

ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำ  
ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เชีย (*Salvia hispanica* L.)  
Effect of Hydropriming on Quality of  
Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds

ญารารากรณ์ ย้งทรัพย์อนันต์, ปரியานูช จุลกะ และพิจิตรา แก้วสอน\*

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Yaraporn Youngsapanan, Pariyanuj Chulaka and Pichitra Kaewsorn\*

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University

Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

## บทคัดย่อ

เมล็ดเชียเป็นแหล่งของโปรตีน โอเมก้า-3 และเส้นใย ปัจจุบันเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพมากขึ้น การผลิตเมล็ดเชียเพื่อการบริโภคต้องเริ่มจากเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เชีย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 7 ทรีตเมนต์ จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ได้แก่ เมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ (control) การแช่เมล็ดในน้ำ reverse osmosis (RO) ที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12, 24 หรือ 36 ชั่วโมง จากนั้นลดความชื้นเมล็ดลงจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าเมล็ดที่เตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีความงอกสูงสุด (88.00 และ 84.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด (3.64 และ 3.85 วัน ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 36 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีรากงอกก่อนในระหว่างการลดความชื้น ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์

**คำสำคัญ :** ความงอก; ความแข็งแรงของเมล็ด; จำนวนวันที่เมล็ดมีรากงอก; เวลาเฉลี่ยในการงอก

## Abstract

Chia seed is an excellent source of proteins, omega-3 and fibers. The consumption of chia seed has increased in recent years. Production of chia grains for consumption has to be started

\*ผู้รับผิดชอบบทความ : pichitra.k@ku.th

from good seed quality. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of hydropriming on quality of chia seeds. The experiment was designed in completely randomized design that composed of 7 treatments with 4 replications, each replication was contained for 50 seeds: non-primed seeds (control), soaking seed in RO water at 20 or 30°C for 12, 24 or 36 hours. Seeds were then re-dried until 7 % moisture content. The results showed that hydroprimed seeds at 20 or 30 °C for 12 hours had the highest germination (88.00 and 84.50 %, respectively), and the fastest mean germination time (3.64 and 3.85 days, respectively), but there were not significantly different with non-primed seed. Furthermore, hydroprimed seeds at 20 or 30 °C for 24 or 36 hours had pre-germinated during drying, which was not suitable for seed priming.

**Keywords:** germination; seed vigor; days to emergence; mean germination time

## 1. บทนำ

เชียหรือเจีย (chia) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Salvia hispanica* L. อยู่ในวงศ์ Lamiaceae [1] เป็นเมล็ดพืชที่ปัจจุบันนิยมบริโภคมากสำหรับผู้ใส่ใจสุขภาพ จึงทำให้เกิดกระแสดูแลสุขภาพทั่วโลก ส่งผลให้ความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น [2] โดยเมล็ดเชียมีประโยชน์มากมาย เช่น ป้องกันโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดอุดตัน ลดการอักเสบ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมองได้ เนื่องจากมี  $\alpha$ -linolenic fatty acid หรือ omega-3 ในปริมาณสูง 56.9-64.8 เปอร์เซ็นต์ [3] มีการผลิตน้ำมันจากเมล็ดเชียเพื่อการค้าที่มี omega-3 และน้ำมันหอมระเหย ทั้งยังพบเส้นใยอาหารในเมล็ดเชียมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ โดยเมล็ดเชียให้เส้นใย 56.45 กรัมของเส้นใยทั้งหมด 100 กรัม [4] มีประโยชน์ช่วยในการขับถ่าย เมื่อรับประทานแล้วจะรู้สึกอึดนาน ทำให้ความอยากอาหารลดลงจึงช่วยลดน้ำหนักได้ นอกจากนี้เมล็ดเชียยังมีโปรตีนในปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดธัญพืชชนิดอื่น ๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด โดยเมล็ดเชียมีโปรตีน 15-23 เปอร์เซ็นต์ [5] อีกทั้งเมล็ดเชียยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียม [6] การผลิตเมล็ดเชียเพื่อการบริโภค

ต้องการเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี โดยมีความงอกสูงและงอกได้เร็ว เพื่อเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชในแปลงได้ การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำ (hydropriming) เป็นวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในน้ำเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม แล้วทำให้เมล็ดแห้งก่อนที่จะเกิดกระบวนการงอก โดยเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำจะสามารถงอกได้เร็วขึ้นและมีความสม่ำเสมอ [7] วิธีนี้มีความประหยัด ปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างทั้งในเมล็ดและสิ่งแวดล้อม แต่มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถควบคุมการดูต้นน้ำของเมล็ด จึงต้องใช้ระยะเวลาเป็นตัวกำหนดการให้ความชื้นที่เหมาะสมต่อเมล็ด [8] การประสบความสำเร็จในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดพืช อุณหภูมิ ระยะเวลาในการแช่เมล็ด และวิธีการลดความชื้นหลังการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ [7] อุณหภูมิในการแช่เมล็ดระหว่างการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมี และเอนไซม์ในกระบวนการทางสรีรวิทยาของเมล็ด ซึ่งมีผลต่อค่าคลอโรฟิลล์และอัตราการดูต้นน้ำของเมล็ด ซึ่งความชื้นภายในเมล็ดทำให้เกิดกระบวนการหายใจ การสังเคราะห์โปรตีน และสารชีวเคมีต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด [9] อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงาน

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เซีย แต่มีรายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์พืชในวงศ์เดียวกับเซีย เช่น Carpenter [10] เปรียบเทียบการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ซัลเวีย (*Salvia splendens*) ด้วยการแช่เมล็ดในสารละลาย PEG 8000 ค่าซอสติกส์  $-0.8$  MPa เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลับ  $10 \leftrightarrow 20$  องศาเซลเซียส และ  $20 \leftrightarrow 30$  องศาเซลเซียส พบว่าการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ซัลเวียที่อุณหภูมิ 10, 15 และ 30 องศาเซลเซียส ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดระหว่างการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ยังมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในเมล็ด ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น อุณหภูมิ ชนิดพืช การดูดน้ำของเมล็ดในระยะที่ 1 และ 2 (ระยะงัน หรือ lag phase) มีความสำคัญต่อการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ จึงควรใช้ระยะเวลาในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์อย่างเหมาะสม การใช้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดนานเกินไปอาจส่งผลให้เมล็ดแทงรากทะลุเปลือกเมล็ดออกมา และหากใช้ระยะเวลาในการแช่เมล็ดน้อยเกินไปอาจส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม ทำให้มีการสังเคราะห์โปรตีน อาร์เอ็นเอ (RNA) และดีเอ็นเอ (DNA) น้อยลง ส่งผลต่อการซ่อมแซมโครงสร้างและสารประกอบภายในเมล็ด ทำให้กระบวนการงอกไม่สมบูรณ์และเมล็ดอาจเกิดความผิดปกติได้ ทำให้เมล็ดงอกช้า หรืองอกไม่สม่ำเสมอ หรืองอกเป็นต้นกล้าผิดปกติ [11] ซึ่ง Inallou และ Ajorlou [12] รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสจ (*sage, Salvia officinalis* L.) ด้วยการแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 8, 16 และ 24 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 50, 65 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีความงอกเพียง 45 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม การผลิตเมล็ดเซียเพื่อการบริโภคต้องเริ่มจากเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี โดยสามารถงอกได้เร็วอย่างสม่ำเสมอ มีความแข็งแรง งอกได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เจริญเติบโตและเก็บเกี่ยวเมล็ดได้พร้อมกัน เพื่อลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เซีย เพื่อให้เมล็ดงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ

## 2. วิธีการศึกษา

### 2.1 วิธีการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 7 ทรีตเมนต์ จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ได้แก่ เมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ (control) การแช่เมล็ดในน้ำ RO ที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12, 24 หรือ 36 ชั่วโมง

นำเมล็ดพันธุ์เซียมาแช่ในน้ำ reverse osmosis (RO) ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ จากนั้นลดความชื้นเมล็ดในตู้ลดความชื้นไฟฟ้า (electric desiccator) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จนกระทั่งเมล็ดมีความชื้นประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์เซียที่ผ่านและไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มาทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

### 2.2 การบันทึกผล

2.2.1 ความงอก (germination) นำเมล็ดเซียของแต่ละทรีตเมนต์มาทดสอบความงอกในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการเพาะเมล็ดบนกระดาษขึ้น (top of paper, TP) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ดนำไปไว้ในตู้เพาะเมล็ดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นับต้นอ่อนปกติครั้งแรก (first count) ที่ 7 วันหลังเพาะเมล็ด โดยต้นอ่อนปกติมีระบบรากสมบูรณ์ ลำต้น

ตั้งตรง และใบเลี้ยงมีสีเขียว 2 ใบ และนับครั้งสุดท้าย (final count) ที่ 21 วันหลังเพาะเมล็ด โดยนับจำนวนต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ ได้แก่ ต้นอ่อนมีใบเลี้ยงมีรูปร่างบิดเบี้ยว เปลือกเมล็ดติดกับใบเลี้ยง ลำต้นม้วนงอ ลำต้นสั้น และรากกุด เมล็ดสดไม่งอกเป็นเมล็ดที่ดูตื้นน้ำได้ มีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย แต่ยังไม่งอก เมล็ดแข็งเป็นเมล็ดที่ไม่ดูตื้นน้ำ และเมล็ดตาย ได้แก่ เมล็ดที่ถูกรากเข้าทำลายโดยมีเส้นใยสีขาวปกคลุมบนเมล็ด หรือเมล็ดที่ถูกแบคทีเรียเข้าทำลายโดยมีลักษณะเน่าและ [13] คำนวณความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นเปอร์เซ็นต์จากสูตร ความงอก (เปอร์เซ็นต์) = (จำนวนต้นอ่อนปกติ ÷ จำนวนเมล็ดทั้งหมด) × 100

2.2.2 จำนวนวันที่เมล็ดมีรากงอก (days to emergence, DTE) นับจำนวนเมล็ดที่มีรากยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร ทุกวัน เป็นเวลา 21 วันหลังเพาะเมล็ด คำนวณจำนวนวันที่เมล็ดมีรากงอก มีหน่วยเป็น วัน จากสูตร  $DTE = \sum(n T) \div \sum n$  โดย n คือ จำนวนเมล็ดที่แทงรากยาว 2 มิลลิเมตร; T คือ จำนวนวันที่เมล็ดแทงราก [14]

2.2.3 เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time, MGT) นับจำนวนต้นอ่อนปกติทุกวัน เป็นเวลา 21 วันหลังเพาะเมล็ด คำนวณเวลาเฉลี่ยในการงอก มีหน่วยเป็น วัน จากสูตร  $MGT = \sum(n T) \div \sum n$  โดย n คือ จำนวนต้นอ่อนปกติในแต่ละวัน; T คือ จำนวนวันที่เมล็ดงอกเป็นต้นอ่อนปกติ [15]

### 2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาว่า F-test วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยลักษณะต่าง ๆ ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสถิติ R

## 3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

### 3.1 ความงอก (germination)

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เซียด้วยการแช่เมล็ดในน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงสุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีความงอก 88.00, 84.50 และ 83.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แสดงว่าการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เซียด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ไม่มีผลทำให้เมล็ดงอกได้เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ อาจเป็นเพราะเมล็ดพันธุ์เซียที่ใช้ในงานทดลองนี้ มีความงอกสูง 83.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 1.00-4.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Inallou และ Ajorlou [12] ที่รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสจด้วยน้ำทำให้เมล็ดมีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้การแช่เมล็ดเซียในน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการทางชีวเคมี เช่น การสังเคราะห์โปรตีน การเผาผลาญสารอาหาร [8] อีกทั้งการแช่เมล็ดเซียในน้ำเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง เพียงพอต่อกระบวนการทางชีวเคมีในระหว่างกระบวนการงอกของเมล็ด ซึ่งอยู่ในระยะที่ 2 ของรูปแบบการดูน้ำของเมล็ด (lag phase) ดังนั้นการแช่เมล็ดเซียในน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนการลดความชื้นเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากสามารถชะลอกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในเมล็ดได้ทันในกระบวนการลดความชื้นโดยไม่ส่งผลต่อความงอกของเมล็ด และเมล็ดยังไม่มี การแทงรากออกมา สอดคล้องกับ Dastanpoor และ

คณะ [16] ที่รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสกด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 10, 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อความงอก ดัชนีการงอกและความเร็วในการงอกเป็นต้นอ่อนปกติ 50 เปอร์เซ็นต์ (time to reach 50 % germination, T50) เช่นเดียวกับ Ibrahim และคณะ [17] ที่รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุด (78 เปอร์เซ็นต์) แต่การแช่เมล็ดข้าวในน้ำเป็นเวลานานขึ้น 48, 24 และ 36 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้เมล็ดมีความงอกลดลง (69.67, 68 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น Yan [19] รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ฝักกาดขาวด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงและงอกได้เร็ว [19]

เมื่อพิจารณาการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสกด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 36 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกต่ำที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ (29.50-51.50 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Dastanpoor และ คณะ [16] ที่รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสก ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกับเสกด้วยการแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีความงอกสูงกว่าการแช่ในน้ำเป็นเวลา 16 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ อาจเป็นเพราะเมล็ดต่างชนิดกัน มีโครงสร้างภายนอกและองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดแตกต่างกัน จึงมีผลต่อระยะเวลาการดูดน้ำและปริมาณน้ำภายในเมล็ดที่เพียงพอต่อกระบวนการงอกต่างกัน การแช่เมล็ดเสกในน้ำที่อุณหภูมิดังกล่าวเป็นระยะเวลาจนถึง 24 หรือ 36 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดแทงรากออกมาในระหว่างการลดความชื้น

เนื่องจากเมล็ดที่แช่ในน้ำเป็นเวลา 24 หรือ 36 ชั่วโมง อาจอยู่ในช่วงปลายระยะที่ 2 (lag phase) ของรูปแบบการดูดน้ำของเมล็ด (triphase pattern of water) ซึ่งปริมาณน้ำภายในเมล็ดเพียงพอต่อกระบวนการงอก เมื่อนำเมล็ดเสกมาลดความชื้นอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดที่ยังขึ้นอยู่เข้าสู่ระยะที่ 3 เมล็ดจึงแทงรากออกมา เนื่องจากรากแรกเกิด (radicle) มีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ ต้นเปลือกเมล็ดตอกออกมาเมื่อเมล็ดแห้ง (ความชื้นประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์) ทำให้รากที่งอกออกมาเกิดความเสียหายหรือรากตาย เมื่อนำเมล็ดไปทดสอบความงอกพบว่าเมล็ดอ่อนผิดปกติ ได้แก่ ใบเลี้ยงมีรูปร่างบิดเบี้ยว เปลือกเมล็ดติดกับใบเลี้ยง ลำต้นม้วนงอ ลำต้นสั้น และรากกุดเป็นจำนวนมาก 35.00-58.50 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 1) ดังนั้นการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสกด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 36 ชั่วโมง จึงไม่เหมาะสมสำหรับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ เพราะทำให้เมล็ดมีรากงอกในระหว่างการลดความชื้น

### 3.1.1 ต้นอ่อนผิดปกติ

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสกด้วยน้ำที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ มีผลทำให้ต้นอ่อนผิดปกติแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 1) โดยเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 36 ชั่วโมง มีต้นอ่อนผิดปกติสูงที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ (35.00-58.50 เปอร์เซ็นต์) โดยใบเลี้ยงมีรูปร่างบิดเบี้ยว เปลือกเมล็ดติดกับใบเลี้ยง ลำต้นม้วนงอ ลำต้นสั้น รากกุด และรากไม่เจริญ ทั้งนี้เนื่องจากทริตเมนต์ดังกล่าวทำให้เมล็ดแทงรากในระหว่างการลดความชื้น ทำให้รากเกิดความเสียหายหรือรากตาย จึงพบว่าเมล็ดที่งอกโดยส่วนใหญ่มีลักษณะต้นอ่อนผิดปกติ

### 3.1.2 เมล็ดสดไม่งอก

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แช่ด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้เมล็ดสดที่ยังไม่งอกแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 2) โดยมีเมล็ดสดที่ยังไม่งอกเพียง 0.00-9.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมล็ดสดไม่งอกเป็นเมล็ดที่สามารถดูดน้ำเข้าไปได้ เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย แต่เมล็ดยังไม่งอก อาจใช้ระยะเวลาในการ

งอกนานกว่านี้

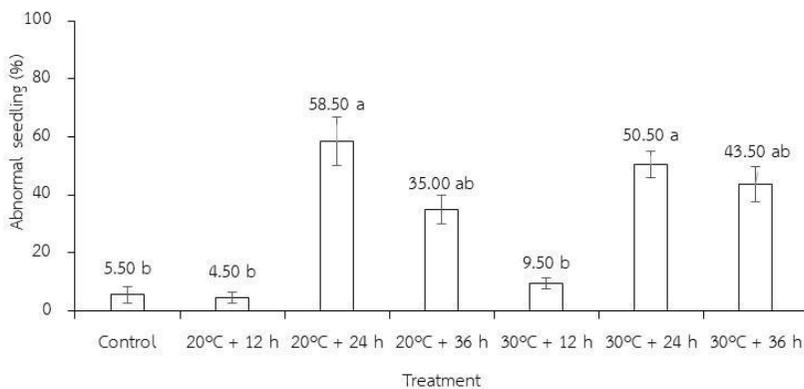
3.1.3 เมล็ดแข็ง

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แช่ด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ มีผลทำให้เมล็ดแข็งแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 3) โดยการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็น

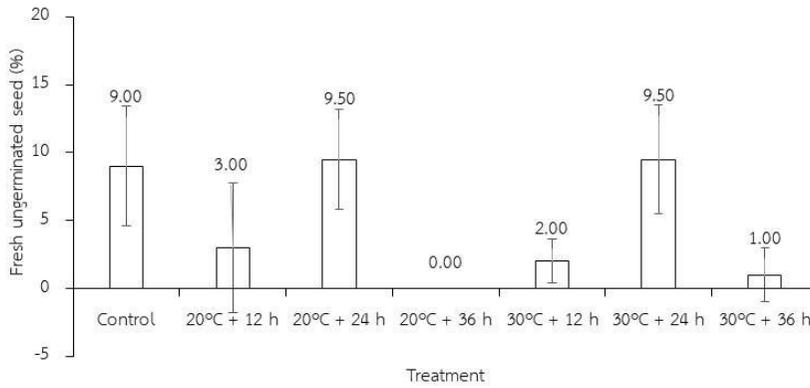
**Table 1** Germination percentages, days to emergence (DTE) and mean germination time (MGT) of chia seeds after hydropriming in different temperatures and soaking durations

Treatments	Germination (%)	DTE (days)	MGT (days)
Non-primed seed (control)	83.50 ab	2.27 a	4.45 bcd
20 °C + 12 hours	88.00 a	1.54 c	3.64 d
20 °C + 24 hours	29.50 c	2.12 ab	5.83 ab
20 °C + 36 hours	51.50 bc	1.90 b	4.49 bcd
30 °C + 12 hours	84.50 ab	1.77 bc	3.85 cd
30 °C + 24 hours	36.00 c	1.86 b	5.94 a
30 °C + 36 hours	45.50 c	2.07 ab	5.09 abc
F-test	*	*	*
C.V. (%)	38.11	11.33	4.24

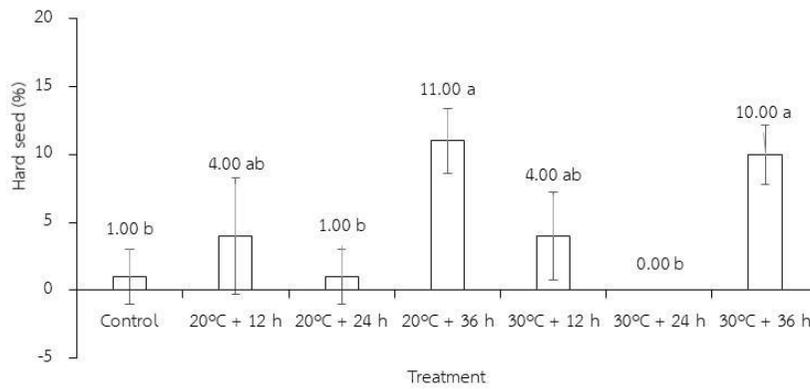
\* Means followed by the same alphabet are not significantly different when Duncan’s multiple range test (DMRT) method of mean comparison at 95 % confidence.



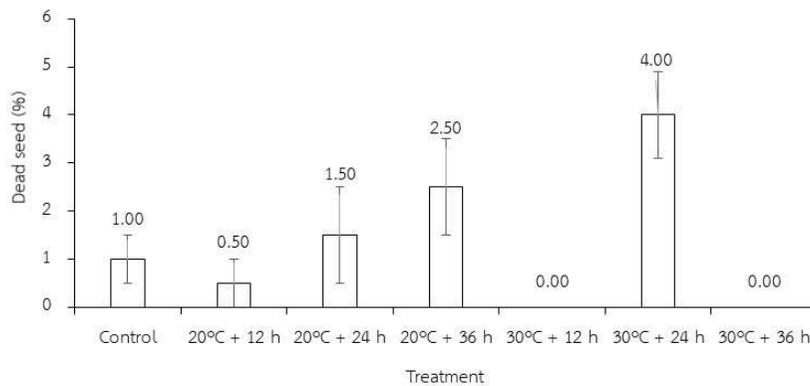
**Figure 1** Percentages of abnormal seedling of chia seeds after hydropriming in different temperatures and soaking durations



**Figure 2** Percentages of ungerminated seed of chia seeds after hydropriming in different temperatures and soaking durations



**Figure 3** Percentages of hard seed of chia seeds after hydropriming in different temperatures and soaking durations



**Figure 4** Percentages of dead seed of chia seeds after hydropriming in different temperatures and soaking durations

เวลา 12 หรือ 36 ชั่วโมง มีเมล็ดแข็งมากที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ แต่การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง พบเมล็ดแข็งมากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ คือ 11.00, 10.00 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดแข็งเป็นเมล็ดที่ไม่สามารถดูดน้ำเข้าไปได้และมีขนาดเท่าเดิม อาจเป็นเพราะพีทเมนต์ดังกล่าวทำให้เมล็ดมีรากแทงออกมาเมื่อลดความชื้นและเมล็ดแห้งมีผลทำให้เกิดแผลที่บริเวณที่รากโผล่หรือขั้วเมล็ด ทำให้น้ำซึมผ่านได้ยาก

### 3.1.4 เมล็ดตาย

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แช่ด้วยน้ำที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้เมล็ดตายแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 4) โดยมีเมล็ดตายเพียงเล็กน้อย 0.00-4.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมล็ดตายมีลักษณะการเข้าทำลายของราที่มีเส้นใยสีดำและเมล็ดเน่าและเกิดจากแบคทีเรีย

### 3.2 จำนวนวันที่เมล็ดมีรากงอก (days to emergence, DTE)

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แช่ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12, 24 หรือ 36 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดมีจำนวนวันที่มีรากงอกแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีจำนวนวันที่มีรากงอกเร็วที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีจำนวนวันที่เมล็ดมีรากงอก 1.54 และ 1.77 วัน ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ มีจำนวนวันที่มีรากงอก 2.27 วัน แสดงว่าการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แช่ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดแทงรากได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ เพราะการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการที่ทำให้

เมล็ดดูดน้ำได้อย่างเพียงพอ โดยยืดช่วงเวลาการดูดน้ำอย่างช้า ๆ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ต่าง ๆ และออร์แกเนลล์ต่าง ๆ มีเวลาเพียงพอในการจัดเรียงตัวและซ่อมแซม ตลอดจนมีการกำจัดสารพิษที่สะสมระหว่างการเสื่อมสภาพ เมล็ดดูดน้ำออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงทำให้เมล็ดงอกได้ดี [18] สอดคล้องกับเมล็ดพันธุ์เสกที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำสามารถงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ [16] ส่วนเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ มีจำนวนวันที่มีรากงอกช้าที่สุด (2.27 วัน) และไม่แตกต่างทางสถิติกับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีจำนวนวันที่มีรากงอกช้า 2.12 และ 2.07 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เช่นเดียวกับเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง มีความงอกเพียง 29.50 และ 45.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เนื่องจากพีทเมนต์ดังกล่าวมีผลทำให้เมล็ดแทงรากในระหว่างการลดความชื้น รากเกิดความเสียหาย จึงเกิดต้นอ่อนผิดปกติมาก

### 3.3 เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time, MGT)

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์แช่ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีผลทำให้เมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ และการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ซึ่งมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 3.64, 3.85, 4.45

และ 4.49 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) แสดงว่าทรีตเมนต์ดังกล่าวไม่มีผลทำให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Dastanpoor และคณะ [16] ที่รายงานการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เสกด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 10, 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12, 24 หรือ 48 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ อาจเป็นเพราะเมล็ดเชื้อที่ใช้ในงานทดลองนี้มีความงอกสูง 83.50 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนวันที่มีรากงอกหรือเมล็ดแทงรากได้เร็ว 2.27 วัน และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกหรือเมล็ดพัฒนาเป็นต้นอ่อนปกติได้เร็ว 4.45 วัน เมื่อนำเมล็ดมาเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย 4.50 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีจำนวนวันที่มีรากงอกเร็วขึ้น 0.73 และ 0.50 วัน ตามลำดับ และมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 0.81 และ 0.60 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ ขณะที่การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เชื้อด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้าที่สุด คือ 5.94 วัน และไม่แตกต่างทางสถิติกับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง โดยมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 5.83 และ 5.09 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้ากว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ ประมาณ 2 วัน อาจเป็นเพราะทรีตเมนต์ดังกล่าวมีผลทำให้รากงอกในระหว่างการลดความชื้นส่งผลให้เมล็ดมีความงอกต่ำเพียง 36.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง

เมล็ดที่งอกจะพัฒนาเป็นต้นอ่อนปกติได้ช้า อาจเนื่องจากบริเวณรากที่แทงออกมาเป็นแผลซึ่งปิดกั้นการซึมผ่านของน้ำ ทำให้น้ำซึมผ่านเมล็ดได้ช้า

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เชื้อด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ไม่มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น แต่ทำให้เมล็ดแทงรากได้เร็วขึ้น และไม่มีผลทำให้เมล็ดพัฒนาเป็นต้นอ่อนปกติได้เร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 1) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์เชื้อที่ใช้ในงานทดลองนี้จึงไม่มีความจำเป็นต้องเตรียม พร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำก่อนนำไปปลูกในแปลง เนื่องจากเมล็ดพันธุ์เชื้อลือตนี้มีความงอกค่อนข้างสูง เมื่อผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมแล้ว เมล็ดได้แสดงศักยภาพในการงอกเต็มประสิทธิภาพแล้ว อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เชื้อที่มีคุณภาพเริ่มต้นที่ต่างกันต่อไป

#### 4. สรุป

4.1 การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เชื้อด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีจำนวนวันที่มีรากงอกเร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ แต่ไม่มีผลทำให้เมล็ดมีความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์

4.2 การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เชื้อด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 20 หรือ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 และ 36 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดมีรากงอกในระหว่างการลดความชื้น จึงไม่ควรใช้ในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์

#### 5. References

[1] Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O. and

- Aguilera, J.M., 2012, Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration, *J. Food Eng.* 108: 216-224.
- [2] Ayerza, R. and Coates, W., 2009, Chia (*Salvia hispanica* L.) seed as an n-3 fatty acid source for finishing pigs: Effects on fatty acid composition and fat stability of the meat and internal fat, growth performance, and meat sensory characteristics, *J. Animal Sci.* 87: 3798-3804.
- [3] Ayerza, R. and Coates, W., 2011, Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.), *Ind. Crop. Prod.* 34: 1366-1371.
- [4] Alfredo, V.O., Gabriel, R.R., Luis, C.G. and David, B.A., 2009, Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.), *LWT Food Sci. Technol.* 42: 168-173.
- [5] Ayerza, R. and Coates, W., 2005, Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs, University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- [6] Capitani, M.I., Spotorno, V., Nolasco, S.M. and Tomás, M.C., 2012, Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.), *LWT Food Sci. Technol.* 45: 94-102.
- [7] Bradford, K.J., 1986, Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress condition, *Hort. Sci.* 21: 1105-1112.
- [8] McDonald, M.B., 2000, Seed Priming, pp. 287-325, In Bewley, J.D. and Black, M. (Eds.), *Seed Technology and its Biological Basic*, Sheffield Academic Press, England.
- [9] Paiva, E.P., Torres, S.B., Sá, F.V.S., Nogueira, N.W., Freitas, R.M.O. and Leite, M.S., 2016, Light regime and temperature on seed germination in *Salvia hispanica* L., *Acta Sci.* 38: 513-519.
- [10] Carpenter, W.J., 1989, *Salvia splendens* seed pregermination and priming for rapid and uniform plant emergence, *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114: 247-250.
- [11] Dutta, P., 2018, Seed Priming: New Vistas and Contemporary Perspectives, pp. 3-22, In Rakhit, A. and Singh, H.B. (Eds.), *Advances in Seed Priming*, Springer Nature Singapore Pte, Ltd., Singapore.
- [12] Inallou, M.M. and Ajorlou, Z., 2011, The use of SAS software for analysis of seedling growth in salvia (*Salvia officinalis* L.), *Res. J. Fish. Hydrobiol.* 6: 476-480.
- [13] Stefanello, R., Neves, L.A.S., Abbad, M.A.B. and Viana, B.B., 2015, Germination and vigor of chia seeds (*Salvia hispanica* L.-Lamiaceae) under different temperatures and light conditions, *Rev. Bras. Plant. Med.* 17: 1182-1186.
- [14] Dhillon, N.P.S., 1995, Seed priming of male sterile muskmelon (*Cucumis melo* L.), *Seed Sci. Technol.* 23: 881-884.

- [15] Ellis, R.H. and Roberts, E.H., 1980, Improved equations for the prediction of seed longevity, *Ann. Bot.* 45: 13-30.
- [16] Dastanpoor, N., Fahimi, H., Shariati, M., Davazdahemami, S. and Hashemi, S.M.M., 2013, Effects of hydropriming on seed germination and seedling growth in sage (*Salvia officinalis* L.), *Afr. J. Biotechnol.* 12: 1223-1228.
- [17] Ibrahim, N.D., Bhadmus, Z. and Singh, A., 2013, Hydro-priming and re-drying effects on germination, emergence and growth of upland rice (*Oryza sativa* L.), *Nig. J. Basic Appl. Sci.* 21: 157-164.
- [18] Chanprasert, W., 2010, *Seed Physiology, Extension and Training Office Press, Kasetsart University, Bangkok, 167 p.* (in Thai)
- [19] Yan, M., 2016, Hydro-priming increases seed germination and early seedling growth in two cultivars of Napa cabbage (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) grown under salt stress, *J. Hort. Sci. Biotech.* 91: 421-426.