

การส่งเสริมความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวด้วยวิธี Hydropriming

Enhancement Germination of Yam Bean Seed by Hydropriming

ธีระรัตน์ ชินแสน^{1*}, เกศจิตต์ ขามกุล², นภาพร เวชกามา¹ และ เกศศิรินทร์ แสงมณี³

Theerarat Chinnasaen^{1*}, Ketjit Khamkula², Napaporn Wetchakama¹

and Ketsirin Sangmanee³

บทคัดย่อ: Hydropriming เป็นหนึ่งในวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น โดยนำเมล็ดพันธุ์แช่ในน้ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการทางชีวเคมีจากนั้นจึงหยุดกระบวนการดังกล่าวก่อนที่รากจะโผล่พ้นเปลือกหุ้มเมล็ด ดังนั้น การทดลองนี้จึงได้ศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวด้วยวิธี Hydropriming โดยแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวในน้ำนาน 3 และ 6 ชั่วโมง ด้วยการแช่เมล็ดพันธุ์จำนวน 200 250 และ 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร ร่วมกับการเพิ่มอากาศ 0 15 30 45 และ 60 นาทีต่อชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวสัดส่วนเมล็ดพันธุ์ 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยไม่เติมอากาศระหว่างการกระตุ้นความงอกมีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) โดยพิจารณาจากค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์

คำสำคัญ: การกระตุ้นความงอก, การแช่เมล็ดพันธุ์, ค่าการนำไฟฟ้า, ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ABSTRACT: Hydropriming is one of seed priming that enhanced speed and uniformity of seed germination, with soaked seed in water to activate germination process before root expose. Therefore this study was carry out to estimate optimum factors for yam bean seed hydropriming, with seed soaking at 200, 250 or 300 seeds/1,000 mL of water, respectively, for soaking time at 3 and 6 hrs and aeration time for 0, 15, 30, 45 or 60 min per hr. The results show that appropriate factors for primed yam bean seed with hydropriming is soaking 300 of yam bean seeds in 1L of water for 6 hrs, primed yam bean seed presented high seed vigor than unprimed seed as control when compared from electrical conductivity level.

Keywords: Seed priming, Soaking, Electrical conductivity, Seed vigor

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 44000
Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand, 44000

² สาขาวิชาบริหารธุรกิจเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 44000
Program in Administration of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand, 44000

³ ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220
Department of Agriculture, Faculty of Science and Technology, Phranakorn Rajabhat University, 10220, Thailand

* Corresponding author: nongtheerarat@gmail.com

บทนำ

มันแกว (Yam Bean หรือ Jicama) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pachyrhizus erosus* อยู่ในวงศ์ Fabaceae เป็นพืชเถาเลื้อย มีหัวใต้ดินซึ่งเป็นรากแก้วทำหน้าที่สะสมอาหารและนิยมนำมาบริโภคโดยทั่วไป และต้นมันแกว 1 ต้นจะให้ผลผลิตคือ หัวสะสมอาหารเพียงหัวเดียว ซึ่งพันธุ์มันแกวที่นิยมปลูกในประเทศไทยสามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ พันธุ์หัวใหญ่ และพันธุ์หัวเล็ก หรืออาจเรียกชื่อตามท้องที่ที่เพาะปลูก เช่น มันแกวเพชรบุรี มันแกวลพบุรี และมันแกวมอ เป็นต้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันแกวมียหลายจังหวัดทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เช่น จังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ ลำปาง เชียงราย ขอนแก่น หนองคาย มหาสารคาม และสุราษฎร์ธานี เป็นต้น (กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร, 2556) และสำหรับจังหวัดมหาสารคามมันแกวถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและยังเป็นแหล่งผลิตมันแกวที่มีชื่อเสียงมายาวนานมากกว่าครึ่งศตวรรษโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่อำเภอบรบือ ในปี พ.ศ. 2554 เฉพาะเขตตำบลบรบือ อำเภอบรบือ แม้มีพื้นที่เพาะปลูกมันแกวเพียง 1,285 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.86 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด แต่สามารถสร้างรายได้สุทธิให้แก่ผู้เพาะปลูกกว่า 5,000 บาทต่อไร่ ซึ่งมีมูลค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตพืชชนิดอื่น เช่น ข้าวที่มีรายได้สุทธิ 315 บาทต่อไร่ มันสำปะหลัง 410 บาทต่อไร่ และ อ้อยโรงงาน 1,200 บาทต่อไร่ เป็นต้น (ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ประจำตำบลบรบือ, 2554) ทั้งนี้ การเพาะปลูกมันแกวของจังหวัดมหาสารคามสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงแรกระหว่างเดือนมิถุนายน - สิงหาคม (ช่วงฤดูฝน) การปลูกมันแกวในช่วงนี้เกษตรกรมักประสบปัญหาการใช้แรงงานมากเพื่อควบคุมวัชพืชที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และเมล็ดพันธุ์มันแกวไม่ออกเนื่องจากเน่าตายในสภาพที่ดินอุ้มน้ำมากเกินไป และช่วงที่ 2 ระหว่างเดือนกันยายน-กลางเดือนตุลาคม หรือ เกษตรกรเรียกว่า “มันหมอก” เนื่องจากใช้น้ำใต้ดินและน้ำหมอกใน

การเจริญเติบโต แต่การปลูกมันแกวในช่วงนี้เกษตรกรต้องให้น้ำชลประทานเพิ่มเติม เนื่องจากความชื้นภายในดินและน้ำหมอกตามธรรมชาติอาจไม่เพียงพอต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าในช่วงแรกของการเจริญเติบโตและมันแกวอาจใช้ระยะเวลาในการงอกยาวนานประมาณ 2 สัปดาห์ (ภูมิสิทธิ์, 2548)

Hydropriming เป็นหนึ่งในวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ (seed priming) โดยนำเมล็ดพันธุ์แช่ในน้ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการทางชีวเคมี (เตรียมความพร้อมสำหรับการงอก) จากนั้นจึงหยุดกระบวนการดังกล่าวก่อนที่จะรากจะโผล่พ้นเปลือกหุ้มเมล็ด ดังนั้นเมล็ดจึงอยู่ในสภาพที่พร้อมจะงอกได้เร็วขึ้นหลังจากได้รับความชื้นอีกครั้ง หรือสามารถงอกได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทั้งนี้ การกระตุ้นความงอกแบบ Hydropriming ยังสามารถดำเนินการได้รวดเร็ว ประหยัดเวลา ใช้สารเคมีน้อย หรือไม่จำเป็นต้องแยกเมล็ดพันธุ์ออกจากวัสดุกระตุ้นความงอกเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี Osmopriming หรือ Solid Matrix Priming (SMP) (Bradford, 1986; McDonald, 2000) อย่างไรก็ตาม การกระตุ้นความงอกด้วยวิธี Hydropriming จะประสบความสำเร็จได้ย่อมประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ระยะเวลาในการกระตุ้นความงอก หรือปริมาณออกซิเจนที่ได้รับเนื่องจากออกซิเจนมีความสำคัญต่อการหายใจเพื่อนำพลังงานที่ได้ไปใช้ในการงอกในลำดับต่อไป (Doijode, 2001) ซึ่งการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี Hydropriming สามารถนำมาใช้กับเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ถั่วลิสง (Sepehri and Rouhi, 2017) ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ Koshihikari (Matsushima and Sakagami, 2013) พักเขี้ยว (นาฏญา, 2548) และพริกพันธุ์บางช้าง (วิลาสินี, 2547) เป็นต้น และสำหรับเมล็ดพันธุ์มันแกวแล้วเพื่อลดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมระหว่างการเพาะปลูกทั้ง 2 ช่วง คือ ระหว่างเดือน มิถุนายน-สิงหาคม และ กันยายน-กลางเดือนตุลาคม (กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร, 2556) การกระตุ้นความงอกด้วยวิธี hydropriming จึงอาจเป็นวิธีการส่งเสริมความงอกที่

เหมาะสมและสร้างความแข็งแรงให้แก่เมล็ดพันธุ์มันแกวก่อนนำมาใช้ในการเพาะปลูก ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี hydropriming ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มันแกว

วิธีการศึกษา

1. วิธีดำเนินการ

กระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ได้จากเกษตรกรในเขตบ้านชำแสด ตำบลบรือ อำเภอบรือ จังหวัดมหาสารคาม โดยเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวเกษตรกรรับซื้อจากผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์มันแกวในเขตจังหวัดจันทบุรี จากนั้นจึงนำเมล็ดพันธุ์มันแกวมาตรวจสอบความบริสุทธิ์ (purity test) โดยคัดเลือกเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่มีสีน้ำตาลอ่อน - เข้ม ขนาดใกล้เคียงกันเพื่อนำไปกระตุ้นความงอก คุณลักษณะเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์มันแกวแสดงดัง Table 1 โดยแช่ในน้ำ Reverse osmosis (R.O.) ด้วยสัดส่วนการแช่ 200, 250 และ 300 เมล็ดต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร นาน 3 และ 6 ชั่วโมง (จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า เมล็ดพันธุ์มันแกวมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำสูงสุดและไม่แสดงการงอกระหว่างการทดสอบการดูดน้ำในชั่วโมงที่ 6 ดังนั้น เพื่อทดสอบผลของระยะเวลาต่อการกระตุ้นจึงกำหนดใช้ระยะเวลาในการกระตุ้นความงอกนาน 3 และ 6 ชั่วโมง) (อุณหภูมินี้ระหว่างกระตุ้นความงอกมีค่าระหว่าง 24.9 - 26.5 องศาเซลเซียส) ร่วมกับการให้อากาศนาน 15 30 45 และ 60 นาทีต่อชั่วโมง และไม่ให้อากาศ โดยดัดแปลงจากชุดอุปกรณ์ของ Aker and Holley (1986) ประกอบด้วยขวดพลาสติกขนาด 8 x

23 เซนติเมตร และต่อสายยางเข้ากับปั๊มลมและหัวให้อากาศ (airstone) เมื่อครบกำหนดจึงนำเมล็ดมาแช่ในสารละลาย Mancozeb (ไดเทน เอ็นที เอ็ม-45) 0.25 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร นาน 10 นาที เพื่อป้องกันเชื้อรา และล้างเมล็ดด้วยน้ำ R.O. ไหลผ่าน นาน 10 นาที (Huang, 2003) แล้วปมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง และนำเมล็ดมาลดความชื้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ กระทั่งน้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการกระตุ้นความงอก จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกและไม่ผ่านการกระตุ้นมาทดสอบคุณภาพโดยเพาะทดสอบความงอกจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด ด้วยวิธี Short roll technique โดยใช้กระดาษเพาะทดสอบความงอกที่ขึ้นยาวประมาณ 30 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น วางเมล็ดพันธุ์มันแกวเป็นแถวห่างจากขอบบนของกระดาษประมาณ 5 เซนติเมตร ในแถวที่หนึ่งและ 8 เซนติเมตร ในแถวที่สอง ระหว่างแถวที่ 1 และ 2 วางเมล็ดพันธุ์แบบสลับฟันปลา จากนั้นจึงพับปลายกระดาษอีกด้านทับเมล็ดพันธุ์แล้วม้วนกระดาษเช่นเดียวกับการเพาะทดสอบแบบ Between paper (BT) (ดัดแปลงจาก Phamalingam (1988)) ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการทดสอบความงอกที่ 25 องศาเซลเซียส (ด้วยเครื่อง Cooled incubators ES 252) ประเมินความงอกครั้งแรก (first count) 5 วัน หลังเพาะเมล็ด และครั้งสุดท้าย (final count) 9 วัน หลังเพาะเมล็ด โดยใช้วิธีการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วแขก (ISTA, 2009) จากนั้นประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

- 1) คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ดังสูตร (1)

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

- 2) เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean germination time; MGT) (Ellis and Roberts, 1980) ดังสูตร (2)

$$\text{MGT (วัน)} = \frac{(G_1 \times D_1 + G_2 \times D_2 + \dots + G_n \times D_n)}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติทั้งหมด}} \dots \dots \dots (2)$$

เมื่อ $G_{1,2,...,n}$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกวันที่ 1, 2, ..., n (n = 9)

$D_{1,2,...,n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2, ..., n (n = 9) หลังจากวันเพาะเมล็ด

3) ดัชนีความงอก (Germination index; GI) (AOSA, 2002) ดังสูตร (3)

ดัชนีความงอก (GI) = ผลรวมของ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน(3)

จำนวนวันที่ต้นกล้าปกติงอกในแต่ละวัน

4) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC) สุ่มตัวอย่างเมล็ดมันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกและไม่ผ่านการกระตุ้นความงอกจำนวน 2 ซ้ำ ซ้ำละ 10 เมล็ด มาแช่ในน้ำ R.O. (ค่าการนำไฟฟ้า 98.65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และค่าความเป็นกรด - ด่าง 7.7) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิระหว่าง 30 - 32 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก วัลลภ, 2545) บันทึกค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่ได้จากการแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวด้วยเครื่อง Parameter PCSTestrTM35 ทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 6 ชั่วโมง แล้วนำค่าการนำไฟฟ้าที่บันทึกได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ของค่าการนำไฟฟ้าทุกๆ ชั่วโมง เมื่อเทียบกับค่านำ

ไฟฟ้าเริ่มต้นก่อนการทดลอง (ชั่วโมงที่ 0) ดังสูตร (4) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์รวมกับสัดส่วนของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้

$$EC (\%) = \frac{(EC - EC_0)}{EC_0} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

EC_0

เมื่อ EC คือ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวหลังจาก i ชั่วโมง (เปอร์เซ็นต์)

EC_i คือ ค่าการนำไฟฟ้าในชั่วโมงที่ i ชั่วโมง ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

EC_0 คือ ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้นในชั่วโมงที่ 0 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Table 1 Initial yam bean seed quality

Items	Seed quality
Seed size; width x length x thickness (mm)	7.51 x 8.18 x 3.98
1,000 seed weight (g)	1,558.1
Seed moisture content (%)	7.89
Germination (%)	
Normal seedling	84.0
Abnormal seedling	2.0
Dead seed	14.0

2. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก และดัชนีความงอกจึงวางแผนการทดลองแบบ Factorial in completely randomized design โดยวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลการศึกษา

1) เปอร์เซ็นต์ความงอก

จากการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการทำ Hydropriming พบว่า ระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวมี่ผลให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกนาน 6 ชั่วโมง มีความงอก 81.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการกระตุ้นความงอกนาน 3 ชั่วโมง ที่มีความงอก 78.20 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้น

ความงอกมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อใช้สัดส่วนของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่แตกต่างกันและการเพิ่มอากาศระหว่างการกระตุ้นความงอกที่แตกต่างกัน โดยการใช้เมล็ดพันธุ์สัดส่วน 200, 250 และ 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มันแกวมีความงอก คือ 79.9, 78.5 และ 81.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และระยะเวลาในการเพิ่มอากาศ ได้แก่ ไม่ให้อากาศเพิ่ม เพิ่มอากาศ 15 นาทีต่อชั่วโมง เพิ่มอากาศ 30 นาทีต่อชั่วโมง เพิ่มอากาศ 45 นาทีต่อชั่วโมง และให้อากาศเพิ่มตลอดเวลาทำการทดลอง มีความงอก 80.0, 77.8, 82.5, 80.5 และ 79.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอก (control) มีค่า 90.25 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

2) เวลาเฉลี่ยในการงอก

ขณะที่เวลาเฉลี่ยในการงอกบ่งชี้ให้เห็นถึงความเร็วในการงอก กล่าวคือ หากเวลาเฉลี่ยในการงอกมีค่าน้อยแสดงว่าเมล็ดพันธุ์นั้นๆ สามารถงอกได้เร็วและมีความแข็งแรงสูงซึ่งจากการประเมินความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกและไม่กระตุ้นความงอก (control) พบว่า ปัจจัยประกอบการกระตุ้นความงอกทั้ง 3 ปัจจัย ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มันแกวมีเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์นาน 6 และ 3 ชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 7.35 และ 7.62 วัน ตามลำดับ ขณะที่การแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวสัดส่วน 200 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร มีเวลาเฉลี่ยในการงอกสูงกว่าการใช้สัดส่วนเมล็ดพันธุ์ 250 และ 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร มีค่าเท่ากับ 7.71, 7.37 และ 7.41 วัน ตามลำดับ ส่วนการเพิ่มอากาศระหว่างการกระตุ้นความงอก พบว่า การเพิ่มอากาศ 15 นาทีต่อชั่วโมง มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 7.61 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยกระตุ้นความงอกทั้ง 3 ปัจจัย มีอิทธิพลร่วมกันต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวคือ เมล็ดพันธุ์มันแกวจะสามารถงอกได้เร็วเมื่อผ่านการกระตุ้นความงอกนาน 6 ชั่วโมง ด้วยสัดส่วนของเมล็ดพันธุ์ 250 และ 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร ด้วยการเพิ่มอากาศระหว่างการงอกตั้งแต่ 30 นาทีต่อชั่วโมง เป็นต้นไป อย่างไรก็ตาม เวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) มีค่าเท่ากับ 7.38 วัน ซึ่ง

สามารถงอกได้เร็วกว่ากับเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกโดยแช่นาน 6 ชั่วโมง (Table 2) ทั้งนี้ พบว่า ปัจจัยกระตุ้นความงอกทั้งสามมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการกระตุ้นความงอกนาน 3 ชั่วโมง ด้วยสัดส่วนเมล็ดพันธุ์ 250 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร รวมกับการเพิ่มอากาศนาน 30 นาทีต่อชั่วโมง มีผลให้เมล็ดพันธุ์มันแกวงอกได้เร็วที่สุด คือ 7.16 วัน (Figure 1)

3) ดัชนีความงอก

สำหรับดัชนีความงอกหรือความเร็วในการงอกแสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์บ่งชี้ถึงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยกระตุ้นความงอกทั้ง 3 มีผลให้ดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์มันแกวมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกนาน 6 และ 3 ชั่วโมง มีดัชนีความงอก 2.80 และ 2.61 ตามลำดับ ขณะที่การใช้เมล็ดพันธุ์มันแกวสัดส่วน 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร มีดัชนีความงอกสูงสุด คือ 2.79 เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เมล็ดพันธุ์มันแกวสัดส่วน 200 และ 250 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร ที่มีดัชนีความงอก 2.64 และ 2.69 ตามลำดับ ส่วนการเพิ่มอากาศที่ 15 นาทีต่อชั่วโมง มีดัชนีความงอกต่ำที่สุดคือ 2.60 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเพิ่มอากาศระดับอื่น ทั้งนี้ระยะเวลาในการกระตุ้นความงอกและสัดส่วนของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ระหว่างการกระตุ้นความงอกมีอิทธิพลร่วมกันต่อดัชนีความงอกคือ การกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวสัดส่วน 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 6 ชั่วโมง มีผลให้เมล็ดพันธุ์มันแกวมียอดดัชนีความงอกสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอิทธิพลร่วมอื่นๆ ภายในปัจจัยทั้ง 2 อย่างไรก็ตามพบว่า เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) และมีดัชนีความงอก คือ 3.09 (Table 2)

4) ค่าการนำไฟฟ้า

จากการประเมินค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกและไม่กระตุ้นความงอก (control) ทุกๆ ชั่วโมงจนครบ 6 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอกมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 107.8, 131.7, 139.05 162.9

178.55 และ 186.9 $\mu\text{S/cm}$ ในชั่วโมงที่ 1 จนครบชั่วโมงที่ 6 ตามลำดับ และพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ด้วยเวลาและสัดส่วนเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยใช้ระยะเวลาในการแช่น้ำที่แตกต่างกัน โดยค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดแช่นาน 6 ชั่วโมง (Table 3) แล้วนำค่าการนำไฟฟ้าดังกล่าวมาคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าในชั่วโมงเริ่มต้น (ชั่วโมงที่ 0) พบว่า เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกและไม่กระตุ้นความงอก (control) มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำเพื่อประเมินค่าการนำไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม พบว่า เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกทุกสิ่งทดลอง ด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าในชั่วโมงที่ 5 และ 6 เท่ากับ 81.0 และ 89.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกเริ่มมีแนวโน้มคงที่ในชั่วโมงที่ 6 (Figure 2)

วิจารณ์

เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี hydropriming มีความงอกต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอก (control) เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการอาจเนื่องมาจากการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวด้วยวิธี hydropriming โดยแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำโดยตรงนั้น ไม่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ได้จึงส่งผลให้กระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดเกิดขึ้นไม่พร้อมกันโดยเมล็ดพันธุ์บางเมล็ดอาจดูดน้ำเร็วเกินไปจึงส่งผลให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดแตกต่างกัน (McDonald, 2000) โดยการดูดน้ำเร็วเกินไปนั้นจะมีผลให้เมล็ดพันธุ์แสดงอาการ

“ล้าลึกน้ำ” (soaking injury) ทำให้การเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ระหว่างการดูดน้ำในระยะแรก (imbibition) แสดงอาการผิดปกติ เช่น เมล็ดพันธุ์หายใจลดลง การสร้างเอนไซม์ ribonuclease ลดลง และการเจริญเติบโตของพืชนั้นๆ ลดลง (วันชัย, 2553)

นอกจากนี้ การล้าลึกน้ำอาจมีสาเหตุมาจากการขาดออกซิเจน เช่น ในสภาพการเพาะเมล็ดที่มีน้ำมากเกินไปทำให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำและส่งผลกระทบต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยออกซิเจนทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจ แต่หากเมล็ดพันธุ์ขาดออกซิเจนหรือได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอระหว่างกระบวนการงอกอาจส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวเกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือ fermentation และเกิดการสะสมสารพิษ เช่น acetaldehyde, ethanol และ lactate ในเมล็ด (วันชัย, 2553) และการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนดังกล่าวนี้ อาจเป็นเหตุให้เมื่อนำเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี hydropriming มาทดสอบความงอกพบเมล็ดตายค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) โดยเมล็ดที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) มีเมล็ดตายเพียง 6.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกมีเมล็ดตายสูงสุดถึง 17.17 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ทั้งนี้ เมล็ดพันธุ์มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกมีคุณภาพต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอกอาจเนื่องมาจากการกระตุ้นความงอกมีส่วนช่วยส่งเสริมการเสื่อมคุณภาพโดยกระตุ้นให้เกิดการสะสมสารประกอบที่เป็นอันตรายบางชนิด (deleterious product) ในกระบวนการ metabolism ก่อให้เกิดการจับกัน (cross-linkage) ของสารโมเลกุลใหญ่ที่เป็นเหตุให้เอนไซม์และกรดนิวคลีอิกไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (วันชัย, 2553) ขณะที่ เมล็ดพันธุ์มันแกวมีสาร Pachyrizin และ rotenone ซึ่งเป็นสารพิษชนิดหนึ่งที่สามารถทำให้เม็ดเลือดแดงแตกตัวได้ (กลุ่มสี่ส่งเสริมการเกษตร, 2556) ซึ่งสารพิษอาจมีผลต่อกระบวนการ metabolism ดังกล่าวดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตาม Sepehri and Rouhi (2017) รายงานว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

นาน 18 ชั่วโมง ช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอกซึ่งแตกต่างจากการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวในครั้งนี้ ทั้งนี้ ภายหลังจากเมล็ดพันธุ์ดูดน้ำในระยะแรก (imbibition) จะเกิดการจืดเรียงตัวและซ่อมแซมโมเลกุลของเยื่อหุ้มเซลล์ส่งผลให้สารต่างๆ เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ ธาตุอาหารที่มีประจุ กรดอะมิโน และโปรตีน เป็นต้น เกิดการรั่วไหลจากภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์และการรั่วไหลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง กระทั่งการจัดเรียงตัวและการซ่อมแซมของเยื่อหุ้มเซลล์เสร็จสิ้นการรั่วไหลของสารต่างๆ จึงสิ้นสุดลง (วันชัย, 2553) ดังนั้น ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์

มันแกวที่ผ่านการกระตุ้นความงอกจึงเริ่มคงที่และมีอัตราการเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์มันแกวที่ไม่กระตุ้นความงอก (control) เพราะเยื่อหุ้มเซลล์ของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกได้จัดเรียงตัวใหม่และซ่อมแซมเยื่อหุ้มเซลล์นั้นๆ แล้ว ระหว่างการดูดน้ำในระยะแรกขณะดำเนินการกระตุ้นความงอก อย่างไรก็ตาม วันชัย (2553) กล่าวว่า ค่าการนำไฟฟ้ากับความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์อาจไม่สัมพันธ์กันเนื่องจากการสูญเสียความมีชีวิตอาจเกิดขึ้นจากสาเหตุอื่นและเกิดขึ้นก่อนการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์และออร์แกเนลล์

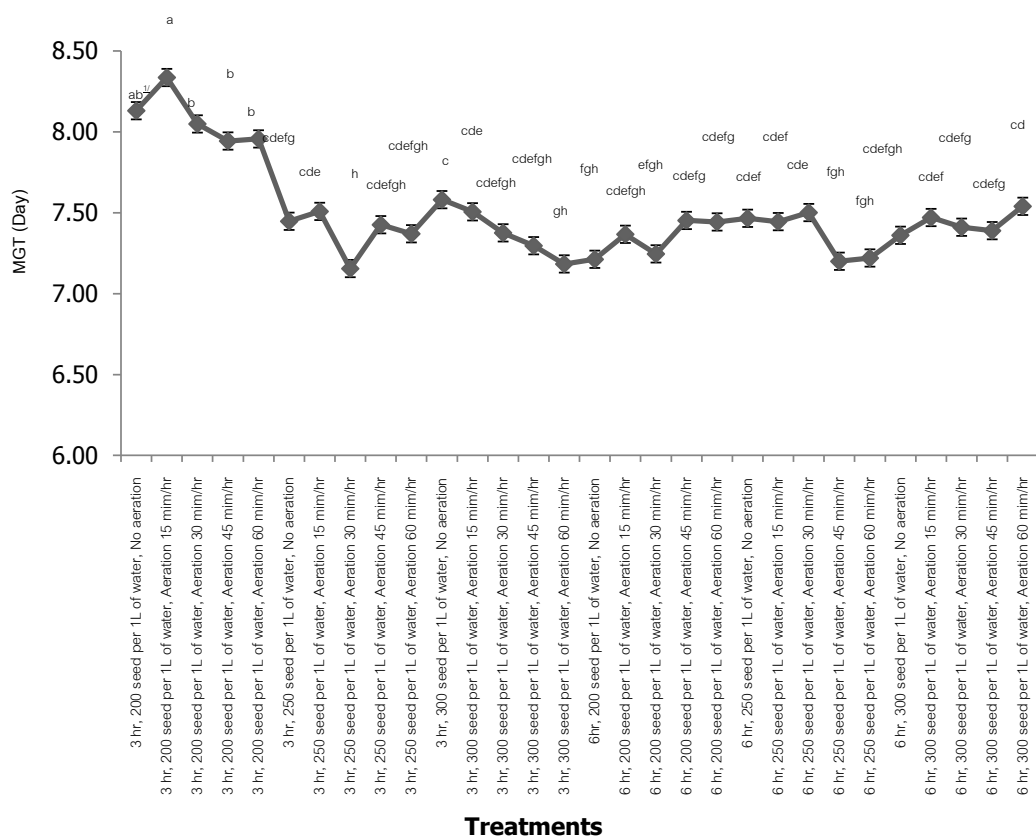
Table 2 Seed germination (%), dead seed (%), mean germination time (MGT) (day) and germination index (GI) of yam bean seed after hydropriming treatments with different seed density and aeration periods.

Factors	Seed germination (%)	Dead seed (%)	MGT (day)	GI
unprimed seed (control)	90.25	6.25	7.38	3.09
Soaking time (T)				
3	78.20 ^{b1/}	15.87	7.62 ^a	2.61 ^b
6	81.73 ^a	14.80	7.38 ^b	2.80 ^a
Mean	79.97	15.34	7.50	2.71
F-test	**	ns	**	**
Seed density (S)				
200	79.90	13.50 ^b	7.71 ^a	2.64 ^b
250	78.50	17.60 ^a	7.37 ^b	2.69 ^b
300	81.50	14.90 ^{ab}	7.41 ^b	2.79 ^a
Mean	79.97	15.33	7.50	2.71
F-test	ns	*	**	**
Aeration time (A)				
0	80.00	16.50	7.53 ^{ab}	2.70 ^{ab}
15	77.83	17.17	7.61 ^a	2.60 ^b
30	82.50	13.00	7.46 ^b	2.81 ^a
45	80.50	13.50	7.45 ^b	2.74 ^a
60	79.00	16.50	7.45 ^b	2.69 ^{ab}
Mean	79.97	15.33	7.50	2.71
F-test	ns	ns	**	**
S*T	ns	ns	**	**
S*A	ns	ns	**	ns
T*A	ns	ns	ns	ns
S*A*T	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	7.08	42.02	2.13	7.23

^{1/} Means in the same column with the same letters are not different significantly different at $p < 0.05$ by DMRT.

*, ** Significant at $p < 0.05$ or 0.01 , respectively.

ns = Not significant T = Soaking time (hr), S = Seed density (seeds/1,000 mL), and A = Aeration time (min/hr)



^{1/}Means in the same column with the same letters are not different significantly different at $p < 0.05$ by DMRT and Significant at $p < 0.01$

Figure 1 Mean germination time (day) of primed yam bean seed by treatments

Table 3 Electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) of yam bean seed under difference imbibition time

Treatments	Imbibition time (hr)						F-test	C.V. (%)
	1	2	3	4	5	6		
3 hr, 200 seed per 1L of water	108.72bE ^{1/}	128.00D	140.39C	148.98bBC	156.77AB	161.27A	**	6.27
3 hr, 250 seed per 1L of water	108.39bE	125.84D	137.93C	148.35bB	155.38A	159.07A	**	2.94
3 hr, 300 seed per 1L of water	110.64bE	130.64D	144.66C	153.94abB	160.80AB	166.99A	**	3.83
6 hr, 200 seed per 1L of water	111.71aD	126.20C	142.18B	145.98bAB	151.68AB	157.97A	**	5.76
6 hr, 250 seed per 1L of water	115.82aE	132.14D	141.37CD	149.50bAB	155.55AB	160.55A	**	5.46
6 hr, 300 seed per 1L of water	115.87aD	135.35C	153.62B	163.20aAB	169.03A	172.32A	**	6.64
F-test	**	ns	ns	*	ns	ns		
C.V. (%)	2.87	4.55	6.51	5.38	5.49	5.38		

^{1/}Mean in the same column followed by different letters is significantly at 1 or 5% level (*, **, respectively) and mean in the same line followed by different letters is significantly at the 1% level of probability by DMRT. ns = Not significant

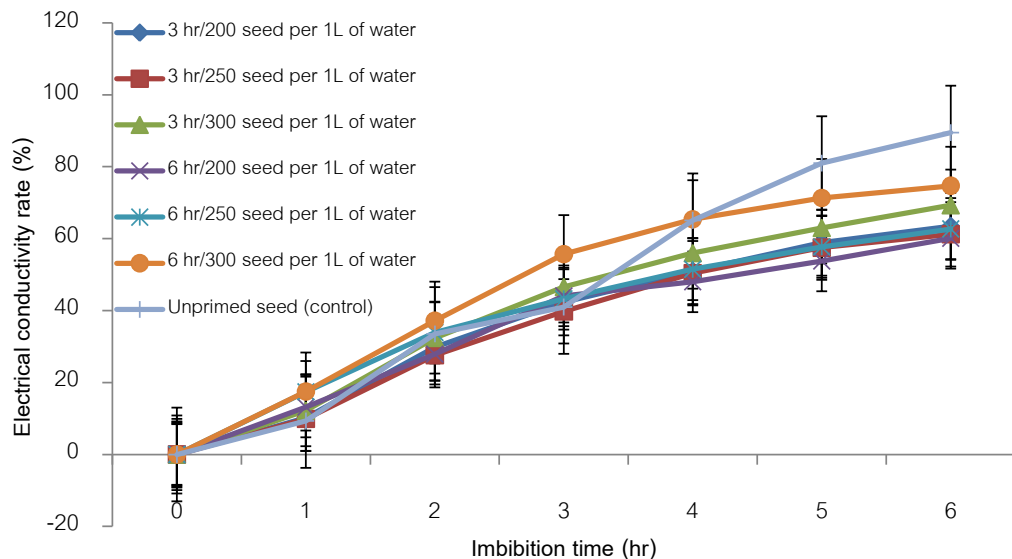


Figure 2 Electrical conductivity change rate (%) of yam bean seed when compared with initial level

สรุปและข้อเสนอแนะ

การกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์มันแกวด้วยวิธี hydropriming ที่เหมาะสมและสะดวกต่อการดำเนินการคือ การแช่เมล็ดพันธุ์มันแกวสัดส่วนเมล็ดพันธุ์ 300 เมล็ดต่อน้ำ 1 ลิตร ในน้ำ นาน 6 ชั่วโมง โดยไม่เติมอากาศระหว่างการกระตุ้นความงอก อย่างไรก็ตาม การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางชีวเคมีเพิ่มเติมจะช่วยให้สามารถอธิบายสาเหตุของการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี hydropriming ที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มันแกวได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มส่งเสริมการเกษตร. 2556. มันแกว. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/QYWud4>. ค้นเมื่อ 11 พฤษภาคม 2556.

นาฏญา โสภา. 2548. การกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์ผักเขียวโดยวิธี Hydropriming. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภูมิสิทธิ์วรรณชาติ. 2548. การเจริญเติบโตและศักยภาพในการสร้างเมล็ดพันธุ์ของมันแกว (Yam Bean) อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม. สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วิลาสินี งามนัญ. 2547. การกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธี Hydropriming. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่พิเศษ. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.

ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร ประจำตำบลบรบือ. 2554. แผนพัฒนาการเกษตรระดับ ตำบลปี 2555-2557. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/gUijcb>. ค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2556.

Aker, S.W., and K.E. Holley. 1986. SPS: A system for priming seeds using aerated polyethyleneglycol or salt solution. Hort Sci. 21: 529-531.

Association of Official Seed Analysis. 2002. Seed Vigor Testing Handbook. AOSA. Handbook. No. 32.

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

Doijode, S.D. 2001. Seed Storage of Horticultural Crops. Food Products Press, New York.

Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1980. The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley (*Hordeum distichum* L.). Ann. Bot. 45: 31-37.

Huang, R. 2003. Effect of Priming Treatment on Germination Performance and Storability of Triploid Watermelon Seed. M.S. thesis, Kasetsart University.

- International Seed Testing Association. 2009. International Rules for Seed Testing-Edition 2009. International Seed Testing Association, Zurich.
- Matsushima, K.I., and J.I. Sakagami. 2013. Effects of Seed Hydropriming on Germination and Seedling Vigor during Emergence of Rice under Different Soil Moisture Conditions. *American Journal of Plant Sciences*. 4: 1584-1593.
- McDonald, M.B. 2000. Seed Priming. pp. 287 - 325. In: M. Black and J.D. Bewley, eds. *Seed technology and its biological basis*. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Phamalingam, D. 1988. Modified roll-towel method to determine rice seed vigor (India) [1988] [online]. Available: <https://goo.gl/DpkdPp>. Accessed Apr. 5, 2013.
- Sepehri, A., and H.R. Rouhi. 2017. Effect of hydropriming on morphological and physiological performance of aged groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 2017(Special Issue): 43-53.