# การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธีการทำ seed priming

Bouakham Keoboua

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2563

# การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธีการทำ seed priming

Bouakham Keoboua

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

**การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธีการทำ seed priming**

Bouakham Keoboua

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน

**พิจารณาเห็นชอบโดย** **อาจารย์ที่ปรึกษา**

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

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

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

**สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว** .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**ชื่อเรื่อง** การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธีการทำ seed priming
**ชื่อผู้เขียน** Mrs.Bouakham Keoboua
**ชื่อปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** อาจารย์ ดร.ประนอม ยังคำมั่น

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อทราบถึงชนิด และความเข้มข้นของสารชีวภาพต่อการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู โดยการกระตุ้นความงอกของเมล็ดหรือการทำ seed priming และเพื่อทราบถึงผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดหลังการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ซึ่งในการทดลองที่ 1 ได้ประเมินผลของระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการกระตุ้นความงอกของเมล็ดหรือการทำ seed priming โดยแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นเวลา 0, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลที่ได้พบว่าการแช่เมล็ดพริกในน้ำ RO ที่ 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู เนื่องจากทำให้เมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อย รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และความเร็วในการงอกสูงที่สุดเมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงได้นำระยะเวลาการแช่เมล็ดที่ 12 ชั่วโมง ไปใช้เพื่อทำการกระตุ้นความงอกหรือการทำ seed priming ในการทดลองอื่น ๆ ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพ ได้แก่ สารละลายไคโตซาน และน้ำหมักชีวภาพจากพืชต่อการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู โดยการแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสารละลายไคโตซาน (50, 100 และ 200 mg/l) น้ำหมักชีวภาพอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพ:น้ำ RO (1:500, 1:750 และ 1:1000 v/v) น้ำ RO และเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming จากนั้นนำไปทดสอบความงอกภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือน ผลที่ได้พบว่าการทำ seed priming ด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีผลทำให้เมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อย รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l และน้ำหมักชีวภาพ:น้ำ RO ในอัตราส่วน 1:500 (v/v) มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่สูง และมีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming เมื่อทำการทดสอบความงอกในสภาพโรงเรือน

การทดลองที่ 3 ได้นำเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารละลาย

ไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มาตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4 วัน แล้วนำมาทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือน ผลที่ได้พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l ยังคงมีคุณภาพและความแข็งแรงที่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming

การทดลองที่ 4 ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู หลังผ่านการทำ seed priming ถูกประเมินโดยนำเมล็ดมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน ผลพบว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l เป็นเวลา 6 เดือน เมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และความเร็วในการงอกสูงที่สุด รวมทั้งเมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อย และมีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming เมื่อทำการทดสอบความงอกในสภาพโรงเรือน เมื่อพิจารณาอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้เมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกที่น้อย มีความยาวยอดของต้นกล้าสูงสุด เมื่อทำการทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ รวมทั้งมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด เมื่อทำการทดสอบความงอกในสภาพโรงเรือน โดยผลมีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างการทำ seed priming และอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างทางสถิติในด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือน

คำสำคัญ : การกระตุ้นความงอก, ไคโตซาน, การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์, พริกขี้หนู

**Title** SEED QUALITY ENHANCEMENT IN CHILLI PEPPER (*Capsicum* spp.) BY PRIMING METHOD

**Author** Mrs. Bouakham Keoboua

**Degree** Master of Science in Horticulture

**Advisory Committee Chairperson** Dr. Pranom Yangkhamman

## ABSTRACT

The objectives of this research were to know the effect of the type and concentration of biological substances on chilli pepper seed quality enhancement by seed priming and to know the effect of storage temperature on enhanced seed quality. The first experiment was done to evaluate the suitable of seed soaking duration for seed priming by soaking seeds in RO water for 0, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 hours at 25℃. The results showed that soaking duration for 12 hours was suitable time for stimulating seed germination as results showed high germination percentage and speed of germination in laboratory. Therefore, this soaking duration was used for seed priming in other experiments.

The second experiment was done to investigate effect of seed priming with chitosan and bio-extract from plant on seed quality. Seeds were soaked in chitosan solution (50, 100 and 200 mg/l), bio-extract:RO water ratio (1:500, 1:750 and 1:1,000 v/v), RO water for 12 hours at 25℃ and non-primed seed was used as control. Then, the seed germination tests were done in both laboratory and greenhouse conditions. The results showed that seed priming with chitosan 50 mg/l had the early germination with the highest germination percentage and speed of germination. Furthermore, it was found that the fresh and dry weight of seedling was high in primed seeds with 50-100 mg/l chitosan and bio-extract:RO water ratio at 1:500 (v/v) which significantly different to non-primed seed when the germination was tested in greenhouse condition.

The third experiment was done to investigate seed vigor of primed seed

by accelerated aging test (AA-test) at 42°C and 100% relative humidity condition for 4 days then the seed germination tests were done in both laboratory and greenhouse conditions. The results showed the seed quality and seed vigor of primed seed with 50 mg/l chitosan was higher than non-primed seed.

The effect of storage temperature on primed seed quality was done in the fourth experiment. Seeds were packed in sealed aluminum foil bags and stored at 5 and 25°C for 6 months. The results showed that the storage of primed seed with 50 mg/ l chitosan for 6 months still showed the highest germination percentage and speed of germination which the early germination in greenhouse condition. The storage condition at 5°C enhanced the early germination, high shoot length in laboratory. Moreover, the highest of seedling fresh and dry weight also were observed in greenhouse which significantly different to storage temperature at 25°C. On the other hand, the result of interaction between seed priming and the temperature during storage had no effect on different of seed quality and seedling growth when the seed germination tests were done in both laboratory and greenhouse conditions.

Keywords : Seed priming, Chitosan, Seed storage, Chilli pepper

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเนื่องด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.ประนอม ยังคำมั่น ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษา เอื้ออำนวยสถานที่ในการทดลอง การจัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับทำงานวิจัย และให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มต้นการทำวิจัยตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ อาจารย์ ดร.สุเทพ วัชรเวชศฤงคาร กรรมการที่ปรึกษา ในการให้ความรู้ คำปรึกษาและข้อแนะนำในการแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และให้วิชาความรู้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ กรมความร่วมมือระหว่างประเทศ ที่ได้ให้โอกาส ให้ทุนการศึกษาจนสำเร็จการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติมิตร เพื่อน พี่ และน้อง ๆ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าโดยตลอดมา

Bouakham Keoboua

# สารบัญ

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

วัตถุประสงค์ ..... 2

ขอบเขตของการศึกษา ..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร ..... 3

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริก ..... 3

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกพริก ..... 5

การปลูกและการดูแลรักษา ..... 5

โรคและแมลงของพริก ..... 6

การเก็บเกี่ยวผลผลิต ..... 8

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ..... 9

เมล็ดพันธุ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ..... 11

ความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ..... 12

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ..... 16

การยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ..... 19

การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ หรือการทำ seed priming ..... 20
ปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) ..... 21
วิธีการทำ seed priming และผลของการทำ seed priming ..... 25
การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming ..... 33
การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์หลังการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) ..... 34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย ..... 36
วัสดุและอุปกรณ์ ..... 36
วิธีการดำเนินการวิจัย ..... 36
วิธีการบันทึกข้อมูล ..... 36
การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 39
การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของระยะเวลาการแช่เมล็ดในการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู ..... 39
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู ..... 40
การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) หลังการทำ seed priming ..... 41
การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่ผ่านการยกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming ..... 42
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ ..... 43
การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของระยะเวลาการแช่เมล็ดในการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู ..... 43
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู ..... 47
การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) หลังการทำ seed priming ..... 55

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่ผ่านการยกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming ..... 61
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ ..... 93
บรรณานุกรม ..... 94
ประวัติผู้วิจัย ..... 103

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 แสดงช่วงการเจริญเติบโตของพริกตั้งแต่หยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต ..... 6

ตารางที่ 2 แสดงชนิดและปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด.. 30

ตารางที่ 3 แสดงชนิดและปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพพืชที่นำมาใช้ในการศึกษาการทำ seed priming ..... 30

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด ..... 31

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในน้ำหมักชีวภาพพืชที่นำมาใช้ในการศึกษาการทำ seed priming ..... 31

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณฮอร์โมนและกรดฮิวมิกในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด ..... 32

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยการแช่น้ำที่ระยะเวลาต่างกัน ..... 45

ตารางที่ 8 ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยการแช่น้ำที่ระยะเวลาต่างกัน..... 46

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน ..... 50

ตารางที่ 10 ผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนูในห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน ..... 51

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในโรงเรือนหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน ..... 53

ตารางที่ 12 ผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนูในโรงเรือนหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน ..... 54

ตารางที่ 13 ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพริกขี้หนูที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ..... 56

ตารางที่ 14 ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ..... 56

ตารางที่ 15 ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ..... 57

ตารางที่ 16 ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน ..... 58

ตารางที่ 17 ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (วัน) ..... 59

ตารางที่ 18 ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ต้น/วัน) ..... 60

ตารางที่ 19 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ ..... 62

ตารางที่ 20 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในสภาพห้องปฏิบัติการ ..... 63

ตารางที่ 21 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกในสภาพห้องปฏิบัติการ ..... 65

ตารางที่ 22 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ ..... 66

ตารางที่ 23 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ (วัน) ..... 67

ตารางที่ 24 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ (ต้น/วัน) ..... 69

ตารางที่ 25 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวยอดของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (เซนติเมตร) ..... 70

ตารางที่ 26 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวรากของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (เซนติเมตร) ..... 71

ตารางที่ 27 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักสดต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัม/ต้น) ..... 73

ตารางที่ 28 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัม/ต้น) ..... 74

ตารางที่ 29 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน ..... 76

ตารางที่ 30 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในสภาพโรงเรือน ..... 77

ตารางที่ 31 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน ..... 79

ตารางที่ 32 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน ..... 80

ตารางที่ 33 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน (วัน) ..... 81

ตารางที่ 34 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน (ต้น/วัน) ..... 83

ตารางที่ 35 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวยอดของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (เซนติเมตร) ..... 84

ตารางที่ 36 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวรากของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (เซนติเมตร) ..... 85

ตารางที่ 37 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักสดต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (มิลลิกรัม/ต้น) ..... 87

ตารางที่ 38 ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (มิลลิกรัม/ต้น) ..... 88

# สารบัญภาพ

**หน้า**

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด ..... 13

ภาพที่ 2 การดูดน้ำของเมล็ดและกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำ seed priming ..... 21

ภาพที่ 3 ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูหลังแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นระยะเวลาต่างกัน .... 43

ภาพที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู ..... 44

ภาพที่ 5 ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูหลังแช่สารเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ..... 47

ภาพที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู ..... 48

# บทที่ 1
# บทนำ

พริกเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่จัดเป็นพืชฤดูเดียว (annual plant) หรือหลายฤดู (perennial plant) มีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจในหลายประเทศทั่วโลก ทั้งในประเทศเขตร้อน และเขตอบอุ่น เนื่องจากพริกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย และมีคุณค่าทางด้านอาหารสูงโดยเป็นแหล่งพลังงาน วิตามิน และธาตุอาหารต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี เป็นต้น รวมทั้งยังมีสี กลิ่น และรสชาดที่ไม่สามารถใช้ผลผลิตจากพืชชนิดอื่นมาทดแทนได้ (ธำรงค์, 2551) นอกจากนี้ พริกยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมแปรรูปทั้งอาหารและยา (สำนักงานประสานงานวิจัยและพัฒนา, 2550) ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกพริก 193,123 ไร่ โดยมีการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ และเพื่อการส่งออก โดยอีกปีละ 20,349.88 ตัน มีมูลค่า 536.17 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (สำนักส่งเสริม และจัดการสินค้าเกษสตร, 2562)

ในการปลูกพริกจะใช้เมล็ดเพาะให้เป็นต้นกล้าแล้วย้ายปลูกลงแปลง ดังนั้นในการปลูกพริกจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี คือ มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง ต้นกล้างอกสม่ำเสมอ มีความสมบูรณ์และแข็งแรง (พิจิตรา และคณะ, 2560) แต่บางครั้งเกษตรกรมักพบปัญหาในเรื่องการงอกของเมล็ดพริกไม่สม่ำเสมอ เมล็ดงอกช้า หรือเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม หรือไม่สามารถควบคุมได้เมื่อเพาะปลูกในสภาพโรงเรือนหรือในแปลงซึ่งจะมีปัญหาอย่างมากในกรณีเมล็ดมีความแข็งแรงต่ำ หรือเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ หรือเมล็ดอาจมีโรคและแมลงที่อยู่ในดินเข้าทำลาย การนำเทคนิคการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ด (Seed priming) มาใช้กับเมล็ดภายหลังเก็บเกี่ยวเพื่อให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลง ในด้านความงอก ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และ ต้นกล้ามีพัฒนาการที่ดีขึ้น (บุญมี, 2558) การทำ Seed priming เป็นการกระตุ้นความงอกของเมล็ดโดยการเพิ่มความชื้นหรือแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำหรือสารละลายที่มีความเข้มข้น และอุณหภูมิที่เหมาะสม ในช่วงระยะเวลาที่นานเพียงพอที่จะทำให้เมล็ดมีความพร้อมที่จะงอก จากนั้นจึงนำเมล็ดพันธุ์ไปลดความชื้นให้แห้งเท่ากับความชื้นเดิมก่อนการแช่เมล็ดพันธุ์ แล้วนำไปปลูกหรือเก็บรักษาต่อไป (Bewley and Black, 1982) ซึ่งการทำ Seed priming จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดสูงขึ้น และมีความแข็งแรงกว่า เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นความงอก (บุญมี และคณะ, 2556)

ปัจจุบันวิธีการทำ seed priming เป็นวิธีการที่ได้รับความสนใจมากวิธีหนึ่ง และได้มีการพัฒนาเพื่อใช้ในเชิงธุรกิจมากขึ้น ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมผลิตต้นกล้าในปริมาณมากๆ

ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ผักกาดหวาน (sugar beet) เมล็ดหญ้าที่ใช้ในสนาม เมล็ดพันธุ์กระเทียม มะเขือเทศ พริก หอม แครอท ไม้ประดับ และพืชสมุนไพรหลายชนิด เป็นต้น (Halmer, 2008) ซึ่งการพัฒนาเทคนิคการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ส่วนมากเน้นศึกษาในกลุ่มสารเคมี ในการทำการเกษตร ณ ปัจจุบันเป็นการทำเพื่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ดี โดยการลดการใช้สารเคมี และได้มีการศึกษาวิธีการและผลของการนำสารชีวภาพมาใช้แทนปุ๋ยเคมีและสารเคมี ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ก็คำนึงถึงความสำคัญดังกล่าว ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาถึงผลของสารชีวภาพเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการทำ seed priming ซึ่งคาดว่าผลที่ได้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำสารชีวภาพที่หาได้ง่าย ปลอดภัย และสามารถทำได้เองในท้องถิ่นมาใช้ในการทำ seed priming เพื่อพัฒนาการผลิตกล้าพันธุ์พริกที่มีคุณภาพต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบถึงผลของสารชีวภาพต่อการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนด้วยวิธีการทำ seed priming
2. เพื่อทราบถึงผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดหลังการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนด้วยวิธีการทำ seed priming

## ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาผลการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนด้วยวิธีการทำ seed priming ซึ่งเป็นวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์โดยการใช้สารชีวภาพ รวมทั้งการศึกษาผลของอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ภายหลังการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการทำ seed priming

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบผลของการยกระดับคุณภาพเมล็ดพริกขี้หนูสวนโดยวิธีการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพ และทราบวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการยกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming

# บทที่ 2
# ตรวจเอกสาร

พริกมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นของทวีปอเมริกา มีการปลูกในประเทศเปรูและเม็กซิโก ใน ค.ศ. 1542 ได้มีการนำพริกไปปลูกในประเทศจีน ต้นศตวรรษที่ 18 ชาวยุโรปที่อพยพไปอยู่ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำพันธุ์พริกไปปลูกและพัฒนาพันธุ์จนกระทั่งปัจจุบันพริกเป็นที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั่วโลก พันธุ์ที่มีรสเผ็ดจัดได้รับความนิยมบริโภคในประเทศเขตร้อน ส่วนพันธุ์ที่มีรสเผ็ดน้อยนิยมบริโภคในเขตอบอุ่น และเขตหนาว (จานุลักษณ์, 2541) ประเทศไทยมีการปลูกพริกทั่วทุกภาคของประเทศ ทั้งปลูกเป็นพืชผักสวนครัวเพื่อบริโภคภายในประเทศ และปลูกในเชิงการค้า เพื่อส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ซึ่งการส่งออกเมล็ดพันธุ์พริกในปี พ.ศ. 2557 มีมูลค่า 298.36 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2561 มีมูลค่า 930.55 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริก**

พริกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum* spp. อยู่ในตระกูล Solanaceae ซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกันกับมะเขือเทศ มะเขือต่างๆ มันฝรั่ง และยาสูบ เป็นต้น มีการกระจายการปลูกอยู่ในส่วนต่างๆ ของโลก แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตร้อน โดยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้

**ราก** เป็นระบบรากแก้ว ต้นพริกที่โตเต็มที่รากฝอยจะแผ่ออกไปด้านข้างในรัศมีเกินกว่า 1 เมตร และหยั่งลึกลงไปในดินเกินกว่า 1.2 เมตร รากฝอยจะพบมากบริเวณรอบๆ ต้นใต้ผิวดินลึกประมาณ 60 เซนติเมตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551)

**ลำต้น** ตั้งตรงสูงตั้งแต่ 45-100 เซนติเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพริก มีการแตกกิ่งก้านสาขาแบบรัศมี และกิ่งแขนงแตกสาขา แบบทวีคูณ จาก 2 กิ่ง เป็น 4 กิ่ง และ 8 กิ่ง เป็นต้น ต้นพริกที่สมบูรณ์จะมีกิ่งแตกขึ้นมาจากต้นที่ระดับดินจำนวนหลายกิ่งคล้ายเป็นต้นใหม่อยู่รวมกันหลายต้น (ธำรงค์, 2551)

**ใบ** เป็นใบเดี่ยว มีขนาดต่างกัน ก้านใบมีความยาวประมาณ 0.5-2.5 เซนติเมตร ใบกว้างเป็นรูปไข่ ขอบใบเรียบปลายใบแหลม ไม่มีขน เรียงสลับกัน (มณีฉัตร, 2541)

**ดอก** เป็นดอกเดี่ยว เกิดที่ข้อตรงมุมที่เกิดใบหรือกิ่ง ก้านดอกอาจตั้งตรงหรือโค้ง กลีบดอกมีสีขาว บางพันธุ์มีสีม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (ปรัชญา, 2537)

**ผล** เป็นชนิด เบอร์รี่ (berry) การเกิดผลมีทั้งตั้งขึ้นและห้อยลง ผลเกิดอยู่ที่ข้อ มีขนาด รูปร่าง สี และความเผ็ดที่ต่างกัน ผลอ่อนจะมีสีเขียวเมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีแดง สีเหลือง สีส้ม และสี

น้ำตาล ขึ้นกับพันธุ์ ภายในผลจะมีเมล็ดจำนวณมากเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นอยู่บนรก (placenta) (จานุลักษณ์, 2541; มณีฉัตร, 2541)

**เมล็ด** มีรูปร่างกลมแบน มีสีเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาล ผิวเรียบไม่มีขน มีร่องลึกอยู่ด้านหนึ่งของเมล็ด เมล็ดจะติดอยู่กับรก โดยเฉพาะทางด้านฐานของผลพริก เมล็ดจะติดอยู่มากกว่าปลายผล เมล็ดพริกจะมีชีวิตอยู่ได้นาน 2-4 ปี (ธำรงค์, 2551)

พริกที่ปลูกโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม (Purseglove *et al.,* 1981; สุชีลา, 2557) ได้แก่

*Capsicum annuum* L. เป็นพริกที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก มีกลีบดอกสีขาวหรือขาวหม่น อับละอองเกสรเพศผู้มีสีม่วง ขอบกลีบเลี้ยงเป็นรอยหยัก มี 1-2 ดอกต่อข้อ ก้านช่อดอกห้อยลง ผลมีขนาดเรียวเล็กจนถึงผลใหญ่ ความยาวของผลอยู่ระหว่าง 1-25 เซนติเมตร ความกว้างของผลมากกว่า 10 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อผลแก่จะมีทั้งสีเขียว สีแดง สีเหลือง สีส้มอมแดง หรือสีน้ำตาล ขึ้นกับพันธุ์

*C. baccatum* L. เป็นพริกที่ชาวสเปนนำไปเผยแพร่สู่บริเวณอเมริกากลางถึงอเมริกาใต้ ซึ่งกลีบดอกมีสีขาวครีม และมีจุดสีเหลือง หรือสีน้ำตาลตรงโคนดอก มี 1-2 ดอกต่อข้อ อับละอองเรณูมีสีน้ำตาล ขอบกลีบเลี้ยงเป็นรอยหยักอย่างชัดเจน รูปร่างของผลมีหลายแบบแตกต่างกันไป ผลมักชี้ลงและมีกลิ่นฉุน ผลอ่อนมีสีเขียว เหลือง เมื่อผลแก่จะมี สีแดง สีส้มอมแดง หรือสีน้ำตาล ขึ้นกับพันธุ์

*C. chinense* Jacq. เป็นพริกพื้นเมืองของอเมริกา มีกลีบดอกสีขาว อับละอองเรณูมีสีม่วง ขอบกลีบเลี้ยงเป็นรอยหยักเล็กน้อย รอยต่อระหว่างกลีบเลี้ยงกับก้านผลเป็นร่องอย่างชัดเจน มี 2-5 ดอกต่อข้อ ความยาวของผลอาจยาวถึง 20 เซนติเมตร และมีชื่อเสียงในด้านความเผ็ดสูงที่สุดในโลก ผลอ่อนมีสีเขียว เหลือง ผลแก่จะมีสีเหลืองอมแดง สีส้มอมแดง และสีน้ำตาล ขึ้นกับพันธุ์

*C. frutescens* L. เดิมเป็นพันธุ์พริกที่นิยมปลูกในเม็กซิโก อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ ปัจจุบันแพร่หลายทั่วโลก โดยกลีบดอกมีสีเขียวอมเหลือง อับละอองเรณูมีสีม่วง กลีบเลี้ยงมีลักษณะคล้ายรูปถ้วย ขอบเรียบ มี 2-5 ดอกต่อข้อ ก้านดอกตั้งขึ้น ผลเล็กเรียวยาว มีรสเผ็ดจัด ผลอ่อนมีสีเหลือง ผลแก่สีแดง

*C. pubescens* R. & P. พบครั้งแรกในอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตหนาว มีกลีบดอกสีม่วง ตรงโคนกลีบบริเวณกลางดอกมีสีขาว หรือสีเหลือง อับละอองเรณูมีสีม่วง ต้นและใบมีขนมาก ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่สีแดง สีส้ม มีรสเผ็ด

**สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกพริก**

พื้นที่ปลูกพริกควรเป็นที่โล่งแจ้งเนื่องจากพริกต้องการแสงแดดและไม่เป็นพื้นที่น้ำท่วมขัง ถ้าเป็นที่ดอนต้องมีแหล่งน้ำที่เพียงพอสำหรับการเพาะปลูก พริกขาดน้ำจะทำให้ต้นแคระแกร็น ส่งผลให้ดอกร่วงได้ และไม่ติดผล นอกจากนี้พื้นที่ปลูกไม่ควรเป็นที่ที่เคยปลูกพริกติดต่อกันมานานหลายปี เพราะจะเป็นที่สะสมของเชื้อโรค และแมลงได้ ถ้าจำเป็นต้องปลูกซ้ำที่เดิมควรปลูกพืชตระกูลถั่ว หมุนเวียน เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น (ปรัชญา, 2537)

พริกเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตออกดอก และติดผลของพริกที่ดีคือช่วง 21-35 องศาเซลเซียส (ยกเว้น พริกหวานที่ต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าคือประมาณ 18-27 องศาเซลเซียส) และถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส อาจทำให้ดอกร่วงและติดผลต่ำ ในขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะทำให้การเจริญเติบโตชะงักและติดเมล็ดน้อย (ธำรงค์, 2551) พริกเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินร่วนปนทราย ระบายน้ำได้ดี และมีอินทรีย์วัตถุสูง มีค่า pH ระหว่าง 5.5-6.5 การปลูกพริกในฤดูฝนควรปลูกบนที่ดอน หรือดินร่วนปนทราย หรือถ้าเป็นที่ลุ่มควรยกแปลงปลูกให้สูงเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้การระบายน้ำออกจากแปลงปลูกทำได้อย่างรวดเร็วในช่วงที่ฝนตกติดต่อกัน และควรปรับสภาพดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกหมัก อย่างน้อย 800-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ร่วนโปร่ง และเป็นอาหารสำหรับจุลินทรีย์ที่ดีในดิน ช่วยให้ต้นพริกแข็งแรง ทนทานโรคได้ดี (กรุง, 2556; จานุลักษณ์, 2541)

**การปลูกและการดูแลรักษา**

การปลูกพริกสามารถปลูกได้หลายวิธี เช่น การหว่านเมล็ด การหยอดเมล็ดลงหลุมปลูกโดยตรง การเพาะกล้าก่อนย้ายปลูก แต่วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ การเพาะกล้าก่อนแล้วจึงย้ายไปปลูกลงในแปลง เนื่องจากเมล็ดพริกงอกช้า ใช้เวลาในการงอก 3-6 วัน หลังเพาะ อายุกล้าพร้อมย้ายปลูกคือ 25 วัน หลังเพาะกล้า หรือมีใบจริง 4-5 ใบ จึงทำการย้ายปลูก ก่อนการถอนต้นกล้าย้ายปลูกควรรดน้ำให้ชุ่ม เพื่อป้องกันรากฉีกขาดจากการถอนย้ายกล้าน้อยที่สุด ควรย้ายปลูกในสภาพที่อุณหภูมิไม่สูง หรือควรย้ายปลูกในช่วงเย็น หลังจากถอนต้นกล้าจากแปลงเพาะควรย้ายปลูกทันที และให้น้ำแบบร่องหรือรดน้ำตามทันที ระยะปลูกที่เหมาะสม คือ ระหว่างต้น 0.8-1.0 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.0-1.2 เมตร หรือใช้จำนวนต้นปลูก 1,600 ต้นต่อไร่ แต่ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะการแตกทรงพุ่มของแต่ละสายพันธุ์ การใส่ปุ๋ยควรใส่ 3 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังย้ายปลูก 20 วัน หรือระยะออกดอกโดยขุดหลุมระหว่างต้นเพื่อหยอดปุ๋ยและฝังกลบหลุมแล้วให้น้ำเพื่อให้ปุ๋ยละลายไปหารากพืช ครั้งที่สองใส่ปุ๋ยสูตร 12-12-17 อัตรา 50 กิโลกรัม

ต่อไร่ หลังย้ายปลูก 40 วัน หรือระยะติดผลขนาดเล็กโดยโรยในร่องน้ำ และครั้งที่สามใส่ปุ๋ยสูตร 12-12-17 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตสดครั้งแรก (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** แสดงช่วงการเจริญเติบโตของพริกตั้งแต่หยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต

| อายุ (วันหลังหยอดเมล็ด) | การเจริญเติบโต |
|---|---|
| 0 | หยอดเมล็ด |
| 3-6 | เมล็ดเริ่มงอก |
| 25 | มีใบจริง 4-5 ใบ |
| 50-60 | พริกใหญ่เริ่มออกดอก |
| 70-80 | พริกเล็กเริ่มออกดอก |
| 90-140 | พริกใหญ่เริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยว |
| 110-180 | พริกเล็กเริ่มมีผลสุกและเก็บเกี่ยว |

ที่มา: กรุง (2556)

**โรคและแมลงของพริก**

ในการปลูกพริกมักจะพบกับปัญหาเรื่องโรคและแมลงศัตรูเข้าทำลาย ทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก ซึ่งโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญ ได้แก่

**โรคกุ้งแห้ง หรือแอนแทรคโนส (Anthracnose)**

โรคกุ้งแห้ง หรือแอนแทรคโนสเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp. เป็นโรคที่มีความสำคัญและทำความเสียหายให้กับพริกอย่างมากทั้งในแปลงปลูกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (ธำรงค์, 2551) ผลพริกที่เป็นโรคนี้ ผิวจะยุบตัวลงเป็นรอยบุ๋ม ฉ่ำน้ำ เมื่อแผลขยายขนาด จะเห็นรอยแผลเป็นวงซ้อนกัน ส่วนกลางแผลมีเมือก สีส้มปนดำ ผลพริกเน่าและร่วงก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้ได้ผลผลิตน้อยลง ผลพริกไม่สวยและราคาตกต่ำ (กรุง, 2556) มีการแพร่ระบาดโดยสปอร์ของเชื้อราจะกระจายไปกับลม น้ำฝน หรือน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก สปอร์สามารถอยู่ข้ามฤดูได้โดยติดอยู่กับเศษซากพืชหรือพืชอาศัยอื่นๆ โรคระบาดจะรุนแรง เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมมีความชื้นสูง หรือช่วงฝนตกชุก (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

การป้องกันทำได้โดยการคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์จากผลพริกที่ไม่เป็นโรคมาปลูก หรือก่อนปลูกควรคลุกเมล็ดพริกด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น แมนโคเซบ (mancozeb) เพื่อทำลายเชื้อที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ หรือแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50-52 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อกำจัดเชื้อราที่อาจติดมากับเมล็ดพันธุ์ รวมทั้งหมั่นตรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ หากพบโรคทำลาย

ต้นพืชควรถอนไปเผาทิ้งเพื่อลดปริมาณของเชื้อสาเหตุในฤดูปลูกต่อไป (ศศิธร, 2545) หรือใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด อัตรา 10 กรัม (1 ช้อนโต๊ะ) ผสมน้ำ 1 ลิตร แช่เมล็ดพริกนาน 6-12 ชั่วโมง ผึ่งเมล็ดให้หมาดแล้วนำไปหยอดลงถาดเพาะหรือห่อด้วยผ้าบ่มไว้ 1-2 วันให้เมล็ดปริ ก่อนนำไปหยอดลงถาดเพาะ (กรุง, 2556)

**โรคเน่าเปียก (Wet Rot Disease)**

โรคเน่าเปียกเกิดจากเชื้อรา *Choanephora* sp. เป็นโรคที่พบในแปลงพริกที่เว้นระยะปลูกน้อย หรือต้นพริกที่ได้รับปุ๋ยเร่งการเจริญเติบโตมาก ทำให้ใบดก พุ่มหนา สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเกิดเชื้อคือ เมื่อมีความชื้นสูงหลังฝนตกหรือรดน้ำ (ศศิธร, 2545) เกิดได้ทุกส่วนของต้นพริก แต่ส่วนมากเกิดบนยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก และผลอ่อน ในส่วนของพืชที่เชื้อเข้าทำลาย จะมีลักษณะอาการเน่าเป็นสีน้ำตาลไหม้ ถ้าสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง จะเห็นเส้นใยสีขาว มีสปอร์สีดำตรงส่วนปลาย เส้นใยมองเห็นได้ชัด (กรุง, 2556)

การป้องกันกำจัดจะต้องกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของโรค ได้แก่ หญ้ายาง และไม่ปลูกต้นพริกแน่นเกินไป เพราะจะทำให้ในแปลงมีความชื้นสูง และเกิดโรคระบาดได้ง่าย และรวดเร็ว ต้องหมั่นตรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ หากพบโรคทำลายต้นพืชควรถอนไปเผาทิ้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2557) แล้วฉีดพ่นด้วยสารเคมีควบคุมเชื้อรา เช่น triforine หรือ thiabendazol ทุก 5-7 วันต่อครั้ง แล้วค่อยเว้นระยะห่างขึ้น (ศศิธร, 2545)

**โรคราแป้ง (Powdery Mildew Disease)**

โรคราแป้งเกิดจากเชื้อรา *Oidiopsis* sp. ทำให้ใบพริกมีสีเหลืองไม่สม่ำเสมอกัน จะพบในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างของลำต้น แล้วลามไปยังส่วนบน ถ้าอาการรุนแรงจะทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งใบ ด้านหลังใบมีลักษณะเป็นผงหรือขุยสีขาวถึงสีเทาเจริญเป็นกลุ่มกระจัดกระจายทางด้านหลังใบ ในระยะต่อมาเนื้อเยื่อสีเหลืองนี้อาจมีจุดเล็กๆ สีน้ำตาลเกิดขึ้น ถ้าใบพริกที่มีเชื้อราเกาะอยู่มากๆ ใบจะเหลืองและร่วงหล่นไปในที่สุด (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

การป้องกันกำจัด ควรหมั่นตรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ หากพบโรคทำลายต้นพืชต้องถอนไปเผาทิ้ง และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น กำมะถันผงละลายน้ำ อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นบริเวณใต้ใบ ในเวลาเช้ามืดที่อากาศเย็นหรือในตอนเย็นก็ได้ ถ้าหากพ่นในช่วงเวลาอื่นที่มีอากาศร้อนจัดจะทำให้ใบพริกเกิดอาการไหม้ได้ หรืออาจใช้สารเคมีอื่น เช่น คาราเทน ซาพรอล เบนเลท ดาโคนิล เป็นต้น (ธำรงค์, 2551)

**เพลี้ยไฟ** (*Scirtothrips dorsalis* Hood)

เพลี้ยไฟเป็นแมลงที่มีขนาดเล็ก ลำตัวผอมเรียวยาว สีน้ำตาลปนเหลือง หรือน้ำตาลอ่อน เคลื่อนไหวได้รวดเร็ว อยู่รวมกันเป็นกลุ่มบริเวณฐานดอกและใต้ใบอ่อนพริก (กรุง, 2556) ชอบดูดกินน้ำเลี้ยงในส่วนยอดอ่อน ใบอ่อน ตาดอกและผลพริก ทำให้พริกชะงักการเจริญเติบโต ยอดอ่อนหงิก

ใบห่อ ขอบใบม้วนขึ้นทางด้านบนทั้งสองข้าง ใบมีลักษณะเป็นคลื่น ผิวใบด้านล่าง ก้านใบ ก้านดอก และยอดพริก เกิดรอยด้านสีน้ำตาล ดอกร่วง ผลบิดเบี้ยว หงิกงอ ส่วนมากจะระบาดในสภาพอากาศแห้งแล้ง (สิริวัฒน์, 2526)

วิธีป้องกันควรเพิ่มความชื้นโดยการให้น้ำ อย่าให้พืชขาดน้ำเพราะจะทำให้พืชอ่อนแอ และเพลี้ยไฟพริกจะระบาดอย่างรวดเร็ว ถ้ามีการระบาดอย่างรุนแรงควรพ่นด้วยคาร์บาริล 85 เปอร์เซ็นต์ WP อัตรา 20-30 กรัม หรือโพรไทโอฟอส 50 เปอร์เซ็นต์ EC อัตรา 20-30 มิลลิลิตร หรือคาร์โบซัลแฟน 20 เปอร์เซ็นต์ EC อัตรา 20-30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อย่างใดอย่างหนึ่งพ่นทุกๆ 7-10 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

**เพลี้ยอ่อน** (*Aphis gossypii* Glover)

เพลี้ยอ่อนเป็นแมลงจำพวกปากดูดเหมือนเพลี้ยไฟ มีขนาดเล็กประมาณ 1 มิลลิเมตร มีทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก ทำลายต้นพืชโดยการดูดน้ำเลี้ยงส่วนของยอดอ่อน ใบอ่อน ทำให้ใบหงิกงอ เป็นคลื่น ต้นชะงักการเจริญเติบโต และเป็นพาหะนำพาเชื้อโรคไวรัสมาสู่พืช เช่น โรคใบด่างให้แก่ต้นพริก (มณีฉัตร, 2541)

วิธีป้องกันทำได้โดยการกำจัดวัชพืชในบริเวณแปลงปลูก ถ้าพบเพลี้ยอ่อนมีความหนาแน่น 10-20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบทั้งต้นจากจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ของต้นทั้งหมด ให้พ่นอิมิดาโคลพริด 10 เปอร์เซ็นต์ SL อัตรา 10 มิลลิลิตร หรือไดโนทีฟูแรน 10 เปอร์เซ็นต์ WP อัตรา 10 กรัม หรือฟิโปรนิล 5 เปอร์เซ็นต์ SC อัตรา 20 มิลลิลิตร หรืออีโทเฟนพรอกซ์ 20 เปอร์เซ็นต์ EC อัตรา 30 มิลลิลิตร หรือคาร์โบซัลแฟน 20 เปอร์เซ็นต์ EC อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร อย่างใดอย่างหนึ่ง จนกว่าการระบาดจะลดลง (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

**การเก็บเกี่ยวผลผลิต**

พริกจะให้ผลผลิตหลังจากที่ย้ายกล้าลงแปลงปลูกแล้วประมาณ 70-95 วัน ในระยะแรกผลผลิตจะได้น้อย และจะค่อยๆ เพิ่มมากขึ้นตามลำดับซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวได้ทุกๆ 7-10 วัน ถ้ามีการบำรุงรักษาดี และให้น้ำอย่างเพียงพออาจเก็บเกี่ยวได้ถึง 1 ปี (กรมวิชาการเกษตร, 2557) โดยเฉลี่ยในพื้นที่ 1 ไร่ จะผลิตเมล็ดพันธุ์พริกได้ประมาณ 50-60 กิโลกรัม โดยผลผลิตพริกสด 10 กิโลกรัม จะเท่ากับผลพริกแห้ง 3 กิโลกรัม เมื่อนำมาแกะคัดแยกเอาเฉพาะเมล็ดพันธุ์จะได้ประมาณ 1 กิโลกรัม (จานุลักษณ์, 2541) การเก็บพริกสดควรเก็บพริกที่แก่จัดโดยสังเกตจากสีผิวเขียวสดเป็นมันสม่ำเสมอกัน ส่วนการเก็บพริกเพื่อจำหน่ายในลักษณะพริกแห้งควรเก็บผลที่มีสีแดงเรื่อจนถึงแดงจัด (ธำรงค์, 2551) สำหรับการเก็บพริกไว้ทำพันธุ์ควรเก็บผลพริกสุกแดงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ปราศจากโรคและแมลงทำลาย รูปร่างผลไม่ผิดปกติ เก็บมาทั้งก้านผล และควรเก็บผลในรุ่นที่ 2-5 เพราะจะมี

จำนวนเมล็ดมากและขนาดของเมล็ดใหญ่สมบูรณ์ ถ้ายังมีส่วนสีเขียวติดอยู่ที่ผลให้นำมาบ่ม โดยใส่กระสอบเก็บไว้ในที่ร่มประมาณ 12 ชั่วโมง ผลพริกจะแดงทั่วกัน จากนั้นจึงค่อยนำไปทำความสะอาดเพื่อแยกเอาเมล็ดออกจากผลพริกต่อไป ซึ่งมี 2 วิธี (จานุลักษณ์, 2541) ดังนี้

**1. แบบเปียก** นำพริกที่บ่มจนแก่จัดมาเด็ดก้านออก และแช่ผลพริกในน้ำ 24-48 ชั่วโมง เพื่อให้เปลือกนิ่มยุ่ย แล้วนำมาบดให้เมล็ดแยกจากผล อาจใช้ครกหรือเครื่องจักรในการบด หลังจากนั้นแล้วนำไปล้างน้ำเพื่อแยกส่วนของเนื้อผลและเมล็ดลีบที่ลอยขึ้นมาออกทิ้ง ส่วนของเมล็ดดีจะจมอยู่ด้านล่าง ทำการล้างเมล็ดด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง แล้วจึงนำมาตากแดด 2-3 วัน จนแห้งสนิท การตากเมล็ดพันธุ์ควรใช้ตะแกรงไนล่อนตาก และยกให้สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร เพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดีและทำให้เมล็ดแห้งอย่างทั่วถึง

**2. แบบแห้ง** ทำการตากพริกกลางแจ้งหรือนำไปอบจนผลแห้งกรอบ แล้วนำมากะเทาะโดยใส่พริกลงในกระสอบแล้วทุบ เมื่อเปลือกแตกแล้วนำไปคัดแยกเอาเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดลีบออกจากเปลือกโดยการฝัดหรือเป่า จนได้เมล็ดที่สะอาดสมบูรณ์

**การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์**

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ให้ยังคงมีชีวิตสูงและยาวนานสำหรับใช้ปลูกในฤดูถัดไป หรือเพื่อสำรองไว้ใช้ในยามมีภัยธรรมชาติ ซึ่งเป็นการเก็บรักษาที่นานออกไปเป็น 2-3 ปี หรือเก็บไว้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์โดยเก็บไว้ในธนาคารเชื้อพันธุกรรม (germplasm bank หรือ gene bank) โดยความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ คือความยาวนานในการเก็บรักษานับตั้งแต่การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์จากแปลงปลูกไปจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์นั้นหมดความงอกหรือหมดสภาพความเป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความงอกขั้นต่ำตามกฎหมายกำหนดหรืออาจใช้เกณฑ์การงอกขั้นต่ำ 50 เปอร์เซ็นต์ (วันชัย, 2542) ซึ่งในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จะนานหรือไม่อย่างไรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ (จวงจันทร์, 2529b) ดังนี้

**1. ประวัติความเป็นมาของเมล็ดพันธุ์** หมายถึง ชนิดและพันธุ์รวมถึงการดูแลรักษาในระหว่างการปลูก การเก็บเกี่ยว การปรับปรุงสภาพ ถ้าหากเมล็ดที่เก็บมาจากการดูแลที่ไม่ดี หรือเมล็ดได้รับผลกระทบเสียหายในระหว่างการเก็บเกี่ยว หรือการปรับปรุงสภาพ เมล็ดจะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าเมล็ดที่ไม่มีความเสียหายหรือถูกกระทบกระเทือนเลย นอกจากนี้ยังรวมไปถึงเมล็ดที่ปลูกในสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวนจะมีความสามารถในการเก็บรักษาต่ำกว่าเมล็ดที่ปลูกในสภาพแวดล้อมต่างๆ ปกติ และเหมาะสมแก่การปลูกพืชชนิดนั้นๆ

**2. ความชื้นของเมล็ดและความชื้นสัมพัทธ์** เป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีชีวิตอยู่ได้นาน เมล็ดในกลุ่ม orthodox seed จะเก็บรักษาไว้ยาวนานและปลอดภัยได้

จะต้องมีความชื้นเมล็ดต่ำ ถ้าหากว่าเมล็ดมีความชื้นสูงจะทำให้เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย ส่งผลให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาก็จะยิ่งเป็นไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ความชื้นเมล็ดยังมีผลต่อการพิจารณาการเลือกวิธีจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่เหมาะสมด้วย ได้มีการศึกษาว่าทุกๆ ระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ลดลง 1 เปอร์เซ็นต์ อายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้น เป็นทวีคูณ แต่ถ้าทุกๆ ระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ อายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์จะลดลงเป็นทวีคูณ เนื่องจากเมล็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติที่เรียกว่า hygroscopic คือ สามารถรับหรือถ่ายเทความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ เมล็ดจนกว่าแรงดันไอน้ำ (moisture vapor pressure) ภายในเมล็ดจะเท่ากับแรงดันไอน้ำภายนอก หรือเรียกว่า เกิดสภาวะสมดุล (equilibrium) ขึ้น ซึ่งเมล็ดจะมีความชื้นคงที่ ดังนั้น ความชื้นสัมพัทธ์จึงเป็นตัวกำหนดความชื้นของเมล็ด หมายความว่า เมล็ดจะมีความชื้นเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของความชื้นสัมพัทธ์ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงเมล็ดก็จะมีความชื้นในเมล็ดสูง ในทางตรงข้าม ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเมล็ดก็จะมีความชื้นในเมล็ดต่ำเช่นกัน

3. **อุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์** อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ด ซึ่งการเก็บเมล็ดพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะช่วยลดกิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดทำให้เมล็ดมีการเสื่อมสภาพช้าลง (บัณฑิต และคณะ, 2545) การเก็บเมล็ดพันธุ์ในสภาพอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้กิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดสูงขึ้นทำให้เมล็ดเกิดการสูญเสียความงอกลงอย่างรวดเร็ว การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ประเภทเมล็ดแห้ง (orthodox seed) สามารถเก็บเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิต่ำจนถึงจุดเยือกแข็งได้อย่างปลอดภัยหากเมล็ดนั้นมีความชื้นต่ำ (จวงจันทร์, 2529b)

ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกโดยทั่วไปจะลดความชื้นเมล็ดลงให้มีความชื้น 8-10 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 6-7 ปี โดยยังคงมีความงอกสูงเมื่อบรรจุในภาชนะปิดสนิทและเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 5-10 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเก็บไว้ในถุงผ้าหรือถุงกระดาษ ที่อุณหภูมิห้องเมล็ดจะสูญเสียความงอกที่เร็วหรือไม่งอกเลยเมื่อเวลานานขึ้น (fischer, 1979; Popvska *et al.*, 1980)

อนุรัชนี และคณะ (2562) ได้ศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนสูง โดยนำเมล็ดพริกพันธุ์ TVRC ที่มีความงอกเริ่มต้น 95 เปอร์เซ็นต์ มาลดความชื้นลงให้มีค่าเท่ากับ 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และบรรยากาศมีความเข้มข้นของออกซิเจน 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่าเมล็ดพริกพันธุ์ TVRC ที่มีความชื้น 7 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ เสื่อมคุณภาพได้ช้าที่สุด โดยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดเริ่มลดลงหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ในขณะเมล็ดที่มีความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจน 40 เปอร์เซ็นต์ เสื่อมคุณภาพได้เร็วที่สุด โดยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลงหลังเก็บรักษานานเพียง 2 เดือน

ชลลดา และคณะ (2559) ได้ศึกษาอิทธิพลของระดับความชื้นในเมล็ดพันธุ์และอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์คำฝอย โดยนำเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น 4 ระดับ คือ 12, 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง, 5 และ -10 องศาเซลเซียส พบว่าเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่มีความชื้นในเมล็ดพันธุ์สูงสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลาสั้น ๆ แต่ถ้าลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำจะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นานขึ้นตามระดับความชื้นที่ลดลง และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์คำฝอยที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ โดยที่ไม่ต้องลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา

**เมล็ดพันธุ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์**

เมล็ดพันธุ์ หมายถึง คัพภะหรือโอวุล (ovule) หรืออาจรวมถึงผลที่เจริญเต็มที่หรือสุกแก่แล้ว เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องเป็นเมล็ดที่สุกแก่ มีชีวิต และสามารถงอกเป็นต้นพืชที่ให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ดีตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ได้ การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเป็นการเพิ่มปริมาณเมล็ดพันธุ์ดีให้มีมากขึ้น ซึ่งเป็นโอกาสให้เกษตรกรได้ใช้พันธุ์พืชที่ดีในการเพาะปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้มากขึ้นและตรงความต้องการของผู้บริโภค เมื่อกล่าวถึงเมล็ดพันธุ์ที่ดีนั้นต้องหมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีและเป็นพันธุ์ที่มีสมรรถนะในการให้ผลผลิตสูง (บุญมี, 2552)

เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีต้องมีองค์ประกอบ 4 ประการ (บุญมี, 2558) ดังนี้

1. **คุณภาพทางพันธุกรรม (genetic quality)** หมายถึง เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพตรงตามพันธุ์ เมื่อนำไปปลูกแล้วจะมีลักษณะปรากฏ (phenotype) เป็นไปตามลักษณะของพันธุ์ที่ต้องการ โดยการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้ได้คุณภาพทางพันธุกรรมนั้นต้องทำการควบคุมตั้งแต่การปลูกพ่อ-แม่พันธุ์ที่ตรงตามพันธุ์ การผสมเกสร การป้องกันการผสมข้ามกับสายพันธุ์อื่น โดยมีการตรวจสอบพันธุ์ปน การถอนพันธุ์ปนในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ รวมทั้งในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการปรับปรุงสภาพ การคัดแยกเมล็ดพันธุ์ การบรรจุเมล็ดพันธุ์ต้องไม่ให้มีพันธุ์ปน

2. **คุณภาพทางกายภาพ (physical quality)** คือ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ปรากฏให้เห็นได้เช่น มีลักษณะภายนอกดี ขนาด น้ำหนัก และรูปร่างสม่ำเสมอ ไม่มีสิ่งเจือปน ไม่แตกหัก หรือร้าว ซึ่งสามารถกำหนดได้ในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ โดยเริ่มตั้งแต่การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ การคัดแยกขนาดน้ำหนักและรูปร่างของเมล็ดให้ได้ตามที่ต้องการ

3. **คุณภาพทางสรีรวิทยา (physiological quality)** คือ ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยภายในและภายนอกของเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่ชนิดและพันธุ์พืช การจัดการแปลงปลูก รวมทั้งเวลาในการเก็บเกี่ยว การลดความชื้น การปรับปรุงสภาพ และความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

**4. ปราศจากโรคและแมลง (phytosanitary quality)** หมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีโรคและศัตรูใดๆ ติดมากับเมล็ดพันธุ์ ซึ่งต้องมีการจัดการแปลงปลูกให้ปราศจากโรคและแมลง หรือเมื่อเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์มาแล้วจะต้องมีการคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีที่มีลักษณะข้นเหนียวผสมกับสารออกฤทธิ์เพื่อป้องกันศัตรูเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากง่ายต่อการปฏิบัติ สะดวก รวดเร็ว และการลงทุนต่ำ

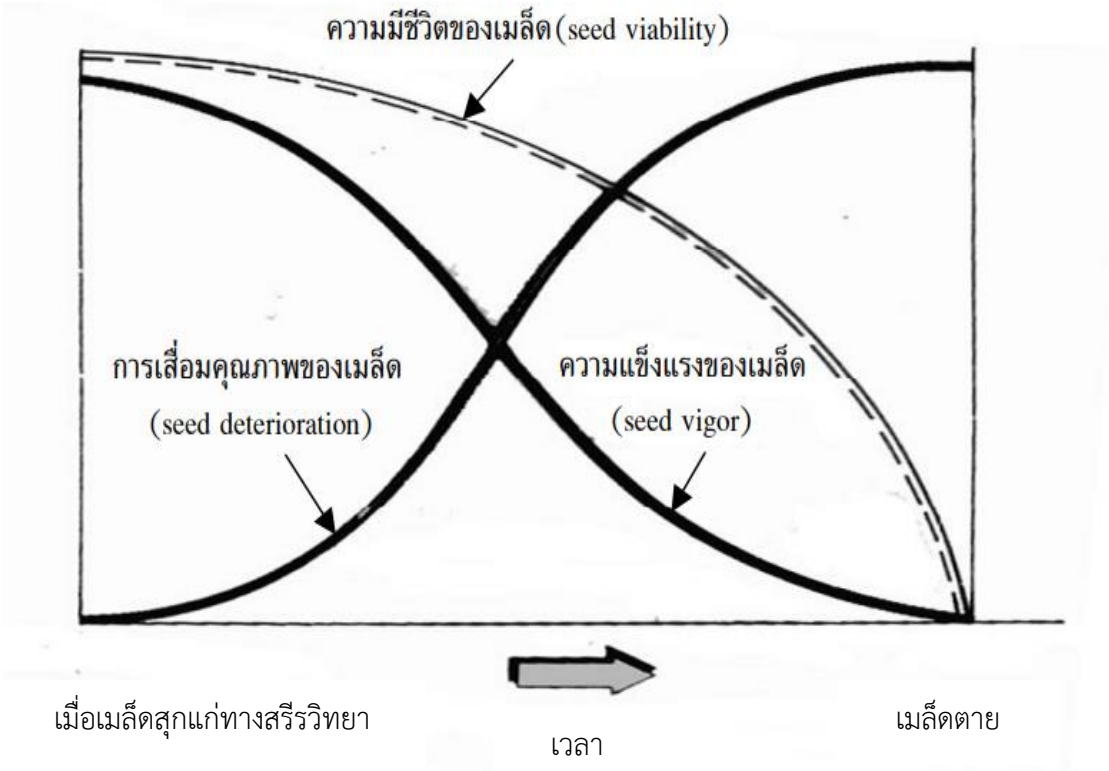
จากองค์ประกอบดังกล่าวของเมล็ดพันธุ์ ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญของต้นกล้าที่จะนำไปสู่การได้รับผลผลิตที่ดี ซึ่งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดพันธุ์มีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) หลังจากระยะนี้ไปแล้วความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลงและหลีกเลี่ยงไม่ได้ จนถึงการเสื่อมคุณภาพที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด

**ความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์**

เมล็ดที่มีพัฒนาการจนถึงช่วงสุกแก่ทางสรีรวิทยา เป็นช่วงที่เมล็ดมีการพัฒนาสมบูรณ์มีน้ำหนักแห้งและความแข็งแรงสูงที่สุดและมีคุณภาพด้านการงอกที่สูง แต่หลังจากช่วงนี้ไปเมล็ดจะเริ่มมีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้น ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง (ภาพที่ 1) เมื่อเวลาผ่านไปการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเสื่อมของเมล็ดที่ได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษาทั้งในแปลงที่รอการเก็บเกี่ยว และโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่สามารถชะลอให้ช้าลงได้โดยต้องมีวิธีการปฏิบัติกับเมล็ดอย่างเหมาะสมและถูกต้องในทุกขั้นตอนตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงกระบวนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์, 2529b; วันชัย, 2553)

การเสื่อมสภาพตามธรรมชาติของเซลล์ในเมล็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เมล็ดรีคัลซีแตรนท์ (recalcitrant seed) คือเมล็ดที่ไม่สามารถลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำลงได้เนื่องจากจะมีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดที่ลดลง เมล็ดประเภทนี้จะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว กาแฟ ขนุน มะม่วง เงาะ และมังคุด เป็นต้น ความชื้นวิกฤติอยู่ในช่วง 12-31 เปอร์เซ็นต์ ในทางตรงกันข้าม เมล็ดออร์โธดอกซ์ (orthodox seed) ได้แก่ เมล็ดข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ทานตะวัน ปอแก้ว ฝ้าย แตงกวา มะเขือเทศ และผักกาดหอม เป็นต้น สามารถลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำลงได้ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่กระทบกระเทือนถึงความมีชีวิต ซึ่งเมล็ดที่อยู่ในภาวะความชื้นต่ำดังกล่าวนั้นเมล็ดจะมีกระบวนการหายใจที่ต่ำมาก และเซลล์ขาดความสามารถในการซ่อมแซมส่วนที่สึกเหรอ นอกจากนั้นเมล็ดพืชที่มีไขมันในเมล็ดสูงก็จะมีอัตราการเสื่อมสภาพสูง (Murray, 1984; วันชัย, 2537) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นจะค่อยๆเกิดขึ้นตามลำดับตั้งแต่การ

เปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์ไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเมล็ดในที่สุดก็แสดงออกมาถึงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เช่น การงอกของเมล็ดพันธุ์ลดน้อยลงจนกระทั่งไม่งอก




**ภาพที่ 1** ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด
ที่มา: จวงจันทร์ (2521)

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

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีและทางด้านกายภาพของเมล็ดพันธุ์ซึ่งเริ่มเกิดขึ้นหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว โดยมีลักษณะอาการต่างๆ แสดงออกให้เห็นดังนี้

1. การเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane degradation) การเสื่อมสภาพของเมล็ดลำดับแรกจะเกิดที่เยื่อหุ้มเซลล์ โดยเยื่อหุ้มเซลล์ของเมล็ดพันธุ์จะเกิดความสูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมและกักเก็บสารละลายไว้ภายในเซลล์ซึ่งจะเป็นผลทำให้สารภายในเซลล์เกิดการรั่วไหลออกนอกเซลล์เมื่อเมล็ดได้รับความชื้น หรือเมื่อนำเมล็ดพันธุ์แช่ลงในน้ำ การรั่วของสารต่างๆ ภายในเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นตามระดับการเสื่อมที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการรั่วไหลของสารในเมล็ดสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ของน้ำที่ผ่านการแช่เมล็ดพันธุ์

2. กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง (loss of enzyme activity) เมล็ดพันธุ์ที่ยังมีชีวิตอยู่จะมีเอนไซม์ภายในเมล็ดหลายชนิด เช่น ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase enzyme) กลูตามิก แอซิดดีคาร์บอกซีเลส (glutamic acid decarboxylase) อะไมเลส (amylase) แคทตาเลส (catalase) เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) และฟีโนเลส (phenolase) เป็นต้น เมื่อเมล็ดมีการเสื่อมสภาพกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้จะลดลง ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการตรวจสอบทางชีวเคมีซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็วและนิยมทำกันอย่างแพร่หลาย เช่น วิธีการตรวจสอบการทำงานของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส โดยวิธีเตตราโซเลียม (tetrazolium test หรือ TZ test)

3. อัตราการหายใจลดลง (reduction of respiration) การหายใจเป็นการแสดงออกของกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันในการย่อยสลายอาหารสะสมภายในเมล็ดให้เป็นพลังงานที่ช่วยในการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของต้นอ่อนเพื่อนำไปใช้ในการงอกและการเจริญเติบโตเป็นต้นกล้า ดังนั้นในเมล็ดที่เสื่อมสภาพคุณภาพอัตราการหายใจจะลดลงทำให้สูญเสียพลังในการงอก การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจทำได้โดยการดูสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เมล็ดปลดปล่อยออกมาต่อปริมาตรของออกซิเจนที่เมล็ดดูดซับไปใช้ (respiration Quotient; R.Q) เมล็ดที่เก็บรักษาไว้นานจนเสื่อมคุณภาพจะมีค่า R.Q. เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดสามารถดูดซับออกซิเจนได้น้อยลง ในขณะที่ปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

4. กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น (increase in free fatty acid) เมล็ดที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก มักจะมีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบจะพบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส (lypase) ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายไขมัน (storage lipid) ซึ่งอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ของกรดไขมันให้เป็นกลีเซอรอล (glycerol) และกรดไขมันอิสระ ถ้าเมล็ดพันธุ์มีกรดไขมันอิสระสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพค่อนข้างสูง ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระสะสมมากขึ้นในเมล็ดตามอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

5. เมล็ดงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่จำกัด (narrow germination environment) โดยปกติเมล็ดพันธุ์มีความสามารถในการงอกได้ในสภาพแวดล้อมในช่วงที่กว้างตั้งแต่ต่ำสุดไปจนสูงสุด แต่เมื่อเมล็ดเสื่อมลงเมล็ดจะงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างจำกัด เช่น ในข้าวโพด ในขณะที่เมล็ดเสื่อมคุณภาพเล็กน้อยสามารถงอกได้ในช่วงของอุณหภูมิระหว่าง 10-40 องศาเซลเซียส แต่ในขณะที่เมล็ดเสื่อมคุณภาพมากขึ้นช่วงของอุณหภูมิสำหรับการงอกจะแคบลง โดยเมล็ดจะสามารถงอกได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 15-38 องศาเซลเซียส

6. อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง (slow germination rate) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพยังคงสามารถงอกได้ตามปกติ แต่อัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลง ซึ่งหมายถึงเมล็ดจะงอกได้ช้า การตรวจสอบอัตราการงอกของเมล็ดทำได้โดยการวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ด

(germination index) หมายถึง ผลรวมของสัดส่วนจำนวนต้นที่งอกในแต่ละวันต่อจำนวนวันหลังการเพาะเมล็ด ถ้าหากว่าเมล็ดมีค่าดัชนีการงอกสูงแสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดที่มีค่าดัชนีการงอกต่ำ

7. ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง (reduction of storability) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพส่งผลให้ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง ในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการเก็บรักษาที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ วิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์(accelerated aging test หรือ AA-test) โดยการให้เมล็ดได้รับความชื้นและอุณหภูมิสูงในช่วงระยะเวลาหนึ่งตามแต่ละชนิดพืชที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประเมินผล นอกจากนี้การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ยังสามารถนำไปใช้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดชนิดเดียวกันแต่มาจากกลุ่มหรือกองที่ต่างกันได้

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

9. สูญเสียความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (loss of environmental stress resistance) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะส่งผลให้ต้นกล้ามีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น ต้นกล้าแสดงอาการขาดน้ำเมื่อเกิดความแปรปรวนของอุณหภูมิและสภาวะแล้ง เป็นต้น การตรวจสอบคุณสมบัติในการสูญเสียความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน จะใช้วิธีการทดสอบในสภาพอากาศหนาว (cold test)

10. ความสม่ำเสมอของต้นกล้าในแปลงปลูกลดลง (decreasing uniformity of seedling) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพนอกจากจะมีการงอกที่ช้าแล้วยังทำให้ต้นกล้ามีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติลดลง จึงเป็นสาเหตุให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอเช่น การออกดอก การติดผลและการสุกแก่ของเมล็ดไม่พร้อมกัน

11. เมล็ดพันธุ์เปลี่ยนสี (changing of seed color) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะมีสีของเมล็ด เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น เมล็ดที่มีสีสดใสเมื่อเกิดการเสื่อมคุณภาพสีของเมล็ดจะหมองลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานหรือเมื่อเมล็ดมีการสัมผัสกับแสงตลอด

12. ผลผลิตลดลง (yield loss) เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพไปปลูกแม้ว่าจะงอกได้ในแปลงปลูก แต่เมื่อการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ พัฒนาการช้าจะส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่เสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังทำให้คุณภาพของผลผลิตลดต่ำลงด้วยเช่นกัน

13. ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มมากขึ้น (abnormal seedling increasing) ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพจะมีลักษณะความผิดปกติมากกว่าเมล็ดที่มีคุณภาพดี เนื่องจากเนื้อเยื่อภายในเมล็ด

บางส่วนเกิดการเสื่อมสภาพหรือตายไปจึงทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสัณฐานวิทยา เช่น การเจริญของรากผิดปกติ ปลายรากกุด เกิดการชะงักของเนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดทำให้ไม่สามารถโผล่ขึ้นเหนือผิวดินได้

14. เมล็ดตาย คือ เมล็ดที่ไม่งอก มีลักษณะเน่าเละ หรือ อาจมีเชื้อราเกิดขึ้นบนเมล็ด

**การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์**

ความงอกของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อเกษตรกรผู้ปลูกพืชอย่างยิ่ง เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวจะต้องมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง เนื่องจากความงอกเป็นตัวชี้วัดถึงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ดี เมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงจะมีความมีชีวิตสูง นอกจากความงอกแล้วความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ยังเป็นส่วนสำคัญของความสำเร็จในการปลูกพืช เนื่องจากการนำชุดเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงมาปลูกในสภาพแปลง เมล็ดชุดนั้นจะสามารถงอกได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม หรือมีความแปรปรวนของสภาพอากาศได้ดีกว่าชุดเมล็ดที่ความงอกสูงเท่ากันแต่ความแข็งแรงต่ำกว่า เช่น สภาพอุณภูมิ ความชื้นสูงหรือต่ำเกินไป ดังนั้นการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แต่ละชุดที่ผลิตได้จึงมีความสำคัญไม่รองไปกว่าการทดสอบความงอก ซึ่งในการค้าเมล็ดพันธุ์ผลการทดสอบความงอกที่กำหนดไว้ที่ภาชนะจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ เป็นการทดสอบแบบมาตรฐานที่ทำเฉพาะในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการงอกที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ และแสงที่มีการทดสอบมาแล้วว่าเป็นสภาพที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดสอบความงอกของชนิดพืชต่างๆ ดังนั้นเมล็ดจะแสดงศักยภาพความงอกสูงสุดในสภาพแวดล้อมดังกล่าวที่ทดสอบ แต่เมื่อเมล็ดถูกนำมาปลูกในสภาพแปลงที่สภาพอากาศแปรปรวนจะทำให้ศักยภาพในการงอกลดลง ซึ่งจะมากหรือน้อยทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับ (นิติพงศ์, 2556) นอกจากนี้ในการรายงานผลเปอร์เซ็นต์การงอกที่ทดสอบแบบมาตรฐานจะเป็นผลของการงอกสะสมเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ซึ่งจะไม่ทราบว่าเมล็ดชุดนั้นงอกเร็วหรือช้า มีความงอกที่พร้อมกันหรือสม่ำเสมอกันหรือไม่ ดังนั้นจึงได้มีการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดขึ้นซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

1. การทดสอบการเจริญเติบโตและการประเมินความแข็งแรงของต้นกล้า โดยพิจารณาจากค่า ดังต่อไปนี้

1.1 ดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (speed of germination index; SGI)

เป็นวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดจากอัตราการความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดที่แข็งแรงย่อมงอกได้อย่างรวดเร็ว แต่ทั้งนี้เมล็ดพันธุ์ต้องไม่มีการพักตัว วิธีการทำคล้ายกับการทดสอบความงอกมาตรฐาน ซึ่งอาจทำควบคู่ไปด้วยกัน แต่ต้องทำการตรวจนับการงอกทุกวัน โดยนับจากวันแรกที่เมล็ดงอกจนสิ้นสุดการงอก จากนั้นนำผลการ

ประเมินที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าดัชนีการงอกซึ่งได้จากผลรวมของสัดส่วนระหว่างจำนวนต้นกล้าที่งอกต่อจำนวนวันหลังเพาะ (จวงจันทร์, 2529a)

1.2 น้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight)

เป็นการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยใช้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าเป็นเกณฑ์ โดยมีหลักการว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงย่อมให้ต้นกล้าที่เจริญเติบโตดี ซึ่งดูจากน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่มาก วิธีการคือ สุ่มเมล็ดมาเพาะในระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นนำต้นกล้าที่งอกทั้งหมดมาวัดค่าน้ำหนักแห้ง โดยการอบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง จากนั้นประเมินผลจากค่าความแข็งแรงของเมล็ดจากน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้ (จวงจันทร์, 2529a)

2. การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์

การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพ และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันในการประเมินคุณภาพในด้านความแข็งแรงของเมล็ด และนำไปใช้ในการทำนายอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ดี โดยสมาคมนักทดสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA, 2002) และสมาคมการทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA, 2003) ได้นำมาใช้ประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งวิธีการนี้พัฒนาโดย Dolouche และ Baskin ระหว่าง ปี พ.ศ. 2508-2516 (วัลลภ, 2550) โดยมีหลักการ คือ ทำให้เมล็ดพันธุ์อยู่ในสภาวะเครียดอย่างช้าๆ จากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยนำเมล็ดพันธุ์ไปไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ และให้อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48-96 ชั่วโมง โดยการให้ระยะเวลาและสภาพอุณหภูมิจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดเมล็ดพันธุ์ และหลังจากเมล็ดได้รับสภาวะดังกล่าวแล้วจะนำเมล็ดพันธุ์ไปตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐาน โดยการประเมินผลจะดูจากถ้ากรณีเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงเมล็ดจะยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงหลังเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ หรือลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าเมล็ดมีความแข็งแรงต่ำเปอร์เซ็นต์ความงอกจะลดลงมากหลังเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจากผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุแล้วจะมีความสัมพันธ์กับความงอกในแปลงปลูกในสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งหลักการเร่งอายุดังกล่าวได้นำมาใช้ในการประเมินความแข็งแรงในพืชหลายชนิด ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วแขก ผักกาดหอม ฝ้าย หอมหัวใหญ่ ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง แตงโม และข้าวสาลี เป็นต้น (วัลลภ และขัญจิตร, 2541)

สุชาดา (2538) ได้ประเมินความแข็งแรง การเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ นว 1 พันธุ์เชียงใหม่ 60 และพันธุ์ สท 1 จากเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18, 36, 54 และ 72 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในทุกระยะการเร่งอายุและเก็บไว้ภายใต้สภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการสูงกว่าในสภาพแปลง ซึ่งเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุเป็นระยะเวลา 36 และ 54 ชั่วโมง เมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในสภาพแปลงเทียบเท่ากับเมล็ดที่ผ่านการเก็บรักษามาประมาณ 1

เดือน ส่วนเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุ 72 ชั่วโมง ในพันธุ์เชียงใหม่ 60 และพันธุ์ สท 1 จะเทียบเท่ากับเมล็ดที่ผ่านการเก็บรักษานานประมาณ 2 เดือน หรือ 3 เดือนในพันธุ์ นว 1

ปรียา และคณะ (2553) ได้ศึกษาผลของกระบวนการเร่งอายุและกระบวนการ osmopriming ต่อการงอก และการเกิด peroxidation product ในเมล็ดพริกหวาน โดยการเร่งอายุเมล็ดที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน พบว่าเมื่อเวลาของการเร่งอายุเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการงอกของเมล็ดจะลดลง เนื่องจากการเร่งอายุเมล็ดพริกหวานทำให้ปริมาณของ peroxidation product ได้แก่ total peroxide และ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde) ที่เกิดจากการย่อยสะลายของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาของการเร่งอายุเมล็ด โดยปริมาณของ total peroxide และ Malondialdehyde เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 5-10 ของการเร่งอายุ และเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหลังจากเร่งอายุ 20 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเมล็ดเกิดการเสื่อมคุณภาพจะเกิดปฏิกิริยา peroxidation ในเมล็ดมากขึ้นส่งผลให้เกิด total peroxide และ Malondialdehyde เพิ่มมากขึ้นด้วย และเมื่อเมล็ดพริกหวานเกิดการเสื่อมคุณภาพในระดับที่มากจนถึงจุดวิกฤต คือ เมล็ดที่เร่งอายุหลังจาก 20 วัน ปฏิกิริยา peroxidation หรือปริมาณของ total peroxide และ Malondialdehyde ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จะเห็นได้ว่าเมื่อเมล็ดพริกหวานเกิดการเสื่อมคุณภาพมากทำให้ปฏิกิริยาต่างๆ ในเมล็ดสิ้นสุดลงส่งผลต่อความมีชีวิตและความเข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง

ธวัชชัย และดนุพล (2561) ได้ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีในข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานพิเศษ โดยการเร่งอายุ เป็นเวลา 0, 72, 96, 120 และ 144 ชั่วโมง พบว่าอิทธิพลของเวลาเร่งอายุส่งผลทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวานพิเศษแตกต่างกัน โดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางสรีรวิทยา พบว่าระยะเวลาที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวมีความงอก และอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลง คือ ตั้งแต่ 120 ชั่วโมงขึ้นไป และข้าวโพดหวานพิเศษ คือ 72 ชั่วโมงขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวานพิเศษ มีผลทำให้ความงอกของเมล็ด และอัตราการเจริญเติบโตลดลง รวมทั้งกิจกรรมของเอนไซม์ แคทตาเลส (catalase enzyme) และเพอร์ออกซิเดส (peroxidase enzyme) ลดลงสวนทางกับการเพิ่มขึ้นของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$ ) และ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde) ทั้งนี้เนื่องจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นการทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดกิจกรรมการหายใจระดับเซลล์สูงขึ้น ซึ่งเป็นการปลดปล่อยสารพลังงาน และสารอนุมูลอิสระสูงขึ้น ซึ่งการที่สารอนุมูลอิสระมีปริมาณสูงมากเกินไปจะมีผลกระทบต่อสารชีวโมเลกุลอื่นๆ เนื่องจากอนุมูลอิสระเป็นสารที่ไวต่อการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลข้างเคียง เช่น กรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ที่เรียกว่า ปฏิกิริยาลิปิด

เปอร์ออกซิเดชันจะส่งผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพเกิดการรั่วไหลของสารออกนอกเซลล์ และส่งผลกระทบต่อความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง

3. การวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดปริมาณสารที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์ใน 24 ชั่วโมงแรกของการดูดซับน้ำ เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำหรือเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ เยื่อหุ้มเซลล์หรือเซลล์เมมเบรน (cell membrane) จะสูญเสียสภาพการกักเก็บสารต่างๆ มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง มีผลทำให้สารต่างๆ เช่น กรดอะมิโน น้ำตาล และสารอินทรีย์อื่นๆ รั่วไหลออกมานอกเมล็ดและละลายอยู่ในน้ำที่แช่เมล็ด ดังนั้นเมื่อนำน้ำที่แช่เมล็ดไปวัดค่าการนำไฟฟ้าจะทำให้ทราบว่าเมล็ดแต่ละชุดมีการรั่วไหลของสารมากหรือน้อย ซึ่งผลที่ได้จะขึ้นกับความแข็งแรงและการเสื่อมของเมล็ด คือ ในเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพหรือเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงเนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพการกักเก็บสารจึงทำให้มีสารต่างๆ รั่วไหลออกมาจากเมล็ดมาก (จวงจันทร์, 2529a) ดังตัวอย่างงานวิจัยของบุญมีและคณะ (2544) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่รั่วไหลออกจากเมล็ดกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 พบว่าเมื่อเมล็ดเสื่อมคุณภาพทำให้ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมรั่วไหลออกจากเมล็ดเพิ่มมากขึ้น ในทำนองเดียวกันกับ ปรียา และคณะ (2550) รายงานว่า สารละลายรั่วไหลออกจากเมล็ดพันธุ์พริกหวานเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามอัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด และพบปริมาณการรั่วไหลของ $K^+$ และ $Na^+$ เพิ่มขึ้นตามอัตราการเสื่อมคุณภาพ แต่การรั่วไหลของ $Ca^{2+}$ จะมีปริมาณเท่าเดิมในเมล็ดที่เสื่อมและไม่เสื่อมคุณภาพ

**การยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์**

หลังจากการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์แล้ว จะมีผลทำให้คุณภาพทางด้านกายภาพของเมล็ดพันธุ์ดีขึ้น แต่ไม่สามารถทำให้คุณภาพทางสรีรวิทยาในด้านความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ดีกว่าที่ผลิตจากแปลงปลูก ปัจจุบันมีการศึกษาวิธีการที่จะทำให้คุณภาพทางด้านสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นหลังจากการปรับปรุงสภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยจะต้องใช้องค์ความรู้จากหลายสาขาวิชาและต้องมีการจัดการกับเมล็ดพันธุ์อย่างเป็นระบบ จึงจะประสบความสำเร็จได้ ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า “การยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์” (บุญมี, 2557)

การยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นเทคนิคที่นำไปใช้กับเมล็ดพันธุ์ภายหลังเก็บเกี่ยวมาแล้ว เช่น การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง และมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ต้นกล้ามีพัฒนาการที่ดีขึ้น (บุญมี, 2558)

**การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ หรือการทำ seed priming**

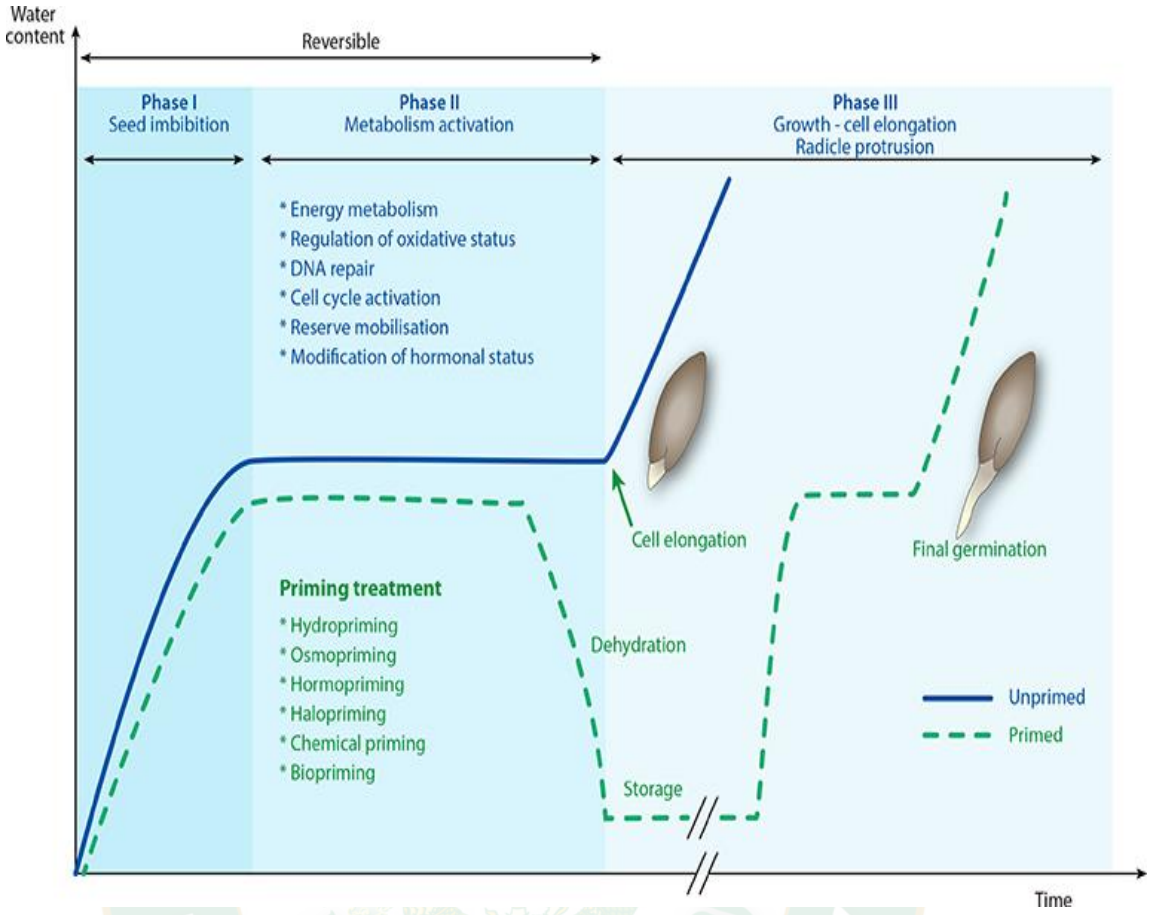
การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ คือ การเพิ่มความชื้น หรือแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำ หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นเหมาะสม และต้องมีการให้ปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การปฏิบัติการในสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสม ช่วงระยะเวลาการให้เมล็ดได้รับความชื้นเข้าสู่ภายในเมล็ดที่นานเพียงพอที่จะทำให้เมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนทางชีวเคมีและสรีรวิทยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในของเมล็ดพันธุ์ จึงจะมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเตรียมความพร้อมที่จะงอก แต่ยังไม่ถึงระดับที่ทำให้รากงอก โดยเมล็ดจะผ่านการดูดน้ำในระยะที่ 1 (Phase I) และระยะที่ 2 (Phase II) แล้วจากนั้นจึงนำเมล็ดมาลดความชื้นลงให้อยู่ในระดับเริ่มแรกเพื่อทำการเก็บรักษา และนำไปปลูกต่อไป (Bewley and Black, 1982) การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นการทำให้เมล็ดพัฒนาการงอกให้อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกันในชุดเมล็ดพันธุ์นั้นๆ ซึ่งจะส่งผลให้เมล็ดงอกได้เร็ว เปอร์เซ็นต์การงอกสูง ได้ต้นกล้าที่แข็งแรง และส่งผลทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Rajjou *et al.,* 2012) การกระตุ้นความงอกของเมล็ดสามารถนำไปใช้ทั้งในเมล็ดพันธุ์ผัก ไม้ดอก และพืชไร่ ที่เป็นเมล็ดประเภท orthodox seed เช่น กะหล่ำปลี พริก มะเขือเทศ ทานตะวัน ถั่วเหลือง และข้าว เป็นต้น

การดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ ถูกแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังภาพที่ 2 และมีรายละเอียด ดังนี้

**ระยะที่ 1 (Phase I)** : ระยะดูดน้ำ (imbibition phase) ในเมล็ดแห้งที่มีค่าศักย์ต่ำ ซึ่งอาจมีค่าต่ำมากถึง -100 MPa เมื่อเมล็ดได้รับน้ำเมล็ดจะดูดน้ำอย่างรวดเร็วโดยจะเกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ในระยะนี้ภายในเซลล์ของเมล็ดมีการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อ รวมทั้งมีการซ่อมแซมเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ภายในเมล็ด และในช่วงท้ายของระยะ เอนไซม์ภายในเมล็ดจะเริ่มทำงาน

**ระยะที่ 2 (Phase II) :** ระยะงัน (lag phase) หรือระยะการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เป็นระยะที่เมล็ดเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึม เมล็ดมีแรงดูดน้ำลดลง ส่งผลให้การดูดน้ำช้าลง เมล็ดมีการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิค และเอนไซม์ต่างๆ จะทำงานมากขึ้น มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลงสามารถละลายน้ำได้ เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารให้ต้นอ่อนที่กำลังเจริญ

**ระยะที่ 3 (Phase III) :** ระยะการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (embryo growth) ในระยะนี้เนื้อเยื่อเจริญ โดยเฉพาะส่วนของรากแรกเกิด (radicle) มีการแบ่งและยืดตัวของเซลล์เกิดขึ้น รากจะแทงทะลุเมล็ดออกมา มีผลทำให้เกิดการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นเมล็ดพันธุ์จะมีการพัฒนาต่อไปจนเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ (McDonald, 2000)




**ภาพที่ 2** การดูดน้ำของเมล็ดและกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำ seed priming
ที่มา: Lutts *et al.* (2016)

**ปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming)**

การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ จะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน ซึ่งสามารถแยกเป็นปัจจัยหลักได้ 2 ประการ คือ ปัจจัยภายในเมล็ดพันธุ์ เช่น ชนิดของเมล็ดพันธุ์ อายุของเมล็ดพันธุ์ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น และปัจจัยภายนอกเมล็ดพันธุ์ เช่น อุณหภูมิ ออกซิเจน แสง ชนิดและความเข้มข้นของสารเคมี ระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ และการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ (บุญมี, 2558)

**ปัจจัยภายในเมล็ดพันธุ์**

1. **ชนิดของเมล็ดพันธุ์** เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดย่อมมีลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบภายในเมล็ดแตกต่างกัน การตอบสนองต่อการทำ seed priming จึงต่างกัน เช่น ชณิตรา และคณะ (2553) รายงานว่าเมล็ดแตงกวาพันธุ์บงกชให้เปอร์เซ็นต์ความงอก และค่าดัชนีการงอกสูงสุดเมื่อเมล็ดถูกกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย mannitol ในขณะที่พันธุ์บิงโก และพันธุ์

103B ให้เปอร์เซ็นต์ความงอก และค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเมื่อเมล็ดถูกกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย $KNO_3$ และสารละลาย Chitosan

**2. อายุของเมล็ดพันธุ์** เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานานเกินไปมักไม่ตอบสนองต่อการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) เช่น Bray (1995) รายงานว่าการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) กับเมล็ดพันธุ์ใหม่จะมีการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในระดับเซลล์ได้รวดเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุนานเมื่อได้รับความชื้น เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ใหม่ถูกกระตุ้นให้ต้นอ่อนมีการแบ่งเซลล์และพัฒนาไปสู่การงอกที่รวดเร็ว ทำให้มีความสม่ำเสมอของต้นกล้ามากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

**3. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น** ในเมล็ดที่มีความมีชีวิตที่ต่ำมาก หรือมีความแตกต่างของระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ก่อนการกระตุ้นการงอกจะมีผลให้เมล็ดพันธุ์มีคุณสมบัติทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกัน ทั้งระดับความงอก และความแข็งแรง เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ชุดนั้นมากระตุ้นความงอกด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเมล็ดพันธุ์จะมีการตอบสนองที่แตกต่างกัน (Halmer, 2004) เช่น ในกรณีเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงจะพบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยหรือแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยหลังการกระตุ้นการงอก ส่วนเมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางและคุณภาพต่ำจะพบการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพที่เพิ่มขึ้น โดยเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำจะมีคุณภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ดังเช่น จากการทดลองของอรนุช (2556) ได้ทำ solid matrix priming กับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 3 ระดับคุณภาพ คือ เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ที่มีความงอก 90, 80 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ร่วมกับวัสดุตัวกลาง 4 ชนิด คือ calcium silicate, vermiculite, zeolite และ talcum จากการทดลอง พบว่าเมล็ดพันธุ์แต่ละระดับคุณภาพ มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน คือ เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงมีการตอบสนองที่ดีกับ zeolite และ talcum เมล็ดพันธุ์คุณภาพปานกลางมีการตอบสนองที่ดีกับ vermiculite และ talcum ส่วนเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำมีการตอบสนองที่ดีกับ calcium silicate และ vermiculite นอกจากนี้ พจนา และคณะ (2551) ได้ศึกษา ผลของการทำ seed priming ด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน โดยนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุ 0, 3 และ 6 วัน ไปทำ seed priming ด้วยสารเคมี 4 ชนิดคือ Vitamin C ความเข้มข้น 200 mg/l เป็นเวลา 12 ชั่วโมง Polyethylene glycol 6000 ความเข้มข้น -1.5 MPa เป็นเวลา 6 วัน $KNO_3$ ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ $KNO_3$ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ $KH_2PO_4$ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า การกระตุ้นความงอกของเมล็ดทุกวิธีทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งวิธีการทำ seed priming ด้วยวิตามินซี ความเข้มข้น 200 mg/l เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพโดยการเร่งอายุ 3 วัน มีความงอก และความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น ในขณะที่การทำ seed priming ด้วย $KNO_3$ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ $KH_2PO_4$

ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลต่อการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุ 6 วัน

**ปัจจัยภายนอกเมล็ดพันธุ์**

**1. อุณหภูมิ** เป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ และการละลายของสารชนิดต่างๆ ในน้ำด้วย (Bradford, 1986) การใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) จะส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งเมล็ดแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่เหมาะสมในการกระตุ้นความงอกของเมล็ดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช เช่น นิมมานรดี และคณะ (2559) รายงานว่า การแช่เมล็ดกระเจี๊ยบแดงในน้ำที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้เปอร์เซ็นต์ในการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นมากกว่าการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 60 องศาเซลเซียส ในขณะที่เมล็ดพริกต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในระหว่างการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี Osmopriming ในสารละลาย PEG 8000 ที่ค่าความต่างศักย์ของน้ำ -1.0 MPa ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Ozbingol *et al.*, 1998)

**2. ออกซิเจน** เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการงอก และการกระตุ้นการงอกของเมล็ด ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในสารละลายที่ใช้ในกระบวนการงอกระหว่างการทำ seed priming นั้นมีความจำเป็นต่อเมล็ด แต่ทั้งนี้เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีความอ่อนไหวต่อปริมาณออกซิเจนในการงอกแตกต่างกัน โดยทั่วไปเมล็ดต้องการออกซิเจนในช่วง 0.005-21 เปอร์เซ็นต์ (Bradford *et al.*, 2008) ดังเช่น จากงานวิจัยของ Ozbingol *et al.* (1998) พบว่าการทำ Osmopriming ของเมล็ดพันธุ์พริกและมะเขือเทศจะประสบผลสำเร็จได้เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนในสารละลายสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในงานวิจัยของ พิจิตรา และคณะ (2560) ที่ศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก พบว่าเมล็ดพริกพันธุ์บางช้างที่ผ่านการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย $KNO_3$ ที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศ 45 นาทีต่อชั่วโมง และบ่มเมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกสูงสุด และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยกว่าการไม่ให้อากาศ

**3. แสง** เป็นอีกปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด ซึ่งเมล็ดพืชบางชนิดที่ต้องการแสงในการงอก เช่น เมล็ดพริก ยาสูบ มะเขือเทศ ผักกาดขาวปลี และผักกาดหอมบางสายพันธุ์ (วันชัย, 2553) โดยการให้แสงขณะกระตุ้นความงอกจะช่วยทำลายการพักตัวของเมล็ด ทำให้เมล็ดสามารถงอกได้ดีขึ้น (McDonald, 2000) เมล็ดพืชบางชนิดต้องการแสงเพื่อกระตุ้นความงอกของเมล็ดในระยะเวลาใดหนึ่งเท่านั้น Hernández-Verdugo *et al.* (2001) รายงานการกระตุ้นความงอกเมล็ดพริก (*Capsicum annuum* L. cv. Chapeteado) ด้วยสารละลาย $GA_3$ ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด ส่งผลให้เมล็ดมีความ

งอกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ถ้ามีการให้แสง 12 ชั่วโมงร่วมด้วย จะมีผลทำให้เมล็ดมีความงอกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

**4. ชนิดและความเข้มข้นของสาร** การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) สามารถใช้สารต่างๆ ที่มีผลต่อการส่งเสริมงอกของเมล็ด เช่น ไคโตซาน น้ำหมักชีวภาพ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช วิตามิน โพแทสเซียมไนเตรท ($KNO_3$) และ สาร polyethylene glycol (PEG) เป็นต้น แต่ทั้งนี้ขึ้นกับความเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ดังเช่น ภาริณี และคณะ (2560) รายงานว่า การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยสารละลายซาลิไซลิกความเข้มข้น 50 mg/l และสารละลายแอสคอร์เบทความเข้มข้น 50 mg/l มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้น รวมถึงสามารถย่นระยะเวลาในการงอกได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ในงานวิจัยของ พจนา และบุญมี (2550) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานจากการกระตุ้นการงอกของเมล็ด ด้วยชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีต่างกันโดยวิธี seed priming พบว่า การทำ seed priming ด้วย Vitamin C ความเข้มข้น 200 mg/l เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ $KNO_3$ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ $KH_2PO_4$ ความ เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์พริกหวานมีความงอก และความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้สารชนิดอื่นเมื่อเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

**5. ระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์** เมล็ดพืชแต่ละชนิด ต้องการระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เมล็ดที่แตกต่างกัน เนื่องจากความสามารถในการดูดซึมน้ำของเปลือกหุ้มเมล็ด ขนาดเมล็ด รวมถึงโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแตกต่างกัน เช่น เมล็ดที่มีเปลือกหนาน้ำซึมผ่านได้ยากจะใช้เวลาในการแช่เมล็ดนานกว่าเมล็ดที่มีเปลือกบาง เมล็ดมีแป้งเป็นองค์ประกอบจะมีอัตราการดูดน้ำต่ำกว่าเมล็ดที่ประกอบด้วยโปรตีน นอกจากนี้ ความเข้มข้นของน้ำ และชนิดของวัสดุเพาะยังมีผลทำให้ช่วงเวลาการดูดน้ำในแต่ละระยะของเมล็ดแตกต่างกัน (วันชัย, 2553) ดังเช่น ชนิกานต์ และคณะ (2562) รายงานว่าการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงไม่แตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่น้ำ แต่เมล็ดใช้เวลาในการงอกถึง 50 เปอร์เซ็นต์ที่เร็วกว่า หมายความว่าการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่มีผลทำให้การงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น แต่ทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น ในขณะที่ Kaewnaree (2010) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่แช่ในน้ำที่มีค่าศักย์ -1.5 MPa อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ทำให้เมล็ดมีความงอกและอัตราการงอกเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งนี้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับค่าศักย์ของน้ำ หรือความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งอุณหภูมิในการแช่เมล็ดด้วย ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลในการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่เมล็ดที่แตกต่างกัน

**วิธีการทำ seed priming และผลของการทำ seed priming**

การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิคการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ หรือการทำ seed priming มีหลักการและวิธีการทำแตกต่างกัน ดังเช่น

**1. Hydropriming หรือ Prehydration** เป็นวิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยการนำเมล็ดไปแช่น้ำเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้น งอกเร็วขึ้น (Bradford, 1986) เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายไม่มีสารพิษตกค้างในเมล็ดและสิ่งแวดล้อม แต่ข้อเสียคือไม่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดได้ ทำให้กระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดเกิดไม่พร้อมกันซึ่งเมล็ดบางชนิดอาจดูดน้ำเร็วเกินไปทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดได้ เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดที่แตกต่างกัน (McDonald, 2000) ตัวอย่างพืชที่ทำการกระตุ้นความงอกด้วยวิธีการแช่เมล็ดในน้ำ ได้แก่ มะเขือเทศ ผักกาดหอม ถั่วเหลือง พริก ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต หอม แตงโม กะหล่ำ และผักชี เป็นต้น จากการศึกษาของ Sivritepe and Senturk (2011) ในการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกพันธุ์ Yalova Carliston ด้วยวิธี hydropriming โดยแช่เมล็ดในน้ำกลั่น นาน 24 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกสูง 84.00 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าดัชนีความงอก 10.2 ซึ่งมากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกเพียง 78.50 เปอร์เซ็นต์ และค่าดัชนีความงอก 9.8 นอกจากนี้ ประเสริฐ (2542) รายงานการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกพันธุ์บางช้าง ที่มีความงอกเริ่มต้นสูงประมาณ 98-99 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธี hydropriming เปรียบเทียบระหว่างการไม่ให้อากาศและให้อากาศ 30 นาทีต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อความเร็วในการงอกรากที่แตกต่างกัน (1.12 และ 1.04 วัน ตามลำดับ) และการไม่ทำ hydropriming มีผลทำให้เมล็ดงอกรากได้ช้าที่สุด (3.70 วัน) ในงานวิจัยของ กุลธิดา และคณะ (2558) รายงานว่า การเตรียมพร้อมเมล็ดพริกพันธุ์บางช้าง และพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือน ด้วยวิธี hydropriming โดยการแช่เมล็ดในน้ำนาน 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศ 45 นาทีต่อชั่วโมง และบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมง มีผลต่อความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือนสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วกว่าการไม่ทำ seed priming

**2. Osmopriming หรือ Osmoconditioning** เป็นวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในระดับที่ต่ำเพื่อชะลอการดูดน้ำของเมล็ดให้ช้าลง สารเคมีที่นำมาใช้ จะเพิ่มความหนืดของน้ำ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ ประเภทสารละลายที่เป็นสารเคมี (inorganic salt) เช่น $KNO_3$, $Na_2SO_4$, $KH_2PO_4$ เป็นต้น และประเภทสารละลายที่เป็นสารอินทรีย์ (organic salt) เช่น polyethylene glycol (PEG), mannitol, sorbitol, Vitamin C, Gibberellic acid ($GA_3$), Indole-3-acetic acid (IAA) เป็นต้น วิธีการทำ osmopriming เหล่านี้จะสามารถควบคุมปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดซึมเข้าไปได้โดยจะช้าหรือเร็วขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลาย

อยู่ในน้ำ ซึ่งถ้ามีค่าความต่างศักย์ของน้ำยิ่งต่ำก็จะยิ่งทำให้การดูดน้ำของเมล็ดช้าลง (McDonald, 2000) การกระตุ้นความงอกด้วยวิธีนี้ นิยมใช้กับเมล็ดขนาดเล็ก ได้แก่ แครอท พริก และมะเขือเทศ ซึ่งการใช้สารเคมีต่างกันในการทำ osmopriming จะทำให้เมล็ดพันธุ์มีการตอบสนองที่แตกต่างกันออกไปด้วย ดังเช่น งานวิจัยของ บุญมี และอรนุช (2556) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมโดยการทำ osmopriming ด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ เช่น PEG 6000 (-1.5 MPa) ร่วมกับ $KNO_3$, $KH_2PO_4$ และ vitamin C อย่างละ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมอุณหภูมิที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ผลการทดลองพบว่า การทำ osmopriming ด้วย PEG 6000 (-1.5 MPa) ร่วมกับวิตามินซี 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ สูงที่สุดเมื่อเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

นิติภูมิ (2555) ทำการศึกษาการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหยวกด้วยการแช่ในสารละลาย $GA_3$ ความเข้มข้น 0.015 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ร่วมกับการบ่มเป็นเวลา 1 วัน พบว่าเมล็ดพันธุ์พริกหยวกใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด และมีอายุการเก็บรักษายาวนานถึง 6 เดือน

ชณิตรา และคณะ (2555) ได้ศึกษาสารละลายที่เหมาะสมต่อการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดหวาน งาดำ แตงกวา และมะเขือเทศ ที่มีความงอกเริ่มต้นแตกต่างกัน โดยการทำ seed priming ด้วยน้ำกลั่น สารละลายกลูโคส ซูโครส โซเดียมคลอไรด์ และแคลเซียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 9 ชั่วโมง พบว่าการทำ seed priming สามารถกระตุ้นให้เมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 ชนิดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ซึ่งเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อสารละลายที่ใช้ในการทำ seed priming แตกต่างกัน โดยเมล็ดแตงกวามีการตอบสนองต่อการทำ seed priming ในสารละลายกลูโคสมากที่สุด มีความงอกเพิ่มขึ้นจาก 30.76 เปอร์เซ็นต์ เป็น 88.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดมะเขือเทศและเมล็ดงาดำตอบสนองต่อสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มากกว่าสารละลายชนิดอื่นๆ มีผลทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นสูงสุด ในขณะที่การแช่เมล็ดข้าวโพดหวานด้วยน้ำกลั่นทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 89.33 เปอร์เซ็นต์

**3. Solid matrix priming** เป็นวิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดโดยควบคุมการดูดน้ำด้วยการใช้วัสดุ (solid carrier) ที่มีค่า matric potential ต่ำ ละลายน้ำได้น้อย ดูดยึดน้ำได้มาก ไม่เป็นพิษกับเมล็ด เช่น ทราย พีทมอส เวอร์มิคูไลท์ เป็นต้น (Gray *et al.,* 1990) ส่วนวัสดุที่ใช้ในทางการค้า ได้แก่ Celite และ Micro-cel E เป็นวัสดุที่ประกอบด้วย silica และ zeolite ซึ่งมีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Ca, K, Mg และ Mn (Jett *et al.,* 1996) โดยวิธีการกระตุ้นความงอกวิธีนี้ใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก แครอท ถั่วเหลือง และหอม เป็นต้น แต่ข้อเสียของวิธีการนี้คือการแยกเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กออกจากวัสดุทำได้ยากหลังจากผ่านกระบวนการ solid

matrix priming มีรายงานการวิจัยของ อรนุช และบุญมี (2557) ที่ศึกษาผลของวิธีการทำ solid matrix priming และอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม โดยใช้วัสดุตัวกลาง 4 ชนิด คือ calcium silicate, vermiculite, zeolite และ talcum โดยได้ทำการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการกระตุ้นความงอกที่ 15 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ผลการทดลองพบว่า การกระตุ้นความงอกที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ทำให้เมล็ดมีคุณภาพสูง โดยเฉพาะการทำ solid matrix priming ด้วย calcium silicate, vermiculite และ zeolite ทำให้เมล็ดมะเขือเทศมีความงอกและความเร็วในการงอกมากที่สุด เมื่อตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

ในการทำ seed priming ให้ได้ผลที่ดีนั้นการเลือกใช้สารที่เหมาะสมในการกระตุ้นความงอกเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งสารแต่ละชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาหาความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้สาร 2 ชนิด คือ สารไคโตซาน และน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งเป็นสารชีวภาพและที่มีผลต่อการกระตุ้นความงอกและส่งเสริมการเจริญของต้นกล้า ดังนี้

**ไคโตซาน**

ไคโตซานเป็นไบโอโพลิเมอร์ ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D–glucosamine พบได้ในธรรมชาติ โดยเป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา เป็นอนุพันธ์ของไคติน ที่ได้จากการดึงเอาหมู่อะซิทิล (Acetyl Group) ของไคตินออกไปโดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า Deacetylation ทำให้โครงสร้างของไคตินที่ เป็น N-Acetyl Glucosamine กลายเป็น Glucosamine มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่พร้อมจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็ว และมีคุณสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน ไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของน้ำตาล N-Acetyl-D-Glucosamine และ Glucosamine อยู่ในสายพอลิเมอร์เดียวกัน ในการกำจัดหมู่ Acetyl หรือเปอร์เซ็นต์การเกิด Deacetylation ที่ได้แตกต่างกันจะมีผลต่อสมบัติและการทำงานของไคโตซานที่แตกต่างกัน และมีผลต่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่แตกต่างกัน ซึ่งความยาวของสายไคโตซานมีผลต่อความหนืด เช่น ไคโตซานทีมีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เป็นต้น (ภาสกร และหทัยชนก, ม.ป.ป.; วราวุฒิ, 2546)

ไคโตซานมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชเพราะองค์ประกอบในโมเลกุลของไคโตซานส่วนมากเป็นสารประกอบไนโตรเจนซึ่งมีส่วนช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับพืชและยังเพิ่มประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสะสมน้ำหนักแห้งและการให้ผลผลิตของพืช นอกจากนั้นไคโตซานยังมีความสามารถ

ในการจับกับไอออนต่างๆ เช่น โพแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสเฟต ที่เป็นประโยชน์กับพืชแล้วค่อยๆ ปลดปล่อยสารอาหารเหล่านี้ให้แก่พืช เนื่องจากไคโตซานเป็นโพลิเมอร์ที่มีประจุ ฉะนั้นจึงช่วยลดการชะล้างและสูญเสียธาตุอาหารเหล่านี้ทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีส่วนช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกทางหนึ่ง (สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์, 2555) นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า ไคโตซานจะช่วยกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับ กลไกการป้องกันตัว ได้แก่ ยีนที่สร้าง phenylalanine ammonialyase (PAL) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างสารประกอบฟีนอล เช่น ลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเชื้อรารวมถึงการป้องกันการเกิดโรคจากเชื้อรา ซึ่งสารประกอบฟีนอลที่พืชสร้างขึ้นนั้นมีผลต่อการกระตุ้นให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคและแมลงได้ดีขึ้นจากปกติที่ไม่มีการให้ไคโตซาน นอกจากนี้ไคโตซานยังช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินทำให้ลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืช (Hadwiger and Beckman, 1980; ละอองศรี, 2558; วรรณิศา และพรไพรินทร์, 2559)

การแช่เมล็ดด้วยไคโตซานช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดให้ดีขึ้น และเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ (Lipase activity) หรือการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนพืช เช่น $GA_3$ และ IAA (Zhou *et al.,* 2002) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอกของเมล็ด ทั้งนี้การตอบสนองที่ดีของเมล็ดพืชแต่ละชนิดต่อไคโตซานขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไคโตซานที่ใช้ ดังมีรายงาน ผลวิจัยการนำไคโตซานมาใช้เพื่อกระตุ้นการงอกเมล็ดและการเจริญของต้นกล้า ดังเช่น พีรพงษ์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยการแช่เมล็ดพริกมันพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูพันธุ์ซูเปอร์ฮอทด้วยสารละลายไคโตซานเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 mg/l ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์พริกมันพันธุ์บางช้างในสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 100 mg/l สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดได้ดียิ่งขึ้น และการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 100 และ 200 mg/l มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกทั้งสองชนิด คือ ต้นกล้ามีขนาดต้นและใบใหญ่กว่าต้นที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และต้นที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l

บัณฑิตา และคณะ (2550) ได้ศึกษาการทำ seed priming ด้วยการแช่สารไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0, 20 และ 40 mg/l เป็นเวลา 30 นาทีต่อการงอกของเมล็ดแพงพวย พบว่าเมล็ดแพงพวยที่แช่ในสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 20 mg/l มีค่าดัชนีการงอกสูงกว่าที่ความเข้มข้น 40 mg/l และเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming

บุญมี และคณะ (2556) ได้ทำการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์พริกหวานโดยการแช่เมล็ดด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการ

งอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น และมีความแข็งแรงกว่า เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นความงอกหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 10 วัน

Ya-jing *et al.* (2009) รายงานว่าการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารไคโตซานที่มีความเข้มข้น 0.25, 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอก ความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักแห้งต้นและรากเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้กระตุ้นการงอกด้วยสารไคโตซาน

อินทร์ธัชว์ และคณะ (2558) รายงานว่าการให้ไคโตซานชนิดผงที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับดินปลูกต้นกล้ามะเขือเทศในถาดหลุมเพาะ มีผลต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 2, 3 และ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 6.71, 11.65, 21.10 เซนติเมตร ตามลำดับ รวมทั้งมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ดีกว่าการใช้สารไคโตซานในความเข้มข้น 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์

จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการนำไคโตซานมาใช้สำหรับการกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าให้ผลในทางที่ดี ในด้านเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น งอกเร็ว ต้นกล้ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่นำมาใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดพืชพันธุ์ หรือเทคนิคการนำไปใช้ที่ต่างกัน

**น้ำหมักชีวภาพ**

น้ำหมักชีวภาพ (Bio-extract) เกิดจากกระบวนการหมักชิ้นส่วนของพืชหรือสัตว์ร่วมกับกากน้ำตาลและน้ำ จะได้น้ำที่สกัดออกมาเป็นสีน้ำตาล ซึ่งมีจุลินทรีย์เป็นตัวช่วยย่อยสลาย (ปรัชญาและจิรวรรณ, 2537) โดยการใช้กากน้ำตาลและสารประกอบอินทรีย์จากวัสดุที่นำมาหมักเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน จุลินทรีย์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักมีหลายชนิด เช่น แบคทีเรียในสกุลบาซิลัส กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติก เชื้อราที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยและยีสต์ (อานัฐ, 2551) น้ำหมักที่ได้จะมีสารประกอบที่สกัดได้จากเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ชนิดต่างๆ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำเลี้ยงในต้นพืช โดยปกติน้ำเลี้ยงในต้นพืชสดจะมีอยู่ประมาณ 90-98 เปอร์เซ็นต์ หากส่วนของพืชมีน้ำมาก น้ำในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพที่สกัดได้ก็จะเกิดขึ้นมากภายในระยะเวลาเพียง 2-3 วัน (อานัฐ, 2549)

**คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ**

ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักจะประกอบไปด้วยจุลินทรีย์และสารอินทรีย์หลากหลายชนิดเป็นปุ๋ยเสริมให้แก่พืช ในขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต น้ำหมักชีวภาพจะให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนี้

**1. ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง** ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ซึ่งแต่ละธาตุมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการสร้างกรดอะมิโน โปรตีน น้ำตาล แป้ง ส่วนต่างๆ ของพืช และเอนไซม์ในกระบวนการต่างๆ ของพืช ปริมาณธาตุอาหารจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่ใช้หมัก (ตารางที่ 2 และ 3) สูตรการหมัก รวมทั้งระยะเวลาการหมัก โดยทั่วไปน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์จะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพจากพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

**ตารางที่ 2** แสดงชนิดและปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด

| ชนิดน้ำหมักชีวภาพ | ธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โพแทสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม | กำมะถัน |
| ปลา | 0.98 | 1.12 | 1.03 | 1.66 | 0.24 | 0.20 |
| ผัก | 0.14 | 0.30 | 0.40 | 0.68 | 0.26 | 0.27 |
| ผลไม้รวม | 0.27 | 0.05 | 0.63 | 0.58 | 0.01 | 0.17 |
| หอยเชอรี่ | 0.35 | 0.25 | 0.85 | 1.65 | 0.29 | 0.15 |
| พืชพื้นเมือง | 0.23 | 0.01 | 0.39 | 0.059 | 0.034 | 0.66 |

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

**ตารางที่ 3** แสดงชนิดและปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพพืชที่นำมาใช้ในการศึกษาการทำ seed priming

| ชนิดน้ำหมักชีวภาพ | ธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โพแทสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม | กำมะถัน |
| พืช (ผักและผลไม้) | 0.44 | 0.043 | 1.28 | 0.53 | 0.22 | - |

ที่มา: ห้องวิเคาะห์ดินและปุ๋ย (2563)

**2. ธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ)** ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) จะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ของพืช เช่น กระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการหายใจ ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพชนิดต่างๆ จะมีปริมาณธาตุอาหารเสริมที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

**3. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)** ของปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพทุกชนิดจะมีความเป็นกรดเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอยู่ในช่วง 3.5-5.6 (ไชยวัฒน์, 2550) ตัวอย่างเช่น ในน้ำหมักชีวภาพจากพืชมีค่า pH เท่ากับ 3.82 (ห้องวิเคาะห์ดินและปุ๋ย, 2563) สาเหตุที่เป็นกรดเนื่องจากในกระบวนการหมักวัสดุแต่ละชนิด

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายจะสร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติกและกรดอะซิติกมากออกมาผสมในน้ำหมัก

**ตารางที่ 4** แสดงปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด

| ชนิดปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ | ธาตุอาหารเสริม (mg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | เหล็ก | แมงกานีส | ทองแดง | สังกะสี | โบรอน |
| ปลา | 160 | 50 | 30 | 12 | - |
| กระดูกป่น | 240 | 27 | 38 | 6 | - |
| หอยเชอรี่ | 171 | 126 | 140 | 180 | - |
| ผักรวม | 60 | 38 | 16 | 16 | - |
| ผลไม้รวม | 46 | 52 | 37 | 16 | 18 |

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

**ตารางที่ 5** แสดงปริมาณธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ในน้ำหมักชีวภาพพืชที่นำมาใช้ในการศึกษาการทำ seed priming

| ชนิดปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ | ธาตุอาหารเสริม (mg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | เหล็ก | แมงกานีส | ทองแดง | สังกะสี | โบรอน |
| พืช (ผักและผลไม้) | 195 | 31 | - | 6 | - |

ที่มา: ห้องวิเคาะห์ดินและปุ๋ย (2563)

**4. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายปุ๋ยอินทรีย์น้ำ: (electrical conductivity: EC)** จากการหมักวัสดุแต่ละชนิดจะมีค่า EC ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ค่า EC ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากปลา ผัก และหอยเชอรี่จะใกล้เคียงกันมีค่า 21.60, 15.93 และ 29.18 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ในขณะที่ค่า EC ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากผลไม้ และพืชพื้นเมืองจะมีค่าเฉลี่ย 3.78 และ 2.19 dS/m การที่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากปลา และหอยเชอรี่มีค่า EC สูงนั้นอาจเป็นผลจากในวัสดุเศษปลาและหอยเชอรี่มีแร่ธาตุที่ก่อให้เกิดค่า EC สูง เช่น ธาตุโซเดียม หรือคลอรีน

**5. กรดฮิวมิก (humic acid)** ในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ มีองค์ประกอบและปริมาณของกรดฮิวมิก แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำหมักชีวภาพ (ตารางที่ 6) ซึ่งกรดฮิวมิกจะมีคุณสมบัติช่วยเร่งอัตราการเจริญเติบโตของรากและลำต้นได้ดี

**6. ฮอร์โมนในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ** ในน้ำหมักชีวภาพจะมีฮอร์โมนหรือสารเร่งการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญของพืชและจุลินทรีย์ โดยจะพบว่ามีฮอร์โมน 3 ชนิด ที่มีความ

เกี่ยวข้อง คือ ฮอร์โมนออกซิน จิบเบอร์เรลริน และไซโตไคนิน (ตารางที่ 6) โดยฮอร์โมนดังกล่าวนี้จะช่วยในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช ขยายขนาดของเซลล์ ส่งเสริมการออกดอกติดผลให้ดีขึ้น และกระตุ้นการสุกของผล

**ตารางที่ 6** แสดงปริมาณฮอร์โมนและกรดฮิวมิกในปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด

| ชนิดปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ | ฮอร์โมน (mg/l) | | | กรดฮิวมิก (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|
| | ออกซิน | จิบเบอร์เรลลิน | ไซโตไคนิน | |
| ปลา | 4.01 | 33.07 | 3.05 | 3.36 |
| หอยเชอรี่ | 6.85 | 37.14 | 13.62 | 3.07 |
| ผักประเภทกินใบ | 4.43 | 16.57 | 22.64 | 0.95 |
| ผักประเภทกินผล | 0.27 | 28.93 | 11.28 | 0.83 |
| ผักและผลไม้ | 48.04 | 360.60 | 25.60 | 0.87 |
| พืชสมุนไพร | 1.34 | 17.40 | 23.81 | 1.01 |

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

**การใช้ประโยชน์น้ำหมักชีวภาพ**

น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นมาเพื่อทางการเกษตร ถูกนำมาใช้สำหรับเร่งการเจริญเติบโตของพืช โดยเร่งการเกิดราก การติดดอกออกผล เร่งให้ผลใหญ่ ผลดก และใช้ขับไล่แมลง (ทิพวรรณ, 2551) น้ำหมักชีวภาพจะให้ทั้งธาตุอาหารและเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช (ไชยวัฒน์, 2550) โดยได้มีการนำน้ำหมักชีวภาพเจือจางแช่เมล็ดพืชก่อนนำไปเพาะกล้า ซึ่งสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดได้ดี โดยจะใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วนต่อน้ำสะอาด 500 ส่วน ถึง 1 ส่วนต่อน้ำสะอาด 1,000 ส่วน เวลาในการแช่ขึ้นอยู่กับลักษณะเปลือกเมล็ดคือ ถ้าเมล็ดมีเปลือกหุ้มบางก็แช่เพียง 4-5 ชั่วโมง ถ้าเมล็ดพืชมีเปลือกหุ้มหนาจะทำการแช่นานขึ้น เมื่อนำเมล็ดพืชที่ผ่านการแช่สารน้ำหมักชีวภาพแล้วนำไปหว่านจะช่วยให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น และจะได้ต้นกล้าที่แข็งแรงสมบูรณ์

วีณารัตน์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาลที่อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ คือ 0, 1:1,000, 1:500 และ 1:250 ต่อความงอกของเมล็ดผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้ ผลวิจัยที่ได้พบว่าความงอกของเมล็ดผักกาดกวางตุ้งฮ่องเต้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพเศษปลาที่อัตราส่วน 1:1,000 มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกสูงสุด รองลงมาคือที่อัตราส่วน 0, 1:500 และ 1:250 ตามลำดับ

ศรันยา และสุรพงษ์ (2555) ศึกษาผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้แช่เมล็ดพันธุ์ อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ : น้ำกลั่น คือ 1:250, 1:500, 1:750, 1:1,000 และ 1:0 เป็นเวลา 6, 9 และ 12 ชั่วโมง ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์จินดาดำ จากผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้อัตราส่วน 1:750 มีผลให้เมล็ดพันธุ์ มีความงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามีจำนวนต้นกล้าผิดปกติและเมล็ดตายน้อยที่สุดในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่ไม่มีผลต่อความงอกในสภาพแปลง ส่วนการแช่เมล็ดพันธุ์พริกในน้ำหมักชีวภาพผลไม้เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์พริกมีความงอกในสภาพแปลง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุด ในขณะที่การแช่เมล็ดพันธุ์นาน 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดพันธุ์มีดัชนีการงอกสูงที่สุด

มนทนา และคณะ (2556) รายงานว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวชัยนาท 1 ในน้ำหมักรกหมูอัตราส่วน 1: 20 และการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยด ในน้ำหมักรกหมูอัตราส่วน 1: 50 ทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้สม่ำเสมอและเร็วที่สุด คือ 15.71 ต้น/วัน และ 8.60 ต้น/วัน ตามลำดับ

รัตนากร (2560) ได้ศึกษาผลของสารสกัดชีวภาพจากพืชต่อการคลายการพักตัวของเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์ Iceberg Crispy, Green Cos และ Red Cos โดยแช่เมล็ดแต่ละชนิดในน้ำสกัดชีวภาพจากพืชจำนวน 6 สูตร โดยนำมาใช้ในอัตราส่วนของสารสกัดจากพืช 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน เปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่ในน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าน้ำสกัดชีวภาพจากพืช สูตรที่ 2 คือ ใช้ผลไม้สุกและผักใบเขียวต่อกากน้ำตาลอัตราส่วน 3:3:1 สามารถช่วยกระตุ้นให้ผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์แทงราก และงอกได้ดี รวมทั้งมีความยาวรากสูงสุด ส่วนน้ำสกัดชีวภาพสูตรที่ 4 คือ ใช้ถั่วเหลืองและสับปะรดต่อกากน้ำตาล อัตราส่วน 3:3:1 จะช่วยให้มีความสูงต้นสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่ในน้ำ

**การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming**

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์หลังการทำ seed priming เป็นการยับยั้งและหยุดการเจริญเติบโตและพัฒนาของเมล็ดในช่วงเวลาหนึ่งก่อนที่จะนำไปสู่กระบวนการงอก ซึ่งเมล็ดพันธุ์บางชนิดมีความอ่อนแอ และถูกทำลายได้ง่ายระหว่างการทำให้ความชื้นลดลง โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming มาแล้วต้องลดความชื้นของเมล็ดให้เหลือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าเพื่อต้องการเก็บรักษาเมล็ดไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งระหว่างรอการนำไปปลูก การลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ทำได้หลายวิธี เช่น การผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หรือการลดความชื้นด้วยลมร้อน และการลดความชื้นด้วยการใช้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ เป็นต้น โดยทั้งนี้การเลือกวิธีที่เหมาะสมจะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพน้อย ดังงานวิจัยของ วิลาสินี (2547) รายงานว่าการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์พริกภายหลังการกระตุ้นความงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน

เหมาะสมที่สุดสำหรับการลดความชื้นภายหลังการกระตุ้นความงอก โดยที่เมล็ดยังมีค่าดัชนีความงอกสูงที่สุด ในขณะที่การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมพันธุ์บงกชภายหลังการกระตุ้นความงอกด้วยการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง ยังคงทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และค่าดัชนีความงอกสูง (ชณิตรา และคณะ, 2553)

**การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์หลังการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming)**

กระบวนการกระตุ้นความงอกของเมล็ดก่อนนำไปเพาะปลูกทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น (Bradford, 1986) แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นความงอกจะมีความสามารถในการเก็บรักษาลดลงถ้ามีการเก็บรักษาภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยเมล็ดจะเกิดกระบวนการ auto oxidation จากอนุมูลอิสระที่เมล็ดสร้างขึ้นมาระหว่างเก็บรักษา ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกแนลต่างๆ ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ และสารพันธุกรรมถูกทำลาย ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เซลล์ถูกทำลาย ซึ่งจะมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง เมล็ดที่พบว่าเมื่อผ่านการกระตุ้นความงอกแล้วอายุการเก็บรักษาจะลดลงได้แก่ พริก มะเขือเทศ ผักกาดหอม แครอท ข้าวโพดหวาน และหัวหอม เป็นต้น (Bewley, 1986; Alvardo and Bradford, 1988) โดยเมล็ดที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นความงอกในช่วงแรกพบว่าเมล็ดมีการสร้างสาร antioxidant จำพวก hydrolytic enzymes เช่น lipoxygenase ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้ช่วยลดอนุมูลอิสระลง จึงทำให้เซลล์ถูกทำลายลดลง ในขณะเดียวกันก็ยังมีการซ่อมแซมเซลล์อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง กลับพบว่ามีอนุมูลอิสระจำนวนหนึ่งไปทำให้สาร antioxidant ลดลง แต่ปริมาณอนุมูลอิสระกลับเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพและตายในที่สุด (McDonald, 2000) แต่อย่างไรก็ตามการเสื่อมสภาพของเมล็ดจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าอาจต่างกันไปขึ้นกับชนิดเมล็ด ความชื้นภายในเมล็ด หรือปัจจัยภายนอกในระหว่างเก็บรักษาเมล็ด เช่น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

การกระตุ้นความงอกของเมล็ดก่อนนำไปเก็บรักษามีผลช่วยให้เมล็ดมีคุณภาพการเก็บรักษาที่นานกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นความงอก ดังเช่น Derman *et al.* (1986) รายงานว่าเมล็ดหัวหอมที่ผ่านการกระตุ้นความงอกและลดความชื้นเมล็ดเหลือ 9 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 เดือน เมล็ดยังคงงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอก

นกน้อย และคณะ (2554) รายงานว่าการแช่เมล็ดพริกพันธุ์ TVRC 758 ด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 30 นาที แล้วลดความชื้นลงประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ และบรรจุเมล็ดในถุงซิปโพลีเอทิลีน สามารถ

เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นานถึง 4 ปี ที่อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส โดยเมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอก (80.2 เปอร์เซ็นต์) และความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการแช่เมล็ดและเก็บรักษาเป็นเวลา 4 ปี

Raweewun and Suchada (2013) รายงานว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50-150 mg/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมงและลดความชื้นเมล็ดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยให้ความชื้นเมล็ดเท่า 10±2 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเก็บในอุณหภูมิห้องสามารถรักษาความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการแช่เมล็ดเมื่อนำมาเก็บรักษาเป็นเวลา 2-8 เดือน

อรนุช (2557) ได้ศึกษาการให้ความชื้นด้วยวิธีการทำ osmopriming และ matrix priming ร่วมกับสารเคมีที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและอายุการเก็บรักษา โดยการนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังจากการกระตุ้นความงอกเก็บรักษาไว้ในห้องควบคุมสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 8 เดือน พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกโดยวิธี matrix priming ยังคงมีความงอกและความเร็วในการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ และในสภาพโรงเรือนสูงกว่าเมล็ดที่ผ่านการกระตุ้นความงอกโดยวิธี osmopriming และเมล็ดที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอก

วิริยา และคณะ (2560) รายงานคุณภาพและกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพริกพันธุ์แม่ปิงหลังการทำ seed priming และใช้ความเร็วในการลดความชื้นต่างกัน โดยการทำ seed priming ในสารละลายเกลือโปแตสเซียมไนเตรทความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพมืดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปลดความชื้นอย่างรวดเร็วและอย่างช้าแล้วนำเมล็ดบรรจุลงถุงอลูมิเนียมฟอยล์เพื่อไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 เดือน และอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องส่งผลให้เอนไซม์ Superoxide Dismutase (SOD) และ Catalase (CAT) ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณของสาร $H_2O_2$ มีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ $H_2O_2$ นั้นเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ Catalase ซึ่งการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์ Superoxide Dismutase และ Catalase นั้นรุนแรงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณสาร $H_2O_2$ ทำให้อนุมูลอิสระที่สูงกว่าปกติและเป็นพิษต่อเซลล์ และเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ที่สูงขึ้นซึ่งจะทำให้เซลล์สูญเสียความมีชีวิตหรือเป็นเหตุให้ความมีชีวิต ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง (Bailly *et al.,* 2008) ในระหว่างการเก็บรักษา

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงานวิจัย

## วัสดุและอุปกรณ์

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง
   - เมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู เบอร์ 1 ที่ได้จากการผสมเปิด (open pollinated variety; OP) จากร้านภูผาเมล็ดพันธุ์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีความชื้นของเมล็ดพันธุ์ 4.1 เปอร์เซ็นต์
2. สารที่ใช้ในการทดลอง
   - สารไคโตซาน
   - น้ำหมักชีวภาพจากพืช
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กล่องพลาสติกใส กระดาษทดสอบความงอกเมล็ดพันธุ์ (Germination Test Paper) ปากคีบ ถาดหลุมเพาะเมล็ด 200 หลุม พีทมอส ตู้อบลมร้อน ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เครื่องชั่ง

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยวิธีการทำ seed priming แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลองได้แก่ การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของระยะเวลาการแช่เมล็ดในการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) หลังการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู และการทดลองที่ 4 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่ผ่านการยกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming

## วิธีการบันทึกข้อมูล

1. การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์

สุ่มเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีอบด้วยความร้อน (Hot air oven method) โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 2 ซ้ำๆ ละ 0.5 กรัม ซึ่งใช้การอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง จากนั้นคำนวนค่าความชื้นเมล็ดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2552) ตามสูตรดังนี้

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

2. การดูดน้ำของเมล็ด

นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่น้ำ RO (Reverse Osmosis) หรือสารละลายมาศึกษาการดูดน้ำของเมล็ด โดยแบ่งเป็น 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด บันทึกน้ำหนักเมล็ดพันธุ์เริ่มต้นก่อนการแช่เมล็ด และหลังจากการแช่เมล็ด น้ำหนักของเมล็ดที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่เมล็ดพันธุ์ในแต่ละระยะเวลา คือ ปริมาณน้ำหรือสารละลายที่เมล็ดดูดเข้าไป นำข้อมูลที่บันทึกได้มาคำนวณหาค่าการดูดน้ำของเมล็ด ตามสูตรคำนวน (พิจิตรา และคณะ, 2557) ดังนี้

$$W\ (\%) = \frac{(Wi\text{-}W0)}{W0} \times 100$$

โดย W คือ ปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปหลังจาก i ชม. (%)

Wi คือ น้ำหนักเมล็ดหลังจากดูดน้ำ i ชม. (กรัม)

W0 คือ น้ำหนักเริ่มแรกของเมล็ดก่อนดูดน้ำ (กรัม)

3. ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ด

ตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) ของสารละลายที่รั่วไหลออกจากเมล็ดหลังผ่านการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดจำนวน 25 เมล็ดในน้ำ 25 มิลลิลิตร จำนวน 4 ซ้ำในแต่ละสิ่งทดลอง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำที่แช่เมล็ดมาทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter

4. ตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์

4.1 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ นำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความงอกโดยใช้กระดาษเพาะแบบวิธี top of paper (TP) ทำจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด วางไว้ในห้องอุณหภูมิปกติ จากนั้นประเมินความงอกของเมล็ดทุกๆ วันจนถึง 14 วัน หลังเพาะ โดยการตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย ตามหลักการประเมินความงอกของ International Seed Testing Association (ISTA, 2014) และนำผลการประเมินมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก ตามสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100$$

4.2 ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพโรงเรือน นำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความงอก โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ โดยการหยอดเมล็ดในถาดเพาะขนาด 200 หลุม ทำจำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นประเมินความงอกของเมล็ดทุกๆ วันจนถึง 14 วัน หลังเพาะ โดยการตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย ตามหลักการประเมินความงอกของ International Seed Testing Association (ISTA, 2014) และนำผลการประเมินมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก ตามสูตรในข้อ 4.1

5. ความเร็วในการงอกของเมล็ด

ตรวจสอบความเร็วในการงอก ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือน โดยนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน และจำนวนวันที่งอกตั้งแต่เริ่มเพาะ (first count) จนถึงวันสุดท้ายคือ 14 วัน (final count) หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวนหาค่าความเร็วในการงอกของเมล็ด ตามสูตรดังนี้

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \left[\frac{\text{จำนวนต้นงอกปกติที่นับครั้งแรก}}{\text{จำนวนวันที่นับหลังเพาะครั้งแรก}}\right] + \text{.....} + \left[\frac{\text{จำนวนต้นงอกปกติที่นับครั้งสุดท้าย}}{\text{จำนวนวันที่นับหลังเพาะครั้งสุดท้าย}}\right]$$

6. เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด (Mean germination time; MGT)

ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน และจำนวนวันที่งอกตั้งแต่เริ่มเพาะจนถึงวันสุดท้าย ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวนหาค่าเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด ตามสูตร (วัลลภ, 2550) ดังนี้

$$MGT = \frac{\Sigma(T_i n_i)}{\Sigma n_i}$$

เมื่อ $n_i$ คือ จำนวนเมล็ดงอกในวัน $T_i$

$T_i$ คือ จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด

7. ความยาวของรากและความยาวยอด

ตรวจวัดความยาวของรากและความยาวยอดเมื่อต้นกล้าพริกมีอายุ 14 วัน หลังเพาะทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน โดยการถอนต้นพร้อมรากจากแต่ละสิ่งทดลองๆ ละ 4 ซ้ำๆ

ละ 10 ต้น มาวัดความยาวรากจากโคนต้นถึงปลายราก และวัดความยาวยอดจากโคนต้นถึงจุดเจริญของยอด

8. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า

สุ่มต้นกล้าพริกเมื่ออายุ 14 วันหลังเพาะทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน โดยการถอนต้นพร้อมรากจากแต่ละสิ่งทดลองๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น นำไปชั่งน้ำหนักสดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง จากนั้นนำตัวอย่างต้นกล้าไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งต้นกล้า แล้วคำนวนหาค่าเฉลี่ย

9. การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging test; AA-test)

นำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุ โดยใช้อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ไปเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือน ทำการตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย แล้วนำผลการประเมินมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก ตามสูตรในข้อ 4.1

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SAS (Statistical Analysis System) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของระยะเวลาการแช่เมล็ดในการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู**

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 7 สิ่งทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)
สิ่งทดลองที่ 2 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 3 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 4 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 5 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เป็นเวลา 16 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 6 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เป็นเวลา 20 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 7 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ในการทดลองได้ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO ตามแต่ละสิ่งทดลอง โดยการแช่เมล็ดในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ ที่มีน้ำ RO ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากแช่เมล็ดตามระยะเวลาในแต่ละสิ่งทดลองแล้ว นำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที แล้วซับน้ำออกจากเมล็ดให้แห้งและนำเมล็ดไปลดความชื้นด้วยซิลิก้าเจลเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น (4.1 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (Top of Paper) และทำการประเมินความงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 14 วัน

**บันทึกข้อมูล :** ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักเมล็ดก่อนและหลังแช่เมล็ดเพื่อนำไปคำนวนค่าการดูดน้ำของเมล็ด วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดพันธุ์ ประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ต้นปกติ ต้นผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย) ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ และเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์

**การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู**

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 8 สิ่งทดลองๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)
สิ่งทดลองที่ 2 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO
สิ่งทดลองที่ 3 ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50 mg/l
สิ่งทดลองที่ 4 ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 100 mg/l
สิ่งทดลองที่ 5 ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 200 mg/l
สิ่งทดลองที่ 6 ทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO อัตราส่วน 1:500
สิ่งทดลองที่ 7 ทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO อัตราส่วน 1:750
สิ่งทดลองที่ 8 ทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO อัตราส่วน 1:1,000

ในการทดลองได้ทำ seed priming ตามแต่ละสิ่งทดลอง โดยการแช่เมล็ดในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ ที่มีปริมาตรของน้ำ และสารละลาย 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากแช่เมล็ดตามระยะเวลาในแต่ละสิ่งทดลองแล้ว นำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที แล้วซับน้ำออกจากเมล็ดให้แห้งและนำเมล็ดไปลดความชื้นด้วยซิลิก้าเจลเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น (4.1 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (Top of Paper) และการเพาะในถาดเพาะเมล็ด

แบบ 200 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะในสภาพโรงเรือน และทำการประเมินความงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 14 วัน

**บันทึกข้อมูล :** ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักเมล็ดก่อนและหลังแช่เมล็ดเพื่อนำไปคำนวนค่าการดูดน้ำของเมล็ด วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารที่รั่วไหลออกจากเมล็ดพันธุ์ ประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ต้นปกติ ต้นผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย) ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน

**การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) หลังการทำ seed priming**

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 3 สิ่งทดลองๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม)
สิ่งทดลองที่ 2 ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO
สิ่งทดลองที่ 3 ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50 mg/l

ในการทดลองได้ทำ seed priming ตามแต่ละสิ่งทดลอง โดยการแช่เมล็ดในขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์ ที่มีปริมาตรของน้ำ และสารละลาย 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากแช่เมล็ดตามระยะเวลาในแต่ละสิ่งทดลองแล้ว นำเมล็ดไปล้างด้วยน้ำเปล่าซึ่งให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 30 วินาที แล้วซับน้ำออกจากเมล็ดให้แห้งและนำเมล็ดไปลดความชื้นด้วยซิลิก้าเจลเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น (4.1 เปอร์เซ็นต์) จากนั้นนำเมล็ดไปตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging test; AA-test) ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4 วัน และเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ทำการเร่งอายุ จากนั้นนำเมล็ดไปเพาะทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (Top of Paper) และการเพาะในถาดเพาะเมล็ดแบบ 200 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะในสภาพโรงเรือน และประเมินความงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 14 วัน

**บันทึกข้อมูล :** ประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ต้นปกติ ต้นผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย) ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ และในสภาพโรงเรือน

**การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่ผ่านการยกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming**

การวางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in CRD ซึ่งมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 การทำ Seed priming ได้แก่ ไม่ทำ priming การทำ priming ด้วยน้ำ RO และการทำ priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l และปัจจัยที่ 2 คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส รวมเป็น 6 สิ่งทดลอง ในแต่ละสิ่งทดลองมี จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| สิ่งทดลองที่ 1 | ไม่ทำ seed priming (ชุดควบคุม) | เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส |
| สิ่งทดลองที่ 2 | ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO | |
| สิ่งทดลองที่ 3 | ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50 mg/l | |
| สิ่งทดลองที่ 4 | เมล็ดไม่ผ่านการทำ seed priming (ชุดควบคุม) | เก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส |
| สิ่งทดลองที่ 5 | ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO | |
| สิ่งทดลองที่ 6 | ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50 mg/l | |

ในการทดลองนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming มาเก็บรักษาตามแต่ละสิ่งทดลอง โดยในการเก็บรักษาได้บรรจุเมล็ดพันธุ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์แล้วปิดผนึกให้สนิทเพื่อป้องกันความชื้นเข้าหาเมล็ด จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งในแต่ละเดือนจะสุ่มเมล็ดออกมาเพาะทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (Top of Paper) และการเพาะในถาดเพาะเมล็ดแบบ 200 หลุม โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะในสภาพโรงเรือน และประเมินความงอกของต้นกล้าทุกวันหลังการเพาะเป็นระยะเวลา 14 วัน

**บันทึกข้อมูล :** ประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ต้นปกติ ต้นผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย) ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน

**หมายเหตุ** ในการประเมินความงอกของเมล็ดพันธุ์ในเดือนที่ 1-3 ของการเก็บรักษา ประเมินวันสุดท้ายที่ 21 วัน (เนื่องจากเป็นการทดสอบความงอกในช่วงสภาพอากาศเย็นใน เดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ทำให้เมล็ดงอกช้า ดังนั้นจึงเลื่อนระยะเวลาการประเมินเพิ่มอีก 7 วัน และเดือนที่ 4-6 ของการเก็บรักษา ประเมินวันสุดท้ายที่ 14 วัน

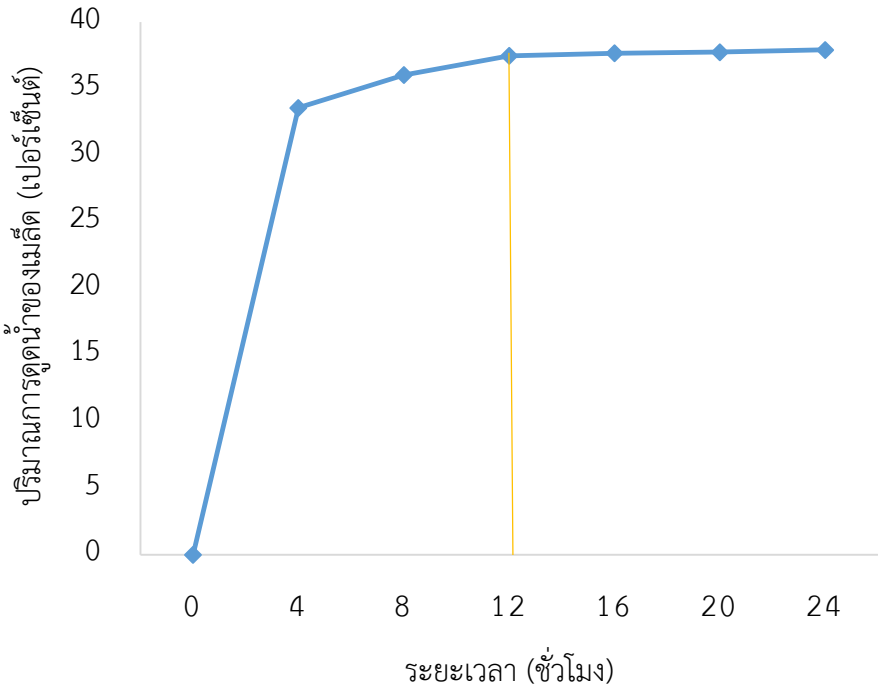
# บทที่ 4
# ผลการวิจัยและวิจารณ์

**การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของระยะเวลาการแช่เมล็ดในการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู**

จากการศึกษาผลของระยะเวลาการแช่เมล็ดในการทำ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยการแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นระยะเวลา 0, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง ประเมินผลปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดหลังการแช่น้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกจากเมล็ด การงอกของเมล็ด และการเจริญของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการหลังจากการทำ seed priming ในแต่ละระยะเวลาที่ต่างกัน ได้ผลการทดลองดังนี้

**ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดหลังการแช่น้ำที่ระยะเวลาต่างกัน**

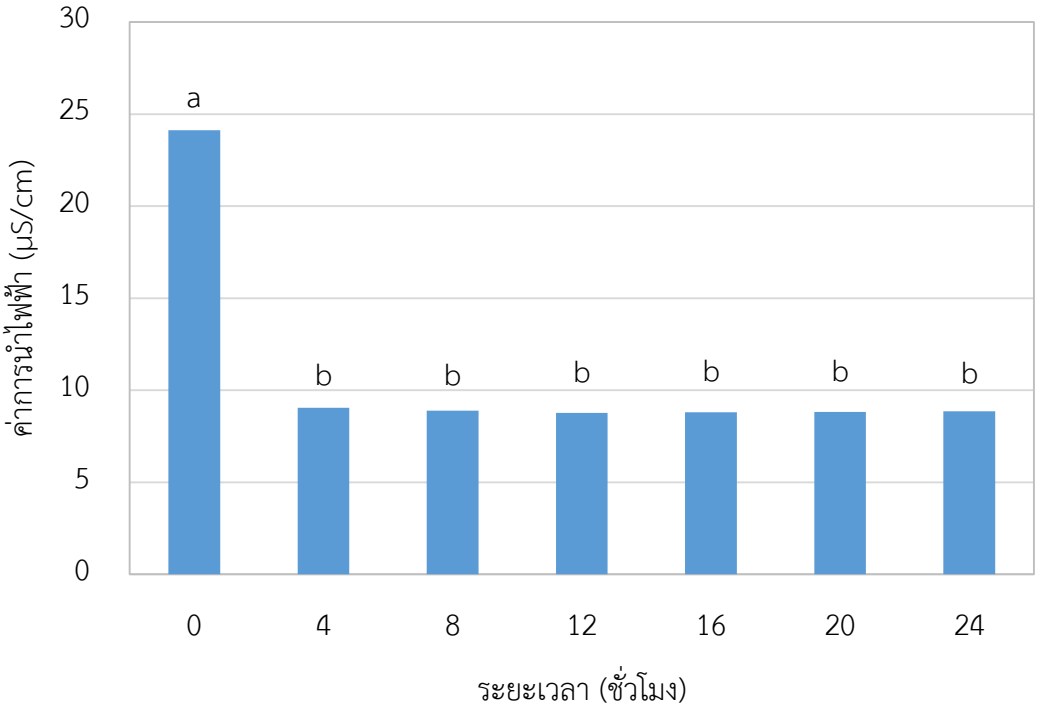
หลังการแช่เมล็ดในน้ำที่ช่วง 4 ชั่วโมงแรก เมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูจะมีการดูดน้ำอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณน้ำภายในเมล็ดเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด หลังจากนั้นเมล็ดจะดูดน้ำช้าลงและเริ่มคงที่หลังแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง (ภาพที่ 3)




**ภาพที่ 3** ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูหลังแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นระยะเวลาต่างกัน

**ค่าการนำไฟฟ้า**

จากผลการทดลอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming จะต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งจากผลดังกล่าวมีความเป็นไปได้ว่า การทำ seed priming มีผลต่อการที่เยื่อหุ้มเซลล์ในเมล็ดถูกซ่อมแซมหรือมีการจัดเรียงตัวใหม่ของชั้นเยื่อหุ้มเซลล์ให้อยู่ในสภาพที่มีผลต่อการลดการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดได้หลังการทำ seed priming (ภาพที่ 4)




**ภาพที่ 4** ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู

**ความงอกของเมล็ดพันธุ์**

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำ seed priming มาทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า การแช่เมล็ดในน้ำระยะเวลา 12 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด 95 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำที่ 4, 20 และ 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 7)

เมื่อพิจารณาต้นผิดปกติ พบว่าการแช่เมล็ดในน้ำระยะเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติต่ำที่สุด 1.5 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำที่ 4 และ 8 ชั่วโมง ซึ่งลักษณะต้นผิดปกติที่พบได้แก่ รากกุด และส่วนยอดติดอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด เป็นต้น (ตารางที่ 7)

เมื่อพิจารณาเมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตาย พบว่าการทำ seed priming ทุกสิ่งทดลอง รวมทั้งเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอก และเมล็ดตายที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามในเมล็ดที่ผ่านการแช่เมล็ดในน้ำเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบเมล็ดสดไม่งอกและเมล็ดตายน้อยที่สุด คือ 1.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดตายที่พบเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อราโดยมีเส้นใยสีขาวหรือสีดเจริญบนผิวของเมล็ด (ตารางที่ 7)

**ตารางที่ 7** ผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยการแช่น้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

| สิ่งทดลอง | ต้นปกติ | ต้นผิดปกติ | เมล็ดสดไม่งอก | เมล็ดตาย |
|---|---|---|---|---|
| เมล็ดไม่แช่น้ำ | 88$^{b}$ | 5.0$^{a}$ | 3.5 | 3.5 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง | 90$^{b}$ | 4.0$^{ab}$ | 3.0 | 3.0 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง | 92$^{ab}$ | 3.5$^{ab}$ | 2.0 | 2.5 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง | 95$^{a}$ | 1.5$^{c}$ | 1.0 | 2.5 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 16 ชั่วโมง | 91$^{ab}$ | 3.0$^{bc}$ | 2.5 | 3.5 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 20 ชั่วโมง | 90$^{b}$ | 2.5$^{bc}$ | 3.5 | 4.0 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง | 90$^{b}$ | 3.0$^{bc}$ | 3.5 | 3.5 |
| F-test | * | * | ns | ns |
| C.V. (%) | 3.04 | 36.55 | 48.23 | 39.27 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด**

ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming พบว่าการแช่เมล็ดในน้ำ 12 ชั่วโมง ส่งผลให้มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุดคือ 11.05 วัน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสถิติ เมื่อเทียบกับเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำที่ 4, 8 และ 16 ชั่วโมง (ตารางที่ 8)

**ความเร็วในการงอกของเมล็ด**

ผลของความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยการแช่เมล็ดในน้ำระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่า ความเร็วในการงอกของเมล็ดไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการแช่เมล็ดในน้ำ 12 ชั่วโมง ส่งผลให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 4.53 ต้น/วัน (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยการแช่น้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

| สิ่งทดลอง | เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด (วัน) | ความเร็วในการงอกของเมล็ด (ต้น/วัน) |
|---|---|---|
| เมล็ดไม่แช่น้ำ | 11.12$^{bc}$ | 4.16 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง | 11.51$^{ab}$ | 4.14 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง | 11.58$^{a}$ | 4.18 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง | 11.05$^{c}$ | 4.53 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 16 ชั่วโมง | 11.59$^{a}$ | 4.11 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 20 ชั่วโมง | 11.24$^{abc}$ | 4.25 |
| แช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง | 11.35$^{abc}$ | 4.17 |
| F-test | * | ns |
| C.V. (%) | 2.30 | 4.91 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

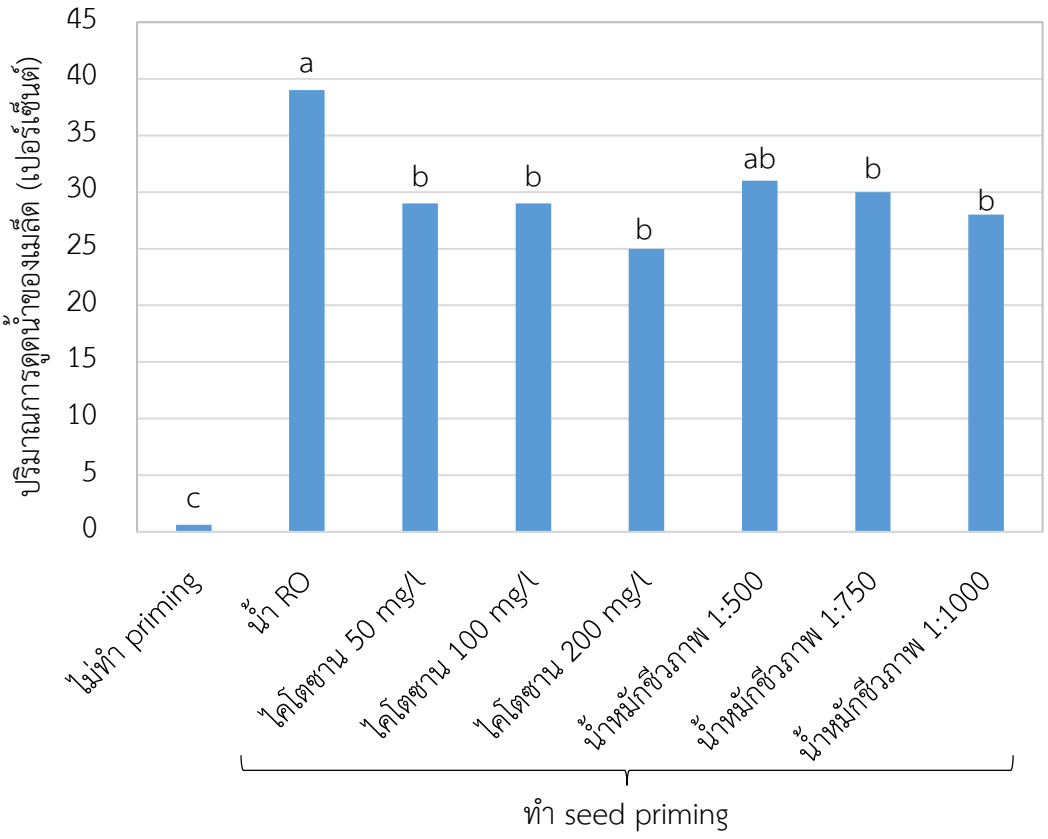
ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู**

จากการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO สารไคโตซานที่มีความเข้มข้น 50, 100 และ 200 mg/l และน้ำหมักชีวภาพจากพืชในอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO ที่ 1:500, 1:750 และ 1:1,000 (v/v) หลังจากนั้นประเมินผลการงอกของเมล็ด และการเจริญของต้นกล้าพริกในสภาพห้องปฏิบัติการ และสภาพโรงเรือนเป็นเวลา 14 วัน ผลที่ได้พบว่า

**ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ด**

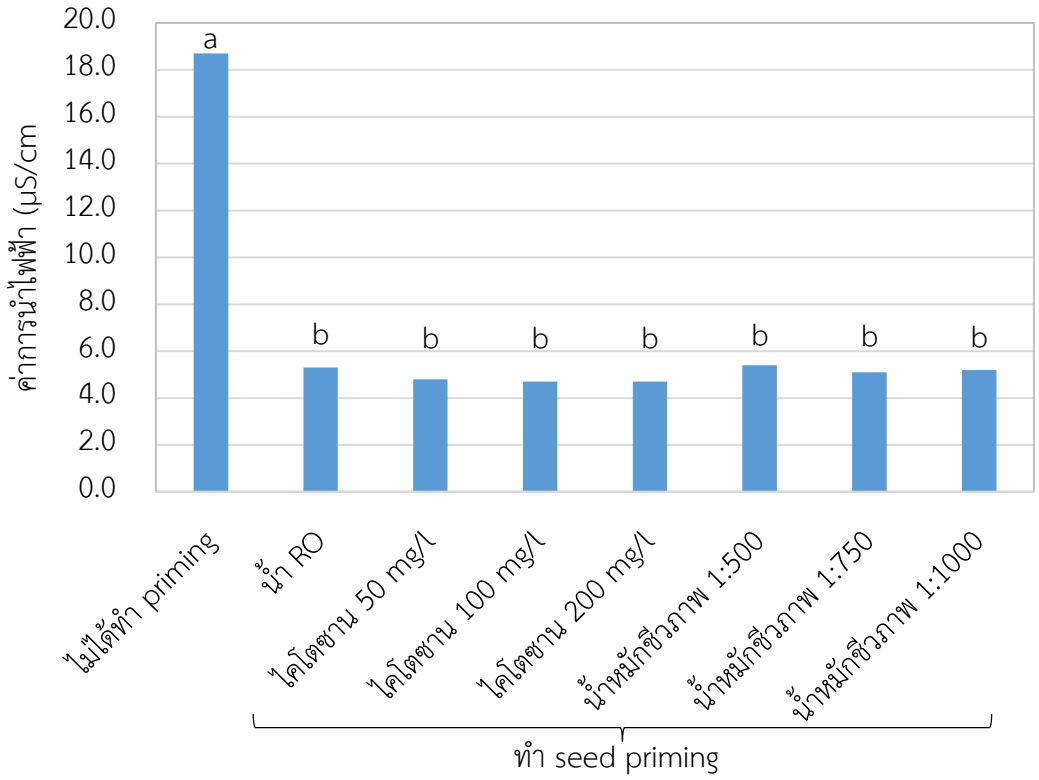
จากผลการทดลอง พบว่าการทำ seed priming เมล็ดพริกขี้หนูสวนด้วยน้ำ RO มีปริมาณการดูดน้ำที่สูงที่สุด คือ 39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน และน้ำหมักชีวภาพที่มีปริมาณการดูดน้ำลดลงตามความเข้มข้นของสารละลาย (ภาพที่ 5)




**ภาพที่ 5** ปริมาณการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูหลังแช่สารเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

**ค่าการนำไฟฟ้า**

จากผลการทดลอง พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming จะต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งจากผลดังกล่าวมีความเป็นไปได้ว่า การทำ seed priming มีผลต่อการที่เยื่อหุ้มเซลล์ในเมล็ดถูกซ่อมแซมหรือมีการจัดเรียงตัวใหม่ของชั้นเยื่อหุ้มเซลล์ให้อยู่ในสภาพที่มีผลต่อการลดการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดได้หลังการทำ seed priming (ภาพที่ 6)




**ภาพที่ 6** ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกมาจากเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนู

**ความงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ**

จากผลการทดลอง พบว่าเมล็ดเริ่มแทงรากในทุกสิ่งทดลองตั้งแต่วันที่ 4 หลังจากการเพาะเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ และพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง แต่ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50, 200 mg/l และน้ำหมักชีวภาพทุกอัตราส่วนช่วยกระตุ้นให้เมล็ดมีความงอกที่สูง คือ 89-92 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุด คือ 85 เปอร์เซ็นต์ หลังเพาะ 14 วัน (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาต้นผิดปกติ พบว่าการทำ seed priming ทุกสิ่งทดลองรวมทั้งเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming มีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามผลของการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 100 mg/l ทำให้เมล็ดพริกมีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติสูงที่สุดเท่ากับ 6.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:750 มีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติต่ำที่สุดเท่ากับ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะต้นผิดปกติที่พบได้แก่ รากกุด และส่วนยอดติดอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด เป็นต้น (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาเมล็ดสดไม่งอก พบว่าการทำ seed priming ทุกสิ่งทดลองรวมทั้งเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามในเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming พบเมล็ดสดไม่งอกมากที่สุด คือ 7.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 พบเมล็ดสดไม่งอกต่ำที่สุดเท่ากับ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาเมล็ดตาย พบว่าการทำ seed priming ทุกสิ่งทดลองรวมทั้งเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO พบเมล็ดตายมากที่สุด คือ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l พบเมล็ดตายต่ำที่สุดเท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมล็ดตายที่พบเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อราโดยมีเส้นใยสีขาวเจริญบนผิวของเมล็ด (ตารางที่ 9)

**เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด**

ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่เพาะในห้องปฏิบัติการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยพบว่าเมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกอยู่ในช่วง 9.0-9.6 วัน (ตารางที่ 9)

**ความเร็วในการงอกของเมล็ด**

ผลของความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในห้องปฏิบัติการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยพบว่าเมล็ดมีความเร็วในการงอกอยู่ในช่วง 4.8-5.1 ต้น/วัน (ตารางที่ 9)

**ความยาวยอดของต้นกล้า**

ผลของความยาวยอดของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยพบว่าต้นกล้ามีความยาวยอดอยู่ในช่วง 0.8-1.0 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

**ความยาวรากของต้นกล้า**

ผลของความยาวรากของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในห้องปฏิบัติการ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกสิ่งทดลอง โดยต้นกล้ามีความยาวรากอยู่ในช่วง 3.0-3.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

**น้ำหนักสดของต้นกล้า**

ปริมาณน้ำหนักสดของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในห้องปฏิบัติการ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยต้นกล้ามีปริมาณน้ำหนักสดอยู่ในช่วง 9.58-11.23 มิลลิกรัม/ต้น (ตารางที่ 10)

**น้ำหนักแห้งของต้นกล้า**

ปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในห้องปฏิบัติการ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยต้นกล้ามีปริมาณน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 0.78-0.80 มิลลิกรัม/ต้น (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 9** ผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน

| | สิ่งทดลอง | ผลการประเมินความงอกของเมล็ด (%) | | | | เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) | ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ต้นปกติ | ต้นผิดปกติ | เมล็ดสดไม่งอก | เมล็ดตาย | | |
| ทำ seed priming | ไม่ทำ priming | 85 | 4.5 | 7.0 | 3.5 | 9.0 | 4.9 |
| | น้ำ RO | 86 | 3.5 | 5.5 | 5.0 | 9.1 | 4.9 |
| | ไคโตซาน 50 mg/l | 89 | 4.0 | 6.0 | 1.0 | 9.5 | 4.9 |
| | ไคโตซาน 100 mg/l | 86 | 6.5 | 5.5 | 2.5 | 9.1 | 4.8 |
| | ไคโตซาน 200 mg/l | 90 | 4.0 | 4.0 | 2.0 | 9.5 | 4.9 |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:500 | 92 | 4.5 | 2.0 | 1.5 | 9.2 | 5.1 |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:750 | 92 | 2.0 | 3.5 | 2.5 | 9.6 | 4.9 |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:1,000 | 90 | 4.5 | 3.5 | 2.0 | 9.5 | 4.9 |
| F-test | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 5.14 | 75.35 | 54.41 | 90.9 | 2.76 | 5.75 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางที่ 10** ผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนูในห้องปฏิบัติการหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน

| | สิ่งทดลอง | ความยาวยอด (เซนติเมตร) | ความยาวราก (เซนติเมตร) | น้ำหนักสดต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้น) | น้ำหนักแห้ง ต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้น) |
|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ priming | 1.0 | 3.1 | 9.58 | 0.78 |
| ทำ seed priming | น้ำ RO | 0.8 | 3.0 | 9.65 | 0.80 |
| | ไคโตซาน 50 mg/l | 0.9 | 3.0 | 10.30 | 0.80 |
| | ไคโตซาน 100 mg/l | 1.0 | 3.3 | 10.70 | 0.80 |
| | ไคโตซาน 200 mg/l | 0.9 | 3.2 | 11.23 | 0.80 |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:500 | 0.9 | 3.1 | 10.80 | 0.80 |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:750 | 0.9 | 3.0 | 10.18 | 0.80 |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:1,000 | 0.9 | 3.0 | 10.68 | 0.78 |
| F-test | | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 9.75 | 5.54 | 7.93 | 8.72 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ความงอกของเมล็ดในสภาพโรงเรือน**

จากผลการทดลอง พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง แต่ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ช่วยกระตุ้นให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุด คือ 83 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุด คือ 68 เปอร์เซ็นต์ หลังเพาะ 14 วัน (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาต้นผิดปกติที่เพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่าทุกสิ่งทดลองมีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง แต่อย่างไรก็ตามผลของการทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:750 ทำให้เมล็ดพันธุ์พริกมีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติมากที่สุดเท่ากับ 15.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติน้อยที่สุดเท่ากับ 8.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะต้นผิดปกติที่พบ ได้แก่ รากกุด และส่วนยอดติดอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด เป็นต้น (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาเมล็ดสดไม่งอกที่เพาะในสภาพโรงเรือน พบว่าการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO สารไคโตซานความเข้มข้น 50 และ 100 mg/l และน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 มีเปอร์เซ็นต์

เมล็ดสดไม่งอกที่ต่ำ คือ 5.5-6.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกมากที่สุด คือ 10.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาเมล็ดตายหลังเพาะในสภาพโรงเรือน พบว่าทุกสิ่งทดลองมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming มีเมล็ดตายมากที่สุด คือ 8.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีเมล็ดตายต่ำที่สุดเท่ากับ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะเมล็ดตายเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยมีเส้นใยสีขาวหรือสีดำเจริญบนผิวของเมล็ด (ตารางที่ 11)

**เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด**

ผลของเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่เพาะในโรงเรือนหลังการทำ seed priming พบว่าการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีผลต่อการใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด คือ 8.2 วัน และผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกับสิ่งทดลองอื่นๆ ยกเว้นการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานเข้มข้น 100 mg/l และ น้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 ซึ่งมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 8.7 วัน หลังเพาะ 14 วัน (ตารางที่ 11)

**ความเร็วในการงอกของเมล็ด**

ผลของความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในโรงเรือนหลังการทำ seed priming พบว่าการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีผลต่อความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 5.2 ต้น/วัน และผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่นๆ ยกเว้นการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานเข้มข้น 100 mg/l ที่มีความเร็วในการงอก 4.8 และ 4.6 ต้น/วัน หลังเพาะ 14 วัน (ตารางที่ 11)

**ความยาวยอดของต้นกล้า**

ผลของความยาวยอดของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในโรงเรือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยต้นกล้ามีความยาวยอดอยู่ในช่วง 2.0–2.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 12)

**ความยาวรากของต้นกล้า**

ผลของความยาวรากของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในโรงเรือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง โดยพบว่าต้นกล้ามีความยาวรากอยู่ในช่วง 4.0-4.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 12)

**ตารางที่ 11** ผลการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในโรงเรือนหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน

| | สิ่งทดลอง | ผลการประเมินความงอกของเมล็ด (%) | | | | เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) | ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ต้นปกติ | ต้นผิดปกติ | เมล็ดสดไม่งอก | เมล็ดตาย | | |
| | ไม่ได้ทำ priming | 68 | 13.0 | $10.5^{a}$ | 8.5 | $9.1^{bc}$ | $3.9^{d}$ |
| ทำ seed priming | น้ำ RO | 80 | 8.5 | $6.5^{b}$ | 5.0 | $8.9^{bc}$ | $4.8^{ab}$ |
| | ไคโตซาน 50 mg/l | 83 | 8.0 | $5.5^{b}$ | 4.0 | $8.2^{d}$ | $5.2^{a}$ |
| | ไคโตซาน 100 mg/l | 77 | 11.0 | $6.5^{b}$ | 5.5 | $8.7^{cd}$ | $4.6^{abc}$ |
| | ไคโตซาน 200 mg/l | 71 | 14.0 | $8.5^{ab}$ | 7.0 | $9.7^{a}$ | $3.9^{d}$ |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:500 | 75 | 12.0 | $6.5^{b}$ | 7.0 | $8.7^{cd}$ | $4.4^{bcd}$ |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:750 | 69 | 15.5 | $8.5^{ab}$ | 7.0 | $9.0^{abc}$ | $3.9^{cd}$ |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:1,000 | 73 | 12.5 | $8.5^{ab}$ | 7.0 | $9.5^{ab}$ | $4.0^{cd}$ |
| F-test | | ns | ns | * | ns | ** | ** |
| C.V. (%) | | 9.21 | 28.96 | 27.30 | 39.73 | 4.9 | 9.94 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**น้ำหนักสดของต้นกล้า**

ผลของปริมาณน้ำหนักสดของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในโรงเรือน พบว่าการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO สารละลายไคโตซานทุกความเข้มข้น และน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 มีผลส่งเสริมให้น้ำหนักสดของต้นกล้าที่สูง คือ 71.00-76.83 มิลลิกรัมต่อต้น และผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:750 และ 1:1,000 ที่มีปริมาณน้ำหนักสดของต้นกล้าพริก 62.42, 61.60 และ 62.95 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

**น้ำหนักแห้งของต้นกล้า**

ผลของปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าพริกที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในโรงเรือน พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l และน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 มีผลส่งเสริมให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่สูงคือ 6.28, 6.43 และ 5.95 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ seed priming และเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:750 และ 1:1,000 ที่มีปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าพริก 5.08, 4.78 และ 5.03 มิลลิกรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

**ตารางที่ 12** ผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนูในโรงเรือนหลังการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพที่ความเข้มข้นต่างกัน

| | สิ่งทดลอง | ความยาวยอด (เซนติเมตร) | ความยาวราก (เซนติเมตร) | น้ำหนักสดต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้น) | น้ำหนักแห้งต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้น) |
|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่ได้ทำ priming | 2.1 | 4.1 | 62.42$^{b}$ | 5.08$^{bc}$ |
| ทำ seed priming | น้ำ RO | 2.3 | 4.3 | 71.00$^{a}$ | 5.70$^{ab}$ |
| | ไคโตซาน 50 mg/l | 2.3 | 4.8 | 76.83$^{a}$ | 6.28$^{a}$ |
| | ไคโตซาน 100 mg/l | 2.1 | 4.7 | 72.10$^{a}$ | 6.43$^{a}$ |
| | ไคโตซาน 200 mg/l | 2.2 | 4.5 | 74.78$^{a}$ | 5.68$^{ab}$ |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:500 | 2.1 | 4.3 | 72.10$^{a}$ | 5.95$^{a}$ |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:750 | 2.0 | 4.0 | 61.60$^{b}$ | 4.78$^{c}$ |
| | น้ำหมักชีวภาพ 1:1,000 | 2.2 | 4.3 | 62.95$^{b}$ | 5.03$^{bc}$ |
| F-test | | ns | ns | ** | ** |
| C.V. (%) | | 3.83 | 6.9 | 7.45 | 8.77 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยวิธีการเร่งอายุ (AA-test) หลังการทำ seed priming**

จากการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูโดยการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (AA-test) หลังการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ได้ผลการทดลองดังนี้

**เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด**

การทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพริกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการมีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ซึ่งเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในทุกสิ่งทดลองอยู่ที่ 73.5-84.5 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามหลังการนำเมล็ดมาผ่านการเร่งอายุ (AA-test) แล้วพบว่า การทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ช่วยให้เมล็ดมีการเสื่อมน้อยลง โดยเมล็ดมีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกอยู่ 58.5-68.5 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ seed priming แล้วผ่านการเร่งอายุซึ่งจะมีการเสื่อมของเมล็ดมากกว่าโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเหลือเพียง 39.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

สำหรับกรณีนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือนนั้นพบว่า การทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming ซึ่งเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในทุกสิ่งทดลองอยู่ที่ 79-84.5 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามหลังการนำเมล็ดมาผ่านการเร่งอายุ (AA-test) แล้วพบว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ช่วยให้เมล็ดมีการเสื่อมน้อยลง ซึ่งเมล็ดมีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอก 69.5 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ seed priming รวมทั้งในเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO แล้วผ่านการเร่งอายุ ซึ่งจะมีการเสื่อมของเมล็ดมากกว่าโดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเหลือเพียง 43.5 และ 48.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

**เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติ**

ผลการทดลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลองทั้งในเมล็ดที่ไม่ผ่านและผ่านการเร่งอายุ (AA-test) และสำหรับเมล็ดที่เพาะในสภาพโรงเรือนนั้นพบว่า การทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ก็ให้ผลเช่นเดียวกันในกรณีเมล็ดไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ แต่อย่างไรก็ตามหลังการนำเมล็ดมาผ่านการเร่งอายุ (AA-test) แล้วพบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความ

เข้มข้น 50 mg/l มีค่าเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่สูง คือ 11.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming ที่มีเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติ 6.0 เปอร์เซ็นต์ โดยลักษณะต้นผิดปกติที่พบ ได้แก่ รากกุด และส่วนยอดติดอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด (ตารางที่ 14)

**ตารางที่ 13** ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพริกขี้หนูที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

| สิ่งทดลอง | ในห้องปฏิบัติการ | | ในโรงเรือน | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test |
| ไม่ทำ priming | 73.5 | 39.5[b] | 79.0 | 43.5[b] |
| Priming + น้ำ RO | 77.5 | 58.5[a] | 79.5 | 48.5[b] |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 84.5 | 68.5[a] | 84.5 | 69.5[a] |
| F-test | ns | ** | ns | ** |
| C.V. (%) | 10.95 | 16.74 | 5.84 | 13.38 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 14** ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

| สิ่งทดลอง | ในห้องปฏิบัติการ | | ในโรงเรือน | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test |
| ไม่ได้ทำ priming | 7.5 | 4.0 | 5.5 | 6.0[b] |
| Priming + น้ำ RO | 4.5 | 8.0 | 8.0 | 11.5[a] |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 2.5 | 10.5 | 7.5 | 10.0[a] |
| F-test | ns | ns | ns | * |
| C.V. (%) | 67.92 | 53.88 | 26.08 | 23.84 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอก**

เปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีค่ามากที่สุด 6.0 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกที่ต่ำกว่า คือ 2.0 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่หลังจากนำเมล็ดไปผ่านการเร่งอายุแล้วกลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกในทุกสิ่งทดลอง และในกรณีที่นำเมล็ดทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการเร่งอายุ (AA-test) มาทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกในทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 15)

**ตารางที่ 15** ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

| สิ่งทดลอง | ในห้องปฏิบัติการ | | ในโรงเรือน | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test |
| ไม่ได้ทำ priming | 2.0[b] | 3.5 | 5.0 | 4.5 |
| Priming + น้ำ RO | 1.0[b] | 4.0 | 4.0 | 6.0 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 6.0[a] | 3.5 | 4.0 | 5.5 |
| F-test | * | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 66.67 | 71.58 | 46.15 | 29.31 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย**

เปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายต่ำที่สุด คือ 7.0 เปอร์เซ็นต์ ในชุดที่ไม่ทำการเร่งอายุ ซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย 17.0 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากนำเมล็ดมาทำการเร่งอายุ แล้วพบว่าเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ยังคงพบเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายต่ำที่สุด คือ 18.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่สูง คือ 53.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)

ในกรณีที่นำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือนนั้นพบว่า เมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายต่ำที่สุด คือ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ในชุดที่ไม่ทำการเร่งอายุ ซึ่งผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO ที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย 10.5 และ 8.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ผลที่ได้ยังเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับชุดเมล็ดที่นำมาทำการเร่งอายุ แต่พบเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายเพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อนำเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l แล้วนำมาทำการเร่งอายุ ผลที่ได้ คือพบเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายต่ำที่สุด คือ 15.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO แล้วมาทำการเร่งอายุ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่สูง คือ 34.0 และ 42.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

**ตารางที่ 16** ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

| สิ่งทดลอง | ในห้องปฏิบัติการ | | ในโรงเรือน | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test |
| ไม่ได้ทำ priming | 17.0[a] | 53.0[a] | 10.5[a] | 42.0[a] |
| Priming + น้ำ RO | 17.0[a] | 29.5[b] | 8.5[a] | 34.0[a] |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 7.0[b] | 18.0[b] | 4.0[b] | 15.0[b] |
| F-test | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 48.04 | 26.82 | 26.80 | 29.73 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด**

การทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ไม่มีผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming แต่อย่างไรก็ตามกลับพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของเวลาเฉลี่ยในการงอกหลังจากนำเมล็ดมาผ่านการเร่งอายุ โดยเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดน้อยสุด คือ 9.8 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ

seed priming ด้วยน้ำ RO ซึ่งมีเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด 11.1 และ 10.8 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพโรงเรือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO โดยเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดน้อยสุด คือ 11.4 วัน ในขณะเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO มีเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด 12.4 และ 11.9 วัน ตามลำดับ และผลที่ได้ยังเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับชุดเมล็ดที่นำมาผ่านการเร่งอายุ กล่าวคือ เมื่อนำเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l แล้วมาทำการเร่งอายุ พบว่าเมล็ดยังคงมีเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดน้อยสุด คือ 10.3 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming ที่มีเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด 11.4 วัน (ตารางที่ 17)

**ตารางที่ 17** ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (วัน)

| สิ่งทดลอง | ในห้องปฏิบัติการ | | ในโรงเรือน | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test |
| ไม่ได้ทำ priming | 10.7 | 11.1[a] | 12.4[a] | 11.4[a] |
| Priming + น้ำ RO | 10.3 | 10.8[a] | 11.9[a] | 10.8[ab] |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 10.1 | 9.8[b] | 11.4[b] | 10.3[b] |
| F-test | ns | ** | ** | * |
| C.V. (%) | 3.16 | 2.45 | 2.71 | 5.86 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ความเร็วในการงอกของเมล็ด**

ความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีความเร็วในการงอกของเมล็ดสูงที่สุด 4.3 ต้น/วัน และมี

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ที่มีความเร็วในการงอกของเมล็ดต่ำที่สุด คือ 3.5 ต้น/วัน และผลที่ได้ยังเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับชุดเมล็ดที่นำมาทำการเร่งอายุ กล่าวคือ เมื่อนำเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l แล้วมาทำการเร่งอายุ พบว่าเมล็ดมีความเร็วในการงอกของเมล็ดสูงที่สุด 3.6 ต้น/วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO แล้วมาทำการเร่งอายุ ซึ่งมีความเร็วในการงอกของเมล็ดที่ต่ำกว่า คือ 1.9 และ 2.8 ต้น/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพโรงเรือน พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีความเร็วในการงอกของเมล็ดสูงที่สุด 3.9 ต้น/วัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ที่มีความเร็วในการงอกของเมล็ดต่ำที่สุด คือ 3.4 ต้น/วัน และผลที่ได้ยังเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับชุดเมล็ดที่นำมาทำการเร่งอายุ กล่าวคือ เมื่อนำเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l แล้วมาทำการเร่งอายุ พบว่าเมล็ดมีความเร็วในการงอกของเมล็ดสูงที่สุด 3.6 ต้น/วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming และทำ seed priming ด้วยน้ำ RO แล้วมาทำการเร่งอายุ ซึ่งมีความเร็วในการงอกของเมล็ดที่ต่ำกว่า คือ 2.0 และ 2.4 ต้น/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

**ตารางที่ 18** ผลของการทำ AA-test หลังการทำ seed priming ต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน (ต้น/วัน)

| สิ่งทดลอง | ในห้องปฏิบัติการ | | ในโรงเรือน | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test | ไม่ทำ AA-test | ทำ AA-test |
| ไม่ได้ทำ priming | 3.5$^{b}$ | 1.9$^{c}$ | 3.4$^{b}$ | 2.0$^{b}$ |
| Priming + น้ำ RO | 3.9$^{ab}$ | 2.8$^{b}$ | 3.6$^{ab}$ | 2.4$^{b}$ |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 4.3$^{a}$ | 3.6$^{a}$ | 3.9$^{a}$ | 3.6$^{a}$ |
| F-test | * | ** | * | ** |
| C.V. (%) | 9.37 | 16.3 | 6.8 | 13.13 |

**หมายเหตุ** * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูที่ผ่านการยกระดับคุณภาพด้วยวิธีการทำ seed priming**

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูหลังการทำ seed priming โดยการนำเมล็ดมาบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกเพื่อป้องกันความชื้นเข้าหาเมล็ดแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ใน 2 สภาพอุณหภูมิ คือ 5 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยทำการประเมินผลการงอกและการเจริญของต้นกล้าทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทุกเดือน ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้

**เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดนั้นพบว่า การทำ seed priming ไม่ได้มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้พบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุดและมีค่ามากกว่าเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และที่ไม่ได้ทำ seed priming ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดก็ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้พบว่าเมล็ดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าที่ 25 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน (ตารางที่ 19)

**เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติ**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกตินั้นก็พบว่า การทำ seed priming ไม่ได้มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติก็ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน (ตารางที่ 20)

**ตารางที่ 19** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ

| ปัจจัยทดลอง | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 73.00 | 82.75 | 83.00 | 81.75 | 77.00[b] | 76.00 |
| Priming + น้ำ RO | 77.75 | 83.75 | 83.75 | 82.50 | 81.00[a] | 79.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 78.75 | 86.25 | 86.00 | 85.25 | 84.50[a] | 82.25 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | |
| 5 | 78.16 | 85.66 | 85.50 | 83.50 | 82.00 | 80.17 |
| 25 | 74.83 | 82.83 | 83.00 | 82.83 | 79.67 | 78.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming 5 | 76.50 | 85.00 | 84.00 | 82.00 | 79.00 | 77.00 |
| Priming + น้ำ RO 5 | 79.00 | 84.50 | 85.00 | 83.00 | 82.00 | 80.50 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 5 | 79.00 | 87.50 | 87.50 | 85.50 | 85.00 | 83.00 |
| ไม่ได้ทำ priming 25 | 69.50 | 80.50 | 82.00 | 81.50 | 75.00 | 75.00 |
| Priming + น้ำ RO 25 | 76.50 | 83.00 | 82.50 | 82.00 | 80.00 | 77.50 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 25 | 78.50 | 85.00 | 84.50 | 85.00 | 84.00 | 81.50 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 8.19 | 6.16 | 4.51 | 4.98 | 6.82 | 10.48 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 20** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในสภาพห้องปฏิบัติการ

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 11.75 | 6.00 | 7.00 | 8.00 | 7.50 | 7.00 |
| Priming + น้ำ RO | | 11.50 | 6.50 | 6.25 | 8.00 | 6.50 | 6.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | 8.75 | 5.25 | 7.25 | 8.75 | 7.75 | 7.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 10.50 | 5.17 | 7.33 | 6.33[b] | 7.00 | 5.67 |
| 25 | | 10.83 | 6.67 | 6.33 | 10.17[a] | 7.50 | 7.67 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | * | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 11.50 | 5.00 | 6.00 | 7.50 | 8.50 | 5.00 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 10.00 | 6.50 | 7.50 | 4.00 | 5.50 | 5.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 10.00 | 4.00 | 8.50 | 7.50 | 7.00 | 7.00 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 12.00 | 7.00 | 8.00 | 8.50 | 6.50 | 9.00 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 13.00 | 6.50 | 5.00 | 12.00 | 7.50 | 7.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 7.50 | 6.50 | 6.00 | 10.00 | 8.50 | 7.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 32.62 | 46.62 | 60.33 | 44.35 | 56.21 | 51.96 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอก**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming หรือ ปัจจัยอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกก็ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน (ตารางที่ 21)

**เปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming หรือ ปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายก็ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามจากผลที่ได้พบว่าเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50 mg/l ยังคงมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่ต่ำกว่าเมล็ดไม่ได้ทำ seed priming อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน (ตารางที่ 22)

**เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming พบว่าในช่วงเดือนที่ 1-5 หลังการเก็บรักษา เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และ ไคโตซาน 50 mg/l มีผลต่อการงอกของเมล็ดที่เร็ว กล่าวคือเมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกที่ต่ำกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming อย่างไรก็ตามเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 6 กลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเวลาเฉลี่ยในการงอก เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิในการเก็บรักษากลับพบว่าเวลาเฉลี่ยในการงอกช่วง 1-4 เดือนแรกไม่มีความแตกต่างกับทางสถิติของทั้งสองสภาพอุณหภูมิ แต่เมื่อเก็บเมล็ดเป็นระยะเวลา 5-6 เดือน ผลปรากฏว่าเมล็ดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยในการงอกที่ต่ำกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่เก็บไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 23)

**ตารางที่ 21** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกในสภาพห้องปฏิบัติการ

| ปัจจัยทดลอง | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 9.00 | 5.00 | 4.25 | 3.75 | 6.00 | 7.00 |
| Priming + น้ำ RO | 5.50 | 4.50 | 4.50 | 4.75 | 5.50 | 7.75 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 7.25 | 4.25 | 3.75 | 2.50 | 3.75 | 5.50 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | |
| 5 | 6.67 | 4.33 | 3.33 | 4.00 | 5.00 | 6.33 |
| 25 | 7.83 | 8.33 | 5.00 | 3.33 | 5.17 | 7.17 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming 5 | 7.00 | 4.00 | 4.50 | 4.00 | 5.00 | 7.00 |
| Priming + น้ำ RO 5 | 6.50 | 4.50 | 3.00 | 6.00 | 6.50 | 7.50 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 5 | 6.50 | 4.50 | 2.50 | 2.00 | 3.50 | 4.50 |
| ไม่ได้ทำ priming 25 | 11.00 | 6.00 | 4.00 | 3.50 | 7.00 | 7.00 |
| Priming + น้ำ RO 25 | 4.50 | 4.50 | 6.00 | 3.50 | 4.50 | 8.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 25 | 8.00 | 4.00 | 5.00 | 3.00 | 4.00 | 6.50 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 57.51 | 59.83 | 57.13 | 58.21 | 51.00 | 60.98 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**ตารางที่ 22** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 6.25 | 6.24 | 5.50 | 6.50 | 9.50[b] | 10.00 |
| Priming + น้ำ RO | | 5.25 | 5.50 | 5.50 | 4.75 | 7.00[ab] | 7.25 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | 5.50 | 4.25 | 3.00 | 3.25 | 4.00[a] | 5.25 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 4.83 | 4.83 | 3.67 | 6.00[b] | 6.00 | 7.83 |
| 25 | | 6.50 | 5.83 | 5.67 | 3.67[a] | 7.67 | 7.17 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | * | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 5.50 | 6.00 | 5.00 | 6.50 | 7.50 | 11.00 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 7.00 | 6.00 | 7.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 5.00 | 4.00 | 1.50 | 4.50 | 4.50 | 5.50 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 7.50 | 6.50 | 6.00 | 6.50 | 11.50 | 9.00 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 6.00 | 6.50 | 6.50 | 2.50 | 8.00 | 7.50 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 6.00 | 4.50 | 4.50 | 2.00 | 3.50 | 5.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 59.69 | 36.44 | 55.32 | 53.42 | 51.16 | 58.79 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 23** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ (วัน)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 12.78[c] | 9.42[b] | 10.21[b] | 8.78[b] | 9.15[b] | 8.95 |
| Priming + น้ำ RO | | 12.38[b] | 8.00[a] | 8.95[a] | 8.10[a] | 8.31[a] | 8.80 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | 11.80[a] | 7.97[a] | 8.78[a] | 7.86[a] | 7.95[a] | 8.65 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | ** | ** | ** | ** | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 12.29 | 8.45 | 9.38 | 8.22 | 8.22[a] | 8.63[a] |
| 25 | | 12.35 | 8.47 | 9.24 | 8.23 | 8.73[b] | 8.97[b] |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | * | * |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 12.22[a] | 9.77 | 10.33 | 8.80 | 8.70 | 8.58 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 12.85[b] | 8.02 | 8.85 | 8.03 | 8.08 | 8.83 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 11.80[a] | 7.57 | 8.98 | 7.83 | 7.88 | 8.50 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 13.35[b] | 9.07 | 10.10 | 8.75 | 9.60 | 9.33 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 11.92[a] | 7.95 | 9.05 | 8.18 | 8.55 | 8.78 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 11.80[a] | 8.37 | 8.58 | 7.90 | 8.03 | 8.80 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 2.89 | 7.72 | 5.37 | 3.80 | 5.54 | 3.58 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ความเร็วในการงอกของเมล็ด**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาปัจจัยอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดก็ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming พบว่าในช่วงเดือนที่ 1-4 หลังการเก็บรักษา เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และ ไคโตซาน 50 mg/l มีผลต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดที่สูงกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming อย่างไรก็ตามเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 5-6 กับไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความเร็วในการงอกของเมล็ด (ตารางที่ 24)

**ความยาวยอดของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวยอดต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยการทำ seed priming ต่อความยาวยอดของต้นกล้า พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l ส่งผลให้ความยาวยอดของต้นกล้าที่ยาวมากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ RO เมื่อทำการเก็บรักษาเมล็ดไว้เป็นเวลา 5-6 เดือน ในขณะที่เมื่อพิจารณาปัจจัยอุณหภูมิต่อความยาวยอดต้นกล้า พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อความยาวยอดของต้นกล้าที่ยาวมากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเมื่อทำการเก็บรักษาเมล็ดไว้เป็นเวลา 6 เดือน (ตารางที่ 25)

**ความยาวรากของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวรากต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming หรือปัจจัยอุณหภูมิต่อความยาวรากของต้นกล้าก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มของความยาวรากที่สูงเมื่อเมล็ดผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l หรือ ในเมล็ดที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 26)

**ตารางที่ 24** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพห้องปฏิบัติการ (ต้น/วัน)

| ปัจจัยทดลอง | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 2.95[b] | 4.77[b] | 4.30[b] | 4.83[b] | 3.90 | 4.45 |
| Priming + น้ำ RO | 3.22[ab] | 5.95[a] | 4.96[a] | 5.33[a] | 4.08 | 4.65 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 3.42[a] | 5.97[a] | 5.18[a] | 5.60[a] | 4.39 | 4.91 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ** | ** | ** | ** | ns | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | |
| 5 | 3.25 | 5.66 | 4.83 | 5.22 | 4.14 | 4.81 |
| 25 | 3.14 | 5.46 | 4.79 | 5.28 | 4.10 | 4.53 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 3.20 | 4.67 | 4.35 | 4.83 | 3.95 | 4.68 |
| Priming + น้ำ RO | 3.15 | 6.02 | 5.00 | 5.38 | 4.20 | 4.73 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 3.42 | 6.30 | 5.15 | 5.65 | 4.23 | 5.03 |
| ไม่ได้ทำ priming | 2.70 | 4.87 | 4.25 | 4.83 | 3.85 | 4.23 |
| Priming + น้ำ RO | 3.30 | 5.87 | 4.93 | 5.28 | 3.95 | 4.58 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 3.42 | 5.65 | 5.20 | 5.55 | 4.50 | 4.80 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 8.54 | 8.01 | 6.22 | 6.17 | 13.33 | 11.61 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 25** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวยอดของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (เซนติเมตร)

| ปัจจัยทดลอง | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | NA | NA | NA | 1.29 | 1.05[b] | 1.05[c] |
| Priming + น้ำ RO | NA | NA | NA | 1.38 | 1.10[b] | 1.13[b] |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | NA | NA | NA | 1.28 | 1.51[a] | 1.31[a] |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | ns | ** | ** |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | |
| 5 | NA | NA | NA | 1.32 | 1.24 | 1.22[a] |
| 25 | NA | NA | NA | 1.31 | 1.20 | 1.11[b] |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | ns | ns | ** |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming 5 | NA | NA | NA | 1.35 | 1.05 | 1.08 |
| Priming + น้ำ RO 5 | NA | NA | NA | 1.23 | 1.13 | 1.18 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 5 | NA | NA | NA | 1.38 | 1.55 | 1.40 |
| ไม่ได้ทำ priming 25 | NA | NA | NA | 1.23 | 1.05 | 1.03 |
| Priming + น้ำ RO 25 | NA | NA | NA | 1.53 | 1.08 | 1.18 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 25 | NA | NA | NA | 1.18 | 1.48 | 1.23 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | 18.72 | 4.42 | 4.86 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 26** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวรากของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (เซนติเมตร)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | NA | NA | NA | 2.58 | 2.49 | 3.09 |
| Priming + น้ำ RO | | NA | NA | NA | 2.49 | 2.66 | 3.09 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | NA | NA | NA | 2.81 | 2.63 | 3.33 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | NA | NA | NA | 2.63 | 2.60 | 3.24 |
| 25 | | NA | NA | NA | 2.63 | 2.58 | 3.09 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | NA | NA | NA | 2.55 | 2.45 | 3.20 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | NA | NA | NA | 2.43 | 2.70 | 3.28 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | NA | NA | NA | 2.90 | 2.65 | 3.25 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | NA | NA | NA | 2.60 | 2.53 | 2.98 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | NA | NA | NA | 2.55 | 2.63 | 2.90 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | NA | NA | NA | 2.73 | 2.60 | 3.40 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | | 9.89 | 7.24 | 14.63 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

**น้ำหนักสดของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักสดต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักสดต้นกล้าก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน แต่พบแนวโน้มของน้ำหนักสดที่มากเมื่อเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในขณะที่เมื่อพิจารณาปัจจัยการทำ seed priming ต่อน้ำหนักสดต้นกล้า พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างต่อเนื่องของน้ำหนักสดต้นกล้าในระหว่างการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มของน้ำหนักสดของต้นกล้าที่มากในเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l (ตารางที่ 27)

**น้ำหนักแห้งของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l ส่งผลให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้งมากสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming ในช่วงเดือนที่ 4-5 ของการเก็บรักษา แต่ในเดือนที่ 6 กลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 28)

**ตารางที่ 27** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักสดต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัม/ต้น)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | NA | NA | NA | 11.00 | 9.38[b] | 9.75 |
| Priming + น้ำ RO | | NA | NA | NA | 10.25 | 9.50[b] | 9.50 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | NA | NA | NA | 12.00 | 11.00[a] | 10.13 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ** | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | NA | NA | NA | 10.92 | 10.17 | 10.33 |
| 25 | | NA | NA | NA | 11.25 | 9.75 | 9.25 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | NA | NA | NA | 11.50 | 9.50 | 10.25 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | NA | NA | NA | 10.25 | 9.75 | 10.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | NA | NA | NA | 11.00 | 11.25 | 10.75 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | NA | NA | NA | 10.50 | 9.25 | 9.25 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | NA | NA | NA | 10.25 | 9.25 | 9.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | NA | NA | NA | 13.00 | 10.75 | 9.50 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | | 26.00 | 10.24 | 15.46 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 28** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ (มิลลิกรัม/ต้น)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | NA | NA | NA | 0.88[b] | 0.86[b] | 0.86 |
| Priming + น้ำ RO | | NA | NA | NA | 0.94[b] | 0.98[a] | 0.86 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | NA | NA | NA | 1.04[a] | 1.03[a] | 0.89 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ** | ** | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | NA | NA | NA | 0.94 | 0.95 | 0.86 |
| 25 | | NA | NA | NA | 0.96 | 0.96 | 0.87 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | NA | NA | NA | 0.90 | 0.88 | 0.85 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | NA | NA | NA | 0.93 | 0.95 | 0.88 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | NA | NA | NA | 1.00 | 1.03 | 0.90 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | NA | NA | NA | 0.85 | 0.85 | 0.88 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | NA | NA | NA | 0.95 | 1.00 | 0.85 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | NA | NA | NA | 1.08 | 1.03 | 0.88 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | | 9.11 | 7.09 | 6.76 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดนั้นพบว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกที่สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และมีความแตกต่างกันทางสถิตที่ค่อนข้างจะต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทั้งสองสภาพอุณหภูมิในช่วงการเก็บรักษาที่ 2-6 เดือน แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้พบว่าเมล็ดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกในสูงกว่าที่ 25 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน (ตารางที่ 29)

**เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติ**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกตินั้นก็พบว่า เมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่ต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming ในช่วงของการเก็บรักษา 6 เดือน และเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติพบว่า เมล็ดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติที่ต่ำกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 30)

**ตารางที่ 29** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 63.00$^{c}$ | 65.75$^{b}$ | 76.00 | 77.25$^{b}$ | 76.50$^{b}$ | 72.00$^{b}$ |
| Priming + น้ำ RO | | 68.25$^{b}$ | 69.00$^{ab}$ | 79.50 | 81.00$^{ab}$ | 81.00$^{ab}$ | 77.75$^{ab}$ |
| Priming+ไคโตซาน 50 mg/l | | 75.00$^{a}$ | 76.25$^{a}$ | 83.50 | 85.00$^{a}$ | 83.25$^{a}$ | 80.25$^{a}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | * | ns | * | * | * |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 72.50$^{a}$ | 73.66 | 81.33 | 82.83 | 81.83 | 78.33 |
| 25 | | 65.00$^{b}$ | 67.00 | 78.00 | 79.33 | 78.67 | 75.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | ns | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 70.00 | 67.00 | 77.00 | 78.50 | 77.50 | 75.00 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 71.00 | 74.00 | 80.00 | 82.50 | 81.00 | 79.00 |
| Priming+ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 76.50 | 80.00 | 87.00 | 87.50 | 87.00 | 83.00 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 56.00 | 64.50 | 75.00 | 76.00 | 75.50 | 71.00 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 65.50 | 64.00 | 79.00 | 79.50 | 81.00 | 76.50 |
| Priming+ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 73.50 | 72.50 | 80.00 | 82.50 | 79.50 | 77.50 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 6.62 | 11.22 | 7.10 | 6.87 | 5.61 | 7.21 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 30** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติในสภาพโรงเรือน

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 13.75[a] | 12.75 | 12.25[a] | 8.50 | 9.00 | 14.75 |
| Priming + น้ำ RO | | 13.00[a] | 15.50 | 10.25[ab] | 7.75 | 8.25 | 12.25 |
| Priming+ไคโตซาน 50 mg/l | | 9.75[b] | 12.00 | 7.5[b] | 6.23 | 7.00 | 12.25 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | * | ns | * | ns | ns | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 11.67 | 10.33[b] | 9.00 | 7.33 | 8.00 | 12.33 |
| 25 | | 12.67 | 16.50[a] | 11.00 | 7.67 | 8.17 | 13.83 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ** | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 13.50 | 11.00 | 11.00 | 9.50 | 8.00 | 15.50 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 13.50 | 11.50 | 9.50 | 7.00 | 10.50 | 11.00 |
| Priming+ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 8.00 | 8.50 | 6.50 | 5.50 | 5.50 | 10.50 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 14.00 | 14.50 | 13.50 | 7.50 | 10.00 | 14.00 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 12.50 | 19.50 | 11.00 | 8.50 | 6.00 | 13.50 |
| Priming+ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 11.50 | 15.50 | 8.50 | 7.00 | 8.50 | 14.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 20.86 | 31.57 | 31.62 | 48.27 | 40.50 | 31.25 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**เปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอก**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 2-6 เดือน ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกนั้นพบว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ค่อนข้างจะต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอก พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกที่ต่ำกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 31)

**เปอร์เซ็นต์เมล็ดตาย**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายในสภาพโรงเรือนพบว่า ทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 2-6 เดือน ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายนั้นพบว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l และน้ำ RO มีผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ค่อนข้างจะต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายพบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งสองสภาพอุณหภูมิ ไม่มีผลต่อความแตกต่างทางสถิติของเมล็ดตายในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 2-6 เดือน (ตารางที่ 32)

**เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดในสภาพโรงเรือนพบว่า ทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 2-6 เดือน ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดนั้นพบว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l และน้ำ RO มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดที่ต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ค่อนข้างจะต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา 2-6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งสองสภาพอุณหภูมิ ไม่มีผลต่อความแตกต่างทางสถิติของเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดแบบต่อเนื่อง ในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 4-6 เดือน (ตารางที่ 33)

**ตารางที่ 31** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน

| ปัจจัยทดลอง | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 13.75[a] | 11.50[a] | 6.00 | 8.25[a] | 9.00[a] | 6.50 |
| Priming + น้ำ RO | 11.00[b] | 7.25[b] | 5.50 | 7.75[a] | 7.00[ab] | 5.50 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 8.25[c] | 6.75[b] | 4.75 | 5.23[b] | 6.00[b] | 4.25 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ** | ** | ns | * | * | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | |
| 5 | 8.67[b] | 9.00 | 5.17 | 5.67[b] | 6.17[b] | 4.83 |
| 25 | 13.33[a] | 8.00 | 5.67 | 8.50[a] | 8.50[a] | 6.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | ** | ns | ns | ** | * | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming 5 | 9.50[c] | 13.50 | 5.50 | 6.00 | 8.50 | 6.00 |
| Priming + น้ำ RO 5 | 8.50[c] | 7.00 | 6.00 | 7.00 | 6.00 | 5.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 5 | 8.00[c] | 6.50 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 3.50 |
| ไม่ได้ทำ priming 25 | 18.00[a] | 9.50 | 6.50 | 10.50 | 9.50 | 7.00 |
| Priming + น้ำ RO 25 | 13.50[b] | 7.50 | 5.00 | 8.50 | 8.00 | 6.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 25 | 8.50[c] | 7.00 | 5.50 | 6.50 | 8.00 | 5.00 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 21.42 | 30.87 | 29.19 | 33.44 | 28.38 | 34.53 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 32** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 9.50[b] | 10.00[b] | 5.75 | 6.00 | 5.50[b] | 7.50[b] |
| Priming + น้ำ RO | | 7.75[ab] | 8.25[a] | 5.00 | 3.50 | 3.75[a] | 4.50[a] |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | 7.00[a] | 5.00[a] | 4.50 | 3.50 | 3.50[a] | 3.25[a] |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | * | ** | ns | ns | * | ** |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 7.17[a] | 6.83 | 4.83 | 4.12 | 4.00 | 5.00 |
| 25 | | 9.00[b] | 8.67 | 5.33 | 4.50 | 4.50 | 5.17 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 7.00[a] | 8.50 | 6.50 | 6.00 | 6.00 | 7.00 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 7.00[a] | 7.50 | 5.00 | 3.50 | 2.50 | 5.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 7.50[a] | 4.50 | 3.00 | 3.00 | 3.50 | 3.00 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 12.00[b] | 11.50 | 5.00 | 6.00 | 5.00 | 8.00 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 8.50[a] | 9.00 | 5.00 | 3.50 | 5.00 | 4.00 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 6.50[a] | 5.50 | 6.00 | 4.00 | 3.50 | 3.50 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 23.50 | 29.01 | 42.24 | 51.60 | 35.51 | 40.05 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 33** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน (วัน)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 16.70 | 12.37$^{a}$ | 14.11$^{a}$ | 11.13$^{a}$ | 10.11$^{a}$ | 8.93$^{a}$ |
| Priming + น้ำ RO | | 15.91 | 10.98$^{b}$ | 11.99$^{b}$ | 9.20$^{b}$ | 9.20$^{b}$ | 8.94$^{a}$ |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | 16.40 | 11.03$^{b}$ | 12.23$^{b}$ | 9.34$^{b}$ | 9.31$^{b}$ | 8.45$^{b}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ns | * | ** | ** | ** | * |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 15.81$^{b}$ | 11.2 | 13.12$^{a}$ | 9.80 | 9.63 | 8.80 |
| 25 | | 16.85$^{a}$ | 11.72 | 12.45$^{b}$ | 9.98 | 9.46 | 8.74 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | ns | ** | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 15.72$^{c}$ | 12.15 | 14.70 | 10.83 | 10.43 | 8.98 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 15.82$^{c}$ | 10.85 | 12.15 | 9.10 | 9.03 | 8.88 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 15.90$^{ab}$ | 10.62 | 12.50 | 9.48 | 9.43 | 8.45 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 17.67$^{a}$ | 12.60 | 13.53 | 11.43 | 9.80 | 8.75 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 16.00$^{bc}$ | 11.12 | 11.83 | 9.30 | 9.38 | 8.95 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 16.90$^{ab}$ | 11.45 | 12.00 | 9.20 | 9.20 | 8.35 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 4.05 | 5.54 | 3.05 | 5.25 | 4.37 | 3.57 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ความเร็วในการงอกของเมล็ด**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติ ในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 2-6 เดือน ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดนั้น พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l มีผลต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดที่สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ค่อนข้างจะต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ด พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งสองสภาพอุณหภูมิ ไม่มีผลต่อความแตกต่างทางสถิติของความเร็วในการงอกของเมล็ดแบบต่อเนื่อง ในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 3-6 เดือน (ตารางที่ 34)

**ความยาวยอดของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อความยาวยอดของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดที่ 4-6 เดือน ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อความยาวยอดของต้นกล้า พบว่าทุกสิ่งทดลองมีความยาวยอดของต้นกล้าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 5-6 เดือนที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ และเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อความยาวยอดของต้นกล้า พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งสองสภาพอุณหภูมิมีความยาวยอดของต้นกล้าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 4-6 เดือนที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 35)

**ความยาวรากของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อความยาวรากของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดที่ 5-6 เดือน ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อความยาวรากของต้นกล้า พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l และ น้ำ RO มีแนวโน้มส่งผลต่อความยาวรากที่มากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed primingและพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเก็บรักษาเมล็ดเป็นเวลา 4-5 เดือน แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อความยาวรากของต้นกล้า พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาทั้งสองสภาพอุณหภูมิไม่มีผลความยาวรากของต้นกล้าที่แตกต่างกันทางสถิติที่ต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ 4-6 เดือน (ตารางที่ 36)

**ตารางที่ 34** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในสภาพโรงเรือน (ต้น/วัน)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | 1.93$^{b}$ | 2.78$^{b}$ | 2.83$^{b}$ | 3.61$^{b}$ | 3.94 | 4.16$^{b}$ |
| Priming + น้ำ RO | | 2.18$^{a}$ | 3.40$^{ab}$ | 3.50$^{a}$ | 4.63$^{a}$ | 3.95 | 4.51$^{ab}$ |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | 2.33$^{a}$ | 3.81$^{a}$ | 3.59$^{a}$ | 4.80$^{a}$ | 3.65 | 4.88$^{a}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | ** | ** | ** | ns | ** |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | 2.33$^{a}$ | 3.57$^{a}$ | 3.31 | 4.47 | 3.91 | 4.61 |
| 25 | | 1.97$^{b}$ | 3.09$^{b}$ | 3.30 | 4.23 | 3.78 | 4.43 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | ** | * | ns | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | 2.27$^{ab}$ | 2.90 | 2.75 | 3.75 | 3.90 | 4.18 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | 2.27$^{ab}$ | 3.65 | 3.48 | 4.75 | 4.05 | 4.63 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | 2.45$^{a}$ | 4.17 | 3.70 | 4.90 | 3.78 | 5.03 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | 1.60$^{c}$ | 2.67 | 2.90 | 3.48 | 3.98 | 4.15 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | 2.10$^{b}$ | 3.15 | 3.53 | 4.50 | 3.85 | 4.4 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | 2.22$^{ab}$ | 3.45 | 3.48 | 4.70 | 3.53 | 4.73 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | * | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | 8.42 | 14.22 | 7.78 | 9.46 | 8.71 | 8.44 |

**หมายเหตุ** ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 35** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวยอดของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (เซนติเมตร)

| ปัจจัยทดลอง | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | NA | NA | NA | 2.06[b] | 2.00 | 1.92 |
| Priming + น้ำ RO | NA | NA | NA | 2.15[a] | 2.01 | 1.94 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | NA | NA | NA | 2.20[a] | 2.04 | 1.95 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | ** | ns | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | |
| 5 | NA | NA | NA | 2.16 | 2.05 | 1.96 |
| 25 | NA | NA | NA | 2.12 | 1.98 | 1.97 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | ns | ns | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming 5 | NA | NA | NA | 2.08 | 2.03 | 1.91 |
| Priming + น้ำ RO 5 | NA | NA | NA | 2.10 | 2.05 | 1.93 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 5 | NA | NA | NA | 2.23 | 2.08 | 1.95 |
| ไม่ได้ทำ priming 25 | NA | NA | NA | 2.05 | 1.98 | 1.93 |
| Priming + น้ำ RO 25 | NA | NA | NA | 2.11 | 1.98 | 1.95 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l 25 | NA | NA | NA | 2.18 | 2.00 | 1.96 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | 3.61 | 4.67 | 5.26 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 36** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความยาวรากของต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (เซนติเมตร)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | NA | NA | NA | 3.99[b] | 4.08[b] | 3.38 |
| Priming + น้ำ RO | | NA | NA | NA | 4.39[a] | 4.40[a] | 3.49 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | NA | NA | NA | 4.54[a] | 4.61[a] | 3.56 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ** | ** | ns |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | NA | NA | NA | 4.24 | 4.55[a] | 3.59 |
| 25 | | NA | NA | NA | 4.37 | 4.18[b] | 3.36 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ** | ns |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | NA | NA | NA | 3.78[c] | 4.35 | 3.55 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | NA | NA | NA | 4.25[b] | 4.53 | 3.53 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | NA | NA | NA | 4.70[a] | 4.78 | 3.70 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | NA | NA | NA | 4.20[b] | 3.80 | 3.20 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | NA | NA | NA | 4.53[ab] | 4.28 | 3.45 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | NA | NA | NA | 4.38[ab] | 4.45 | 3.43 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | * | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | | 5.45 | 6.30 | 9.81 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**น้ำหนักสดของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดที่ 5-6 เดือน ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อน้ำหนักสดของต้นกล้า พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l และ น้ำ RO มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าที่มากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเก็บรักษาเมล็ดเป็นเวลา 4-6 เดือน เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อน้ำหนักสดของต้นกล้า พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าที่มากกว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ 5-6 เดือน (ตารางที่ 37)

**น้ำหนักแห้งของต้นกล้า**

จากผลการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของการทำ seed priming กับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าในสภาพโรงเรือน พบว่าทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทางสถิติในช่วงการเก็บรักษาเมล็ดที่ 4-6 เดือน ในขณะที่พิจารณาเฉพาะปัจจัยการทำ seed priming ต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซาน 50 mg/l และน้ำ RO มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่มากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเก็บรักษาเมล็ดเป็นเวลา 4-6 เดือน เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่มากกว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ 6 เดือน (ตารางที่ 38)

**ตารางที่ 37** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักสดต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (มิลลิกรัม/ต้น)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | NA | NA | NA | 42.13$^{b}$ | 47.37$^{b}$ | 46.25$^{b}$ |
| Priming + น้ำ RO | | NA | NA | NA | 55.00$^{a}$ | 54.63$^{a}$ | 52.00$^{a}$ |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | NA | NA | NA | 56.25$^{a}$ | 57.88$^{a}$ | 54.75$^{a}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ** | ** | * |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | NA | NA | NA | 51.67 | 56.92$^{a}$ | 54.25$^{a}$ |
| 25 | | NA | NA | NA | 50.58 | 49.67$^{b}$ | 47.75$^{b}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ** | ** |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | NA | NA | NA | 40.00$^{c}$ | 50.50 | 49.25 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | NA | NA | NA | 54.75$^{ab}$ | 59.25 | 57.25 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | NA | NA | NA | 60.25$^{a}$ | 61.00 | 56.25 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | NA | NA | NA | 44.25$^{c}$ | 44.25 | 43.25 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | NA | NA | NA | 55.25$^{ab}$ | 50.00 | 46.75 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | NA | NA | NA | 52.25$^{b}$ | 54.75 | 53.25 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | * | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | | 7.43 | 8.52 | 9.91 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**ตารางที่ 38** ผลของการทำ seed priming และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อน้ำหนักแห้งต้นกล้าพริกขี้หนูที่อายุ 14 วัน หลังเพาะในสภาพโรงเรือน (มิลลิกรัม/ต้น)

| ปัจจัยทดลอง | | ระยะเวลา (เดือน) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| priming | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | | NA | NA | NA | 3.94$^{c}$ | 4.25$^{b}$ | 4.09$^{b}$ |
| Priming + น้ำ RO | | NA | NA | NA | 5.34$^{b}$ | 5.30$^{a}$ | 4.68$^{a}$ |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | | NA | NA | NA | 5.69$^{a}$ | 5.44$^{a}$ | 4.75$^{a}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ** | ** | ** |
| อุณหภูมิการเก็บรักษา ( °c ) | | | | | | | |
| 5 | | NA | NA | NA | 5.01 | 5.06 | 4.72$^{a}$ |
| 25 | | NA | NA | NA | 4.97 | 4.93 | 4.29$^{b}$ |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | * |
| Priming * อุณหภูมิการเก็บรักษา | | | | | | | |
| ไม่ได้ทำ priming | 5 | NA | NA | NA | 3.85 | 4.33 | 4.30 |
| Priming + น้ำ RO | 5 | NA | NA | NA | 5.40 | 5.35 | 4.98 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 5 | NA | NA | NA | 5.78 | 5.50 | 4.88 |
| ไม่ได้ทำ priming | 25 | NA | NA | NA | 4.03 | 4.18 | 3.88 |
| Priming + น้ำ RO | 25 | NA | NA | NA | 5.28 | 5.25 | 4.38 |
| Priming + ไคโตซาน 50 mg/l | 25 | NA | NA | NA | 5.60 | 5.38 | 4.63 |
| การทดสอบทางสถิติ (F-test) | | | | | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | | | | | 3.44 | 6.04 | 9.12 |

**หมายเหตุ** NA ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเมล็ดใช้เวลาในการงอกนานกว่า 14 วัน

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

**วิจารณ์ผลการทดลอง**

จากผลการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูในครั้งนี้เมล็ดมีการดูดน้ำคงที่และเพียงพอต่อการเกิดกระบวนการงอกหลังการแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปภายในเมล็ดเท่ากับ 37.48 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นการดูดน้ำ ในระยะที่ 2 ซึ่งระยะนี้เมล็ดมีการดูดน้ำเข้าไปภายในเมล็ดค่อนข้างคงที่ ซึ่งเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าสู่ระยะที่ 2 แล้วนั้นจะมีผลให้เมล็ดมีการสร้างเอมไซม์และมีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้น เช่น การหายใจสูงขึ้น มีการย่อยสารอาหารทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอื่นๆ ที่สะสมในเมล็ดให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงและมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ และถูกย้ายไปยังจุดเจริญเพื่อใช้ในการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ภายในต้นอ่อน ดังนั้นเมื่อเมล็ดถูกกระตุ้นให้พร้อมที่จะงอกก่อนแล้วนำไปเพาะจึงทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น และเมล็ดจะมีความงอกที่สูงด้วยเนื่องจากช่วงเวลาในการดูดน้ำเพื่อเข้าสู่ระยะที่ 3 สำหรับการเจริญของต้นอ่อนจะสั้นลง ทำให้เมล็ดงอกเร็ว ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพแวดล้อมและการถูกทำลายโดยจุลินทรีย์ภายในดินระหว่างการงอกของเมล็ด

การแช่เมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดในแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์ จะใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาดเมล็ด ความหนาบางของเปลือกหุ้มเมล็ด องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำของเมล็ดที่ช้าเร็วต่างกัน หรือถึงแม้จะเป็นพันธุ์เดียวกันแต่อายุของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวต่างกันก็มีผลต่ออัตราการดูดน้ำที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน (จวงจันทร์, 2529; วันชัย, 2553) นอกจากนี้ยังขึ้นกับการจัดการที่แตกต่างกันในระหว่างการเตรียมพร้อมเมล็ด ดังเช่น ผลการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการแช่เมล็ดนาน 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากการศึกษาของ กุลธิดา และคณะ (2558) ที่รายงานว่า เมล็ดพริกพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือนจะใช้ระยะเวลา 8 ชั่วโมงในการแช่เมล็ดเมื่อมีการให้อากาศร่วมด้วย ซึ่งเพียงพอต่อการงอกของเมล็ด ในขณะที่งานวิจัยของ วิลาสินี (2547) ได้รายงานว่าเมล็ดพริกพันธุ์บางช้างสามารถดูดน้ำได้อย่างเพียงพอต่อการงอกโดยใช้ระยะเวลาเพียง 5 ชั่วโมง เมื่อแช่เมล็ดในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ร่วมกับการให้อากาศเป็นเวลา 30 นาทีต่อชั่วโมง และทำการบ่มเมล็ดเป็นระยะเวลา 2 วัน แล้วลดความชื้นเมล็ดลงจะมีผลทำให้เมล็ดงอกรากเร็วและมีดัชนีการงอกที่สูง ซึ่งจากการวิจัยดังกล่าวนี้ได้มีการจัดการปัจจัยระหว่างการแช่เมล็ดด้วยการให้อากาศทำให้เมล็ดดูดน้ำได้มากกว่าการไม่ให้อากาศ โดยเมล็ดพริกพันธุ์บางช้างมีปริมาณน้ำในเมล็ด 120 และ 109 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือนมีปริมาณน้ำในเมล็ด 136 และ 123 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (กุลธิดา และคณะ, 2558) ในการให้ปัจจัยทั้งอุณหภูมิและออกซิเจนที่สูงขึ้นในน้ำนั้นมีผลต่ออัตราการดูดน้ำและการได้รับออกซิเจนเพิ่มขึ้นของเมล็ด ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญต่อกระบวนการงอกของเมล็ด โดยมีผลต่อการชักนำให้

เกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีและเมตาบอลิซึมภายในเมล็ด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการงอกที่เร็ว รวมทั้งการเจริญเติบโตและการยืดยาวของเอ็มบริโอ (Yeoung *et al.*,1996)

การทำ seed priming ทุกสิ่งทดลองในการทำวิจัยครั้งนี้มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดพันธุ์น้อยกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปรียา และคณะ (2554) ที่รายงานว่า ปริมาณของธาตุแคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานหลังการทำ seed priming น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการทำ seed priming มีผลต่อการลดการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดพันธุ์เนื่องจากเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ได้มีการจัดเรียงตัวใหม่ของชั้นเยื่อหุ้มเซลล์ รวมทั้งมีการซ่อมแซมส่วนที่สึกเหรอของเยื่อหุ้มเซลล์และออร์กาเนลล์ต่างๆ เพื่อความพร้อมในการเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l ในครั้งนี้ช่วยส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนมีความเร็วในการงอกที่สูงและมีการเจริญของต้นกล้าโดยเฉพาะความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ seed priming เมื่อนำไปเพาะในโรงเรือน ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Ya-jing *et al.* (2009) ที่รายงานว่า การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารไคโตซานที่มีความเข้มข้น 0.25, 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอก ความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักแห้งต้นและรากเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชุดควบคุม และการศึกษาของ บัณฑิตา และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดแพงพวยลูกผสม และพบว่าสารละลายไคโตซานส่งเสริมให้เมล็ดแพงพวยมีค่าดัชนีความเร็วในการงอก และความสูงของต้นกล้าดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้แช่สารละลายไคโตซาน โดยการแช่สารละลายไคโตซาน 20 และ 40 mg/l ส่งเสริมให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกของต้นกล้าที่สูง นอกจากนี้ วรรณิศา และคณะ (2559) ได้รายงานว่าการฉีดพ่นสารไคโตซานเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่ต้นพริกขี้หนู ทุกสัปดาห์หลังย้ายปลูก สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตได้ จากผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารไคโตซานมีผลต่อการงอกและการเจริญของต้นพืชนั้นอาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของไคโตซาน ดังนี้

สารไคโตซานมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (สุวลี, 2544) โดยไนโตรเจนจะช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตทางด้านราก ลำต้น ใบ และช่วยให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ทำให้พืชมีใบสีเขียว ไคโตซานช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดให้ดีขึ้นและเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ (Lipase activity) $GA_3$ และ IAA (Zhou *et al.,* 2002) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอกของเมล็ด นอกจากนี้ วรรณิศา และคณะ (2559) ได้รายงานว่า การให้ไคโตซานแก่พริกขี้หนูมีผลต่อปริมาณกรดซาลิไซลิกและคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Dzung *et al.* (2011) ที่ฉีดพ่นไคโตซานความเข้มข้น 60 mg/l แก่ต้นกาแฟแล้วพบว่า

ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น เนื่องจากไคโตซานช่วยส่งเสริมให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์สูงขึ้น และมีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีผลผลิตสูงสุดเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ไคโตซานช่วยกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัว ได้แก่ ยีนที่สร้าง phenylalanine ammonialyase (PAL) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างสารประกอบฟีนอล เช่น ลิกนิน ที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเชื้อราวมถึงการป้องกันการเกิดโรคจากเชื้อรา มีผลต่อการกระตุ้นให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคและแมลงได้ดีขึ้นกว่าที่ไม่มีการให้ไคโตซาน นอกจากนี้ไคโตซานยังช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินทำให้ลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ด้วย (Hadwiger and Beckman, 1980; ละอองศรี, 2558; วรรณิศา และพรไพรินทร์, 2559) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ ในเมล็ดที่ทำ seed priming ด้วยไคโตซาน โดยเฉพาะในเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุจะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ทำ seed priming ทั้งที่ทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน

จากผลการวิจัยดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าการให้ไคโตซานแก่พืชส่งผลให้พืชมีความแข็งแรงและมีประสิทธิภาพในการสร้างอาหารของต้นกล้าจากการสังเคราะห์แสงที่สูงซึ่งทำให้เกิดการสะสมอาหารของต้นกล้าเพิ่มขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ ดังเช่นเมื่อเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือนที่ต้นกล้าได้ธาตุอาหารจากวัสดุปลูกและได้แสงที่เพียงพอต่อการเจริญ จึงมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้น ดังเช่น ผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าเมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l มาเพาะในสภาพโรงเรือนแล้วต้นกล้ามีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่สูงขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานมาทำการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุตามการทดลองที่ 3 ผลที่ได้พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานยังคงมีความงอกและความเร็วในการงอกสูงที่สุด โดยเมล็ดมีความงอกลดลงน้อยที่สุด รวมทั้งเปอร์เซ็นต์เมล็ดตายเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อราที่ต่ำ ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l ยังคงมีความแข็งแรงมากกว่า หรือมีการเสื่อมของเมล็ดที่ช้ากว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming และที่ทำ seed priming ด้วยน้ำ โดยเมล็ดสามารถงอกได้ดีและเร็วแม้ได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและถึงแม้นำเมล็ดมาเก็บรักษานานถึง 6 เดือน ดังในงานทดลองที่ 4 เมล็ดก็ยังคงมีคุณภาพที่ดีทั้งด้านความงอกที่สูง งอกสม่ำเสมอ เมล็ดงอกได้เร็ว รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ยังคงสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming เมื่อนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือน

การเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่สูงกว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของสภาพอุณหภูมิต่ำที่มีผลต่อการชะลอการเสื่อมสภาพของเมล็ด โดยการที่เมล็ดได้รับสภาพอุณหภูมิต่ำนั้นมีผลต่อการหายใจและกระบวนการทางชีวเคมีอื่นๆ ภายในเมล็ดที่ลดลง ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับการใช้อาหารที่สะสมในเมล็ดน้อยลงด้วย จึงทำให้เมล็ดยังคงมีอาหารสะสมในเมล็ดที่มากพอสำหรับการเจริญของต้นกล้าในช่วงระยะแรกของการงอก ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ จินตนา (2563) ที่เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองในสภาพอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อการรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ยังคงสูงและมีผลต่อการเจริญของต้นกล้าที่ดี โดยมีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่สูงกว่าการเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส เมื่อทำการเพาะในสภาพโรงเรือนหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

# บทที่ 5
# สรุปและข้อเสนอแนะ

การทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดในน้ำ RO ที่ 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกขี้หนู เนื่องจากทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก และความเร็วในการงอกสูงที่สุด

การทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก และความเร็วในการงอกที่สูง

การทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50-100 mg/l และน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นเมื่อนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือน

การทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l และเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน เมล็ดยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ความเร็วในการงอก และความยาวยอดของต้นกล้าที่สูงเมื่อนำเมล็ดมาเพาะในสภาพโรงเรือน

การเก็บรักษาเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming สามารถเก็บรักษาได้ทั้งสภาพอุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดที่ต่างกันในระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเจริญของต้นกล้าที่ดี คือ ต้นกล้ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่สูง เมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน มาเพาะในสภาพโรงเรือน

# บรรณานุกรม


กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. **มีอะไรในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา file:///C:/Users/USER/Downloads/Documents/G1_21.pdf. (25 กันยายน 2562)

กรมวิชาการเกษตร. 2557. **คู่มือศัตรูพริก**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. นนทบุรี.

กรุง สีตะธนี. 2556. **คู่มือปลูกพริก**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน. นครปฐม.

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

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

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

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529b. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร. กรุงเทพฯ.

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2541. **การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

จินตนา สงฤทธิ์. 2563. **การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองฝรั่งเศสโดยวิธีการทำ seed priming.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ชณิตรา โพธิคเวษฐ์, โมทนา สมเสียง และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2555. การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจ 4 ชนิด ด้วยการทำ priming. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 43(2)(พิเศษ): 397-400.

ชณิตรา โพธิคเวษฐ์, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2553. ผลการเตรียมความพร้อมเมล็ดต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวา. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** (พิเศษ)**.** 41(3/1): 405-408.

ชนิกานต์ เกิดกล้า, พิจิตรา แก้วสอน และปริยานุช จุลกะ. 2562. **ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ**. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16. ระหว่างวันที่ 18-21 มิถุนายน 2562. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. ลพบุรี. 234-243.

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

ไชยวัฒน์ ไชยสุต. 2550. **น้ำหมักชีวภาพ: เทคโนโลยีเพื่อความพอเพียงสู่นวัตกรรมเพื่อสุขภาพชุมชนที่ยั่งยืน**. ปทุมธานี: งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชนบทและชุมชน ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

เดือนเต็ม ลอยมา, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, ภณุมาศ ฤทธิไชย และศิริชัย กัลยณารัตน์. 2552. ผลของ Sorbitol และ Chitosan ต่อการคายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักแฟง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 40(1): 297-300.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2551. **เกษตรธรรมชาติ**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย ทองเฟื่อง และดนุพล เกษไธสง. 2561. อิทธิพลของระยะเวลาการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมีในข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวานพิเศษ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 49:1 (พิเศษ) : 5-9.

ธำรงค์ เครือชุมพล. 2551. **พริก**. เกษตรสยามบุ๊คส์. กรุงเทพฯ.

นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming. **วารสารเกษตรพระวรุณ**. 15: 17-30.

นิมมานรดี พรหมทอง, สาธิต พสุวิทยกุล และธัญลักษณ์ สินเติม. 2559. ผลของการไพร์มมิ่งต่อการงอกของเมล็ดกระเจี๊ยบแดง. **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์** (พิเศษ)**.** 3(3)*:* M06/17-21.

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

นิติภูมิ เจริญศรีสัมพันธ์. 2555. **ผลของการกระตุ้นความงอกด้วยสารเคมีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์พริก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: นครปฐม.

นกน้อย ชูคงคา, ทรงศิลป พจนชนะชัย, ภภัสสร วัฒนกุลภาคิน และเดือนเต็ม ลอยมา. 2554. ผลของการแชเมล็ดพันธุพริกด้วยสารละลายไคโตซานและการใชน้ำร้อนต่อคุณภาพเมล็ดพันธุในระหว่างการเก็บรักษา. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 42(1): 437-440.

บัณฑิตา ยงค์, วัชรา ทะมะละ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2550. ผลของสารไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดแพงพวยลูกผสม. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 38(6) (พิเศษ**)**: 193-196.

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

บุญมี ศิริ. 2546. **วิทยาการเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญมี ศิริ. 2552. **วิทยาการเมล็ดพันธุ์**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญมี ศิริ. 2557. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สมัยใหม่**. 20-23 พฤษภาคม 2557.

บุญมี ศิริ. 2558. **การปรับปรุงสภาพ และยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์**. คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.

บุญมี ศิริ และอรนุช เดียมขุนทด. 2556. ผลของการทำ osmopriming ด้วยสารเคมีต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **วารสารแก่นเกษตร** (พิเศษ). 41(1): 244-249.

บุญมี ศิริ และอรนุช เดียมขุนทด. 2556. ผลของการทำ osmopriming ด้วยสารเคมีต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **วารสารแก่นเกษตร** (พิเศษ). 41(1): 244-249.

บุญมี ศิริ, อัญชุลี มุขศรี และชินานาตย์ คำพันธ์. 2544. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพแทสเซียม และแคลเซียมที่รั่วซึมออกจากเมล็ดกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9. **วารสารแก่นเกษตร**. 29(3): 140-146.

บุญมี ศิริ, อรนุช เดียมขุนทด และพจนา สีขาว. 2556. การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่ผ่านการกระตุ้นการงอกโดยวิธีการเร่งอายุ. **วารสารแก่นเกษตร**. 41(1): 250-256.

ประเสริฐ ประภานภสินธุ์. 2542. **การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพริกด้วยวิธี** Hydropriming **และ** Osmoconditioning. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2537. **การปลูกและการขยายพันธุ์พริก: พืชเศรษฐกิจรสร้อนแรง สร้างเงินล้าน**. เพชรกะรัต. กรุงเทพฯ.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์ และจิรวรรณ โรจนพรทิพย์. 2537. **เคล็ดลับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบมืออาชีพ**. เพชรกะรัต. กรุงเทพฯ.

ปรียา แก้วนารี, คณิต วิชิตพันธุ์, ปรีย์กมล กลั่นฤทธิ์ และบุญมี ศิริ. 2550. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความงอกและการรั่วไหลของสารอิเล็คโทรไลท์จากเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่ผ่านการเร่งอายุ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 38(5): 156-159.

ปรียา แก้วนารี, คณิต วิชิตพันธุ์, สุกานดา วิชิตพันธุ์, ปรีย์กมล กลั่นฤทธิ์ และบุญมี ศิริ. 2553. **ผลของกระบวนการเร่งอายุและกระบวนการ osmopriming ต่อการงอกและการเกิด peroxidation product ในเมล็ดพริกหวาน**. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7. ระหว่างวันที่ 18-20 พฤษภาคม 2553. ณ โรงแรมท็อบแลนด์. พิษณุโลก. 44-49.

ปรียา แก้วนารี, คณิต วิชิตพันธุ์, สุกานดา วิชิตพันธุ์, ปรีย์กมล กลั่นฤทธิ์ และบุญมี ศิริ. 2554. **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความงอกและการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลท์จากเมล็ดพริก**

**หวาน ที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดโดยวิธี priming**. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8. ระหว่างวันที่ 17-20 พฤษภาคม 2554. ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ แอน คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์. อุบลราชธานี. 230-236.

พจนา สีขาว และบุญมี ศิริ. 2550. ผลของการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่มีคุณภาพต่างกันโดยวิธีการทำ seed priming. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 38(5)(พิเศษ): 168-172.

พจนา สีขาว, ชินานาตย์ ไกรนารถ และบุญมี ศิริ. 2551. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานหลังการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี seed priming. **วารสารแก่นเกษตร.** 36: 295-304.

พิจิตรา แก้วสอน, ปาริฉัตร บุญยืน และปริยานุช จุลกะ. 2557. การศึกษาเบื้องต้นของลักษณะทางกายภาพและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์วงศ์แตงบางชนิด. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 45(2): 549-552.

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

พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล, นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง, อุดม ฟ้ารุ่งสาง, เจริญ ขุนพรม, สมนึก ทองบ่อ, ยุพิน อ่อนศิริ และชูศักดิ์ คุณุไทย. 2552. **ผลของการใช้ไคโตซานต่อคุณภาพและการควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวของพริก**. *ใน* รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาริณี เจียมเมืองปักษ์, วันชัย จันทร์ประเสริฐ, ธนพล ไชยแสน และจวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2560. **ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วลิสงภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำ**. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14. ระหว่างวันที่ 30 พฤษภาคม – 2 มิถุนายน 2560. ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จังหวัดชุมพร. 92-102.

ภาสกร นันทพานิช และหทัยชนก นันทพานิช. ม.ป.ป. **ไคโตซาน**. คลินิกเทคโนโลยีที่พึ่งของชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2541. **พริก.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

มนทนา รุจิระศักดิ์, พรศิลป์ สีเผือก และพิทยา เกิดนุ่น. 2556. **การเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้น้ำหมักกรกหมูและ น้ำส้มควันไม้**. *ใน* การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, ระหว่างวันที่ 15-16 กรกฎาคม 2556.

รัตนากร กฤษณชาญดี. 2560. ผลของน้ำสารสกัดชีวภาพจากพืชต่อการคลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม. **วารสารแก่นเกษตร**. 45(1) (พิเศษ): 1283-1288.

ละอองศรี ศิริเกษร. 2558. ผลของการใช้ไคโตซานและแคลเซียมเคลือบผลต่อการหลุดร่วงของผล กล้วยหอมทองระหว่างการสุก. *ใน* รายงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2558. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. นนทบุรี.

วราวุฒิ พุทธให้. 2546. **การเตรียมและศึกษาคุณลักษณะของเยื่อบางไคโตซานและเยื่อประกอบโพลิอีเทอร์ซัลไฟน/ไคโตซานเพื่อทำเป็นเยื่อกรองระดับอัลตรา**. มหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์.

วรรณิศา ปัทมะภูษิต และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2559. ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณกรดซาลิไซลิกในพริกขี้หนู. **วารสารแก่นเกษตร**. 44(1): 141-146.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วัลลภ สันติประชา. 2550. **บทปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.

วลลภ สันติประชา และขัญจิตร สันติประชา. 2541. **เทคนิคการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับเขตร้อนชื้น**. ภาควิชา พืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.

วิริยา กิตติวัชนะ, วชิรญา อิ่มสบาย และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2560. **คุณภาพและกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพริกพันธุ์แม่ปิงหลังไพร์มมิ่งด้วยความเร็วในการลดความชื้นต่างกัน**. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14. ระหว่างวันที่ 30 พฤษภาคม – 2 มิถุนายน 2560. ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์. ชุมพร.

วิลาสินี รามนัฏ. 2547. **การกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธี Hydropriming**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีณารัตน์ มูลรัตน์, สมชาย ชคตระการ และอัญชลี จาละ. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาล ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** 48: 82-88.

ศรันยา คุ้มปลี และสุรพงษ์ ดำรงกิตติกุล. 2555. ผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์พริก. **การประชุมวิชาการแห่งชาติ** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน**.** 9: 2339-2346.

ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2545. **โรคของผัก และการควบคุมโรค**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์. 2555. **คู่มือการผลิตไคติน - ไคโตซานจากหอยเชอรี่**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา file:///C:/Users/USER/Downloads/

Documents/kaitin-kaitosan-village.pdf. (20 กันยายน 2562).

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2552. **คู่มือการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์**. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักส่งเสริม และจัดการสินค้าเกษตร. 2562. **พริก**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา file:///C:/Users/USER/Downloads/Documents/45-46.pdf. (22 ตุลาคม 2563).

สำนักงานประสานงานวิจัยและพัฒนา. 2550. สมุนไพรเพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง พริกไม่ใช่แค่.....พริก. **วารสารประชาคมวิจัย**. 73: 10-14.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. **ปริมาณและมูลค่า การส่งออก เมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า ปี 2557-2561**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/view/1/. (21 กรกฎาคม 2562).

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. **แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

สุชาดา ยุติวงษ์. 2538. **การประเมินความแข็งแรง การเจริญเติบโต และผลผลิตถั่วเหลืองจากเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตเกษตรศาสตร์ สาขาวิชาพืชไร่, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2557. **พริก : นวัฒกรรม จากทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืชสู่การใช้ประโยชน์**. สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

สุธาสินี หลำรอด. 2557. **ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์กับการสร้างเอทานอลในเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พันธุ์สีดาทิพย์**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร วิทยาเขตกำแพงแสน.

อนุรัชนี ยนปลัดยศ, จำนอง โสมกุล และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2562. **การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกที่เก็บรักษาในบรรยากาศออกซิเจนสูง**. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16. ระหว่างวันที่ 18-21 มิถุนายน 2562. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี. 148-160.

อรนุช เดียมขุนทด. 2556. **ผลของวิธีการให้ความชื้นและการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ในการทำ** seed priming **ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรนุช เดียมขุนทด และ บุญมี ศิริ. 2557. ผลของวิธีการทำ matrix priming และอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **วารสารแก่นเกษตร.** 42(2): 249-254.

อานัฐ ตันโช. 2549. **เกษตรธรรมชาติประยุกต์ : หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย.**

ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อานัฐ ตันโช. 2551. **เกษตรธรรมชาติประยุกต์: หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2 ปทุมธานี: ฝ่ายชุมชนและผู้ด้อยโอกาส สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อินทร์ธัชว์ ศรีบุตต์, วีรยุทธ สีหานู และอนันต์สิทธิ์ มีเพียร. 2558. ผลของอัตราไคโตซานที่ผสมกับดินปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศในถาดหลุมเพาะ. **วารสารแก่นเกษตร**. 43(1) (พิเศษ): 907-910.

Association of Official Seed Analysis. 2002. **Seed Vigor Testing Handbook**. AOSA. Handbook.

Bewley, J Derek and Black, Michael. 1982. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: volume 2: viability, dormancy, and environmental control**. Berlin: Springer-Verlag.

Bradford, Kent J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience (USA)**.

Bradford, KJ and Bewley, JD. 2002. Seeds: Biology, technology and role in agriculture. **Plants, genes and crop biotechnology, 2nd ed., Jones and Barlett, Boston, MA, USA:** 210-239.

Bradford, K. J., Benech-Arnold, Roberto L., Come, D., and Corbineau, F. 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.

Bray, C. M. 1995. **Biochemical processes during the osmopriming of seeds**. In Seed development and germination. Routledge.

Delouche, JC and Baskin, CC. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed science and technology**. 1: 427-452.

Derman, J., Brocklehurst, P.A. and R.L.K. Berjak. 1986. Effect of priming and ageing on onion seed germination. **Ann. Appl. Biol.** 108: 639-648.

Duangpatra, J. 1986. **Seed Technology**. Bangkok: Agricultural Book Groups.

Dzung, N.A., V.T.P. Khanh, and T.T. Dzung. 2011. Research on impact of chitosan oligomers on biophysical characteristics, growth, development and drought resistance of coffee. **Carbohydrate Polymers**. 84: 751-755.

Gray, D, STECKEL, JOYCE RA and HANDS, LOUISE J. 1990. Responses of vegetable seeds to controlled hydration. **Annals of Botany**. 66(2): 227-235.

Hadwiger L.A. and Beckman J.M. 1980. Chitosan as a Component of Pea-Fusarium solani Interactions. **Plant Physiol**. 66: 205-211.

Halmer, Peter. 2004. Methods to improve seed performance in the field. **Handbook of seed physiology. New York, Food Products Press, The Harworth Press, Inc:** 125-166.

Halmer, P. 2008. Seed technology and seed enhancement. **Acta Hortic**. 771: 17-26.

Hernández-Verdugo, Sergio, Oyama, Ken and Vázquez-Yanes, Carlos. 2001. Differentiation in seed germination among populations of Capsicum annuum along a latitudinal gradient in Mexico. **Plant Ecology**. 155(2): 245-257.

ISTA. 2004. **International Rules for Seed Testing**. Seed Science and Technology. Glattbrugg, Switzerland.

ISTA. 2014. **International Rules for Seed Testing**. International Seed Testing Association. Brassersdorf, Switzerland.

Jett, Lewis W, Welbaum, Gregory E and Morse, Ronald D. 1996. Effects of matric and osmotic priming treatments on broccoli seed germination. **Journal of the American society for horticultural science.** 121(3): 423-429.

Kaewnaree, P. 2010. **The biological change during an accelerated aging and priming processes in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) seed**. Khon Kaen.

Lutts, Stanley ; Benincasa, Paolo ; Wojtyla, Lukasz ; Kubala, Szymon ; Pace, Roberta ; Lechowska, Katarzina ; Quinet, Muriel ; 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***. InTech. 1-46.

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In M. a. B. Black, J.D. (Ed.), **Seed technology and its biological basis**. Sheffield, England: Sheffield Academic Press.

Moradi, A. and Younesi, O. 2009. Effects of Osmo and Hydro-priming on Seed Parameters of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**. 3: 1696- 1700.

Murray, David Ronald. 1984. **Seed physiology: germination and reserve mobilization**. Academic Press.

Ozbingol, N, Corbineau, F and Come, D. 1998. Responses of tomato seeds to osmoconditioning as related to temperature and oxygen. **Seed Science Research.** 8(3)*:* 377-384.

Purseglove, J.W., E.G. Brown, C.L. Green and S.R.J. Robbins. 1981. **Spices**. New York: Longman.

Rajjou, Loic, Duval, Manuel, Gallardo, Karine, Catusse, Julie, Bally, Julia, Job, Claudette and Job, Dominique. 2012. Seed germination and vigor. **Annual review of plant biology.** 63: 507-533.

Raweewun Suvannasara and Suchada Boonlertnirun. 2013. Studies on appropriate chitosan type and optimump concentration on rice seed storability. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**. 8(3): 196-200.

Sivritepe, H.O and Senturk, B. 2011. A comparison of hydro and halopriming with dehydration treatments for physiological enhancement of pepper seeds. **Journal of Agricultural Faculty of Uludag University (Turkey)**.

Ya-jing, G., H. Jin, W. Xian-ju and S. Chen-xia. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**. 10: 427-433.

Yeoung. Y.R., Wilson, D.O. and Murray, G.A. 1996. Germination Performance and Loss of Late-embryogenesis-abundant (LEA) Protein during Muskmelon Seed Priming. **Seed Science and Technology.** 24: 429-441.

Zhou Y.G., Yang Y.D., Qi Y.G., Zhang Z.M., Wang X.J. and Hu X.J. 2002. Effects of chitosan on some physiological activity in germinating seed of peanut. **Journal Peanut Science**. 31: 22-25.

# ประวัติผู้วิจัย

| | | |
|---|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | Mrs. Bouakham KEOBOUA | |
| **เกิดเมื่อ** | 06 November 1985 | |
| **ประวัติการศึกษา** | พ.ศ. 2546 | Sayabouly high school |
| | พ.ศ. 2551 | Bachelor of Plant Science |
| | | Faculty of Agriculture and Forest resource |
| | | Souphanouvong University, Lao P.D.R. |
| **ประวัติการทำงาน** | พ.ศ. 2557-ปัจจุบัน | work at Faculty of Agriculture and Forest |
| | | resource, Souphanouvong University |
| | | Lao P.D.R. |
| | อีเมล | kkeoboua@gmail.com |

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY