและความยาวของต้นและราก ซึ่งการเพิ่มขึ้นในการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนและส่งผลให้ต้นกล้ามีตั้งตัวได้ดีขึ้น (Tekrony and Egli. 1991; Finch-Savage. 1995) เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษาทั้งสองสายพันธุ์ถึงแม้ว่าจะมีระดับความเสื่อมที่ต่างกันแต่วิธีการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ 2 วิธีที่มีแนวโน้มให้ผลดีนั้นคือวิธี hardening 48 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมง ซึ่งได้สอดคล้องกับ Farooq *et al.* (2006) ที่ทำศึกษาผลของการทำ hydropriming ต่อความงอกของเมล็ด ที่เวลา 12, 24, 36, 48 และ 60 ชั่วโมง พบว่า hydropriming 48 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับปรุงความงอกและความแข็งแรง และ Caseiro *et al*. (2004) ศึกษาผลของการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อคุณภาพของเล็ดพันธุ์ในเมล็ดหัวหอม พบว่า hydropriming มีผลต่อเมล็ดมากที่สุดในการช่วยให้เมล็ดนั้นงอกได้เร็วขึ้น ซึ่งวิธีการเตรียมความพร้อมด้วยวิธี hardening 48 ชั่วโมง แสดงให้เห็นความแข็งแรงของต้นกล้าที่ดีขึ้น สิ่งนี้สอดคล้องกับผลงานของ Andoh และ Kobata (2000) ในเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์พื้นที่ในเขตที่ลุ่มและในเมล็ดข้าว fine rice (Basra *et al*. 2003; Basra *et al*. 2005) ที่กล่าวว่า hardening สามารถช่วยเพิ่มความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าภายในไร่ได้ ดังนั้นการทำ hardening และ hydropriming สามารถใช้เป็นตัวเลือกแทนการแช่แบบที่เกษตรกรทำ (traditional soaking) ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกใช้มานานในการช่วยเพิ่มความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ยังช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกล้าในทุกกรณีเมื่อเทียบกับการเมล็ดพันธ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม ในตารางที่ 4.7 และ 4.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ที่สูงระหว่างความแข็งแรงของต้นกล้าและการเจริญเติบโตรวมทั้งการตั้งตัวของต้นกล้า (SES) ดังนั้นความแข็งแรงของต้นกล้ามีผลในการตั้งตัวของต้นกล้า ยิ่งเมล็ดที่มีความแข็งแรงมากก็ส่งผลให้การตั้งตัวของต้นกล้าดี (Tekrony and Egli. 1991; Yamauchi and Winn. 1996; Ruan *et al*. 2002) ผลของนำไปสู่การเจริญเติบโตของต้นกล้าและการตั้งตัวที่ดีกว่าเดิมในเมล็ดที่ผ่านการเตรียมความพร้อมนั้นเห็นได้ชัดว่าอาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบิลิซึมที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ในช่วงระยะเวลาของการดูดน้ำ (imbibition) ของเมล็ดระหว่างกระบวนการงอก (Bewley. 1997) กระบวนการเมแทบิลิซึมที่เกิดระหว่างการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ เช่น การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์โมเลกุลขนาดใหญ่ เอนไซม์และไมโทคอนเดรียที่มีอยู่ สิ่งเหล่านี้เป็นเหตุการณ์พื้นฐานที่เกิดขึ้นร่วมกันในการเคลื่อนย้าย (mobilization) อาหารสำรองในเมล็ดเพื่อซ่อมแซมเซลล์ต่างๆและการเจริญเติบโต (Farooq *et al*. 2006; Matsushima and Sakagami. 2013) เห็นได้ชัดจากการเพิ่มขึ้นความยาวของยอดและราก การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งยอดและของราก (ตารางที่ 4.4 และ 4.6)

ในด้านการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีกับการรั่วไหลของสารในเมล็ดพันธุ์ เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีความแข็งแรงที่ต่ำและเซลล์เมนเบรนที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อมีการนำเมล็ดไปแช่น้ำอาจเกิดการรั่วไหลของสารภายในเมล็ดเนื่องจากเซลล์เมมเบรนได้รับความหาย การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์สามารถพัฒนาความแข็งแรงของเมล็ด ซ่อมแซมเมมเบรนที่เสียหาย กระตุ้นการทำงานของกิจกรรมเมแทบิลิซึมในระหว่างกระบวนการการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ (Farooq *et al*. 2006) ทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการรั่วไหลที่น้อยลงเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม (ภาพที่ 4.1 และ 4.2) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Mir Mahmoodi *et al*. (2011) ศึกษาผลของ hydropriming ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าในข้าวโพดพบว่านอกจากช่วยปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์แล้วยังลดการรั่วไหลของสารในเมล็ดพันธุ์ แต่ในการทดลองนี้การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี osmohardening 24 และ 48 ชั่วโมง ทั้งสองสายพันธุ์ มีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่าทุกวิธีนั้นอาจเกิดจากในระหว่างการทดลองขั้นตอนของการทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเตรียมความพร้อมนั้นยังไม่มากเพียงพอเลยทำให้มีสารละลาย KNO_3 ติดค้างอยู่บริเวณผิวของเปลือกเมล็ด เมื่อนำไปแช่ deionized water เพื่อหาค่าการนำไฟฟ้าทำให้มีค่าสูงกว่าในทุกวิธี เนื่องจากมีค่าประจุการนำไฟฟ้าของ KNO_3 ปะปนอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสอาจจะเป็นการเพิ่มขึ้นมาจากดัชนีการหายใจของเนื้อเยื่อ หรือดัชนีกิจกรรมการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุล เช่น การสังเคราะห์ โปรตีน DNA RNA บ่งชี้ถึงการทำงานของเมล็ดที่จะเริ่มมีการซ่อมแซมเซลล์ต่างๆที่ได้รับความเสียหาย หลังจากนี้จะมีการสร้างเอนไซม์จำนวนมากเพื่อใช้ในการย่อยสลายอาหารสำรอง เพื่อเตรียมความพร้อมในการงอกของเมล็ด (Osborne. 1983 ; Farooq *et al*. 2010) เมื่อมีการทำงานของเอนไซม์หรือเซลล์ต่างๆเพิ่มขึ้น ความสามารถในการย่อยอารหารสำรองก็เพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ในเมล็ดก็เพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นยิ่งเมล็ดพันธุ์มีระยะเวลาในการเตรียมความพร้อมเมล็ดนานเท่าไหร่ความสมบูรณ์หรือความแข็งแรงในการงอกก็มากขึ้นเท่านั้น แต่ในบางครั้งการแช่เมล็ดพันธุ์หรือการเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่นานเกินไปจะส่งผลที่ไม่ดีต่อเมล็ด ตามรายงานของ Lee and Kim. (1998) ได้ทำการศึกษาผลของการทำ hardening ซึ่งเป็นการทำให้เมล็ดเปียกสลับแห้ง 1-5 รอบ ที่ 24 ชั่วโมง พบว่าการทำ hardening 5 รอบ ที่นั้น ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ได้คล้ายกับเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

1. การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์สามารถปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวไร่ได้ แม้ว่าเมล็ดพันธุ์จะมีการเสื่อมคุณภาพเริ่มต้นต่างกัน ช่วยให้ข้าวทั้งสองสายพันธุ์มีความงอก ความเร็วในการงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่ ทำให้การตั้งตัวและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีขึ้น

2. การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี hardening 48 ชั่วโมง และ hydropriming 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพโดดเด่นที่สุดในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ

3. การเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสในเมล็ดพันธุ์ได้มากกว่าและนานกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเตรียมความพร้อม และเมื่อเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสมีการทำงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการย่อยอาหารสำรองได้มากขึ้น ซึ่งอาหารสำรองส่วนใหญ่เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอนหลายอะตอมเมื่อถูกย่อยก็จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ทำให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ในเมล็ดที่ผ่านการเตรียมความพร้อมสูงขึ้น เซลล์เมมเบรนที่เสียหายจากการเสื่อมสภาพได้รับการซ่อมแซมทำให้ค่าการรั่วไหล (seed leak) ของเมล็ดลดลง ดังนั้นการเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์จึงช่วยในการฟื้นฟูคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2564. **องค์ความรู้เรื่องข้าว.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=001.htm

กองเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว. 2564. **การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (งานควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์)**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://brs.ricethailand.go.th/index.php/2016-04-22-07-52-30

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ดรุณี โชติษฐยางกูร. 2559. **ชีววิทยาและเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ (Seed Biology and Technology).** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

บุญมี ศิริ. 2558. **การปรับปรุงสภาพและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ไพศาล อยู่พงศ์ศัลย์ ทรงยศ ตันพิพัฒน์ และอารมย์ ศรีพิจิตต์. 2556. “ผลของออสโมไพรมมิงและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความงอก ความแข็งแรง การตั้งตัวของต้นกล้าและการรั่วไหลของสารจากเมล็ดพันธุ์กุยช่าย (*Allium tuberosum* Rottl. Ex spreng).” **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 31(1) : 26-33.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ และ จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2533. “งานวิจัยคุณภาพเมล็ดพันธุ์กับการผลิตพืชไร่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.” หน้า 104-131. ใน **รายงานสัมมนาเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 4**. กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่**. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาลัยเกษตรศาสตร์. 2021. **ข้าว**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://dna.kps.ku.ac.th/index.php/article-rice-rsc-rgdu/45-rice.

สุมาลิกาญจน์ ด้วงทอง. 2550. “ผลของการทำไพรมมิงต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เสื่อมคุณภาพ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563**. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 401. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .

Andoh, H. and Kobata, T. 2000. "Does wetting and redrying the seed before sowing improve rice germination and emergence under low soil moisture conditions." **Plant Production Science.** 3 : 161-163.

Association of official seed analysts (AOSA). 1983. **Seed Vigor Testing Handbook Contribution No.32.**

Association of official seed analysts (AOSA). 1990. "Rules for testing seeds." **Journal seed Technology.** 12 : 1-112.

Austin, R.B., Longden, P.C. and Hutchinson, J. 1969. "Some effects of hardening carrot seed." **Ann. Bot.** 33 : 883-895.

Bam R.K., Kumaga, F.K., Ofori, K. and Asiedu, E.A. 2006. "Germination, Vigour and Dehydrogenase Activity of Naturally Aged Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds Soaked in Potassium and Phosphorus Salts." **Asian J Plant Sci**. 5(6) : 948-955.

Basra, S.M.A., Farooq, M. and Khalig, A. 2003. "Comparative study of pre-sowing seed enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.)." **Pak. J. Life. Soc. Sci**. 1 : 21-25.

Basra, S.M.A., Farooq, M., Tabassum, R. and Ahmed, N. 2005. "Physiological and biochemical aspects of seed vigour enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.)." **Seed Sci. and Technol**. 33 : 623–628.

Basu, R.N. and Pal, P. 1979. "Physiological control of seed deterioration in rice." **Indian J. Agric. Sci.** 49 : 1-6.

Bray, C.M. 1995. "Biochemical process during the osmopriming of seeds." pp. 767-789. In Kigel, J. and Galili, G. eds. **Seed Development and Germination.** Marcel Dekker, Inc: New York.

Bewley, J.D. 1997. "Seeds Germination and Dormancy." **The Plant Cell.** 9 : 1055-1066.

Bewley, J.D., Bradford, K.J. H., Hilhorst, W. M. and Nonogaki, H. 2013. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy.** Third Edition. Springer, New York.

Caseiro, R., Bennett, M.A. and Marcos-Filho, J. 2004. "Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality." **Seed Sci. and Technol**. 32(2) : 365-375.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chong, C., Bible, B.B. and Ju, H.Y. 2002. "Germination and Emergence." pp. 57-115. In Pessarakli, M. ed. **Handbook of Plant and Crop Physiology**. Second edition. (ed.). Marcel Deckker, Inc. New York.

Coolbear, P., Francis, A. and Grierson, D. 1984. "The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds." **J. Exp. Bot**. 35 : 1609–1617.

Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 2001. **Seed Sci. and Technol**. 4th edition. Kluwer Academic Publisher. London.

Corbineau, F. and Come, D. 2006. "Priming: a technique for improving seed quality." **Seed Testing International**. 132 : 38-40.

Delouche, J.C. and Baskin, C.C. 1973. "Accelerated aging techniques for predicting the storability of seed lots." **Seed Sci. and Technol**. 1(2) : 427-452.

Dornbos D. L. Jr. 1995. "Seed vigor." pp. 45-80. In Basra, A.S. ed. **Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications.** Food Products Press. New York.

Dubois, M., Giles, K. A., Hamilton, J. J., Roberes, P. A. and Smith, F. 1956. "Colorometric method for determination of sugars and related substances." **Anal. Chem.** 28 : 350–356.

Dunand, R. and Saichuk, J. 2009. "Rice growth and development." pp. 41-53. In **Louisiana rice production handbook.** Baton Rouge, Louisiana.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Afzal, I. and Khaliq, A. 2006. "Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration." **Seed Sci. and Technol**. 34 : 507-512

Farooq, M., Basra, S.M.A. and Hafeez, K. 2006. "Seed invigoration by osmohardening in coarse and fine rice." **Seed Sci. and Technol.** 34 : 181-187.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Hafeez, K. and Tabassum R. 2006. "Nutrient homeostasis, metabolism of reserves, and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice." **Can. J. Bot.** 84 : 1196-1202.

Farooq, M., Wahid, A., Ahmad, N. and Asad, SA. 2010. "Comparative efficacy of surface drying and re-drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events." **Paddy Water Environ**. 8 : 15–22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Finch-Savage, W.E. 1995. “Influence of Seed Quality on Crop Establishment, Growth and Yield.” pp. 361-384. In Basra, A.S. ed. **Seed Quality : Basic Mechanisms and Agricultural Implications.** Food Product Press. New York.

Gray, D. and Steckel, J.R.A. 1977. “Effect of presowing treatment on the germination and establishment of parsnips.” **J. Hort. Sci.** 52 : 525-534.

Haigh, A.M., Barlow, E.W.R. and Milthorpe, F.L. 1986. “Field emergence of tomato, carrot, and onion seeds priming in an aeraed salt solution.” **J. Amer. Soc. Hort. Sci**. 111(5) : 660-665.

Henckel, P.A. 1964. “Physiology of Plants Under Drought.” **Ann. Rev. Plant Physiol**. 15 : 363-386.

Ikeura, H., Kobayashi, F. and Tamaki, M. 2014. “Hydropriming treatment of rice seeds with microbubble water.” **J. Agri. Sci.** 6(6) : 189-194.

ISTA. 1993. “International rules for seed testing.” **Seed Sci. and Technol**. 21 : supplement.

Kar-Ling Tao. 2001. “Seed Conservation.” pp. 36-45. In Saad, M.S. and Ramanatha Rao, V. eds. **Establishment and management of field genebank**. International Plant Genetic Resources Instit. Rome, Italy.

Karssen, C.M., Haigh, A., Van der Toorn, P. and Wages, R. 1989. “Physiology of seed. Physiological mechanisms involved in seed priming.” pp. 267–280. In Taylorson, R.B. **Recent Advances in Development and Germination of Seed.** Plenum. Press. New York.

Ketring, D.L. 1971. “Response of initially high and low germination Spanish-type peanut seeds to three storage environments.” **Agron. J**. 63 : 435-438

Lee, S.S., Kim, J.H., Hong, S.B. and Yun, S.H. 1 9 9 8 . .Effect of humidification and hardening treatment on seed germination of rice.” **Kor. J. Crop Sci.** 43 : 157-160.

Lee, S.S. and Kim, J.H. 2000. “Total sugars, α-amylase activity and germination after priming of normal and aged rice seeds.” **Kor. J. Crop Sci.** 45 : 108-111.

Maclean, J.L., Dawe, D.C., Hardy, B. and Hettel, G.P. 2002. **Rice Almanac: source book for the most important economic activity on earth.** Third Edition. International Rice Research Institute. Metro Manila, Philippines.

Matsushima, K.I. and Sakagami, J.I. 2013. “Effects of seed hydropriming on germination and seedling vigor during emergence of rice under different soil moisture conditions.” **American Journal of Plant Sciences**. 4 : 1584-1593.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

McDonald, M.B. 1999. “Seed deterioration: Physiology, repair and assessment.” **Seed Sci. and Technol.** 27 : 177-237.

McDonald, M.B. 2 0 0 0 . “Seed priming.” pp. 287-325. In Black, M. and Bewley, J.D. eds. **Seed Technology and Biological Basis**. Sheffield Academic Press. Sheffield, England.

Mir-Mahmoodi, T., Ghassemi-Golezani, K., Habibi, D., Paknezhad, F. and Ardekani, MR. 2011 “Effects of priming techniques on seed germination and seedling emergence of maize (*Zea mays* L.).” **J Food Agric Environ**. 9 : 200–202.

Osborne, D.J. 1983. “Biochemical control systems operating in the early hours of germination.” **Indian Journal of Botany**. 61 : 3568-3577.

Pijlen, J.G., Kraak, H.L., Bino, R.J. and Vos, C.H.R. 1995. “Effects of aging and osmopriming on germination characteritics and chromosome aberrations of tomato (*Lycopersiconypll esculentum* Mill.) seeds.” **Seed Sci. and Technol.** 23 : 823-830

Potts, H.C. 1978. “Some influences of hardseedness on soybean seed quality.” **Crop Sci.** 18: 221-224

Ruan, S., Xue, Q. and Tylkowska, L. 2002. “The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil.” **Seed Sci. and Technol.** 30 : 61-67.

Ruttanaruangboworn, A. 2016. “Effect of seed priming with potassium nitrate on germination under unfavorable moisture condition in rice (*Oryza sativa* L.)” Master thesis.

Smith, M.T. and Berjak, P. 1995. “Deteriorative chances associated with loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds.” pp. 701-746. In Kigel, J. and Galili, G. eds. **Seed development and germination**. Marcel Dekker, Inc. New York.

Tekrony, D.M. and Egli, D.B. 1991. “Relationship of seed vigor to crop yield: a review.” **Crop Sci.** 31 : 816-822

Yamauchi, M. and Winn, T. 1996. “Rice seed vigor and seedling establishment in anaerobic sol.” **Crop Sci.** 36 : 680-686

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	75	74	82	81	78
Traditional	92	88	90	92	90.5
hardening 24	94	92	94	92	93
hardening 48	94	92	96	100	95.5
hydropriming 24	98	100	94	96	97
hydropriming 48	96	98	98	92	96
osmohardening 24	96	92	96	94	94.5
0smohardening 48	94	92	92	94	93

ตารางผนวกที่ 2 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	22.17	22.43	24.87	23.90	23.34
traditional	39.67	36.67	38.33	40.00	38.67
hardening 24	38.00	38.00	39.33	41.33	39.17
hardening 48	42.00	39.17	42.17	45.33	42.17
hydropriming 24	41.33	39.00	39.00	39.67	39.75
hydropriming 48	44.00	45.33	44.67	41.00	43.75
osmohardening 24	38.67	36.00	37.00	36.67	37.08
0smohardening 48	41.33	41.33	42.00	40.67	41.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสราไร่ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	3.51	3.41	3.39	3.49	3.45
Traditional	2.41	2.50	2.44	2.39	2.44
hardening 24	2.57	2.52	2.49	2.30	2.47
hardening 48	2.25	2.22	2.27	2.33	2.27
hydropriming 24	2.47	2.66	2.51	2.52	2.54
hydropriming 48	2.02	2.07	2.15	2.28	2.13
osmohardening 24	2.58	2.65	2.69	2.66	2.65
0smohardening 48	2.36	2.30	2.26	2.40	2.33

ตารางผนวกที่ 4 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	2.81	2.72	2.74	2.85	2.78
Traditional	1.86	2.01	1.91	1.83	1.90
hardening 24	2.14	2.05	1.99	1.73	1.98
hardening 48	1.70	1.83	1.76	1.70	1.75
hydropriming 24	1.95	2.25	2.03	2.05	2.07
hydropriming 48	1.67	1.65	1.69	1.75	1.69
osmohardening 24	2.15	2.24	2.28	2.25	2.23
0smohardening 48	1.79	1.73	1.68	1.85	1.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก(GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	47.00	52.00	56.00	48.00	50.75
Traditional	92	88	90	92	90.50
hardening 24	86	82	90	100	89.50
hardening 48	94	92	94	92	93.00
hydropriming 24	98	100	94	96	97.00
hydropriming 48	96	98	98	92	96.00
osmohardening 24	96	92	96	94	94.50
0smohardening 48	94	92	92	94	93.00

ตารางผนวกที่ 6 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	62	54	64	56	59
Traditional	60	68	54	68	62.5
hardening 24	75	70	76	84	76.25
hardening 48	71	79	72	78	75
hydropriming 24	86	78	84	72	80
hydropriming 48	73	86	78	77	78.5
osmohardening 24	76	72	72	82	75.5
0smohardening 48	71	75	73	76	73.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	19.83	17.33	19.50	17.00	18.42
Traditional	22.17	25.67	20.17	25.00	23.25
hardening 24	27.50	24.50	26.17	29.83	27.00
hardening 48	26.17	30.83	26.67	28.83	28.13
hydropriming 24	33.17	29.00	33.83	28.67	31.17
hydropriming 48	28.67	35.17	30.33	29.33	30.88
osmohardening 24	27.67	28.00	27.17	31.67	28.63
0smohardening 48	26.50	28.67	28.00	29.17	28.08

ตารางผนวกที่ 8 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	3.16	3.15	3.34	3.36	3.25
Traditional	2.87	2.82	2.81	2.88	2.85
hardening 24	2.87	2.97	3.05	2.95	2.96
hardening 48	2.87	2.68	2.89	2.87	2.83
hydropriming 24	2.77	2.87	2.62	2.67	2.73
hydropriming 48	2.73	2.60	2.72	2.82	2.72
osmohardening 24	2.89	2.72	2.81	2.76	2.79
0smohardening 48	2.85	2.77	2.77	2.78	2.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50G) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	2.61	2.60	2.77	2.79	2.69
Traditional	2.89	3.31	2.72	2.91	2.96
hardening 24	2.40	2.49	2.56	2.47	2.48
hardening 48	2.39	2.24	2.39	2.39	2.35
hydropriming 24	2.25	2.38	2.11	2.14	2.22
hydropriming 48	2.17	1.98	2.24	2.29	2.17
osmohardening 24	2.42	2.24	2.33	2.25	2.31
0smohardening 48	2.36	2.29	2.28	2.27	2.30

ตารางผนวกที่ 10 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ดอกพะยอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	52.0	46.0	42.0	36.0	44.00
Traditional	50.0	56.0	48.0	56.0	52.50
hardening 24	65.0	60.0	58.0	70.0	63.25
hardening 48	59.0	75.0	56.0	64.0	63.50
hydropriming 24	72.0	62.0	78.0	64.0	69.00
hydropriming 48	61.0	76.0	70.0	61.0	67.00
osmohardening 24	64.0	64.0	62.0	70.0	65.00
0smohardening 48	59.0	65.0	63.0	64.0	62.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	76	80	84	80	80.00
Traditional	88	92	92	88	90.00
hardening 24	92	94	93	90	92.25
hardening 48	95	98	95	95	95.75
hydropriming 24	93	96	94	95	94.50
hydropriming 48	95	93	98	96	95.50
osmohardening 24	92	95	92	92	92.75
0smohardening 48	96	92	89	96	93.25

ตารางผนวกที่ 12 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (EI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	18.80	19.40	20.60	20.13	19.73
Traditional	23.93	23.73	23.67	23.27	23.65
hardening 24	24.23	24.57	25.35	23.47	24.40
hardening 48	26.22	27.00	26.65	26.42	26.57
hydropriming 24	25.03	25.40	25.10	25.20	25.18
hydropriming 48	27.07	26.00	26.77	26.18	26.50
osmohardening 24	24.93	25.07	24.60	24.73	24.83
0smohardening 48	25.73	25.07	24.30	25.87	25.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MET) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	4.16	4.25	4.19	4.10	4.17
Traditional	3.77	3.96	4.00	3.86	3.90
hardening 24	3.89	3.91	3.76	3.93	3.88
hardening 48	3.71	3.71	3.64	3.66	3.68
hydropriming 24	3.80	3.88	3.83	3.86	3.84
hydropriming 48	3.59	3.67	3.76	3.76	3.69
osmohardening 24	3.78	3.86	3.83	3.83	3.82
0smohardening 48	3.83	3.78	3.65	3.92	3.80

ตารางผนวกที่ 14 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	3.65	3.78	3.68	3.60	3.68
Traditional	3.31	3.47	3.50	3.48	3.44
hardening 24	3.52	3.42	3.25	3.45	3.41
hardening 48	3.28	3.29	3.21	3.28	3.26
hydropriming 24	3.29	3.40	3.36	3.39	3.36
hydropriming 48	3.12	3.24	3.28	3.32	3.24
osmohardening 24	3.32	3.40	3.31	3.64	3.42
0smohardening 48	3.33	3.29	3.27	3.33	3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (EE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	52	48	56	56	53.00
Traditional	80	80	72	80	78.00
hardening 24	80	82	85	76	80.75
hardening 48	91	93	93	95	93.00
hydropriming 24	87	84	86	84	85.25
hydropriming 48	93	88	90	88	89.75
osmohardening 24	84	88	84	80	84.00
0smohardening 48	84	80	80	80	81.00

ตารางผนวกที่ 16 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ (SES) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	81	75	80	77	78.25
Traditional	80	89	84	85	84.5
hardening 24	92	90	88	89	89.75
hardening 48	92	98	92	95	94.25
hydropriming 24	92	92	90	95	92.25
hydropriming 48	92	93	96	96	94.25
osmohardening 24	92	91	90	89	90.5
0smohardening 48	92	90	85	96	90.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวต้นกล้า Shoot length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	19.17	16.78	20.90	18.47	18.83
Traditional	17.95	19.07	17.75	20.52	18.82
hardening 24	20.49	21.35	23.82	17.16	20.71
hardening 48	25.90	27.88	21.89	20.93	24.15
hydropriming 24	22.92	20.98	22.18	20.01	21.52
hydropriming 48	25.56	25.14	23.18	23.41	24.32
osmohardening 24	21.28	20.68	22.01	25.93	22.47
0smohardening 48	20.24	25.36	16.75	19.04	20.34

ตารางผนวกที่ 18 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวราก Root length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	7.87	8.49	7.74	7.73	7.96
Traditional	8.89	8.00	8.49	8.67	8.51
hardening 24	8.49	8.29	8.77	8.82	8.59
hardening 48	10.25	11.75	9.84	10.11	10.49
hydropriming 24	8.51	9.35	10.03	7.77	8.92
hydropriming 48	11.49	9.79	9.18	10.02	10.12
osmohardening 24	7.94	10.05	8.31	9.03	8.83
0smohardening 48	8.37	10.71	7.62	9.10	8.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้า SDW (mg/shoot) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	21.00	26.67	20.50	27.89	24.02
Traditional	25.00	28.64	23.33	33.33	27.58
hardening 24	29.13	32.27	38.64	33.18	33.31
hardening 48	39.57	50.00	23.91	16.52	32.50
hydropriming 24	28.26	30.43	42.27	29.57	32.63
hydropriming 48	36.52	36.09	34.17	38.33	36.28
osmohardening 24	22.61	43.64	20.45	30.91	29.40
0smohardening 48	25.65	32.73	32.86	19.17	27.60

ตารางผนวกที่ 20 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งราก RDW (mg/root) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	7.50	5.000	5.50	8.42	6.61
Traditional	8.00	6.364	7.62	9.52	7.88
hardening 24	5.65	5.909	10.46	5.00	6.75
hardening 48	9.13	22.083	8.69	7.83	11.93
hydropriming 24	6.52	5.217	9.09	5.22	6.51
hydropriming 48	12.61	8.696	8.33	8.75	9.60
osmohardening 24	6.09	11.36	9.09	7.27	8.45
0smohardening 48	5.22	11.36	5.71	4.17	6.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 21 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความงอก (E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	64	68	60	64	64
traditional	76	74	76	76	75.5
hardening 24	74	79	72	75	75
hardening 48	78	75	80	79	78
hydropriming 24	84	82	84	86	84
hydropriming 48	89	88	88	86	87.75
osmohardening 24	76	76	80	84	79
0smohardening 48	81	84	82	84	82.75

ตารางผนวกที่ 22 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อดัชนีการงอก (EI) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	13.13	14.07	11.67	12.60	12.87
traditional	15.67	15.33	15.93	15.73	15.67
hardening 24	16.47	17.07	15.60	16.60	16.43
hardening 48	17.13	15.67	17.07	17.60	16.87
hydropriming 24	17.80	19.33	18.80	18.60	18.63
hydropriming 48	19.73	19.8	19.93	19.33	19.70
osmohardening 24	17.00	16.80	17.87	18.93	17.65
0smohardening 48	17.60	17.93	19.20	18.80	18.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 23 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MET) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	5.00	4.94	5.27	5.19	5.10
traditional	4.47	4.70	4.89	4.95	4.75
hardening 24	4.32	4.86	4.72	4.75	4.66
hardening 48	4.41	4.53	4.80	4.71	4.61
hydropriming 24	4.38	4.54	4.57	4.51	4.50
hydropriming 48	4.49	4.55	4.50	4.33	4.47
osmohardening 24	4.58	4.63	4.60	4.52	4.58
0smohardening 48	4.61	4.33	5.02	4.57	4.64

ตารางผนวกที่ 24 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อเวลาที่ใช้ในการงอกถึง 50% (T50E) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	4.50	4.44	4.90	4.71	4.64
traditional	4.10	4.25	4.36	4.44	4.29
hardening 24	3.84	4.23	4.14	4.05	4.07
hardening 48	3.89	4.08	4.25	3.99	4.05
hydropriming 24	3.95	3.73	3.88	3.98	3.88
hydropriming 48	3.93	3.85	3.85	3.77	3.85
osmohardening 24	3.86	3.95	3.83	3.88	3.88
0smohardening 48	4.02	3.95	4.03	3.88	3.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 25 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อพลังงานในการงอก (EE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอมในสภาพไร่

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	20	20	12	12	16.00
traditional	36	32	28	24	30.00
hardening 24	44	32	32	36	36.00
hardening 48	44	36	32	40	38.00
hydropriming 24	44	56	48	44	48.00
hydropriming 48	48	52	52	56	52.00
osmohardening 24	44	40	48	48	45.00
0smohardening 48	40	44	40	48	43.00

ตารางผนวกที่ 26 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ (SES) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	60	66	60	63	62.25
traditional	74	74	75	72	73.75
hardening 24	74	78	72	75	74.75
hardening 48	78	74	77	75	76
hydropriming 24	81	80	84	85	82.5
hydropriming 48	89	86	88	86	87.25
osmohardening 24	76	74	80	84	78.5
0smohardening 48	81	83	82	83	82.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 27 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวต้นกล้า Shoot length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	20.30	20.40	19.69	19.88	20.07
traditional	21.91	20.14	20.73	23.13	21.48
hardening 24	22.79	23.82	24.25	21.59	23.11
hardening 48	20.42	22.05	21.99	27.45	22.98
hydropriming 24	28.68	23.95	24.20	23.33	25.04
hydropriming 48	35.19	29.80	31.20	30.24	31.61
osmohardening 24	27.02	26.96	20.50	23.53	24.50
0smohardening 48	29.35	28.96	26.29	25.99	27.65

ตารางผนวกที่ 28 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อความยาวราก Root length (cm)ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	9.09	8.72	7.84	8.09	8.44
traditional	8.16	8.40	8.11	8.42	8.27
hardening 24	7.73	8.43	9.80	10.93	9.22
hardening 48	9.91	9.32	9.59	10.04	9.71
hydropriming 24	10.02	11.97	9.33	10.42	10.43
hydropriming 48	12.89	13.97	11.15	12.41	12.60
osmohardening 24	8.57	11.88	9.02	8.46	9.48
0smohardening 48	12.32	9.18	9.78	10.44	10.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 29 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้า SDW (mg/shoot) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	24.67	16.36	15.33	16.51	18.22
traditional	15.68	16.76	14.40	21.11	16.99
hardening 24	27.57	16.41	23.89	35.73	25.90
hardening 48	43.59	42.70	38.96	45.87	42.78
hydropriming 24	33.09	41.00	35.71	32.47	35.57
hydropriming 48	36.40	41.40	41.36	39.53	39.67
osmohardening 24	28.42	30.81	38.00	26.67	30.97
0smohardening 48	34.07	30.84	24.39	32.77	30.52

ตารางผนวกที่ 30 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อน้ำหนักแห้งราก RDW (mg/root) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	6.667	7.273	7.333	9.524	7.70
Traditional	7.568	8.649	7.467	10.000	8.42
hardening 24	12.432	8.205	11.667	18.133	12.61
hardening 48	18.462	17.297	15.065	19.733	17.64
hydropriming 24	15.802	19.500	15.238	14.118	16.16
hydropriming 48	17.978	20.000	20.455	18.140	19.14
osmohardening 24	13.158	14.054	17.000	12.857	14.27
0smohardening 48	16.790	14.940	12.683	15.422	14.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 31 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อค่าการรั่วไหล (EC) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	29.66	23.87	26.02	26.72	26.57
traditional	10.96	10.25	10.92	10.70	10.71
hardening 24	9.15	8.52	9.04	10.42	9.28
hardening 48	7.23	7.52	7.27	6.05	7.02
hydropriming 24	8.67	8.91	9.83	10.42	9.45
hydropriming 48	7.93	6.75	7.97	6.92	7.39
osmohardening 24	26.10	25.79	27.65	28.97	27.12
0smohardening 48	37.40	37.50	36.50	40.35	37.93

ตารางผนวกที่ 32 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ dehydrogenase activity ของเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์นุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
Control	0.822	0.759	0.819	0.709	0.78
Traditional	1.12	0.83	0.846	1.241	1.01
hardening 24	0.864	1.085	0.849	1.116	0.98
hardening 48	1.093	1.339	1.118	1.289	1.21
hydropriming 24	0.903	0.936	1.004	0.995	0.96
hydropriming 48	0.972	1.016	1.019	1.026	1.01
osmohardening 24	0.885	0.807	0.876	0.886	0.86
0smohardening 48	0.942	0.844	0.802	0.827	0.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 33 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อปริมาณน้ำตาลในเมล็ด (total sugar) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวนุสรา

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	11.648	11.351	9.456	10.780	10.81
traditional	15.302	14.457	14.708	13.954	14.61
hardening 24	17.699	16.489	17.311	19.275	17.69
hardening 48	30.510	37.223	36.036	35.396	34.7
hydropriming 24	28.911	29.596	29.026	26.811	28.59
hydropriming 48	36.607	32.839	38.411	33.478	35.33
osmohardening 24	18.156	13.932	16.649	20.029	17.19
0smohardening 48	27.770	27.427	26.970	30.144	28.08

ตารางผนวกที่ 34 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อค่าการรั่วไหล (EC) ของเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	20.65	22.05	20.33	22.20	21.31
traditional	10.51	9.59	10.83	10.73	10.42
hardening 24	8.49	10.16	10.59	9.69	9.73
hardening 48	8.63	10.65	8.20	9.43	9.23
hydropriming 24	9.50	9.51	10.68	9.75	9.86
hydropriming 48	9.13	9.27	8.46	8.77	8.91
osmohardening 24	33.57	34.55	34.29	34.29	34.17
0smohardening 48	36.15	33.97	34.16	33.22	34.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 35 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อ dehydrogenase activity ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	0.693	0.525	0.627	0.620	0.616
traditional	0.956	0.907	0.846	0.933	0.911
hardening 24	0.929	0.976	0.830	0.815	0.888
hardening 48	0.917	1.189	0.933	0.996	1.009
hydropriming 24	0.905	0.917	1.095	0.966	0.971
hydropriming 48	1.169	1.056	1.183	1.397	1.201
osmohardening 24	1.211	1.165	0.962	1.122	1.115
0smohardening 48	1.014	1.165	1.001	0.992	1.043

ตารางผนวกที่ 36 ผลของการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกต่อปริมาณน้ำตาลในเมล็ด (total sugar) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวดอกพะยอม

ทรีตเมนต์	ซ้ำ				เฉลี่ย
	R1	R2	R3	R4	
control	16.238	14.639	14.388	17.951	15.804
traditional	18.544	19.892	18.499	19.321	19.064
hardening 24	22.860	17.882	24.093	20.006	21.210
hardening 48	22.198	30.670	29.459	21.513	25.960
hydropriming 24	23.568	22.951	29.756	23.933	25.052
hydropriming 48	28.774	29.756	37.452	35.374	32.839
osmohardening 24	25.829	25.646	26.674	27.267	26.354
0smohardening 48	28.318	25.988	24.664	26.080	26.262

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–นามสกุล	นางสาวสุนันทรา บรรจบพุดซา
วัน เดือน ปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535
ที่อยู่	118 ถนนศิริเกษม แขวงบางไผ่ เขตบางแค จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10160
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น-ปลาย โรเรียนราชวินิตบางแคปานขำ
	ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้