รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่

Enhancement seed quality of the upland rice

ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส

รศ.ดร.อารมณ์ ศรีพิจิตต์

ดร.ศิริพร ศรีภิญโญวณิชย์

นายธนสิน ทับทิมโต

นางสาวนัฐวรรณ บุษบา

ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่

Enhancement seed quality of the upland rice

ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส

รศ.ดร.อารมณ์ ศรีพิจิตต์

ดร.ศิริพร ศรีภิญโญวณิชย์

นายธนสิน ทับทิมโต

นางสาวนัฐวรรณ บุษบา

RCH
ส647ก
2558

ตรหมู่.....
เลขทะเบียน 147851
วัน.เดือน.ปี 15 ก.ค. 2560

.b 12862678
.i.....

ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่
แหล่งเงิน เงินรายได้ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร
ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 281,200.0 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557- วันที่ 30 กันยายน 2558
หัวหน้าโครงการวิจัย ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ร่วมโครงการวิจัย 1. รศ.ดร.อารมณ์ ศรีพิจิตต์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. นางสาวศิริพร ศรีภิญโญวณิชย์ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ
3. นายธนสิน ทับทิมโต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. นางสาวนัฐวรรณ บุษบา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. นางสาววรัญญา ด่านทวีศิลป์ ศูนย์วิจัยข้าวอยุธยา กรมการข้าว

บทคัดย่อ

ทำการทดลองเพื่อประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยการกระตุ้นการงอก (priming) ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 4 พันธุ์ ที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ระหว่าง ต.ค. 2557-ก.ย. 2558 โดย 2 การทดลองแรกศึกษาผลการกระตุ้นการงอกต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนกแยกกัน โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ใช้เมล็ดพันธุ์ 50 เมล็ด/หน่วยทดลอง โดยการกระตุ้นเมล็ดพันธุ์ 10 วิธีเป็นสิ่งทดลองดังนี้ 1-4) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำพร้อมให้ก๊าซออกซิเจนที่ 18°ซ (hydropriming) เป็นเวลา 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง 5-8) แช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายโปแตสเซียมไนเตรด (KNO_3) เข้มข้น 1.0% (osmopriming) เป็นเวลา 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง 9) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง (วิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ; traditional soaking) และ 10) เมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการกระตุ้นการงอก (non-priming) ผลการทดลองพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนกที่บรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลาประมาณ 1 ปี มีความงอก 73.0 และ 59.0% ตามลำดับ มีค่าการรั่วไหลของสารประกอบในเมล็ด 22.23 และ 30.47 ไมโครซีเมน/cm/น้ำหนักเมล็ด 1 กรัม ตามลำดับ การกระตุ้นการงอกทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่มีเปอร์เซ็นต์การงอกแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ทั้ง 2 พันธุ์ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าวิธี osmopriming 24 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์สามเดือนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 86.0% แต่ไม่แตกต่างจาก hydropriming 24 48 72 96 ชั่วโมง และวิธีที่เกษตรกรใช้ที่มีความงอก 83.0 80.5 81.5 77.0 และ 75.5% ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เล็บนกพบว่า hydropriming 72 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด 75.0% และแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นๆ ($p \leq 0.01$) โดย osmopriming 24 48 72 96 ชั่วโมง และวิธีที่เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์เล็บนกมีความงอก 59.0 45.5 58.5 53.5 และ 56.5% ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า osmopriming 24 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความงอกของเมล็ดข้าวไร่พันธุ์สามเดือนได้อย่างมีนัยสำคัญ และ hydropriming 72 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกได้อย่างมีนัยสำคัญ อีก 2 การทดลองศึกษาผลการกระตุ้นการงอกต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมและนุสรา โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ใช้เมล็ดพันธุ์ 50 เมล็ด/หน่วยทดลอง โดยการกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ 8 วิธีเป็นสิ่งทดลองดังนี้ 1-2) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำพร้อมให้ก๊าซออกซิเจนที่ 18°ซ (hydropriming) เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง 3-4) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำพร้อมให้ก๊าซออกซิเจนที่ 18°ซ เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงแล้วนำเมล็ดผึ่งลมให้แห้งแล้วนำไปแช่ในน้ำทำ 2 รอบ (hardening) 5-6) แช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายโปแตสเซียมไนเตรด (KNO_3) เข้มข้น 1.0% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดผึ่งลมให้แห้งแล้วนำไปแช่ในสารละลายโปแตสเซียมไนเตรดและผึ่งลมให้แห้งทำ 2 รอบ (osmohardening) 7) วิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ 8) เมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการกระตุ้นการงอกเป็นสิ่งทดลองเปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพยอมที่บรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลาประมาณ 1 ปี มีความงอก 73.75 และ 59.0% ตามลำดับ มีค่าการรั่วไหลของสารประกอบในเมล็ด 31.20 และ 25.88 ไมโครซีเมน/ซม/น้ำหนักเมล็ด 1 กรัม ตามลำดับ การกระตุ้นการงอกทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพยอมมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นการงอก นอกจากนี้พบว่า การกระตุ้นการงอกด้วยวิธี traditional soaking, hydropriming และ hardening จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีการรั่วไหลของสารประกอบภายในเมล็ดลดลง ส่วนการทำ osmohardening พบว่าทำให้เกิดการรั่วไหลของสารประกอบภายในเมล็ดมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นการงอก

คำสำคัญ: ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำ การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำแล้วทำให้เมล็ดแห้ง การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลาย การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลายแล้วทำให้เมล็ดแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Enhancement seed qualities of the upland rice

Researcher: Assist Prof, Dr. Teerawat Sarutayophat, Faculty of Agricultural Technology, Department of Plant Production Technology, King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok.

1. Assoc. Prof. Dr. Arom Sripichitt, Faculty of Agricultural Technology, Department of Plant Production Technology, King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok.

2. Dr. Siriporn Sripinyowanich, Faculty of Arts and Science, Department of Agricultural Technology, Sisaket Rajabhat University, Sisaket.

3. Mr. Thanasin Thabthimtho, Faculty of Agricultural Technology, Department of Plant Production Technology, King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok.

4. Miss Nattawan Bussaba, Faculty of Agricultural Technology, Department of Plant Production Technology, King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok.

5. Miss Warunya Dantaweesin, Pra Nakon Sri Ayutthaya Rice Research Center, Bureau of Rice Research and Development, Rice Department.

ABSTRACT

Total 4 experiments were conducted to evaluate seed qualities, and to study the effect of seed priming on seed qualities of 4 upland rice varieties at the Laboratory of Seed Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, during Oct, 2014-Sep, 2015. First 2 experiments were separately conducted for Samdeun and Lebnok. The Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications, and 50 seeds were used for experimental unit. Treatments were 10 seed-primings as follow: 1-4) soaking in water with oxygen pumping (hydropriming) at 18°C for 24, 48, 72, 96-hr, 5-8) soaking in 1.0% KNO_3 with oxygen pumping (osmopriming) at 18°C for 24, 48, 72, 96-hr, and 9) soaking in water for 24 hr at room temperature (traditional soaking/farmer practice), and 10) a non-priming. The germination percentage of the 1-year storage seeds in polyethylene bag, kept in refrigerator of Samdeun and Labnok were 73.0 and 59.0% respectively, and the leakage electrical conductivity were 22.23 and 30.47 µS/cm/1.0 g seed, respectively. The effected of priming on germination percentage were highly significant ($p \leq 0.01$) in both Samdeun and Lebnok. In Samdeun, the 24-hr osmoprimed had highest germination percentage of 86.0% that non-significantly different to 24, 48, 72, and 96-hr hydropriming and traditional soaking which germination percentage were 83.0, 80.5, 81.5, 77.0 and 75.5%, respectively. For Lebnok, 72-hr hydroprimed had highest germination percentage of 75.0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

that significantly different to other seed treatments, as the 24, 48, 72 and 96-hr osmopriming, and traditional soaking had germination percentage of 59.0, 45.5, 58.5, 53.5 and 56.5%, respectively. The result suggested that 24-hr osmopriming and 72-hr hydropriming would significantly increase seeds germination percentage of Samdeun, and Lebnok, respectively. Last 2 experiments were separately conducted for Dawk Pa-yawm and Nut-sara, the CRD with 4 replications, and 50 seeds were used for experimental unit. Treatments were 8 seed-primings as follow: 1-2) hydropriming at 18°C for 24, 48-hr, 3-4) hardening at 18°C for 24, 48-hr, 5-6) osmohardening at 18°C for 24, 48-hr, 7) traditional soaking, and 8) a non-priming as control treatment. Result showed a non-primed of Nut-sara and Dawk Pa-yawm seeds had germination of 73.75 and 59.0%, respectively. All priming methods; traditional soaking, hydropriming, hardening, and osmohardening increased significant germination percentage of both Nut-sara and Dawk Pa-yawm seeds. Futher results founded that traditional soaking, hydropriming, and hardening decreased the leakage compounds substance in the primed seeds. While, osmohardening increased the leakage compaired to a non-primed seed.

Keywords: seed germination and vigor, hydropriming, hardening, osmopriming, and osmohardening

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยโครงการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายหน่ายงาน คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาข้อเสนอโครงการวิจัยของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัยด้วยเงินรายได้ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีงบประมาณเงินรายได้ปี พ.ศ. 2558 รวมถึงการอนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ และครุภัณฑ์ที่มีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานวิจัยหลายรายการ

ขอขอบคุณ คุณณัฐิกานต์ โชติชัย คุณพรพิมล สว่างศรี และคุณสุนันทา บรรณจบพุดซา ที่ช่วยในการเก็บบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง และช่วยพิมพ์รายงานวิจัยฉบับนี้

ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส
รศ.ดร.อารมณ์ ศรีพิจิตต์
ดร.ศิริพร ศรีภิญโญวณิชย์
นายธนสิน ทับทิมโต
นางสาวนัฐวรรณ บุษบา
นางสาววรัญญา ด่านทวีศิลป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ.	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 สมมติฐานงานวิจัย	3
1.6 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	4
1.7 คำสำคัญของการวิจัย	4
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การงอกและปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์	6
2.2 ปรากฏการณ์ในระหว่างการงอก	8
2.3 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์	9
2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์	10
2.5 การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์	11
2.6 กลไกการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์	11
2.7 เทคโนโลยีการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์	12
2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำไพรมมิง	13
2.9 ไพรมมิงกับการซ่อมแซม	15
2.10 พันธุ์ข้าว	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 18

3.2 การวางแผนการทดลอง 18

3.3 วิธีการทดลอง 20

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 23

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 24

4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก (germination percentage) 24

4.2 ดัชนีความงอก (germination index) 24

4.3 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT) 26

4.4 พลังงานในการงอก (germination energy) 27

4.5 เวลาที่ใช้ในการงอก 50% (time to 50% germination) 28

4.6 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์ (electricity conductivity; EC) 30

4.7 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม 31

4.8 พลังงานในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม 32

4.9 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์นุสราและดอกพะยอม 33

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 35

5.1 สรุปผลการศึกษา 35

5.2 ข้อเสนอแนะ 35

เอกสารอ้างอิง.... 36

ภาคผนวก 40

ภาพภาคผนวกที่ 1 ชั่งน้ำหนักเมล็ดก่อน – หลังการวัดค่าการรั่วไหล (EC) และการตรวจวัดค่าการรั่วไหล 41

ภาพภาคผนวกที่ 2 การวัดขนาดเมล็ดพันธุ์ข้าว (กว้าง-ยาว-หนา) ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ 41

ภาพภาคผนวกที่ 3 Clorox และการแช่เมล็ดพันธุ์เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ก่อนทดสอบความงอก 42

ภาพภาคผนวกที่ 4 อุปกรณ์และการเพาะเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวไร่เพื่อทดสอบความงอก 43

ภาพภาคผนวกที่ 5 ลักษณะการวางเรียงเมล็ดพันธุ์ข้าวบนกระดาษเพาะเพื่อทดสอบความงอก 43

ภาพภาคผนวกที่ 6 เมล็ดพันธุ์ที่บ่มเพาะในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส 43

ภาพภาคผนวกที่ 7 การทำ hydropriming และ osmopriming ที่ 18 องศาเซลเซียส 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก	25
4.2 ดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก	26
4.3 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่สามเดือนและเล็บนก	27
4.4 พลังงานที่ใช้ในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก	28
4.5 เวลาที่ใช้ในการงอก 50% (T_{50}) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก	29
4.6 ค่าความรั่วไหล (EC) ของสารประกอบในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก	31
4.7 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม	32
4.8 พลังงานในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม	33
4.9 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ปริมาณและระยะเวลาการดูดน้ำในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยประชากรโลกประมาณร้อยละ 60 บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก (staple food) โดยเฉพาะประชากรที่อาศัยในเขตร้อน-กึ่งร้อนในทวีปเอเชีย นอกจากนี้ข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของประเทศไทย เกษตรกรทุกภาคของประเทศไทยปลูกข้าวเพื่อการบริโภคภายในประเทศและอีกประมาณ 50% ส่งออกไปขายต่างประเทศ โดยในปีเพาะปลูก 2559/60 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีจำนวน 58.6 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 429 กก./ไร่ ขณะที่ปีเพาะปลูก 2556/57 มีพื้นที่ปลูกข้าวจำนวน 61.8 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 439 กก./ไร่ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในปีเพาะปลูก 2558/59 มีจำนวน 6.3 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 623 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ขณะที่ปริมาณการค้าข้าว พบว่าในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยส่งข้าวออกไปขายในตลาดต่างประเทศปริมาณ 9.7 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 155,912.0 ล้านบาท อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศผู้ปลูกข้าวรายสำคัญอื่นๆ พบว่าประเทศไทยปลูกข้าวได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่น้อยที่สุดคือ ในปีเพาะปลูก 2559/60 ประเทศไทยปลูกข้าวได้ผลผลิตเฉลี่ย 429 กก./ไร่ ขณะที่ประเทศเวียดนามซึ่งเป็นประเทศคู่แข่งสำคัญในตลาดการค้า-ขายในตลาดโลกได้ผลผลิตข้าวเปลือกเฉลี่ย 852 กิโลกรัม/ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) หรือได้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าประเทศไทยเฉลี่ย 98.6% ด้วยเหตุนี้หากประเทศไทยต้องการรักษาระดับความเป็นผู้นำในการส่งข้าวออกไปขายในตลาดโลกจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้นโดยการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ทั้งนี้พื้นที่ปลูกข้าวในประเทศไทยมีประมาณ 65.5 ล้านไร่ ในจำนวนนี้เป็นพื้นที่นาที่มีระบบชลประทานเพียง 15.5 ล้านไร่ และในจำนวนพื้นที่ 65.5 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาสวน (lowland rice) และนาเมืองหรือนาน้ำลึก (deep-water rice) รวมกันมากถึง 64.3 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ปลูกข้าวไร่เพียง 1.2 ล้านไร่/ปี ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด พันธุ์ข้าวไร่ที่กรมการข้าวแนะนำในปัจจุบันมีพียง 10 พันธุ์ เป็นพันธุ์ข้าวไร่ที่ไวต่อช่วงแสงจำนวน 9 พันธุ์ และพันธุ์ข้าวไร่ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงจำนวน 1 พันธุ์ (กรมการข้าว, 2556) ข้าวไร่พันธุ์แนะนำ 10 พันธุ์นี้ให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 210-456 กิโลกรัม/ไร่ โดยพันธุ์ซิวแม่จันให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 456 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนที่เหลืออีก 9 พันธุ์ให้ผลผลิตน้อยกว่า 400 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนผลผลิตข้าวนาสวน-นาชลประทานให้ผลผลิตระหว่าง 640-800 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตามจากสภาวะพายุที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและไม่อาจคาดเดาได้ ทำให้มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวนาสวน-นาชลประทานอย่างมาก ซึ่งอาจจะนำไปสู่การขาดแคลนข้าวที่ใช้บริโภคในกรณีเช่นนี้อาจทดแทนด้วยการพึ่งพาข้าวไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่การปลูกข้าวไร่ส่วนใหญ่อยู่ตามที่สูงของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณพื้นที่ราบที่น้ำไม่ท่วมก็สามารถปลูกข้าวไร่ได้ เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ปลูกข้าวไร่ ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่จึงเป็นสิ่งจำเป็น การใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพน่าที่จะทำให้ผลผลิตของข้าวไร่เพิ่มขึ้นได้อย่างมาก โดยอาจเพิ่มขึ้นสูงถึง 800 กิโลกรัม/ไร่หรือมากกว่า (สถาบันวิจัยข้าว, 2542) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีการผลิตขั้นพื้นฐานที่สำคัญคือการเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ซึ่งอาจพัฒนาได้จากการคัดเลือกพันธุ์ หรือการปรับปรุงพันธุ์

การวิจัยพื้นฐานทางด้านเมล็ดพันธุ์และลักษณะความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของโครงการปรับปรุงพันธุ์พืช ซึ่งจะนำมาใช้ในการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์เพื่อใช้ในการผสมพันธุ์โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ที่มีลักษณะต้นกล้าที่ดีและแข็งแรง ซึ่งจะช่วยให้ต้นกล้าตั้งตัวได้ดี และนำไปสู่การให้ผลผลิตที่ดี อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ (Dornbos, 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ภายใต้สภาพอากาศร้อน ก็จะยิ่งทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้นไปอีก (Mathews and Powell, 1986; Franca Neto *et al*., 1994) นอกจากนี้ประกอบกับความไม่เหมาะสมของสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก เช่นอุณหภูมิดินสูงเกินไป ความชื้นในดินมีมากหรือน้อยเกินไป เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงย่อมทำให้ผลผลิตลดลง (Bradford, 1986) ในกรณีเช่นนี้การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่นการใช้เทคนิคของ priming น่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้

ดังนั้นเพื่อให้การปลูกข้าวไร่ประสบผลสำเร็จสูงสุด นอกจากอาศัยการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ยังต้องใช้เทคนิคในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เข้ามาช่วยอีกด้วย จากการสำรวจรายงานวิจัยในวารสารต่างๆ ปรากฏว่ายังไม่มีรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ โดยเฉพาะในด้านลักษณะทางกายภาพ ความแข็งแรง ความสามารถในการเก็บรักษา และการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์การทำ priming เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราการงอกเพิ่มขึ้นและสม่ำเสมอมากขึ้น ความสำเร็จของการทำ priming ขึ้นอยู่กับระยะการดูดน้ำของเมล็ดซึ่งมีอยู่ 3 ระยะ โดยการดูดน้ำในสองระยะแรกเป็นกระบวนการชักนำให้เกิด metabolism ในระยะที่ 3 เป็นระยะเมล็ดจะงอกราก (Bewley,1997) ออกมาให้เห็น การทำ priming จะจำกัดอยู่เพียงให้เมล็ดดูดน้ำในสองระยะแรกเท่านั้น หลังจากนี้ทำการลดความชื้นเมล็ดทันทีเพื่อนำไปปลูกหรือเก็บรักษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่จำนวน 4 พันธุ์ คือพันธุ์สามเดือน เล็บนก นุสราและดอกพยอมโดยวิธีการตรวจสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 4 พันธุ์ คือพันธุ์สามเดือน เล็บนก นุสราและดอกพะยอม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่ส่วนราชการแนะนำหรือพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรนิยมปลูกรวม 4 พันธุ์ โดยตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ความงอก (Germination) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor) เช่น ดัชนีในการงอก (Germination index) ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (Mean germination time) ระยะเวลาที่งอกได้ 50% (Time to 50% germination) และสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอในการงอก (Coefficient of uniformity of germination)

1.3.2 ศึกษาเทคนิคและวิธีการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ เช่น การทำ hydropriming, osmopriming, hardening, osmohardening เปรียบเทียบกับวิธีที่เกษตรกรใช้ (Traditional soaking) และเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพ

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.4.1 การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(CRD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ใช้ตัวอย่าง 50 เมล็ด/หน่วยทดลอง ลักษณะคุณภาพเมล็ดที่ทำการตรวจสอบ เช่น ความงอก (Germination) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor) ดัชนีในการงอก (Germination index) ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (Mean germination time) ระยะเวลาที่งอกได้ 50% (Time to 50% germination) และสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอในการงอก (Coefficient of uniformity of germination) และ ทดสอบการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ เช่นทดสอบการนำไฟฟ้า (Conductivity Test)

1.4.2 ศึกษาเทคนิคและวิธีการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ เช่น การทำ hydropriming, osmopriming, hardening, osmohardening เปรียบเทียบกับวิธีที่เกษตรกรใช้ (Traditional soaking) และเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ใช้ตัวอย่าง 50 เมล็ด/หน่วยทดลอง

1.5 สมมติฐาน

1.5.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่เก็บรักษาไว้เพื่อรอการปลูกในฤดูฝนของปีถัดไปย่อมมีการเสื่อมคุณภาพเป็นธรรมดา แต่สามารถปรับปรุงเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีขึ้นได้

1.5.2 การเสื่อมคุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ของข้าวไร่แต่ละพันธุ์ไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3 เทคนิคและวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสมของแต่ละพันธุ์ไม่เหมือนกัน

1.6 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

ข้าวไร่เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของประชาชนโดยเฉพาะประชาชนที่อาศัยในเขตชนบท ที่อยู่อาศัยในบริเวณที่ราบสูงหรือที่ลาดชัน ซึ่งไม่สามารถกักเก็บน้ำฝนไว้ในพื้นที่ของตัวเองได้ทำให้ข้าวไร่ในแปลงปลูก ที่เกษตรกรปลูกสำหรับการบริโภคในครัวเรือน มักประสบภาวะขาดน้ำหรือกระทบแล้ง เนื่องจากฝนทิ้งช่วงและให้ผลผลิตต่ำ นอกจากปัญหาฝนทิ้งช่วงแล้ว คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกก็เป็นอีกปัญหาที่มีความสำคัญ มีผลกระทบต่อความงอก และผลผลิต เนื่องจากข้าวไร่เป็นพืชที่ปลูกเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น ทำให้เกษตรกรต้องเก็บเมล็ดข้าวเปลือกไว้ทำพันธุ์ปลูกในฤดูฝนของปีถัดไป ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานย่อมมีการเสื่อมคุณภาพไปตามกาลเวลา ดังนั้นควรค้นหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง ซึ่งอาจส่งผลให้ได้รับผลผลิตสูงขึ้นจากการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาแล้ว

1.7 คำสำคัญของการวิจัย

คำสำคัญในโครงการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ประกอบด้วยคำว่า ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed germination and vigor) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำ (hydropriming) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำแล้วทำให้เมล็ดแห้ง (hardening) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลาย (osmopriming) และการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลายแล้วทำให้เมล็ดแห้ง (osmohardening)

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อการดำเนินงานวิจัยเสร็จสิ้นลง หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะได้ประโยชน์ดังนี้

1.8.1 รายงานผลการวิจัยลงพิมพ์ในวารสารวิชาการฉบับปกติ ที่อยู่ในฐานข้อมูล SCOPUS อย่างน้อย 1 เรื่อง

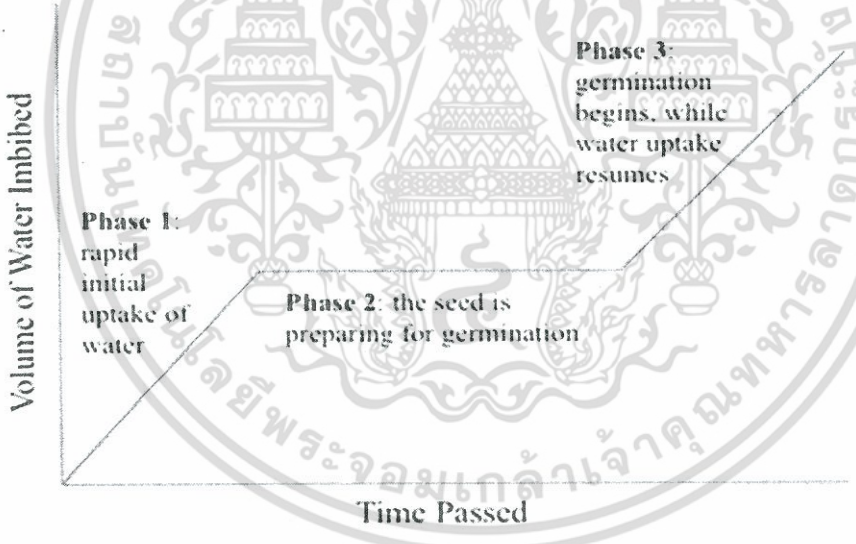
1.8.2 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ 1 เล่มซึ่งนักศึกษา นักวิชาการ และผู้สนใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีความพยายามในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพไปแล้วให้มีคุณภาพดีขึ้น หลากหลายวิธี เช่น การทำให้เมล็ดมีความชื้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก่อนการเพาะเมล็ด (prehydration) และการให้เมล็ดดูดน้ำเพื่อกระตุ้นการงอก (seed priming) วิธีการที่มีรายงานว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดให้ดีขึ้นได้คือ การให้เมล็ดดูดน้ำเพื่อกระตุ้นการงอกหรือการทำไพรมมิง (priming) ซึ่งเป็นการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์โดยการเพิ่มความชื้นในเมล็ดในปริมาณและระยะเวลาที่เหมาะสม หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ไปทำให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นก่อนนำไปปลูกหรือเก็บรักษาต่อไป ซึ่งกระบวนการทำงานของไพรมมิงเป็นการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีแต่ขบวนการที่เกี่ยวกับการงอกของเมล็ดพันธุ์เหล่านี้ยังพัฒนาไม่ถึงระยะที่ทำให้รากงอก (ไพศาล เหล่าสุวรรณและคณะ, 2556)



ภาพที่ 1.1 ปริมาณและระยะเวลาการดูดน้ำในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์

ปกติเมื่อนำเมล็ดพืชไปแช่ในน้ำหรือแช่ในสารละลาย เมล็ดพันธุ์พืชจะมีการดูดน้ำเข้าไปในเมล็ด ซึ่งการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พืชที่มีชีวิตเพื่อการงอกจะประกอบด้วย 3 ระยะ (phase) ตามภาพที่ 1.1 ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีชีวิตจะมีการดูดน้ำเฉพาะในช่วง 2 ระยะแรกเท่านั้น (phase 1-phase 2) ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตจะใช้เวลาดูดน้ำครบทั้ง 3 ระยะ (phase 1-phase 3) เนื่องจากการดูดน้ำใน phase 3 เป็นการดูดน้ำเพื่อการงอกหรือเพื่อให้เนื้อเยื่อส่วนที่จะพัฒนาเป็นราก (radicle) โผล่ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด น้ำที่ดูดเข้าไปในระยะนี้ถูกดูดโดยรากที่โผล่ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ดแล้ว น้ำที่รากดูดเข้าไปในเมล็ดในช่วงเวลานี้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้า การทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์พืช คือการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์โดยให้เมล็ดพันธุ์ดูดน้ำเพียงสองระยะแรกเท่านั้น เพราะการดูดน้ำในระยะที่สามเป็นการดูดน้ำเพื่อให้ราก (radicle) ของเมล็ดพันธุ์งอกผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาแล้ว ในการทำไพรมมิงจะยืดระยะเวลาในการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระยะที่สองให้นานออกไป เพื่อให้ปฏิกริยาชีวเคมีภายในเซลล์ (metabolism) ที่สำคัญหรือจำเป็นต่อการเตรียมการงอกของเมล็ดเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ วิธีดังกล่าวนี้มีรายงานว่าช่วยให้เมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดมีคุณภาพสูงขึ้นจากการเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ได้รับการกระตุ้นให้มีความพร้อมที่จะงอกได้ทันทีเมื่อปลูกและความเสียหายในระดับเซลล์ได้รับการซ่อมแซม (Mc Donald, 2000) การทำไพรมมิงมีวิธีการที่หลากหลาย มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้รายงานไว้ว่าการทำไพรมมิงด้วยวิธีต่างๆ เช่น hardening (Lee and Kim, 1998) osmohardening (Farooq *et al.*, 2006) และ hydropriming ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น งอกได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพกลับมามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตพืชต้นใหม่ให้ได้ต้นพืชที่มีคุณภาพดี มีความแข็งแรง พร้อมสำหรับการเจริญเติบโตและมีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตที่ดี

การทำ priming มีหลายวิธี เช่น 1) osmopriming, 2) osmohardening (ใช้สารละลาย KNO_3 ที่มีแรงดัน -1MPa, 3) hydropriming, 4) sold matrix priming ฯลฯ วิธีที่ใช้กันมากคือ osmopriming รองลงมาคือ hydropriming (Mc Donald, 2000) นักวิทยาศาสตร์หลายท่านประสบความสำเร็จในการทำ priming กับเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ (Liptay and zariffa, 1993) ทานตะวัน (Chojnowski *et al.*, 1997) หัวหอม (ali *et al.*, 1990) นอกจากนี้ priming ยังทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพกลับมามีคุณภาพ มีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการทำ priming (Bradford *et al.*, 1990; Tilden and West, 1995) Farooq *et al.* (2006) พบว่าการทำ osmopriming ด้วย $CaCl_2$ และ KCl กับเมล็ดพันธุ์ข้าวช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีเปอร์เซ็นความงอกเพิ่มขึ้น

2.1 การงอกและปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์

การงอกของเมล็ดหมายถึง ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเมล็ดโดยเริ่มต้นเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปและสิ้นสุดเมื่อมีรากโผล่ออกมาให้เห็นในระหว่างการงอกปรากฏที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดได้แก่ การดูดน้ำของโปรตีน การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต่างๆ ภายในเซลล์ การหายใจ การสังเคราะห์โมเลกุลใหญ่และการยืดตัวของเซลล์ เหตุการณ์เหล่านี้มีผลร่วมกัน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพจากคัพภะแห้งที่อยู่ในภาวะเงียบไปสู่คัพภะที่มีเมแทโบลิซึมสูงจนปรากฏมีการเจริญเติบโตของรากโผล่ออกมาให้เห็นส่วนปรากฏการณ์ที่ต่อเนื่องกันไปหลังจากนี้เป็นการเจริญเติบโตของต้นกล้า (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529) ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้แก่

1. น้ำเป็นปัจจัยแรกที่เมล็ดพันธุ์ต้องการใช้สำหรับการงอก น้ำที่ดูดซึมเข้าไปจะไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ (enzyme) ทำให้อาหารสำรองถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลง และเคลื่อนย้ายไปยังอวัยวะต่างๆที่ต้องการใช้ในการเจริญเติบโต เป็นต้น กล้าโดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ในสภาพแห้งจะมีความชื้น 6-14 เปอร์เซ็นต์ แต่การที่เมล็ดจะงอกได้นั้น เมล็ดต้องมีความชื้นสูงประมาณ 30-60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529)

2. อากาศ เมล็ดพันธุ์พืชส่วนมากงอกในสภาพอากาศซึ่งโดยปกติประกอบด้วยออกซิเจน (O_2) 20% และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.03% ในกรณีที่สัดส่วนของอากาศดังกล่าวเปลี่ยนไป เช่น มีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นแต่ออกซิเจนลดลงจะทำให้การงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง ในระหว่างการงอกของเมล็ดพันธุ์มีการหายใจสูงมาก เนื่องจากการหายใจเป็นกระบวนการที่ใช้ออกซิเจน ฉะนั้นถ้าปริมาณออกซิเจนในอากาศต่ำกว่าปกติจะทำให้การงอกของเมล็ดพันธุ์พืชส่วนใหญ่ลดลง แต่มีข้อยกเว้นสำหรับพืชบางชนิด เช่น ข้าว (*Oryza sativa*) และพืชน้ำ (aquatic plant) สามารถงอกได้เมื่ออยู่ใต้น้ำซึ่งมีออกซิเจนต่ำมาก (ชัยพร แอคะรัช, 2546)

3. อุณหภูมิ ช่วงของอุณหภูมิที่เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พืชไม่สามารถงอกได้ภายใต้สภาพที่มีอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์สามารถอธิบายได้ในรูปของ cardinal temperature ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ ส่วนจะงอกได้ดีเพียงใดขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิ cardinal temperature แบ่งออกได้ 3 ชนิด คืออุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) อุณหภูมิเหมาะสม (optimum temperature) และอุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 15-35 องศาเซลเซียส (วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2537)

4. แสง เมล็ดพันธุ์บางชนิดต้องการแสงในการงอก (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529) เมล็ดพันธุ์ชนิดนี้สามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ เมล็ดพันธุ์ที่ต้องการแสงในการงอกและเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการแสงในระยะสั้นๆ เพื่อกระตุ้นการงอก แสงที่ใช้กระตุ้นเมล็ดพันธุ์ในระยะเวลาสั้นๆ เพื่อให้เมล็ดพันธุ์งอกได้แก่แสงช่วงแสงสีแดง ซึ่งมีช่วงคลื่นตั้งแต่ 660-770 nm (nanometer) ส่วนช่วงแสง far-red ซึ่งมีช่วงแสงคลื่นมากกว่า 700 nm ขึ้นไปจะยับยั้งไม่ให้เมล็ดพันธุ์งอกและแสงที่มีความยาวคลื่นแสงต่ำกว่า 290 nm และช่วงแสงสีฟ้า ซึ่งมีความยาวคลื่นแสง 440 nm จะยับยั้งไม่ให้เมล็ดพันธุ์งอกเช่นกัน แสงที่จะกระตุ้นให้เมล็ดพันธุ์งอกหรือไม่ขึ้นอยู่กับแสงสุดท้ายที่ได้รับ จากการทดลองให้แสงสลับกันระหว่างแสงสีแดงกับแสง far-red ในเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม พบว่าเมล็ดพันธุ์จะงอกก็ต่อเมื่อได้รับแสงสีแดงครั้งสุดท้ายแต่ถ้าแสงที่ได้รับครั้งสุดท้ายเป็นแสง far-red ความงอกของเมล็ดพันธุ์จะต่ำ ปรากฏการณ์ดังกล่าวคาดว่าเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีเม็ดสี (pigment) ที่รับแสงอยู่ในเซลล์ เม็ดสีนี้เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งเรียกว่า ไฟโตโครม (phylochrome)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปรากฏการณ์ในระหว่างการงอก

2.2.1 การดูดน้ำของเมล็ดเป็นกระบวนการแรกที่เกิดขึ้น ทำให้เมล็ดเกิดการขยายตัว การดูดน้ำของเมล็ดเป็นกระบวนการทางกายภาพ (physical process) ซึ่งเกี่ยวกับสารพวกคอลลอยด์ (colloid) ในเมล็ดส่วนใหญ่ได้แก่ โปรตีน มิวซิเจน เซลลูโลสและเพคติน น้ำที่เข้าไปในเมล็ดจะเข้าไปอยู่ในช่องว่างของสารเหล่านี้ ทำให้เกิดการขยายตัวของคอลลอยด์ ซึ่งเกิดจากความดันที่เรียกว่า imbibition pressure การดูดน้ำในระยะแรกของเมล็ดจึงไม่มีส่วนสัมพันธ์กับความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์แต่อย่างใด ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตและตายแล้วจึงสามารถดูดน้ำได้ การดูดน้ำของสารเหล่านี้ทำให้เมล็ดพันธุ์ขยายตัวด้วยความดัน ซึ่งอาจสูงถึง 400 bars การขยายตัวดังกล่าวมีความสำคัญต่อความงอก เพราะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดแยกออกจากกันและทำให้เกิดช่องว่างในดิน ต้นกล้าจึงสามารถเจริญเติบโตได้ อัตราการดูดน้ำของเมล็ดขึ้นอยู่กับ 1. องค์ประกอบเคมีของเมล็ด 2. ลักษณะของเยื่อหุ้มเมล็ด 3. องค์ประกอบของน้ำและ 4. อุณหภูมิ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529) โดยทั่วไปการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ (Corbineau and come. 2006)

1. ระยะแรก เมล็ดพันธุ์มีการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว โดยผนังเซลล์และองค์ประกอบต่างๆ ทางเคมีของ เมล็ดพันธุ์ การดูดน้ำในระยะนี้จะเกิดขึ้นไม่ว่าเมล็ดพันธุ์จะมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต

2. ระยะที่สอง การดูดน้ำจะไม่เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นน้อยมาก ในระยะนี้กระบวนการต่างๆ ทางเคมีในเมล็ดกำลังจะเกิดขึ้น เมล็ดพันธุ์ที่ตายจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3. ระยะที่สาม ระยะนี้จะไม่เกิดขึ้นในเมล็ดพันธุ์ที่ตายแล้ว สำหรับระยะที่สามเมล็ดพันธุ์จะเริ่มดูดน้ำอีกครั้ง ซึ่งสัมพันธ์กับการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถมองเห็นได้

2.2.2 การย่อยอาหารสำรองและการหายใจ เมื่อน้ำเข้าไปในเมล็ดในปริมาณที่พอเพียงแล้ว น้ำจะไปกระตุ้นการทำงานขององค์ประกอบเซลล์ของเมล็ด ขณะเดียวกันน้ำก็จะช่วยละลายโปรโตปลาสซึมและช่วยให้ออกซิเจน เข้าไปสู่ภายในเมล็ด ทำให้มีการย่อยสลายอาหารต่างๆ ที่เก็บสะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อที่เก็บสะสมอาหารให้เป็นโมเลกุลเล็กๆ ในรูปที่ละลายน้ำ (solution) และเคลื่อนย้ายไปเลี้ยงส่วนของคัพภะที่จุดเจริญ ขณะเดียวกันในการย่อยสลายอาหารต่างๆ ที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ดจะมีพลังงานเกิดขึ้น และพลังงานเหล่านี้จะถูกไปใช้ในการเคลื่อนย้ายและสร้างอาหารส่วนของคัพภะต่อไป (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529)

2.2.3 การเคลื่อนย้ายและขนส่งอาหาร เมื่ออาหารต่างๆ ที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ดถูกย่อยเป็นโมเลกุลเล็กๆ ในรูปที่ละลายน้ำ ก็จะเคลื่อนย้ายไปยังจุดเจริญ เพื่อสร้างหรือสังเคราะห์อาหารใหม่ เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต่อไป (วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2537)

2.2.4 เมแทโบลิซึม เมื่อส่วนของต้นอ่อนหรือจุดเจริญในเมล็ดได้รับพลังงานที่เกิดจากกระบวนการหายใจ และได้รับแร่ธาตุอาหารต่างๆที่ส่งมาจากส่วนของเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่เก็บสะสมอาหาร ต้นอ่อนก็จะเริ่มมีการสร้างหรือสังเคราะห์อาหารขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การเจริญเติบโต หลังจากที่ส่วนของต้นอ่อนมีการสังเคราะห์แสงอาหารขึ้นมาใหม่ให้พอเพียงต่อการเจริญเติบโต ปรากฏการณ์ที่จะเห็นได้ชัดก็คือ การยืดตัวของจุดเจริญซึ่งเกิดขึ้น เนื่องจากการแบ่งเซลล์ และการยืดตัวของเซลล์ โดยทั่วไปเป็นส่วนของรากอ่อนปรากฏให้เห็นก่อนส่วนของลำต้นหรือยอดอ่อน ดังนั้นการเจริญเติบโตที่เห็นได้ชัดก็คือ การที่รากอ่อนโผล่ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ดทางไครไพล์ (micropyle) โดยดันให้เปลือกหุ้มเมล็ดแตกออก ติดตามด้วยการเจริญเติบโตของลำต้นหรือยอดอ่อนจนกระทั่งเกิดเป็นต้นกล้า

2.3 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

วัลลภ สันติประชา (2538) และ Tekrony et al. (1987) รายงานว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญหลายประการ ได้แก่

2.3.1 ความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic purity) ความบริสุทธิ์ของพันธุ์พืชที่ปลูก มีความสำคัญต่อการแสดงออกของพืชในด้านต่างๆ เช่น มีความสูงสม่ำเสมอกัน มีระยะสุกแก่ที่พร้อมกัน เป็นต้น

2.3.2 ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ (physical purity) กองเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีควรมีวัตถุอื่นปะปนน้อยที่สุด และไม่ควรมีการปะปนของเมล็ดวัชพืชและเมล็ดพันธุ์พืชอื่นๆ

2.3.3 ความงอก (germination) เมล็ดที่มีชีวิตจะสามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจแต่ละชนิดต่างก็มีความงอกมาตรฐานแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในประเทศไทยอยู่ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2542)

2.3.4 ความแข็งแรง (vigor) ลักษณะเด่นบางประการของเมล็ด ที่จะแสดงออกมาเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือแปรปรวน เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงย่อมงอกได้ดี และเจริญเติบโตดีในสภาพไร่

ในบรรดาองค์ประกอบดังกล่าวของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะปัจจัยทั้งสองนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของความสำเร็จในการตั้งตัวของต้นกล้าที่จะนำไปสู่การได้รับผลผลิตที่ดี ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์นั้นจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดมีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) หลังจากระยะนี้ไปแล้วความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ก็จะลดลง (Dornbos, 1995) การเสื่อมคุณภาพนี้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการได้แก่ การสุกแก่ของเมล็ดเกิดขึ้นในระหว่างที่มีอุณหภูมิ ความผันแปรของความชื้น การมีอุณหภูมิสูงสลับกับมีฝนตกบ่อย การขาดธาตุอาหารในดิน การเข้าทำลายของแมลง การจัดการที่ไม่เหมาะสมในการลดความชื้นและการเก็บรักษา (Franca Neto *et al.*, 1994)

จากปัจจัยดังกล่าวจึงเห็นได้ว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สามารถเกิดขึ้นได้ในขณะที่เมล็ดยังอยู่กับต้นแม่หรือก่อนการเก็บรักษาและภายหลังการเก็บเกี่ยว การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทางธรรมชาติ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ปกติดังกล่าวจะทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ลดลง จนกระทั่งตายในที่สุด (Franca Neto *et al.*, 1994)

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด และปัจจัยที่เกิดจากภายนอกเมล็ด ดังต่อไปนี้

2.4.1 ปัจจัยที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พืชต่างพันธุ์หรือต่างชนิดกัน จะมีอัตราการเสื่อมคุณภาพต่างกัน ทำให้มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน เนื่องจากเมล็ดพันธุ์พืชต่างพันธุ์หรือต่างชนิดกันจะมีความแตกต่างกันทางด้านกายวิภาคและองค์ประกอบทางเคมี เช่นลักษณะเมล็ดแข็ง ซึ่งควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมร่วมกับสิ่งแวดล้อม เมล็ดแข็งจะเก็บรักษาได้นานกว่าเมล็ดปกติ (วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537) เพราะเมล็ดแข็งจะไม่ดูดน้ำหรือดูดน้ำได้ช้าจึงทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพช้าลง จวง จันทร์ ดวงพัตรา และคณะ (2528) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 และสข 38 มีความสามารถในการเก็บรักษาแตกต่างกัน พันธุ์สข.38 มีแนวโน้มที่จะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากผลการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ และค่าดัชนีการงอก ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์สข 38 มีเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุสุกแก่หลายระดับอยู่ในกองเดียวกัน

2.4.2 ปัจจัยที่เกิดขึ้นภายนอกเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พืชโดยทั่วไปจะมีคุณภาพดีเหมาะสำหรับการใช้เป็นเมล็ดพันธุ์เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การเสื่อมคุณภาพจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมขณะสุกแก่และเก็บเกี่ยว ระยะเวลาในการเก็บรักษา และความชื้นเมล็ดพันธุ์ สภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ โรคและแมลงและภาชนะที่บรรจุเมล็ดพันธุ์ ถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูงก็จะทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529) Harrington (1972) กล่าวว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเป็นปัจจัยภายนอกที่มีความสำคัญมากต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะควบคุมความชื้นในเมล็ด ส่วนอุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาเคมี เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความชื้นของเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิแล้ว ความชื้นของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์มากกว่า Potts (1978) ได้ศึกษาผลของสภาพแวดล้อมหลังระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พบว่าในสภาพที่บรรยากาศมีความชื้นสูงอยู่ตลอดเวลา เมล็ดพันธุ์จะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าปกติ นอกจากนี้อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง เชื้อราจะเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายและสปอร์ของเชื้อยังติดไปกับเมล็ดพันธุ์และเข้าทำลายคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ช่วงเวลาที่เมล็ดพันธุ์กำลังงอกนับได้ว่าเป็นช่วงวิกฤติช่วงหนึ่ง เนื่องจากมีหลายปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่อาจกระทบต่อการงอกของต้นกล้า เมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดรวมถึงไม้ดอกชุนิดต่างๆ มักงอกช้าและไม่สม่ำเสมอ จึงเป็นอุปสรรคต่อระบบการผลิตที่ต้องการให้ออกดอกพร้อมกันนอกจากนี้ระยะเวลาการงอกหรือการตั้งตัวของพืชผักหลายชนิด ที่ไม่สม่ำเสมอยังมีผลต่อระยะเก็บเกี่ยวและราคาอีกด้วย (Currah, 1978) วิธีการหนึ่งที่ให้ผลดีและเป็นที่นิยมใช้กันมากในการทำให้เมล็ดพันธุ์ผักและดอกไม้มีอัตราการงอกเพิ่มขึ้น มีความสม่ำเสมอในการตั้งตัวของต้นกล้าและงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่กว้างคือ การทำไพรมมิง (Haigh *et al*., 1986; Karssen *et al*., 1989 ; Halmer, 2000) เนื่องจากการทำไพรมมิง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี ปรับปรุงความเสียหายของเมมเบรน และยังช่วยส่งเสริมกระบวนการทางสรีรวิทยาในกระบวนการงอกของเมล็ด (Dell'Aquila and Tritto, 1991; Garcia *et al*., 1995) นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการกำจัดอนุมูลอิสระและสารประกอบ peroxides ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เซลล์พืชถูกทำลาย

การทำไพรมมิงหรือการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ให้พอเพียงต่อการเกิดขึ้นของกระบวนการงอก แต่ไม่อยู่ในระดับที่จะทำให้รากปรากฏออกมาให้เห็นแล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปลดความชื้นเพื่อสะดวกต่อการเก็บรักษาและการจัดการต่อไป การทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญตามที่ให้ไว้โดย McDonold (2000) ดังนี้

1. เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น
2. เพื่อเพิ่มอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์
3. เพื่อให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้าง
4. เพื่อให้ต้นกล้าที่เกิดขึ้นมาแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี

ดังนั้นการทำไพรมมิ่งจึงเป็นการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้งอกเพิ่มขึ้น งอกเร็วขึ้นและสม่ำเสมอขึ้น และมีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น (Corbineau and Baskin, 1973) อย่างไรก็ตามในกรณีที่เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพไม่มากนัก การทำไพรมมิ่งจึงอาจทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิ่ง (Bray, 1995; McDonald, 2000)

2.6 กลไกการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์

เทคนิคการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์ให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับการมีความรู้ความเข้าใจในการพื้นฐานการดูดน้ำของเมลดพันธุ์ในระหว่างการงอกเป็นสำคัญ น้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปมีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมที่จะชักนำให้เกิดการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Bewley. 1997) น้ำที่เข้าไปในเมล็ดจะกระตุ้นให้เอนไซม์ทำงาน ย่อยสลายและเคลื่อนย้ายสารอาหาร ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม น้ำจะเขาไปในเมล็ดตามลำดับ 3 ระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะแรก (phase I) เป็นระยะที่น้ำจะเข้าไปในเมล็ดอย่างรวดเร็วซึ่งเกิดจากเมล็ดมีศักย์ของน้ำต่ำกว่าน้ำที่เข้าไป ระยะนี้การหายใจของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดีเอ็นเอและไมโตคอนเดรียมีการซ่อมแซมตัวเอง และเริ่มมีการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้น

ระยะที่สอง (phase II) เป็นระยะที่น้ำเข้าไปในเมล็ดได้น้อย เนื่องขากเป็นระยะที่เมล็ดมีศักย์ของน้ำสมดุลกับศักย์ของน้ำที่อยู่ภายนอกเมล็ด ระยะนี้เป็นระยะที่สำคัญที่สุด เพราะมีเมแทบอลิซึมต่างๆ เกิดขึ้น เช่นการซ่อมแซมและการสังเคราะห์ไมโตคอนเดรีย การสังเคราะห์โปรตีนและการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (Corbineau and Come. 2006) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในเมล็ดดังกล่าวเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการงอกของรากออกมาจากเยื่อหุ้มเมล็ด

ระยะที่สาม (phase III) เป็นระยะที่เมล็ดมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พร้อมกับมีการงอกของรากออกมาให้เห็น ระยะนี้จึงอาจเรียกว่าเป็นระยะการเจริญเติบโตของคัพภะที่จะเป็นต้นกล้า

ดังนั้นกลไกของไพรมมิงจะครอบคลุมอยู่ในสองระยะแรกของการดูดน้ำของการงอกเท่านั้น การดูดน้ำในระยะที่สองของการทำไพรมมิงเป็นการยืดเวลาให้ยาวนานออกไปเมื่อเปรียบเท่ากับการงอกของเมล็ดพันธุ์ตามปกติ ในช่วงระยะเวลานี้อาจทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของระบบสรีรวิทยาและชีวเคมีเพื่อเตรียมความพร้อมให้การงอกสามารถเกดขึ้นได้ทันทีเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปเพาะ (Bradford, 1986; Halmer, 2000) เมล็ดพันธุ์ที่ทำไพรมมิงอาจนำไปปลูกได้ทันทีหรือนำไปเก็บรักษาภายหลังการลดความชื้น การนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปปลูก เมล็ดพันธุ์จะงอกอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น เนื่องจากใช้ระยะเวลาการดูดน้ำในระยะที่สองสั้นกว่าการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิง

เมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไพรมมิงแล้ว สามารถลดความเสียหายจากการปลูกในดินที่มีอุณหภูมิต่ำได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังลดการพักตัวอันเกดจากการปลูก เช่น การปลูกผักกาดหอมในดินที่อุ่นเกินไปอีกด้วย เมล็ดที่ทำไพรมมิงแล้วมีการสูญเสียเมแทบอไลท์ลดลง และยังมีการเปลี่ยนแปลงบางอย่างในเมล็ด เช่น เอ็นโดสเปอร์มของเมล็ดผักกาดหอมมีการดูดน้ำเข้าไปทำให้คัพภะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วขึ้น การทำไพรมมิงยังทำให้ผนังเซลล์ยืดหยุ่นขึ้น ทั้งนี้เชื่อว่าการดูดน้ำของเมล็ดในระยะที่สองระหว่างการทำไพรมมิงนั้นทำให้ DNA จำลองตัวเร็วขึ้น ช่วยเพิ่ม RNA และการสังเคราะห์โปรตีน และมี ATP ที่เป็นประโยชน์มากขึ้น ยิ่งกว่านั้นเมล็ดที่ผ่านการทำไพรมมิงแล้วจะตื่นตัวและแข็งแรงมากกว่าเมล็ดที่ยังไม่ได้ทำไพรมมิง ผลดีเหล่านี้ช่วยลดการเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการดูดน้ำของเมล็ดได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญคุณสมบัติเหล่านี้จะยังคงอยู่แม้เมล็ดจะถูกลดความชื้นแล้วก็ตาม (McDonald, 2000)

2.7 เทคโนโลยีการทำไพรมมิงเมล็ดพันธุ์

ในปัจจุบันเทคนิคของการทำไพรมิงที่ใช้กันในทางการค้า มี 4 วิธี ได้แก่ ไฮโดรไพรมิง ออสโมไพรมมิง โซลิตเมทริกซ์ และ pregermination ในบรรดาเทคนิคเหล่านี้ไฮโดรไพรมิงและออสโมไพรมมิงเป็นที่นิยมมากกว่า (McDonald, 2000)

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ไฮโดรไพรมิง เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำหรือฉีดพ่นละอองน้ำไปที่เมล็ดพันธุ์ในระยะเวลาหนึ่ง ก่อนนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นและก่อนที่เมล็ดพันธุ์จะงอก วิธีนี้มีข้อดีคือใช้สารเคมีและน้ำที่ทิ้งไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

2.7.2 ออสโมไพรมมิง เป็นการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายที่ทำให้มีศักย์ของน้ำให้อยู่ในระดับที่สามารถคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ให้อยู่ในระดับที่ต้องการเป็นระยะเวลาหนึ่ง โดยการดูดน้ำนี้จะผ่านจากระยะการดูดน้ำที่หนึ่งไปยังระยะที่สอง โดยไม่เข้าสู่ระยะที่สาม เนื่องจากน้ำที่ถูกดูดเพิ่มเข้ามาเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของคัพภะถูกระงับไว้ การงอกของรากจึงไม่ปรากฏให้เห็น (Taylor *et al.*, 1998) สารประกอบที่ใช้ในการทำไพรมิงมีหลายชนิดเช่น polyethylene glycol (PEG), KNo_3, KH_2PO_4, NaCL เป็นต้น แต่นิยมใช้ PEG กันมาก เพราะ PEG เป็นสารที่โมเลกุลสูง (6,000-8,000 Daltons) และเป็นสารประกอบเฉื่อย (inert omrpound) จึงไม่ซึมเข้าไปในเมล็ดและไม่มีพิษกับเมล็ดซึ่งตรงกันข้ามกับสารละลายเกลือ (McDonald, 2000) อย่างไรก็ตามข้อเสียของ PEG คือการละลายตัวของออกซิเจนจะมีน้อยถ้าสารละลายมีความเข้มข้นสูง ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วเมื่อมีการใช้ PEG ในการทำไพรมมิง จึงมีการให้อากาศเพิ่มเติมลงในสารละลาย เพื่อให้เพียงพอต่อการหายใจของเมล็ด (Akers and Holley, 1986) Black and Bewley (2000) ได้สรุปว่าในการทำออสโมไพรมมิงโดยทั่วไปควรแช่เมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในสารละลาย PEG ที่มีค่าศักย์ของน้ำ -0.8 ถึง -1.6 Mpa เป็นระยะเวลาหลายชั่วโมงถึงหลายสัปดาห์ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีขึ้น นักวิทยาศาสตร์หลายท่านรายงานถึงความสำเร็จดังกล่าวของการทำออสโมไพรมมิงในเมล็ดพันธุ์หลายชนิด เช่น มะเขือเทศ (haigh *et al.*, 1790) พริก (Rivas *et al.*, 1984) ให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จึงทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็ว มีความสม่ำเสมอในการงอกและมีเปอร์เซ็นต์นกล้าเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำไพรมมิง นอกจากนี้ออสโมไพรมมิงยังทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพกลับมามีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Bradford *et al.*, 1990; Pijlen *et al.*, 1995)

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำไพรมมิง

การทำไพรมมิง ไม่ว่าวิธีใดก็ตามต่างก็มีหลักการเดียวกันคือ เป็นการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ให้เกิดขึ้นหลังจากนั้นจึงลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ เพื่อการเก็บรักษาหรือนำไปปลูกต่อ (Bray, 1995; McDonald, 2000) อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ภายหลังการทำไพรมมิงไม่จำเป็นเสมอไปที่จะได้ผลดี คือ งอกเร็ว งอกสม่ำเสมอภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน McDonald (2000) ได้เสนอปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ตอบสนองต่อการทำไพรมมิงต่างกันดังนี้

2.8.1 การใช้เทคนิคไพรมมิงที่แตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์เดียวกันและมาจากกองเดียวกันอาจตอบสนองต่อการทำไพรมิงต่างกัน Smith and Cobb (1991) พบว่าอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการทำออสโมไพรมมิงด้วยเกลือ Na_2SO_4 จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการทำไฮโดรไพรมมิง

2.8.2 ความผันแปรของสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ออกซิเจน เป็นสิ่งจำเป็นในการทำออสโมไพรมมิงเมื่อใช้ PEG เพราะ PEG ที่ใช้จะทำให้สารละลายมีความหนืด การให้ออกซิเจนในระหว่างการทำออสโมไพรมมิง ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น Ozbingol *et al.*, (1998) พบว่าเมล็ดมะเขือเทศที่ทำออสโมไพรมมิงโดยใช้ความเข้มข้นออกซิเจนในสารละลายสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การงอกเพิ่มขึ้นดีที่สุด

2. อุณหภูมิ การให้อุณหภูมิต่ำในการทำไพรมมิง จะทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วเพราะไปทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของการงอกชะลอตัว นอกจากนี้การใช้อุณหภูมิต่ำยังลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระหว่างการทำไพรมิ่งได้อีกด้วย

2.8.3 การมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพหรือมีความแข็งแรงต่างกันจะตอบสนองต่อการทำไพรมมิงต่างกัน Pijlen *et al.*, (1995) พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพน้อยจะตอบสนองต่อการทำไพรมมิงได้ดีกว่า จึงทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ ที่เสื่อมคุณภาพมากกว่า Naylor and Syversen (1988) แสดงให้เห็นว่า การทำไพรมมิงก่อนการเพาะเมล็ดสามารถปรังปรุงการงอกได้ แต่ไม่ปรับปรุงเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากกว่า Penaloza and Eira (1993) พบว่าไฮโดรไพรมมิงในเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพปานกลางมีเปอร์เซ็นต์การงอกและความแข็งแรงดีขึ้น แต่ไม่ช่วยปรับปรุงเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่มีคุณภาพสูง

2.8.4 อัตราการลดความชื้น การลดความชื้นหลังการทำไพรมมิงทำได้หลายวิธี เช่น ใช้สารละลายเกลืออิ่มตัวเพื่อควบคุมอากาศให้มีความชื้นสัมพันธ์ต่ำ หรือปล่อยให้ความชื้นของเมล็ดลดลงเองที่อุณหภูมิห้อง การทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างเร็วเกินไปจะทำให้ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำไพรมมิงสูญเสียไป

2.8.5 ระยะเวลาการเก็บรักษา การทำไพรมมิงเป็นการทำให้กระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ได้รับการกระตุ้นให้อยู่ในระดับที่จะให้เมล็ดพันธุ์งอกได้ในระยะเวลาสั้น เมื่อนำไปเพาะเพื่อให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์จะต้องได้รับการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมล็ดพันธุ์ที่แห้งแล้วนี้จะยังคงมีระดับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาซึ่งเกิดจากการทำไพรมมิงดังกล่าวอยู่กับเมล็ดพันธุ์ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เสื่อมคุณภาพได้ง่าย จึงทำให้ข้อดีของการทำไพรมมิงสูญเสียอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา การสูญเสียเช่นนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในระหว่างการเก็บรักษา หากอุณหภูมิสูงเกินไปความแข็งแรงและการงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลงมาก Argerich *et al.* (1989) ทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศภายหลังการทำไพรมมิงให้เหลือ 6 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 30 องสาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าความงอกและอัตราเร็วการงอกของเมล็ดซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ลดลงอย่างรวดเร็ว ภายหลัง 6 เดือนของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ไพรมมิงกับการซ่อมแซม

เทคนิคการทำไพรมมิงได้ใช้กันอย่างขว้างขวางมากกว่า 2 ทศวรรษ มาแล้ว ส่วนใหญ่ใช้กับเมล็ดพันธุ์พืชผักและดอกไม้หลายชนิดที่มีราคาสูง ในปัจจุบันเทคนิคการทำไพรมมิงได้ใช้ทั่วไปในการค้าเพื่อช่วยให้พืชหลายชนิด (Black and Bewley, 2000) ในระหว่างการทำไพรมมิงจะควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดให้หยุดอยู่เพียงแค่ระยะที่สองให้ยาวนานออกไปหลายวัน ในขณะที่เมล็ดดูดน้ำปกติโดยปราศจากการควบคุมจะใช้เวลาสั้นกว่า Bary (1995) สันนิษฐานว่าการยืดระยะเวลาดูดน้ำของระยะที่สองของการทำไพรมมิงให้ยาวเช่นนี้ เป็นไปเพื่อชักนำกระบวนการทางเมแทโบลิซึมก่อนการงอกทำงานจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ โดยบางการกระบวนการนี้ อาจเกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมของโมเลกุลใหญ่ (macromolecule) ซึ่งอาจเสื่อมคุณภาพ จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพกลับมีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

มีการศึกษาเกี่ยวกับสรีรวิทยาของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน เป็นระยะเวลาสองทศวรรษ แต่สาเหตุที่แท้จริงการเสื่อมคุณภาพก็ยังไม่ทราบกันอย่างแน่ชัด อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าอาจเกิดจากการเสื่อมของดีเอ็นเอ(Bray, 1995; McDonald, 2000) ซึ่งมีผลให้เกิดการสังเคราะห์เอนไซม์ที่ผิดปกติหรือไม่สมบรูณ์ จนทำให้กระบวนการงอกในระยะเริ่มแรกไม่เสร็จสิ้น เพราะอาหารสำรองเช่น แป้ง ไขมันภายในเมล็ดไม่ได้รับการย่อยสลายจึงไม่เกิดพลังงานที่พอเพียงต่อการสังเคราะห์ ATP มีผลทำให้การงอกไม่สมบูรณ์หรือชะลอตัวออกไป

นอกเหนือไปจากการเสื่อมทางชีวเคมีในเมล็ดแล้ว ความเสียหายของเมมเบรนก็มีความสัมพันธ์กับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วย เมล็ดยิ่งเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นมากเพียงใด การรั่วไหลของเมมเบรมก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น (Mattews and Powell, 1981; Bray, 1995; Copeland and McDonald, 1995; McDonald, 2000) ความเสียหายเมมเบรนดังกล่าวเชื่อกันว่ามีสาเหตุจาก lipid peroxidation (McDonald, 2000) กระบวนการนี้เกิดจากอนุมูลอิสระ (free radical) เข้าไปทำความเสียหายให้กับเมมเบรนและสารโมเลกุลใหญ่ เช่น ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ เป็นต้น โดยทั่วไปของเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพแล้วกลับมามีคุณภาพที่ดีขึ้นภายหลังการทำไพรมมิง เป็นที่ยอมรับกันว่าไพรมมิงช่วยในการซ่อมแซมความเสียหายต่างๆ ที่เกิดจาก lipid peroxidation เช่น ซ่อมดีเอ็นเอ อาร์เอนเอ โปรตีน เมมเบรน และเอนไซม์ในระหว่างการทำไพรมมิง (McDonald, 2000)

2.10 พันธุ์ข้าว

2.10.1 พันธุ์เล็บนกไร่

เป็นข้าวไร่ที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่ในจังหวัดชุมพร ปี พ.ศ. 2543 ได้รับการยืนยันจากกำนันตำบลหินแก้ว อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (นายบุญเลิศ ศรีชาติ อายุ 64 ปี) ว่าเป็นพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่ใช้ปลูกในท้องที่ของจังหวัดชุมพรมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปู่ ย่า ตา ยาย ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ได้รวบรวมพันธุ์มาปลูกศึกษาพันธุ์ จากการศึกษา พบว่ามีความแปรปรวนภายในพันธุ์ หรือพันธุ์ไม่บริสุทธ์ และมีคุณภาพไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในปี พ.ศ. 2548-2550 ได้นำเอาเมล็ดพันธุ์เล็บนกไร่ มาปลูกคัดเลือกพันธุ์ โดยวิธีคัดรวมหรือการคัดเลือกเป็นหมู่เพื่อให้พันธุ์มีลักษณะปรากฏต่างๆ สม่ำเสมอกันมากขึ้น โดยที่ภายในประชากรอาจมีหลายจีโนไทป์ก็ตาม (mix uniform phenotypic homozygous) ทำให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและมีอัตราปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้สูง โดยคัดเลือกต้นที่ไม่แข็งแรง มีการเจริญเติบโตไม่ดี และมีลักษณะแตกต่างจากประชากรกลุ่มใหญ่ที่สุด (off-type) ออกไปจากแปลงปลูก จากต้นที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมดจะเลือกต้นที่ดีที่สุดจำนวน 30% ของประชากร ทำการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ปี พ.ศ. 2551 ตรวจสอบผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ โดยใช้แผนการทดลอง ในสถาบันฯ วิทยาเขตชุมพร ตำบลหินแก้ว อำเภอท่าแซะ และอำเภออื่น ๆ จังหวัดชุมพร ทำการขยายเมล็ดพันธุ์เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2552

ลักษณะเด่นข้าวพันธุ์เล็บนกไร่ คือ ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี ทนแล้ง เหมาะสำหรับปลูกเป็นข้าวไร่ในภาคใต้ และปลูกเป็นพืชแซมในสวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และไม้ผล การชูรวงดี คอรวงยาวเหมาะสำหรับเก็บเกี่ยวด้วยแกะ ต้านทานโรคไหม้ มีกลิ่นหอม คุณภาพการสีดี เมล็ดยาวเรียว เหมาะสำหรับปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์โดยทำเป็นข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ พื้นที่ที่แนะนำให้ปลูก คือแนะนำให้ปลูกเป็นข้าวไร่ โดยปลูกบนที่ดอน หรือที่ราบสูง ไม่มีน้ำขัง

2.10.2 พันธุ์สามเดือน

เป็นข้าวไร่ที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่ในจังหวัดชุมพร ปี พ.ศ. 2543 ได้รับการยืนยันจากกำนันตำบลหินแก้วอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (นายบุญเลิศ ศรีชาติ อายุ 64 ปี) ว่าเป็นพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองที่ใช้ปลูกในท้องที่ของจังหวัดชุมพรมาเป็นเวลานานตั้งแต่ปู่ ย่า ตา ยาย ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ได้รวบรวมพันธุ์มาปลูกศึกษาพันธุ์ จากการศึกษา พบลักษณะพันธุ์ปน พันธุ์ไม่บริสุทธิ์ และมีคุณภาพไม่ดี และในปี พ.ศ. 2548-2550 ได้นำเมล็ดพันธุ์สามเดือนมาปลูกคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีคัดรวมหรือการคัดเลือกเป็นหมู่เพื่อจะได้พันธุ์ที่มีหลายจีโนไทป์ ทำให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและมีอัตราปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้สูง โดยคัดเลือกต้นที่ไม่แข็งแรง มีการเจริญเติบโตไม่ดี และมีลักษณะแตกต่างจากประชากรกลุ่มใหญ่ที่สุด (off-type) ออกไปจากแปลงปลูก จากต้นที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมดจะเลือกต้นที่ดีที่สุดจำนวน 30% ของประชากร ทำการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ปี พ.ศ. 2551 ตรวจสอบผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ โดยใช้แผนการทดลอง ในสถาบันฯวิทยาเขตชุมพร ตำบลหินแก้ว อำเภอท่าแซะ และอำเภออื่นๆ จังหวัดชุมพร ทำการขยายเมล็ดพันธุ์เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2552

ลักษณะเด่นข้าวพันธุ์สามเดือน คือปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ทนแล้ง เหมาะสำหรับปลูกเป็นข้าวไร่ในภาคใต้ และปลูกเป็นพืชแซมในสวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และไม้ผล การชูรวงดี คอรวงยาวเหมาะสำหรับเก็บเกี่ยวด้วยแกะ ต้านทานโรคไหม้ มีกลิ่นหอม คุณภาพการสีดี เมล็ดค่อนข้างสั้น เหมาะสำหรับปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยทำเป็นข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ มีปริมาณธาตุ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เหล็ก 27.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่แนะนำให้ปลูกคือ แนะนำให้ปลูกเป็นข้าวไร่ โดยปลูกบนที่ดอน หรือที่ราบสูง ไม่มีน้ำขัง

2.10.3 ข้าวพันธุ์นุสรา

ข้าวพันธุ์นุสรา เดิมเป็นข้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรในภาคใต้ฝั่งตะวันตกปลูกเพื่อการบริโภคในครัวเรือน การศึกษาของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่ายังมีความแปรปรวนของลักษณะต่างๆภายในพันธุ์จึงทำการคัดเลือกแบบคัดเป็นหมู่ (Mass Selection) ทำให้ลักษณะต่างๆ มีความสม่ำเสมอเมื่อนำมาหุง พบว่าข้าวสุกมีกลิ่นหอมเฉพาะคล้ายกลิ่นเผือก เมล็ดมีสีแดงเข้ม จึงทำการให้รหัสว่า KMITL558

ลักษณะ เป็นข้าวอินดิกา (indica) เป็นข้าวเจ้าพื้นเมือง ต้นสูงประมาณ 115 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 115 – 120 วัน ไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อน มีขนที่ใบ แผ่นใบสีเขียว กาบใบสีเขียว มุมยอดแผ่นใบแบบตั้งตรง ลิ้นใบสีขาวมี 2 ยอด หูใบสีเขียวอ่อน ข้อต่อใบสีเขียวอ่อน ข้อปล้องสีเขียว ทรงกอตั้ง

2.10.4 ข้าวพันธุ์ดอกพะยอม

ข้าวพันธุ์ดอกพะยอม ได้จากการรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองในพื้นที่ภาคใต้ โดยเจ้าหน้าที่กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ในระหว่างปี พ.ศ. 2502–2521 ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ในสถานีทดลองข้าวภาคใต้ (องค์ความรู้เรื่องข้าว, 2559)

ลักษณะ เป็นข้าวกลุ่มอินดิกา (indica) เป็นข้าวเจ้าพื้นเมือง ต้นสูงประมาณ 150 เซนติเมตร ไวต่อช่วงแสงอย่างอ่อน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 145 – 150 วัน มีขนที่ใบ แผ่นใบสีเขียวเข้ม กาบใบสีเขียว มุมยอดแผ่นใบตั้งตรง ลิ้นใบสีขาวรูปร่างแหลม หูใบสีเขียวอ่อน ข้อต่อใบสีเขียวอ่อน ข้อปล้องสีเขียว ทรงกอตั้ง คอรวงยาวชูรวงดี เมล็ดเรียวยาว ข้าวเปลือกสีฟางก้นจุด ผลผลิตประมาณ 250 กิโลกรัมต่อไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

147851

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 4 พันธุ์ คือพันธุ์สามเดือน เล็บนก นุสรา และดอกพะยอม ที่ผ่านการเก็บรักษามาแล้วระหว่าง 6-8 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นระหว่าง 10.16 -11.66%

3.1.2 เวอร์เนีย (ขนาดเมล็ด)

3.1.3 น้ำกลั่น และ deionized water

3.1.4 กระดาษเพาะและกระดาษกรอง

3.1.5 เครื่องชั่งไฟฟ้า

3.1.6 กระดาษ kimwipes

3.1.7 Sodium hypochlorite (Clorox)

3.1.8 เครื่องแก้ว (beaker)

3.1.9 กระป๋องหาความชื้นเมล็ด

3.1.10 กล่องพลาสติกใช้เพาะเมล็ด

3.1.11 Incubator (Low temp)

3.1.12 Hot air oven

3.1.13 EC meter

3.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดย

2 การทดลองแรก ปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือน และเล็บนก 10 กรรมวิธี มีวิธีการและรายละเอียดดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปตรวจสอบคุณภาพโดยไม่ผ่านการแช่น้ำ (non-priming or control)

กรรมวิธีที่ 2 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมงก่อนจึงนำไปตรวจสอบคุณภาพ (traditional soaking)

กรรมวิธีที่ 3 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hydropriming 24 hr)

กรรมวิธีที่ 4 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 48 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hydropriming 48 hr)

กรรมวิธีที่ 5 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 72 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hydropriming 72 hr)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีที่ 6 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 96 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hydropriming 96 hr)

กรรมวิธีที่ 7 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO_3 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (osmopriming 24 hr)

กรรมวิธีที่ 8 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO3 48 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (osmopriming 48 hr)

กรรมวิธีที่ 9 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO3 72 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (osmopriming 72 hr)

กรรมวิธีที่ 10 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO3 96 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (osmopriming 96 hr)

อีก 2 การทดลอง ปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม 8 กรรมวิธี มีรายละเอียดดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปตรวจสอบคุณภาพโดยไม่ผ่านการแช่น้ำ (non-priming or control)

กรรมวิธีที่ 2 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมงก่อนจึงนำไปตรวจสอบคุณภาพ (traditional soaking)

กรรมวิธีที่ 3 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hydropriming 24 hr)

กรรมวิธีที่ 4 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 48 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hydropriming 48 hr)

กรรมวิธีที่ 5 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสแล้วผึ่งลมให้แห้งใช้เวลาประมาณ 3 วันแล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสแล้วผึ่งลมให้แห้งอีกรอบก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hardening 24 hr)

กรรมวิธีที่ 6 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่น้ำ 48 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสแล้วผึ่งลมให้แห้งใช้เวลาประมาณ 3 วันแล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปแช่น้ำ 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสแล้วผึ่งลมให้แห้งอีกรอบก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (hardening 48 hr)

กรรมวิธีที่ 7 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO_3 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส แล้วผึ่งลมให้แห้ง (ใช้เวลาประมาณ 3 วัน) แล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO_3 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส แล้วผึ่งลมให้แห้งอีกรอบก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (osmohardening 24 hr)

กรรมวิธีที่ 8 = เมล็ดพันธุ์ข้าวไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO3 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส แล้วผึ่งลมให้แห้ง (ใช้เวลาประมาณ 3 วัน) แล้วนำเมล็ดพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปแช่ในสารสารละลาย 1% KNO3 24 ชั่วโมงพร้อมกับให้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส แล้วผึ่งลมให้แห้งอีกรอบก่อนนำไปตรวจสอบคุณภาพ (osmohardening 24 hr)

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำมาใช้เก็บไว้ในถุงพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส

3.3.2 การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์เบื้องต้น

วัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบข้อมูลด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก่อนทำการทดลองจริง การตรวจสอบลักษณะที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีดังนี้

1) ตรวจสอบความชื้นเมล็ด

ชั่งน้ำหนักเมล็ดพันธุ์จำนวน 50 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำแล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดที่อบไปใส่ในโถดูดความชื้นต่อเป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักเมล็ดหลังอบคำนวณหาความชื้นของเมล็ดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{ความชื้นของเมล็ด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเมล็ดหลังอบ}}{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ}} \times 100$$

2) ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

2.1) วัดขนาดเมล็ด (ความยาว ความกว้าง และความหนา) ด้วยเวอร์เนีย ใช้เมล็ดจำนวน 50 เมล็ด ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ต่อ 1 พันธุ์ โดยมีจำนวนพันธุ์ที่ต้องวัดทั้งหมด 5 พันธุ์

2.2) ชั่งน้ำหนักเมล็ด ใช้เมล็ดจำนวน 100 เมล็ด หรือ 1,000 เมล็ด นำมาชั่งน้ำหนัก โดยชั่งทั้งหมด 4 ซ้ำ

3) ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการดังนี้

3.1) การตรวจสอบความงอก (Germination; G) โดยวิธีการเพาะเมล็ดพันธุ์ 50 เมล็ด ในกล่องใสที่รองด้วยกระดาษสำหรับเพาะเมล็ดหนา 2 ชั้น ที่ชื้นด้วยน้ำกลั่นจำนวน 4 ซ้ำ แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจนับความงอกทุกวันเมื่อรากโผล่ยาว 1 มิลลิเมตร

3.2) การตรวจสอบความแข็งแรง (vigor) วิธีการที่ใช้ได้แก่

3.2.1 ดัชนีในการงอก (Germination Index; GI) ใช้ข้อมูลความงอกคำนวณ โดยใช้สูตร

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

โดย Nt = จำนวนของเมล็ดที่งอกในวัน t และ Tt = ระยะเวลาที่เมล็ดงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก [Mean germination time (MGT)] ใช้ข้อมูลความงอกมาคำนวณหาค่า MGT โดยใช้สูตร

$$MGT = \frac{\sum (n \times d)}{N}$$

โดย n = จำนวนของเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน

d = จำนวนของวันที่เมล็ดงอกหลังการเพาะ

N = จำนวนของเมล็ดที่งอกทั้งหมด

3.2.3 ระยะเวลาที่งอกได้ 50% (Time to 50% germination; T50) ใช้ข้อมูลความงอกมาคำนวณ T50 โดยใช้สูตร

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

โดย N = จำนวนของเมล็ดที่งอกทั้งหมด

t_j = เวลาที่อยู่ถัดจากเวลา t_i

n_i = จำนวนเมล็ดที่งอกสะสมจนถึงเวลา t_i

n_j = จำนวนเมล็ดที่งอกสะสมจนถึงเวลา t_j

n_i และ n_j คือจำนวนของเมล็ดที่งอกทั้งหมดที่ระยะเวลา t_I และ t_j

โดยที่ $n_i < \frac{(N+1)}{2} < n_j$

3.2.4 พลังงานในการงอก (Germination energy; GE) หมายถึงสัดส่วนระหว่างจำนวนของเมล็ดที่งอกทั้งหมดภายใน 3 วันหลังการเพาะเปรียบเทียบกับจำนวนเมล็ดที่เพาะทั้งหมด หน่วยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ พลังงานในการงอก เป็นตัวแปรที่ใช้วัดความเร็วในการงอก (rapid of germination) ชนิดหนึ่ง ค่าพลังงานที่ใช้ในการงอก เป็นตัวแปรที่สะท้อนถึงอัตราการงอก (germination rate) ความสม่ำเสมอในการงอก (uniformity) ความแข็งแรง (vigor) และความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (viability) เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$GE = \left(\frac{Nt_3}{N}\right) \times 100$$

โดย Nt_3 = จำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมดตั้งแต่เริ่มเพาะจนถึงวันที่ 3 หลังการเพาะ

N = จำนวนของเมล็ดที่งอกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) การตรวจวัดการรั่วไหลของเมล็ด

มีวิธีการตรวจสอบการรั่วไหลของสารประกอบออกจากเมล็ดพันธุ์เป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ชั่งน้ำหนักเมล็ดสด จำนวน 50 เมล็ด ต่อ 1 ซ้ำ

2) แช่เมล็ดในน้ำกลั่น หรือ deionized water (100 ml) เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรือ 25 องศาเซลเซียส

3) วัดค่าการรั่วไหลด้วย EC meter โดยก่อนวัดค่าการรั่วไหลจะทำการปรับจูน (calibrate) เครื่องด้วย NaOH เข้มข้น 0.1 M ก่อนการตรวจวัด

3.3.3 วิธีการปฏิบัติในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์แต่ละกรรมวิธี

3.3.3.1 กรรมวิธีควบคุม (Control; non-priming)

นำเมล็ดมาเพาะบนกระดาษเพาะ หรือ filter paper ที่ชื้นด้วยน้ำกลั่น ตรวจสอบความงอกทุกวัน จนกระทั่งไม่มีเมล็ดงอก นำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบ germination capacity และvigor เพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3.3.3.2 การนำเมล็ดพันธุ์แช่น้ำตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ (Traditional soaking)

เป็นการเลียนแบบตามวิธีของเกษตรกร โดยให้ปฏิบัติดังนี้

1) ชั่งน้ำหนักเมล็ดแห้ง

2) ใส่เมล็ดลงในถุงผ้า แช่ในน้ำประปานาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

3) สุ่มเมล็ดมาตรวจสอบปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไป

4) นำเมล็ดที่เหลือไปเพาะและตรวจสอบคุณภาพเมล็ดเช่นเดียวกับ control

3.3.3.3 Hydropriming

ชั่งน้ำหนักเมล็ดก่อนการนำเมล็ดไปให้ดูดน้ำ และปฏิบัติดังนี้

1) นำเมล็ดไปแช่ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร ในกล่องใสที่มีการให้อากาศตลอดเวลา ด้วยเครื่องให้ออกซิเจน

2) แช่เมล็ดในข้อ 1) เป็นระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง สำหรับกรรมวิธีที่ 3-6 ตามลำดับ โดยแช่ไว้ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

3) นำเมล็ดไปลดความชื้นด้วยพัดลมโดยทำให้เมล็ดแห้ง จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นหรือน้ำหนักใกล้เคียงกับความชื้นก่อนเมล็ดถูกนำไปแช่น้ำ

4) นำเมล็ดที่แห้งแล้วใน ข้อ3) ไปเพาะและตรวจสอบคุณภาพเช่นเดียวกับเมล็ดจากวิธีควบคุม (control) และเมล็ดพันธุ์แช่น้ำตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ (Traditional soaking)

3.3.3.4 Osmopriming

ใช้สารละลาย KNO_3 ที่มีความเข้มข้น 1% (10 กรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ชั่งน้ำหนักเมล็ดก่อนแช่ในสารละลาย KNO_3

2) แช่เมล็ดในสารละลาย KNO_3 ในกล่องใส เป็นระยะเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง สำหรับกรรมวิธีที่ 7-10 ตามลำดับ โดยมีการให้อากาศด้วยเครื่องให้ออกซิเจนตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

3) นำเมล็ดไปลดความชื้นด้วยพัดลมโดยทำให้เมล็ดแห้ง จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นหรือน้ำหนักใกล้เคียงกับก่อนถูกนำไปแช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1%

4) นำเมล็ดที่แห้งแล้วในข้อ 3) ไปเพาะและตรวจสอบคุณภาพเช่นเดียวกับเมล็ดจากวิธีควบคุม (control) และเมล็ดพันธุ์แช่น้ำตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ (Traditional soaking)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บบันทึกได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) ตามแผนการทดลอง และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System (SAS)

3.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2557 – วันที่ 30 กันยายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and Discussion)

4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก (germination percentage)

เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนก่อนที่จะทำการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ด 10.16% ความงอกก่อนทำไพรมมิง (control) 73.0% และเมื่อกระตุ้นการงอกโดยวิธี hydropriming 24 hr. ความงอกเพิ่มเป็น 83.0% และวิธี osmopriming 24 hr. ความงอกเพิ่มเป็น 86.0% ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำไพรมมิ่งทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนเพิ่มมากขึ้น

ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกก่อนที่จะทำการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ด 11.66% ความงอกก่อนทำไพรมมิง (control) 59.0% และเมื่อได้ผ่านการทำไพรมมิ่ง พบว่า hydropriming 72 hr. ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสูงกว่าการทำไพรมมิงโดยวิธีอื่นๆ คือ การทำ hydropriming 72 hr. มีความงอก 75.0% ส่วนการทำ osmopriming 24 hr. ความงอกอยู่ที่ 59% ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าการทำไพรมมิ่งได้ช่วยให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกเพิ่มมากขึ้น

จากการตรวจสอบการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ทั้ง 2 พันธุ์ โดยการเปรียบเทียบ control, traditional soaking, hydropriming และ osmopriming ในพันธุ์สามเดือนและพันธุ์เล็บนก พบว่าภายในเวลา 24 hr. เมล็ดจะดูดน้ำเข้าไปอย่างรวดเร็ว หลังจากนี้ไปแล้วน้ำที่เข้าไปภายในเมล็ดเริ่มลดลงหรือเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย ที่ระยะเวลา 48 hr. เริ่มมีรากงอกออกมาจากบางเมล็ดให้เห็น หลังจากนั้นเมล็ดอื่นๆ ก็จะทยอยงอกรากเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ทราบว่าการทำไพรมมิ่งใน 2 วิธีนั้น จะมีส่วนทำให้เมล็ดมีอัตราการงอกเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ control และ traditional soaking

4.2 ดัชนีความงอก (germination index)

ดัชนีความงอกก่อนการทำไพรมมิงในเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือน (control) มีค่าเฉลี่ย 27.96 การแช่เมล็ดพันธุ์ตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ (traditional soaking) มีค่าเฉลี่ย 27.48 ซึ่งทำให้เห็นว่ามีความใกล้เคียงกันและเมื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดทั้งสองวิธีคือ hydropriming ที่ 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง และ osmopriming ที่ 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง ทำให้เห็นว่า hydropriming ที่ 96 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 35.75 ส่วน osmopriming ที่ 96 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 35.81 ในช่วงระยะเวลา 24-72 ชั่วโมง มีดัชนีความงอกที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ จนกระทั่ง 96 ชั่วโมง มีดัชนีความงอกเฉลี่ยที่มากที่สุด (ตารางที่ 4.2)

ส่วนของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกก่อนการทำไพรมมิ่ง (control) มีค่าดัชนีความงอกเฉลี่ย 25.25 การแช่เมล็ดพันธุ์ตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติมีค่าดัชนีความงอกเฉลี่ย 23.16 และเมื่อเมล็ดพันธุ์ได้ผ่านการทำไพรมมิ่งแบบ hydropriming ที่ 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง และ osmopriming ที่ 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า hydropriming 72 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์มีดัชนีความงอก 34.46 สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการทำไพรมมิง ส่วนของ osmopriming ที่ 24 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกมีดัชนีความงอก 26.5 นอกจากนี้พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 2 พันธุ์ นี้คือพันธุ์สามเดือน และเล็บนกมีดัชนีความงอกแตกต่างกัน อาจเกิดจากคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันหรืออาจเกิดจากการทำไพรมมิ่งต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดกันหรือต่างพันธุ์กันย่อมให้ผลไม่เหมือนกัน Smith and Cobb (1991) พบว่าอัตราความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการทำ osmopriming ด้วยเกลือ Na_2SO_4 จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการทำ hydropriming และอีกสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากการสุ่มของเมล็ดพันธุ์เล็บนกที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพียง 59.0% เมื่อนำเมล็ดมาทำการทดลองจึงทำให้ค่าเฉลี่ยดัชนีความงอกมีความไม่คงที่ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก

สิ่งทดลอง	ความงอก (%)	
	สามเดือน	เล็บนก
1. Control (non-priming)	73.00b	59.00b
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	75.50ab	56.50bc
3. Hydropriming 24 hr.	83.00ab	60.00b
4. Hydropriming 48 hr.	80.50ab	62.50b
5. Hydropriming 72 hr.	81.50ab	75.00a
6. Hydropriming 96 hr.	77.00ab	54.50bc
7. Osmopriming 24 hr.	86.00a	59.00b
8. Osmopriming 48 hr.	76.00ab	45.50c
9. Osmopriming 72 hr.	62.25c	58.50b
10. Osmopriming 96 hr.	79.50ab	53.50bc
F-test	**	**
C.V. (%)	8.63	12.99

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก

สิ่งทดลอง	ดัชนีความงอก	
	สามเดือน	เล็บนก
1. Control (non-priming)	27.96c	25.21bcd
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	27.48c	23.16bcd
3. Hydropriming 24 hr.	34.89ab	26.63bc
4. Hydropriming 48 hr.	30.91abc	29.25b
5. Hydropriming 72 hr.	29.98bc	34.46a
6. Hydropriming 96 hr.	35.77a	25.54bc
7. Osmopriming 24 hr.	30.49bc	26.50bc
8. Osmopriming 48 hr.	30.04bc	19.58d
9. Osmopriming 72 hr.	28.17c	22.83cd
10. Osmopriming 96 hr.	35.81a	23.92bcd
F-test	**	**
C.V. (%)	10.31	13.92

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

4.3 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT)

เวลาเฉลี่ยที่เมล็ดพันธุ์พืชใช้ในการงอกยิ่งใช้ระยะเวลาในการงอกที่น้อยจะยิ่งส่งผลดีต่อการงอกและการตั้งตัวของต้นกล้า เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือน ก่อนทำไพรมมิง (control) มีเวลาเฉลี่ย ในการงอก 2.72 วัน ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ (traditional soaking) มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 2.88 วัน และเมื่อเมล็ดพันธุ์ได้ผ่านการกระตุ้นการงอกทั้งสองวิธีคือ hydropriming 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง และ osmopriming 24, 48, 72, 96 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นการงอกส่วนใหญ่มีเวลาเฉลี่ยในการงอกลดลง โดยพบว่าการทำ hydropriming 96 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนมีเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุดเพียง 2.23 วัน (ตารางที่ 4.3)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนก ก่อนทำไพรมมิง (control) มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 2.44 วัน ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 2.60 วัน และพบว่าการทำ hydropriming 24 48 72 96 ชั่วโมง และ osmopriming 24 48 และ 96 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกไม่แตกต่างกันระหว่าง 2.19-2.42 วัน (ตารางที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (MGT) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก

สิ่งทดลอง	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (วัน)	
	สามเดือน	เล็บนก
1. Control (non-priming)	2.72abc	2.44abc
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	2.89ab	2.60ab
3. Hydropriming 24 hr.	2.52cde	2.35bc
4. Hydropriming 48 hr.	2.75abc	2.19c
5. Hydropriming 72 hr.	2.82ab	2.26c
6. Hydropriming 96 hr.	2.23f	2.21c
7. Osmopriming 24 hr.	2.96a	2.30c
8. Osmopriming 48 hr.	2.65bcd	2.42abc
9. Osmopriming 72 hr.	2.42def	2.65a
10. Osmopriming 96 hr.	2.32fe	2.32c
F-test	**	*
C.V. (%)	6.61	7.28

หมายเหตุ: * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

4.4 พลังงานในการงอก (germination energy)

เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนก่อนทำไพรมมิ่ง (control) มีพลังในการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 73.5% ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ (traditional soaking) มีพลังในการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 40.5% เมื่อกระตุ้นการงอกพบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนที่กระตุ้นการงอกด้วยวิธี osmopriming 24 ชั่วโมง มีพลังงานในการงอกสูงสุดเท่ากับ 84.5% สูงกว่า ($p \leq 0.01$) เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการกระตุ้นการงอก แต่ไม่แตกต่างจากการทำ hydropriming 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง ที่มีพลังงานในการงอกเฉลี่ย 80.5 79.5 80.0 76.5% ตามลำดับ และไม่แตกต่างจากการ osmopriming 48 และ 96 ชั่วโมง ซึ่งมีพลังงานในการงอกเฉลี่ย เท่ากับ 76.0 และ 79.0% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกก่อนทำไพรมมิ่ง (control) มีพลังงานในการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 55.5% และการแช่เมล็ดพันธุ์ตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติมีพลังงานในการงอกเฉลี่ยเท่ากับ 31.5% เมื่อนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกไปกระตุ้นการงอกแล้วพบว่า การกระตุ้นการงอกแบบ hydropriming 72 ชั่วโมง พันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกมีพลังงานในการงอกสูงที่สุดและแตกต่างจากการกระตุ้นเมล็ดด้วยวิธีอื่นๆ และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นคือ มีพลังงานในการงอกเฉลี่ยสูงถึง 75.0% (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 พลังงานในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก

สิ่งทดลอง	พลังงานในการงอก (%)	
	สามเดือน	เล็บนก
1. Control (non-priming)	73.50b	55.50bc
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	40.50d	31.50d
3. Hydropriming 24 hr.	80.50ab	60.00bc
4. Hydropriming 48 hr.	79.50ab	62.50b
5. Hydropriming 72 hr.	80.00ab	75.00a
6. Hydropriming 96 hr.	76.50ab	57.00bc
7. Osmopriming 24 hr.	84.50a	59.00bc
8. Osmopriming 48 hr.	76.00ab	49.50c
9. Osmopriming 72 hr.	63.00c	58.50bc
10. Osmopriming 96 hr.	79.00ab	53.50bc
F-test	**	**
C.V. (%)	8.31	13.18

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

4.5 เวลาที่ใช้ในการงอก 50% (time to 50% germination)

เวลาที่ใช้ในการงอก 50% (T50) คือระยะหรือช่วงเวลาที่ใช้ไป (วัน) ที่เมล็ดพันธุ์งอกได้จำนวนครึ่งหนึ่ง (50%) ของเมล็ดพันธุ์ที่งอกได้ทั้งหมด ผลการทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนก่อนทำไพรมมิง (control) ใช้เวลาในการงอก 50% เท่ากับ 2.55 วัน ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติใช้เวลาในการงอก 50% เท่ากับ 2.40 วัน และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นการงอกโดยวิธีการ hydropriming และวิธี osmopriming พบว่าการกระตุ้นการงอกหลายวิธีทำให้เวลาในการงอก 50% ลดลง โดยการกระตุ้นการงอกวิธี hydropriming 96 ชั่วโมง และวิธี osmopriming 72 และ 96 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนใช้เวลาในการงอก 50% น้อยกว่าการกระตุ้นด้วยวิธีอื่นๆ และน้อยกว่าวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุม คือ เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนใช้เวลาในการงอก 50% เท่ากับ 1.63 1.86 และ 1.71 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ส่วนเวลาที่ใช้ในการงอก 50% ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนก ก่อนทำไพรมมิง (control) ใช้เวลาในการงอก 50% เท่ากับ 2.62 วัน ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติใช้เวลาในการงอก 50% เท่ากับ 2.02 วัน และเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนก เมื่อผ่านการกระตุ้นการงอกแล้วส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการงอก 50% ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นการงอกและเมล็ดพันธุ์ที่กระตุ้นการงอกตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ โดยพบว่าการกระตุ้นการงอกโดย hydropriming 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกใช้เวลาในการงอก 50% ระหว่าง 1.62-1.76 วัน และการกระตุ้นการงอกโดย osmopriming 24 48 และ 96 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกใช้เวลาในการงอก 50% ระหว่าง 1.73-1.91 วัน (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 เวลาที่ใช้ในการงอก 50% (T_{50}) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก

สิ่งทดลอง	เวลาที่ใช้ในการงอก 50% (วัน)	
	สามเดือน	เล็บนก
1. Control (non-priming)	2.55a	2.62a
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	2.40ab	2.02bc
3. Hydropriming 24 hr.	1.94cde	1.76bcd
4. Hydropriming 48 hr.	2.15bcd	1.63d
5. Hydropriming 72 hr.	2.36ab	1.66cd
6. Hydropriming 96 hr.	1.63e	1.62d
7. Osmopriming 24 hr.	2.45ab	1.73cd
8. Osmopriming 48 hr.	2.20bc	1.91bcd
9. Osmopriming 72 hr.	1.86de	2.11b
10. Osmopriming 96 hr.	1.71e	1.75bcd
F-test	**	**
C.V. (%)	9.39	12.25

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์ (electricity conductivity; EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์ หรือค่าความรั่วไหล คือ ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่ละลายออกมาจากเมล็ดพันธุ์มาสะสมอยู่ในน้ำ โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพมากผนังเซลล์ และเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีความเสียหายมากทำให้สารประกอบที่มีอยู่ในเมล็ดละลายออกมามาก เมื่อสารประกอบในเมล็ดละลายออกมามากย่อมทำให้สารละลายมีความเข้มข้นของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดมากตามไปด้วยและเมื่อสารละลายมีความเข้มข้นมากก็จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ผลการทดลองพบว่าสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนก่อนทำไพรมมิงมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 22.23 µS/cm/g seed ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 13.92 µS/cm/g seed เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปกระตุ้นการงอกพบว่าการกระตุ้นการงอกโดยวิธี hydropriming 48 72 และ 96 ชั่วโมง สารละลายจากเมล็ดพันธุ์มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 12.38-12.83 µS/cm/g seed ขณะที่การกระตุ้นการงอกโดยวิธี osmopriming พบว่าสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนมีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นการงอกและเมล็ดพันธุ์ที่กระตุ้นการงอกตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ กล่าวคือการกระตุ้นการงอกโดยวิธี osmopriming 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง สารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 33.2 34.70 43.62 และ 40.98 µS/cm/g seed ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนก ผลการทดลองพบว่าสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีการกระตุ้นการงอก (control) มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 30.45 µS/cm/g seed ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 14.48 µS/cm/g seed เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปกระตุ้นการงอกพบว่าการกระตุ้นการงอกโดยวิธี hydropriming ระหว่าง 24-96 ชั่วโมง สารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 11.98-17.43 µS/cm/g seed โดยการกระตุ้นการงอกวิธี hydropriming 96 ชั่วโมง สารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกมีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดเท่ากับ 11.98 µS/cm/g seed

ส่วนการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกโดยวิธี osmopriming พบว่าค่าการนำไฟฟ้าหรือความเข้มข้นของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกมีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นการงอกและเมล็ดพันธุ์ที่กระตุ้นการงอกตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ กล่าวคือ การกระตุ้นการงอกโดยวิธี osmopriming ระหว่าง 24-96 ชั่วโมง ทำให้สารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 40.20- 60.35 µS/cm/g seed (ตารางที่ 4.6) แสดงว่าน้ำและสารละลาย KNO_3 จะเข้าไปกระตุ้นให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเมล็ดเกิดการฉีกขาดเสียหายมากขึ้น โดยเฉพาะสารละลาย KNO_3 จะไปกระตุ้นให้เยื่อหุ้มเซลล์ในเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดเสียหายและมีสารรั่วไหลออกมาสู่สารละลายมากขึ้นซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Basra et al. (2005) ที่รายงานผลการทำ osmopriming ในข้าวด้วยสารละลาย KNO_3 ว่าสารละลาย KNO_3 ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวและข้าวสาลี เสียหาย ทำให้สารละลายมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Basra et al. (2002) รายงานว่าสารละลาย KNO_3 จะเข้าไปทำร้ายออแกเนลต่างๆ ภายในเซลล์และเมมเบรนในข้าวสาลี ทั้งนี้ เมล็ดพันธุ์พืชยิ่งเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นมากเพียงใด การรั่วไหลของเมมเบรนของเมล็ดพันธุ์ก็จะยิ่งมากขึ้นตามไปด้วย (Matthews and Powell. 1981; Bray. 1995; Copeland and McDonald. 1995; McDonald. 2000) ผลการทดลองนี้ยืนยันให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์เล็บนกมีการเสื่อมคุณภาพมากกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือน ซึ่งสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ความงอกที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์สามเดือนและเล็บนก

สิ่งทดลอง	ค่าการนำไฟฟ้า (μS/cm/g seed)	
	สามเดือน	เล็บนก
1. Control (non-priming)	22.23c	30.47d
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	13.98d	14.48e
3. Hydropriming 24 hr.	13.03d	17.43e
4. Hydropriming 48 hr.	12.83d	17.50e
5. Hydropriming 72 hr.	12.38d	17.15e
6. Hydropriming 96 hr.	12.80d	11.98e
7. Osmopriming 24 hr.	33.35b	40.20c
8. Osmopriming 48 hr.	34.70b	45.25bc
9. Osmopriming 72 hr.	43.63a	49.97b
10. Osmopriming 96 hr.	40.98a	60.35a
F-test	**	**
C.V. (%)	8.23	12.04

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

4.7 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม

เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอมก่อนการกระตุ้นการงอก (non-priming) มีความงอก 73.75 และ 59.00% ตามลำดับ ขณะที่การกระตุ้นการงอกตามวิธีที่เกษตรกรใช้ (traditional soaking) เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 90.50 และ 62.50% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่การกระตุ้นการงอกด้วยวิธี hydropriming 24, 48 ชั่วโมง, hardening 24, 48 ชั่วโมง และ osmohardening 24, 48 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์นุสรามีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 93.00-97.00% ส่วนเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 73.75-80.00% โดย hydropriming 24 ชั่วโมง ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 พันธุ์สูงสุดเท่ากับ 97.00 และ 80.00% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพยอม

สิ่งทดลอง	ความงอก (%)	
	นุสรา	ดอกพยอม
1. Control (non-priming)	73.75c	59.00b
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	90.50b	62.50b
3. Hydropriming 24 hr.	97.00a	80.00a
4. Hydropriming 48 hr.	96.00ab	78.50a
5. Hardening 24 hr.	95.50ab	76.25a
6. Hardening 48 hr.	93.00ab	75.00a
7. Osmohardening 24 hr.	94.50ab	75.50a
8. Osmohardening 48 hr.	93.00ab	73.75a
F-test	**	**
C.V. (%)	4.12	7.16

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

4.8 พลังงานในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม

เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอมก่อนการกระตุ้นการงอก (non-priming) มีพลังงานในการงอก 68.89 และ 74.74% ตามลำดับ และเมื่อกระตุ้นการงอกตามวิธีที่เกษตรกรใช้ (traditional soaking) เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอมมีพลังงานในการงอกเพิ่มขึ้นเป็น 100.0 และ 84.23% ตามลำดับ และการกระตุ้นการงอกด้วยวิธี hydropriming 24, 48 ชั่วโมง, hardening 48 ชั่วโมง และ osmohardening 24, 48 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์นุสรามีพลังงานในการงอกเท่ากันเท่ากับ 100.0% ส่วนเมล็ดพันธุ์ดอกพยอมมีพลังงานในการงอกระหว่าง 84.47-86.24%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลจากเมล็ดพันธุ์นุสราและดอกพะยอม

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราก่อนทำไพรมมิงมีค่าเท่ากับ 31.20 µS/cm/g seed ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำตามแบบที่เกษตรกรปฏิบัติ มีค่าการนำไฟฟ้าลดลงเหลือเพียง 8.35 µS/cm/g seed และพบว่าสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ที่ได้รับการกระตุ้นการงอกโดยวิธี hydropriming 24 และ 48 ชั่วโมง และวิธี hardening 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่าการนำไฟฟ้าลดลงเหลือเพียง 8.70-12.50 µS/cm/g seed ขณะที่สารละลายเมล็ดพันธุ์นุสราที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวิธี osmohardening 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 32.13 และ 44.20 µS/cm/g seed ตามลำดับ

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมก่อนการกระตุ้นการงอกเท่ากับ 25.88 µS/cm/g seed ส่วนการกระตุ้นการงอกโดยวิธี hydropriming, hardening และ osmohardening ต่อค่าการนำไฟฟ้าหรือค่าการรั่วไหลของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมเป็นไปในทำนองเดียวกันกับเมล็ดพันธุ์นุสรา แสดงให้เห็นว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำตามวิธีที่เกษตรกรใช้ การกระตุ้นการงอกด้วยวิธี hydropriming และ hardening จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีการซ่อมแซมเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์และเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพ ส่วนวิธี osmohardening พบว่าจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มเมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพมากขึ้น

ตารางที่ 4.8 พลังงานในการงอก (GE) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพะยอม

สิ่งทดลอง	พลังงานในการงอก (%)	
	นุสรา	ดอกพยอม
1. Control (non-priming)	68.89c	74.74b
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	100.0a	84.23a
3. Hydropriming 24 hr.	100.0a	86.24a
4. Hydropriming 48 hr.	100.0a	85.22a
5. Hardening 24 hr.	93.59b	83.01ab
6. Hardening 48 hr.	100.0a	84.47a
7. Osmohardening 24 hr.	100.0a	86.14a
8. Osmohardening 48 hr.	100.0a	85.07a
F-test	**	**
C.V. (%)	2.90	7.05

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ เว้นแต่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายจากเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพยอม

สิ่งทดลอง	ค่าการนำไฟฟ้า (μS/cm/g seed)	
	นุสรา	ดอกพยอม
1. Control (non-priming)	31.20b	25.88b
2. Traditional soaking (H_2O, 24 hr.)	8.35d	11.20c
3. Hydropriming 24 hr.	8.70d	12.08c
4. Hydropriming 48 hr.	11.12c	11.35c
5. Hardening 24 hr.	10.80c	11.83c
6. Hardening 48 hr.	12.50c	12.63c
7. Osmohardening 24 hr.	32.13b	41.43a
8. Osmohardening 48 hr.	44.20a	43.18a
F-test	**	**
C.V. (%)	6.84	6.02

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กในคอลัมน์เดียวกันต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Multiple-Range Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ
(Conclusion and Suggestion)

5.1 สรุปผลการศึกษา

ข้าวไร่เป็นพืชอาหารที่สามารถปลูกได้เฉพาะในฤดูฝนเพียง 1 ครั้งต่อปีเท่านั้น เนื่องจากเกษตรกรปลูกข้าวไร่โดยการอาศัยเฉพาะน้ำฝนที่ตกตามฤดูกาลปีละประมาณ 5-6 เดือน ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องเก็บรักษาข้าวเปลือกที่ผลิตได้ในแต่ละปี ส่วนหนึ่งไว้ทำเมล็ดพันธุ์เพื่อการปลูกในฤดูฝนของปีถัดไป ซึ่งมักจะต้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ก่อนการปลูกในฤดูถัดไประหว่าง 6-8 เดือน ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานย่อมมีการเสื่อมคุณภาพ โดยเฉพาะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกรมักจะไม่ได้เก็บรักษาไว้ภายใต้การควบคุมความชื้นและอุณหภูมิฯลฯ จึงทำให้อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยิ่งสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการให้ผลผลิตจากการปลูก คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาวิธีปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ โดยศึกษากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 4 พันธุ์ประกอบด้วยพันธุ์สามเดือน เล็บนก นุสรา และดอกพะยอม ผลการศึกษาทดลองสรุปได้ดังนี้

5.1.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ 4 พันธุ์ คือพันธุ์สามเดือน เล็บนก นุสรา และดอกพะยอม ที่บรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิประมาณ 8-10 $^{\circ}$C) เป็นเวลาประมาณ 1 ปี มีความงอก 73.0, 59.0, 73.75 และ 59.0% ตามลำดับ

5.1.2 การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) ทำให้การงอกของเมล็ดพันธ์ข้าวไร่ทั้ง 4 พันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการกระตุ้นการงอก

5.1.3 วิธีการกระตุ้นการงอกที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่แต่ละพันธุ์แตกต่างกัน โดยวิธีกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์สามเดือนและพันธุ์เล็บนกที่เหมาะสมคือ hydropriming เป็นเวลา 24, 48 หรือ 72 ชั่วโมง และ osmopriming เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งทำให้เมล็ดพันธุ์สามเดือนเพิ่มความงอกจาก 73.0% เป็น 83.0, 80.5, 81.5 และ 86.0% ตามลำดับ และทำให้เมล็ดพันธุ์เล็บนกเพิ่มความงอกจาก 59.0% เป็น 60.0, 62.5, 75.9 และ 59.0% ตามลำดับ ส่วนเมล็ดพันธุ์นุสราพบว่าการกระตุ้นการงอกทุกวิธีสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือการกระตุ้นโดยวิธี traditional soaking, hydropriming 24, 48 hr, hardening 24, 48 hr, และ osmohardening 24, 48 hr ทำให้เมล็ดพันธุ์นุสรามีความงอกเพิ่มจาก 73.75% เป็น 90.5-97.0% และพบว่าวิธีกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ดอกพยอมที่เหมาะสมคือ hydropriming 24, 48 hr, hardening 24, 48 hr, และ osmohardening 24, 48 hr ซึ่งทำให้เมล็ดพันธุ์ดอกพะยอมมีความงอกเพิ่มจาก 59.0% เป็น 73.75-80.0%

5.1.4 วิธีการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์นุสราและดอกพยอมที่เหมาะสมหรือดีที่สุดคือ hydropriming เป็นเวลา 24 หรือ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาหาวิธีปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเฉพาะข้าวไร่ หรือข้าวไวแสง ที่สามารถปลูกได้เพียงปีละครั้งพันธุ์อื่นๆ รวมถึงการศึกษาหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์วิธีใหม่ๆ และควรศึกษากลไกการเพิ่มขึ้นของคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพื่อหาเหตุผลมาอธิบายว่าเหตุใดเมื่อปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ แล้วคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชอต่ละชนิด และแต่ละพันธุ์จึงตอบสนองต่อวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2558. ข้าวไทยกับประชากรโลก. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://brrd.in.th/main/index.php?option=com_content&view=article&id=687:rice&catid=61:rice-knowledge&Itemid=77 [8 พฤศจิกายน 2559]

กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว. ดอกพะยอม. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://www.brrd.in.th/rkb/contents/view/category:17/title:index.php-file=content.php&id=99.html [26 พฤศจิกายน 2559]

ข้าวไร่. 2559. ข้าวเจ้าพันธุ์เล็บนกไร่. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://upland-rice.blogspot.com/2016/03/upland-rice11.html [26 พฤศจิกายน 2559]

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 210 หน้า.

ปฏิมาภรณ์ ใจเย็น. 2556. การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกข15. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุรนารี.

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

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. มหาลัยวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วัลลภ สันติประชา. 2538. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชซาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สถาบันวิจัยข้าว. 2542. วิวัฒนาการพันธุ์ข้าวไทย. กรมวิชาการเกษตร. 168 หน้า.

Argerich, C.A., Bradford, K.J. and Torguis, A.M. 1989. The effect of priming ang ageing on resistance to deterioration of tomato seed. **J. Exp. Bot. 40 : 593-598.**

Akers, A.W. and Holley, K.E. 1986. SPS: a system for priming seeds using aerated polyethylene glycol or salt solution. **HortScience** 21: 529-531.

Bewley, J.D. 1997. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell.** 9: 1055-1066

Black, M. and Bewley, J. D. (eds). 2000. Seed technology and its biological basis. England : Sheffeld academic press.

Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience.** 21 : 1105-1112.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bradford, K. J. 2006. **Seed priming. Seed priming and enhancement workshop,** Kasetsart University, Bangkok, Thailand, November 6-7, 2006.

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.

Carter, A.K. and Stevens, R. 1998. Using ethephon and GA_3 to overcome thermoinhibition in pepper seed (*Capsicum anmum* Jalapeno M.) **HortScience** 33: 1026-1027.

Coobear, P. 1995. Mechanism of seed deterioration. Pp. 223-277. In: Basra, A.S. (ed). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications.** Food Prees : New York

Copeland, L.O. and McDonald, M. B. 1995. Principles of seed science and technology. 2nd ed. Burgress Publishing Co., Minneapolis, Mn.

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

Currah, I. E. 1978. Plant uniformityat harvest related to variation between emerging seedlings. **Acta Horticulturae.** 72: 57-68.

Dell'Aquila, A. and Tritto, V. 1991. Germination and biochemical activities in wheat seeds following delayed harvesting, ageing and osmotic priming. **Seed Sci. and Technol.** 19: 73-82.

Delouche, J. C. and Baskin, C. C. 1973. Acceleratedaging for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. and technol. 1 : 427-452.

Dornbos, J.R. 1995. Production environment and seed quality. Pp. 119-152. In: Basra, A.S. (ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications.** Food Product Press : New York.

Farmerlanding. 2013. ข้าวสามเดือน. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://www.farmerlanding.com/rice-3-month.html [26 พฤศจิกายน 2559]

Franca Neto, J.B., Henning, A.A. and Krzyzanowski, F.C. 1994. Seed production and technology for the tropics. Pp. 217-240. In : Wilcox, J.R. (ed.). **Tropical soybean : Improvement and production.** Rome, Italy. FAQ.

Garcia, F. C., Jimenez., L. F. and Vazquez-Ramos, J. M. 1995. Biochemical and cytological studies on osmoprimimg maize seeds. **Seed Sci. Res.** 5 : 15-23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hacisalihoglu, G. Taylor, A. G. Paine, D. H. Hildenbrand, M. B. and Khan, A. A. 1999. Embryo elongation and germination rates as sensitive indicators of lettuce seed quality : priming and aging atudies. Hort Science. 34 : 1240-1243.

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

Hallpin-Ingham, B. and Sundstrom, F. J. 1992. Peper seed water content, germination response and renpiration following treatments. Seed Sci. and Technal 20 : 589-596.

Halmer, P. 2000. Commercial Seed Treatment Technology. Pp. 257-286. In: Black, M. and Bewley, J. D. (eds.). **Seed technology and its biological basis.** Sheffield Academic Press. England.

Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. Pp. 145-240. In : Kozlowski, T.T. (ed.). **Seed biology : germination control, metabolism and pathology. Vol. III.** Academic Press: New York

Kassen, C. M., Haigh, A., Van der Toorn, P. and Weges, R. 1989. Physiological mechanisms involved in seed priming. pp. 269-280. In: Taylorson, R. B. (ed.). **Recent advances in the development and germination of seed.** Plenum Press. NewYork.

Matthew, S. and Powell, A.A. 1981. Electrical conductivity tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 65 : 109-139.

McDonald, M. B. 1999. Seed deterioration : physiology, repair and assessment. Seed sci. and Technol. 27 : 177-23.

McDonald, M. B. 2000. Seed Priming. pp. 287-325. In: Black, M. and Bewley, J. D (eds.). **Seed technology and its biological basis.** Sheffield Academic Press. England.

Mehdi, G., Mohoud, P. M. and Mehdi, T. 2008. Influence of different osmopriming treatments on emergency and yield of maize. **Res. J. Biol. Sci.** 3: 1452-1455.

Naylor, R.E.L. and Syversen, M. K. 1988. Assessment of seed vigor in Italian ryegrass. **Seed Sci. and Technal.** 16 : 419-426.

Ozbingol, N. Corbineau, F. and Come, D. 1998. Responses of tomato seeds to osmoconditioning a related to temperature and oxygen. **Seed Sci. Res.** 8 : 377-384.

Penaloza, A.P.S. ad Eira, M.T.S. 1993. Hydration-dehydration treatments on tomato seeds(*Lycopersicon esculentum* Mill). **Seed Sci. and Technal.** 21 : 309-316.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pijilen, J.G., Kraak, H.L., Bino, R.J. and Vos, C.H.R. 1995. Effects of aging and osmopriming on germination characteristics 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.

Powell, A. A., Yule, T. J., Hai-chum Jing Goot, S. P. C., Bion, R. S. and Pritchard, H. W. 2000. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. **J. Exp. Bot.** 51 : 2031-2043.

Priestly, D.A. 1986. **Seed aging : Implications for seed storage and persistence in the soil.** London. Comstock Publishing Associates.

Ranjit, M., Luguang, W. Hallgren, W. Yaying, W. and Conway, K. E. 2000. Solid matrix priming improves seedling vigor of okra seeds. **Proc. Okla. Acad. Sci.** 80: 33-37.

Rivas, M., Sumdstrom, F. J., and Edwords, R. L. 1984. Germination and crop development of hot peper after seed priming. **Hortscence.** 19 : 279-281.

Smith, M. T. and Berjak, P. 1995. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. Pp. 701-746. In: Kigel, J. and Gelili, G.(eds.) **Seed development and germination.** New York. Marcel Dekker, Inc. New York.

Smith, P.T. and Cobb, B.G. 1991. Accelerated germination of pepper seed by priming eith salt solutions and water. **HortScience.** 26 : 417-419.

Taylor, A. G. Allen, P. S. Bennett, M. A. Bradford, K. J. Burris, J. S. and Misra, M. K. 1998. Seed enhancments. Seed Sci. Res. 8 : 245-256.

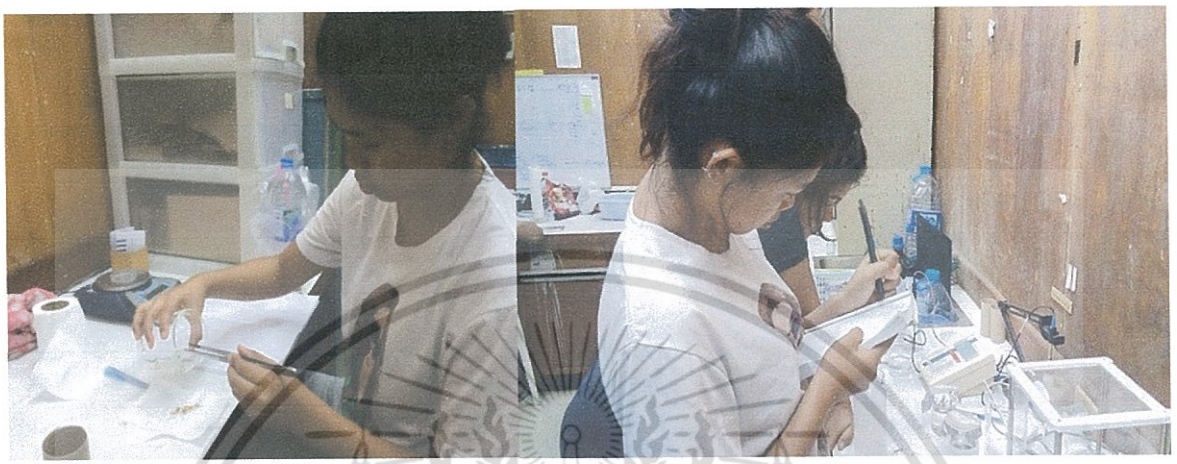
Tekrony, D.M., Egli, D.B. and White, G.M. 1987. "Seed production and technology." pp. 295-354. In : Wilcox, J. R. (ed.). **Soybeans : Improvement, production and users;** 2nd(edn). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy.

Thomas, T. H. 1983. Stimulation of celeriac and celery seed germination by growth regulator seed soaks. **Seed Sci. and Technaol.** 11 : 301-305.

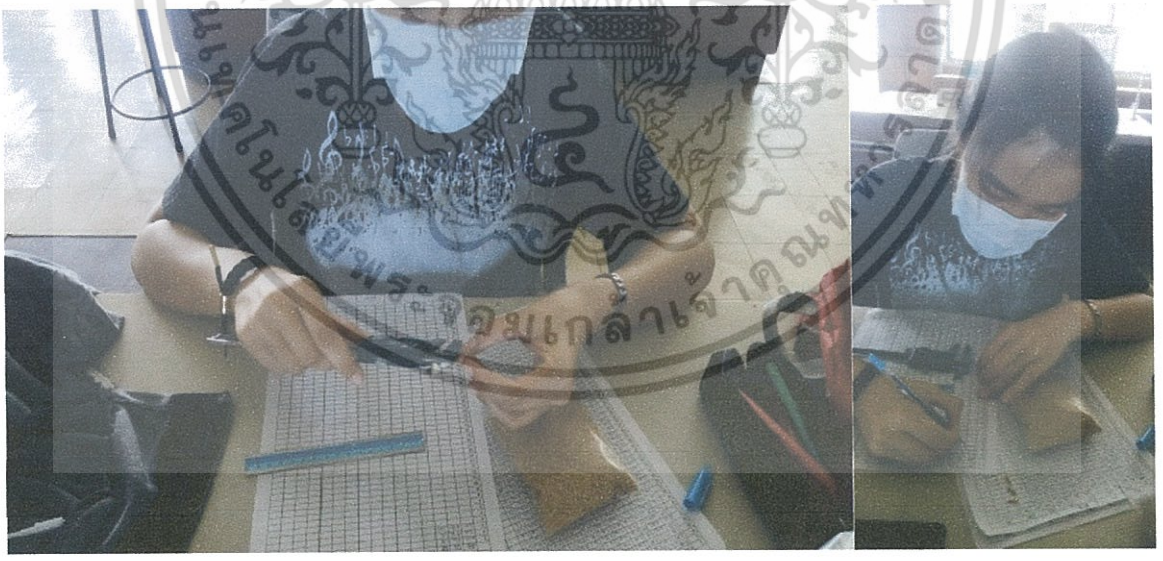
Tilden, R. L. and West, S. H. 1985. Reversal of the effects aging in soybean seeds Plant Physiol. 77 : 584-586.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



ภาพภาคผนวกที่ 1 ชั่งน้ำหนักเมล็ดก่อน-หลังการวัดค่าการรั่วไหล (EC) และการตรวจวัดค่าการรั่วไหล



ภาพภาคผนวกที่ 2 การวัดขนาดเมล็ดพันธุ์ข้าว (กว้าง-ยาว-หนา) ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 3 Clorox และการแช่เมล็ดพันธุ์เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ก่อนทดสอบความงอก

ภาพภาคผนวกที่ 4 อุปกรณ์และการเพาะเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวไร่เพื่อทดสอบความงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 5 ลักษณะการวางเรียงเมล็ดพันธุ์ข้าวบนกระดาษเพาะเพื่อทดสอบความงอก

ภาพภาคผนวกที่ 6 เมล็ดพันธุ์ข้าวที่บ่มเพาะในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

ภาพภาคผนวกที่ 7 การทำ hydropriming และ osmopriming ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้