การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยวิธีการทำ seed priming

จินตนา สงฤทธิ์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2563

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยวิธีการทำ seed priming

จินตนา สงฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยวิธีการทำ seed priming

จินตนา สงฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(อาจารย์ ดร.ประนอม ยังคำมั่น)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รักษาการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยวิธีการทำ seed priming
ชื่อผู้เขียน นางสาวจินตนา สงฤทธิ์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ประนอม ยังคำมั่น

บทคัดย่อ

จุดประสงค์การทำวิจัยเพื่อต้องการประเมินผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยการเตรียมการงอกเมล็ดหรือการทำ seed priming และต้องการทราบสภาพที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการยกระดับคุณภาพ ซึ่งในการวิจัยได้แบ่งเป็น 4 การทดลอง ในการทดลองแรกศึกษาผลระยะเวลาการแช่เมล็ดด้วยน้ำที่เหมาะสมในการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยการแช่เมล็ดในน้ำเป็นระยะเวลา 0, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดมาลดความชื้นเท่ากับความชื้นเมล็ดเริ่มต้น (3.7%) ด้วยการใช้ซิลิก้าเจล และนำเมล็ดไปทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น ผลที่ได้พบว่าการแช่เมล็ดในน้ำที่ 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง เนื่องจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุดเมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ดังนั้น จึงได้นำระยะเวลาการแช่เมล็ดที่ 8 ชั่วโมง ไปใช้เพื่อการทำ seed priming ในการทดลองอื่นๆ ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (Salicylic acid; SA) และ กรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid; GA_3) ต่อการยกระดับการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง โดยแช่เมล็ดในสารละลาย GA_3 (250, 500 และ 1000 mg/l) สารละลาย SA (70, 100 และ 130 mg/l) และแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเมล็ดมาล้างน้ำและทำการลดความชื้นเมล็ดลงเท่ากับค่าความชื้นเมล็ดเริ่มต้น (3.7%) ด้วยการใช้ซิลิก้าเจล และนำเมล็ดไปทดสอบความงอกทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ผลที่ได้พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความเหมาะสมต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง เนื่องจากส่งเสริมให้เมล็ดมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อยทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ยิ่งกว่านั้นในการทดลองที่ 3 ได้นำเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA มาตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 4 วัน แล้วนำมาเพาะในห้องปฏิบัติการและโรงเรือน เมล็ดยังคงมีความงอกและความแข็งแรงที่สูงทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ในขณะเดียวกัน พบว่า ต้นกล้ามีความยาวยอด ความยาวรากและน้ำหนักแห้งสูงสุดในสภาพโรงเรือน

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming โดยนำเมล็ดมาเก็บรักษาในสภาพปิดในซองอลูมิเนียมฟอยด์ปิดผนึกกันความชื้น และแยกเก็บรักษาไว้ที่ 2 สภาพอุณหภูมิ ได้แก่ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน จากผลการทดลอง พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l เป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์การงอกและงอกเร็ว หลังเก็บไว้ทั้งใน 5 และ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำเมล็ดมาทดสอบความงอกทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเมื่อเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีผลต่อความสม่ำเสมอในการงอกของต้นกล้าโดยเมื่อนำเมล็ดมาเพาะทั้งในห้องปฏิบัติการและโรงเรือน เมล็ดมีค่าดัชนีความเร็วสูงสุด อย่างไรก็ตามการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักสดสูงที่สุดในสภาพโรงเรือน

จากผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองด้วยกรดซาลิไซลิก SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น โดยเมล็ดมีความงอกที่สูง งอกเร็ว ต้นกล้ามีความสม่ำเสมอของการงอกและการเจริญของต้นกล้าที่ดี โดยมีข้อแนะนำว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming นั้นควรเก็บที่สภาพอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยควรบรรจุเมล็ดในภาชนะปิดกันความชื้นเข้าหาเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะมีผลต่อการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ยังคงสูงอยู่และมีผลต่อมีการเจริญของต้นกล้าที่ดีหลังการนำเมล็ดไปเพาะในแปลงปลูก

คำสำคัญ : ดาวเรือง, การเตรียมการงอก, กรดซาลิไซลิก, การเก็บรักษาเมล็ด

Title SEED QUALITY ENHANCEMENT IN FRENCH MARIGOLD (*Tagetes patula*) BY PRIMING METHOD

Author Miss Chintana Songrit

Degree Master of Science in Horticulture

Advisory Committee Chairperson Dr. Pranom Yangkhamman

ABSTRACT

The aimed of research were to investigate the suitable kind and concentration of chemical treatments for enhancing quality of French marigold seed by priming method and to know the suitable storage condition for primed seed. Four experiment were done in this research. The first experiment, effect of seed soaking duration was investigated to find the suitable time for marigold seed priming. Seeds were soaked in water for 0, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 hours and then dried to the initial seed moisture content (3.7%) by using silica gel. Seed germination was tested in laboratory by top of paper method. The result showed that seed soaking for 8 hours was suitable time for enhancing quality of marigold seeds which the increase of highest percentage of germination and speed of germination index. Therefore, this soaking duration condition was designed to use for seed priming method in the next other experiments.

The effect of seed priming with salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA_3) on marigold seed quality enhancement was investigated in the second experiment. Primed seeds were prepared by soaking in solutions of GA_3 (250, 500, and 1000 mg/l) SA (70, 100, and 130 mg/l) and water for 8 hours at 25°C. Seeds were then washed with water and dried to the initial seed moisture content (3.7%) by using silica gel. Seed germination was tested in both laboratory and greenhouse conditions. The results showed that seed priming with 130 mg/ l SA was suitable for enhancing marigold seed quality which it showed the highest percentage of germination and speed of germination index as well as the mean germination time was decreased in both laboratory and greenhouse conditions. Furthermore, in the third experiment, primed seed with SA were tested for seed vigor investigation by Accelerated aging test (AA-test) at 40°C and 100% of relative humidity for 4 days followed by germination test in both laboratory and greenhouse conditions. The

result showed that the germination and vigor ware still high in primed seed with 130 mg/l SA. While high seedling growth was obtained as it showed high of shoot and root length with increase of dry weight of seedling when seeds were germinated under greenhouse condition.

The effect of storage condition on primed marigold seed was investigated in the Fourth experiment. Seeds were packed in sealed aluminum foil bag and then separated to store at 5 and 25°C for 6 months. The results showed that primed seed with 130 mg/l SA and storage at both 5 and 25°C until 6 month showed the high percentage of germination and the mean germination time decreased when seeds were germinated in both laboratory and greenhouse. Seed storage at 5°C had high seedling dry weight when the germination was done in the greenhouse condition, whereas the storage at 25°C affected to showed the high speed of germination in both under laboratory and greenhouse conditions. However, the high shoot length, root length and fresh weight of seedling were obtained in primed seed with 130 mg/l SA and stored at 5°C when the germination was investigated in the greenhouse condition.

On the results of this research could be concluded that seed priming with 130 mg/l SA can enhance seed quality as they showed the high and fast seed germination as well as the uniform seedling growth was observed in this priming method. The recommended storage condition for primed seed is 5°C and seeds should be packed in sealed aluminum foil bag to prevent the unstable of seed moisture during storage. This method can maintain the high quality of primed seed and the good growth of seedling will be obtained after planting in field.

Keywords : Marigold, seed priming, salicylic acid, seed storage

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ประนอม ยังคำมั่น กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ สาครวาสี ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาระหว่างการวิจัยมาโดยตลอด และเสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจ แก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ ทั้งนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอน ให้ความรู้ และคำแนะนำในการทำงานวิจัยให้ถูกต้องและสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนโดยตลอด รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดเวลาในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

จินตนา สงฤทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

สารบัญตารางภาคผนวก ..... ฑ

สารบัญภาพภาคผนวก ..... ต

บทที่ 1 บทนำ 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 4

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 4

การขยายพันธุ์ดาวเรือง 5

สถานการณ์การผลิตและความต้องการเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองในประเทศไทย 6

เมล็ดพันธุ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ 6

การงอกของเมล็ดพันธุ์ 7

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด 7

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ 9

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ 12

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed enhancement) 14
หลักการทำ Seed priming 15
การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Seed Storage) 24
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 28
วิธีการบันทึกข้อมูล 29
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 31
การทดลองที่ 1 ผลของระยะเวลาการทำ seed priming ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 31
การทดลองที่ 2 ผลของการทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 32
การทดลองที่ 3 ศึกษาความแข็งแรงเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) 33
การทดลองที่ 4 ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วย กรดซาลิไซลิก (SA) 34
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 35
การทดลองที่ 1 ผลของระยะเวลาการทำ seed priming ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 35
การทดลองที่ 2 ผลของการทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 38
การทดลองที่ 3 ศึกษาความแข็งแรงเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) 47
การทดลองที่ 4 ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) 56
วิจารณ์ผลการทดลอง 69
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 74
บรรณานุกรม 75

ภาคผนวก..... 84

ประวัติผู้วิจัย..... 126

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการทำ seed priming ด้วยน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน ต่อการยกระดับคุณภาพ ด้านค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 37

ตารางที่ 2 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 39

ตารางที่ 3 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง..... 40

ตารางที่ 4 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 41

ตารางที่ 5 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 42

ตารางที่ 6 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความสูงต้นของต้นกล้าดาวเรือง 43

ตารางที่ 7 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความยาวรากของต้นกล้าดาวเรือง..... 44

ตารางที่ 8 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรือง 45

ตารางที่ 9 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรือง 46

ตารางที่ 10 ผลความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 48

ตารางที่ 11 ผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 49

ตารางที่ 12 ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 51

ตารางที่ 13 ผลความยาวยอดของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 52

ตารางที่ 14 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 53

ตารางที่ 15 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 54

ตารางที่ 16 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ 55

ตารางที่ 17 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 57

ตารางที่ 18 ผลดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 59

ตารางที่ 19 ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 61

ตารางที่ 20 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 63

ตารางที่ 21 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 65

ตารางที่ 22 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 67

ตารางที่ 23 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน 68

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด 9

ภาพที่ 2 กระบวนการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดพันธุ์และระยะการทำ seed priming 15

ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) 22

ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้าง salicylic acid 23

ภาพที่ 5 ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองที่แช่น้ำระยะเวลาต่างกัน 35

ภาพที่ 6 ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการแช่สารเป็นเวลา 8 ชั่วโมง 38

สารบัญตารางภาคผนวก

หน้า

ตารางภาคผนวก 1 ผลเมล็ดสดไม่งอกจากการทำ seed priming ด้วยน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน..... 85

ตารางภาคผนวก 2 ผลเมล็ดสดไม่งอกจากการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง..... 86

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา..... 86

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา..... 87

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา..... 87

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming ก่อน การเก็บรักษา..... 88

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลความยาวรากของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming ก่อน การเก็บรักษา..... 88

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming ก่อน การเก็บรักษา..... 89

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา..... 89

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน..... 90

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง เป็นระยะเวลา 1 เดือน..... 91

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 1 เดือน..... 92

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน..... 93

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 1 เดือน 94

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน 95

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน 96

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาระยะเวลา 2 เดือน 97

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน 98

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน 99

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน 100

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 2 เดือน 101

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน 102

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน 103

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน 104

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน 105

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน 106

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน 107

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 3 เดือน 108

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน 109

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน 110

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน 111

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน 112

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน 113

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน 114

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 4 เดือน 115

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน 116

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน 117

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน 118

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน 119

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 5 เดือน 120

ตารางภาคผนวกที่ 41 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน 121

ตารางภาคผนวกที่ 42 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 5 เดือน 122

ตารางภาคผนวกที่ 43 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน 123

ตารางภาคผนวกที่ 44 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน 124

สารบัญภาพภาคผนวก

หน้า

ภาพภาคผนวกที่ 1 อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นระยะวลา 6 เดือน..... 125

ภาพภาคผนวกที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นระยะวลา 6 เดือน 125

บทที่ 1
บทนำ

ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่นิยมปลูกทั่วไป มีหลายชนิดและหลายสี รูปทรงของดอกสวยงาม สีสันสดใส ดอกบานทนนานหลายวัน สามารถปักแจกันได้นาน 1-2 สัปดาห์ ออกดอกเร็ว ประมาณ 60-70 วันหลังปลูก โดยส่วนมากนิยมปลูกเป็นไม้ประดับ จัดตกแต่งสถานที่และปลูกเพื่อตัดดอกร้อยมาลัย นอกจากนี้ยังมีการผลิตดาวเรืองแบบอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจุบันมีโรงงานรับซื้อดอกดาวเรืองเพื่อนำไปอบแห้งและส่งออกไปประเทศอินเดียเพื่อสกัดสารที่เป็นประโยชน์ สำหรับดาวเรืองฝรั่งเศส (*Tagetes patula* L.) นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ไม้กระถาง ไม้ถุง ปลูกประดับแปลงหรือตกแต่งอาคารสถานที่มากกว่าปลูกเพื่อตัดดอก เนื่องจากมีก้านดอกสั้น นอกจากนี้ดาวเรืองฝรั่งเศสยังมีประโยชน์ในทางยา โดยสามารถใช้ได้ทั้งลำต้น ใบ และส่วนของดอกยังเป็นแหล่งสำคัญของสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Tereschuk *et al.*, 1997; อัจฉรา และมงคล, 2556) เช่น สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศสมีสารพฤกษเคมีพวก phenolics, saponins และ tannins ปริมาณที่สูงจึงส่งผลให้สารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองนี้มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา DPPH และ ABTS radical scavenging และยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ α-glucosidase ได้สูงกว่าดาวเรืองอเมริกันและดาวเรืองพื้นเมือง (จำเนียร และคณะ, 2562) ดอกดาวเรืองยังสามารถแปรรูปเป็นชาเสริมสุขภาพ ใช้เป็นสีผสมอาหาร เครื่องสำอาง สีย้อมผ้า และใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ แต่ละส่วนของดาวเรืองมีสารประกอบทางเคมีหลายชนิด เช่น thiophene, phenolic compound, flavonoids, terpenoide, carotenoid และอื่นๆ (XU *et al.*, 2012) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านมะเร็ง (Singer, 1987) นอกจากนี้ยังสามารถนำแต่ละส่วนของต้นดาวเรืองมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น สารสกัดจากรากและใบของดาวเรืองมีประสิทธิภาพยับยั้งการเข้าดักแด้ก่อนการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของหนอนใยผัก (จรงค์ศักดิ์ และมณทินี, 2555) นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Ray *et al.*, 2010) เนื่องจากการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ดาวเรืองจึงเป็นที่ต้องการของตลาดในปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี (นันทิยา, 2535) โดยพื้นที่การผลิตดาวเรืองเพื่ออุตสาหกรรมมีพื้นที่ปลูกประมาณ 18,500 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน ตาก กำแพงเพชร และปราจีนบุรี ในปี 2560 ปริมาณการส่งออกดอกดาวเรือง 102,988 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 7,210,185 บาท ส่วนต้นกล้าดาวเรืองมีปริมาณการส่งออก 3,466 ต้น คิดเป็นมูลค่า 35,720 บาท รวมมูลค่าการส่งออก 7,245,905 บาท (กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ, 2560)

เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการปลูกพืช การพิจารณาใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าจากการลงทุน

ในการปลูกพืช ซึ่งลักษณะของเมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพต้องมีองค์ประกอบ 4 ประการได้แก่ คุณภาพทางพันธุกรรม (genetic quality) คือมีความตรงตามพันธุ์ คุณภาพทางกายภาพ (physical quality) คือ มีความบริสุทธิ์ทางกายภาพสูง ไม่มีสิ่งเจือปนหรือเมล็ดพันธุ์อื่นปน เมล็ดมีความสมบูรณ์ไม่แตกหัก มีขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ คุณภาพทางสรีรวิทยา (physiological quality) คือเมล็ดต้องมีความงอกและความแข็งแรงที่ดี และคุณภาพที่ปราศจากโรคและแมลง (phytosanitary quality) คือ เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องสะอาด ไม่มีโรคและศัตรูที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ (บุญมี, 2552a)

การได้มาซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพจะต้องมีการจัดการด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ดีตั้งแต่เพาะกล้า ตลอดจนการดูแลต้นกล้าในแปลงให้ต้นแข็งแรงสามารถให้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง ต้องมีการตรวจแปลงเพื่อเช็คลักษณะความตรงตามพันธุ์ ถอนพันธุ์อื่นที่ปนในแปลงก่อนดอกบานเพื่อป้องกันการผสมข้าม ต้องกำจัดหญ้าหรือพืชอื่นที่ไม่พึงประสงค์ออกจากแปลงเพื่อป้องกันการปลอมปนของเมล็ดพืชอื่นในระหว่างการเก็บเกี่ยว เมื่อเมล็ดถูกเก็บเกี่ยวและผ่านการปรับปรุงคุณภาพเรียบร้อยแล้ว เมล็ดต้องมีการงอกและความแข็งแรงที่สูง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีชีวิต ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ต้องจัดการคือทำอย่างไรให้เมล็ดพันธุ์นั้นคงความมีชีวิต ความงอกและความแข็งแรงสูงอยู่จนกระทั่งนำไปปลูก ซึ่งโดยธรรมชาติของเมล็ดพันธุ์เมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วเมล็ดจะมีความงอกและความแข็งแรงที่สูงหรือกล่าวได้ว่าเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุด แต่หลังจากนั้นเมล็ดจะเริ่มเสื่อมคุณภาพมากหรือน้อย ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เมล็ดได้รับทั้งในแปลงระหว่างรอเก็บเกี่ยว รวมทั้งวิธีการเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยลักษณะการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มขึ้นสามารถสังเกตได้จากความงอกและความแข็งแรงที่ลดลงเรื่อยๆ จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเพื่อแก้ไขปัญหาการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มขึ้นและต้องการให้เมล็ดพันธุ์ยังคงมีคุณภาพทางสรีรวิทยาที่สูงระหว่างรอการนำไปปลูก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed enhancement) โดยการเตรียมความงอกหรือการทำ seed priming ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยาเพื่อส่งเสริมให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ใช้เวลาในการงอกที่สั้นลงและพร้อมที่จะงอกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อต้องการทราบผลของชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยวิธีการทำ seed priming

2. เพื่อทราบวิธีการเก็บรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการยกระดับคุณภาพโดยวิธีการทำ seed priming

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาวิธีการยกระดับด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศส โดยการทำ seed priming หรือการเตรียมการงอกของเมล็ดพันธุ์ รวมทั้งหาวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสที่ผ่านการยกระดับคุณภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เทคนิคการส่งเสริมการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศส

2. ได้วิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสที่ผ่านการยกระดับคุณภาพโดยการทำ seed priming

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ดาวเรืองมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Marigold เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Asteraceae หรือ Compositae อยู่ในสกุล Tagetes มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Tagetes* spp. มีถิ่นกำเนิดแถบประเทศเม็กซิโกและทวีปอเมริกาใต้ เป็นไม้ดอกล้มลุกและจัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ลำต้นตั้งตรง เป็นไม้เนื้ออ่อน ลักษณะทรงต้นมีหลายแบบ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ดาวเรืองเป็นไม้ล้มลุกอายุไม่ถึง 1 ปี ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน ตั้งตรง แตกกิ่งเป็นทรงพุ่มแน่น ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 30 - 100 เซนติเมตร

ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก ออกเรียงตรงข้ามกัน มีใบย่อยประมาณ 11 - 17 ใบ ลักษณะของใบย่อยเป็นรูปรี ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ส่วนขอบใบจักเป็นซี่ฟัน เนื้อใบนิ่ม

ดอก ออกดอกเป็นช่อกระจุกแน่นเป็นกลุ่มเดียวที่ก้านดอก ก้านดอกที่ติดกับดอกมีขนาดใหญ่กว่าก้านดอกบริเวณโคนก้าน ส่วนประกอบดอกมีกลีบดอกชั้นนอกที่เป็นดอกเพศเมีย และกลีบดอกชั้นในเป็นดอกสมบูรณ์เพศ คล้ายกระดิ่งหรือท่อ

เมล็ด เมล็ดมีสีดำ มีลักษณะเรียวยาวและมีหาง

ดาวเรืองโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. ดาวเรืองอเมริกัน (American marigold) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tagetes erecta* L. เป็นดาวเรืองที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกา ลำต้นสูงตั้งแต่ 25 - 101 เซนติเมตร ดอกสีเหลือง ส้ม ทอง และขาว กลีบดอกซ้อนกันแน่น ดอกมีขนาดใหญ่ประมาณ 8 - 10 เซนติเมตร

2. ดาวเรืองฝรั่งเศส (French marigold) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tagetes patula* L. เป็นดาวเรืองต้นเล็ก ทรงพุ่มเตี้ย มีความสูงประมาณ 15 - 30 เซนติเมตร ดอกสีเหลือง ส้ม ทอง น้ำตาล และสีแดง ดอกมีขนาดเล็ก ประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร นิยมปลูกประดับในแปลงมากกว่าปลูกเพื่อตัดดอก เนื่องจากมีก้านดอกสั้น นอกจากนี้ยังนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการลดปริมาณไส้เดือนฝอยที่ทำให้เกิดอาการรากปมในพืชได้ ตัวอย่างกลุ่มพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศส ได้แก่ พันธุ์ดอกชั้นเดียว ดอกมีขนาด 3 - 5 เซนติเมตร และพันธุ์ดอกซ้อน ดอกมีขนาดตั้งแต่ 3 - 7 เซนติเมตร

3. ดาวเรืองพันธุ์ลูกผสม (Mule marigold หรือ Afro-american marigold) เป็นดาวเรืองลูกผสมระหว่างดาวเรืองอเมริกันและดาวเรืองฝรั่งเศส ซึ่งได้ทำการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นเพื่อต้องการนำ

ลักษณะความเข็งแรง ดอกใหญ่ และมีกลีบซ้อนกันมากของดาวเรืองอเมริกันรวมเข้ากับลักษณะต้นเตี้ยทรงพุ่มกะทัดรัดของดาวเรืองฝรั่งเศส ดาวเรืองลูกผสมที่พัฒนาพันธุ์มาจะให้ดอกเร็วมาก คือเพียง 5 สัปดาห์หลังจากเพาะเมล็ด ดอกมีขนาด 3 - 7 เซนติเมตร ดอกดกบานอยู่บนต้นได้นาน ไม่โทรมง่าย ต้นสูงประมาณ 25 - 40 เซนติเมตร มีความแข็งแรงและแตกกอได้ดี แต่ดาวเรืองลูกผสมมีข้อเสียก็คือเมล็ดจะลีบไม่สามารถนำมาเพาะให้เป็นต้นใหม่ได้จึงเรียกว่า “ดาวเรืองล่อ” เช่นเดียวกับการผสมม้ากับลามีลูกออกมาเรียกว่า ล่อ (Mule) ซึ่งเป็นหมัน (นันทิยา, 2535)

การขยายพันธุ์ดาวเรือง

การขยายพันธุ์พืชมีความสำคัญในการเพิ่มปริมาณต้นสำหรับนำไปปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ ดังนั้นการเลือกวิธีการขยายพันธุ์พืชที่เหมาะสมจะทำให้สามารถผลิตต้นกล้าได้ตามปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งสามารถส่งผลไปถึงคุณภาพหรือปริมาณของผลผลิตที่ได้ในการขยายพันธุ์ดาวเรืองสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. การเพาะเมล็ด เป็นวิธีการที่นิยมปฏิบัติกันและได้ผลผลิตที่ดีกว่าวิธีอื่นๆ โดยนำเมล็ดดาวเรืองมาเพาะในกระบะถาดหลุมหรือแปลงเพาะ วัสดุเพาะควรมีความร่วนซุย ปราศจากเชื้อโรคและแมลงศัตรูพืช ปัจจุบันวัสดุที่นิยมนำมาใช้คือ พีทมอส เนื่องจากมีธาตุอาหารที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตในช่วงแรกของต้นกล้า หรือสามารถใช้พีทมอสร่วมกับขุยมะพร้าวร่อนเพื่อประยัดต้นทุนโดยใช้พีทมอสสองส่วนผสมกับขุยมะพร้าวร่อนหนึ่งส่วน การเตรียมวัสดุที่มีส่วนผสมของพีทมอสและขุยมะพร้าวนี้นิยมเตรียมเพื่อใช้สำหรับเพาะในถาดหลุม ซึ่งมีวิธีการเพาะโดยบรรจุวัสดุที่มีความชื้นพอประมาณลงในหลุมเพาะให้เต็ม กระแทกถาดหลุมให้วัสดุยุบลงพอประมาณ จากนั้นนำเมล็ดดาวเรืองวางลงในหลุมแล้วกลบด้วยวัสดุเพาะ รดน้ำจัดวางไว้ในที่พรางแสงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเมล็ดจะใช้เวลาในการงอก 3-5 วัน เมื่อต้นกล้ามีใบเลี้ยงกางเต็มที่แล้วให้พรางแสงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเมื่อต้นกล้าพัฒนาใบจริงขึ้นมา 1 คู่ จึงสามารถให้ต้นกล้าได้รับแสงแดดปกติโดยไม่มีการพรางแสง เมื่อต้นกล้าอายุ ได้ประมาณ 15 - 18 วันหลังจากวันเพาะหรือให้สังเกตว่าต้นกล้ามีใบจริงประมาณ 2 - 3 คู่ หรือรากเจริญเต็มหลุมจึงสามารถย้ายปลูกลงแปลงได้ (ทองเฉลิมโกลด์, 2555)

2. การปักชำ เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่งแต่ไม่ค่อยนิยมทำกันเนื่องจากได้ผลผลิตต่ำและดอกมีขนาดเล็ก วิธีการปักชำนี้จะเป็นเพียงผลพลอยได้จากการเด็ดยอด คือ ยอดที่เด็ดทิ้งจะมีความยาวประมาณ 1 - 2 นิ้ว ซึ่งสามารถนำไปปักชำได้แต่ต้นกล้าไม่ดีเท่าการเพาะเมล็ด (สามารถ, 2552)

สถานการณ์การผลิตและความต้องการเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองในประเทศไทย

ประเทศไทยมีพื้นที่ผลิตไม้ดอกไม้ประดับทั้งหมดจำนวน 77,000 ไร่ โดยมีเกษตรกรผู้ผลิต 16,000 ครัวเรือน ในจำนวนนี้เป็นกล้วยไม้ตัดดอก คือ ไม้ดอกไม้ประดับที่มีการผลิตเป็นการค้ามากที่สุด ส่วนไม้ประดับอื่นๆ ที่มีปริมาณการปลูกในอับดับรองลงมา คือ ดาวเรือง ประมาณ 9,500 ไร่ ปริมาณการผลิตดอกดาวเรือง 1,118 ตัน คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 595.52 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองในประเทศไทย สามารถผลิตได้ประมาณ 400 กิโลกรัมต่อปี สำหรับราคาจำหน่ายเมล็ดดาวเรืองอยู่ที่ประมาณ 200,000 บาท/กก. หรือประมาณเมล็ดละ 70 สตางค์ ในปัจจุบันมีผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลักๆ ในประเทศไทย ได้แก่ บริษัท อีสต์เวสต์ซีด ประเทศไทย บริษัท ทองเฉลิมโกลด์ จำกัด ห้างหุ้นส่วยจำกัดโฮมซีด บริษัท อะเมริซีด อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด และ บริษัท เจียไต๋ จำกัด (เสาวลักษณ์, 2560)

เมล็ดพันธุ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ หมายถึง คัพภะหรือโอวุล (ovule) หรืออาจรวมถึงผลที่เจริญเต็มที่หรือสุกแก่แล้ว เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องเป็นเมล็ดที่สุกแก่ มีชีวิต และสามารถงอกเป็นต้นพืชที่ให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ดีตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ได้ (บุญมี, 2552a) การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเป็นการเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ดีให้มีมากขึ้น ซึ่งเป็นโอกาสให้เกษตรกรได้ใช้พันธุ์พืชที่ดีในการเพาะปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้มากขึ้นและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เมื่อกล่าวถึงเมล็ดพันธุ์ที่ดี นั้นต้องหมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีและเป็นพันธุ์ที่มีสมรรถนะการให้ผลผลิตสูง ซึ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ดีจะต้องมีองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

1. คุณภาพทางพันธุกรรม (genetic quality) คือ เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพตรงตามพันธุ์เมื่อปลูกแล้วจะมีลักษณะปรากฏ (phenotype) เป็นไปตามการควบคุมลักษณะต่างๆของยีน (genotype) คุณภาพทางพันธุกรรมของเมล็ดพันธุ์ที่ดีจะมาจากการเริ่มต้นใช้เมล็ดพันธุ์ที่ตรงตามพันธุ์และต้องมีการจัดการกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ในสภาพแปลงที่ดีด้วย เช่น ต้องมีการจัดการป้องกันการผสมข้ามสายพันธุ์ที่เราไม่ต้องการหรือการกำจัดต้นที่ไม่ตรงตามพันธุ์ออกจากแปลงผลิต

2. คุณภาพทางกายภาพ (physical quality) หมายถึง คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ปรากฏให้เห็นและสามารถประเมินได้ด้วยสายตา เช่น มีลักษณะภายนอกดี ขนาดและรูปร่างสม่ำเสมอ ไม่มีสิ่งเจือปน ไม่แตกหักหรือร้าว เป็นต้น

3. คุณภาพทางสรีรวิทยา (physiological quality) เป็นคุณภาพที่เกี่ยวกับกระบวนการทางสรีรวิทยาที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพได้โดยการทดสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด นอกจากนี้ยังรวมไปถึงความคงทนของการเก็บรักษาด้วย

4. ปราศจากโรคและแมลง (phytosanitary quality) เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องสะอาด ไม่มีโรคและศัตรูใดๆ ติดมากับเมล็ดพันธุ์ เพื่อลดผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในด้านความมีชีวิต ความแข็งแรง และการแพร่กระจายของโรคและแมลงไปสู่พื้นที่ปลูกอื่นๆ (บุญมี, 2552b)

การงอกของเมล็ดพันธุ์

การงอกของเมล็ด (seed germination) ในพืชโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือ ได้รับความชื้น (น้ำ) ออกซิเจน และอุณหภูมิพอเหมาะหรือเมล็ดพืชบางชนิดต้องได้รับแสงเพื่อส่งเสริมการงอกด้วย ซึ่งการงอกของเมล็ดทางสรีรวิทยาเริ่มต้นตั้งแต่การดูดน้ำและสิ้นสุดที่การยืดตัวของแกนต้นอ่อนซึ่งโดยปกติจะเป็นการยืดตัวของรากแรกเกิด ซึ่งในระหว่างการงอกของเมล็ดมีกิจกรรม หรือกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้น ได้แก่ การดูดน้ำของแป้งและโปรตีน การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในเซลล์ การหายใจที่สูงขึ้น การสังเคราะห์สาร เช่น เอนไซม์ ที่จำเป็นในขบวนการสลายสารโมเลกุลใหญ่เป็นโมเลกุลเล็กที่สามารถละลายน้ำได้ ส่งผลต่อการกระตุ้นให้คัพภะภายในเมล็ดเจริญเติบโตและสามารถแทงทะลุผ่านเยื่อหุ้มเมล็ดออกมาเจริญไปเป็นต้นกล้า (วันชัย, 2553)

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด

เมล็ดแต่ละชนิดจะงอกได้เมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับแต่ละชนิดพืช โดยมีปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด ดังนี้

1. น้ำ เป็นปัจจัยพื้นฐานในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยน้ำมีบทบาทสำคัญ คือ ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดพันธุ์อ่อนตัว เมล็ดสามารถดูดน้ำเข้าไปทำให้เซลล์ขยายตัว และช่วยส่งเสริมให้ก๊าซออกซิเจนเข้าไปในเมล็ดได้มากขึ้น น้ำเข้าไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์เพื่อการย่อยสลายอาหารสะสมที่อยู่ในสภาพโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังจุดเจริญต่างๆ ของต้นอ่อน (embryo) เช่น โปรตีนถูกย่อยเป็นกรดอะมิโนต่างๆ ด้วยเอนไซม์ protease ส่วนแป้งถูกย่อยเป็นน้ำตาลกลูโคสโดยเอนไซม์ต่างๆ เช่น amylase และ starch phosphorylase เป็นต้น ดาวเรืองเป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมาก แต่ต้องการให้น้ำที่สม่ำเสมอในขณะงอกและในการเจริญเติบโต (ทองเฉลิมโกลด์, 2555)

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการงอกของเมล็ดรองลงมาจากน้ำ เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดสามารถงอกได้ในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปเมล็ดที่มีถิ่นกำเนิดในเมืองหนาวต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเมืองร้อน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 15 - 30 องศาเซลซียส และระดับอุณหภูมิสูงสุดที่เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ประมาณ 40 องศาเซลเซียส ในกรณีของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกเพื่อ

ใช้ทดสอบความงอกแบบมาตรฐานแบบอุณหภูมิคงที่ คือ 20 องศาเซลเซียส ตลอด 24 ชั่งโมง หรือการให้อุณหภูมิสลับในรอบวันโดยการให้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง (ISTA, 1993)

3. ออกซิเจน ในการงอกของเมล็ดจำเป็นต้องมีพลังงานเพื่อใช้ในการย่อยและการเคลื่อนย้ายอาหาร การแบ่งขยายเซลล์ รวมทั้งการพัฒนาของเนื้อเยื่อเพื่อการเจริญและการพัฒนาของต้นอ่อน พลังงานเหล่านี้จะได้จากการหายใจของเมล็ดพันธุ์ซึ่งต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจ เมล็ดพันธุ์โดยทั่วไปสามารถงอกได้ในสภาพออกซิเจนของอากาศปกติ คือ ประมาณ 20% แต่ถ้ามีปริมาณของออกซิเจนต่ำหรือคาร์บอนไดออกไซด์สูงไปจากปกติ (0.03%) อาจทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกน้อยลง อย่างไรก็ตามเมล็ดพืชบางชนิดสามารถงอกได้ดีเมื่อได้รับปริมาณออกซิเจนในอากาศเพิ่มขึ้น เช่น เมล็ดพันธุ์แครอท ทานตะวัน เป็นต้น

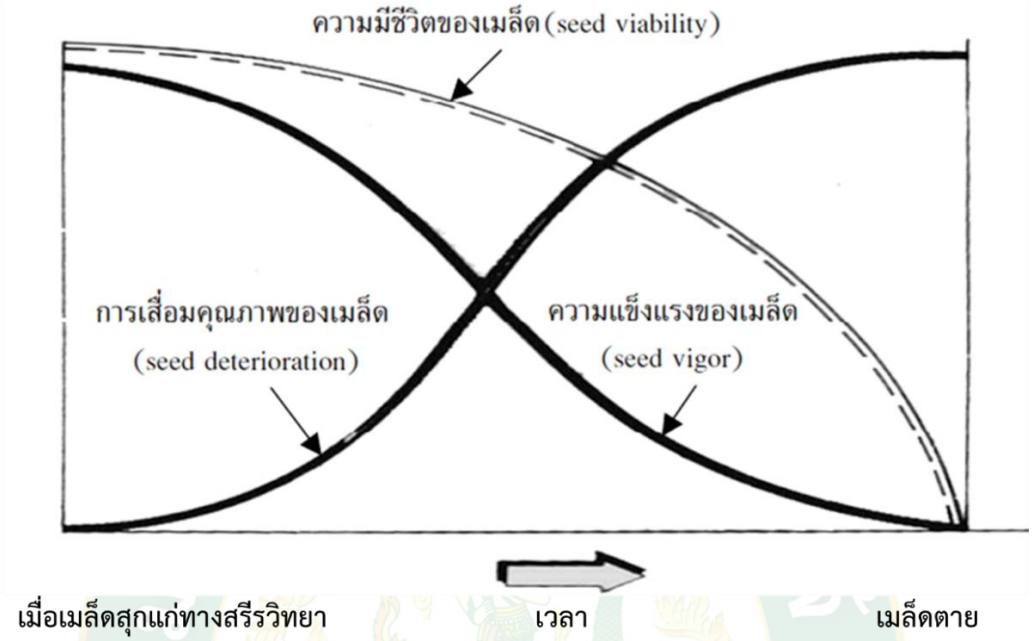
4. แสง มีบทบาทสำคัญในการเพาะเมล็ดเช่นเดียวกับปัจจัยอื่น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืชนั้นๆ ว่าต้องการแสงในการงอกหรือไม่และอย่างไร ซึ่งเมล็ดพันธุ์บางชนิดต้องการแสงในระยะแรกของการงอก (Baskin and Baskin, 1988) เนื่องจากเมล็ดเกิดการพักตัว โดยเมล็ดขนาดเล็กต้องการแสงในการงอกมากกว่าเมล็ดขนาดใหญ่ (Milberg *et al.*, 2000) ดังนั้นในระหว่างการเพาะเมล็ดต้องให้แสงส่องผ่านหาเมล็ด โดยไม่ต้องกลบเมล็ดหรือกลบเพียงบางๆ และความต้องการแสงในการงอกของเมล็ดสามารถทดแทนได้ด้วยการให้เมล็ดได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น การแช่เมล็ดด้วยสารละลายกลุ่มจิบเบอเรลลิน (จวงจันทร์, 2529b)

ความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor and seed deterioration)

เมล็ดพันธุ์ที่มีการพัฒนาและเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) เป็นช่วงที่เมล็ดมีความสมบูรณ์แข็งแรงสูงสุดรวมถึงมีศักยภาพในการงอกที่สูง แต่หลังจากนั้นคุณภาพของเมล็ดจะเริ่มลดลง (ภาพที่ 1) เนื่องจากการเสื่อมของเมล็ดที่ได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษาทั้งในแปลงที่รอการเก็บเกี่ยวจนกระทั่งในโรงเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่รอการนำเมล็ดไปเพาะปลูก

อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจะช้าหรือเร็วนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นที่เมล็ดได้รับ เช่น สภาพของอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสูงจะทำให้อัตราเสื่อมคุณภาพของเมล็ดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้โรคและแมลงยังเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดเกิดขึ้นและมีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สามารถชะลอให้ช้าลงได้โดยต้องมีวิธีการปฏิบัติต่อเมล็ด

อย่างเหมาะสมและถูกต้องในทุกขั้นตอนตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงกระบวนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์, 2529b; บุญมี, 2552b)



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด
ที่มา : (จวงจันทร์, 2521)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Delouche and Baskins, 1973; สุธาสินี, 2557)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีและกายภาพของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเริ่มเกิดขึ้นหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว โดยมีลักษณะอาการต่างๆ แสดงออกให้เห็น ดังนี้

1. การเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (Membrane degradation) เยื่อหุ้มเซลล์ของเมล็ดพันธุ์จะเกิดความสูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมและกักเก็บสารต่างๆ ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ ออกจากเมล็ดเมื่อเมล็ดสัมผัสกับน้ำ การเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นลักษณะแรกที่เกิดขึ้นเมื่อเมล็ดเสื่อมสภาพ การรั่วไหลของสารต่างๆ ภายในเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นตามระดับการเสื่อมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการรั่วไหลของสารในเมล็ดสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC)

2. กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง (loss of enzyme activity) เมล็ดพันธุ์ที่ยังมีชีวิตอยู่จะมีเอนไซม์ภายในเมล็ดหลายชนิด เช่น ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) กลูตามิก แอซิด

ดีคาร์บอกซีเลส (glutamic acid decarboxylase) อะไมเลส (amylase) แคทตาเลส (catalase) เพอรอคซิเดส (peroxydase) และฟีโนเลส (phenolase) เป็นต้น เมื่อเมล็ดมีการเสื่อมกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้จะลดลง ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการทางชีวเคมีซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็วและนิยมทำกันอย่างแพร่หลาย คือ การตรวจสอบการทำงานของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสหรือวิธีการเตตราโซเลียม (tetrazolium test หรือ TZ test)

3. อัตราการหายใจลดลง (reduction of respiration rate) การหายใจทำให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันในการย่อยสลายอาหารสะสมภายในเมล็ดและเกิดพลังงานที่ช่วยทำให้มีการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของต้นอ่อนเพื่อนำไปใช้ในการงอกและการเจริญเติบโตเป็นต้นกล้า ดังนั้นในเมล็ดที่เสื่อมสภาพอัตราการหายใจจะลดลงทำให้เมล็ดสูญเสียพลังในการงอก การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจทำได้โดยการดูสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เมล็ดปลดปล่อยออกมาต่อปริมาตรของออกซิเจนที่เมล็ดดูดซับไปใช้ เมล็ดที่เก็บรักษาไว้นานจนเสื่อมสภาพจะมีค่า respiratory quotient หรือ R.Q. เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดสามารถดูดซับออกซิเจนได้น้อยลง ในขณะที่ปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

4. ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น เมล็ดที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก มักจะมีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบจะพบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระในเมล็ดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการย่อยทำลายของเอนไซม์ไลเปสที่ย่อยสลายไขมัน (storage lipid) ซึ่งอยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ของกรดไขมันให้เป็นกลีเซอรอลและกรดไขมันอิสระถ้าเมล็ดพันธุ์ที่มีกรดไขมันอิสระสูงถึง 2% เป็นการบ่งบอกว่าเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพค่อนข้างสูง ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) สะสมมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

5. เมล็ดงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่จำกัด (narrow germination requirement) เมล็ดพันธุ์มีความสามารถในการงอกได้ในสภาพแวดล้อมในช่วงที่กว้างตั้งแต่ต่ำสุดไปจนสูงสุด แต่เมื่อเมล็ดเสื่อมลงเมล็ดจะงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างจำกัด เช่น ในขณะที่เมล็ดเสื่อมคุณภาพเล็กน้อยสามารถงอกได้ในช่วงของอุณหภูมิ 10 - 40 องศาเซลเซียส แต่ในขณะที่เมล็ดเสื่อมคุณภาพมากขึ้นช่วงของอุณหภูมิสำหรับการงอกของเมล็ดจะแคบลง เช่น เมล็ดสามารถงอกได้ในช่วงอุณหภูมิ 15 - 38 องศาเซลเซียส

6. อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง (slow germination rate) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพอาจยังคงสามารถงอกได้ตามปกติ แต่อัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลง ซึ่งหมายถึงเมล็ดจะงอกได้ช้า การตรวจสอบอัตราการงอกทำได้โดยการวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ดซึ่งเป็นค่าผลรวมของสัดส่วนจำนวนต้นที่งอกในแต่ละวันต่อจำนวนวันหลังการเพาะเมล็ด ซึ่งถ้าหากว่าเมล็ดมีดัชนีการงอกสูงแสดงว่ามีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดที่มีดัชนีการงอกต่ำ

7. ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง (reduction of storability) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะส่งผลให้ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง ในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการเก็บรักษาที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ วิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (Accelerate aging test หรือ AA - test) โดยการให้เมล็ดได้รับสภาพความชื้นและอุณภูมิสูงในช่วงระยะเวลาหนึ่งตามแต่ละชนิดพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประเมินผล นอกจากนี้การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ยังสามารถนำไปใช้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดชนิดเดียวกันแต่มาจากกลุ่มหรือกองที่แตกต่างกันได้

8. อัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาของต้นกล้าลดลง (decreasing rate of seedling growth and development) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพเพียงเล็กน้อยจะยังสามารถงอกในสภาพแปลงปลูกได้ตามปกติ แต่การพัฒนาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะค่อนข้างช้ากว่าเมล็ดที่ไม่เสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังส่งผลให้การออกดอก ติดผลและการติดเมล็ดลดลง

9. ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (loss of environmental stress resistance) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะส่งผลให้ต้นกล้ามีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น ต้นกล้าแสดงอาการขาดน้ำเมื่อเกิดความแปรปรวนของอุณหภูมิ เป็นต้น การตรวจสอบคุณสมบัติในการสูญเสียความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน ใช้วิธีการทดสอบในสภาพอากาศหนาว (cold test)

10. ความสม่ำเสมอของต้นกล้าในแปลงปลูกลดลง (decreasing uniformity of seedling) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพนอกจากมีการงอกช้าแล้วยังทำให้ต้นกล้ามีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนลดลงจึงเป็นสาเหตุให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ เช่น การออกดอกไม่พร้อมกัน การติดผลและการสุกแก่ของเมล็ดไม่พร้อมกัน

11. เมล็ดพันธุ์เปลี่ยนสี (changing of seed color) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะมีสีของเมล็ดเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น เมล็ดที่มีสีสดใสเมื่อเกิดการเสื่อมคุณภาพสีของเมล็ดจะมัวหมองลง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานหรือเมื่อเมล็ดมีการสัมผัสกับแสงตลอด

12. ผลผลิตลดลง (yield loss) เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพไปปลูกจะทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่เสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้คุณภาพของผลผลิตยังลดลงด้วยเช่นกัน

13. ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มมากขึ้น (abnormal seedling increasing) ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีลักษณะความผิดปกติมากกว่าเมล็ดที่มีคุณภาพดี เนื่องจากเนื้อเยื่อภายในเมล็ดบางส่วนเกิดการเสื่อมสภาพหรือตายไปจึงทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสัณฐานวิทยา เช่น การเจริญของรากผิดปกติ ปลายรากกุด เกิดการชะงักของเนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดทำให้ไม่สามารถโผล่ขึ้นเหนือผิวดินได้

14. เมล็ดตาย คือ เมล็ดที่ไม่งอก เมล็ดอยู่ในสภาพไม่สด เน่า เละหรืออาจจะมีเชื้อราขึ้นบนเมล็ด

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

การงอกของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อเกษตรกรผู้ปลูกพืชอย่างยิ่ง เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวจะต้องมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง เนื่องจากการงอกเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ดี เมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงจะมีความมีชีวิตสูง นอกจากความงอกแล้วความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ยังเป็นส่วนสำคัญของความสำเร็จในการปลูกพืช เนื่องจากการนำชุดเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงมาปลูกในสภาพแปลง เมล็ดชุดนั้นจะสามารถงอกได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม หรือมีความแปรปรวนของสภาพอากาศได้ดีกว่าชุดเมล็ดที่ความงอกสูงเท่ากันแต่ความแข็งแรงต่ำกว่า เช่น สภาพอุณหภูมิ ความชื้นสูงหรือต่ำเกินไป ดังนั้นการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แต่ละชุดที่ผลิตได้จึงมีความสำคัญไม่รองไปกว่าการทดสอบความงอก ซึ่งในการค้าเมล็ดพันธุ์ผลการทดสอบความงอกที่กำหนดไว้ที่ภาชนะจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ เป็นการทดสอบแบบมาตรฐานที่ทำเฉพาะในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการงอกที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ และแสงที่มีการทดสอบมาแล้วว่าเป็นสภาพที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดสอบความงอกของชนิดพืชต่างๆ ดังนั้นเมล็ดจะแสดงศักยภาพความงอกสูงสุดในสภาพแวดล้อมดังกล่าวที่ทดสอบ แต่เมื่อเมล็ดถูกนำมาปลูกในสภาพแปลงที่สภาพอากาศแปรปรวนจะทำให้ศักยภาพในการงอกลดลง ซึ่งจะมากหรือน้อยทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับ (นิติพงศ์, 2556) นอกจากนี้ในการรายงานผลเปอร์เซ็นต์การงอกที่ทดสอบแบบมาตรฐานจะเป็นผลของการงอกสะสมเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ซึ่งจะไม่ทราบว่าเมล็ดชุดนั้นงอกเร็วหรือช้า มีความงอกที่พร้อมกันและสม่ำเสมอหรือไม่ดังนั้นจึงได้มีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามรูปแบบต่างๆ ได้ ดังนี้

1. การทดสอบการเจริญเติบโตและการประเมินความแข็งแรงของต้นกล้า

1.1 ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (speed of germination index; SGI)

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดจากอัตราความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยอาศัยหลักการว่าเมล็ดที่แข็งแรงย่อมงอกได้อย่างรวดเร็ว แต่ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์ต้องไม่มีการพักตัว วิธีการทำคล้ายกับการทดสอบความงอกมาตรฐาน ซึ่งอาจทำควบคู่ไปด้วยกัน แต่ต้องทำการตรวจนับการงอกทุกวัน นับจากวันแรกที่เมล็ดงอกจนสิ้นสุดการงอก จากนั้นนำผลการประเมินที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าดัชนีการงอกได้จากผลรวมของสัดส่วนระหว่างจำนวนต้นกล้าที่งอกต่อจำนวนวันหลังเพาะ (จวงจันทร์, 2529a)

1.2 การหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight)

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยใช้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าเป็นเกณฑ์มีหลักการว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงย่อมให้ต้นกล้า ที่เจริญเติบโตดีโดยดูจากน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่มากมีวิธีการคือ สุ่มเมล็ดมาเพาะในระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นนำต้นกล้าที่งอกทั้งหมดมาวัดค่าน้ำหนักแห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง ประเมินผลจากค่าความแข็งแรงของเมล็ดจากน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้ (จวงจันทร์, 2529a)

2. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ (Accelerated aging test; AA- test)

การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ เป็นการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับคาดการณ์จำนวนต้นกล้าสำหรับเพาะปลูกในสภาพไร่หรือแปลงปลูก และนำมาใช้ประเมินความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะคงความงอกได้ดี แม้จะผ่านสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความชื้น และอุณหภูมิสูง (Marcos, 2015; ธวัชชัย และดนุพล, 2561) ซึ่งวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Delouche ในปี 1965 ที่ได้ทำการศึกษาและได้เสนอว่าวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการประเมินอายุการเก็บรักษาและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ของพืชหลายชนิด หลังจากนั้นได้มีนักวิจัยนำหลักการนี้ไปศึกษาเพิ่มเติมในเมล็ดพันธุ์พืชหลากหลายชนิดจนเป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงที่เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง (Marcos, 2015) ในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์มีหลักการทำโดยการนำเมล็ดพันธุ์ไปไว้ในสภาพจำลองที่ส่งเสริมการเสื่อมของเมล็ดที่เร็วขึ้นกว่าสภาพปกติ โดยการให้เมล็ดได้รับสภาพอุณหภูมิสูง (38-45 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 48-144 ชั่วโมง แล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ไปทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน ถ้าหากเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังเร่งอายุสูงหรือลดลงเพียงเล็กน้อยซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ชุดนี้มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์อีกชุดที่ทำการเร่งอายุในสภาพเดียวกันแล้วมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลงมาก (นิติพงศ์, 2556)

ในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดจะใช้อุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาสภาพการเร่งอายุที่เหมาะสมและสามาระใช้ประเมินผลได้ เช่น งานวิจัยของธวัชชัย และดนุพล (2561) ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีในข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานพิเศษ โดยการเร่งอายุพบว่า อิทธิพลของเวลาเร่งอายุส่งผลทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวานพิเศษแตกต่างกัน โดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางสรีรวิทยา พบว่า ระยะเวลาที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวมีความงอก และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลง คือ ตั้งแต่ 120 ชั่วโมงขึ้นไป ข้าวโพดหวานพิเศษใช้เวลา 72 ชั่วโมงขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวาน มีผลทำให้ความงอกของเมล็ด อัตราการเจริญเติบโตลดลง กิจกรรมของเอนไซม์คะตาเลส (Catalase enzyme) และ เพอร์ออกซิเดส (Peroxidase) ลดลงสวนทางกับการเพิ่มสูงขึ้นของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และมาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malonaldehyde) ทั้งนี้เนื่องจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นการทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดกิจกรรมการหายใจระดับเซลล์สูงขึ้นเป็นผลให้เกิดพลังงานและสารอนุมูลอิสระสูงด้วย ซึ่งการที่สารอนุมูลอิสระมีปริมาณสูงมากเกินไปจะมีผลกระทบต่อสารชีวโมเลกุลอื่นๆ เนื่องจากอนุมูลอิสระเป็นสารที่ไวต่อการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลข้างเคียง เช่น กรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชันจะส่งผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพเกิดการรั่วไหลของสารออกนอกเซลล์ และส่งผลกระทบต่อความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง

ประนอม (2558) ทำการศึกษาผลการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยการแช่น้ำ (Hydropriming) และการแช่สารละลาย KNO_3 (Halo-priming) ความเข้มข้น 0.2% เป็นระยะเวลา 0 12 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดไปทดสอบความแข็งแรงโดยผ่านการกระตุ้นการงอกด้วยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Ageing test; AA-test) ที่อุณหภูมิ 40°C ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 4 วัน พบว่า การกระตุ้นการงอกด้วยน้ำ และ KNO_3 ที่ 12-24 ชั่วโมง สามารถส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วในการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดดาวเรืองฝรั่งเศส

3. การวัดการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity test; EC test)

การตรวจสอบความแข็งแรงโดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์ใน 24 ชั่วโมงแรก ของการดูดซับน้ำเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำหรือเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ เยื่อหุ้มเซลล์หรือเซลล์เมมเบรน (cell membrane) จะสูญเสียสภาพการกักเก็บสารต่างๆ มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง มีผลทำให้สารต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาล และสารอินทรีย์อื่นๆ รั่วไหลออกมานอกเมล็ดและละลายอยู่ในน้ำที่แช่เมล็ด ดังนั้นเมื่อนำน้ำที่แช่เมล็ดมาวัดค่าการนำไฟฟ้าจะทำให้ทราบว่าเมล็ดแต่ละชุดมีการรั่วไหลของสารมากหรือน้อย ซึ่งผลที่ได้จะขึ้นกับความแข็งแรงหรือการเสื่อมของเมล็ด คือ ในเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพหรือเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงเนื่องจากมีสารรั่วไหลออกมามาก (จวงจันทร์, 2529a)

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (seed enhancement)

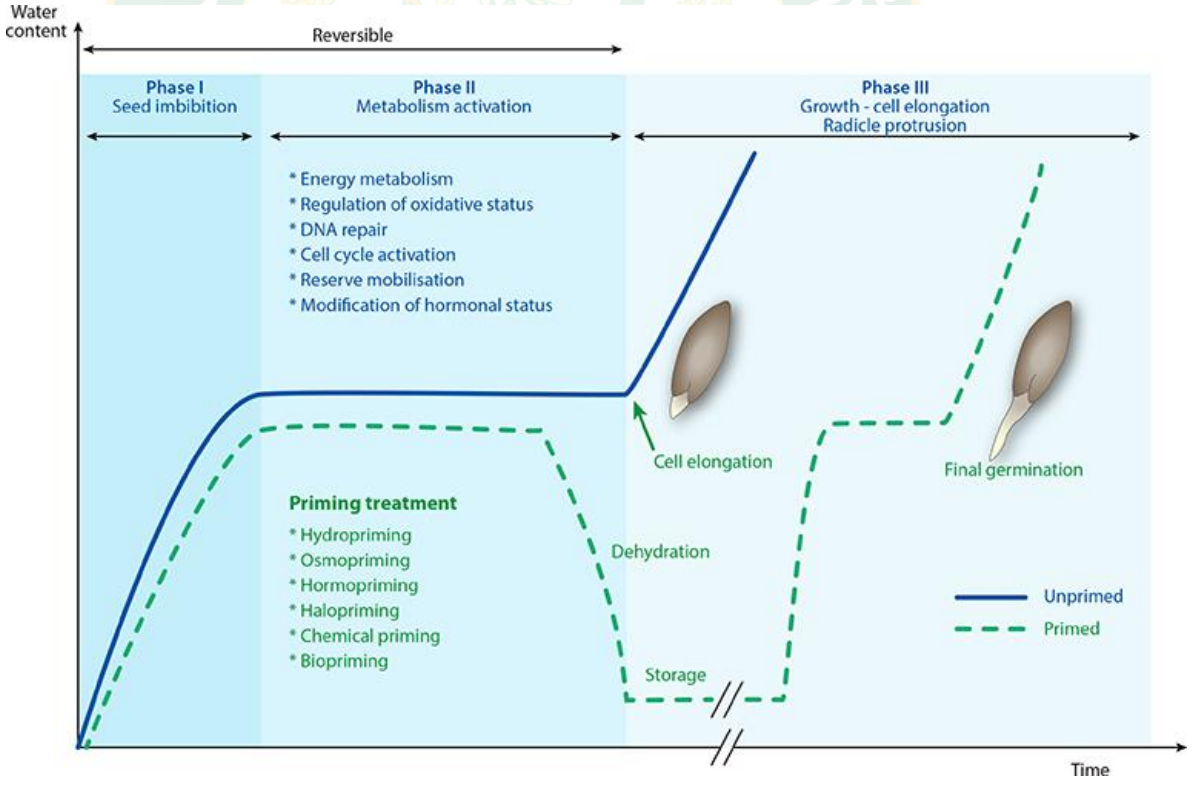
การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Seed Enhancement) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้กับเมล็ดภายหลังเก็บเกี่ยวมาแล้ว เช่น การเตรียมการงอกของเมล็ดหรือ การทำ seed priming ซึ่งการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยวิธีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง

เพิ่มอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้าง ต้นกล้าที่งอกขึ้นมามีความแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดีและเพื่อให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ (Halmer, 2016)

หลักการทำ Seed priming

การทำ seed priming อาศัยหลักการที่ให้เมล็ดดูดน้ำ (imbibition) ให้เพียงพอต่อการกระตุ้นกระบวนการงอกทางสรีรวิทยาแต่ยังไม่ถึงระดับที่ทำให้รากงอก โดยจะปล่อยให้เมล็ดดูดน้ำใน phase I และ phase II (ภาพที่ 2) ซึ่งเป็นช่วงที่ภายในเมล็ดเกิดกระบวนการงอกแต่รากยังไม่งอกพ้นเปลือกหุ้มเมล็ด จากนั้นจะลดความชื้นของเมล็ดลงให้อยู่ในระดับเริ่มแรกเพื่อหยุดกระบวนการงอกและปลอดภัยต่อเมล็ดในการเก็บรักษาระหว่างรอการนำไปปลูกต่อไป (McDonald, 1980) ซึ่งเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming แล้วจะต้องมีการงอกที่สูง งอกเร็ว และสม่ำเสมอ รวมทั้งต้นกล้าเจริญได้ดี

โดยทั่วไปการดูดน้ำของเมล็ดพืชมีอัตราการดูดน้ำ แบ่งเป็น 3 ระยะ (ภาพที่ 2) ดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดพันธุ์และระยะการทำ seed priming

ที่มา : (Lutts *et al.*, 2016)

ระยะที่ 1 (phase I) หรือ ระยะดูดน้ำ (imbibition phase) ในเมล็ดแห้งจะมีค่าศักย์ของน้ำต่ำซึ่งอาจมีค่าต่ำมากถึง -100 MPa ดังนั้นเมื่อได้รับน้ำเมล็ดจะดูดน้ำอย่างรวดเร็ว โดยจะเกิดกับเมล็ดทั้งเมล็ดที่มีชีวิตหรือเมล็ดที่ตาย ในระยะนี้ภายในเซลล์ของเมล็ดจะมีการจัดเรียงตัวของเยื่อหุ้มเซลล์รวมทั้งมีการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่สึกหรอภายในเมล็ดและในช่วงท้ายของระยะนี้เอนไซม์ภายในเมล็ดจะเริ่มทำงาน

ระยะที่ 2 (phase II) หรือ ระยะงัน (lag phase) ในระยะนี้เมล็ดจะมีแรงดูดน้ำช้าลง เนื่องจากในเมล็ดจะมีค่าศักย์ของน้ำประมาณ -1.5 ถึง -1.0 MPa ส่งผลให้เกิดการดูดน้ำที่ช้าลง เมล็ดจะมีการสร้างเอนไซม์ที่เหมาะสมสำหรับการเกิดเมแทบอลิซึมที่จำเป็นต่อการเจริญของเอ็มบริโอโดยเอนไซม์มีการทำงานเพิ่มขึ้น มีการย่อยสลายสารโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลงเพื่อเป็นแหล่งอาหารของต้นอ่อน

ระยะที่ 3 (phase III) หรือ ระยะการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (embryo growth) ระยะนี้เมล็ดจะกลับมาดูดน้ำอย่างรวดเร็ว มีการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ มีการแบ่งและยืดตัวของเซลล์ เกิดการเคลื่อนย้ายอาหารสะสมไปยังบริเวณที่มีการเจริญเติบโตโดยเฉพาะรากแรกเกิดจะเจริญ และแทงทะลุเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา ซึ่งการดูดน้ำของเมล็ดที่เพิ่มขึ้นในระยะนี้เกิดจากแรงดูดน้ำแบบออสโมซิสของรากแรกเกิด (จุฑามาส, 2559)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำ seed priming

การทำ seed priming จะประสบผลสำเร็จในการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หรือไม่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากปัจจัยหลายด้าน ได้แก่

1. พันธุ์พืช

เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์ก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นการตอบสนองของเมล็ดต่อการทำ seed priming เพื่อยกระดับคุณภาพจึงต่างกัน ซึ่งในงานวิจัยของ ทัศนัย และคณะ (2555) ได้รายงานการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย สารละลาย PEG 6000 ที่ระดับ -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยวิธีเดียวกันกลับพบว่ามีความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการทำ seed priming เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด มีการเสื่อมคุณภาพที่รวดเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ KUSL 3802-1

2. ระยะเวลาในการแช่เมล็ด

เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดต้องการระยะเวลาในการแช่เมล็ดที่แตกต่างกัน เนื่องจากความสามารถในการดูดซึมน้ำของเปลือกเมล็ด ขนาดเมล็ด รวมถึงโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแตกต่างกัน เช่น เมล็ดที่มีเปลือกหนาน้ำซึมผ่านได้ยากจะใช้เวลาในการแช่เมล็ดนานกว่าเมล็ดที่มีเปลือกบาง เมล็ดมีแป้งเป็นองค์ประกอบจะมีอัตราการดูดน้ำต่ำกว่าเมล็ดที่ประกอบด้วยโปรตีน นอกจากนี้ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของน้ำ และชนิดของวัสดุเพาะ ยังมีผลทำให้ช่วงเวลาการดูดน้ำในแต่ละระยะของเมล็ดแตกต่างกัน (วันชัย, 2553)

การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างกระบวนการทำ seed priming เพื่อกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามค่าศักย์ของน้ำ (บุญมี, 2558) ซึ่งค่าศักย์ของน้ำ (water potential) คือ พลังงานศักย์ของน้ำหรือศักยภาพของน้ำในการที่จะซึมผ่านเข้าไปยังเมล็ดพืชได้เร็วหรือช้านั้นขึ้นอยู่กับค่าศักย์ของน้ำที่แตกต่างกันระหว่างเมล็ดพืชและน้ำ โดยน้ำบริสุทธิ์ที่ภาวะปกติจะมีค่าศักย์ของน้ำเท่ากับ 0 และค่าศักย์ของน้ำจะลดลงเป็นลบถ้ามีสารต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งค่าศักย์ของน้ำจะประกอบด้วย

$$\Psi = \Psi_p + \Psi_s + \Psi_m$$

Ψ_p คือ pressure potential (turgor pressure) หรือ hydrostatic pressure (แรงดันน้ำ) เป็นแรงที่ช่วยขับให้น้ำเคลื่อนที่ (มีค่าเป็น +)

Ψ_s คือ osmotic potential หรือ solute potential เนื่องจากมีตัวถูกละลาย (solute) อยู่ในน้ำ ทำให้ความเข้มข้นของน้ำลดลงซึ่งเป็นผลให้ค่า water potential ลดลง (มีค่าเป็น -)

Ψ_m คือ matric potential ซึ่งหมายถึงแรงดูด (suction) โดย Ψ_m นี้เกิดเนื่องจากอิทธิพลของพื้นที่ผิวที่เป็นของแข็ง (solid surface) ที่มีต่อน้ำ น้ำอาจจะถูกดูดให้ติดกับสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ โดยมีพันธะของไฮโดรเจน (H-bond) เป็นตัวเชื่อม ซึ่งเรียกว่า adsorptive effect นอกจากนี้น้ำยังมีแรงดึงจากผิวของของแข็ง (surface tension effect) ซึ่งแรงดึงจากผิวของของแข็งและแรงดึงต่อเนื่อง ทั้งสองแรงนี้รวมกันแล้ว เรียกว่า matric force แรงดังกล่าวจะจำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำและเป็นผลให้ค่า water potential ลดลง (มีค่าเป็น -) (อรนุช, 2556)

ระยะเวลาการแช่น้ำมีความสำคัญมาก เช่น ถ้าแช่ในระยะเวลาสั้นน้ำจะซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดน้อยทำให้กระบวนการต่างๆ ภายในเมล็ดเกิดขึ้นไม่มากหรือเกิดช้า เมื่อนำเมล็ดไปปลูกจะทำให้งอกช้าหรือไม่งอก แต่ถ้าแช่เมล็ดนานเกินไปอาจทำให้เมล็ดช็อคน้ำทำให้เนื้อเยื่อภายในเมล็ดบวมมากจน

ฉีกขาดส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของสารอาหารจากภายในเมล็ดออกสู่ภายนอกเมื่อนำไปปลูกเมล็ดจะไม่งอก (นภาพร และ พีระยศ, 2561)

3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ การใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำ seed priming จะส่งผลให้เมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming มีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่ง นิมมานรดี และคณะ (2559) รายงานการทำ seed priming กระเจี๊ยบแดง ด้วยการแช่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที เป็นวิธีการที่เหมาะสมเนื่องจากส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด มีการเพิ่มขึ้นของขนาดลำต้นความสูงต้น จำนวนใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งที่ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming

4. ออกซิเจน

เมล็ดต้องการออกซิเจนในการหายใจระหว่างกระบวนการงอก ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในสารละลายที่ใช้ในกระบวนการงอกระหว่างการทำ seed priming นั้นมีความจำเป็นต่อเมล็ดแต่ทั้งนี้เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีความอ่อนไหวต่อปริมาณออกซิเจนในการงอกแตกต่างกัน โดยทั่วไปเมล็ดต้องการออกซิเจนในช่วง 0.005 - 21 เปอร์เซ็นต์ (Bradford *et al.*, 2008) ดังรายงานของ พิจิตรา และคณะ (2560) ศึกษาผลของการทำ seed priming ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก พบว่า พริกพันธุ์บางช้างที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยการแช่ในสารละลาย KNO_3 ที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศ 45 นาทีต่อชั่วโมง และบ่มเมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงและเมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อยกว่าการไม่ให้อากาศ นอกจากนี้ การทำ seed priming ในเมล็ดพริกพันธุ์บางช้างโดยการแช่ในสารละลายกรดซาลิไซลิกความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศ 45 นาทีต่อชั่วโมง และบ่มเมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ดที่ดีและเร็วกว่าการไม่ให้อากาศร่วมด้วย

วิธีการทำ Seed priming และผลของการทำ Seed priming

การทำ seed priming มีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป สามารถปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมของพืชได้ โดยมีวิธีการดังนี้

1. Hydropriming หรือ Prehydration เป็นการกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยน้ำ โดยการนำเมล็ดไปแช่น้ำเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมช่วยทำให้เมล็ดงอกได้มากขึ้น งอกเร็วขึ้น เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่าย ไม่มีสารพิษตกค้างในเมล็ดและสิ่งแวดล้อม แต่ข้อเสียคือไม่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดได้

มีรายงานวิจัยการทำ seed priming ในเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดด้วยวิธีการ hydropriming ที่ให้ปัจจัยต่างๆ ที่แตกต่างกันและมีผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ดังเช่น กุลธิดา และคณะ (2558) รายงานผลระยะเวลาการแช่เมล็ดพริกพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูสามเดือนในน้ำ เพื่อการทำ seed priming ผลที่ได้พบว่า เมล็ดพริกทั้งสองพันธุ์สามารถดูดน้ำและเริ่มเข้าสู่ระยะที่ 2 ใช้เวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งการเตรียมพร้อมเมล็ดด้วยวิธี hydropriming โดยการแช่เมล็ดพริกพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือนในน้ำนาน 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศและบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมง มีผลต่อความงอกในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนสูงที่สุด นอกจากนี้เมล็ดยังมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วกว่าการไม่ทำ seed priming ในงานวิจัยของ ภาณุมาศ และอติพร (2551) รายงานผลการทำ hydropriming เมล็ดผักชีโดยแช่น้ำ 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านกาทำ seed priming จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการทำ hydropriming เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการงอกเมล็ดพันธุ์ด้วยการแช่น้ำเป็นการทำให้เมล็ดดูดน้ำเข้าไปภายในเมล็ด เพื่อให้เมล็ดเกิดกระบวนการงอกซึ่ง Okcu *et al.* (2005) ได้รายงานว่าการทำ seed priming เป็นการทำให้เมล็ดมีการซ่อมแซมโครงสร้างต่างๆ และสร้างเอนไซม์สำหรับการเกิดกิจกรรมต่างๆ ในระหว่างกระบวนการงอก

2. Osmopriming หรือ Osmoconditioning คือการกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายเป็นวิธีการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในระดับที่ต่ำเพื่อชะลอการดูดน้ำของเมล็ดให้ช้า วิธีการนี้สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดซึมเข้าไปได้ ซึ่งกลุ่มสารละลายที่ใช้มี 2 ประเภท ดังนี้

2.1 Inorganic salt คือ สารสะสายที่เป็นสารเคมี เช่น KNO_3, Na_2SO_4 และ $KHPO_4$

มีรายงานวิจัยที่นำสารกลุ่ม inorganic salt มาใช้ในการทำ seed priming เช่น ประนอม (2558) ที่ได้ศึกษาการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยการแช่เมล็ดในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุผลการทดลองพบว่า การทำ seed priming ด้วย KNO_3 มีผลทำให้เมล็ดดาวเรืองมีความแข็งแรงสูงเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม สามารถส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การงอก ความเร็วในการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดดาวเรือง

Arjenaki *et al*. (2011) ทำการศึกษาผลของการทำ seed priming ต่อการงอกของเมล็ดดาวเรืองหม้อด้วย PEG 6000 ที่ระดับ -3, -6 และ -12 bar เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การทำ seed priming ด้วย PEG 6000 ที่ระดับ -3 -6 และ -12 bar ส่งผลให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงและต้นกล้ามีความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการทำ seed priming

ปรียา และคณะ (2553) ศึกษาผลของกระบวนการเร่งอายุและกระบวนการ osmopriming ต่อการงอกและการเกิด peroxidation product ในเมล็ดพริกหวาน พบว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจากการเร่งอายุทำให้การงอกของเมล็ดพริกหวานลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเร่งอายุจะทำให้เมล็ดพริกหวานเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้น และเมื่อนำเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพมาทำการยกระดับคุณภาพโดยวิธีการทำ osmopriming ช่วยให้เมล็ดมีการเสื่อมช้า หรือเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้นกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการยกระดับคุณภาพ

พจนา และบุญมี (2551) ศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน โดยนำเมล็ดพันธุ์พริกหวานมาทำให้เสื่อมคุณภาพในระดับต่างๆ ด้วยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 3 วัน ผลการวิจัย พบว่า เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นในเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยวิตามินซีความเข้มข้น 200 mg/l เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ส่วนในกรณีที่นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุมาแล้ว 6 วัน แล้วนำมาทำ seed priming เพื่อยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เริ่มมีการเสื่อมแล้ว ผลที่ได้พบว่า การทำ seed priming ด้วย KNO_3 ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming หรือทำ seed priming ด้วยสารอื่น

2.2 Organic salt คือ สารสะลายที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นจากธรรมชาติ เช่น polyethylene glycol (PEG), manitol, sorbitol, Vitamin C, Gibberellic acid (GA_3) และ Indole-3-acetic acid (IAA)

มีรายงานวิจัยที่นำสารกลุ่ม organic salt มาใช้ในการทำ seed priming เช่น สุชาวลีวรรณ และชนิกาญจน์ (2560) รายงานการแช่เมล็ดด้วยกรดซาลิไซลิกต่อความงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนทานตะวัน โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย (salicylic acid; SA) ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1000 µM เป็นเวลา 8 ชั่วโมง พบว่า การแช่เมล็ดด้วย SA ความเข้มข้น 500 µM มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการเพิ่มความสูงลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้น และศักยภาพรวมในการต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนทานตะวัน เนื่องจาก SA สามารถกระตุ้นการสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชในกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลินและกรดแอบซิสิค ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการขยายขนาดของเซลล์จึงมีผลเพิ่มการยืดยาวของลำต้น กล้าและรากได้ (Gharib and Hegazi, 2010) และวิธีการดังกล่าวให้ผลเช่นเดียวกับการทำ seed priming เมล็ดถั่วลันเตา โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย SA ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1000 µM เป็นเวลา 8 ชั่วโมง พบว่า สามารถเพิ่มการงอกของเมล็ด การเติบโตและศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนถั่วลันเตาได้ ซึ่ง SA ความเข้มข้น 500 µM ให้ผลดีที่สุดในการเตรียมความ

งอกของเมล็ด และส่งเสริมการเติบโตของต้นอ่อน ในขณะที่ SA ความเข้มข้น 1000 µM ให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มศักยภาพรวมในการต้านอนุมูลอิสระ แต่มีผลลดการงอกและการเติบโตของต้นอ่อน (ชนิกาญจน์, 2560)

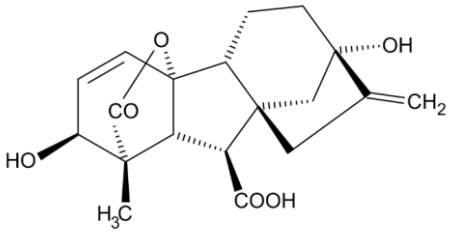
นิติภูมิ (2555) ทำการศึกษาการเตรียมความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหยวกด้วยการแช่ในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 0.015 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ร่วมกับการบ่มเป็นเวลา 1 วัน พบว่า เมล็ดพันธุ์พริกหยวกใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด และมีอายุการเก็บรักษายาวนานถึง 6 เดือน

ชานนท์ และคณะ (2556) ศึกษาผลของการ priming ด้วย salicylic acid และ folic acid ต่อความงอก ความแข็งแรงและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน โดยแช่เมล็ดใน SA ความเข้มข้น 0, 10^{-6} , 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที และ FA ความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 µM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที พบว่าการ priming ด้วย SA หรือ FA เมล็ดมีความงอกความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

3) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Solid matrix priming (SMP) เป็นวิธีกระตุ้นการงอกของเมล็ดโดยควบคุมการดูดน้ำด้วยการใช้วัสดุ (solid carrier) ที่มีค่า Matric potential ต่ำ ละลายน้ำได้น้อย ดูดยึดน้ำได้มากมีพื้นที่ผิวมาก ไม่เป็นพิษกับเมล็ด เช่น ทราย พีทมอส และเวอร์มิคูไลท์ เป็นต้น โดยวิธีการนี้ใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิดเช่น มะเขือเทศ พริก แครอท และ หอม เป็นต้น แต่ข้อเสียของวิธีการนี้คือการแยกเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กภายหลังจากผ่านกระบวนการ Solid matrix priming ออกจากวัสดุทำได้ยาก (นภาพร และพีระยศ, 2561)

ในการทำ seed priming ให้ได้ผลที่ดีนั้นการเลือกใช้สารที่เหมาะสมในการเตรียมความงอกเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งสารแต่ละชนิดและปริมาณในการใช้ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาหาความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด คือ กรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid; GA_3) และกรดซาลิไซลิก (Salicylic acid; SA) ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดและส่งเสริมการเจริญของต้นกล้าเมล็ดได้ ดังนี้

1. กรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid; GA_3)



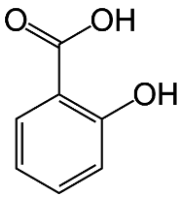
ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3)

Gibberellic acid; (GA_3) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มจิบเบอเรลลิก (gibberellin) มีบทบาทต่อขบวนการงอกของเมล็ดในระยะเริ่มต้นโดยเป็นตัวกระตุ้นให้มีการผลิตเอนไซม์ เช่น อะเลส (amylase) ในการย่อยอาหารสะสมในเมล็ดเพื่อนำไปใช้ในระหว่างการงอกของเมล็ด ซึ่ง GA_3 ยังมีผลต่อการทำงานที่ตรงข้ามกับการทำงานของสารยับยั้งการงอกในเมล็ด เช่น abscisic acid (ABA) การใช้ GA_3 สามารถแก้การพักตัวของเมล็ดที่เกิดจากความต้องการแสงและอุณหภูมิต่ำได้ สารในกลุ่มนี้ควบคุมการเจริญเติบโตทางด้านการขยายขนาดและการยืดตัวของเซลล์ มีผลช่วยเร่งอัตราการงอกทำให้รากและลำต้นของต้นกล้ายืดยาวขึ้นได้ (Chauhan *et al*., 2009) เนื่องจากการใช้สารละลาย GA_3 แช่เมล็ดจะช่วยกระตุ้นให้เซลล์สังเคราะห์เอนไซม์แอลฟาอะไมเลส กิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้จะเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดงอกเท่านั้น เพื่อทำหน้าที่ย่อยสลายแป้งในแหล่งอาหารสำรอง (Paleg, 1960)

พรแก้ว และประนอม (2560) ทำการศึกษาผลของกรดจิบเบอเรลลิกและไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักหวานป่า โดยการนำเมล็ดผักหวานป่าระยะสุกแก่มาแช่ในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 250, 500 และ 1000 mg/l เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า การแช่เมล็ดในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 500 และ 1000 mg/l ช่วยส่งเสริมให้เมล็ดผักหวานป่ามีการงอกรากที่ดี ให้ค่าดัชนีความเร็วในการงอก ความยาวราก เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด และความยาวยอดที่สูงและมีการเจริญของต้นกล้าที่ปกติ

เทียนนุช และคณะ (2559) รายงานการแช่เมล็ดกีวีฟรุตพันธุ์ Hayward ด้วย GA_3 ที่ความเข้มข้น 500 mg/l นาน 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด การแช่เมล็ดกีวีฟรุตพันธุ์ Hort 16A ด้วย GA_3 ที่ความเข้มข้น 1,500 mg/l นาน 30-60 นาที มีความงอกของเมล็ดกีวีฟรุตสูงที่สุด ในส่วนของการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกหยวกในสารละลาย GA_3 ความเข็มข้น 0.015% มีแนวโน้มทำให้ความงอกในห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนสูงสุดและมีเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด (นิติภูมิ และคณะ, 2554)

2. กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid; SA)



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้าง salicylic acid
ที่มา: Hopkins and Huner (2009)

กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid; SA) เป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกที่พบได้ในพืชหลายชนิด มีหน้าที่ในการตอบสนองกระบวนการป้องกันและการสร้างความต้านทาน การตอบสนองทางสรีรวิทยาในต้นกล้า เช่น มีผลต่อความยาวราก ช่วยกระตุ้นการงอกของรากฝอยในถั่วเขียว (สมบุญ, 2548) และอาจเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์หรือออกฤทธิ์เสริมกับออกซิน (Kling and Meyer, 1983) SA ยังมีผลต่อการเปิด-ปิดของปากใบ และทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์เพื่อกระตุ้นการทำงานของกรดอะมิโนและโปรตีน สามารถส่งสัญญาณการทำงานของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนให้ต่อต้านการบุกรุกของเชื้อโรคและทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระได้ โดยยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ในการแย่งชิงอิเล็กตรอนจากอนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการออกซิเดชัน (จริงแท้, 2553)

SA มีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเติบโตของต้นอ่อนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ระดับความเข้มข้นของสารละลาย และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่สารละลายในพืชต่าง ๆ เช่น การแช่เมล็ดพริกขี้หนูในสารละลาย SA ความเข้มข้น 800 µM นาน 48 ชั่วโมง ก่อนนำเมล็ดไปเพาะ พบว่า SA สามารถเพิ่มความงอกและลดระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพริกขี้หนูได้ดีที่สุด (Khan *et al.*, 2009) การแช่เมล็ดถั่วลันเตา ในสารละลาย SA ความเข้มข้น 800 µM นาน 8 ชั่วโมง ส่งเสริมให้ถั่วลันเตามีมีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสูงลำต้น และน้ำหนักสดต้นสูงกว่าการไม่แช่เมล็ด (ชนิกาญจน์, 2560) ต้นอ่อนถั่วลันเตาที่ผ่านการแช่เมล็ดในสารละลาย SA มีศักยภาพรวมในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เพิ่มสูงขึ้น (Andarwulan and Shetty, 1999) ซึ่งสันนิษฐานได้ว่า SA มีผลชักนำให้มีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ เพิ่มมากขึ้นในระหว่างการงอก โดยทำหน้าที่เป็นโมเลกุลส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้มีการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ จึงมีผลเพิ่มศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระให้สูงขึ้นด้วย (Agarwal *et al.*, 2005) นอกจากนี้ยังมีรายงานการนำ SA มาใช้กับผักบุ้งจีนโดยการฉีดพ่น

เมล็ดและต้นอ่อนด้วยสารละลาย SA ผลที่ได้พบว่า ต้นกล้ามีศักยภาพรวมในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นและสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เพิ่มสูงขึ้น (ชานนท์ และคณะ, 2557)

Afzal *et al*. (2017) รายงานการชักนำให้ทนความเค็มในดาวเรืองฝรั่งเศสที่ผ่านการทำ seed priming ส่งผลให้ดาวเรืองฝรั่งเศสทนต่อความเค็มเนื่องจากมีการดูดซึม Na^+ ที่ต่ำและมีการดูดซึม K^+ ที่เพิ่มสูงขึ้นในระยะต้นกล้า นอกจากนั้นยังส่งผลให้ต้นกล้ามีความแข็งแรง ซึ่ง SA ที่ได้รับจากการแช่เมล็ดมีผลกระตุ้นการสร้างและการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระทั้งชนิดที่เป็นเอนไซม์และไม่ใช่เอนไซม์ให้เพิ่มขึ้นในระหว่างการงอกของเมล็ด ทำให้อ่อนทานตะวันมีศักยภาพรวมในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น ดังผลการทดลองในต้นอ่อนถั่วลันเตาที่ผ่านการแช่เมล็ดในสารละลาย SA มีศักยภาพรวมในการ ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิคที่เพิ่มสูงขึ้น (Andarwulan and Shetty, 1999)

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (Seed Storage)

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องทำให้เมล็ดยังคงมีความงอกและความแข็งแรงสูง ซึ่งจุดประสงค์ของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ปลูกในฤดูถัดไปหรือเพื่อสำรองไว้ใช้ในยามมีภัยธรรมชาติซึ่งเป็นการเก็บรักษาที่นานออกไป 2-3 ปี หรือเก็บไว้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ โดยความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (seed storability) คือความยาวนานในการเก็บรักษานับตั้งแต่การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์จากแปลงปลูกไปจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์นั้นหมดความงอกหรือหมดสภาพความเป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความงอกขั้นต่ำตามกฎหมายกำหนดหรืออาจใช้เกณฑ์การงอกขั้นต่ำ 50 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในและภายนอกที่เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมและปัจจัยอื่นๆ (วันชัย, 2542) ดังนี้

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ เป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีชีวิตอยู่ได้นาน การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ประเภทเมล็ดแห้ง (orthodox seed) ต้องลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ก่อนนำมาเก็บรักษาโดยสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา คือ ในสภาพที่แห้งและเย็น โรงเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต้องมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำ ปราศจากแมลงศัตรูและจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งสภาพดังกล่าวสามารถป้องกันและรักษาเมล็ดพันธุ์ให้คงคุณภาพสูงได้เป็นเวลานานหลายปี แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรจะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพแวดล้อมปกติโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ จึงทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืชนั้นความชื้นของเมล็ด ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาและภาชนะที่ใช้ในการบรรจุเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาทั้งนั้น เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงมักทำให้เมล็ดมีอัตราการหายใจสูงส่งผลทำให้เมล็ดเสื่อม

คุณภาพเร็วขึ้น ชนิดของภาชนะที่ใช้บรรจุเมล็ดจะเกี่ยวข้องกับการควบคุมการผ่านเข้าออกของอากาศและความชื้นของบรรยากาศภายในและภายนอกภาชนะบรรจุเมล็ดซึ่งจะมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความความชื้นของเมล็ดกับความชื้นของบรรยากาศรอบๆ เมล็ดด้วย

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีผลต่อกระบวนการชีวเคมีภายในเมล็ด ซึ่งการเก็บเมล็ดในสภาพอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดกิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดทำให้เมล็ดมีการเสื่อมสภาพช้าลง (บัณฑิต และคณะ, 2545) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลให้กิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดสูงขึ้นทำให้เมล็ดเกิดการสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ประเภทเมล็ดแห้ง (orthodox seed) สามารถเก็บเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิต่ำจนถึงจุดเยือกแข็งได้อย่างปลอดภัยหากเมล็ดนั้นมีความชื้นต่ำ (จวงจันทร์, 2529b) จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมามีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการศึกษาถึงผลของปัจจัยที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดจึงมีความสำคัญที่จะบอกได้ว่าการจัดการกับเมล็ดหรือสภาพการเก็บรักษาแบบใดที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาเมล็ดได้นาน ปฏิบัติได้ง่ายและรวมทั้งประหยัดต้นทุน ดังเช่น

ชลลดา และคณะ (2559) ที่ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์คำฝอยโดยทำการนำเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นภายในเมล็ดพันธุ์ 4 ระดับ คือ 12, 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิในการเก็บรักษา 3 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง 5 และ -10 องศาเซลเซียส พบว่า เมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดพันธุ์สูงสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลาสั้นๆ แต่ถ้าลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำลงจะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นานขึ้นตามระดับความชื้นที่ลดลงและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้โดยที่ไม่ต้องลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา

จากงานวิจัยของ Mirzaei (2014) ทำการศึกษาผลการทำ seed priming ต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยการทำ Hydropriming ด้วยน้ำเป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ทำ osmopriming ด้วย PEG ที่ระดับ -0.2 และ -0.5 MPa เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง และทำ Halopriming ด้วย KNO_3 ความเข้มข้น 2% เป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง ในดาวเรืองอเมริกันและดาวเรืองฝรั่งเศสหลังจากนั้นทำการเก็บรักษาด้วยการบรรรจุเมล็ดพันธุ์ลงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ถุงพลาสติกพอลิเอทิลีน ถุงกระดาษและถุงกระดาษที่มีเม็ดซิลิก้าเจล เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 4 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่า การทำ osmopriming ด้วย PEG ที่ -0.5 MPa เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความแข็งแรงของต้นกล้า ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า และเมื่อนำเมล็ดที่ผ่าน การทำ osmopriming ด้วย PEG ที่ระดับ -0.5 MPa เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยการบรรรจุเมล็ดพันธุ์ลงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองอเมริกันและ

ดาวเรืองฝรั่งเศส ยังคงมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอก ความแข็งแรงของต้นกล้า ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าที่สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ osmopriming

Satrphan *et al*. (2001) ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเมล็ดดาวเรืองพันธุ์ Deep Orangeade โดยบรรจุเมล็ดพันธุ์ในขวดโหลพลาสติกปิดผนึก ถุงผ้าฝ้าย และถุงพลาสติก แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 24 องศาเซลเซียส จากผลการทดลอง พบว่า เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองที่บรรจุในขวดโหลพลาสติกปิดผนึก ถุงผ้าฝ้ายและถุงพลาสติก ซึ่งมีความงอกก่อนเก็บรักษา 87, 77 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้นนำไปเก็บรักษาภายในห้องอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บรักษาในขวดโหลพลาสติกปิดผนึกสามารถคงความงอกของเมล็ดได้สูงที่สุด คือ 81 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 ดือน

พิเชษฐ์ (2522) ศึกษาสภาพการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสที่มีความชื้นเริ่มต้น 5 เปอร์เซ็นต์ ในถุงกระดาษ ถุงพลาสติกหนา 0.03 มิลลิเมตร และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึก เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-35 องศาเซลเซียส), 20, 10, 0 และ -5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกและถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในทุกอุณหภูมิของการเก็บรักษาสูงกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง

อรนุช (2557) ศึกษาการให้ความชื้นด้วยวิธีการทำ Osmopriming และ Matrixpriming ร่วมกับสารเคมีที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์และอายุการเก็บรักษา โดยการนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังจากการเตรียมการงอกเก็บรักษาไว้ในห้องควบคุมสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เป็นระยะเวลา 8 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเตรียมการงอกโดยวิธีการ Matrixpriming ยังคงมีความงอกและความเร็วในการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนสูงกว่าเมล็ดผ่านการเตรียมการงอกด้วยวิธี Osmopriming และเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมการงอก

วิริยา และคณะ (2560) รายงานคุณภาพและกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพริกพันธุ์แม่ปิงหลังไพร์มมิ่งด้วยความเร็วในการลดความชื้นต่างกัน โดยการทำไพร์มมิ่งเมล็ดพันธุ์ในสารละลายเกลือโปแตสเซียมไนเตรทความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ในความมืดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปลดความชื้นอย่างรวดเร็วและอย่างช้าแล้วนำเมล็ดบรรจุลงถุงอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน และอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องส่งผลให้เอนไซม์ SOD และ CAT ลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณของสาร H_2O_2 มีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ H_2O_2 นั้นเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ CAT ซึ่งการลดลงของกิจกรรมของเอนไซม์ SOD และ CAT นั้นรุนแรงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารของ H_2O_2 ทำให้อนุมูลอิสระที่สูงกว่าปกติ

เป็นพิษต่อเซลล์ โดยเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ที่สูงขึ้นซึ่งจะทำให้เซลล์สูญเสียความมีชีวิต เป็นเหตุให้ความมีชีวิตความงอกและความเข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง (Bailly *et al*., 2008) จึงเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ในระหว่างการเก็บรักษา

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชสวน สาขาวิชาพืชสวน และในสภาพโรงเรือน ณ สาขาพืชสวนประดับ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเริ่มการทดลองในเดือนกันยายน 2561 สิ้นสุดการทดลองในเดือน มกราคม 2563

วัสดุและอุปกรณ์

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง

- เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศส เบอร์ 1 สีแดงขอบเหลือง ที่ได้จากการผสมเปิด (open pollinated variety; OP) จากร้านภูผาเมล็ดพันธุ์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีความชื้นของเมล็ดพันธุ์ 3.7% โดยมีน้ำหนักของเมล็ด 0.3 กรัมต่อ 100 เมล็ด

2. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- Salicylic acid ($C_7H_6O_3$), Hi-AR^{TM}/ACS
- Giberellic acid

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กล่องเพาะเมล็ด กระดาษทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์ (Germination Test Paper) ถาดเพาะเมล็ด 200 หลุม พีทมอส ตู้อบลมร้อน ถุงอลูมิเนียมฟอยล์

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการทำ seed priming แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ผลของระยะเวลาการทำ seed priming ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง การทดลองที่ 2 ผลของการทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง การทดลองที่ 3 ผลของการตรวจสอบความแข็งแรงเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) และการทดลองที่ 4 ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA)

วิธีการบันทึกข้อมูล

1. การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์

สุ่มเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีอบด้วยความร้อน (Hot air oven method) โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 2 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด (0.3 กรัม) ซึ่งใช้วิธีการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 130 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นคำนวณค่าความชื้นเมล็ดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2552) ตามสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเมล็ดหลังอบ}}{\text{น้ำหนักเมล็ดก่อนอบ}} \times 100$$

2. การดูดน้ำของเมล็ด (Water content)

นำเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองที่ผ่านการแช่น้ำ RO หรือสารละลายมาศึกษาการดูดน้ำของเมล็ด โดยแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด บันทึกน้ำหนักเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น ก่อนการแช่เมล็ดและน้ำหนักหลังจากการแช่เมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำตามสูตร (Turk and Tawaha, 2003) ดังนี้

$$W = \frac{(W_i - W_0)}{W_0} \times 100$$

โดย W คือ ปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปหลังจาก i ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

W_i คือ น้ำหนักเมล็ดหลังจากดูดน้ำ i ชั่วโมง (กรัม)

W_0 คือ น้ำหนักเริ่มแรกของเมล็ดก่อนดูดน้ำ (กรัม)

3. ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด (electrical conductivity ; EC)

แช่เมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 50 เมล็ดในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดด้วยเครื่อง EC meter

4. ตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Seed germination test)

4.1 ความงอกในห้องปฏิบัติการ (laboratory germination test) ทดสอบโดยวิธีการเพาะบนกระดาษชื้น หรือ Top of Paper (TP) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด และประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมล็ดทุกวันเป็นเวลา 7 วัน โดยการตรวจนับลักษณะต้นกล้าปกติและต้นกล้าผิดปกติ เมื่อตรวจสอบความงอกครบ 7 วันจะทำการตรวจนับลักษณะเมล็ดสดไม่งอกและเมล็ดตาย (ISTA, 2010)

4.2 ความงอกในสภาพโรงเรือน (greenhouse emergence test) ทำการเพาะเมล็ดในถาดเพาะขนาด 200 หลุม โดยใช้พีทมอส (peat moss) เป็นวัสดุเพาะและทำการจัดวางไว้ใน

สภาพโรงเรือน ให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน ประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมล็ดทุกวันเป็นเวลา 7 วัน โดยการตรวจนับลักษณะต้นกล้าปกติและต้นกล้าผิดปกติ เมื่อตรวจสอบความงอกครบ 7 วันจะทำการตรวจนับลักษณะเมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย (ISTA, 2010)

5. ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (speed of germination index; SGI) ค่าดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนคำนวณจากสูตร (AOSA 1983)

$$\text{ดัชนีความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นงอกปกติที่นับครั้งแรก}}{\text{จำนวนวันที่นับหลังเพาะครั้งแรก}} + \ldots + \frac{\text{จำนวนต้นงอกปกติที่นับครั้งสุดท้าย}}{\text{จำนวนวันที่นับหลังเพาะครั้งสุดท้าย}}$$

6. ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (mean germination time; MGT)

เพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ตรวจนับต้นกล้าปกติที่งอกทุกวันหลังเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน นำข้อมูลมาคำนวณระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก จากสูตรของ Powell *et al.* (2000)

$$MGT = \frac{\sum (f_i x_i)}{\sum f_i}$$

เมื่อ f_i คือ จำนวนเมล็ดงอกในวันที่ X_i

x_i คือ จำนวนวันที่งอกหลังเพาะเมล็ด

7. ความยาวของยอดและรากของต้นกล้า (Seedling shoot and root length)

สุ่มตัวอย่างต้นกล้าปกติที่อายุ 7 วันหลังเพาะจำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ นำไปวัดความยาวยอดและความยาวรากจากนั้นนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความยาวยอดและราก

8. น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight)

สุ่มตัวอย่างต้นกล้าปกติที่อายุ 7 วันหลังเพาะ จำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

9. การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging test; AA-test)

ทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging test; AA-test) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นนำไปเพาะทดสอบความงอกทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือน (Rao *et al.*, 2003; ประนอม, 2558)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance ; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's Multiply Range Test (DMRT)

การทดลองที่ 1 ผลของระยะเวลาการทำ seed priming ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยทำการทดลอง 8 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 3 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 4 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 5 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 7 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 6 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 7 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 9 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 8 ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

ในการทดลองได้ทำ seed priming ด้วยน้ำ โดยแช่เมล็ดในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ ที่มีน้ำ RO (Reverse osmosis) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บเมล็ดระหว่างการแช่ไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากแช่เมล็ดตามระยะเวลาในกรรมวิธีต่างๆ แล้วนำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที ซับน้ำออกจากเมล็ดให้แห้งสนิท นำเมล็ดไปลดความชื้นเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ด้วยเม็ดซิลิก้าเจลเพื่อให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น (3.7%) จากนั้นนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกโดยวิธีการเพาะแบบบนกระดาษที่ชื้น (Top of Paper) ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักเมล็ดก่อนและหลังแช่เมล็ดเพื่อนำไปคำนวณค่าการดูดน้ำของเมล็ด และทำการประเมินการงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 7 วัน

การบันทึกข้อมูล : การดูดน้ำของเมล็ด ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ และระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์

การทดลองที่ 2 ผลของการทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยมี 8 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ทำ seed priming ด้วยน้ำ
กรรมวิธีที่ 3 ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)
กรรมวิธีที่ 4 ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)
กรรมวิธีที่ 5 ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)
กรรมวิธีที่ 6 ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)
กรรมวิธีที่ 7 ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)
กรรมวิธีที่ 8 ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)

ในการทดลองได้ทำ seed priming ตามแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด โดยบรรจุในขวด 4 ออนซ์ ที่มีปริมาตรสารละลาย 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากแช่เมล็ดตามระยะเวลาในกรรมวิธีต่างๆ แล้วนำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที ซับน้ำออกจากเมล็ดให้แห้งสนิท นำเมล็ดไปลดความชื้นเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ด้วยเม็ดซิลิก้าเจลเพื่อให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น (3.7%) จากนั้นนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกโดยวิธีการเพาะแบบบนกระดาษที่ชื้น (Top of Paper) ในสภาพห้องปฏิบัติการและการเพาะในถาดเพาะเมล็ดแบบ 200 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะในสภาพโรงเรือน ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักเมล็ดก่อนและหลังแช่เมล็ดเพื่อนำไปคำนวณค่าการดูดน้ำของเมล็ด และทำการประเมินการงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 7 วัน

การบันทึกข้อมูล : การดูดน้ำของเมล็ด ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด ตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า น้ำหนักสดและแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

การทดลองที่ 3 ศึกษาความแข็งแรงเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA)

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยมี 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ทำ seed priming ด้วยน้ำ
กรรมวิธีที่ 3 ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)

ในการทดลองได้ทำ seed priming ตามแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด โดยบรรจุในขวด 4 ออนซ์ ที่มีปริมาตรสารละลาย 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากแช่เมล็ดตามระยะเวลาในกรรมวิธีต่างๆ แล้วนำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที ซับน้ำออกจากเมล็ดให้แห้งสนิท นำเมล็ดไปลดความชื้นเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ด้วยเม็ดซิลิก้าเจลเพื่อให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น (3.7%) จากนั้นนำเมล็ดไปทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming โดยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging test; AA-test) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นเวลา 4 วัน (Rao *et al*., 2003; ประนอม, 2558) และนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกโดยวิธีการเพาะแบบบนกระดาษที่ชื้น (Top of Paper) ในสภาพห้องปฏิบัติการและการเพาะในถาดเพาะเมล็ดแบบ 200 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะในสภาพโรงเรือน ทำการบันทึกข้อมูลและประเมินการงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 7 วัน

การบันทึกข้อมูล : ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า น้ำหนักสดและแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

การทดลองที่ 4 ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA)

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบ 3X2 factorial in crd ซึ่งมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 กรรมวิธีการทำ seed priming ได้แก่ ไม่ทำ seed priming ทำ seed priming ด้วยน้ำ และทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l) ปัจจัยที่ 2 คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งทำการทดลองกรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ทำ seed priming + เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 2 ไม่ทำ seed priming + เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 3 ทำ seed priming ด้วยน้ำ + เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 4 ทำ seed priming ด้วยน้ำ + เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 5 ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l) + เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส
กรรมวิธีที่ 6 ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l) + เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ในการทดลองได้ทำ seed priming แล้วนำมาเก็บรักษาตามแต่ละกรรมวิธีโดยในการเก็บรักษาได้บรรจุเมล็ดพันธุ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์แล้วปิดผนึกให้สนิทเพื่อป้องกันความชื้น ทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์ออกมาตรวจสอบความงอกทุกๆ 1 เดือนเป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกด้วยวิธีการเพาะแบบบนกระดาษที่ชื้น (Top of Paper) ในสภาพห้องปฏิบัติการและการเพาะในถาดเพาะเมล็ดแบบ 200 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะในสภาพโรงเรือน ทำการบันทึกข้อมูลและประเมินการงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 7 วัน

การบันทึกข้อมูล : ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า น้ำหนักสดและแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

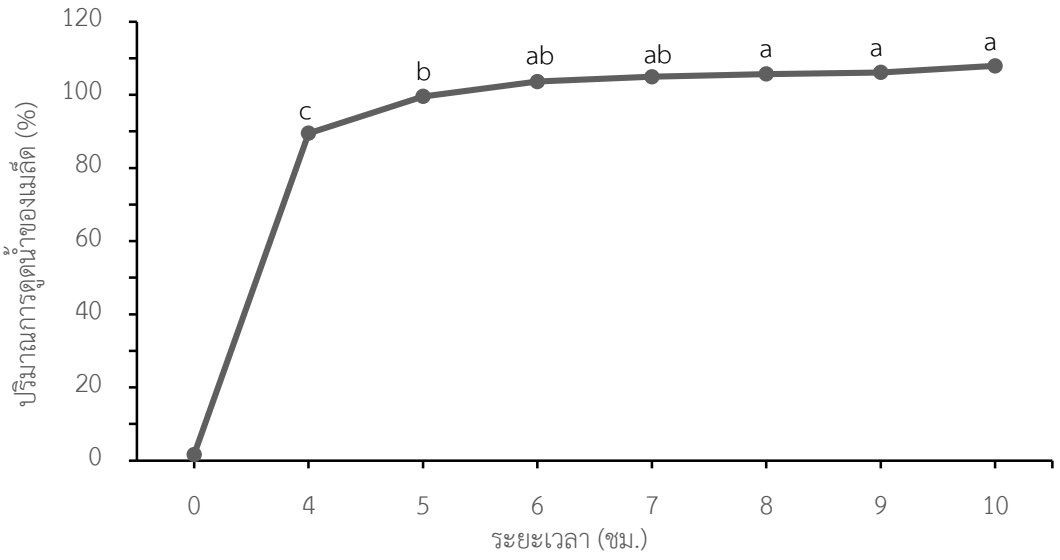
บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของระยะเวลาการทำ seed priming ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

ความสำเร็จในกระบวนการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยการทำ seed priming ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เมล็ดเพื่อให้เกิดความพร้อมในการงอกสูงและมีความสามารถในการงอกที่รวดเร็วที่สุด ดังนั้นการทดลองครั้งนี้ได้ศึกษาการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองน้ำ RO เป็นระยะเวลา 0, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ชั่วโมง เพื่อดูระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นให้เมล็ดเกิดกระบวนการงอกและส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง (Water content)

ผลการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังแช่เมล็ดพันธุ์เป็นระยะเวลา 0, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 4 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นในชั่วโมงที่ 5 เมล็ดมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และเริ่มคงที่โดยผลของปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังจากการแช่เมล็ดเป็นเวลา 6 - 10 ชั่วโมง ซึ่งเมล็ดมีค่าการดูดน้ำค่อนข้างคงที่อยู่ที่ 103.6 - 107.9 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองที่แช่น้ำระยะเวลาต่างกัน

ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด (Electrical conductivity ; EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดหลังจากการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำที่ระยะเวลาต่างๆ มีค่าลดลงต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และพบว่า การแช่เมล็ดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง มีค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดน้อยที่สุด คือ 8.1 μS/cm ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับชุดควบคุมและเมล็ดที่แช่น้ำที่ระยะเวลาอื่นๆ (ตารางที่ 1)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Seed germination; SG)

ความงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่าการแช่เมล็ดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด คือ 84 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับชุดควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 54 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่แช่น้ำทุกระยะเวลายกเว้นการแช่เมล็ดเป็นเวลา 9 ชั่วโมง (ตารางที่ 1)

ดัชนีความเร็วในการงอก (Speed of germination index; SGI)

ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่าการแช่เมล็ด เป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีดัชนีความเร็วในการงอกรากสูงที่สุดคือ 15.0 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับชุดควบคุม รวมทั้งการแช่เมล็ดเป็นเวลา 9 และ 10 ชั่วโมง ที่มีดัชนีความเร็วในการงอก 8.5 - 11.4 ต้นต่อวัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการแช่เมล็ดเป็นเวลา 4 - 7 ชั่วโมง ซึ่งมีดัชนีความเร็วในการงอกราก 11.7 - 13.9 ต้นต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean Germination Time; MGT)

เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า การแช่เมล็ดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกรากของเมล็ดน้อยที่สุดคือ 4.9 วัน ในขณะที่การไม่ทำ seed priming เมล็ด ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกรากมากที่สุดคือ 5.4 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการทำ seed priming ด้วยน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน ต่อการยกระดับคุณภาพด้านค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด ความงอก ดัชนีความเร็วในการงอก และเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

กรรมวิธี	ห้องปฏิบัติการ			
	ค่าการนำไฟฟ้า (μS /cm)	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	24.2^{e}	54^{c}	9.6^{cd}	5.4^{d}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	10.9^{cd}	73^{ab}	13.6^{ab}	5.2^{bc}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	11.1^{d}	80^{a}	12.1^{abc}	5.0^{ab}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง	10.8^{bcd}	78^{ab}	11.7^{abcd}	5.0^{ab}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 7 ชั่วโมง	10.0^{bc}	74^{ab}	13.9^{ab}	5.3^{cd}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง	9.7^{bc}	84^{a}	15.0^{a}	5.2^{bc}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 9 ชั่วโมง	9.1^{b}	66^{b}	8.5^{d}	5.2^{bc}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง	8.1^{a}	78^{ab}	11.4^{bcd}	4.9^{a}
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**	**	**
CV.(%)	7.27	10.07	17.90	3.02

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

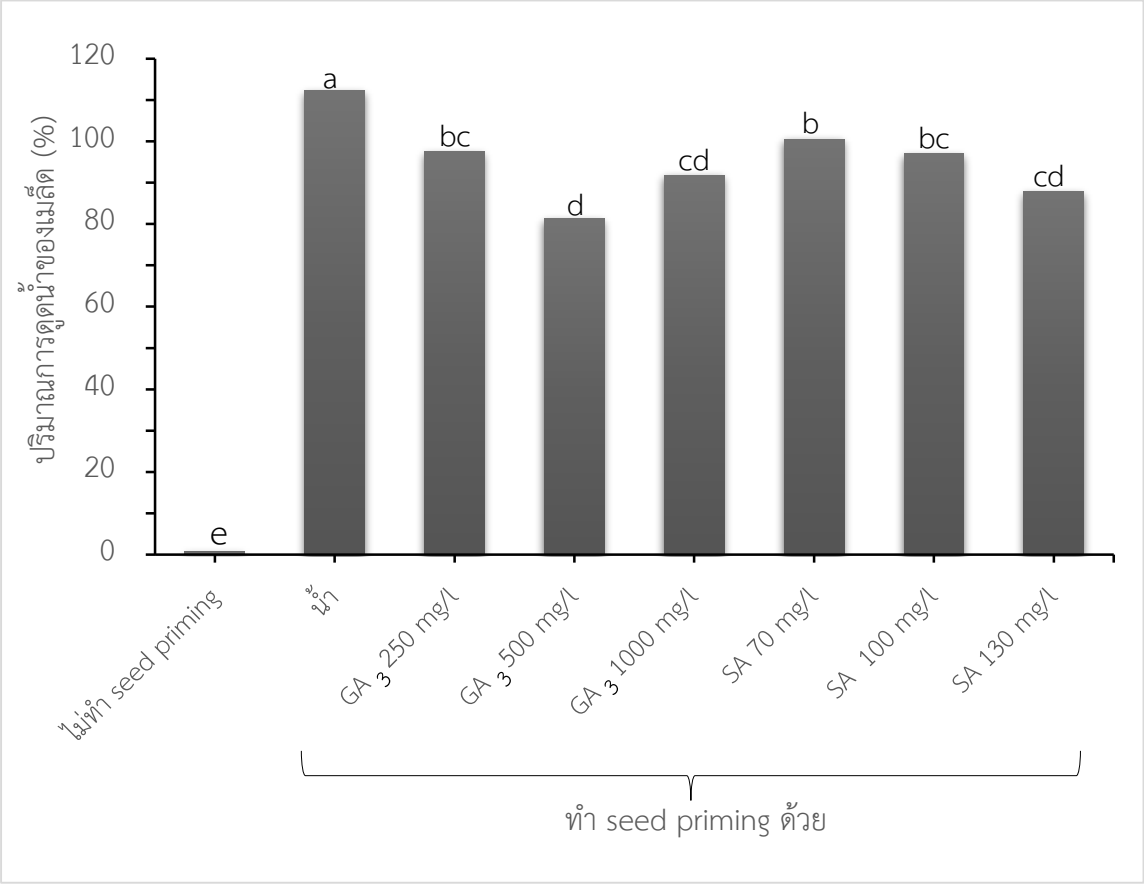
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

การทดลองที่ 2 ผลของการทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA) และกรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) ต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

จากการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 250, 500 และ 1000 mg/l และ SA ความเข้มข้น 70, 100 และ 130 mg/l เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง นำมาประเมินผลปริมาณการดูดน้ำของเมล็ด การงอกและการเจริญของต้นกล้าดาวเรืองในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนหลังจากการทำ seed priming ได้ดังนี้

ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ด (Water content)

จากผลการทดลอง พบว่า การแช่เมล็ดดาวเรืองด้วยน้ำมีปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดสูงที่สุด คือ 122 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการแช่ในสารละลายทั้ง GA_3 และ SA ที่มีปริมาณการดูดน้ำลดลงตามความเข้มข้นของสารละลาย และทั้งหมดมีปริมาณการดูดน้ำไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการแช่สารเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด (Electrical conductivity ; EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดหลังจากการทำ seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย GA_3 ความเข้มข้น 1000 mg/l มีค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดน้อยที่สุด คือ 8.2 μS /cm ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

กรรมวิธี	ค่าการนำไฟฟ้า (μS /cm)
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	22.5[c]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	9.7[b]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	9.0[b]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	8.4[b]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	8.2[a]
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	9.2[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	10.0[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	10.5[b]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**
CV.(%)	11.79

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Seed germination; SG)

เมล็ดดาวเรืองเริ่มแทงรากในทุกกรรมวิธีตั้งแต่วันที่ 2 หลังจากการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ และพบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความงอกสูงที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming รวมทั้งการทำ seed priming ด้วยกรรมวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือนยังพบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l เมล็ดยังคงมีการงอกสูงที่สุด คือ 98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่

ผ่านการทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำรวมทั้ง GA_3 ความเข้มข้น 500 และ 1000 mg/l ที่มีความการงอก 89 - 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับหลังจากการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 7 วัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	96^{b}	90^{bc}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	96^{b}	89^{c}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	95^{b}	96^{ab}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	95^{b}	92^{bc}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	94^{b}	92^{bc}
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	97^{b}	95^{ab}
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	95^{b}	96^{ab}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	100^{a}	98^{a}
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV.(%)	1.95	3.10

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ดัชนีความเร็วในการงอก (Speed of germination index; SGI)

ผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 24.6 ต้นต่อวัน รองลงมา คือ การทำ seed priming ด้วย GA_3 ความเข้มข้น 500 mg/l และ SA ความเข้มข้น 100 mg/l มีดัชนีความเร็วในการงอก 23.5 และ 23.4 ต้นต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีดัชนีความเร็วในการงอก 21.9 ต้นต่อวัน นอกจากนี้ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน ยังพบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ยังคงมีดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด คือ 18.2 ต้นต่อวัน รองลงมา คือ GA_3 ความเข้มข้น 250 mg/l และ SA ที่ระดับความเข้มข้น 70 mg/l มีดัชนีความเร็วในการงอก 17.7 และ 17.6 ต้นต่อวัน

ตามลำดับ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีดัชนีความเร็วในการงอก 14.3 และ 13.1 ต้นต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	21.9^{c}	14.3^{d}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	21.9^{c}	13.1^{d}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	22.8^{bc}	17.7^{ab}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	23.5^{ab}	16.3^{bc}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	22.9^{bc}	16.6^{bc}
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	22.8^{bc}	17.6^{ab}
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	23.4^{ab}	16.0^{c}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	24.6^{a}	18.2^{a}
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV.(%)	4.03	5.62

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean Germination Time; MGT)

ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกรากของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย GA_3 ความเข้มข้น 500 - 1,000 mg/l และ SA ความเข้มข้น 100 - 130 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอกราก 4.51 - 4.52 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และ การทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอกราก 4.62 และ 4.60 วัน ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย GA_3 ที่ความเข้มข้น 250 - 1000 mg/l และ SA ที่ความเข้มข้น 70 และ 130 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 4.87 - 4.94 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ

เมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.20 และ 5.07 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	4.62^{c}	5.20^{d}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.60^{bc}	5.07^{c}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	4.54^{ab}	4.89^{a}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	4.52^{a}	4.94^{ab}
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	4.52^{a}	4.90^{a}
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	4.57^{abc}	4.89^{a}
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	4.51^{a}	5.01^{bc}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	4.52^{a}	4.87^{a}
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV.(%)	0.97	1.21

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความยาวยอดของต้นกล้า (Seedling shoot length)

ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน หลังการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า การทำ seed priming ด้วย GA_3 ความเข้มข้น 1000 mg/l มีความยาวยอดของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 3.6 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่ความยาวยอดของต้นกล้าในสภาพโรงเรือนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความสูงต้นของต้นกล้าดาวเรือง

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.1^{bc}	2.5
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.0^{bc}	3.2
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	3.3^{bc}	3.2
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	3.3^{b}	2.5
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	3.6^{a}	3.0
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	3.0^{c}	2.7
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	3.1^{bc}	2.8
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.0^{bc}	2.8
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	ns
CV.(%)	6.17	15.40

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความยาวรากของต้นกล้า (Seedling root length)

ผลความยาวรากของต้นกล้าที่อายุ 7 วัน หลังเพาะทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี ซึ่งต้นกล้าที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการมีความยาวรากอยู่ในช่วง 3.1 - 3.4 เซนติเมตร ในขณะที่การเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือนมีความยาวรากอยู่ในช่วง 2.8 - 3.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความยาวรากของต้นกล้าดาวเรือง

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.1	3.3
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.4	3.1
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	3.4	3.8
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	3.2	3.2
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	3.1	3.0
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	3.4	3.4
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	3.3	2.8
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.1	3.1
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns
CV.(%)	8.83	13.62

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักสดของต้นกล้า (Seedling fresh weight)

น้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองอายุ 7 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า เมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming มีปริมาณน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 30.9 มิลลิกรัมต่อต้น รองลงมาคือ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 1000 mg/l มีปริมาณน้ำหนักสด 29.5 และ 29.4 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการทำ seed priming ด้วย SA ที่ระดับความเข้มข้น 70 mg/l ที่มีปริมาณน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 26.5 มิลลิกรัมต่อต้น ในส่วนของสภาพโรงเรือนพบว่า SA ที่ระดับความเข้มข้น 70 mg/l มีปริมาณน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 95.3 มิลลิกรัมต่อต้น รองลงมาคือ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 1000 mg/l มีปริมาณน้ำหนักสด คือ 87.1 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีปริมาณน้ำหนักสด 66.1 - 69.5 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรือง

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (มิลลิกรัมต่อต้น)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	30.9[a]	69.5[cd]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	28.8[abc]	66.1[d]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	29.5[ab]	82.4[b]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	27.6[bc]	78.9[bc]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	29.4[ab]	87.1[ab]
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	26.5[c]	95.3[a]
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	28.5[abc]	82.1[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	28.1[bc]	84.0[ab]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	*	**
CV.(%)	5.20	9.64

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight)

ปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี ซึ่งต้นกล้าที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการมีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 1.3 - 2.2 มิลลิกรัมต่อต้น ในส่วนของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 3.9 - 4.9 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรือง

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (มิลลิกรัมต่อต้น)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.4	4.2
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.4	3.9
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	1.5	4.7
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	1.5	4.4
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	1.5	4.2
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	1.4	4.9
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	1.3	4.2
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	2.2	4.6
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns
CV.(%)	37.12	12.64

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การทดลองที่ 3 ศึกษาความแข็งแรงเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA)

จากการทดลองการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และน้ำ เทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming โดยทำการประเมินผลการงอกและการเจริญของต้นกล้าดาวเรืองทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ได้ผลการทดลองดังนี้

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Seed germination ; SG)

ผลความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังจากการทำ seed priming เมื่อเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด คือ 98.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์การงอก 83.0 และ 89.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มียังคงมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด คือ 93.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำเช่นเดียวกับในสภาพห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 10)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming พบว่าการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ช่วยให้เมล็ดมีการเสื่อมน้อยลงหลังการเร่งอายุ โดยดูจากผลเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก 71.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก 48.5 และ 59.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ยังคงมีค่าสูงสุดโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก 65.0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก 32.5 และ 35.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

จากการทดลองดังที่กล่าวมา พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ช่วยให้เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง 27.0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือน ตามลำดับ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลงหลังการเร่งอายุของเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และ และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกที่ลดลง 34.5 และ 30.0 เปอร์เซ็นต์ในสภาพห้องปฏิบัติการ ในขณะที่ในสภาพโรงเรือนความงอกลดลง 38.5 และ 50.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ผลความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	Priming	AA-test	Change	Priming	AA-test	Change
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	83.0^{c}	48.5^{c}	34.5	71.0^{c}	32.5^{b}	38.5
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	89.5^{b}	59.5^{b}	30.0	85.5^{b}	35.0^{b}	50.5
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	98.5^{a}	71.5^{a}	27.0	93.5^{a}	65.0^{a}	28.5
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**		**	**	
CV. (%)	2.61	8.05		5.82	7.81	

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ดัชนีความเร็วในการงอก (Speed of germination index ; SGI)

ผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดในภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming พบว่าการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด คือ 39.7 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีความเร็วในการงอก 22.9 และ 32.5 ต้นต่อวัน

ตามลำดับ ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ยังคงมีดัชนีความเร็วในการงอกสูงสุด 18.6 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีความเร็วในการงอก 11.0 และ 16.7 ต้นต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ช่วยให้เมล็ดมีการเสื่อมน้อยลงหลังการเร่งอายุโดยดูจากผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดในภาพห้องปฏิบัติการ เมล็ดมีค่าดัชนีความเร็วในการงอก 13.9 ต้นต่อวัน ซึ่งมีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming แต่ไม่แตกต่างจากเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีค่าดัชนีความเร็วในการงอก 8.2 และ 11.8 ต้นต่อวัน ตามลำดับ แต่กรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีดัชนีความเร็วในการงอกสูงสุด 8.9 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีความเร็วในการงอก 4.2 และ 4.3 ต้นต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)			
	ห้องปฏิบัติการ		โรงเรือน	
	Priming	AA-test	Priming	AA-test
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	22.9^{c}	8.2^{b}	11.0^{c}	4.2^{b}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	32.5^{b}	11.8^{a}	16.7^{b}	4.3^{b}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	39.7^{a}	13.9^{a}	18.6^{a}	8.9^{a}
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**	**	**
CV.(%)	6.21	13.16	6.58	7.47

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean Germination Time ; MGT)

ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และน้ำมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 4.2 และ 4.3 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ที่เวลาเฉลี่ยในการงอก 4.5 วัน ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และน้ำมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 4.8 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.1 วัน (ตารางที่ 12)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming พบว่า ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ ในเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ และ SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 4.8 - 5.0 วัน ซึ่งผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.3 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.5 และ 5.4 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)			
	ห้องปฏิบัติการ		โรงเรือน	
	Priming	AA-test	Priming	AA-test
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	4.5[b]	5.0	5.1[b]	5.5[c]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.3[a]	4.8	4.8[a]	5.4[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	4.2[a]	4.8	4.8[a]	5.3[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	ns	**	*
CV.(%)	1.23	2.35	0.77	1.87

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความยาวยอดของต้นกล้า (Seedling shoot length)

ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน หลังการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า เมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ และ SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความยาวยอดของต้นกล้า 3.0 -3.2 เซนติเมตร ซึ่งผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ความยาวยอดของต้นกล้าในสภาพโรงเรือนของเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ และ SA ความเข้มข้น 130 mg/l มียาวยอดของต้นกล้า 3.5 และ 3.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ที่มีความยาวยอดของต้นกล้า 3.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 13)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming พบว่า ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน หลังการเพาะเมล็ด ในสภาพห้องปฏิบัติการ ในเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ และ SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความยาวยอดของต้นกล้า 2.6 - 2.8 เซนติเมตร ซึ่งผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในขณะที่ความยาวยอดของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน ของเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความยาวยอดของต้นกล้าสูงสุด 3.0 เซนติเมตร

และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีความยาวยอดของต้นกล้า 2.5 และ 2.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ผลความยาวยอดของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)			
	ห้องปฏิบัติการ		โรงเรือน	
	Priming	AA-test	Priming	AA-test
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.2	2.8	3.2[b]	2.5[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.0	2.6	3.5[a]	2.4[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.0	2.7	3.4[a]	3.0[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns	*	**
CV.(%)	11.48	7.57	3.76	8.00

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความยาวรากของต้นกล้า (Seedling root length)

ผลความยาวรากของต้นกล้าที่อายุ 7 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งต้นกล้ามีความยาวรากอยู่ในช่วง 3.0 - 3.1 เซนติเมตร แต่ในขณะที่ความยาวรากของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน ในเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มียาวรากของต้นกล้าสูงสุด 4.6 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีความยาวรากของต้นกล้า 3.4 และ 3.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 14)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming พบว่า ผลความยาวรากของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน หลังการเพาะเมล็ด ในสภาพห้องปฏิบัติการ ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งต้นกล้ามีความยาวรากอยู่

ในช่วง 1.9 - 2.3 เซนติเมตร แต่ในขณะที่ความยาวรากของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน ในเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความยาวรากของต้นกล้าสูงสุด 3.0 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีความยาวรากของต้นกล้า 2.4 และ 2.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)			
	ห้องปฏิบัติการ		โรงเรือน	
	Priming	AA-test	Priming	AA-test
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.0	1.9	3.4[b]	2.4[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.1	2.2	3.5[b]	2.0[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.0	2.3	4.6[a]	3.0[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns	**	**
CV.(%)	10.28	13.96	4.42	12.47

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

น้ำหนักสดของต้นกล้า (Seedling fresh weight)

ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีน้ำหนักสดของต้นกล้าสูงสุด 88.0 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming แต่ไม่แตกต่างจากเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีน้ำหนักสดของต้นกล้า 73.0 และ 80.3 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) ในเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming พบว่า น้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน ในสภาพ

ห้องปฏิบัติการทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีน้ำหนักสดอยู่ในช่วง 26.3 - 29.8 มิลลิกรัมต่อต้น ในขณะที่การเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีปริมาณน้ำหนักสดของต้นกล้า 67.3 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ ซึ่งมีปริมาณน้ำหนักสดของต้นกล้า 47.8 และ 44.5 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ห้องปฏิบัติการ		โรงเรือน	
	Priming	AA-test	Priming	AA-test
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	27.5	26.3	73.0[b]	47.8[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	30.3	27.3	80.3[ab]	44.5[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	30.3	29.8	88.0[a]	67.3[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	ns	*	**
CV.(%)	6.28	7.81	6.82	11.77

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight)

ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำและเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้า 1.4 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกทางทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ที่มีปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้า 1.2 มิลลิกรัมต่อต้น ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 4.0 - 4.3 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 16)

ในส่วนของการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming โดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) พบว่า ปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองที่อายุ 7 วัน ในสภาพ

ห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติซึ่งมีปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าอยู่ในช่วง 1.2 - 1.4 มิลลิกรัมต่อต้น ในขณะที่การเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้า 3.9 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ ที่มีปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้า 3.3 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองโดยวิธีการเร่งอายุ

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)			
	ห้องปฏิบัติการ		โรงเรือน	
	Priming	AA-test	Priming	AA-test
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.2[b]	1.2	4.0	3.3[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.4[a]	1.3	4.2	3.0[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.4[a]	1.4	4.3	3.9[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	*	ns	ns	*
CV.(%)	5.37	8.52	12.23	10.44

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

การทดลองที่ 4 ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังทำ seed priming ด้วยกรดซาลิไซลิก (SA)

จากการศึกษาปัจจัยในด้านกรรมวิธีของการทำ seed priming และปัจจัยในด้านของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ หลังทำการเก็บรักษาเมล็ดเป็นระยะเวลา 6 เดือน และทำการประเมินผลการงอกและการเจริญของต้นกล้าดาวเรืองในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนได้ผลการทดลอง ดังนี้

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Seed germination ; SG) หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมต่อความงอกของเมล็ด เมื่อนำมาทดสอบทั้งในภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 17)

เมื่อพิจารณาผลของการทำ seed priming ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง พบว่า การทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด คือ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์การงอก 87.3 และ 90.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือนก็มีผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด คือ 94 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และการทำ seed priming ด้วยน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์การงอก 83.0 และ 86.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านความงอกของเมล็ดเมื่อทดสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 91.8 - 93.0 และ 86.5 - 89.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีผลต่อการคงความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ยังคงสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยน้ำ โดยในการเก็บรักษาเมล็ดสามารถเก็บรักษาได้ทั้ง

สภาพอุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เนื่องจากทั้งสองสภาพอุณหภูมิไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 17 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	85.0	89.5	**87.3**^{B}	82.5	83.5	**83.0**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	91.0	90.0	**90.5**^{B}	89.5	83.5	**86.5**^{B}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	99.5	99.5	**99.5**^{A}	95.5	92.5	**94.0**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**91.8**	**93.0**		**89.2**	**86.5**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		3.76		4.57		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ดัชนีความเร็วในการงอก (Speed of germination index; SGI) หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดกับการทำ seed priming พบว่า มีอิทธิพลร่วมต่อดัชนีความเร็วในการงอกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยพบว่าการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสมีผลต่อการส่งเสริมให้เมล็ดมีดัชนีความเร็วในการงอกทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน

ซึ่งในสภาพห้องปฏิบัติการ การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด คือ 46.0 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ กรรมวิธีอื่นๆ ในขณะเดียวกันดัชนีความเร็วในการงอกในสภาพโรงเรือนของเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ยังคงมีค่าดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด คือ 18.9 ต้นต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกรรมวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การทำ seed priming ด้วยน้ำยังให้ผลในลักษณะเดียวกันแต่ให้ค่าที่น้อยกว่าซึ่งต่างจากเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของค่าดัชนีความเร็วในการงอกหลังการเก็บรักษาเมล็ดไว้ทั้งที่ 5 และ 25 องศาเซลเซียส และยังมีค่าต่ำสุดทั้งการทดสอบในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน ดังนั้นผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming ทั้งด้วย SA หรือด้วยน้ำและการเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส มีผลให้ดัชนีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดที่ดีกว่าการทำ seed priming ทั้งด้วยน้ำ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ผลดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	20.2^{d}	20.8^{d}	**20.5^{C}**	9.9^{e}	10.3^{e}	**10.1^{C}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	30.7^{c}	38.7^{b}	**34.7^{B}**	12.2^{d}	17.5^{b}	**14.8^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	38.8^{b}	46.0^{a}	**42.4^{A}**	13.5^{c}	18.9^{a}	**16.2^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**29.9^{B}**	**35.1^{A}**		**11.9^{B}**	**15.6^{A}**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		**		**		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		**		**		
CV.(%)		5.99		3.91		

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean Germination Time ; MGT) หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกทั้งในภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 19)

เมื่อพิจารณาผลของการทำ seed priming ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า เมื่อทำการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด คือ 1.6 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming และทำ seed priming

ด้วยน้ำ ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 1.9 และ 2.6 วัน ตามลำดับ ในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือนก็มีผลไปในทิศทางเดียวกันโดยพบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำและการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 3.8 และ 3.9 วัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 4.4 วัน (ตารางที่ 19)

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อเวลาเฉลี่ยในการงอก พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของเวลาเฉลี่ยในการงอกทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 19)

ดังนั้นผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำและการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีผลต่อการงอกของเมล็ดที่เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และสามารถเก็บรักษาเมล็ดได้ทั้งที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เนื่องจากทั้งสองสภาพอุณหภูมิไม่มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 19 ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.5	2.7	**2.6**^{C}	4.4	4.4	**4.4**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	2.0	1.8	**1.9**^{B}	3.9	3.7	**3.8**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.6	1.6	**1.6**^{A}	3.8	3.8	**3.9**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**2.0**	**2.0**		**4.0**	**4.0**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.52		3.88		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความยาวยอดของต้นกล้า (Seedling shoot length) หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อความยาวยอดของต้นกล้าในภาพห้องปฏิบัติการ แต่การทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ต่อความยาวยอดของต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อความยาวยอดของต้นกล้ามากที่สุดคือ 3.2 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งพบว่าการทำ seed priming ด้วยน้ำและการไม่ทำ seed priming มีค่าความยาวยอดที่ต่ำกว่าและ

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 5 และ 25 องศาเซลเซียส หลังการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 20)

เมื่อพิจารณาผลของการทำ seed priming ต่อความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า เมื่อทำการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ การทำ seed priming ด้วยน้ำและ การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ต้นกล้ามีความยาวยอดที่สูงที่สุด คือ 3.0 และ 3.1 เซนติเมตร ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ที่มียาวยอดของต้นกล้า 2.8 เซนติเมตร ส่วนในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีผลต่อความยาวยอดของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 3.0 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำและเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ซึ่งมีความยาวยอดของต้นกล้า 2.7 เซนติเมตร (ตารางที่ 20)

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของความยาวยอดต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 20) ดังนั้นผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ต้นกล้ามีความยาวยอดที่ดีเมื่อนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือน

ตารางที่ 20 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.8	2.8	**2.8^{B}**	2.6^{b}	2.7^{b}	**2.7^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.0	3.0	**3.0^{A}**	2.9^{b}	2.7^{b}	**2.7^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.3	3.0	**3.1^{A}**	3.2^{a}	2.9^{b}	**3.0^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**3.0**	**3.0**		**2.9**	**2.8**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		*		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
CV.(%)		7.68		6.24		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ความยาวรากของต้นกล้า (Seedling root length) หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ต่อความยาวรากของต้นกล้าทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลให้ความยาวรากของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 4.2 เซนติเมตร เมื่อทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งพบว่า การทำ seed priming ด้วยน้ำ และการไม่ทำ seed priming มีความยาวรากที่ต่ำและไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่

5 และ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่การทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และการทำ seed priming ด้วยน้ำ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีความยาวรากของต้นกล้าที่มากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่เก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 21)

ดังนั้นจากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming ด้วยน้ำและการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อความยาวรากที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l เก็บรักษาเมล็ดไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อความยาวรากที่ดีกว่าการทำ seed priming ด้วยน้ำ เมื่อนำเมล็ดมาเพาะทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

ตารางที่ 21 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.9^{c}	3.1^{bc}	**3.0^{C}**	3.9^{c}	4.3^{b}	**4.1**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.4^{b}	3.3^{b}	**3.3^{B}**	4.7^{a}	3.4^{d}	**4.1**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	4.2^{a}	3.2^{bc}	**3.7^{A}**	4.9^{a}	3.2^{d}	**4.0**
ค่าเฉลี่ย	**3.5^{A}**	**3.2^{B}**		**4.5^{A}**	**3.6^{B}**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		**		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		**		**		
CV.(%)		7.00		6.65		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

น้ำหนักสดของต้นกล้า (Seedling fresh weight)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ต่อน้ำหนักสดของต้นกล้า พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่การทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ซึ่งการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 62.8 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 22)

เมื่อพิจารณาผลของการทำ seed priming ต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า เมื่อทำการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของน้ำหนักสดต้นกล้า ส่วนในกรณีของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าสูงที่สุด 58.3 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทำ seed priming ด้วยน้ำ และเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ที่มีน้ำหนักสดของต้นกล้า 53.9 และ 50.9 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา พบว่า เมื่อเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าที่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในส่วนของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 57.1 มิลลิกรัมต่อต้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีน้ำหนักสดของต้นกล้า 51.6 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 22)

ดังนั้นจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าที่สูงขึ้นเมื่อนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือน

ตารางที่ 22 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	28.2	29.8	**29.3**	55.0^{b}	46.8^{c}	**50.9^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	27.8	26.5	**27.1**	53.5^{b}	54.3^{b}	**53.9^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	30.3	27.8	**28.8**	62.8^{a}	53.8^{b}	**58.3^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**28.9**	**27.8**		**57.1^{A}**	**51.6^{B}**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		**		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
CV.(%)		8.58		7.36		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าทั้งในภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 23)

เมื่อพิจารณาผลของการทำ seed priming ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรือง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ตารางที่ 23)

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเมื่อทำการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่ในส่วนของการเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุดคือ 3.2 มิลลิกรัมต่อต้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของต้นกล้า 2.8 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 23) ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักแห้งที่สูงกว่าการเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือน

ตารางที่ 23 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.3	1.3	**1.3**	3.1	2.6	**2.9**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.3	1.5	**1.4**	3.1	3.1	**3.1**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.3	1.4	**1.3**	3.3	2.8	**3.0**
ค่าเฉลี่ย	**1.3**	**1.4**		**3.2**^{A}	**2.8**^{B}	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns			ns	
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns			**	
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns			ns	
CV.(%)		10.82			8.13	

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่าระยะเวลาการแช่เมล็ดในน้ำ 4-10 ชั่วโมง สำหรับการทำ seed priming มีผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างจากการไม่ทำการแช่เมล็ดหรือไม่ทำ seed priming กล่าวคือ การทำ seed priming มีผลให้เมล็ดงอกเร็ว งอกสม่ำเสมอ และมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming เนื่องจากการทำ seed priming ช่วยให้ทุกเมล็ดมีโอกาสได้ดูดน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ดเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการทางเมแทบอลิซึมภายในเมล็ด โดยการเกิดกระบวนการทางเมแทบอลิซึมจะเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำเข้าสู่ระยะที่ 2 ระยะงั้น โดยระยะนี้เมล็ดจะมีการดูดน้ำที่ค่อนข้างคงที่และใช้ช่วงเวลาที่นานกว่าระยะที่ 1 และ 3 (ภาพที่ 2)

การวิจัยครั้งนี้เมล็ดดาวเรืองใช้ระยะเวลาในการดูดน้ำเข้าสู่ระยะที่ 2 ระยะงัน ที่ 6 ชั่วโมง และคงที่ไปจนกระทั่ง 10 ชั่วโมง แต่ผลที่ดีที่สุดสำหรับการยกระดับคุณภาพในครั้งนี้ คือ การแช่เมล็ดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เนื่องจากผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้านเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดมีค่าที่ดีกว่าการแช่เมล็ดด้วยระยะเวลาอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามเวลาสำหรับการแช่เมล็ดแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์หรือแต่ละชุดเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมา (seed lot) อาจแตกต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นกับหลายปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะโครงสร้างของเมล็ด องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแต่ละชนิดหรือพันธุ์ คุณภาพของเมล็ดในแต่ละชุดเมล็ดพันธุ์ เช่น ความอ่อนแก่ของเมล็ด ความสมบูรณ์ของเมล็ด ระดับความแข็งแรงหรือการเสื่อมของเมล็ด เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการดูดน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ดแล้วจะมีผลทำให้เมล็ดได้รับก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดกระบวนการหายใจของเมล็ดเพิ่มขึ้นและเกิดพลังงานขึ้นภายในเมล็ด ทำให้เกิดการจัดเรียงตัว (reorganization of membranes) และซ่อมแซม (repair) ส่วนที่สึกเหรอของเยื่อหุ้มของเซลล์และออร์กาเนลต่างๆ ที่มีหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ให้กลับมาเป็นปกติ และมีความพร้อมในการเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่มีประสิทธิภาพเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าสู่ระยะที่ 2 ซึ่งการเกิดกิจกรรมการจัดเรียงตัวของชั้นเยื่อหุ้มเซลล์นี้จะมีผลทำให้ไม่เกิดการรั่วไหลของสารต่าง ๆ ออกนอกเมล็ด (วันชัย, 2538; บุญมี, 2558)

การรั่วไหลของสารต่างๆ ออกนอกเมล็ดสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity ; EC) ของน้ำที่แช่เมล็ด ซึ่งจะมีค่าต่ำในกรณีที่สารรั่วไหลออกมาน้อย ในขณะที่ถ้าเกิดการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดปริมาณมากจะมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าที่สูงขึ้น จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำแต่ละระยะเวลาหรือการแช่เมล็ดในสารละลายทั้ง GA_3 และ SA แต่ละความเข้มข้นมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำกว่าในเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ซึ่งผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของประนอม (2558) ที่ทำ seed priming ด้วยน้ำและ KNO_3 ในเมล็ดดาวเรืองฝรั่งเศส และงานวิจัยของ Khan *et al.,* (2011)

ที่ทำ seed priming ด้วยวิตามิน (ascorbic acid) และฮอร์โมน (salicylic acid; SA) ในเมล็ดข้าวสาลีแล้วมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าที่ลดลงต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ได้มีการเรียงตัวและซ่อมแซมส่วนที่สึกเหรอของเยื่อหุ้มเซลล์และออร์การเนลล์ต่างๆ เพื่อความพร้อมในการเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดในช่วงการดูดน้ำระยะที่ 2 ต่อไป

การดูดน้ำในระยะที่ 2 ของเมล็ดเป็นช่วงสำคัญในการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับกระบวนการงอกของเมล็ด เช่น การสร้างโปรตีนจาก mRNA ที่สร้างขึ้นใหม่โดยไมโตคอนเดรีย การหายใจและกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้น เมล็ดมีการสร้างเอนไซม์ต่างๆ เพื่อย่อยสลายสารโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ในแหล่งสะสมอาหารที่อยู่ภายในเมล็ดให้กลายเป็นสารโมเลกุลขนาดเล็กที่สามารถละลายน้ำได้ และเกิดการเคลื่อนย้ายสารอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนภายในเมล็ด (Weitbrecht *et al*., 2011) โดยการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเมล็ดที่เกิดขึ้นในระยะที่สองของการดูดน้ำเป็นการเตรียมพร้อมเพื่อการงอกแล้ว และเป็นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการหยุดกระบวนการงอกไว้โดยการลดความชื้นของเมล็ดกลับสู่ความชื้นเริ่มต้นเพื่อรอการนำไปเพาะปลูกต่อไป (Bewley, 1997; Eskandari, 2013; Girolamo and Barbanti, 2012) ดังนั้นเมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ไปเพาะปลูกจึงช่วยย่นระยะเวลาการเกิดกิจกรรมในระยะที่ 2 และสามารถเข้าสู่ระยะที่ 3 ของการดูดน้ำเพื่อเกิดการงอกรากได้เร็วและมีการงอกที่สม่ำเสมอกว่าเมล็ดพันธุ์ปกติที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming

เมล็ดที่มีการเสื่อมสภาพเมื่อนำไปเพาะตามวิธีมาตรฐานจะมีความงอกต่ำ แต่ถ้านำเมล็ดนั้นมายกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming ที่เหมาะสมจะส่งผลให้เมล็ดมีความสามารถในการงอกสูง เช่น งอกได้เร็ว หรือ มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการทำ seed priming จะทำให้เยื่อหุ้มของเซลล์ และออร์กาเนลต่างๆ ซึ่งหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ มีเวลาเพียงพอสำหรับการจัดเรียงตัว (reorganization of membranes) และซ่อมแซม (repair) ส่วนที่สึกเหรอให้กลับมาเป็นปกติ และเป็นผลให้การเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่มีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้การทำ seed priming ยังมีผลต่อการกำจัดสารพิษให้น้อยลงหรือหมดไป ซึ่งผลดังกล่าวมาช่วยทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้น ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการที่เมล็ดเริ่มเสื่อมสภาพไปแล้วสามารถนำมาปรับปรุงสภาพให้ดีขึ้นได้ในระดับหนึ่งได้โดยการทำ seed priming (วันชัย, 2538) ซึ่งโดยทั่วไปเมล็ดที่มีการเสื่อมคุณภาพระดับปานกลางจะมีการตอบสนองต่อการทำ seed priming มากกว่าคุณภาพสูงหรือต่ำ (บุญมี, 2558)

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยการทำ seed priming จะให้ผลดีมากน้อยอย่างไรขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัจจัยภายในเมล็ด เช่น ชนิดเมล็ดที่มีองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพต่างกัน ระดับคุณภาพของเมล็ดเริ่มต้น เป็นต้น และปัจจัยภายนอกเมล็ดพันธุ์

เช่น อุณหภูมิในการแช่เมล็ดซึ่งมีผลต่อการดูดน้ำช้าเร็วต่างกัน ระยะเวลาการแช่เมล็ด ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้แช่เมล็ด เป็นต้น (บุญมี, 2558) ดังนั้นในการทดลองที่ 2 ของการวิจัยครั้งนี้ จึงได้ทำการศึกษาถึงผลของชนิดและความเข้มข้นของสารละลายที่เหมาะสมในการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศส โดยการแช่เมล็ดด้วยสารละลาย GA_3 (250, 500 และ 1000 mg/l) SA (70, 100 และ 130 mg/l) และน้ำ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลที่ได้พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความเหมาะสมต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง เนื่องจากมีผลให้เมล็ดมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอก ดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด และเมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อยทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิกาญจน์ (2560) ที่ทำการแช่เมล็ดถั่วลันเตาในสารละลาย SA ความเข้มข้น 500 µM (69 mg/l) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ส่งผลให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสูงลำต้น และน้ำหนักสดต้นสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการแช่เมล็ด นอกจากนี้ นิติภูมิ (2555) ยังรายงานว่า การแช่เมล็ดพันธุ์พริกหยวกในสารละลาย SA ที่ระดับความเข้มข้น 0.015 เปอร์เซ็นต์ (150 mg/l) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพริกมีความงอกสูงที่สุด มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุชาวลีวรรณ และชนิกาญจน์ (2560) ที่ทำการแช่เมล็ดทานตะวันด้วยสารละลาย SA ความเข้มข้น 500 µM (69 mg/l) สามารถเพิ่มการเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันได้โดยมีความสูงลำต้น ความยาวราก และน้ำหนักสดต้นซึ่งสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการแช่เมล็ด

จากการวิจัยในครั้งนี้ ยังพบว่าเมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA มาทำการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ ตามการทดลองที่ 3 ผลที่ได้พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ยังคงมีความงอก ดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด โดยเมล็ดมีการลดลงของความงอกน้อยที่สุดหลังทำการเร่งอายุเมื่อนำเมล็ดไปทดสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน นอกจากนี้ยังพบว่าต้นกล้ายังมีความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้งมากที่สุดในสภาพโรงเรือน ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l ยังคงมีความแข็งแรงมากกว่า หรือมีการเสื่อมของเมล็ดที่ช้ากว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ โดยเมล็ดสามารถงอกได้ดีและมีการเจริญของต้นกล้าที่ดีแม้ได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งได้แก่การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่สภาพอุณหภูมิและความชื้นสูง หรือการที่นำเมล็ดมาเพาะในโรงเรือนที่ไม่ได้มีการควบคุมสภาพแวดล้อม และถึงแม้การนำเมล็ดมาเก็บรักษาเป็นเวลานานถึง 6 เดือน เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วย SA ก็ยังคงมีคุณภาพที่ดี คือ เมล็ดยังคงงอกได้เร็วและมีความงอกที่สูงถึงแม้เก็บรักษาเมล็ดในสภาพอุณหภูมิที่ต่างกัน คือ 5 และ 25 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองและการรายงานการวิจัยดังกล่าวมาแสดงให้เห็นว่า SA มีผลในการส่งเสริมการงอกของเมล็ดได้โดยวิธีการทำ seed priming เพื่อเตรียมความพร้อมในการงอกก่อนการนำเมล็ดไปเพาะ ทั้งนี้อาจเป็นผลอันเนื่องมาจาก SA เป็นฮอร์โมนพืชที่มีฤทธิ์ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีความสำคัญในการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของพืชด้านการงอกของเมล็ด (สัมฤทธิ์, 2544) โดย SA มีผลต่อการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์หรือออกฤทธิ์เสริมกับออกซิน (Kling and Meyer, 1983) และมีผลต่อกิจกรรมที่ส่งเสริมงานงอกของเมล็ด ดังเช่นในงานวิจัยของ Mukhtar *et al*. (2013) รายงานว่า การทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสด้วยสารละลาย SA ความเข้มข้น 100 mg/l มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) และปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำทั้งหมด (total soluble sugar) และพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) กับน้ำหนักแห้ง และการเพิ่มขึ้นกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส กับน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งการเกิดกิจกรรมนี้มีผลต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ด คือเมล็ดมีความงอกที่สูง เมล็ดงอกเร็ว นอกจากนี้ SA ยังมีผลในการช่วยให้พืชต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อโรค โดยการชักนำให้เกิดระบบป้องกันตัวเองภายในพืช (systemic acquired resistance: SAR) ภายหลังการได้รับเชื้อโรค ซึ่งพืชจะมีการกระตุ้นให้เกิดการสร้าง pathogenesis related protein (PRs) เพื่อต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อโรคหรือเมื่อพืชได้รับสภาพเครียดจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ระบบ SAR จะมีผลทำให้พืชสร้างสารต้านอนุมูลอิสระชนิดที่เป็นเอ็นไซม์เพิ่มสูงขึ้น (Hayat *et al*., 2010)

การเก็บรักษาเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l เป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์การงอกและงอกเร็วทั้งที่เก็บในสภาพอุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำเมล็ดมาเพาะทั้งสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือน ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักแห้งสูงที่สุดในสภาพโรงเรือน ในขณะที่การเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส มีผลต่อความสม่ำเสมอในการงอก โดยมีดัชนีการงอกที่สูงทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือน แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการเก็บรักษากับการทำ seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ต้นกล้ามีความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักสดสูงที่สุดในสภาพโรงเรือน จากผลที่ได้ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming ด้วย SA มีผลทำให้คุณภาพเมล็ดในด้านการงอกของเมล็ด และการนำเมล็ดมาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเจริญของต้นกล้าที่ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพอุณหภูมิต่ำช่วยที่ชะลอการเสื่อมของเมล็ด โดยการที่เมล็ดได้รับสภาพอุณหภูมิต่ำนั้นมีผลทำให้การหายใจและกระบวนการทางชีวเคมีอื่นๆ ภายในเมล็ดลดลง ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับการใช้สารอาหารที่สะสมในเมล็ดน้อยลงด้วย ซึ่งสภาพดังกล่าวยังคงทำให้เมล็ดมีอาหารสะสมในเมล็ดที่มากพอสำหรับการเจริญของต้นกล้าในช่วงระยะแรกของการงอกได้ดี ซึ่งผลที่

ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mirzaei (2014) ในด้านการยังคงคุณภาพของเมล็ดที่สูงหลังทำการเก็บรักษาเมล็ดดาวเรืองที่ผ่านการทำ seed priming ที่ 4 องศาเซลเซียส โดยการบรรจุเมล็ดไว้ในซองอลูมิเนียมฟอยด์ ซึ่งผลที่ได้พบว่าสภาพดังกล่าวช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาเมล็ดดาวเรืองได้นานถึง 12 เดือน ดังนั้นจากการวิจัยครั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าถ้าเก็บเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA เป็นระยะเวลาที่นานกว่า 6 เดือน เมล็ดจะยังคงมีความงอกที่สูงรวมทั้งมีการเจริญของต้นกล้าที่ดี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำที่ 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเนื่องจากมีผลเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุด

การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความเหมาะสมต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง และเมล็ดพันธุ์ยังคงมีความแข็งแรงหลังการเร่งอายุ โดยเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและดัชนีความเร็วในการงอกสูงที่สุดทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน นอกจากนี้เมล็ดยังใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อย และมีการเจริญของต้นกล้าที่ดีในด้านความยาวยอด ความยาวรากและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงที่สุดในสภาพโรงเรือน

การทำ seed priming ด้วย SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์เมื่อทำการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยเมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์การงอก ที่สูงและใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อย ในการนำเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วย SA เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ต้นกล้ามีการเจริญที่ดี ในด้านความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักต้นกล้าสูงที่สุดเมื่อเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน การเก็บรักษาเมล็ดที่ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่อเพาะในโรงเรือน แต่ที่ 25 องศาเซลเซียส มีผลต่อความสม่ำเสมอในการงอกของต้นกล้าโดยเมื่อนำเมล็ดมาเพาะทั้งในห้องปฏิบัติการและโรงเรือน เมล็ดมีค่าดัชนีความเร็วสูงสุด

ดังนั้นสรุปได้ว่าการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ดาวเรืองด้วยกรดซาลิไซลิก SA ความเข้มข้น 130 mg/l มีความเมหาะสมต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ดีขึ้น เนื่องจากช่วยให้เมล็ดยังคงมีความงอกที่สูงเมล็ดงอกเร็ว ต้นกล้ามีความสม่ำเสมอของการงอกและการเจริญที่ดี โดยมีข้อแนะนำว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming นั้นควรเก็บที่สภาพอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยต้องบรรจุเมล็ดในภาชนะปิดกันความชื้นเข้าหาเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะมีผลต่อการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้ยังคงสูงอยู่และมีผลต่อมีการเจริญของต้นกล้าที่ดีหลังการนำเมล็ดไปเพาะในแปลงปลูก

บรรณานุกรม

กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ. 2560. กรมวิชาการเกษตร.

กุลธิดา โชทนากูล, พิจิตรา แก้วสอน, ปริยานุช จุลกะ และวันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2558. ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดด้วยวิธี Hydropriming ต่อคุณภาพของเมล็ดพริก 2 พันธุ์. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**,46 (ฉบับพิเศษ 3), 617-620.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และมณฑินี ธีรารักษ์. 2555. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ในการควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.). **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**,ปีที่ 30 (2)

จริงแท้ ศิริพานิช. 2553. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน : นครปฐม.

จำเนียร ชมภู, เชษฐ์ชัชชัยย์ นิลาภรณ์, จุฑามาศ เมรสนัด และ ราตรี บุญเรืองรอด. 2562. ผลของสารสกัด ด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และ แอลฟา-กลูโคซิเดส. **วารสารแก่นเกษตร**. ปีที่ 47(2). 293-306

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2521. **เทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์**. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529a. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์**. กลุ่มหนังสือเกษตร: กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529b. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑามาส ฟักทองพรรณ. 2559. การเตรียมความพร้อมเมล็ดเพื่อความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม. **วารสารวิชาการเกษตร**, ปีที่ 34 (2), 196-210.

ชนิกาญจน์ จันทร์มาทอง. 2560. ผลของการแช่เมล็ดในกรดซาลิซิลิกต่อการงอกของเมล็ด การเติบโตและศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนถั่วลันเตา. **วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร**, ปีที่ 25 (1), 102-109.

ชลลดา สามพันพวง, อัสนี ส่งเสริม, กัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์ และเสาวณี เดชะคำภู. 2559. อิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์คำฝอย. **วารสารวิชาการเกษตร**, ปีที่ 34 (1), 65-75.

ชานนท์ มณีรัตน์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย และเยาวพา จิระเกียรติกุล. 2556. ผลของการ priming ด้วย salicylic acid และ folic acid ต่อความงอก ความแข็งแรงและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, ปีที่ 21 (ฉบับพิเศษ 6). 511-519

ชานนท์ มณีรัตน์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย, เยาวพา จิระเกียรติกุล และนภาพร ยังวิเศษ. 2557. ผลของ salicylic acid ต่อการเจริญเติบโตและสารต้านอนุมูลอิสระในผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk.). **วารสารแก่นเกษตร**, ปีที่ 42(ฉบับพิเศษ 3), 778-783.

ทองเฉลิมโกลด์. 2555. **คู่มือการปลูกดาวเรือง**.

ทักษอร บุญชู และทรงศิลป์ พจน์ชนะ. 2550. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 5 ภายหลังการทำ hydropriming. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** ปีที่ 38 (ฉบับพิเศษ 5), 152-155.

ทัศนัย ชัยเพ็ชร, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สิริกุล วะสี และวันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2555. การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสดที่มีผลมาจาก seed priming. *ใน* **การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** วิทยาเขตกำแพงแสน.

เทียนนุช ทองอยู่, ชินพันธ์ ธนารุจ, เสกสันต์ อุสสหตานนท์, วรินทร์ สุทนต์ และประนอม ยังคำมั่น. 2559. การศึกษาผลของ GA_3 ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของกีวีฟรุต พันธุ์ ‘Hayward’ และพันธุ์ ‘Hort 16A’. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**, 3(ฉบับพิเศษ 1), 4.

ธวัชชัย ทองเฟื่อง และดนุพล เกษไธสง. 2561. อิทธิพลของระยะเวลาการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีในข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานพิเศษ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** , ปีที่ 49(ฉบับพิเศษ 1), 5-9.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซท,: กรุงเทพฯ.

นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. **วารสารเกษตรพระวรุณ**, ปีที่ 15 (1), 17-30.

นันทิยา สมานนท์. 2535. **คู่มือการปลูกไม้ดอก.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร กรุงเทพฯ.

นิติพงศ์ ประภาการ. 2556. **การทดสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และ กข 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นิติภูมิ เจริญศรีสัมพันธ์. 2555. **ผลของการกระตุ้นความงอกด้วยสารเคมีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์พริก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: นครปฐม.

นิติภูมิ เจริญศรีสัมพันธ์, พิจิตรา แก้วสอน และปริยานุช จุลกะ. 2554. ผลของการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกด้วยวิธี Osmopriming. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, ปีที่ 42(ฉบับพิเศษ 2).

นิมมานรดี พรหมทอง, สาธิต พสุวิทยกุล และธัญลักษณ์ สินเติม. 2559. ผลของการไพร์มมิ่งต่อการงอกของเมล็ดกระเจี๊ยบแดง. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**, 3(ฉบับพิเศษ 3), 17-21.

บัณฑิต โพธิ์น้อย, ประพาย แก่นนาค, สมพงษ์ ภาครูป และณัฏฐากร เสมสันทัด. 2545. จำนวนเมล็ดในผลการงอก และอิทธิพลของการผึ่งเมล็ดต่อการเก็บรักษาเมล็ดไม้ตาเสือ. น. 192-210. *ใน* **การประชุมวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว**

บุญมี ศิริ. 2552a. **การกำเนิด พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ด**. วิทยาการเมล็ดพันธุ์: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญมี ศิริ. 2552b. **วิทยาการเมล็ดพันธุ์**. การผลิตเมล็ดพันธุ์: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญมี ศิริ. 2558. **การปรับปรุงสภาพ และยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์**. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา: ขอนแก่น. .

ประนอม ยังคำมั่น. 2558. ผลของการกระตุ้นการงอกเมล็ดด้วยน้ำและโปแตสเซียมไนเตรทต่อการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศส. *ใน* **การประชุมวิชาการประจำปี 2558**.

ปรียา แก้วนารี, คณิต วิชิตพันธุ์, สุกานดา วิชิตพันธุ์, ปรีย์กมล กลั่นฤทธิ์ และบุญมี ศิริ. 2553. ผลของกระบวนการเร่งอายุและกระบวนการ osmopriming ต่อการงอกและการเกิด peroxidation product ในเมล็ดพริกหวาน. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7**.

พิเชษฐ์ เชื้อเมืองพาน. 2522. **การศึกษาพัฒนาการของเมล็ดและสภาพการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ไม้ดอกบางชนิด ในวงศ์ Asterraceae**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การสอนเคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 110 หน้า.

พรแก้ว อานุศักดิ์ และประนอม ยังคำมั่น. 2560. ผลของกรดจิบเบอเรลลิกและไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักหวานป่า. น. 41-48. *ใน* **การประชุมวิชาการและการประกวดนวัฒกรรมบัณฑิตย์ศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 1**. 17-18 สิงหาคม 2560. ณ. โรงแรมดิเอ็มเพรส, เชียงใหม่

พจนา สีขาว และบุญมี ศิริ. 2551. ผลของการทำ seed priming ด้วยสารเคมชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน. **วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร**, ปีที่ 39 (ฉบับพิเศษ 3), 213-217.

พิจิตรา แก้วสอน , กุลธิดา โชทนากูล, ปริยานุช จุลกะ และวันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2560. ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, ปีที่ 48(1), 70-79.

ภาณุมาศ ฤทธิไชย และอติพร พิพัฒน์กรสกุล. 2551. ผลของวิธี hydropriming ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดผักชี. **วารสารแก่นเกษตร**. ปีที่ 36. 235-240.

มนัสชนก กองดิน. 2555. **วิธีตรวจสอบความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทรประเสริฐ. 2538. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ**. ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไรนา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร, กรุงเทพ. 213 หนา.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

วิริยา กิตติวัชนะ วชิรญา อิ่มสบาย และ ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2560. คุณภาพและกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพริกพันธุ์แม่ปิงหลังไพร์มมิ่งด้วยความเร็วในการลดความชื้นต่างกัน. น. 144 -156 *ใน* **การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 12**. 30 พฤษภาคม - 2 มิถุนายน 2560 ณ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, ชุมพร

วัลลภ สันติประชา. 2540. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุธาสินี หลำรอด. 2557. **ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์กับการสร้างเอทานอลในเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์สีดาทิพย์.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 42 หน้า

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2544. **สรีรวิทยาการพัฒนาการพืช**. คลังนานาวิทยา: กรุงเทพฯ.

สามารถ บุญจรัส 2552. **ไม้ดอก ไม้ประดับ**. แขวงอนุสาวรีย์บางเขน กรุงเทพฯ.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2552. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. **สถิติการส่งออกไม้ดอก ไม้ประดับ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.technologychaoban.com/flower-and-decorating-plants/article_41764.

สุชาวลีวรรณ ตรีเสิน และชนิกาญจน์ จันทร์มาทอง. 2560. ผลของการแช่เมล็ดด้วยกรดซาลิซิลิกต่อความงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของต้นอ่อนทานตะวัน. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**, ปีที่ 4(4), 36-40.

เสาวลักษณ์ สวัสดิ์กว้าน. 2560. **ยอดขายเมล็ดดาวเรือง**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.sentangsedtee.com/wp-content/uploads/2016/08/sentangsedtee-sub-logo.png

อรนุช เดียมขุนทด. 2556. **ผลของวิธีการให้ความชื้นและการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ในการทำ seed priming ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.

อรนุช เดียมขุนทด และ บุญมี ศิริ. 2557. ผลของวิธีการทำ matrixpriming และอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **วารสารแก่นเกษตร**, ปีที่ 42 (2) : 249-254

อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน. 2556. เมทาบอลิซึมและคุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**, (ฉบับพิเศษ10), 112-121.

Afzal, I., Rahim, A., Qasim, M., Younis, A., Nawaz, A. and Bakhtavar, M. A. 2017. Inducing salt tolerance in french marigold (*Tagetes patula*) through seed priming. **Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus**, 16, 109-118.

Agarwal, Sarika., Sairam, RK., Srivastava, GC., Tyagi Aruna. and Meena, RC. 2005. Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedlings. **Plant Science**, 169(3), 559-570.

Andarwulan Nuri and Shetty Kalidas. 1999. Improvement of pea (*Pisum sativum*) seed vigour response by fish protein hydrolysates in combination with acetyl salicylic acid. **Process Biochemistry**, 35(1-2), 159-165.

AOSA. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32. **Association of Official Seed Analysts**. Lincoln, NE, USA.

Arjenaki F. G., Dehaghi M. A., Jabbari R., and Arjenaki, M. A. 2011. Effects of priming on seed germination of marigold (Calendula officinalis). **Advances in Environmental Biology,** 5, 276-280.

Bailly, C., H. El-maarouf-bouteau, and F. Corbineau. 2008. From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology. **Comptes Rendus Biologies**. 331, 806 - 814

Baskin Carol and Baskin Jerry . 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**,75(2), 286-305.

Bewley. 1997. **Seed germination and dormancy**. The plant cell,9(7), 1055.

Bradford, Kent J., Benech-Arnold, Roberto L., Come, Daniel and Corbineau, Francoise. 2008. Quantifying the sensitivity of barley seed germination to oxygen, abscisic acid, and gibberellin using a population-based threshold model. **Journal of Experimental Botany**, 59(2), 335-347.

Bradley Greenwald and Petry Lang. 1992. Remembering Pictures. Pleasure and arousal in memory. **Journal of Experimental Psychology**: Learning Memory and Cognition,18(379 - 390).

Chauhan Tomar, Singh Indrakumar and Ali Seema. 2009. Effect of growth hormones on seed germination and seedling growth of black gram and horse gram. **Journal of American Science**, 5(5), 79-84.

Copeland, Lawrence O. and McDonald, Miller F. 2012. Principles of seed science and technology. **Springer Science and Business Media**.

Delouche, J.C. and Baskin, C.C.. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**. Eskandari, Hamdollah. 2013. Effects of priming technique on seed germination properties, emergence and field performance of crops: a review. **International journal of Agronomy and Plant Production** ,4(3), 454-458.

Gharib, F.A. and A.Z. Hegazi. 2010. Salicylic acid ameliorates germination, seedling growth, phytohormone and enzymes activity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under cold stress. **Journal of American Science.** 6: 675-683

Girolamo, Giuseppe and Barbanti, Lorenzo. 2012. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. **Italian Journal of Agronomy**. e25-e25.

Halmer, P. 2006. Seed technology and seed enhancement. *In* **XXVII International Horticultural Congress: International Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production 771.** (17-26).

Hayat, Qaiser., Hayat, Shamsul., Irfan, Mohd. and Ahmad. 2010. **Effect of exogenous salicylic acid under changing environment**: a review. Environmental and experimental botany, 68(1), 14-25.

Hopkins, William . 1999. Introduction to plant physiology. **John Wiley and Sons**.

ISTA. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd edition. **Internaitonal Seed Testing Association**. Zurich, Switzerland.

ISTA. 1993. **Intemational Rules for Seed Testing Rules.** Seed Science and Technology. Volume 21, Supplement. 7nricfl., Switzerland. 288 p

ISTA. 2010. **International Rules for Seed testing**. Seed Science and technology: Glattbrugg, Switzerland.

Mukhtar, K., Afzal, I., Qasim, M., Basra, S. M. A., & Shahid, M. 2013. Does priming promote germination and early stand establishment of French marigold (*Tagetes patula* L.) seeds by inducing physiological and biochemical changes. **ACTA Scientiarum Polonorum Horticulture**., Hortorum Cultus, 12(3), 13-21.

Khan, HA., Pervez, MA., Ayub, CM., Ziaf, K., Balal, RM., Shahid,MA. and Akhtar, N. 2009. Hormonal priming alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). **Soil and Environment**, 28(2), 130-135.

Khan, M. B., Gurchani, M. A., Hussain, M., Freed, S., and Mahmood, K. 2011. Wheat seed enhancement by vitamin and hormonal priming. **Pakistan Journal of Botany**, 43(3), 1495-1499.

Kling, GJ and Meyer, Jr MM. 1983. Effects of phenolic compounds and indoleacetic acid on adventitious root initiation in cuttings of Phaseolus aureus, Acer saccharinum, and Acer griseum [Mung bean bioassay, silver maple, paperbark maple, propagation, woody plants]. **HortScience**.

Lutts, Stanley., Benincasa, Paolo, Wojtyla, Lukasz, Kubala, Szymon, Pace, Roberta, Lechowska, Katzarina, Quinet, Muriel and Garnczarska, Malgorzata. 2016. Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique. **New challenges in seed biology-Basic and translational research driving seed technology**. InTechOpen, Rijeka, Croatia1-46.

Marcos, Filho Julio. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, 72(4), 363-374.

McDonald, M.B. Jr. 1980. Assessment of seed quality. **HortScience**,15(6), 784-788.

Milberg, Per, Andersson Lars and Thompson Ken. 2000. Large-seeded spices are less dependent on light for germination than small-seeded ones. **Seed science research**, 10(1), 99-104.

Mirzaei, Sahar. 2014. Effect of Priming on Seed Storage in Marigold (*Tagetes* spp.). **The 1st International Conference on New Ideas in Agriculture Islamic Azad University Khorasgan Branch.** 26-27 January 2014, Isfahan, Iran

Okcu, Gamze, Kaya, Mehmet Demir and Atak, Mehmet. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). **Turkish journal of agriculture and forestry**, 29(4), 237-242.

Paleg, Leslie G. 1960. Physiological effects of gibberellic acid: I. On carbohydrate metabolism and amylase activity of barley endosperm. **Plant Physiology**, 35(3), 293.

Powell, Alison A, Yule, Louise J, Jing, Hai Chun, Groot, Steven PC, Bino, Raoul J and Pritchard, Hugh W. 2000. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. **Journal of Experimental Botany**, 51(353), 2031-2043.

Rao, C Chandrasekhara, Dadlani, NK and Dadlani, M. 2003. Maintenance and enhancement of germination and vigour in Marigold (*Tagetes* spp.) seed. **Seed science and technology**, 31(3), 745-751.

Ray, Srimanta, Reaume, Stephen J and Lalman, Jerald A. 2010. Developing a statistical model to predict hydrogen production by a mixed anaerobic mesophilic culture. **International journal of hydrogen energy**, 35(11), 5332-5342.

Satrphan, Usa, Phetpradap, Luckana, Songvut, Phetpradap and Rewadee, Wutthichamnong. 2001. Effect of storage conditions on seed quality of marigold (*Tagetes* spp.) cv. deep orangeade. *In* **1 national horticultural congress, Bangkok (Thailand),** 11-13 July 2001.

Singer, J. M. (1987). Investigation of the mosquito larvicidal activity of the oil of marigolds. **Dissertations and Abstracts International Business**, 47(12), 4886

Tereschuk, Maria L, Riera, Marta VQ, Castro, Guillermo R and Abdala, Lidia R. 1997. Antimicrobial activity of flavonoids from leaves of Tagetes minuta. **Journal of Ethnopharmacology**,56(3), 227-232.

Turk, M. A. and Tawaha, A. M. 2003. Allelopathic effect of black mustard *(Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). **Crop Protection**, 22, 673-677.

Weitbrecht, Karin, Muller, Kerstin and Leubner-Metzger, Gerhard. 2011. First off the mark: early seed germination. **Journal of experimental botany**, 62(10), 3289-3309.

Wojtyla, L., Lechowska, K., Kubala, S. and Garnczarska, M. 2016. **Different Modes of Hydrogen Peroxide Action During Seed Germination**. Frontiers in plant science, 7, 66.

XU, Li-wei, Juan, CHEN, QI, Huan-yang and SHI, Yan-ping. 2012. Phytochemicals and their biological activities of plants in *Tagetes* L. **Chinese Herbal Medicines**, 4(2), 103-117.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ผลเมล็ดสดไม่งอกจากการทำ seed priming ด้วยน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

กรรมวิธี	เมล็ดสดไม่งอก (เปอร์เซ็นต์)
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	46.0[a]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	27.5[bc]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	20.5[c]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง	22.5[bc]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 7 ชั่วโมง	26.5[bc]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง	16.5[c]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 9 ชั่วโมง	34.0[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง	22.5[bc]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**
CV.(%)	27.24

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวก 2 ผลเมล็ดสดไม่งอกจากการทำ seed priming ด้วย SA และ GA_3 ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง

กรรมวิธี	เมล็ดสดไม่งอก (เปอร์เซ็นต์)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.0[b]	6.0[ab]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.0[b]	7.5[a]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (250 mg/l)	5.0[ab]	3.0[c]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (500 mg/l)	4.0[b]	6.5[ab]
ทำ seed priming ด้วย GA_3 (1000 mg/l)	6.5[a]	6.5[ab]
ทำ seed priming ด้วย SA (70 mg/l)	3.5[b]	3.0[c]
ทำ seed priming ด้วย SA (100 mg/l)	3.0[b]	4.5[bc]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	0.0[c]	2.5[c]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV.(%)	36.49	25.82

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	83.0[c]	71.0[c]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	90.5[b]	86.5[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	99.5[a]	94.5[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV. (%)	2.61	5.82

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	22.9[c]	11.0[c]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	32.5[b]	16.7[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	39.7[a]	18.6[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV.(%)	6.21	6.58

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	4.5[b]	5.1[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.3[a]	4.8[a]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	4.2[a]	4.8[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	**	**
CV.(%)	1.23	0.77

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming ก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.2	3.2[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.0	3.5[a]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.0	3.4[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	*
CV.(%)	11.48	3.76

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลความยาวรากของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming ก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.0	3.4[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.1	3.5[b]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.0	4.6[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	**
CV.(%)	10.28	4.42

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming ก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	27.5	73.0[b]
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	30.3	80.3[ab]
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	30.3	88.0[a]
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	ns	*
CV.(%)	6.28	6.82

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และก่อนการเก็บรักษา

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)	
	ห้องปฏิบัติการ	โรงเรือน
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.4[a]	4.0
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.2[b]	4.2
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.4[a]	4.3
การทดสอบทางสถิติ (F-test)	*	ns
CV.(%)	5.37	12.23

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	83.0	77.0	**80.0^{C}**	86.0	87.0	**86.5^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	93.0	89.0	**91.0^{B}**	87.5	87.0	**87.3^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	98.0	98.0	**98.0^{A}**	98.0	94.5	**96.3^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**91.3^{A}**	**88.0^{B}**		**90.5**	**89.5**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		3.56		3.83		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง เป็นระยะเวลา 1 เดือน

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	23.6	21.8	**22.7^{B}**	13.1	13.5	**13.3^{C}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	35.0	31.1	**33.1^{A}**	16.5	15.7	**16.1^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	34.9	34.3	**34.6^{A}**	18.3	18.5	**18.4^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**31.1**	**29.1**		**16.0**	**15.9**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.49		5.47		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 1 เดือน

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.3	2.9	**3.1**^{A}	3.4	3.4	**3.4**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.2	3.8	**4.0**^{B}	3.0	3.1	**3.0**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	4.2	3.9	**4.1**^{B}	3.1	2.9	**3.0**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**3.9**	**3.6**		**3.2**	**3.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		13.65		3.75		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.2	3.1	**3.2**	3.4	3.2	**3.3**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.2	3.0	**3.1**	3.5	3.7	**3.6**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.2	4.1	**3.6**	3.4	3.4	**3.4**^{AB}
ค่าเฉลี่ย	**3.2**	**3.4**		**3.5**	**3.4**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		*		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		22.32		6.11		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 1 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.9	3.1	**3.0**^{B}	4.2	4.0	**4.1**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.4	3.4	**3.4**^{B}	4.1	3.9	**4.0**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	5.3	4.0	**4.6**^{A}	4.1	5.3	**4.7**
ค่าเฉลี่ย	**3.8**	**3.5**		**4.4**	**4.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.73		21.76		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	31.0	29.8	**30.4**	97.8	90.0	**93.9**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	30.3	30.3	**30.3**	100.0	107.8	**103.9**^{B}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	30.3	31.8	**31.0**	118.0	118.0	**118.0**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**30.5**	**30.6**		**105.3**	**105.3**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		8.59		11.53		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 1 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.4	1.3	**1.3**	5.2	4.9	**5.0**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.3	1.3	**1.3**	6.2	5.9	**6.0**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.3	1.4	**1.3**	7.0	6.5	**6.7**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**1.3**	**1.3**		**6.1**	**5.7**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.73		12.58		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	87.0	86.5	**86.8^{B}**	87.0^{c}	86.5^{c}	**86.7^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	89.5	88.5	**89.0^{B}**	95.5^{a}	91.0^{b}	**93.3^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	96.5	99.0	**97.8^{A}**	91.5^{b}	97.0^{a}	**94.3^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**91.0**	**91.3**		**91.17**	**91.68**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
CV.(%)		4.10		2.88		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	24.9	22.3	**23.6**^{B}	13.0	13.1	**13.0**^{C}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	33.9	35.2	**34.6**^{A}	17.4	17.7	**17.5**^{B}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	35.4	38.4	**36.9**^{A}	18.7	19.1	**18.9**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**31.4**	**32.0**		**16.4**	**16.6**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		7.96		5.67		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.0	2.8	**2.9^{A}**	3.5^{a}	3.5^{a}	**3.5^{C}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.8	4.1	**4.0^{B}**	3.0^{b}	2.9^{b}	**3.0^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.7	4.1	**3.9^{B}**	2.7^{c}	2.8^{b}	**2.8^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**3.5**	**3.7**		**3.1**	**3.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
CV.(%)		18.50		4.06		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.5	2.8	**2.6**	3.3	3.3	**3.2**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	2.7	2.7	**2.7**	3.2	3.3	**3.3**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	2.6	3.5	**3.0**	3.2	3.3	**3.3**
ค่าเฉลี่ย	**2.6**	**3.0**		**3.3**	**3.3**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		22.73		6.01		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.5	2.6	**2.5**	3.8	4.0	**3.9**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	2.5	3.2	**2.9**	4.2	4.1	**4.2**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	2.6	2.9	**2.8**	4.2	4.3	**4.3**
ค่าเฉลี่ย	**2.6**	**2.9**		**4.1**	**4.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		15.65		10.57		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	33.3^{a}	30.8^{ab}	**32.0^{A}**	107.0	109.0	**108.0^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	31.3^{ab}	28.3^{bc}	**29.8^{AB}**	119.5	142.3	**130.9^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	25.8^{c}	29.8^{abc}	**27.8^{B}**	133.3	132.3	**132.8^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**30.1**	**29.6**		**119.9**	**127.8**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		*		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
CV.(%)		9.23		8.76		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 2 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.5^{a}	1.3^{b}	**1.4**	6.2	6.7	**6.4^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.4^{ab}	1.3^{b}	**1.3**	6.9	7.6	**7.3^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.3^{b}	1.4^{ab}	**1.3**	7.1	7.6	**7.4^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**1.4**	**1.3**		**6.71^{B}**	**7.31^{A}**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		*		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
CV.(%)		8.07		9.17		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	89.0	91.0	**90.0^{B}**	89.0	88.5	**88.8^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	89.5	93.5	**91.5^{B}**	90.0	89.5	**89.8^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	100.0	100.0	**100.0^{A}**	95.0	97.5	**91.3^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**92.8**	**94.8**		**91.3**	**91.8**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		3.81		3.18		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	19.4	19.4	**19.4^{C}**	14.5	14.8	**14.6^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	26.0	27.2	**26.6^{B}**	15.2	14.7	**14.9^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	31.7	32.8	**32.2^{A}**	15.9	16.5	**16.2^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**25.7**	**26.4**		**15.2**	**15.3**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**			**	
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns			ns	
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns			ns	
CV.(%)		12.00			7.24	

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.6	2.6	**2.6**	3.5	3.4	**3.4**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	2.6	2.6	**2.6**	3.1	3.5	**3.3**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	2.6	2.6	**2.8**	3.5	3.5	**3.4**
ค่าเฉลี่ย	**2.6**	**2.7**		**3.4**	**3.5**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.22		6.85		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.1	3.5	**3.3**	3.2	3.4	**3.3**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.4	3.5	**3.5**	3.7	4.7	**4.2**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.1	3.5	**3.3**	3.9	4.4	**4.1**
ค่าเฉลี่ย	**3.2**^{B}	**3.5**^{A}		**3.6**	**4.2**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		7.95		26.68		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.1	3.5	**3.3**^{B}	4.2	3.4	**3.8**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.2	4.2	**4.2**^{A}	5.7	4.5	**5.1**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.7	4.0	**3.9**^{A}	4.5	5.9	**5.2**
ค่าเฉลี่ย	**3.7**	**3.9**		**4.8**	**4.6**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		10.65		28.45		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	28.8	29.8	**29.3**	66.0	66.5	**66.3**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	30.5	28.8	**29.6**	70.5	63.0	**66.8**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	30.8	27.5	**29.1**	66.0	63.8	**64.9**
ค่าเฉลี่ย	**30.0**	**28.7**		**67.5**	**64.4**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.68		12.24		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.3	1.3	**1.3**	3.3	3.4	**3.3**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.2	1.3	**1.3**	3.5	3.3	**3.4**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.3	1.5	**1.4**	3.3	3.1	**3.2**
ค่าเฉลี่ย	**1.3^{B}**	**1.4^{A}**		**3.4**	**3.2**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		9.46		9.20		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	86.5	86.0	**86.3**^{B}	79.0	81.5	**80.3**^{C}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	88.5	89.5	**89.0**^{B}	83.5	84.0	**83.8**^{B}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	97.0	97.0	**97.0**^{A}	92.5	95.0	**93.8**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**90.7**	**90.8**		**85.0**	**86.8**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		3.04		3.57		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	23.4^{e}	26.9^{d}	**25.2^{C}**	7.3	7.4	**7.3^{C}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	36.0^{b}	32.2^{c}	**34.1^{B}**	11.9	10.9	**11.4^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	41.5^{a}	37.6^{b}	**39.5^{A}**	13.3	13.0	**13.1^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**33.6**	**32.2**		**10.8**	**10.4**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		**		ns		
CV.(%)		5.28		5.21		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.2^{d}	3.8^{cd}	**3.5^{A}**	5.6^{a}	4.6^{a}	**5.6^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	4.5^{b}	3.4^{d}	**4.0^{B}**	3.7^{d}	4.1^{b}	**3.9^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	5.4^{a}	4.4^{bc}	**4.9^{C}**	3.8^{cd}	3.9^{c}	**3.8^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**4.4^{A}**	**3.9^{B}**		**4.4^{B}**	**4.6^{A}**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		**		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		**		**		
CV.(%)		10.55		2.47		

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.5	2.6	**2.5^{B}**	1.9^{c}	2.0^{bc}	**2.0^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	2.8	2.9	**2.8^{A}**	2.1^{bc}	2.3^{b}	**2.2^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	2.7	3.1	**2.9^{A}**	2.0^{bc}	2.8^{a}	**2.4^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**2.7**	**2.8**		**2.0^{B}**	**2.4^{A}**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		**		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
CV.(%)		6.60		10.47		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.9	3.6	**3.3**	3.6	3.7	**3.7^{C}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.0	3.6	**3.3**	4.3	4.4	**4.1^{B}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.2	3.8	**3.5**	4.0	4.2	**4.4^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**3.1^{B}**	**3.7^{A}**		**4.0**	**4.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		**		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		7.86		5.32		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	28.8	33.5	**31.1**	36.0	32.8	**34.4**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	30.5	30.5	**30.5**	50.5	48.8	**49.6**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	31.8	32.0	**31.9**	49.5	53.0	**51.3**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**30.3**	**32.0**		**45.3**	**44.8**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming	ns			**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา	ns			ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา	ns			ns		
CV.(%)	18.62			11.57		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 4 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.3	1.4	**1.3**	1.9	1.8	**1.8**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.2	1.4	**1.3**	2.5	2.4	**2.4**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.4	1.4	**1.4**	2.4	2.3	**2.3**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**1.3**	**1.4**		**2.3**	**2.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		7.93		7.38		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลของความงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน

กรรมวิธี	ความงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	89.0^{c}	87.0^{d}	**88.0^{C}**	68.5	73.0	**70.8^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	90.5^{bc}	91.5^{b}	**91.0^{B}**	87.0	87.5	**87.3^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	98.0^{a}	98.5^{a}	**98.3^{A}**	87.5	91.0	**89.3^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**92.5**	**39.3**		**83.8**	**81.0**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
CV.(%)		1.28		5.64		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลของดัชนีความเร็วในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน

กรรมวิธี	ดัชนีความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	19.4[c]	16.8[d]	**18.1[C]**	6.8	7.4	**7.1[B]**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	26.1[b]	27.6[b]	**26.8[B]**	10.4	10.8	**10.9[A]**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	33.7[a]	34.0[a]	**33.9[A]**	11.6	10.5	**11.0[A]**
ค่าเฉลี่ย	**26.4**	**26.1**		**9.6**	**9.6**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		*		ns		
CV.(%)		4.85		11.76		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกเมล็ดหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง 5 เดือน

กรรมวิธี	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.5	2.9	**2.7**^{A}	5.2	5.1	**5.2**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	2.9	2.8	**2.8**^{A}	4.5	4.4	**4.5**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.4	3.3	**3.4**^{B}	4.2	4.6	**4.4**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**2.9**	**3.0**		**4.7**	**4.8**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		**		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		6.50		8.35		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 41 ผลความยาวยอดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวยอดของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	2.9	2.9	**3.0**	2.8[b]	3.1[ab]	**3.0**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.0	3.0	**3.0**	3.1[ab]	3.3[a]	**3.2**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	4.1	2.9	**3.5**	3.1[ab]	2.9[b]	**3.0**
ค่าเฉลี่ย	**3.3**	**3.0**		**3.0**	**3.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		ns		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		*		
CV.(%)		27.13		5.84		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 42 ผลความยาวรากของต้นกล้าหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลาเป็นระยะเวลา 5 เดือน

กรรมวิธี	ความยาวรากของต้นกล้า (เซนติเมตร)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	3.2	2.9	**3.1**^{B}	4.1	4.3	**4.2**^{A}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	3.4	3.5	**3.5**^{A}	4.0	4.1	**4.0**^{AB}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	3.2	3.2	**3.2**^{AB}	3.6	3.9	**3.7**^{B}
ค่าเฉลี่ย	**3.3**	**3.2**		**3.9**	**4.1**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		*		*		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		8.91		7.96		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

ตารางภาคผนวกที่ 43 ผลน้ำหนักสดของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	31.8	31.0	**31.4**	49.0	53.5	**51.3**^{B}
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	28.5	32.0	**30.3**	67.0	63.5	**65.3**^{A}
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	31.5	32.8	**32.3**	66.0	56.8	**61.4**^{A}
ค่าเฉลี่ย	**30.7**	**31.9**		**66.7**	**51.9**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
CV.(%)		7.57		10.92		

ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range

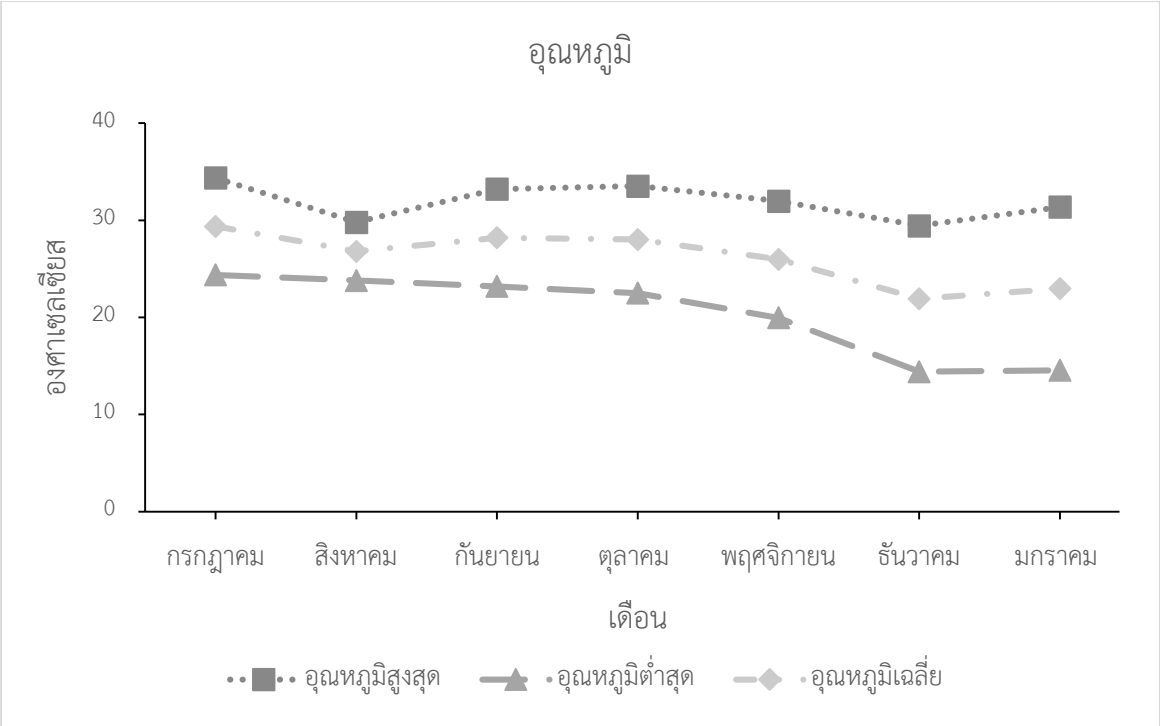
ตารางภาคผนวกที่ 44 ผลน้ำหนักแห้งของต้นกล้าดาวเรืองหลังการทำ seed priming และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองเป็นระยะเวลา 5 เดือน

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้น)					
	ห้องปฏิบัติการ			โรงเรือน		
	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		**ค่าเฉลี่ย**
	5	25		5	25	
ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)	1.4	1.4	**1.4**	2.3^{d}	2.6^{cd}	**2.4^{B}**
ทำ seed priming ด้วยน้ำ	1.4	1.4	**1.4**	3.1^{ab}	2.8^{bc}	**2.9^{A}**
ทำ seed priming ด้วย SA (130 mg/l)	1.3	1.3	**1.3**	3.2^{a}	2.7^{c}	**2.9^{A}**
ค่าเฉลี่ย	**1.4**	**1.4**		**2.8**	**2.7**	
การทดสอบทางสถิติ (F-test)						
Seed priming		ns		**		
อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		ns		
Seed priming x อุณหภูมิในการเก็บรักษา		ns		**		
CV.(%)		6.45		8.15		

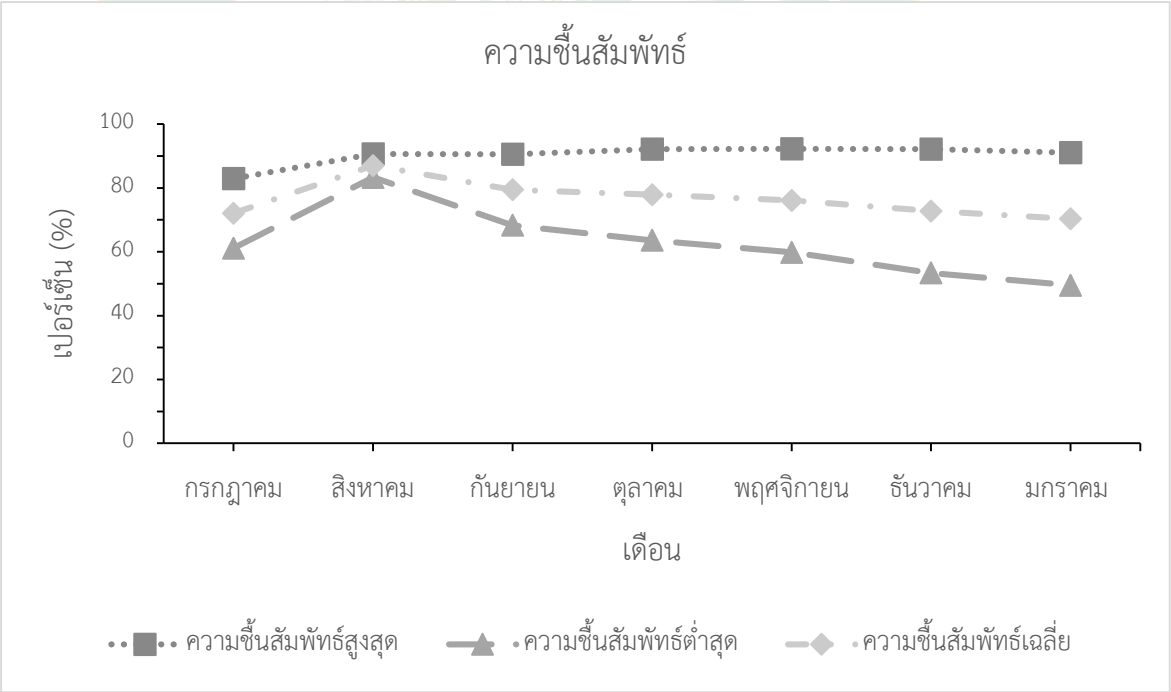
ns (non significance) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range



ภาพภาคผนวกที่ 1 อุณหภูมิระหว่างการทดสอบความงอกของเมล็ดในการเก็บรักษาเป็นระยะวลา 6 เดือน



ภาพภาคผนวกที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการทดสอบความงอกของเมล็ดในการเก็บรักษาเป็นระยะวลา 6 เดือน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวจินตนา สงฤทธิ์

เกิดเมื่อ 9 พฤษภาคม 2536

ประวัติการศึกษา

2554 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนพุนพินพิทยาคม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2558 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) (เกียรตินิยม อันดับ 2) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตชุมพร อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

ประวัติการทำงาน -