ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่ พืชไร่นา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่มีผลมาจาก Seed Priming

Assessment of Quality Aspects of Field Soybean and Vegetable Soybean Seed as Affected by Seed Priming

นามผู้วิจัย นายทัศนัย ชัยเพ็ชร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สิริกุล วะสี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์วันชัย จันทร์ประเสริฐ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด ที่มีผลมาจาก Seed Priming

Assessment of Quality Aspects of Field Soybean and Vegetable Soybean Seed as Affected by Seed Priming

โดย

นายทัศนัย ชัยเพ็ชร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทัศนัย ชัยเพ็ชร 2557: การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่มีผลมาจาก Seed Priming ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D. 125 หน้า

การศึกษาการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่มีผลมาจาก seed priming โดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 แช่ในสารละลาย polyethylene glycol (PEG_{6000}) ที่ -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการ priming ไปประเมินความงอก ดัชนีการงอก ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ ความยาวยอดและรากของต้นกล้า และค่าการนำไฟฟ้า พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้ความงอกและดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใช้ PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่เพิ่มขึ้น และจากการศึกษาผลของ seed priming ที่มีต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้ ความงอก ดัชนีการงอก ความงอกในไร่ และผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิต

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tassanai Chaipech 2014: Assessment of Quality Aspects of Field Soybean and Vegetable Soybean Seed as Affected by Seed Priming. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Assistant Professor Jutamas Romkaew, Ph.D. 125 pages.

Assessment of quality aspects of field soybean and vegetable soybean seed as affected by seed priming was studied. Field soybean cv. KUSL 3802-1 and vegetable soybean cv. MJ-0005-12-45 were primed in polyethylene glycol (PEG_{6000}) solution of -0.4, -0.8 and -1.2 MPa for 3, 6, 9 and 12 hours. After primed seed, germination, germination index, vigor as determined by accelerated aging, shoot and root length and electrical conductivity were determined. The results showed that primed seeds of vegetable soybean cv. MJ-0005-12-45 with PEG_{6000} -1.2 MPa for 6 hours had higher germination and germination index than non primed seed. While, PEG_{6000} concentration and priming period had not affect to germination and vigor of field soybean seed. In addition, effect of seed priming on field emergence, growth and yield of field soybean and vegetable soybean were studied. It was found that PEG_{6000} -1.2 MPa for 6 hours gave higher germination, germination index, field emergence and seed yield of vegetable soybean seed than non-primed seed. Primed seeds of field soybean cv. KUSL 3802-1 using PEG_{6000} -0.8 and -1.2 MPa for 6 and 12 hours did not affect to field emergence, growth and seed yield.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.สิริกุล วะสี และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการทำการทดลอง ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์กรุง สีตะธนี ที่กรุณาสั่งสอนและให้คำแนะนำในการทำงาน ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรหม ประธานในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และรองศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นิสิตภาควิชาพืชไร่นาและเจ้าหน้าที่ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อนทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนแล้วเสร็จ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ที่กรุณาให้ทุนการศึกษา และโอกาสในการทำงาน ตลอดจนอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์สำหรับทำการทดลอง และภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์สำหรับการทดลองครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณจ่าสิบเอกเหรียญชัย คุณแม่ลำใย ชัยเพ็ชร น้องสาว และญาติพี่น้องของข้าพเจ้าทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

ทัศนัย ชัยเพ็ชร

กุมภาพันธ์ 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	30
สรุปผลการทดลอง	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	110
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	125

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	32
2	ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	32
3	ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	35
4	ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	36
5	เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	39
6	เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	40
7	ความยาวยอด (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	43
8	ความยาวยอด (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	44
9	ความยาวราก (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

10 ความยาวราก (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 48

11 ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 51

12 ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ primingด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 51

13 ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 54

14 ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 55

15 ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 58

16 ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 59

17 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ primingด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 61

18 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 62

19 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 64

20 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์) ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	66
22	ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	66
23	วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	69
24	วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	69
25	ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	71
26	ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	71
27	ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	73
28	ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	73
29	ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	74
30	ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

31 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 77

32 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 78

33 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 80

34 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 80

35 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 82

36 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 82

37 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 84

38 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

39 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 86

40 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 86

41 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 88

42 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 88

43 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 89

44 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 89

45 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 91

46 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 91

47 ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 94

48 ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก และเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	111
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวยอด ความยาวราก และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	112
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุและค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	113
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก และเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	114
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวยอด ความยาวราก และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	115
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุและค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	116

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก ความงอกในไร่ และวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 117

8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเขียวของใบที่อายุ 30 45 60 และ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 118

9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงต้นที่อายุ 30 45 60 และ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 119

10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 120

11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก ความงอกในไร่ และวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการpriming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 121

12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเขียวของใบที่อายุ 30 45 60 และ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 122

13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงต้นที่อายุ 30 45 60 และ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 123

14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน 124

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AA	=	accelerated aging
AGR	=	absolute growth rate
AOSA	=	Association of Official Seed Analysts
CAT	=	catalase
$CaCl_2$	=	calcium chloride
CGR	=	crop growth rate
cm	=	centimeter
CRD	=	completely randomized design
DAP	=	days after planting
DMRT	=	duncan's multiple range test
DNA	=	deoxyribonucleic acid
EC	=	electrical conductivity
g	=	gram
GA_3	=	gibberallic acid
GI	=	germination index
hrs	=	hours
ISTA	=	International Seed Testing Association
KCl	=	potassium chloride
kg	=	kilogram
KH_2PO_4	=	potassium dihydrogenphosphate
KNO_3	=	potassium nitrate
K_3PO_4	=	potassium phosphate
MDA	=	malondialdehyde
MET	=	mean emergence time
MPa	=	megapascal
mRNA	=	messenger RNA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

NaCl	=	sodium chloride
PEG	=	polyethyleneglycol
POD	=	peroxidase
ppm	=	part per million
PPO	=	polyphenoloxidase
RCBD	=	randomized complete block design
RGR	=	relative growth rate
ROS	=	reactive oxygen species
SOD	=	superoxide dismutase
SVI	=	seedling vigor index
T_{50}	=	time to 50% germination

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด ที่มีผลมาจาก Seed Priming

Assessment of Quality Aspects of Field Soybean and Vegetable Soybean Seed as Affected by Seed Priming

คำนำ

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) เป็นแหล่งโปรตีนและไขมันที่สำคัญ มีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทั้งอุตสาหกรรมอาหารและอาหารสัตว์ ถั่วเหลืองสามารถแบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้สองประเภทคือ ถั่วเหลืองไร่ ใช้ประโยชน์จากเมล็ดแห้งเป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนและไขมันจากพืช ส่วนอีกประเภทคือ ถั่วเหลืองฝักสด ใช้สำหรับบริโภคฝักสด มีขนาดเมล็ดใหญ่กว่าถั่วเหลืองไร่ รสชาติดี และมีคุณค่าทางอาหารสูง (กรุง และสิริกุล, 2538; วันชัย, 2542) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพได้เร็ว เนื่องจากเป็นพืชที่มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูง (จวงจันทร์, 2529) โดยทั่วไปเมล็ดที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักจะเสื่อมสภาพเร็วกว่าเมล็ดที่มีแป้งองค์ประกอบหลัก (วันชัย, 2537) เมื่อนำไปปลูก จึงมีความงอกและความสามารถในการตั้งตัวต่ำ และเมื่อนำไปเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงจะยิ่งทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการเสื่อมคุณภาพได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ที่เก็บรักษาในสภาพที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะมีความงอกเหลือต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 3-4 เดือนหลังเก็บรักษา (กรุง และสิริกุล, 2538)

สำหรับศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ประเทศไทย เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ทั้งถั่วเหลืองไร่ และถั่วเหลืองฝักสด เพื่อเป็นเชื้อพันธุกรรม (germplasm) โดยเก็บรักษาในสภาพห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นของเมล็ด 6-8 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 ปี และนำเชื้อพันธุกรรมของถั่วเหลืองมาผลิตเมล็ดพันธุ์ใหม่เพื่อรักษาความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ให้ได้นาน ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเป็นเชื้อพันธุกรรม หากมีคุณภาพดี สามารถงอกได้อย่างรวดเร็ว สม่ำเสมอ และต้นกล้าสามารถตั้งตัวในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ แต่ถ้าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่นำมาปลูกมีคุณภาพต่ำ การทำ seed priming เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้เมล็ดมีความงอกรวดเร็ว สม่ำเสมอ และงอกได้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Heydecker, 1974)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Seed priming เป็นวิธีการที่ทำให้เมล็ดมีการดูดน้ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเมตาโบลิซึมต่าง ๆ ภายในเมล็ดแต่ยังไม่มีการแทงทะลุของรากอ่อนออกมา (Heydecker, 1973) การทำ seed priming เป็นวิธีการที่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้เกิดขบวนการงอกและชะลอการยืดยาวของรากไว้ด้วยการลดความชื้น เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปเพาะหรือเกิดการดูดน้ำขึ้นอีกครั้งเมล็ดก็สามารถดำเนินกิจกรรมการงอกต่อไป (สุเทวี, 2538) เป็นผลทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วและต้นกล้ามีความสม่ำเสมอ (Anese *et al*., 2011) ทำให้เมมเบรนที่เสื่อมสภาพมีการซ่อมแซมและจัดเรียงตัวใหม่ (reorganization of membrane) ลดการรั่วไหลของสารเมตาโบไลต์ภายในเมล็ด สังเคราะห์ RNA และโปรตีนขึ้นมาใหม่ (Davison *et al*., 1991; Sung and Chiu, 1995, McDonal, 2000) และกระตุ้นให้มีการสร้างสารหรือเอนไซม์ที่จะกำจัดอนุมูลอิสระ (Bewley and Black, 1982; Chiu *et al*., 1995) เมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการ priming ไปเพาะหรือมีการดูดน้ำอีกครั้งก็สามารถงอกได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีภายในเมล็ดมาก่อนแล้ว (Bradford, 1986; สุเทวี, 2538)

ดังนั้น การทำ seed priming จึงมีผลทำให้เมล็ดงอกได้รวดเร็ว สม่ำเสมอ มีการตั้งตัวของต้นกล้าดี และเพิ่มผลผลิต (Bradford, 1986; Harris, 1996; Khan *et al*., 1992) ซึ่งการงอกและความสามารถในการตั้งตัวของต้นกล้า เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตพืช เนื่องจากมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การที่เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็ว และสม่ำเสมอในแปลงปลูก จะทำให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี (Yari *et al*., 2010) อย่างไรก็ตาม การทำ seed priming จะสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ความต่างศักย์ของน้ำ ระยะเวลาและอุณหภูมิในการ priming ความแข็งแรงของเมล็ดและระยะเวลาในการเก็บรักษา (Mubshar *et al*., 2006) มีหลายวิธีการที่ใช้ในการทำ seed priming แต่การใช้สารละลาย polyethylene glycol (PEG) เป็นวิธีการที่นิยมใช้กัน ไม่มีผลเสียหายต่อเมล็ด เนื่องจาก PEG มีขนาดโมเลกุลใหญ่ จึงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านผนังเซลล์ของเมล็ดเข้าไปได้ จึงนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ จากรายงานการวิจัย พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{8000} มีความงอกและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Arif *et al*., 2008) ในขณะที่Moradi Dezfuli *et al*. (2008) พบว่า การทำ hydropriming เมล็ดถั่วเหลืองเป็นเวลา 36 ชั่วโมง มีผลทำให้เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (T_{50}) และเวลาเฉลี่ยในการงอก (MGT) ลดลง และการใช้สารละลาย PEG_{6000} ที่ -1.2 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีความงอก ดัชนีการงอก และความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น (Sadeghi *et al*., 2011) แต่ข้อมูลการ priming เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดมีน้อย ดังนั้น จึงมีการศึกษาผลของ seed priming ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้ว ให้มีคุณภาพดีขึ้นในระดับหนึ่ง ซึ่งจะเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวทางในการใช้เมล็ดพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ และถั่วเหลืองฝักสด ในการใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีการ priming ที่เหมาะสมในการยกระดับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด

2. ศึกษาผลของ seed priming ที่มีต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต ผลผลิตของถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

เมล็ดพืชก็เหมือนกับสิ่งมีชีวิตอื่นทั่วไป หลังจากเมล็ดเจริญเติบโตและพัฒนาถึงจุดที่สมบูรณ์สูงสุดแล้ว ย่อมเสื่อมสภาพและอ่อนแอลงจนกระทั่งตายไปในที่สุด จุดที่สมบูรณ์สูงสุดของเมล็ดพืชนั้น อยู่ในระยะที่เมล็ดยังอยู่บนต้นแม่ เป็นจุดที่เมล็ดพัฒนาจนกระทั่งมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดสูงสุด เรียกว่า ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) ระยะนี้เมล็ดจะมีความงอก (germination) และความแข็งแรง (vigor) สูงสุด ขณะเดียวกันก็เริ่มมีขบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด (seed deterioration) เกิดขึ้น ณ จุดนี้ด้วย เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น การเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยาภายในเมล็ดก็เกิดมากขึ้น (วันชัย, 2537) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ก็ลดลง จนกระทั่งเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่ำสุด การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก็จะสูงสุด (จวงจันทร์, 2529)

1. การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด

กระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงหลายขั้นตอน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์, 2529; วันชัย, 2542) มีขั้นตอนดังนี้

1.1 การเสื่อมสภาพของเมมเบรน (membrane degradation) คือ การที่เมมเบรนของเซลล์ (cell membrane) และเมมเบรนอื่น ๆ ภายในเซลล์ (subcellular membrane) ของเมล็ดพันธุ์สูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมการกักเก็บสารต่าง ๆ ทำให้เซลล์ไม่ตอบสนองต่อการเกิดออสโมซีส และเซลล์สูญเสียความเต่ง (turgor) รวมทั้งสารเมตาโบไลท์ (metabolites) ต่าง ๆ ที่รั่วไหลออกมา (leakage) กระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทั้งในและนอกเมล็ด ทำลายเมล็ดให้เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น

1.2 กิจกรรมของเอนไซม์ลดลง (loss of enzymatic activity) เมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตมีเอนไซม์หลายชนิดในเมล็ด หากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพ กิจกรรมต่าง ๆ ของเอนไซม์จะลดลง ซึ่งจากการศึกษาในเมล็ดที่กำลังเสื่อมสภาพ พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้จะลดลงตามอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ เอนไซม์เหล่านี้ได้แก่ dehydrogenase glutamic acid decarboxylase amylase catalase peroxydase และ phenolase เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 อัตราการหายใจลดลง (reduce respiration) เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมสภาพ มีอัตราการดูดใช้ออกซิเจนต่ำและมีอัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยต่อออกซิเจนที่ใช้ (respiratory quotient) สูง เนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของไมโตคอนเดรีย โดยปกติในเมล็ดที่แข็งแรง ไมโตคอนเดรียจะตื่นตัวและพัฒนาขึ้นมาในระหว่างชั่วโมงแรกของการดูดน้ำ ซึ่งจะมีทั้งการสังเคราะห์ขึ้นใหม่และพัฒนาไมโตคอนเดรียที่มีสะสมอยู่แล้วให้ตื่นตัวหรือทำงานได้ตามปกติ ไมโตคอนเดรียของเมล็ดที่แข็งแรงจะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง มีปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและฟอสฟอริเลชั่นสูงขึ้นชัดเจน แต่ในเมล็ดเก่าหรือเมล็ดที่เสื่อมสภาพนั้น อัตราการดูดใช้ออกซิเจนลดลงเนื่องจากปัจจัยสองประการ ได้แก่ ประการแรก มีแผลหรือความเสียหายเกิดขึ้นโดยตรงต่อโครงสร้างไมโตคอนเดรียเนื่องจากการเสื่อมสภาพไปตามอายุ และประการที่สองคือ ไมโตคอนเดรียไม่ตื่นตัว หรือหมดสมรรถภาพ เนื่องจากการพัฒนาที่ไม่เหมาะสม

1.4 การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระ (increased in free fatty acid) โดยปกติปริมาณของกรดไขมันอิสระจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสื่อมสภาพมากขึ้น การเพิ่มปริมาณของกรดไขมันอิสระในเมล็ดเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของ เอนไซม์ไลเปส (lipase) ซึ่งจะย่อยสลายไขมัน (storage lipid) ที่อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ของกรดไขมันให้เป็นกลีเซอรอล (glycerol) และกรดไขมันอิสระ การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์ ส่วนใหญ่มักไม่พบในเมล็ดที่สมบูรณ์แข็งแรง กรดไขมันอิสระอาจมีส่วนในการทำลายผนังเมมเบรน เนื่องจากมีคุณสมบัติคล้ายสารดีเทอร์เจนท์ (detergents) และยังอาจทำให้โครงสร้างไมโตคอนเดรียผิดปกติได้

1.5 เมล็ดพันธุ์งอกได้ในสภาพแวดล้อมที่จำกัด (narrow germination requirement) เมล็ดพันธุ์พืชทั่วไปจะงอกได้เมื่อได้รับปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการงอกอยู่ในช่วงใดช่วงหนึ่งคือตั้งแต่ต่ำสุดไปจนถึงสูงสุด แต่เมื่อเมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพ ช่วงของปัจจัยต่าง ๆ จะแคบลง นั่นคือเมล็ดพันธุ์งอกได้เฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างจำกัดหรือเฉพาะเจาะจงที่ระดับใดระดับหนึ่ง

1.6 อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง (slow germination rate) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นและยังไม่ถึงขั้นร้ายแรงนั้น จะยังคงงอกได้ตามปกติ เปอร์เซ็นต์การงอกยังไม่ลดลง แต่อัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลง หรือเมล็ดพันธุ์จะงอกได้ช้าลงนั่นเอง หากการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดมากขึ้น อัตราการงอกของเมล็ดก็จะช้าลงไป

1.7 ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง (reduced storability) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพมากจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาสั้นกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพน้อย หลังจากผ่านการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เก็บรักษา เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพมากจะมีการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงรวดเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่แข็งแรง วิธีการที่นิยมใช้ตรวจสอบความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์คือ การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test)

1.8 อัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นกล้าลดลง (reduced rate of seedling growth and development) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นไม่มาก ยังคงงอกได้ตามปกติในสภาพไร่นา แต่ต้นกล้าที่งอกขึ้นมานั้นจะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการต่าง ๆ ค่อนข้างช้ากว่าต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่มีการเสื่อมสภาพ นอกจากนี้ยังอาจมีผลต่อการออกดอกและติดผลหรือเมล็ดลดลง

1.9 สูญเสียความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (loss of environmental stress resistance) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพเมื่องอกเป็นต้นกล้าแล้ว ไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติ เช่น การขาดน้ำ (water stress) และความแปรปรวนของอุณหภูมิ เป็นต้น

1.10 ความสม่ำเสมอของต้นกล้าในไร่ลดลง (decreased uniformity of seedling) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพเมื่องอกเป็นต้นกล้าแล้วจะไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมและมีอาการผิดปกติต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว จึงทำให้ต้นกล้าเหล่านี้มีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ เช่น ออกดอกไม่พร้อมกันและสุกแก่ไม่พร้อมกัน เป็นต้น

1.11 เมล็ดพันธุ์เปลี่ยนสี (color changes) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพมาก ๆ สีของเมล็ดพันธุ์จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมล็ดพันธุ์ที่เคยมีสีสดใสจะเริ่มซีดหรือมัวหมอง เมื่อมีปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดขึ้น แสดงว่าเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมสภาพค่อนข้างสูง

1.12 ผลผลิตลดลง (reduced yield) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพแม้จะงอกได้ตามปกติจนกระทั่งออกดอกติดเมล็ดหรือผลแล้วก็ตาม ผลผลิตที่ได้จะต่ำกว่าต้นพืชที่งอกจากเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่เสื่อมสภาพ นอกจากนี้คุณภาพของผลผลิตก็ลดลงด้วย

1.13 ความงอกในไร่ลดลง (loss of field emergence) เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นจนมีผลทำให้เกิดอาการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ตรวจสอบในห้องปฏิบัติการและความงอกในไร่จะยังคงที่ คือไม่ลดลง แต่ถ้ามีการเสื่อมสภาพเกิดมากขึ้น ผลจะปรากฏให้เห็นคือเมื่อนำเมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพไปปลูกในแปลงจะมีความงอกในไร่ลดลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.14 ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มมากขึ้น (increased abnormal seedling) เมล็ดพันธุ์เมื่อมีการเสื่อมสภาพมากขึ้น จะมีผลทำให้ความงอกในห้องปฏิบัติการลดลง เนื่องจากมีต้นกล้าผิดปกติ (abnormal seedling) มากขึ้น ความผิดปกติของต้นกล้าเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีเนื้อเยื่อที่เสื่อมสภาพมากขึ้น การผิดปกติของต้นกล้าเป็นอาการของเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมสภาพสูงสุดก่อนที่เมล็ดจะตาย

2. Seed priming หรือ pre germination หรือ osmotic conditioning

Seed priming คือ การทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดการดูดน้ำ (imbibition) โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำหรือสารเคมีบางชนิดที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม แล้วลดระดับความชื้นลงให้อยู่ในระดับเริ่มแรกเพื่อกระตุ้นเมล็ดให้เกิดกระบวนการงอกในระยะแรกแต่ยังไม่ถึงระยะที่รากอ่อน (radicle) แทงทะลุออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด (Taylor *et al*., 1998; McDonald, 2000; Huang *et al*., 2002) เมล็ดที่ผ่านการ priming แล้ว เมื่อได้รับน้ำเพียงเล็กน้อยก็สามารถงอกได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและการทำงานทางชีวเคมีภายในเมล็ดมาก่อนแล้ว จะช่วยให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น มีความแข็งแรงสูงขึ้น และช่วยให้เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพมีความงอกเพิ่มขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการ priming เป็นการเตรียมการสำหรับการงอกของต้นกล้านั่นเอง ซึ่งมีการใช้เพื่อเพิ่มอัตราการงอกและความสม่ำเสมอของต้นกล้าของพืชอย่างแพร่หลาย (Bewley and Black, 1982; Bradford, 1986)

การงอกของเมล็ดนั้น ขบวนการแรกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการงอกคือการดูดน้ำ (water absorption หรือ imbibition) ซึ่ง Marcus (1969) ได้แบ่งระยะการดูดน้ำเป็น 3 ระยะ คือ Phase I การดูดน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งในเมล็ดที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยตาเปล่า เนื่องจากเมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ด ปริมาตรของเมล็ดจะเพิ่มขึ้น ในระยะนี้มีการสังเคราะห์โปรตีน โดยใช้ mRNA และ DNA ที่มีอยู่ และมีการซ่อมแซมส่วนของไมโตคอนเดรียด้วย หลังจากนั้นใน Phase II เป็นระยะที่มีการดูดน้ำช้าลง กิจกรรมทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการงอกเกิดขึ้น ได้แก่ ปฏิกิริยาการเผาผลาญสารอาหารที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ด ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่สามารถตรวจสอบได้จากวิธีการทางเคมี มีการสังเคราะห์โปรตีนโดยการ translation ของ mRNA ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ พร้อมทั้งการสังเคราะห์ไมโตคอนเดรีย ซึ่งระยะนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะเมล็ดที่มีชีวิตเท่านั้น และใช้เวลานานกว่า Phase I ส่วนใน Phase III เป็นระยะที่รากอ่อนหรือ embryonic axis เกิดการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยส่วนของรากอ่อนจะแทงทะลุเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะนี้ (Marcus, 1969; Bewley, 1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากหลักการของขบวนการดูดน้ำของเมล็ด Heydecker (1974) จึงได้เสนอแนวคิดว่า หากนำเมล็ดพันธุ์มาทำให้เกิดขบวนการดูดน้ำ (imbibitions) ใน Phase I และ Phase II เกิดขึ้นก่อน แล้วนำเมล็ดพันธุ์นั้นไปลดความชื้น เมื่อนำไปปลูก ทำให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น เนื่องจากได้เกิดขบวนการงอกใน Phase I และ II แล้ว เมื่อเมล็ดเกิดขบวนการดูดน้ำอีกครั้ง กระบวนการงอกใน Phase III จะเกิดขึ้นเร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming และเสนอวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลาย polyethylene glycol (PEG) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ทำให้เมล็ดพันธุ์ดูดน้ำได้ช้าลง มีเวลาซ่อมแซมผนังเซลล์ได้นานขึ้น ซึ่งสามารถใช้เพิ่มความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด และเรียกวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์นี้ว่าการ priming

3. ประเภทของ seed priming

Seed priming สามารถจำแนกออกเป็นประเภทที่สามารถควบคุมอัตราการดูดน้ำและไม่สามารถควบคุมอัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ได้ อัตราการดูดน้ำของเมล็ดจะแตกต่างกันตามวิธีการ priming และวัสดุหรือสารที่ใช้ในการทำ seed priming ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ตามการแบ่งของ McDonald (1999) ดังนี้

3.1 Hydropriming เป็นวิธีการ priming โดยที่ไม่สามารถควบคุมอัตราการดูดน้ำ (water uptake) ของเมล็ดพันธุ์ อัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์จะถูกควบคุมโดยเนื้อเยื่อของเมล็ดเท่านั้น (Moradi and Younesi, 2009) การให้ความชื้นจะให้ผ่านกระดาษที่ชุ่มน้ำหรือแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำบริสุทธิ์เป็นระยะเวลาหนึ่ง อาจมีการเติมอากาศหรือไม่ก็ได้ และนำเมล็ดพันธุ์นั้นไปลดความชื้นให้ใกล้เคียงกับความชื้นเริ่มต้น (Tarquis and Bradford, 1992; Thornton and Powell, 1992; Job *et al*., 1997) เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอัตราการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ได้ จึงต้องใช้ระยะเวลาเป็นตัวกำหนดการให้ความชื้นที่เหมาะสมต่อเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิด ชนิดพืชที่เหมาะสมในการทำ hydropriming ได้แก่ ข้าวบาร์เลย์ (Kibite and Harker, 1991) ข้าวสาลี (Aschermann-Koch *et al*. 1992; Kibite and Harker, 1991; Nath *et al*., 1991) ข้าวโอ๊ต (Hofmann *et al*., 1992; Kibite and Harker, 1991) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ทักษอร และทรงศิลป์, 2551) ชูการ์บีท (Durrant and Loads, 1987) ผักกาดหอม (Weges and Karssen, 1990) หอมหัวใหญ่ (Choudhuri and Basu, 1988) มะเขือเทศ (Francis and Coolbear, 1988; Finch-Savage and McQuistan, 1991) แครอท หอมใหญ่ และกระเทียม (Drew *et al*., 1997) แตงโม triploid (Huang *et al*., 2002) และแตงกวา (Huang *et al*., 2006) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 Osmopriming เป็นวิธีการ priming ที่ควบคุม water potential โดยใช้สารที่มี osmotic potential ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ได้แก่ organic และ inorganic salt เป็นตัวควบคุม water potential ให้ต่ำลง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารที่เติมลงไป เพื่อให้เมล็ดดูดน้ำได้ช้าลงและมีเวลาซ่อมแซมผนังเซลล์ที่เสียหายได้มากขึ้น สารที่นิยมใช้ทำ osmopriming ได้แก่ polyethyleneglycol (PEG) ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้ความชื้นของวัสดุเพาะต่ำ ไม่มีผลต่อการทำลายเซลล์ของเมล็ดและไม่มีพิษ (Heydecker *et al*., 1973; Hasegawa *et al*., 1984) เนื่องจากเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ (6000-8000 Pa) เป็นสารเฉื่อย ไม่สามารถแพร่ผ่านเซลล์เมมเบรนของเมล็ดได้ จึงนิยมใช้สารชนิดนี้ในการทำ seed priming อย่างแพร่หลาย (Michel and Kaufmann, 1973) นอกจากนี้สารชนิดอื่นที่ใช้ในการทำ osmopriming คือ NaCl $CaCl_2$ KNO_3 mannitol (Heydecker *et al*., 1973) sucrose และ glycerol (สุเทวี, 2538) หรือ K_3PO_4 + KNO_3 มักใช้ในการ priming เมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ เนื่องจากสารละลาย organic salt มี pH สูงกว่า 12 การใช้สารละลาย organic salt จึงมีข้อดีในการควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับเมล็ดพันธุ์ แต่ก็อาจทำให้เกิดอันตรายกับต้นอ่อนภายในเมล็ดได้ ถ้าหากเมล็ดพันธุ์ดูดซึมเกลือเข้าไปภายในเมล็ดด้วย (Haigh, 1984) การใช้ mannitol มีข้อเสีย เนื่องจากสามารถซึมผ่านเมล็ดได้ ดังนั้น จึงอาจมีพิษต่อเมล็ด (Bradford, 1995) วิธีการ osmopriming ประสบความสำเร็จในเมล็ดพืชหลายชนิด ได้แก่ ถั่วลิสง (ยุพเรศ, 2541) ข้าวสาลี ข้าว และข้าวโพด (Afzal *et al*., 2002) ข้าวฟ่าง (Moradi and Younesi, 2009) ทานตะวัน (Bailly *et al*., 2002) คาโนลา (Basra *et al*., 2003) แครอท (Gray *et al*., 1990; Biniek and Babik, 1993) คะน้า (Rao *et al*., 1987) เซเลอรี่ (Perez-Garcia *et al*., 1995) กระเทียมต้น (Corbineau *et al*., 1994) มัสค์เมล่อน (Oluoch and Welbaum, 1996) พาสลีย์ (Biniek and Babik, 1993) พริก (Bradford *et al*., 1990) มะเขือและพริก (Venkatasubramanian and Umarani, 2007) มะเขือเทศ (Bradford and Haigh, 1994; Mauromicale and Cavallaro, 1995) สควอช (Mauromicale *et al*., 1994) ผักกาดหอม (Hill *et al*., 2007) แต่ไม่ประสบความสำเร็จในเมล็ดถั่วเหลือง (Helsel *et al*., 1986) และ ข้าวโพดหวาน (Bennett and Waters, 1987)

3.3 Matripriming หรือ matriconditioning เป็นการ priming โดยใช้ของแข็งที่มีค่า matric potential ต่ำในการควบคุมอัตราการดูดน้ำของเมล็ด มีพื้นที่ผิวมาก เกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับเมล็ดพันธุ์ต่ำ และมีเวลาซ่อมแซมผนังเซลล์ได้มากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ใกล้เคียงกับสภาพการงอกของเมล็ดตามธรรมชาติมากที่สุด โดยนำเมล็ดพันธุ์มาผสมคลุกเคล้ากับวัสดุที่ใช้ควบคุมการดูดน้ำในระหว่างที่ให้ความชื้นและถูกคัดแยกออกหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ วัสดุที่นำมาใช้ทำ matripriming ได้แก่ vermiculite peat moss celite และ micro-cel (Taylor *et al*., 1988; Khan *et al*., 1992) เมล็ดพืชที่ประสบความสำเร็จในการใช้ matripriming ได้แก่ ถั่วเหลือง (Saha *et al*., 1990) ข้าวโพดหวาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Perera and Cantliffe, 1991; Chang and Sung, 1998) แครอท พริก และ เซเลอรี่ (Khan *et al*., 1992) ผักกาดหอม (Taylor *et al*., 1988) มะเขือเทศ (Taylor *et al*., 1988; Khan *et al*., 1992)

3.4 Pregermination เป็นการ priming ของเมล็ดที่แตกต่างจากวิธีการ priming อื่น ๆ ที่มีการดูดน้ำของเมล็ดใน phase I และ II แต่ไม่มีรากอ่อนแทงทะลุเปลือกหุ้มเมล็ดออกมา ในขณะที่ pregermination เป็นการทำให้เมล็ดดูดน้ำจนกระทั่งถึงจุดที่รากอ่อนเกิดขึ้น แต่ยังไม่มีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ การทำ pregermination มีผลทำให้การงอกเกิดเร็วขึ้น สม่ำเสมอ และสามารถตั้งตัวในแปลงปลูกได้ 100 เปอร์เซ็นต์

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำ seed priming

การทำ seed priming จะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1. พันธุ์พืช ถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลรักษาเหมือนกัน ก็อาจทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ได้มีคุณภาพแตกต่างกันได้ เนื่องจากในขณะที่เมล็ดกำลังพัฒนาและสุกแก่นั้น เมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์กัน มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมแตกต่างกัน ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวมาได้ มีคุณภาพแตกต่างกันไปด้วย (วันชัย, 2533) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันนั้น ย่อมมีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบภายในแตกต่างกัน จึงทำให้การตอบสนองต่อการทำ seed priming ของเมล็ดพืชแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันได้ (ยุพเรศ, 2541) จากรายงานของ Huang *et al*. (2002) ศึกษาผลของการทำ hydropriming เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และลดความชื้นด้วยสารละลายเกลืออิ่มตัว ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่มีต่อเมล็ดแตงโมพันธุ์ Gold Prinu และ Guangxi 5 พบว่า hydropriming กระตุ้นให้การงอกของเมล็ดพันธุ์แตงโมเพิ่มขึ้น และเมล็ดแตงโมพันธุ์ Gold Prinu และ Guangxi 5 มีความงอกสูงที่สุด และค่าเฉลี่ยในการงอกต่ำที่สุดเมื่อลดความชื้นที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Yuan *et al*. (2010) ศึกษาการ priming เมล็ดข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ Gangyou 527 Yangdao 6 Nongken 57 และ Zhonghan 3 ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้น 0 5 10 15 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า พันธุ์ Gangyou 527 ตอบสนองต่อการ priming ที่ 20 % PEG พันธุ์ Nongken 57 ตอบสนองต่อการ priming ที่ 10-15 % PEG การใช้ PEG ที่ความเข้มข้นระดับปานกลาง ช่วยกระตุ้นการงอกภายใต้สภาพแล้งของข้าวทุกพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อายุของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวก่อนถึงระยะสุกแก่ หรือเมล็ดพันธุ์เก่าที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานเกินไป เมื่อนำเมล็ดพันธุ์เหล่านั้นไปทำ seed piming ผลที่ได้ มักไม่ชัดเจนนัก จากการทดลองนำเมล็ดข้าวโพดไปเร่งอายุโดยเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิสูงเพื่อประเมินความเสียหายและกระบวนการซ่อมแซมตัวเองระหว่างกระบวนการงอก พบว่า ความผิดปกติของเมมเบรนจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา และความเสียหายของเมล็ดจะเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดเกิดการดูดน้ำ แต่พบหลักฐานว่าเมล็ดมีการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายในระหว่างกระบวนการงอก ดังนั้นการทำ seed priming เมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำ ช่วยให้เมล็ดมีความแข็งแรงขึ้นได้ (Berjak and Villiers, 1972) และจากการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม ทั้งเมล็ดอ่อนและเมล็ดแก่ โดยการแช่ในสารละลาย 1% KH_2PO_4 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดได้ทั้งเมล็ดอ่อนและเมล็ดแก่ แต่การทำ seed priming ในเมล็ดแก่ให้ผลเด่นชัดมากกว่าเมล็ดอ่อน (Sathish *et al.*, 2011)

3. วิธีการ priming แต่ละวิธีมีความเหมาะสมกับเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน จากการเปรียบเทียบวิธีการ priming ในเมล็ดหอม 6 สายพันธุ์ โดยใช้ 1) PEG_{8000} ที่ระดับ -0.5 และ -1.0 MPa เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง 2) hydropriming เป็นเวลา 48 และ 96 ชั่วโมง และ 3) drum priming พบว่า วิธีการ hydropriming เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเพิ่มความเร็วในการงอกของเมล็ดหอมทั้ง 6 สายพันธุ์ (Caseiro *et al*., 2004) ลัดดาวัลย์ และคณะ (2550) พบว่า เมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง มีความงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น Afzal *et al*. (2004) ศึกษาผลของความงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดคาโนลา พันธุ์ Zafar-2000 ด้วยวิธีการ priming ที่แตกต่างกัน พบว่า การแช่เมล็ดด้วย PEG_{6000} ช่วยยกระดับความงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดคาโนลา และ Basra *et al*. (2003) ศึกษาผลของ hydropriming และ matripriming ที่มีต่อความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวสาลี พบว่า hydropriming เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง สามารถลดเวลาในการงอก และเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าได้ดีกว่าการ priming ด้วย matripriming เป็นเวลา 12 หรือ 24 ชั่วโมง ขณะที่ Nirmala and Umarani (2008) พบว่า การทำ sand priming เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว ส่วนวิธี hydropriming เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับเมล็ดบีทรูท นอกจากนี้ Venkatasubramanian and Umarani (2007) ศึกษาผลของ seed priming ต่อความแข็งแรงของเมล็ดมะเขือเทศ มะเขือยาว และพริก พบว่า วิธีการที่เหมาะสมต่อการ priming มะเขือเทศ คือ hydropriming นาน 48 ชั่วโมง ส่วน matricpriming เป็นเวลา 3 วัน เหมาะสำหรับมะเขือยาวและพริก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. อุณหภูมิ การใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันในการ priming มีผลต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกัน การทำ solid-matrix priming เมล็ดข้าวโพดหวาน ที่อุณหภูมิ 10 15 และ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง พบว่า การ priming ที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming เมื่อเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน (Chiu *et al*., 2002) นอกจากนี้ยังพบว่าการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ในสารละลาย ที่อุณหภูมิ 20 23 และ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า การทำ seed priming ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในทุกทรีตเมนท์มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีกว่าการทำ seed priming ที่ระดับอุณหภูมิอื่น ๆ (Yari *et al*., 2010) ในขณะที่ Foti *et al*. (2002) ศึกษาการตอบสนองของการงอกต่ออุณหภูมิและ osmopriming ของข้าวฟ่าง 10 พันธุ์ พบว่า การ priming ด้วย PEG 250 กรัมต่อลิตร ที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ช่วยกระตุ้นการงอกที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ให้เพิ่มขึ้น Yari *et al*. (2012) ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ Fajer Sherodi และ Taram พบว่า ข้าวพันธุ์ Sherodi มีความงอกสูงที่สุดเมื่อ priming ด้วย $CaCl_2$ 1 % การ การ priming เมล็ดข้าวด้วย $CaCl_2$ 0.5 และ 1 % และน้ำกลั่น มีผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการ priming เมล็ดข้าวคือ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ในขณะที่ Anese *et al*. (2011) พบว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านการทำ hydropriming ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ความงอกและการพัฒนาของต้นกล้าเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส

5. ระยะเวลาในการแช่เมล็ด เมล็ดพืชแต่ละชนิดต้องการระยะเวลาที่เหมาะสมในการ priming แตกต่างกันไป Avila *et al*. (2008) ศึกษาการ priming เมล็ดเรพสีด ด้วยน้ำกลั่นและสารละลาย manitol ที่ระดับ -1.5 MPa เป็นเวลา 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า วิธีการ hydropriming เป็นเวลามากกว่า 60 ชั่วโมง เป็นวิธีการที่ทำให้ความงอกและความแข็งแรงโดยการจำแนกต้นกล้าดีกว่าการใช้สารละลาย mannitol ส่วนในถั่วเหลืองนั้นมีการศึกษาการทำ seed priming ในสารละลาย polyethylene glycol (PEG_{6000}) ที่ 6 ระดับ osmotic potential (-0.4 -0.8 -1.2 -1.6 และ -2.0 MPa) เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น เป็นเวลา 6 12 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า การ priming เมล็ดในสารละลาย PEG_{6000} ที่ระดับ osmotic potential -1.2 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าระยะเวลาการ priming อื่น ๆ (Sadeghi *et al*., 2011) Dezfuli *et al*. (2008) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ B73 และ M17 ที่ผ่านการทำ hydropriming เป็นเวลา 36 ชั่วโมง มีอัตราการงอกและความยาวรากสูงกว่าการทำ hydropriming เป็นเวลา 12 24 และ 48 ชั่วโมง และการใช้สารละลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PEG_{6000} ที่ -1.2 MPa เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ให้ผลความงอกใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming ในขณะที่ Moosavi *et al*. (2009) ศึกษาการ priming เมล็ดพันธุ์ผักโขม (amaranth) 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Amont Plainsman Mercado และ Trigin ด้วย PEG_{6000} 0 -10 -12 และ -14 bars เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดพันธุ์ผักโขมทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ -10 bars นาน 3 ชั่วโมง มีความงอก ความเร็วในการงอก ความยาวรากและความแข็งแรงสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ

6. สารเคมีที่ใช้แช่เมล็ดในการทำ seed priming โดยนำเมล็ดพันธุ์แช่ลงในน้ำ (hydropriming) ไม่สามารถควบคุมอัตราการดูดน้ำได้ ต้องใช้ระยะเวลาเป็นตัวกำหนด นอกจากน้ำแล้วยังมีการใช้สารเคมีเพื่อช่วยควบคุมการดูดน้ำ เช่น polyethylene glycol (PEG_{6000}) สารจำพวกเกลือ หรือสารละลายบางชนิดที่สามารถมีส่วนช่วยในการกำจัดสารพิษภายในเมล็ดได้ เช่น สารละลายวิตามิน เป็นต้น ในการทดลองกระตุ้นการงอกของเมล็ดพริกหวานโดยการทำ seed priming ด้วยสารเคมีที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน ได้แก่ 1) Vitamin C ความเข้มข้น 200 mg/l เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 2) สารละลาย PEG_{6000} ที่ระดับ -1.5 MPa เป็นเวลา 6 วัน 3) KNO_3 ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ 4) KNO_3 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่าการ priming ด้วย KNO_3 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีอื่น ๆ (พจนา และบุญมี, 2550) ในขณะที่ Afzal *et al*. (2008) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มอนซานโต้ 7878 ที่ผ่านการ priming ด้วย 50 mM $CaCl_2$ หรือ 50 mg/L ascorbate (ASA) ตามด้วย จิบเบอเรลลิน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ลดลง ส่วน Hamidi and Anosheh (2013) พบว่า การ priming เมล็ดทานตะวันพันธุ์ Euroflour ด้วย urea และ KNO_3 มีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวันมากกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000}

5. ผลของ seed priming ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

การทำ seed priming ช่วยกระตุ้นให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดีขึ้น เป็นผลทำให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วและต้นกล้ามีความสม่ำเสมอช่วยให้ความงอกและความงอกในไร่ของพืชหลายชนิดเพิ่มขึ้น (Anese *et al*., 2011) ในถั่วเหลือง Arif (2005) ศึกษาการทำ seed priming เพื่อปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เปรียบเทียบการแช่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยสารละลาย polyethylene glycol (PEG_{8000}) ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่สารละลายแตกต่างกัน พบว่า การทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

seed priming โดยการแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลาย PEG_{8000} ความเข้มข้น 300 g/L เป็นเวลา 6 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความงอกมาตรฐาน ความงอกงอกในไร่ ลดระยะเวลาการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองต่อพื้นที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ priming สอดคล้องกับ Sadeghi *et al.* (2011) ที่ศึกษาการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยสารละลาย PEG พบว่า การทำ seed priming ในสารละลาย PEG ที่ระดับ -1.2 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความงอก ดัชนีการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับสารละลาย polyethylene glycol และระยะเวลาการทำ seed priming วิธีอื่น

สำหรับในข้าวโพด Sung and Chang (1993) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ Honey 263 ที่ผ่านการ priming ด้วยสารละลาย PEG_{6000} อัตรา 300 g/L และ vermiculite ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถยกระดับความงอกและใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming แต่การใช้ vermiculite มีประสิทธิภาพดีกว่าสารละลาย PEG_{6000} ในการ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน และ Zhang *et al.* (2007) พบว่า การ priming ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ Suyunuo 1 Huyunuo 1 และ Zhenuoyu 1 ด้วยทราย 4 % (v/w) ที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีผลทำให้ความเร็วในการงอก ค่าเฉลี่ยในการงอก ความยาวยอด น้ำหนักสดและแห้งของต้นกล้าทานตะวันดีกว่าชุดควบคุม Dezfuli *et al.* (2008) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์แท้ B73 และ M17 ที่ผ่านการทำ hydropriming เป็นเวลา 36 ชั่วโมง มีอัตราการงอกและความยาวรากสูงกว่าการทำ hydropriming เป็นเวลา 12 24 และ 48 ชั่วโมง และการใช้สารละลาย PEG_{6000} ที่ -1.2 MPa เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ให้ผลความงอกใกล้เคียงหรือต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming ขณะที่ Afzal *et al.* (2008) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มอนซานโต้ 7878 ที่ผ่านการ priming ด้วย 50 mM $CaCl_2$ หรือ 50 mg/L ascorbate (ASA) ตามด้วย จิบเบอเรลลิน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Guan *et al.* (2009) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารละลายไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวโพดพันธุ์แท้ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Huang C และ Mo17 พบว่า การใช้สารละลายไคโตซานไม่มีผลทำให้ความงอกแตกต่างกันภายใต้อุณหภูมิต่ำ แต่จะไปกระตุ้นให้ดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น ช่วยลดเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก (mean germination time) เพิ่มความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักแห้งยอดและรากของต้นกล้า การ priming ด้วยสารละลายไคโตซาน 0.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60-64 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุดในการกระตุ้นความเร็วในการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yuan *et al*. (2010) ศึกษาการ priming เมล็ดข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ Gangyou 527 Yangdao 6 Nongken 57 และ Zhonghan 3 ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้น 0 5 10 15 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า พันธุ์ Gangyou 527 ตอบสนองต่อการ priming ที่ 20 % PEG พันธุ์ Nongken 57 ตอบสนองต่อการ priming ที่ 10-15 % PEG การใช้ PEG ที่ความเข้มข้นระดับปานกลาง ช่วยกระตุ้นการงอกภายใต้สภาพแล้งของข้าวทุกพันธุ์ สอดคล้องกับ สุมาลี และวัฒนา (2555) พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายแอบซิสซิค (ABA) และพาโคลบิวทราโซล (PBZ) เข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่ได้แช่ ในขณะที่การใช้ ABA ร่วมกับ PBZ พบว่า ต้นกล้าข้าวจะมีความสามารถในการทนแล้งได้ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ ในขณะที่ Foti *et al*. (2002) ศึกษาการตอบสนองของการงอกต่ออุณหภูมิและ osmopriming ของข้าวฟ่าง 10 พันธุ์ พบว่า การ priming ด้วย PEG 250 กรัมต่อลิตร ที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ช่วยกระตุ้นการงอกที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ให้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Hu *et al*. (2005) ศึกษาผลของ sand priming ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ Jiayu 948 Zhongzhu 1 Zhenong 8010 และ Zhenong 421 พบว่า วิธีการ sand priming อัตรา 3.8 % (v/w) ที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำให้ความงอกและดัชนีการงอกของข้าวทั้ง 4 พันธุ์เพิ่มขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของการตั้งตัวของต้นกล้าและผลผลิต 19.8-22.9 และ 9.8-31.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Yari *et al*. (2012) ศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ Fajer Sherodi และ Taram พบว่า ข้าวพันธุ์ Sherodi มีความงอกสูงที่สุดเมื่อ priming ด้วย $CaCl_2$ 1 เปอร์เซ็นต์ การ priming เมล็ดข้าวด้วย $CaCl_2$ 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น มีผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการ priming เมล็ดข้าวคือ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

สำหรับทานตะวัน Mwale *et al*. (2003) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ทานตะวันด้วย PEG_{8000} ที่ -0.6 MPa ที่ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน สามารถลดเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ และมีความงอกเพิ่มขึ้น ส่วน Wahid *et al*. (2008) พบว่า การ priming เมล็ดทานตะวันด้วย hydrogenperoxide 100 µM salicylic acid 50 mg/L thiourea 10 mg/L และ gibberellic acid 150 mg/L เป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการทำให้ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพันธุ์ Hyson-33 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ Hamidi and Anosheh (2013) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ทานตะวันพันธุ์ Euroflour ด้วย urea และ KNO_3 มีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวันมากกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000}

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบวิธีการ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างพันธุ์ Kimia ระหว่างวิธี hydropriming กับวิธี osmopriming โดยใช้ สารละลาย polyethylene glycol (PEG $_{6000}$) ที่ระดับ -1.5 MPa เป็นเวลา 12 24 และ 36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่าการทำ seed priming ทั้งสองวิธี สามารถเพิ่มความเร็วในการงอกและลดเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (T_{50}) ของเมล็ดข้าวฟ่างเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming และ osmopriming สามารถเพิ่มความงอก 87.5 เป็น 95.0 เปอร์เซ็นต์ และเวลาที่ใช้ในการงอกเฉลี่ย (mean emergence time, MET) ลดลงจาก 10.7 วัน เป็น 7.6 วัน (Moradi and Younesi, 2009)

ผลของการ priming ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชไร่อื่น ๆ ได้แก่ ข้าวสาลี คาโนลา และเรพสีด โดย Basra *et al*. (2003) ศึกษาผลของ hydropriming และ matripriming ที่มีต่อความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวสาลี พบว่า hydropriming เป็นเวลา 6 12 และ 24 ชั่วโมง สามารถลดเวลาในการงอกและเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าได้ดีกว่าการ priming ด้วย matripriming เป็นเวลา 12 หรือ 24 ชั่วโมง ขณะที่ Afzal *et al*. (2004) ศึกษาผลของความงอกและความงอกในไร่ของคาโนลาพันธุ์ Zafar-2000 ด้วยวิธีการ priming ที่แตกต่างกัน พบว่า การแช่เมล็ดด้วย PEG_{6000} ช่วยยกระดับความงอกและความงอกในไร่ของเมล็ดคาโนลา สอดคล้องกับรายงานของ Saber *et al*. (2012) ศึกษาผลของ osmopriming และ hydropriming ที่มีต่อเมล็ดและต้นกล้าของเรพสีด 2 พันธุ์ ได้แก่ Hayola 330 และ PF พบว่า การใช้ KNO_3 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในพันธุ์ Hayola 330 มีผลทำให้ความงอก อัตราเร็วในการงอก และดัชนีการงอกสูงกว่าพันธุ์ PF

ส่วนในเมล็ดพันธุ์พืชสวนนั้น บุญมี และคณะ (2550) ศึกษาผลของการ priming เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม TMSP048 ที่ผ่านการเร่งอายุ ด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ พบว่า การทำ seed priming ด้วยสารละลาย KNO_3 และ NaCl ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยกระดับความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมที่ผ่านการเร่งอายุให้สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับความงอกเริ่มต้นของเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming สอดคล้องกับ Anese *et al*. (2011) พบว่า เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านการทำ hydropriming ที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน มีผลทำให้ความงอกและการพัฒนาของต้นกล้าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลาย PEG_{6000} ที่ -0.2 -0.4 และ -0.8 MPa ทางด้าน Venkatasubramanian and Umarani (2007) ศึกษาผลของ seed priming ต่อความแข็งแรงของเมล็ดมะเขือเทศ มะเขือยาว และพริก พบว่า วิธีการที่เหมาะสมต่อการ priming มะเขือเทศ คือ hydropriming นาน 48 ชั่วโมง ส่วน matricpriming เป็นเวลา 3 วัน เหมาะสำหรับมะเขือยาวและพริก ในขณะที่ พจนา และบุญมี (2550) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์พริกหวานที่เสื่อมคุณภาพจากการเร่งอายุ ด้วยสารละลาย Vitamin C ความเข้มข้น 200 mg/l เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และสารละลาย 1 % KNO_3 ร่วมกับ 1 % KH_4PO_4 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming สอดคล้องกับ McDonald (2000) ที่รายงานว่า seed priming กระตุ้นให้มี DNA replication การสังเคราะห์ RNA และโปรตีนเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโต ซ่อมแซมเมล็ดที่เสียหาย และลดการรั่วไหลของสาร metabolites ภายในเมล็ด ในขณะที่ Huang *et al*. (2002) ศึกษาผลของการทำ hydropriming เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และลดความชื้นด้วยสารละลายเกลือที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่มีต่อเมล็ดแตงโมพันธุ์ Gold Prinu และ Guangxi 5 พบว่า hydropriming กระตุ้นให้การงอกของเมล็ดพันธุ์แตงโมเพิ่มขึ้น และเมล็ดแตงโมพันธุ์ Gold Prinu และ Guangxi 5 มีความงอกสูงที่สุด และค่าเฉลี่ยในการงอกต่ำที่สุดเมื่อลดความชื้นที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Hsu *et al*. (2003) พบว่า การ priming เมล็ดมะระด้วย vermiculite ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และน้ำร้อนที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถปรับปรุงความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอก เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming ในขณะ Bittencourt *et al*. (2004) ศึกษาผลของ priming ที่มีต่อความงอกและความแข็งแรงของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Mary Washington พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} -1.0 MPa เป็นเวลา 14 วัน มีผลทำให้ความงอกของหน่อไม้ฝรั่งเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ ลัดดาวัลย์ และคณะ (2550) พบว่า เมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethaphon 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง มีความงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น นอกจากนี้ Moosavi *et al*. (2009) ศึกษาการ priming เมล็ดพันธุ์ผักโขม (amaranth) 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Amont Plainsman Mercado และ Trigin ด้วย PEG_{6000} 0 -10 -12 และ -14 bars เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดพันธุ์ผักโขมทั้ง 4 สายพันธุ์ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ -10 bars นาน 3 ชั่วโมง มีความงอก ความเร็วในการงอก ความยาวรากและความแข็งแรงสูงกว่าวิธีการอื่นๆ

อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่า seed priming มีผลทำให้เมล็ดที่ผ่านการ priming แล้ว เมื่อนำไปเก็บรักษาในสภาพแห้งจะมีความยาวนานของการมีชีวิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming (Taylor *et al*., 1998; Chiu *et al*., 2002; Lin *et al*., 2005) แต่ในทางตรงกันข้าม ในพืชบางชนิด seed priming ช่วยให้ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น (Geoghiou *et al*., 1987; Powell *et al*., 2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ผลของ seed priming ต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์

มีรายงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเมล็ดหลังทำ seed priming อย่างแพร่หลาย พบว่า การทำ seed priming มีความสัมพันธ์กับการซ่อมแซมเซลล์เมมเบรน และกระตุ้นให้มี DNA replication การสังเคราะห์ RNA และโปรตีนเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโต ซ่อมแซมเมล็ดที่เสียหาย และลดการรั่วไหลของสาร metabolites ภายในเมล็ด (McDonald, 2000) นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มกิจกรรม anti-oxidation ในเมล็ดที่ผ่านการ priming สูงกว่าเมล็ดปกติ (McDonald, 2000; Hsu *et al*., 2003; Wang *et al*., 2003)

เมล็ดที่ผ่านการ priming จะมีกิจกรรมของ เอ็นไซม์ superoxide dismutase (SOD) และ catalase (CAT) สูงกว่าเมล็ดปกติ (Hsu *et al*., 2003; Wang *et al*., 2003; Yeh *et al*., 2005) ทักษอร และ ทรงศิลป์ (2551) ศึกษา hydropriming เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 5 ในน้ำกลั่นที่ระยะเวลา 0-12 ชั่วโมง และลดความชื้นโดยการอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาการแช่น้ำเพิ่มขึ้นทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ superoxide dismutase เพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ระยะเวลาการแช่ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นกิจกรรมเอนไซม์จะลดลงอย่างเด่นชัด เช่นเดียวกับกิจกรรมเอนไซม์ peroxidase (POD) ที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการแช่เมล็ด แต่การ priming กลับไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมเอนไซม์ catalase ขณะที่รายงานของ Chiu *et al*. (2002) พบว่า การทำ solid-matrix priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน สามารถเพิ่มความงอก ช่วยลด lipid peroxidation และเพิ่มกิจกรรม antioxidation ภายในเมล็ด นอกจากนี้ยังรายงานว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารละลายไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปริมาณ malondialdehyde (MDA) ลดลง และเพิ่มปริมาณ soluble sugar proline peroxidase และ catalase (Guan *et al*., 2009)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของการทำ seed priming ต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดพันธุ์ผักโดยการเร่งอายุในเมล็ดมะระ พันธุ์ Blue Mountain Giant White ที่ผ่านการ priming ด้วย vermiculite ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง พบว่า การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ทำให้ความงอกลดลง lipid peroxidation เพิ่มขึ้น และกิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase และ catalase ลดลง ในขณะที่เมล็ดมะระที่ผ่านการ priming แล้วนำมาเร่งอายุ พบว่ามีกิจกรรมการซ่อมแซมความเสียหายจากการเร่งอายุ ลดปริมาณ lipid peroxidation และมีเอนไซม์ superoxide dismutase และ catalase เพิ่มขึ้น (Yeh and Sung, 2008) ส่วนในเมล็ดพันธุ์ผักโขมนั้น มีการศึกษาผลของการ priming ที่มีต่อความงอก กิจกรรมเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) และ peroxidase ในผักโขม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ Amont Trigin Mercado และ Plainsman โดยใช้ PEG ที่ระดับ 0 -10 -12 และ -14 bars เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง พบว่า การ priming ในสารละลาย PEG ที่ระดับ -10 bars นาน 3 ชั่วโมง มีผลทำให้ความงอก ความเร็วในการงอก ความยาวราก และความแข็งแรงของเมล็ดเพิ่มขึ้น รวมทั้งเอนไซม์ polyphenoloxidase และ peroxidase เพิ่มขึ้น (Moosavi *et al*., 2009)

7. ผลของ seed priming ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการ priming ในสารละลาย PEG_{8000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มความงอกของต้นกล้าในแปลงและส่งผลให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Arif *et al*., 2008) สอดคล้องกับ Arif *et al*. (2010) ศึกษาผลของ seed priming ที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ William-82 โดยใช้สารละลาย PEG_{8000} ที่ระดับ 0 100 200 300 และ 400 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 12 และ 18 ชั่วโมง พบว่า absolute growth rate (AGR) และ crop growth rate (CGR) ลดลง แต่เมื่อระยะเวลาในการ priming เพิ่มขึ้นทำให้ relative growth rate (RGR) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบรายงานการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยสารละลาย auxin และ gibberellin ช่วยให้ความงอกในแปลง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลงที่มีสภาพแห้งแล้งและดินเค็มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming อีกทั้งยังส่งผลให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ซัลเฟอร์ในระหว่างการเจริญเติบโตด้วย (Bejandi *et al*., 2009) ให้ผลเช่นเดียวกันกับเมล็ดคำฝอยที่ผ่านการ priming ด้วยสารละลาย KCl ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วปลูกลงในแปลงและให้น้ำที่เป็นสารละลายเกลือความเข้มข้นตั้งแต่ 0-12 กรัมต่อลิตร พบว่า คำฝอยที่ปลูกด้วยเมล็ดที่ผ่านการ priming มีความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง จำนวนช่อดอกต่อต้น ผลผลิตกลีบดอกและเมล็ดต่อต้นสูงกว่าต้นคำฝอยที่ปลูกด้วยเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming (Aymen *et al*., 2012)

จากผลการทำ osmopriming เมล็ดคาโนลาในสารละลาย polyethylene glycol เป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดไปเก็บรักษาหลังจาก priming แล้วเป็นเวลา 6 เดือนนำไปเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ผ่านการทำ hydropriming และ osmopriming ในสารละลาย polyethylene glycol เป็นเวลาเท่ากัน แต่ไม่ผ่านการเก็บรักษา พบว่า การทำ osmopriming มีผลทำให้พื้นที่ใบ crop growth rate และการสะสมน้ำหนักแห้งของคาโนลาเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีอื่น (Basra *et al*., 2003)

การ pre-soaking เมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนปลูก ช่วยทำให้งอกเร็วกว่าเมล็ดปกติประมาณ 2 วัน อีกทั้งมีพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Zhao *et al*., 2007) สอดคล้องกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงานการ priming เมล็ดข้าวด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ก่อนนำไปปลูกในนาแบบหว่าน ช่วยให้การตั้งตัวของต้นกล้าดีขึ้น crop growth rate (CGR) ความสูงต้นและการแตกกอเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการ priming ด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ยังส่งผลให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้นด้วย (Rehman *et al*., 2011) สอดคล้องกับรายงานในข้าวสาลี พบว่าการ priming เมล็ดข้าวสาลี ด้วยสารละลาย PEG ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้ความงอกในแปลง จำนวนกอ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสูงกว่าการ priming ด้วยสารละลายชนิดอื่น (KCl 2%, KH_2PO_4 0.5% และน้ำกลั่น) นอกจากนี้ยังส่งผลให้จำนวนกอ องค์ประกอบผลผลิต จำนวนรวงต่อตารางเมตรและน้ำหนักเมล็ดของข้าวสาลีพันธุ์ Sardari-101 สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Azar-2 ที่ใช้ทดลองในพื้นที่เดียวกันอีกด้วย (Yeri *et al*., 2011)

ในขณะที่ Subedi and Ma (2005) รายงานว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารละลาย gibberallic acid (**GA_3**) ความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วปลูกในสภาพแปลงที่ดินมีอุณหภูมิต่ำ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของลำต้นและน้ำหนักแห้งทั้งต้นของข้าวโพดในระยะ V_7 ลดลง แม้ว่าจะให้ผลดีในแง่ความแข็งแรงและการตั้งตัวของต้นกล้าในระยะแรกก็ตาม สำหรับผลจากการทำ seed priming ต่อ relative growth rate (RGR) นั้น พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและฝ้ายก่อนนำไปปลูกในแปลง ไม่มีผลต่อ relative growth rate (RGR) ของทั้งข้าวโพดและฝ้าย แม้ว่าจะช่วยให้ออกดอกและเมล็ดสุกแก่เร็วขึ้น แต่กลับมีผลทำให้ผลผลิตของฝ้ายลดลง (Murangu *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45

2. อุปกรณ์การทำ seed priming

   2.1 คอลัมน์แก้ว
   2.2 ปั๊มลม
   2.3 หัวให้อากาศ (air stone)
   2.4 สายยาง
   2.5 กระบอกตวง (cylinder)
   2.6 บีกเกอร์ (beaker)
   2.7 น้ำกลั่น
   2.8 สารเคมี polyethylene glycol (PEG_{6000})

3. อุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

   3.1 ตู้เพาะเมล็ด (germinator chamber) ยี่ห้อ Conthem รุ่น BIOSYN 6000 CP
   3.2 กล่องพลาสติกใสขนาด 19 × 28 × 10 เซนติเมตร
   3.3 ขวดเร่งอายุ (accelerated aging bottle) มีลักษณะเป็นโหลแก้วที่มีฝาปิด ขนาดบรรจุครึ่งลิตรเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และมีตะแกรงลวดสแตนเลส ใช้ในการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์
   3.4 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น ULM 500
   3.5 เครื่องชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น CP2202S
   3.6 เครื่องชั่งอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น B041002
   3.7 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า Cyberscan CON 500 Conductivity Meter
   3.8 ทรายละเอียด
   3.9 เอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. อุปกรณ์ทางการเกษตร

4.1 เครื่องปลูกด้วยมือ

4.2 ไม้บรรทัดขนาด 30 เซนติเมตร และไม้วัดขนาด 1 เมตร

4.3 เครื่อง Chlorophyll Meter รุ่น SPAD-502

4.4 สารเคมีคลุกเมล็ดป้องกันกำจัดเชื้อรา ริดโดมิลโกลด์ เอ็มแซต 68 ดับบลิวจี (metalaxyl-M + mancozeb)

4.5 ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 0 – 45 – 0 และ 0 – 0 – 60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การทดลองที่ 1 ผลของ seed priming ที่มีต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่เก็บรักษาในห้องเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 ปี ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่มีความชื้นของเมล็ดเริ่มต้น 7.31 และ 6.73 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเริ่มต้น 92 และ 89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มาผ่านการทำ priming ด้วยสารละลาย polyethylene glycol 6000 (PEG_{6000}) ความเข้มข้น -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa เป็นระยะเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง

สำหรับการเตรียมสารละลาย polyethylene glycol (PEG_{6000}) นั้น ทำโดยนำสารเคมี PEG_{6000} มาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนระดับความเข้มข้น ผสมกับน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันจน PEG_{6000} ละลายเป็นของเหลว สารละลาย PEG_{6000} ความเข้มข้น -0.4 MPa ใช้ PEG_{6000} 17.63 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลาย PEG_{6000} ความเข้มข้น -0.8 MPa ใช้ PEG_{6000} 26.17 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และสารละลาย PEG_{6000} ระดับความเข้มข้น -1.2 MPa ใช้ PEG_{6000} 32.50 กรัมต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} 3 ระดับ ได้แก่ -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการทำ priming 4 ระยะ ได้แก่ 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วยสารละลาย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน มาล้างผ่านน้ำไหลประมาณ 2 นาที ผึ่งเมล็ดให้แห้งที่อุณหภูมิห้องจนความชื้นเมล็ดใกล้เคียงกับความชื้นของเมล็ดเริ่มต้น นำตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

1. ความงอก (germination) เพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ ตัวอย่างละ 50 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ ประเมินความงอกที่ 8 วันหลังเพาะ (ISTA, 2011)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

2.1 ดัชนีการงอก (germination index) จากวิธีการในข้อ 1 ประเมินผลความงอกทุกวัน โดยตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน จดบันทึกจนครบ 8 วัน คำนวณดัชนีความงอกตามวิธีของ AOSA (1983) ดังนี้

$$\text{ดัชนีความงอก} = \text{ผลรวมของ} \left\{ \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \right\}$$

2.2 เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (time to 50% germination, T_{50}) จากวิธีการในข้อ 1 ประเมินความงอกทุกวัน โดยตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน จดบันทึกจนครบ 8 วันหลังเพาะ คำนวณเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีของ Coolbear *et al*. (1984) ดัดแปลงโดย Farooq *et al*. (2005) ดังนี้

$$T_{50} = t_i + \left\{ \frac{\left(\frac{N+1}{2}\right) - ni}{nj - ni} \right\} \times (t_j - t_i)$$

t_i = เวลาก่อนการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)
n_i = จำนวนเมล็ดที่งอก ที่ t_i
N = จำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมด
t_j = เวลาหลังจาก t_i (วัน)
n_j = จำนวนเมล็ดที่งอก ที่ t_j

2.3 ความยาวยอดและราก (shoot and root length) จากวิธีการในข้อ 1 สุ่มต้นกล้าที่งอกปกติมาซ้ำละ 10 ต้น 4 ซ้ำ วัดความยาวยอดและความยาวราก

2.4 ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า ตามวิธีของ Orchard (1977) คำนวณจากสูตร

Seedling vigor index (SVI) = [ความยาวของต้นกล้า (ซม.) × ความงอก (%)]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (accelerated aging test, AA - test) นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ตัวอย่างละ 50 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ ใส่ตะแกรงลวดแสตนเลสรูปทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ขาตั้งสูง 3 เซนติเมตร นำตะแกรงลวดวางลงในขวดโหลที่มีน้ำ 100 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดให้สนิท นำไปใส่ตู้อบที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 64 ชั่วโมง นำเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอกตามวิธีในข้อ 1

2.6 ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ตัวอย่างละ 25 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักเมล็ดและบันทึกผล นำเมล็ดแต่ละซ้ำแช่น้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร แล้วนำไปไว้ในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารละลายที่กรองเอาเมล็ดออกไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Cyberscan CON 500 Conductivity Meter ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร (µs/cm) และหักลบด้วยค่าการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น รายงานค่าการนำไฟฟ้าโดยนำน้ำหนัก 25 เมล็ด มาหาค่าการนำไฟฟ้าที่ได้หน่วยที่ได้เป็นไมโครซีเมนต่อกรัมเมล็ด (µs/cm/g.seed) ดังนี้

$$\text{ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed)} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย} - \text{ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำกลั่น}}{\text{น้ำหนักเมล็ด(กรัม)}}$$

การทดลองที่ 2 ผลของ seed priming ที่มีต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่เก็บรักษาในห้องเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 ปี และ 2 ปี ตามลำดับ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 โดยมีความชื้นของเมล็ดเริ่มต้น 7.12 และ 5.77 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกเริ่มต้น 92 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มาผ่านการทำ priming ด้วยสารละลาย polyethylene glycol 6000 (PEG_{6000}) ความเข้มข้น -0.8 และ -1.2 MPa เป็นระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง สำหรับถั่วเหลืองไร่ ระยะ 3 และ 6 ชั่วโมง สำหรับถั่วเหลืองฝักสด

สำหรับถั่วเหลืองไร่ วางแผนการทดลองแบบ 2 x 2 factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} 2 ระดับ ได้แก่ -0.8 และ -1.2 MPa ปัจจัย B คือ ระยะเวลาใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทำ priming ได้แก่ 6 และ 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการทำ priming ส่วนถั่วเหลืองฝักสด วางแผนการทดลองแบบ 2 x 2 factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} 2 ระดับ ได้แก่ -0.8 และ -1.2 MPa ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการทำ priming ได้แก่ 3 และ 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการทำ priming จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการทำ priming ด้วยสารละลาย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน มาล้างผ่านน้ำไหลประมาณ 2 นาที ผึ่งเมล็ดให้แห้งที่อุณหภูมิห้องจนความชื้นเมล็ดใกล้เคียงกับความชื้นของเมล็ดเริ่มต้น

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming มาปลูก ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยปลูก 4 แถวต่อแปลงย่อย แต่ละแถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 20 × 50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0 – 46 – 0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 0 – 0 – 60 อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะเตรียมแปลงยกร่อง ปลูกหลุมละ 2 เมล็ด เมื่ออายุ 15 วันหลังปลูก ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม กำจัดวัชพืชหลังปลูกโดยใช้จอบถากเมื่อถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดอายุ 15-20 วันหลังปลูก และ 30-40 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตร 15 -15 -15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อต้นถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดอายุ 15 25 และ 40 วันหลังปลูก บันทึกข้อมูลดังนี้

1. ความงอก (germination) เพาะเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด โดยใช้ทรายเป็นวัสดุเพาะ ตัวอย่างละ 50 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ ประเมินความงอกที่ 8 วันหลังเพาะ (ISTA, 2011)

2. ดัชนีการงอก (germination index) จากวิธีการในข้อ 1 ประเมินผลความงอกทุกวัน โดยตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน จดบันทึกจนครบ 8 วัน คำนวณดัชนีความงอกตามวิธีของ AOSA (1983) ตามวิธีการในการทดลองที่ 1

3. ความงอกในไร่ (field emergence) ปลูกถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด โดยหยอดเมล็ดระยะปลูก 20 × 50 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 2 เมล็ด ตรวจนับความงอกเมื่อถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดอายุ 15 วันหลังปลูก นับเมื่อต้นกล้างอกโผล่พ้นผิวดิน และเห็นใบเลี้ยงแผ่กางเต็มที่

4. วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ (days to 50% flowering) นับจากวันที่ปลูกจนถึงวันที่มีดอกแรกบาน 50 % ของจำนวนต้นทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ความเขียวของใบ (SPAD value) สุ่มวัดความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด ที่ 4 ระยะ คือ ที่อายุ 30 45 60 วัน และ 80 วันหลังปลูก สุ่มวัดใบที่ 3 ที่คลี่กางเต็มที่นับจากยอดลงมา สุ่มวัด 3 จุดในแต่ละใบ จำนวน 5 ต้นต่อแปลง โดยใช้เครื่อง Chlorophyll Meter รุ่น SPAD-502

6. ความสูงต้น (plant height) วัดความสูงของถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่อายุ 30 45 60 และ 80 วันหลังปลูก โดยสุ่มวัด 10 ต้นจาก 2 แถวกลาง การวัดความสูงวัดจากข้อแรก (cotyledonary node) จนถึงข้อสุดท้าย (terminal node) ของลำต้น หาค่าเฉลี่ยความสูง

7. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต (yield and yield components)

7.1 จำนวนฝักต่อต้น (number of pod per plant) สุ่มนับฝักที่ระยะเก็บเกี่ยว (80 – 85 วันหลังปลูก) 5 ต้นต่อแปลงย่อย จาก 2 แถวกลาง หาค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้น

7.2 จำนวนเมล็ดต่อฝัก (seed per pod) สุ่มเก็บฝักแห้ง 10 ฝักจาก 2 แถวกลาง ปลิดฝักด้วยมือ ตากแดดให้แห้ง กะเทาะฝักแห้งด้วยมือทีละฝัก นับเมล็ด หาค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝัก

7.3 น้ำหนัก 100 เมล็ด (100 seed weight) สุ่มเมล็ดที่กะเทาะจากฝัก 100 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง หาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)

7.4 ผลผลิตเมล็ด (seed grain yield) ชั่งน้ำหนักเมล็ดแห้งที่เก็บเกี่ยวจาก 2 แถวกลาง จำนวน 4 ซ้ำ แล้วคำนวณหาผลผลิตเมล็ดต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม R (ชูศักดิ์, 2552)

สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์และแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่ สิงหาคม พ.ศ. 2555 – ตุลาคม พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของ seed priming ที่มีต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด

1.1 ความงอก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นและระยะเวลาการ priming ไม่มีผลต่อความงอก และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อความงอกของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 1) โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีความงอกเฉลี่ย 86.50 88.38 และ 89.13 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีความงอกเฉลี่ย 86.17 90.33 89.00 และ 86.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นและระยะเวลาการ priming มีผลให้ความงอกแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อความงอกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 4) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีความงอก 91.13 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -0.4 MPa ที่มีความงอกเฉลี่ย 86.50 และ 81.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การใช้ PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีความงอก 89.67 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการแช่เป็นเวลา 3 และ 9 ชั่วโมง ที่มีความงอก 82.83 และ 85.17 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ที่ 12 ชั่วโมง ที่มีความงอก 87.17 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming พบว่า ไม่มีผลทำให้ความงอกแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ซึ่งมีความงอก 90.50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความงอกเฉลี่ย 94.00 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการทดลองการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่นั้น เมื่อผ่านการ priming มีความงอกมาตรฐานไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming อาจเนื่องมาจากการส่งผลต่อความงอกของการ priming มีความแตกต่างกันตามความแตกต่างของสายพันธุ์ สอดคล้องกับยุพเรศ (2541) พบว่า เมล็ดพันธุ์พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันนั้น ย่อมมีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบภายในแตกต่างกัน จึงทำให้การตอบสนองต่อการทำ seed priming ของเมล็ดพืชแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันได้ สอดคล้องกับรายงานของวิน และคณะ (2554) พบว่า การ priming ช่วยให้ความงอกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลต่อความงอกของถั่วเหลืองพันธุ์นัมเบอร์ 75 ซึ่งในการทดลองนี้ พบว่า การทำ seed priming มีผลให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับรายงานของ Arif (2005) และ Sadeghi *et al.* (2011) ซึ่งพบว่าการทำ seed priming ด้วย PEG_{6000} ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ในขณะที่ Hsu *et al*. (2003) พบว่า การ priming เมล็ดมะระด้วย vermiculite ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง และน้ำร้อนที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สามารถปรับปรุงความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอก เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming และ Bittencourt *et al*. (2004) ศึกษาผลของ priming ที่มีต่อความงอกและความแข็งแรงของหน่อไม้ฝรั่งพันธุ์ Mary Washington พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} -1.0 MPa เป็นเวลา 14 วัน มีผลทำให้ความงอกของหน่อไม้ฝรั่งเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	84.50	89.50	89.50	82.50	86.50
-0.8	89.00	88.50	90.00	86.00	88.38
-1.2	85.00	93.00	87.50	91.00	89.13
เฉลี่ย	86.17	90.33	89.00	86.50	
Non-primed (control)			90.50		

ตารางที่ 2 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	76.00	86.50	79.00	83.00	81.12 C [1/]
-0.8	85.00	88.50	90.00	82.50	86.50 B
-1.2	87.50	94.00	86.50	96.00	91.13 A
เฉลี่ย	82.83 b [2/]	89.67 a	85.17 b	87.17 ab	
Non-primed (control)			90.50		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

1.2.1 ดัชนีการงอก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีการงอกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นไม่มีผลต่อดัชนีการงอกของถั่วเหลืองไร่ แต่ระยะเวลาในการ priming ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ดัชนีการงอกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อดัชนีการงอกของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 1) โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีดัชนีการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การ priming ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การใช้ PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 9 ชั่วโมง มีดัชนีการงอกเฉลี่ย 13.60 และ 12.71 ตามลำดับ และมีดัชนีการงอกสูงกว่าการใช้ PEG_{6000} ที่ 3 และ 12 ชั่วโมง (ตารางที่ 3)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นไม่มีผลต่อดัชนีการงอก แต่ระยะเวลาในการ priming ที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ดัชนีการงอกของถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อดัชนีการงอกของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 4) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ-1.2 MPa มีผลให้ดัชนีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการ priming ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เป็นเวลา 9 และ 12 ชั่วโมง มีดัชนีการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ แต่มีค่าดัชนีการงอกสูงกว่าการ priming ที่ 3 ชั่วโมง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ดัชนีการงอกแตกต่างกันทางสถิติ โดยการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง PEG_{6000} -0.4 MPa นาน 12 ชั่วโมง PEG_{6000} -0.8 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีดัชนีการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าดัชนีการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 4)

แม้ว่ารายงานของ Sadeghi *et al.* (2011) จะพบว่าการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วยสารละลาย polyethylene glycol ช่วยให้ดัชนีการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่สูงขึ้น แต่ในการทดลองนี้ พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ ไม่มีผลต่อดัชนีการงอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในขณะที่การ priming มีผลทำให้ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming เช่นเดียวกับรายงานของ วิน และคณะ (2554) พบว่า การทำ seed priming ไม่มีผลต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์นัมเบอร์ 75 แต่การ priming ทำให้ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Hu *et al*. (2005) ศึกษาผลของ sand priming ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ Jiayu 948 Zhongzhu 1 Zhenong 8010 และ Zhenong 421 พบว่า วิธีการ sand priming อัตรา 3.8 % (v/w) ที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า ความงอกและดัชนีการงอกของข้าวทั้ง 4 พันธุ์เพิ่มขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของการตั้งตัวของต้นกล้าและผลผลิต 19.8-22.9 และ 9.8-31.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	11.82	14.13	13.83	11.57	12.84
-0.8	12.81	13.45	12.55	13.69	13.12
-1.2	11.86	13.21	11.77	12.19	12.26
เฉลี่ย	12.16 b[1/]	13.60 a	12.71 ab	12.48 b	
Non-primed (control)		12.30			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG (MPa)	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
	3	6	9	12	
-0.4	[2/]e 7.45	a-d 9.16	b-e 8.59	ab 9.77	8.74
-0.8	a-d 9.12	ab 9.45	a-d 9.15	de 7.94	8.91
-1.2	bcd 8.85	ab 9.88	b-e 8.63	a 10.34	9.42
เฉลี่ย	8.47 b[1/]	9.50 a	8.79 ab	9.35 a	
Non-primed (control)		cde 8.35			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} ทำให้เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 1) โดยการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 และ -0.8 MPa มีผลทำให้เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์น้อยกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน ไม่มีผลต่อเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นและระยะเวลาในการ primining ไม่มีผลต่อเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 4) โดยการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีผลทำให้มีเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 4.25 4.55 และ 4.37 วันตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 4.51 4.26 4.42 และ 4.38 วันตามลำดับ (ตารางที่ 6)

จากผลการทดลอง พบว่า การทำ seed priming มีผลต่อเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่ แต่ไม่มีผลต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด แม้ว่าการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ด้วยสารละลาย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้น -0.4 และ -0.8 MPa มีผลให้ค่าเฉลี่ยเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์น้อยกว่าการ priming ด้วยสารละลาย PEG_{6000} ที่ระดับความเข้มข้น -1.2 MPa อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์กับเมล็ดถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 กับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งขัดแย้งกันกับรายงานของ Arif (2005) ว่าการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วยสารละลาย PEG จะใช้ระยะเวลาการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming และ Afzal *et al*. (2008) พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มอนซานโต้ 7878 ที่ผ่านการ priming ด้วย 50 mM $CaCl_2$ หรือ 50 mg/L ascorbate (ASA) ตามด้วย จิบเบอเรลลิน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ลดลง ในขณะที่ Sung and Chang (1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ Honey 263 ที่ผ่านการ priming ด้วยสารละลาย PEG_{6000} อัตรา 300g/L และ vermiculite ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถยกระดับความงอกและใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming แต่การใช้ vermiculite มีประสิทธิภาพดีกว่าสารละลาย PEG_{6000} ในการ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน และ Mwale *et al*. (2003) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ทานตะวันด้วย PEG_{8000} ที่ -0.6 MPa ที่ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน สามารถลดเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์และมีความงอกเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	3.12	2.75	2.85	3.19	2.98 B[1/]
-0.8	2.96	2.78	3.12	2.81	2.92 B
-1.2	3.11	3.05	3.51	3.33	3.25 A
เฉลี่ย	3.06	2.86	3.16	3.11	
Non-primed (control)			3.09		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 เวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	4.79	4.19	4.16	3.88	4.25
-0.8	4.37	4.27	4.58	5.00	4.55
-1.2	4.38	4.33	4.53	4.25	4.37
เฉลี่ย	4.51	4.26	4.42	4.38	
Non-primed (control)			5.13		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.3 ความยาวยอดและราก

1.2.3.1 ความยาวยอด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวยอดของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} มีผลทำให้ความยาวยอดของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความยาวยอดของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความยาวยอดของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 2) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa มีผลทำให้ความยาวยอดเฉลี่ย 13.02 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa ที่มีความยาวยอดเฉลี่ย 12.78 เซนติเมตร แต่มีความยาวยอดสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa ที่มีความยาวยอดเฉลี่ย 12.40 เซนติเมตร ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่เวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีความยาวยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความยาวยอดแตกต่างกันทางสถิติ โดยการ priming เมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa นาน 12 ชั่วโมง ทำให้มีความยาวยอดเฉลี่ย 13.94 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa นาน 6 ชั่วโมง ที่มีความยาวยอด 13.54 เซนติเมตร แต่มีความยาวยอดสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa นาน 3 9 และ 12 ชั่วโมง การ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa นาน 3 ชั่วโมง การ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa นาน 9 และ 12 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming มีความยาวยอดไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 7)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} ไม่มีผลต่อความยาวยอด แต่ระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความยาวยอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความยาวยอดถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 5) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีความยาวยอดเฉลี่ย 12.62 12.38 และ 12.18 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีความยาวยอดเฉลี่ย 12.48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12.70 และ 12.43 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่มีความยาวยอดเฉลี่ย 11.99 เซนติเมตร และพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming มีความยาวยอดไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ความยาวยอด (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	[2/] d 11.76	bc 12.75	cd 12.51	cd 12.56	12.40 B[1/]
-0.8	cd 12.63	bc 12.81	bc 12.73	a 13.94	13.02 A
-1.2	bc 12.90	ab 13.54	cd 12.43	cd 12.26	12.78 AB
เฉลี่ย	12.43	13.03	12.55	12.92	
Non-primed (control)		11.73			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ความยาวยอด (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	12.03	12.71	13.06	12.70	12.62
-0.8	11.93	12.76	12.61	12.23	12.38
-1.2	12.01	11.95	12.41	12.36	12.18
เฉลี่ย	11.99 b[1/]	12.48 a	12.70 a	12.43 a	
Non-primed (control)		11.26			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.3.2 ความยาวรากของต้นกล้า

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} มีผลทำให้ความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 2) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa มีความยาวรากเฉลี่ย 12.41 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa ที่มีความยาวรากเฉลี่ย 12.02 เซนติเมตร แต่มีความยาวรากสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa ที่มีความยาวราก 11.81 เซนติเมตร ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีความยาวราก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming กับเมล็ดพันธุ์ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน มีความยาวรากไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 9)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 5) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa มีผลทำให้มีความยาวรากเฉลี่ย 12.69 และ 13.01 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa ที่มีความยาวรากเฉลี่ย 11.24 เซนติเมตร ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 6 และ 9 ชั่วโมง มีความยาวรากเฉลี่ย 12.28 12.74 และ 12.90 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ที่มีความยาวรากเฉลี่ย 11.34 เซนติเมตร จากการเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming กับเมล็ดพันธุ์ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน มีความยาวรากไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการทดลอง พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดด้วยสารละลาย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน มีผลต่อความยาวยอดและความรากของต้นกล้า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming แล้วไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งรายงานของ Win (2011) พบว่า การทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 และพันธุ์นัมเบอร์ 75 ด้วยสารละลาย PEG ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดทั้งสองพันธุ์ ตรงกันข้ามกับรายงานของ Guan *et al.* (2009) พบว่าการ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารละลายไคโตซาน ช่วยเพิ่มความยาวยอด และความยาวรากของต้นกล้าของข้าวโพดมากกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ไม่ผ่านการ priming และ Zhang *et al.* (2007) พบว่า การ priming ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ Suyunuo 1 Huyunuo 1 และ Zhenuoyu 1 ด้วยทราย 4 % (v/w) ที่ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีผลทำให้ความเร็วในการงอก ค่าเฉลี่ยในการงอก ความยาวยอด น้ำหนักสดและแห้งของต้นกล้าทานตะวันดีกว่าชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ความยาวราก (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	11.68	12.86	11.58	11.98	12.02 AB[1/]
-0.8	12.28	13.03	12.41	11.91	12.41 A
-1.2	11.66	11.79	11.70	12.08	11.81 B
เฉลี่ย	11.87	12.56	11.90	11.99	
Non-primed (control)			11.81		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ความยาวราก (เซนติเมตร) ของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	[3/]cd 11.83	bcd 12.79	d 11.53	e 8.84	11.24 B[1/]
-0.8	cd 11.86	bcd 12.75	bcd 12.61	ab 13.55	12.69 A
-1.2	abc 13.15	bcd 12.69	a 14.55	d 11.63	13.01 A
เฉลี่ย	12.28 a[2/]	12.74 a	12.90 a	11.34 b	
Non-primed (control)		a 14.33			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[3/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.4 ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกมาตรฐานของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 2) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าเฉลี่ย 2113.73 2248.02 และ 2194.70 ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าเฉลี่ย 2095.07 2310.73 2181.26 และ 2154.88 ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 5) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีผลทำให้มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าเฉลี่ยสูงสุดคือ 2289.38 รองลงมาคือการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -0.4 MPa มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าเฉลี่ย 2167.69 และ 1937.39 ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าเฉลี่ย 2257.95 ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 9 ซึ่งมีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า 2183.30 แต่มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าสูงกว่าการ priming เป็นเวลา 12 และ 3 ชั่วโมง ที่มีดัชนีความแข็งแรงของนกล้า 2071.88 และ 2012.81 (ตารางที่ 12) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน กับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการทดลองพบว่า การทำ seed priming ไม่มีผลต่อค่าดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 และแม้ว่าการทำ seed priming จะมีผลให้ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับค่าดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming แล้ว พบว่า ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสดไม่แตกต่างกันกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ซึ่งให้ผลตรงกันข้ามกับรายงานของ Sadeghi *et al.* (2011) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	1979.60	2293.90	2156.50	2024.93	2113.73
-0.8	2217.40	2287.90	2263.03	2223.75	2248.02
-1.2	2088.20	2350.40	2124.25	2215.95	2194.70
เฉลี่ย	2095.07	2310.73	2181.26	2154.88	
Non-primed (control)	2130.30				

ตารางที่ 12 ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	1815.75	2206.13	1944.63	1783.03	1937.39 C[1/]
-0.8	2021.30	2253.83	2268.80	2126.83	2167.69 B
-1.2	2201.38	2313.88	2336.48	2305.78	2289.38 A
เฉลี่ย	2012.81 c[2/]	2257.95 a	2183.30 ab	2071.88 bc	
Non-primed (control)	2323.40				

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.5 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกมาตรฐานของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} ไม่มีผลต่อความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 แต่ระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 3) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีผลทำให้มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 9 ชั่วโมง มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 85.83 และ 84.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 และ 12 ชั่วโมง ที่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 76.67 และ 77.00 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุแตกต่างกันทางสถิติ โดยการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa นาน 6 และ 9 ชั่วโมง การ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa นาน 3 6 และ 9 ชั่วโมง และการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa นาน 6 และ 9 ชั่วโมง แต่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa นาน 3 และ 12 ชั่วโมง priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa นาน 12 ชั่วโมง การ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa นาน 3 ชั่วโมง และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 13)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 6) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 19.38 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa ที่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 17.00 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa ที่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 13.00 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} เป็นระยะเวลา 6 และ 9 ชั่วโมง มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 19.83 และ 18.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่มี ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 16.17 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ที่มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเฉลี่ย 11.83 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming และไม่ผ่านการ priming พบว่า ไม่มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14)

จากผลการทดลองพบว่าการทำ seed priming มีผลให้ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming แต่ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด การทำ seed priming ทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุลดลง แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเมื่อผ่านการ priming แล้วมีการเสื่อมคุณภาพรวดเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ สอดคล้องกับรายงานของกรุง และสิริกุล (2538) พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดจะสูญเสียความงอกเหลือต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลา 3 - 4 เดือน หากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพธรรมชาติที่อุณหภูมิและความชื้นมีความแปรปรวนตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่พบว่า seed priming มีผลทำให้เมล็ดที่ผ่านการ priming แล้ว เมื่อนำไปเก็บรักษาในสภาพแห้งจะมีความยาวนานของการมีชีวิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming (Taylor *et al*., 1998; Chiu *et al*., 2002; Lin *et al*., 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	[2/]bcd 77.50	ab 83.00	ab 87.00	e 65.00	78.12
-0.8	abc 80.50	ab 87.00	ab 83.50	bcd 77.00	82.00
-1.2	cd 72.00	ab 87.50	ab 84.00	a 89.00	83.12
เฉลี่ย	76.67 b[1/]	85.83 a	84.83 a	77.00 b	
Non-primed (control)	de 68.50				

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG (MPa)	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
	3	6	9	12	
-0.4	7.50	16.00	13.00	15.50	13.00 B[1/]
-0.8	10.50	21.00	17.50	19.00	17.00 AB
-1.2	17.50	22.50	23.50	14.00	19.38 A
เฉลี่ย	11.83 b[2/]	19.83 a	18.00 a	16.17 ab	
Non-primed (control)	53.00				

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.6 ค่าการนำไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกมาตรฐานของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} ไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 แต่ระยะเวลาในการ priming มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 3) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลืองไร่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 -0.8 และ -1.2 MPa มีผลทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 58.01 51.46 และ 57.60 µs/cm/g.seed ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 66.23 µs/cm/g.seed ไม่แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ที่มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 55.93 µs/cm/g.seed แต่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ที่มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 เฉลี่ย 49.03 และ 51.57 µs/cm/g.seed (ตารางที่ 15)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming (ตารางผนวกที่ 6) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักเฉลี่ยสูงสุดคือ 120.88 µs/cm/g.seed รองลงมาคือการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa ที่มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 109.82 และ 110.51 µs/cm/g.seed ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยสูงสุดคือ 136.98 µs/cm/g.seed รองลงมาคือการ priming เมล็ดพันธุ์ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 9 และ 6 ชั่วโมง ที่มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 114.90 106.81 และ 96.26 µs/cm/g.seed ตามลำดับ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ทำให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 แตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.4 MPa เป็นเวลา 6 และ 9 ชั่วโมง PEG_{6000} -0.8 MPa เป็นเวลา 9 ชั่วโมง และ PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 16)

จากผลการทดลอง พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming และไม่ผ่านการ priming มีค่าการนำไฟฟ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งให้ผลตรงกันข้ามกับรายงานของ Sadeghi *et al*. (2011) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วยสารละลาย PEG ที่ความเข้มข้น -1.2 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะช่วยให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์น้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ในขณะที่ในการทดลองนี้ การทำ seed priming มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming แต่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของวินและคณะ (2554) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ AGS 292 และพันธุ์นัมเบอร์ 75 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} จะทำให้เมล็ดเสื่อมสถาพลง เมื่อแช่ในสารละลายนานขึ้นจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น เช่นเดียวกันกับรายงานของ Sadeghi *et al*. (2011) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่เป็นเวลาตั้งแต่ 18 ชั่วโมงขึ้นไป จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	61.81	49.58	70.24	50.41	58.01
-0.8	66.44	53.85	43.79	41.74	51.46
-1.2	70.45	43.65	53.74	62.56	57.60
เฉลี่ย	66.23 a[1/]	49.03 b	55.93 ab	51.57 b	
Non-primed (control)			140.50		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)				เฉลี่ย
(MPa)	3	6	9	12	
-0.4	[3/]de 129.12	h 82.54	h 73.02	a 198.85	120.88 A[1/]
-0.8	ef 112.93	ef 116.12	h 73.29	cd 136.94	109.82 B
-1.2	fg 102.65	gh 90.14	b 174.12	h 75.14	110.51 B
เฉลี่ย	114.90 b[2/]	96.26 c	106.81 bc	136.98 a	
Non-primed (control)		c 149.08			

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[3/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 ผลของ seed priming ที่มีผลต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลืองไร่และถั่วเหลืองฝักสด

2.1 ความงอก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} มีผลทำให้ความงอกของธุ์ถั่วเหลืองไร่ แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาในการ priming มีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 7) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีความงอกเฉลี่ย 90.00 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa มีความงอกมาตรฐานเฉลี่ย 85.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความงอกเฉลี่ย 88.25 และ 86.75 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} กับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming พบว่า มีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 11) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีความงอก 82.25 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa ที่มีความงอก 75.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีความงอกเฉลี่ย 82.00 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่มีความงอกเฉลี่ย 75.75 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีความงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตาราง 18)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชม.)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	86.50	83.50	85.50 B[1/]
-1.2	90.00	90.00	90.00 A
เฉลี่ย	88.25	86.75	
Non-primed (control)	81.50		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชม.)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	[3/]c 73.00	b 78.00	75.50 B[1/]
-1.2	b 78.50	a 86.00	82.25 A
เฉลี่ย	75.75 b[2/]	82.00 a	
Non-primed (control)	bc 75.50		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[3/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ดัชนีการงอก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อดัชนีการงอกของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 7) โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa มีดัชนีการงอกเฉลี่ย 17.09 และ 17.66 ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีผลทำให้มีดัชนีการงอกเฉลี่ย 17.95 และ 17.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 19) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming และไม่ผ่านการ priming มีดัชนีการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 7)

ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} มีผลทำให้ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 11) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีดัชนีการงอกเฉลี่ยสูงสุดคือ 9.14 แตกต่างกันทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa มีดัชนีการงอกเฉลี่ย 8.16 ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน ไม่มีผลต่อดัชนีการงอก (ตารางที่ 20) จากการเปรียบเทียบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักที่ผ่านการ primingกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีดัชนีการงอกเฉลี่ยสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางผนวกที่ 11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	17.29	16.70	17.09
-1.2	18.60	17.67	17.66
เฉลี่ย	17.95	17.19	
Non-primed (control)	16.63		

ตารางที่ 20 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	[2/] b 7.84	ab 8.49	8.16 B[1/]
-1.2	a 8.90	a 9.39	9.14 A
เฉลี่ย	8.37	8.94	
Non-primed (control)	c 6.08		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ความงอกในไร่

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความงอกในไร่ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความงอกในไร่ของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 7) โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa มีความงอกในไร่เฉลี่ย 59.63 และ 62.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความงอกเฉลี่ย 57.44 และ 64.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความงอกในไร่ของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาที่มีต่อความงอกในไร่ของถั่วเหลืองฝักสด (ตารางผนวกที่ 11) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีความงอกในไร่เฉลี่ยสูงสุดคือ 50.62 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa ที่มีความงอกในไร่เฉลี่ย 45.75 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเป็นระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้มีความงอกในไร่เฉลี่ยสูงสุดคือ 53.19 เปอรเซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีความงอกในไร่เฉลี่ย 43.19 เปอร์เซ็นต์ การ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa นาน 6 ชั่วโมงมีความงอกในไร่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 22)

จากผลการทดลอง พบว่า การทำ seed priming ไม่มีผลต่อความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 อาจเป็นผลจากความแตกต่างของพันธุ์ที่มีผลต่อการทำ seed priming ให้ผลตรงข้ามกับรายงานของ Arif (2005) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วยสารละลาย PEG มีผลให้ความงอกในไร่สูงขึ้น แต่สอดคล้องกับความการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีความงอกในไร่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming และสอดคล้องกับผลของการทำ seed priming ที่ทำให้ความงอกในไร่ของพืชหลายชนิดเพิ่มขึ้น ได้แก่ ข้าวสาลี ชูการ์บีท ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน (Khajeh-Hosseini *et al*., 2003; Sadeghian and Yavari, 2004) เมล็ดพันธุ์ผักและเมล็ดหญ้าขนาดเล็ก (Arif *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์) ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG (MPa)	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
	6	12	
-0.8	55.25	64.00	59.63
-1.2	59.63	65.67	62.65
เฉลี่ย	57.44	64.84	
Non-primed (control)	57.88		

ตารางที่ 22 ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG (MPa)	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
	3	6	
-0.8	[3/] d 39.25	ab 52.25	45.75 B[1/]
-1.2	bc 47.13	a 54.13	50.62 A
เฉลี่ย	43.19 b[2/]	53.19 a	
Non-primed (control)	c 45.25		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[3/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่ และพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 7) โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa มีวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ 35.88 และ 35.50 วัน ตามลำดับ ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} เป็นระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่าการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ 35.88 และ 35.50 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming แตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของสารละลาย PEG_{6000} ไม่มีผลต่อวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสด แต่ระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่ออายุการออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 11) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa มีวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 29.12 และ 28.75 วัน ตามลำดับ ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยสูงสุดคือ 29.38 วัน แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมงที่มีวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยต่ำสุดคือ 28.50 วัน และพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีจำนวนวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000}

จากผลการทดลองพบว่าการทำ seed priming ไม่มีผลต่อวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 เมื่อเปรียบเทียบถั่วเหลืองไร่ที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ซึ่งให้ผลตรงกันข้ามกับรายงานของ Arif (2005) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG เมื่อนำไปปลูกมีผลให้อายุการออกดอกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ในขณะที่ผลการทดลองของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 สอดคล้องกับรายงานของ Arif (2005) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อนำไปปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า มีวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming เช่นเดียวกันกับรายงานของ Murangu *et al*. (2004) ที่พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและฝ้ายก่อนนำไปปลูกในแปลงช่วยให้มีอายุการออกดอกเร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	36.25	35.50	35.88
-1.2	35.50	35.50	35.50
เฉลี่ย	35.88	35.50	
Non-primed (control)	35.50		

ตารางที่ 24 วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	[2/] b 29.75	c 28.50	29.12
-1.2	bc 29.00	c 28.50	28.75
เฉลี่ย	29.38 a[1/]	28.50 b	
Non-primed (control)	a 31.25		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 ความเขียวของใบ

2.5.1 ความเขียวของใบที่อายุ 30 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 อายุ 30 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} มีผลทำให้ความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 30 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบและไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่ (ตารางผนวกที่ 8) ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบที่อายุ 30 วันสูงสุดคือ 35.93 แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa ที่มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบที่อายุ 30 วัน 34.62 ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีผลทำให้มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบที่อายุ 30 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความเขียวของใบที่อายุ 30 วันสูงกว่าถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 25)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่อายุ 30 วันหลังปลูก และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 12 และตารางที่ 26)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	[2/] bc 34.02	ab 35.22	34.62 B[1/]
-1.2 MPa	a 35.78	a 36.08	35.93 A
เฉลี่ย	34.90	35.65	
Non-primed (control)	c 33.41		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ตารางที่ 26 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	34.22	33.51	33.87
-1.2 MPa	33.78	33.70	33.74
เฉลี่ย	34.00	33.61	
Non-primed (control)	29.62		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5.2 ความเขียวของใบที่อายุ 45 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 8 และตารางที่ 27)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองฝักสดที่อายุ 45 วัน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 12 และตารางที่ 28)

2.5.3 ความเขียวของใบที่อายุ 60 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 60 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 60 วัน (ตารางผนวกที่ 8 และตารางที่ 29)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่อายุ 60 วันหลังปลูก เช่นกัน (ตารางผนวกที่ 12 และตารางที่ 30)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	41.01	42.13	41.57
-1.2 MPa	41.31	42.15	41.73
เฉลี่ย	41.16	42.14	
Non-primed (control)	39.97		

ตารางที่ 28 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	45.96	46.49	46.23
-1.2 MPa	45.60	45.90	45.75
เฉลี่ย	45.78	46.20	
Non-primed (control)	44.99		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	48.94	49.39	49.17
-1.2 MPa	49.08	49.45	49.27
เฉลี่ย	49.01	49.42	
Non-primed (control)	47.42		

ตารางที่ 30 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	48.84	49.97	49.41
-1.2 MPa	49.13	49.94	49.54
เฉลี่ย	48.99	49.96	
Non-primed (control)	49.47		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5.4 ความเขียวของใบที่อายุ 80 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 80 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} มีผลทำให้ความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วัน มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วัน และพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 8) การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วันสูงสุดคือ 45.01 แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa มีความเขียวของใบที่อายุ 80 วัน 42.95 ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า การ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความเขียวของใบที่อายุ 80 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 31) ถั่วเหลืองไร่ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความเขียวของใบสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 31)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} ไม่มีผลต่อความเขียวของใบที่อายุ 80 วัน แต่ระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 12) ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบที่อายุ 80 วัน 44.83 และ 44.50 ตามลำดับ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบที่อายุ 80 วัน สูงสุดคือ 45.28 แตกต่างทางสถิติกับการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วัน 44.05 (ตารางที่ 32) ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วันสูงกว่าถั่วเหลืองฝักที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 32)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีผลให้ค่าเฉลี่ยความเขียวของใบ ที่อายุ 30 และ 80 วัน สูงกว่าถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ในขณะที่ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลให้ค่าเฉลี่ยความเขียวของใบ ที่อายุ 80 วัน สูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} สอดคล้องกับรายงานของ Bejandi *et al.* (2009) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วยสารละลาย gibberellin ก่อนนำไปปลูกช่วยให้ค่าความเขียวของใบสูงกว่าถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming เมื่อมีการให้สารละลายซัลเฟอร์ระดับต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับรายงานของ Entesari *et al.* (2013) พบว่า ผลจากการใช้สารละลาย Zinc และ PEG ร่วมกับเชื้อ *Trichoderma* และ *Pseudomonas fluoresecens* (UTPF 5) ในการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ทำให้การงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ในขณะที่ Tabrizi *et al.* (2011) พบว่า ความเครียดจากสภาวะแล้งมีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวโพดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อ priming เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารละลาย nutrient เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ช่วยให้ต้นข้าวโพดมีความทนต่อสภาวะเครียดเพิ่มขึ้น และมีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบต่ำที่สุด นอกจากนี้ สุมาลี และวัฒนา (2555) พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายแอบซิสซิค (ABA) และ พาโคลบิวทราโซล (PBZ) เข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่ได้แช่ ในขณะที่การใช้ ABA ร่วมกับ PBZ พบว่า ต้นกล้าข้าวจะมีความสามารถในการทนแล้งได้ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 31 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG (MPa)	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
	6	12	
-0.8 MPa	[2/] c 42.62	bc 43.28	42.95 B [1/]
-1.2 MPa	ab 44.56	a 45.46	45.01 A
เฉลี่ย	43.59	44.37	
Non-primed (control)	bc 43.18		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 ความเขียวของใบ (SPAD-unit) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	[2/] bc 44.24	a 45.42	44.83
-1.2 MPa	c 43.86	ab 45.14	44.50
เฉลี่ย	44.05 b[1/]	45.28 a	
Non-primed (control)	d 42.64		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6 ความสูงต้น

2.6.1 ความสูงต้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 30 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 9) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ทำให้มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นถั่วเหลืองไร่สูงกว่าถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 33)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้น และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่อายุ 30 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 13 และตารางที่ 34)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	[1/] ab 13.65	a 14.65	14.15
-1.2 MPa	a 14.50	a 15.38	14.94
เฉลี่ย	14.08	15.02	
Non-primed (control)	b 11.63		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ตารางที่ 34 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 30 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	39.28	41.18	40.23
-1.2 MPa	39.18	39.23	39.21
เฉลี่ย	39.23	40.21	
Non-primed (control)	33.80		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6.2 ความสูงต้นที่อายุ 45 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 9) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} พบว่า ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ทำให้ความสูงต้นที่อายุ 45 วันสูงกว่าถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 35)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้น และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่อายุ 45 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 13 และ ตารางที่ 36)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 35 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	[1/] ab 29.28	a 30.75	30.02
-1.2 MPa	a 30.75	a 32.68	31.72
เฉลี่ย	30.02	31.72	
Non-primed (control)	b 26.13		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ตารางที่ 36 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 45 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	48.38	50.93	49.66
-1.2 MPa	49.73	50.73	50.23
เฉลี่ย	49.06	50.83	
Non-primed (control)	43.98		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6.3 ความสูงต้นที่อายุ 60 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 60 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 60 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 9 และ ตารางที่ 37)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองฝักสด และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่อายุ 60 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 13 และตารางที่ 38)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 37 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	33.30	36.58	34.94
-1.2 MPa	35.63	36.28	35.96
เฉลี่ย	34.47	36.43	
Non-primed (control)	31.10		

ตารางที่ 38 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 60 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	49.20	51.58	50.39
-1.2 MPa	50.63	51.58	51.11
เฉลี่ย	49.92	51.58	
Non-primed (control)	45.40		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6.4 ความสูงต้นที่อายุ 80 วันหลังปลูก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่อายุ 80 วันหลังปลูก ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อความสูงต้นถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 9 และ ตารางที่ 39)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองฝักสด และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีผลต่อความสูงต้นถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่อายุ 80 วันหลังปลูก (ตารางผนวกที่ 13) เปรียบเทียบระหว่าง ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} และถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้น -0.8 และ -1.2 MPa เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นที่อายุ 80 วันสูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางที่ 40)

จากผลการทดลอง พบว่า การทำ seed priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ด้วย PEG_{6000} มีผลทำให้ความสูงต้นที่อายุ 30 และ 45 วันสูงกว่าถั่วเหลืองไร่ที่ไม่ผ่านการ priming และสำหรับถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 การทำ seed priming ทำให้ความสูงต้นที่อายุ 80 วันสูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming มีรายงานว่า ถั่วเหลืองที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{8000} มีผลทำให้ความสูงต้นสูงกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ priming ในบางฤดูกาลเท่านั้น (Arif, 2005) ส่วนในข้าว พบว่า การ primining เมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยสารละลาย $CaCl_2$ ก่อนนำไปปลูกในนาแบบหว่าน ช่วยให้ความสูงต้นและการแตกกอเพิ่มมากขึ้น (Rehman *et al*., 2011) เช่นเดียวกันกับเมล็ดคำฝอยที่ผ่านการ priming ด้วยสารละลาย KCl ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วปลูกในแปลงและให้น้ำที่เป็นสารละลายเกลือความเข้มข้นตั้งแต่ 0-12 กรัมต่อลิตร พบว่า คำฝอยที่ปลูกด้วยเมล็ดที่ผ่านการ priming มีความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น สูงกว่าต้นคำฝอยที่ปลูกด้วยเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming (Aymen *et al*., 2012)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 39 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8 MPa	35.03	37.13	36.08
-1.2 MPa	37.53	37.30	37.42
เฉลี่ย	36.28	37.22	
Non-primed (control)	32.40		

ตารางที่ 40 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ที่อายุ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8 MPa	[1/] a 50.53	a 53.50	52.02
-1.2 MPa	a 51.43	a 53.08	52.26
เฉลี่ย	50.98	53.29	
Non-primed (control)	b 46.45		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.7 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

2.7.1 จำนวนฝักต่อต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อจำนวนฝักต่อต้น และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 10 และ ตารางที่ 41)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อจำนวนฝักต่อต้น และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 14 และ ตารางที่ 42)

2.7.2 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 10 และ ตารางที่ 43)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} (ตารางผนวกที่ 14 และ ตารางที่ 44)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 41 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	107.21	129.89	118.55
-1.2	123.76	128.84	126.30
เฉลี่ย	115.49	129.37	
Non-primed (control)	107.38		

ตารางที่ 42 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	66.90	74.30	70.60
-1.2	70.70	70.15	70.42
เฉลี่ย	68.80	72.22	
Non-primed (control)	69.75		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 43 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	1.95	1.98	1.97
-1.2	2.05	2.03	2.04
เฉลี่ย	2.00	2.01	
Non-primed (control)	1.75		

ตารางที่ 44 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	[1/] ab 2.25	ab 2.25	2.25
-1.2	ab 2.25	a 2.45	2.35
เฉลี่ย	2.25	2.35	
Non-primed (control)	b 2.08		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.7.3 น้ำหนัก 100 เมล็ด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 10 และ ตารางที่ 45)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 14 และ ตารางที่ 46)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 45 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	15.25	16.09	15.67
-1.2	15.96	16.09	16.03
เฉลี่ย	15.61	16.09	15.85
Non-primed (control)	15.70		

ตารางที่ 46 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชม.)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	32.65	33.59	33.12
-1.2	32.21	32.74	32.48
เฉลี่ย	32.43	33.16	
Non-primed (control)	32.12		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.7.4 ผลผลิตเมล็ด

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming ไม่มีผลต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ด และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 (ตารางผนวกที่ 10 และ ตารางที่ 47)

ส่วนถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นของ PEG_{6000} และระยะเวลาในการ priming มีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด แตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการ priming ที่มีต่อน้ำหนักผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 (ตารางผนวกที่ 14) ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa มีผลผลิตเมล็ดสูงสุดคือ 309.80 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างทางสถิติกับถั่วเหลืองฝักสดที่ priming ด้วย PEG_{6000} -0.8 MPa มีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 254.88 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การ priming ด้วย PEG_{6000} ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดที่ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยสูงสุดคือ 317.20 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างทางสถิติกับถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 247.48 กิโลกรัมต่อไร่ เปรียบเทียบกับถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลผลิตเมล็ดสูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming (ตารางที่ 48)

จากผลการทดลองพบว่าการ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{6000} ไม่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ในทางตรงกันข้าม การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตเมล็ดต่อไร่สูงกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่ไม่ผ่านการ priming แต่ไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลิตอื่น การเพิ่มขึ้นของผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลืองฝักสดนั้น อาจเป็นผลมาจากความงอกในไร่ที่สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการ priming ทำให้มีจำนวนต้นที่ให้ผลผลิตมากกว่า สอดคล้องกับรายงานของ Arif (2005) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ด้วย PEG_{8000} ความเข้มข้น 300 g/L เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักเล็กน้อย และไม่มีผลต่อน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แต่สามารถเพิ่มความงอกมาตรฐาน ความงอกในไร่ และเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองต่อพื้นที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการ priming เช่นเดียวกันกับ Bejandi *et al*. (2009) พบว่า การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยสารละลาย auxin และ gibberellin ช่วยให้ความงอกในแปลง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลงที่มีสภาพแห้งแล้งและดินเค็มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming อีกทั้งยังส่งผลให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ซัลเฟอร์ในระหว่างการเจริญเติบโตด้วย นอกจากนี้ยังมีรายงานการ priming เมล็ดคำฝอยด้วยสารละลาย KCl ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วปลูกลงในแปลงและให้น้ำที่เป็นสารละลายเกลือความเข้มข้นตั้งแต่ 0-12 กรัมต่อลิตร พบว่า คำฝอยที่ปลูกด้วยเมล็ดที่ผ่านการ priming มีความ สูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง จำนวนช่อดอกต่อต้น ผลผลิตกลีบดอกและเมล็ดต่อต้นสูงกว่าต้นคำฝอยที่ปลูกด้วยเมล็ดที่ไม่ผ่านการ priming (Aymen *et al*., 2012)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 47 ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	6	12	
-0.8	146.56	190.16	168.36
-1.2	192.64	207.79	200.22
เฉลี่ย	169.60	198.98	
Non-primed (control)	171.60		

ตารางที่ 48 ผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของ PEG	ระยะเวลาในการ priming (ชั่วโมง)		เฉลี่ย
(MPa)	3	6	
-0.8	[3/] c 202.24	ab 307.52	254.88 B[1/]
-1.2	ab 292.72	a 326.88	309.80 A
เฉลี่ย	247.48 b[2/]	317.20 a	
Non-primed (control)	b 272.16		

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

[3/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งและแนวนอนที่นำด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Least significant difference (LSD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการ priming ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ทำให้ความงอก และดัชนีการงอกเพิ่มขึ้นคือ การใช้ PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในขณะที่วิธีการ priming ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลทำให้ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 เพิ่มขึ้น

2. การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ด้วย PEG_{6000} -0.8 และ -1.2 MPa เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อความงอกในไร่ การเจริญเติบโต และผลผลิต ในขณะที่การ priming เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ด้วย PEG_{6000} -1.2 MPa เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีผลทำให้ความงอกในไร่และผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรุง สีตะธนี และ สิริกุล วะสี. 2538. **การปลูกถั่วเหลืองฝักสด**. เอกสารเผยแพร่อันดับที่ 50 ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2552. **สถิติ : การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย "R"**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทักษอร บุญชู และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2551. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 5 ภายหลังการทำ hydropriming. **Postharvest Newsletter** 7(1): 1-4.

บุญมี ศิริ, ณัฐธิดา ทองนาค, ปิยะนุช เทียงดีฤทธิ์ และ พจนา สีขาว. 2550. ผลของการกระตุ้นการงอกด้วยสารเคมีต่างชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. **ว. วิทย. กษ.** 35: 64-71.

พจนา สีขาว และ บุญมี ศิริ. 2550. ผลของการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพริกหวานที่มีคุณภาพต่างกันโดยวิธีการทำ seed priming. **ว. วิทย. กษ.** 38(5): 168-172.

ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา, ทักษอร บุญชู และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2550. การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวโดยการใช้ Ethephon. **ว. วิทย์. กษ.** 38(6) (พิเศษ): 283-286.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2533. การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์. **ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)** 24(3): 261-267.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

ยุพเรศ คงนิล. 2541. **ผลของ seed priming ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความงอกในไร่ การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงเมล็ดโต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเทวี ศุขปราการ. 2538. **บทปฏิบัติการ การทดสอบเมล็ดพันธุ์พืชสวน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมาลี คงสอดทรัพย์ และ วัฒนา พัฒนากูล. 2555. ผลของการแช่เมล็ดในกรดแอบซิสิก และพาโคลบิวทราโซลต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของข้าว (*Oryza sativa* L.) ในสภาวะแล้ง, น. 401-409. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

เอ นิว วิน, เกษศินี สิทธิวงศ์, สุรัตน์ นักหล่อ และ พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธุ์. 2554. ระยะสุกแก่ทางสรีระและผลของการทำ seed priming ต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด, น. 93-101. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์แห่งชาติ ครั้งที่ 8 .** โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์, อุบลราชธานี.

Afzal, I., S.M. Basra, N. Hamad, M.A. Cheema, E.A. Warriach and A. Khaliq. 2002. Effect of priming and growth regulator treatment on emergence and seedling growth of hybrid maize (*Zea mays* L.). **Intl. J. Agric. Biol**. 4: 302-306.

_____ , N. Aslam, F. Mahmood, A. Hameed, S. Irfan and G. Ahmad. 2004. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. **Caderno de Pesquisa Ser. Bio.** 16(1): 19-34.

_____ , S.M.A. Basra, M. Shahid, M. Farooq and M. Saleem. 2008. Priming enhances germination of spring maize (*Zea mays* L.) under cool conditions. **Seed Sci. & Technol.** 36: 497-503.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Anese, S., E.A.A. da Silva, A.C. Davide, J.M. Rocha Faria, G.C.M. Soares, A.C.B. Matos and P.E. Toorop. 2011. Seed priming improves endosperm weakening, germination, and subsequent seedling development of *Solanum lycocarpum* St. Hil. **Seed Sci. & Technol**. 39: 125-139.

AOSA. 1983. **Seed vigor testing handbook. 1983.** Association of Official Seed Analysts.

Arif, M. 2005. **Effect of seed priming on emergence, yield and storabilty of soybean.** Ph.D.Thesis, NWFP Agricultural University Peshawar, Pakistan.

_____ , M.T. Jan, K.B. Marwat and M.A. Khan. 2008. Seed priming improves emergence and yield of soybean. **Pak. J. Bot**. 40(3): 1169-1177.

_____ , M.T. Jan, N.U. Khan, A. Khan, M.J. Khan and I. Munir. 2010. Effect of seed priming on growth parameters of soybean. **Pak. J. Bot**. 42(4): 2803-2812.

Ascherman-Koch, C., P. Hofmann and A.M. Steiner. 1992. Presowing treatment for improving quality in cereals. I. Germination and vigour. **Seed Sci. & Technol.** 20: 435-440.

Avila, M.R., A.L. Braccini, C.A. Scapim, L.P. Albrecht, M.A. Rodovalho and M. Fracaro. 2008. Hydration and pre-osmotic treatments on canola rape seeds (*Brassica napus* L.). **Seed Sci. & Technol**. 36: 218-224.

Aymen, E.M., Z. Kaouther, M.B. Fredj and H. Cherif. 2012. Seed priming for better growth and yield of safflower (*Carthamus tinctorius*) under saline condition. **J. Stress Physiol. & Biochem.** 8(3): 135-143.

Bailly, C., R. Bogatek-Leszczynska, D. Come and F. Corbineau. 2002. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. **Seed Sci. Res.** 12: 47-55.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Basra, S.M.A., E. Ullah, E.A. Warriach, M.A. Cheema and I. Afzal. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus* L.) seeds. **Int. J. Agric. Biol.** 5: 117-120.

Bejandi, T.K., M. Sedghi, R.S. Sharifi, A. Namvar and P. Molaei. 2009. Seed priming and sulfur effects on soybean cell membrane stability and yield in saline soil. **Pesq. Agropec. Bras.** 44(9): 1114-1117.

Bennett, M.A. and L. Waters, Jr. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 112: 45-49.

Berjak, P. and T.A. Villiers. 1972. Aging in plant embryos. II. Age-induced damage and its repair during early germination. **New Phytol.** 71: 135-145.

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

_____ . and M. Black. 1982. **Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. II. Seed Viability, Dormancy and Environmental Control.** Springer-Verlay, New York.

Biniek, A. and I. Babik. 1993. The influence of osmoconditioning in polyethyleneglycol (PEG_{6000}) on the germination and emergence of carrot and parsley seeds. **Acta Hort.** 371: 77-81.

Bittencourt, M.L.C., D.C.F.S. Dias, L.A.S. Dias and E.F. Araujo. 2004. Effects of priming on asparagus seed germination and vigour under water and temperature stress. **Seed. Sci & Technol.** 32: 607-616.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress condition. **Hort. Sci**. 21: 1105-1112.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____ . 1995. Water relations in seed germination, pp. 351-396. *In* J. Kigel and G. Galili, eds. **Seed Development and Germination.** Marcel Dekker, New York.

_____ and A.M. Haigh. 1994. Relationship between accumulated hydrothermal time during seed priming and subsequent seed germination rates. **Seed Sci. Res.** 4: 63-69.

_____ , J.J. Steiner and S.E. Trawatha. 1990. Seed priming influence and emergence of pepper seed lots. **Crop Sci.** 30: 718-721.

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

Chang, S.M. and J.M. Sung. 1998. Deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage. **Seed Sci. & Technol.** 26: 613-626.

Chiu, K.Y., C.L. Chen and J.M. Sung. 2002. Effect of priming temperature on storability of primed *sh*-2 sweet corn seed. **Crop Sci**. 42: 1996-2003.

_____ , C.S. Wang and J.M. Sung. 1995. Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzyme associated with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. **Physiol. Plantarum** 94: 441-446.

Choudhuri, N. and R.N. Basu. 1988. Maintenance of seed vigour and viability of onion (*Allium cepa* L.). **Seed Sci. & Technol.** 16: 51-61.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Corbineau, F.M., M.A. Picard and D. Come. 1994. Germinaability of leek seeds and its improvement by osmopriming. **Acta Hort.** 371: 45-52.

Davison, P.A., R.M. Taylor and C.M. Bray. 1991. Changes in ribosomal RNA integrity in leek (*Allium* porrum L.) seeds during osmopriming and dry-back treatments. **Seed Sci. Res.** 1: 37-44

Dezfuli, P.M., F. Sharif-zadeh and M. Janmohammadi. 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). **J. Agr. Biol. Sci.** 3(3): 22-25.

Drew, R.L.K., L.J. Hands and D. Gray. 1997. Relating the effects of priming to germination of unprimed seeds. **Seed Sci. & Technol.** 25: 537-548.

Durrant, M.J. and A.H. Loads. 1987. Experiments to determine the optimum advancement for the treatment for sugar beet seed. **Seed Sci. & Technol.** 15: 185-196.

Entesari, M., F. Sharifzadez, M. Ahmadzadeh and M. Farhangfar. 2013. Seed biopriming with *Trichoderma* species and *Pseudomonas fluorescent* on growth parameters, enzymes activity and nutritional status of soybean. **Intl. J. Agron. Plant. Prod.** 4(4): 610-619.

Farooq, M., S.M.A. Basra, K. Hafeez and N. Ahmad. 2005. Thermal hardening : a new seed vigor enhancement tool in rice. **Acta Bot. Sin.** 47: 187-193.

Finch-Savage, W.E. and C.I. McQuistan. 1991. Abscisic acid : an agent to advance and synchonise germination for tomato (*Lycopersicon escuientum* Mill.). **Seed Sci. & Technol.** 19: 537-544.

Foti, S., S.L. Cosentino, C. Patane and G.M. D'agosta. 2002. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under low temperatures. **Seed Sci. & Technol.** 30: 521-533.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Francis, A. and P. Coolbear. 1988. Changes in the fatty acid content of the polar lipid fraction of tomato seeds induced by ageing and/or subsequent low temperature presowing treatment. **Seed Sci & Technol.** 16: 87-95.

Georghiou, K., C.A. Thanos and H.C. Passam. 1987. Osmoconditioning as a means of counteracting the ageing of pepper seeds during high-temperature storage. **Ann. Bot.-London** 60: 279-285.

Gray, D., J.R.A. Steckel and L.J. Hands. 1990. Response of vegetable seeds to controlled hydration. **Ann. Bot.** 66: 227-235.

Guan, Y., J. Hu, X. Wang and C. Shao. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. **J. Zhejiang Univ. Sci. B**. 10(6): 427-433.

Haigh, A. M. 1984. **The priming of seeds : investigations into a method of priming large quantities of seeds using salt solutions.** M.E.Thesis, Macquarie University, School of Biological Sciences, Australia.

Hamidi, R., and H.P. Anosheh. 2013. Comparison effect of different seed priming methods on sunflower germination and seedling growth. **Intl. Agron. Plant. Prod.** 4(6): 1247-1250.

Harris D. 1996. The effect of manure, genotype, seed priming and depth and date of sowing on the emergence and early growth of Sorghum bicolor (L.) Moench in semi-arid Botswana. **Soil and Till. Res.** 40: 73-88.

Hasegawa, P.M., R.A. Bressan, S. Handa and A.K. Handa. 1984. Cellular mechanisms of tolerance to water syress. **Hort. Sci.** 19: 371-377.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Helsel, D.G., D.R. Helsel and H.C. Minor. 1986. Field studies on osmoconditioning soybeans, *Glycine max.* **Field Crop Res.** 14: 291-298.

Heydecker, W. 1974. Germination of an idea: the priming of seeds, pp. 50-67. *In* **University of Nottingham School of Agriculture Report 1973/1974**.

_____ . and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. **Seed Sci. & Technol.** 5: 353-427.

_____ , J. Higgins and R.L. Gulliver. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature** 246: 42-44.

Hill, H.J., J.D. Cunningham, K.J. Bradford and A.G. Taylor. 2007. Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. **Hort. Sci**. 42(6): 1436-1439.

Hofmann, P., C. Aschermann-Koch and A.M. Steiner. 1992. Presowing treatment for improving seed quality in cereals. II. Field emergence. **Seed Sci. & Technol**. 24: 195-209.

Hsu, C.C., C.L. Chen, J.J. Chen and J.M. Sung. 2003. Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. **Sci. Hort**. 98: 201-212.

Hu, J., Z.Y. Zhu, W.J. Song, J.C. Wang and W.M. Hu. 2005. Effect of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Sci. & Technol.** 33: 243-248.

Huang, R., S. Sukprakarn, L. Phavaphutanon, S. Juntakool and C. Chaikul. 2006. Changes in antioxidant enzyme activity, lipid peroxidation and seedling growth of cucumber seed induced by hydropriming and electric field treatments. **Kasetsart J. Nat. Sci.** 40: 825-834.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____ , S. Sukprakarn, T. Thongket and S. Juntakool. 2002. Effect of hydropriming and redrying on the germination of triploid watermelon seeds. **Kasetsart J. Nat. Sci.** 36(3): 219-224.

ISTA. 2011. **International Rules for Seed Testing**. Bassersdorf, Switzerland.

Job, C., A. Kersulec, L. Ravasio, S. Chareyre, R. Pe'pin and D. Job. 1997. The solubilization of the basic subunit of sugarbeet seed 11-S globulin during priming and early germination. **Seed Sci. Res.** 7 : 225-243.

Khajeh – Hosseini, M., A.A. Powell and I.J. Bingham. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. **Seed Sci. & Technol.** 31: 715-725.

Khan, A.A., J.D. Maguire, G.S. Abawi and S. Ilyas. 1992. Matricoditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117 (1): 41- 47.

Kibite, S. and K.N. Harker. 1991. Effects of seed hydration on agronomic performance of wheat, barley and oats in central Alberta. **Can. J. Plant Sci.** 71: 515-518.

Lin, R.H., K.Y. Chen, C.L. Chen, J.J. Chen and J.M. Sung. 2005. Slow post- hydration drying improves initial quality but reduce longevity of primed bitter gourd seeds. **Sci. Hort**. 106: 114-124.

Marcus, A. 1969. Kinetics of water uptake by seeds. **Symp. Soc. Exp. Biol**. 23: 143-160.

Mauromicale, G. and V. Cavallaro. 1995. Effects of seed osmoconditioning on germination of tomato at different water potentials. **Seed Sci. & Technol.** 23: 393-403.

_____ , V. Cavallaro and A. Ierna. 1994. Effects of seed osmoconditioning on emergence characteristics of the summer squash (*Cucurbita pepo* L.). **Acta Hort.** 362: 221-228.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

McDonald, M.B. 2000. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Sci. & Technol**. 27: 177-237.

Michel, B.E. and M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiol.** 51: 914-916.

Moradi, A. and O. Younesi. 2009. Effect of osmo- and hydro-priming on seed parameters of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). **Aust. J. Basic Appl. Sci.** 3(3): 1696-1700.

Moradi Dezfuli, P., F. Sharif-zadeh and M. Janmohammadi. 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). **J. Agr. Biol. Sci.** 3(3): 22-25.

Moosavi, A., R. T. Afshari, F. Sharif-Zadeh and A. Aynehband. 2009. Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenoloxidase, and peroxidase activities of four amaranth cultivars. **J. Food Agric. Environ**. 7: 353-358.

Mubshar, H., M. Farooq, S.M.A. Basra and N. Ahmad. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. **Int. J. Agri. Biol.** 8(1): 14-18.

Murangu, F.S., C. Chiduza, P. Nyamugafata, L.J. Clark and W.R. Whalley. 2004. Effect of on farm seed priming on emergence, growth and yield of cotton and maize in a semi arid area of Zimbabwe. **Exp. Agr.** 40: 23-26.

Mwale, SS., C. Hamusimbi and K. Mwansa. 2003. Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming. **Seed Sci. & Technol**. 31: 199-206.

Nath, S., P. Coolbear and J.G. Hampton. 1991. Hydration-dehydration treatments to protect or repair stored ‘ Karamu’ wheat seeds. **Crop Sci.** 31: 822-826.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nirmala, K. and R. Umarani. 2008. Evaluation of seed priming method to improve seed vigour of okra (*Abelmoschus esculentus*) and beet root (*Beta vulgaris*). **Seed Sci. & Technol**. 36(1): 56-65.

Oluoch, M.O. and G.E. Welbaum. 1996. Effect of post-harvest washing and post-storage priming on viability and vigour of six year old muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds from eight stages of development. **Seed Sci. & Technol.** 24: 195-209.

Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. **Seed Sci. & Technol**. 5: 61-69.

Parera, C.A. and D.J. Cantliffe. 1991. Improved germination and modified imbibitions of *shrunken-2* sweet corn by seed disinfections and solid matrix priming. **J. Am. Soc. Hoetic. Sci.** 116: 942-945.

Perez-Garcia, F., J.M. Pita, M.E. Gonzalez-Benito and J.M. Iriondo. 1995. Effects of light, temperature, and seed priming on germination of celery seeds. **Seed Sci. & Technol.** 23: 377-383.

Powell, A.A., L.J. Yule, H.C. Jing, S.P.C. Groot, R.J. Bino and H.W. Pritchard. 2000. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equation. **J. Exp. Bot**. 51 : 2031-2043.

Rehman, H.U., S.M.A. Basra and M. Farooq. 2011. Field appraisal of seed priming to improve the growth, yield and quality of direct seeded rice. **Turk. J. Agric. For**. 35: 357-365.

Rao, S.C., S.W. Akers and R.M. Ahring. 1987. Priming *Brassica* seed to improve emergence under different temperatures and soil moisture conditions. **Crop Sci.** 27: 1050-1053.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Saber, Z., H. Pirdashti and A. Heidarzade. 2012. Osmopriming and hydropriming effects on seed and seedling parameters of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. **Intl. J. Agric.: Res. & Rev.** 2(5): 547-554.

Sadeghi, H., F. Khazaei, L. Yari and S. Sheidaei. 2011. Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). **J. Agr. Biol. Sci.** 6 : 39-43.

Sadeghian, S.Y. and N. Yavari. 2004. Effect of water deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. **J. Agron. Crop Sci.** 190: 138-144.

Saha, R., A.K. Mandal and R.N. Basu. 1990. Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max* L.). **Seed Sci. & Technol.** 18: 269-276.

Sathish, S., S. Sundareswaran and N. Ganesan. 2011. Influence of seed priming on physiological performance of fresh and aged seeds of maize hybrid [COH (M) 5] and it's parental lines. **J. Agr. Biol. Sci.** 6(3): 12-17.

Subedi, K.D. and B.L. Ma. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. **Agron. J.** 97: 211-218.

Sung, J.M. and K.Y. Chiu. 1995. Hydration effect on seedling emergence strength of watermelon seeds differing in ploidy. **Plant Sci.** 110: 21-26.

_____ . and Y.H. Chang. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seed to improve vigor. **Seed Sci & Technol.** 21: 97-105.

Tabrizi, E.F.M., M. Yarnia, V. Ahmadzadeh and N. Farjzadeh. 2011. Priming effect of different times of maize seeds with nutrient elements in water stress on corn yield. **Ann. Biol. Res.** 2(3): 419-423.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tarquis, A.M. and K.J. Bradford. 1992. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. **J. Exp. Bot**. 43: 307-317.

Taylor, A.G., D.E. Klein and T.H. Whitlow. 1988. SMP : Solid matrix priming. **Sci. Hort**. 37: 1-11.

_____ , P.S. Allen, M.A. Bennett, K.J. Bradford, J.S. Burris and M.K. Misra. 1998. Seed enhancements. **Seed Sci. Res.** 8 : 245-256.

Thornton, J.M. and A.A. Powell. 1992. Short term aerated hydration for the improved of seed quality on *Brassica oleracea*. **Seed Sci. Res**. 2: 41-49.

Venkatasubramanian, A. and R. Umarani. 2007. Evaluation of seed priming method to improve seed performance of tomato (*Lycoperison esculentum*), egg plant (*Solanum melongena*) and chilli (*Capsicum annuum*). **Seed Sci. & Technol**. 35: 487-493.

Wahid, A., A. Noreen, S.M.A. Basra, S. Gelani and M. Farooq. 2008. Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth. **Bot. Stud.** 49: 343-350.

Wang, H.Y., C.L. Chen and J.M. Sung. 2003. Both warm water soaking and solid priming treatments enhance anti-oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub-optimal temperature. **Seed Sci. & Technol**. 31 : 47-56.

Weges, R. and C.M. Karssen. 1990. The influence of redesiccation on dormancy and K^+ leakage of primed lettuce seeds. **Israel J. Bot.** 39: 327-336.

Win, A.N. 2011. **Physiological maturity and effect of seed priming on germination ability of vegetable soybean [*Glycine max* (L.) Merrill].** M.E.Thesis, Maejo University, Thailand.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yari, L. , F. Khazaei, H. Sadeghi and S. Sheidaei. 2011. Effect of seed priming on grain yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **J. Agr. Biol. Sci.** 6(6): 1-5.

_____ , M. Aghaalikhani and F. Khazaei. 2010. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). **J. Agr. Biol. Sci.** 5(1): 1-6.

_____ , S. Sheidaie, H. Sadeghi and F. Khazaei. 2012. Evalution of temperature and seed priming duration on seed germination behavior of rice (*Oryza sativa* L.). **Intl. J. Agric.: Res. & Rev.** 2(1): 7-11.

Yeh, Y.M.. and J.M. Sung. 2008. Priming slows deterioration of artificially aged bitter gourd seeds by enhancing anti-oxidative activities. **Seed Sci. &Technol**. 36: 350-359.

_____ , K.Y. Chiu, C.L. Chen and J.M. Sung. 2005. Partial vacuum extends the longevity of primed bitter gourd seeds by enhancing their anti-oxidative activities during storage. **Sci. Hort**. 104 : 101-112.

Yuan-Yuan, S., S. Yong-Jiam, W. Ming-Tian, L. Xu-Yi, G. Xiang, H. Rong and M. Jun. 2010. Effects of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. **Acta. Agron. Sin.** 36(11): 1931-1940.

Zhang, C.F., J. Hu, J. Loh, Y. Zhang and W.M. Hu. 2007. Sand priming in relation to physiological changes in seed germination and seedling growth of waxy maize under high-salt stress. **Seed Sci. & Technol.** 35: 733-738.

Zhao, D.L., L. Bastiaans, G.N. Atlin and J.H.J. Spiertz. 2007. Interaction of genotype × management on vegetative growth and weed suppression of aerobic rice. **Field Crops Res.** 100: 327-340.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก และเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square		
		ความงอก	ดัชนีการงอก	เวลาการงอก 50 เปอร์เซ็นต์
Treatment	12	35.09^{ns}	3.07^{ns}	0.19^{ns}
Priming vs control	1	34.16^{ns}	1.16^{ns}	0.33^{ns}
PEG (P)	2	29.25^{ns}	3.13^{ns}	0.49*
Time (T)	3	48.22^{ns}	4.53*	0.21^{ns}
P x T	6	32.47^{ns}	2.71^{ns}	0.12^{ns}
Error	39	37.67	1.36	0.10
Total	51			
C.V. (%)		6.95	8.73	10.23

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวยอด ความยาวราก และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square		
		ความยาวยอด	ความยาวราก	ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า
Treatment	12	1.47 ns	0.86 ns	47965 ns
Priming vs control	1	0.67 ns	0.00 ns	5221 ns
PEG (P)	2	1.60*	1.48*	73152 ns
Time (T)	3	0.99 ns	1.26 ns	99270 ns
P x T	6	1.29*	0.55 ns	20038 ns
Error	39	0.39	0.46	38060
Total	51			
C.V. (%)		4.94	5.49	9.03

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุ และค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไร่ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square	
		ความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุ	ค่าการนำไฟฟ้า
Treatment	12	236.40**	2607.00 ns
Priming vs control	1	342.10*	1.00 ns
PEG (P)	2	110.08 ns	215.60 ns
Time (T)	3	291.22**	690.30*
P x T	6	192.97*	371.70 ns
Error	39	54.50	251.00
Total	51		
C.V. (%)		9.44	27.77

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก และเวลาในการงอก 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square		
		ความงอก	ดัชนีการงอก	เวลาการงอก 50 เปอร์เซ็นต์
Treatment	12	125.60**	2.57**	0.49^{ns}
Priming vs control	1	387.90**	8.09**	0.17^{ns}
PEG (P)	2	391.10**	2.02^{ns}	0.36^{ns}
Time (T)	3	101.40*	2.77*	0.13^{ns}
P x T	6	58.80^{ns}	2.80**	0.46^{ns}
Error	39	36.30	0.93	0.31^{ns}
Total	51			
C.V. (%)		6.17	10.01	12.37

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวยอด ความยาวราก และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square		
		ความยาวยอด	ความยาวราก	ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า
Treatment	12	0.91**	8.41**	150711 ^{ns}
Priming vs control	1	0.01 ^{ns}	3.08 ^{ns}	110284 ^{ns}
PEG (P)	2	0.78 ^{ns}	14.12**	511329**
Time (T)	3	1.06*	5.90**	145254**
P x T	6	0.25 ^{ns}	6.67**	35686 ^{ns}
Error	39	0.29	1.05	36688
Total	51			
C.V. (%)		4.27	8.17	7.85

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุ และค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square	
		ความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุ	ค่าการนำไฟฟ้า
Treatment	12	494.30 **	6421.00**
Priming vs control	1	120.30 ^{ns}	7397.60**
PEG (P)	2	166.08 *	614.30*
Time (T)	3	140.97 *	3579.50**
P x T	6	40.97 ^{ns}	10078.60 **
Error	39	48.30	178.60
Total	51		
C.V. (%)		40.62	11.44

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก ความงอกในไร่ และวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองไร่พันธุ์KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		ความงอก	ดัชนีการงอก	ความงอกในไร่	วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์
Treatment	4	58.30 ns	2.60 ns	67.09 ns	0.45 ns
Priming vs control	1	68.45 ns	0.43 ns	106.05 ns	0.11 ns
PEG (P)	2	100.00*	5.18 ns	25.03 ns	0.56 ns
Time (T)	2	9.00 ns	2.29 ns	208.93 ns	0.56 ns
P x T	4	9.00 ns	0.11 ns	6.77 ns	0.56 ns
Error	15	19.27	2.09	93.74	1.78 ns
Total	24				
C.V. (%)		4.74	8.25	16.95	3.21

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเขียวของใบที่อายุ 30 45 60 และ 80 วัน หลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		30 วัน	45 วัน	60 วัน	80 วัน
Treatment	4	5.26*	3.27^{ns}	2.75^{ns}	5.38*
Priming vs control	1	6.97*	3.50^{ns}	1.78^{ns}	13.41*
PEG (P)	2	6.89*	0.11^{ns}	0.04^{ns}	17.02**
Time (T)	2	2.26^{ns}	3.86^{ns}	0.67^{ns}	2.42^{ns}
P x T	4	0.80^{ns}	0.08^{ns}	0.01^{ns}	0.05^{ns}
Error	15	1.25	1.95	1.68	1.54
Total	24				
C.V. (%)		3.39	3.47	2.73	2.81

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงต้นที่อายุ 30 45 60 และ 80 วัน หลังปลูกของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		30 วัน	45 วัน	60 วัน	80 วัน
Treatment	4	8.32*	23.79*	21.69 ns	19.11 ns
Priming vs control	1	10.01*	38.09*	14.45 ns	10.15 ns
PEG (P)	2	2.48 ns	11.56 ns	4.10 ns	7.16 ns
Time (T)	2	3.52 ns	11.56 ns	15.41 ns	3.52 ns
P x T	4	0.02 ns	0.20 ns	6.89 ns	5.41 ns
Error	15	2.09	7.58	12.48	7.72
Total	24				
C.V. (%)		10.61	9.26	9.69	7.24

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองไร่พันธุ์ KUSL 3802-1 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ผลผลิตเมล็ด
Treatment	4	511.10 ns	0.06 ns	0.51 ns	2030.00 ns
Priming vs control	1	443.80 ns	0.03 ns	0.38 ns	2676.00 ns
PEG (P)	2	240.20 ns	0.02 ns	0.52 ns	3535.00 ns
Time (T)	2	770.50 ns	0.00 ns	0.95 ns	3448.00 ns
P x T	4	309.80 ns	0.00 ns	0.50 ns	747.00 ns
Error	15	515.70	0.04	0.32	1720.00
Total	24				
C.V. (%)		19.72	9.95	3.83	25.07

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความงอก ดัชนีการงอก ความงอกในไร่ และวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		ความงอก	ดัชนีการงอก	ความงอกในไร่	วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์
Treatment	4	95.30**	6.61**	139.67**	5.32**
Priming vs control	1	304.20**	7.81**	212.88**	4.05*
PEG (P)	2	182.25**	3.85*	95.10*	0.56 ns
Time (T)	2	156.25**	1.29 ns	400.00**	3.06*
P x T	4	6.25 ns	0.03 ns	36.00 ns	0.56 ns
Error	15	11.87	0.47	12.17	0.50
Total	24				
C.V. (%)		4.84	8.08	7.71	2.59

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเขียวของใบที่อายุ 30 45 60 และ 80 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		30 วัน	45 วัน	60 วัน	80 วัน
Treatment	4	14.28**	1.22 ns	3.38 ns	4.90**
Priming vs control	1	2.68 ns	0.06 ns	3.33 ns	3.84**
PEG (P)	2	0.06 ns	0.91 ns	0.07 ns	0.44 ns
Time (T)	2	0.62 ns	0.70 ns	3.76 ns	6.03**
P x T	4	0.38 ns	0.05 ns	0.10 ns	0.01 ns
Error	15	1.06	0.66	1.13	0.35
Total	24				
C.V. (%)		2.53	1.68	2.15	1.35

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงต้นที่อายุ 30 45 60 และ 80 วัน หลังปลูกของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		30 วัน	45 วัน	60 วัน	80 วัน
Treatment	4	30.82 *	32.52*	26.62**	31.66**
Priming vs control	1	2.42 ns	19.60 ns	18.05 ns	21.63*
PEG (P)	2	4.20 ns	1.32 ns	2.03 ns	0.23 ns
Time (T)	2	3.80 ns	12.60 ns	11.06 ns	21.39 ns
P x T	4	3.42 ns	2.40 ns	2.03 ns	1.76 ns
Error	15	6.44	8.09	5.21	4.44
Total	24				
C.V. (%)		7.03	6.02	4.90	4.41

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ MJ-0005-12-45 ที่ผ่านการ priming ด้วย PEG_{6000} ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of variation	df	Mean Square			
		จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ผลผลิตเมล็ด
Treatment	4	28.03 ns	0.07 ns	1.36 ns	9225.00**
Priming vs control	1	0.22 ns	0.19*	0.03 ns	10847.00**
PEG (P)	2	0.12 ns	0.04 ns	1.66 ns	12065.00*
Time (T)	2	46.92 ns	0.04 ns	2.13 ns	19444.00**
P x T	4	63.20 ns	0.04 ns	0.16 ns	5058.00 ns
Error	15	90.07	0.02	2.70	1096.00
Total	24				
C.V. (%)		14.28	5.32	3.98	12.75

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายทัศนัย ชัยเพ็ชร
เกิดวันที่	23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ทรัพยากรเกษตรชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร (2546)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์