ผลการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน

Effects of Seed Priming with Plant Nutrients and Hormones on Germination and Growth of Morning Glory (*Ipomoea aquatica* Forsk.)

พงศกร นิตย์มี[1,*] ธิดารัตน์ มีศรี[2] จักรกฤษณ์ ศรีแสง[1] ธีระวัฒน์ ศรีสุข[1] เตชิตา ปิ่นสันเทียะ[1] ภัทรา ประทับกอง[1] เรวัตร จินดาเจี่ย[1] และ พงษ์ศักดิ์ แก้วศรี[1]

Pongsakorn Nitmee[1,*], Tidarat Meesri[2], Jakkrit Sreesaeng[1], Teerawat Srisuk[1], Tachita Pinsanthia[1], Pattra Pratabkong[1], Rewat Chindachia[1] and Pongsak Kaewsri[1]

[1] สถานีวิจัยลำตะคอง ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ปทุมธานี 12120

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

[1] Lamtakong Research Station, Expert Centre of Innovative Agriculture, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Pathum Thani 12120

[2] Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima 30000

รับเรื่อง: 1 กันยายน 2564 Received: 1 September 2021
ปรับแก้ไข: 16 ตุลาคม 2564 Revised: 16 October 2021
รับตีพิมพ์: 27 ตุลาคม 2564 Accepted: 27 October 2021

* Corresponding author: pongsakorn@tistr.or.th

ABSTRACT: The long period of seed storage can decrease seed quality. Seed priming is a method that has been used to enhance seed quality. Thus, this experiment aimed to study the water uptake period of seed and seed priming using plant nutrients and hormones on the germination and growth of morning glory at the seed laboratory, Lamtakong Research Station, Nakhon Ratchasima province. The results of studying the water uptake period of morning glory seeds found that the morning glory seeds absorbed water rapidly in the first hour and remained stable at the second hour. This water uptake period was then used to study the effect of seed priming using plant nutrients and plant hormones. A completely randomized design (CRD) was conducted with 6 treatments, namely control (Non-primed seed) and seed priming with $CaCl_2$, $MgSO_4$, KNO_3, 1-Naphthaleneacetic acid (NAA), and gibberellin (GA_3). The results revealed that priming morning glory seeds with different treatments statistically significantly affected seed germination ($P < 0.01$), resulting in increased seed germination percentage and germination index as compared to non-primed seeds. For the germinal test in the field emergence, seeds primed by dipped in KNO_3 at 300 ppm resulted in high seed germination percentage (98.00 ± 0.82%) and germination index (33.00 ± 0.45). It also led to high stem length (15.48 ± 0.50 cm) and fresh weight (7.58 ± 0.70 g) of morning glory seedlings.

Keywords: Morning glory, seed priming, growth

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นระยะเวลานานจะทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง ซึ่งการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ และการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้ธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน ณ ห้องปฏิบัติการทางเมล็ดพันธุ์ สถานีวิจัยลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน พบว่า เมล็ดผักบุ้งจีนดูดน้ำอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรก และเริ่มคงที่ในชั่วโมงที่ 2 จากนั้น นำระยะเวลาในการดูดน้ำนี้ไปใช้ในการศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์พืชโดยใช้ธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืช วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) 6 กรรมวิธี คือ ชุดควบคุม (ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์) และเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยแช่เมล็ดในแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) ออกซิน (1-Naphthaleneacetic acid; NAA) และจิบเบอเรลลิน (Gibberellin; GA_3) ผลการศึกษาพบว่า การกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อม และเมื่อทดสอบการงอกในโรงเรือนเปิดด้วยการเพาะในกระบะเพาะเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมด้วยการแช่ใน KNO_3 ความเข้มข้น 300 ppm ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก (98.00 ± 0.82 เปอร์เซ็นต์) และดัชนีการงอก (33.00 ± 0.45) ที่สูง และทำให้ต้นกล้าผักบุ้งจีนมีความยาวลำต้น (15.48 ± 0.50 เซนติเมตร) และน้ำหนักสด (7.58 ± 0.70 กรัม) สูงเช่นกัน

คำสำคัญ: ผักบุ้งจีน, การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์, การเจริญเติบโต

บทนำ

ผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatic* Forsk.) เป็นผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และปัจจุบันได้พัฒนาเป็นพืชผักส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย โดยส่งออกทั้งในรูปผักสดและเมล็ดพันธุ์ ผักบุ้งจีนมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด โดยเฉพาะดินที่มีความชื้นสูง (Anugoolprasert *et al.*, 2015) เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการเพาะปลูก เนื่องจากเป็นตัวกำหนดปริมาณและคุณภาพของผลผลิต เมล็ดพันธุ์ หมายถึง ลักษณะต่าง ๆ ของเมล็ดพันธุ์ที่เป็นผลมาจากการแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมาร่วมกัน เมล็ดที่มีคุณภาพสูงจึงเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความสามารถในการเตรียมพร้อมเป็นต้นกล้าที่แข็งแรง มีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอ และเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ โดยส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ (Duangpatra, 1986a)

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มีหลายวิธี ในปัจจุบันการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ (Seed priming) เป็นวิธีในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมล็ดพันธุ์พืชผักหลายชนิด (Bradford, 1986) การให้ความชื้นกับเมล็ดพันธุ์เป็นกระบวนการในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ โดยส่งผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดเพื่อเข้าสู่กระบวนการงอก โดยความชื้นจะถูกดูดซึมและลำเลียงไปในเมล็ดพันธุ์ เพื่อนำไปใช้ในการละลาย protoplasm และนำไปสู่การย่อยสลายอาหารที่สะสมในเมล็ดพันธุ์ที่อยู่ในรูปโมเลกุลใหญ่เพื่อแตกย่อยให้เป็นโมเลกุลเล็ก การที่เมล็ดพันธุ์พืชจะดูดน้ำต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการซึมผ่านของเปลือก อุณหภูมิ องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ ขนาดของเมล็ดพันธุ์ และความบริสุทธิ์ของน้ำ เป็นต้น (Siri, 2015) ซึ่งการเตรียมพร้อมของเมล็ดพันธุ์ มี 3 วิธี คือ 1) hydropriming เป็นวิธีการแช่เมล็ดลงในน้ำช่วงเวลาหนึ่งโดยการใช้ปริมาณที่จำกัด เพื่อให้เมล็ดดูดซับน้ำในช่วงเวลาสั้น ๆ และนำเมล็ดไปปลูกทันที Rithichai

and Pipatkornsakul (2008) ศึกษาผลของวิธี hydropriming ต่อการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักชี พบว่า วิธี hydropriming สามารถกระตุ้นให้เมล็ดผักชีมีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น 2) osmopriming เป็นวิธีการแช่เมล็ดในสารละลายที่มีศักย์ของน้ำต่ำ เพื่อให้เมล็ดดูดน้ำอย่างช้า ๆ โดยแบ่งสารละลายเป็น 2 ประเภท คือ inorganic salt เช่น KNO_3, $CaCl_2$ และ KH_2PO_4 เป็นต้น และ organic salt เช่น polyethylene glycol (PEG), mannitol และ gibberellin (GA_3) เป็นต้น Kangsopa *et al.* (2020a) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวานลูกผสมหลังการทำ osmopriming ด้วย KNO_3 พบว่า การทำ osmopriming ด้วย KNO_3 ทำให้เมล็ดมีการงอกของรากต้นกล้าสูง รวมไปถึงพัฒนาการทางด้านลำต้นและราก 3) solid matrix priming เป็นวิธีการให้ความชื้นแก่เมล็ดพันธุ์โดยการคลุกเมล็ดกับสารที่เป็นวัสดุธรรมชาติ เช่น vermiculite, peat moss และ ทราย เป็นต้น (Wetchakama and Khaengkhan, 2018)

จากการศึกษาของนักวิจัยหลายท่านได้รายงานว่าเมล็ดพันธุ์สามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นได้โดยการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายใต้ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิธีการใช้ความชื้นและสารเคมีชนิดต่าง ๆ โดยเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่เมล็ดก่อนการงอก ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความสามารถในการงอกเพิ่มขึ้น งอกได้เร็วสม่ำเสมอ และเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้สูงขึ้น ซึ่งการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์นี้มีหลายวิธีด้วยกัน ดังนั้น การเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับเมล็ดพันธุ์ชนิดต่าง ๆ จึงมีความสำคัญต่อการเตรียมการงอกของเมล็ดให้ประสบความสำเร็จ เพื่อแก้ปัญหาเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพและใช้ในการปรับปรุงอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น (Wetchakama and Khaengkhan, 2018) โดยสารละลายที่นิยมนำมาใช้ในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ คือ ascorbic acid, selenium, salicylic acid และ folic acid (Maneerat *et al.*, 2013) สำหรับธาตุอาหารพืช ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารที่ถูกชนิดและในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของพืช จะส่งผลให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ Pothikhawet *et al.* (2012) ได้ศึกษาผลของการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจ 4 ชนิด ด้วยการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ พบว่า เมล็ดแตงกวาที่แช่ใน $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากที่สุด Piriyawirut *et al.* (2015) ศึกษาผลของปุ๋ย $CaSiO_4$ ต่อการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์และการผลิตกล้าเมลอน พบว่า การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วย Ca_2SiO_4 ที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เมลอนมีค่าระยะเวลาในการเกิดรากเร็ว ดัชนีการงอก และเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ดี และ Rivas *et al.* (1984) ศึกษาผลของการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพริกและยาสูบ โดยใช้ธาตุอาหารพืช คือ KNO_3 พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่แช่ KNO_3 ใช้เวลาในการงอก 1–3 วัน ซึ่งเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่แช่ PEG 6000 นอกจากนั้น การให้ฮอร์โมนพืชแก่เมล็ดพันธุ์สามารถช่วยกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า และการใช้ GA_3 จะช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดและการสร้างเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการย่อยอาหารสะสมภายในเมล็ด (Chauhan *et al.*, 2009) Saikhamwong and Siri (2019) ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และอายุเก็บรักษา พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย GA_3 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ indole-3-acetic acid (IAA) 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ GA_3 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ indoie-3-butyric acid (IBA) 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีความยาวรากมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ และการเคลือบเมล็ดด้วย GA_3 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ IBA 0.2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความงอก ความเร็วในการงอก ความสูงต้น และความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศดีมากกว่าการเคลือบเมล็ดด้วยวิธีการอื่น ๆ หลังจากการ

เก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 6 เดือน

ดังนั้น จึงมีความสนใจในการนำธาตุอาหารพืช ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) และโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) และฮอร์โมนพืช ได้แก่ ออกซิน (1-Naphthaleneacetic acid; NAA) และจิบเบอเรลลิน (Gibberellin; GA_3) มาใช้ในการศึกษาวิจัย เพื่อเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์สำหรับทดสอบการงอกและการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน ซึ่งเป็นผักเศรษฐกิจของไทยที่มีการซื้อขายกันในท้องตลาดเป็นจำนวนมากและสามารถนำมาเป็นแนวทางให้แก่เกษตรกรที่มีความสนใจ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน และเพื่อศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้ธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืชต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน

การทดสอบนี้ดัดแปลงมาจาก Rithichai and Pipatkornsakul (2008) โดยนำเมล็ดผักบุ้งจีน จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด มาแช่ในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ (pH 6.8) ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกข้อมูลโดยชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการแช่ทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 14 ชั่วโมง ซึ่งก่อนการชั่งเมล็ดทุกครั้ง ต้องผึ่งเมล็ดให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ณ ห้องปฏิบัติการทางเมล็ดพันธุ์ สถานีวิจัยลำตะคอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยดำเนินการทดลองในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดผักบุ้งจีน จากนั้น นำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2 ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์พืชโดยใช้ธาตุอาหารและฮอร์โมนพืช

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดผักบุ้งจีน (พันธุ์ยอดไผ่ 9 ความบริสุทธิ์ 99 เปอร์เซ็นต์) มาแช่ในสารละลายต่าง ๆ ดังนี้ แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) 300 ppm แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) 300 ppm โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) 300 ppm ออกซิน (1-Naphthaleneacetic acid; NAA) 100 ppm และจิบเบอเรลลิน (Gibberellin; GA_3) 150 ppm โดยแช่เมล็ดในสารละลายเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (25–35 องศาเซลเซียส) เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด นำเมล็ดมาล้างน้ำ จำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 100 มิลลิลิตร จากนั้น นำเมล็ดไปผึ่งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) มี 6 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด (Maneerat *et al.*, 2013) ได้แก่ 1) ชุดควบคุมหรือเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ (Control) 2) $CaCl_2$ 300 ppm 3) $MgSO_4$ 300 ppm 4) KNO_3 300 ppm 5) NAA 100 ppm และ 6) GA_3 150 ppm จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์แต่ละกรรมวิธีมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบความงอกในห้องปฏิบัติการ (Top of paper)

นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีมาเพาะบนกระดาษชื้นแบบ top of paper นับจำนวนต้นกล้าปรกติครั้งแรก (First count) ที่ 4 วันหลังเพาะ และนับครั้งสุดท้าย (Final count) ที่ 10 วันหลังเพาะ โดยต้นกล้าปรกติ คือ ต้นกล้าที่มีระบบยอดและรากสมบูรณ์ จากนั้น นำข้อมูลจำนวนต้นกล้าที่งอกมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก (Germination percentage) ตามวิธีของ ISTA (2016) และดัชนีการงอก (Germination Index; GI) ของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีของ AOSA (1983) ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปรกติที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100 \qquad \text{------- (1)}$$

$$\text{ดัชนีการงอก (GI)} = \sum \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปรกติที่งอก}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \qquad \text{------- (2)}$$

การตรวจสอบความงอกในโรงเรือนเปิด (Field emergence)

นำเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีมาเพาะในกระบะเพาะเมล็ดที่ใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก จากนั้น วางกระบะเพาะไว้ในสภาพโรงเรือนทดลองที่เป็นระบบเปิด และให้น้ำทุกวัน (กำหนดค่า pH ของน้ำที่ใช้รดเท่ากับ 5.8–5.9) ปริมาตรน้ำที่ใช้รดในแต่ละวันเท่ากับ 400 มิลลิลิตรต่อกระบะเพาะ บันทึกข้อมูลจำนวนต้นกล้าปรกติเช่นเดียวกับการตรวจสอบความงอกในห้องปฏิบัติการ และนำข้อมูลการงอกมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยใช้สมการ (1) และ (2) ตามลำดับ

บันทึกการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังประเมินความงอกครั้งสุดท้าย โดยสุ่มซ้ำละ 10 ต้น สำหรับเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความยาวลำต้น (เซนติเมตร) โดยวัดจากจุดโคนต้นถึงปลายยอดด้วยไม้บรรทัด ความยาวราก (เซนติเมตร) โดยวัดจากจุดโคนต้นถึงส่วนที่ยาวที่สุดของรากด้วยไม้บรรทัด น้ำหนักสด (กรัม) โดยชั่งน้ำหนักสดของต้น ใบ และราก และน้ำหนักแห้ง (กรัม) โดยชั่งน้ำหนักแห้งของต้น ใบ และราก ภายหลังการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสอย่างน้อย 72 ชั่วโมง จนมวลแห้งคงที่

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลความงอกและการเจริญเติบโตที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) โดยใช้สถิติ F-test ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม SPSS version 19

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน

เมล็ดผักบุ้งจีนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรกของการดูดน้ำ หลังจากนั้นน้ำหนักของเมล็ดจะค่อย ๆ ลดลง และเริ่มมีน้ำหนักคงที่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 2 (Figure 1) นอกจากนี้ ยังพบว่า ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 5 เมล็ดผักบุ้งจีนเริ่มมีรากงอกพ้นจากเปลือกหุ้มเมล็ด ทำให้มีอัตราการดูดน้ำของเมล็ดที่เพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษายังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาช่วงระยะเวลาการดูดน้ำในเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน แต่มีการศึกษาในผักชนิดอื่นของ Rithichai and Pipatkornsakul (2008) ที่ใช้วิธีการดังกล่าวทดสอบหารูปแบบการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ผักชี พบว่า เมล็ดผักชีสามารถดูดน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ดอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรกของการดูดน้ำ จากนั้น น้ำหนักเมล็ดจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และเริ่มคงที่เมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 7 และ 8 ของการดูดน้ำ และ Kaewsorn *et al.* (2014) ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์วงศ์แตงบางชนิด โดยพบว่า เมล็ดแตงกวาสามารถดูดน้ำและถึงระยะอิ่มตัวได้เร็วภายในระยะเวลาเพียง 7 ชั่วโมง และเมล็ดมะระใช้ระยะเวลาในการดูดน้ำที่ระยะอิ่มตัวนานที่สุด คือ 47 ชั่วโมง ซึ่งเมล็ดที่สามารถดูดน้ำได้เร็วจะมีแนวโน้มทำให้เวลาเฉลี่ยในการงอกสั้นลงหรือสามารถงอกได้เร็วขึ้น เนื่องจากการดูดน้ำทำให้เกิด

กระบวนการต่าง ๆ ภายในเมล็ด เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์ การสังเคราะห์สารโมเลกุลใหญ่ และเกิดการเคลื่อนย้ายอาหารสะสมภายในเมล็ดจนเข้าสู่กระบวนการงอกและเจริญเติบโต (Bewley and Black, 1982) นอกจากนี้ เมล็ดแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นผลจากความแตกต่างของลักษณะเปลือกหุ้มเมล็ด เช่น ความหนา บางของเปลือกหุ้มเมล็ดที่เป็นส่วนควบคุมการเข้า-ออกของน้ำผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์ที่มีความจำเพาะต่อการงอก องค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด และขนาดเมล็ด เป็นต้น (Duangpatra, 1986b)

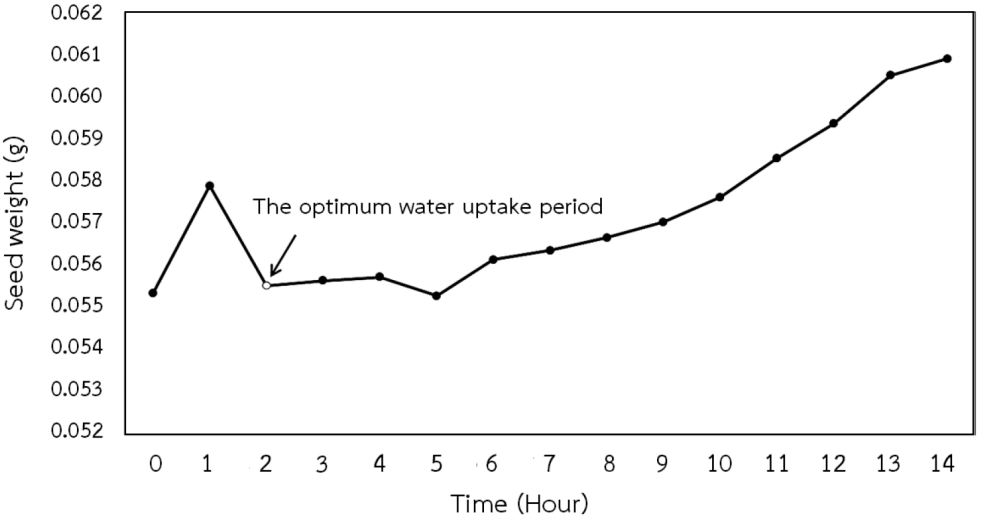

Figure 1 Effect of water uptake period of morning glory seeds

รูปแบบการดูดน้ำของเมล็ดพืชโดยทั่วไปสามารถจำแนกได้เป็น 3 ระยะ โดยระยะที่ 1 คือ ระยะดูดน้ำ (Imbibition) เมื่อเมล็ดได้รับน้ำ เมล็ดจะดูดน้ำอย่างรวดเร็ว จากนั้น จะเข้าสู่ระยะที่ 2 เรียกว่า ระยะงัน (Lag phase) ซึ่งเป็นระยะที่มีกระบวนการเมทาบอลิซึมเกิดขึ้น โดยเป็นการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิค (Nucleic acid) และเอนไซม์ต่าง ๆ มีกิจกรรมสูงขึ้น เมื่อใกล้สิ้นสุดระยะที่ 2 จะมีกระบวนการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังต้นอ่อนที่กำลังเจริญ ซึ่งระยะนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะในเมล็ดที่มีชีวิตเท่านั้นและค่อนข้างใช้เวลายาวนานกว่าระยะที่ 1 ระยะที่ 3 คือ ระยะการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (Embryo growth) ในระยะนี้ที่บริเวณจุดเจริญ (Growing point) โดยเฉพาะรากแรกเกิด (Radical) จะมีการแบ่งเซลล์และมีการยืดตัวของเซลล์เกิดขึ้น มีการแทงรากทะลุเปลือกเมล็ดออกมา มีผลทำให้เมล็ดดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Chanprasert, 2010) จากหลักการของกระบวนการดูดน้ำของเมล็ดดังกล่าวข้างต้น ในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ จึงนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการดูดน้ำในระยะที่ 1 และ 2 มาลดความชื้นก่อนเมล็ดจะเข้าสู่ระยะที่ 3 เมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำอีกครั้ง จึงทำให้เมล็ดสามารถแทง radicle ได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ (Heydecker and Coolbear, 1977) และจากผลการศึกษาที่พบว่า ระยะเวลา 2 ชั่วโมง คือ ระยะเวลาการดูดน้ำที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน ดังนั้น การศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตในการทดลองที่ 2 จึงแช่เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนในธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืชแต่ละกรรมวิธีเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2 ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนโดยใช้ธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืช

จากการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้ธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืช ในห้องปฏิบัติการทางเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีแบบ top of paper พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเมล็ดที่ผ่านการแช่ใน $CaCl_2$ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับการแช่ใน KNO_3, NAA และ GA_3 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากันที่ 99.25 ± 0.96 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการแช่ใน $MgSO_4$ ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 98.00 ± 1.63 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุด เท่ากับ 95.50 ± 1.73 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดัชนีการงอก พบว่า เมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีดัชนีการงอกเฉลี่ยแตกต่างจากเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) การแช่เมล็ดใน $CaCl_2$ ส่งผลให้เมล็ดมีดัชนีการงอกสูงที่สุดเช่นกัน คือ 34.78 ± 0.13 รองลงมา คือ การแช่เมล็ดใน NAA, $MgSO_4$, KNO_3 และ GA_3 ซึ่งมีดัชนีการงอกเฉลี่ย 34.47 ± 0.62, 34.33 ± 0.31, 34.18 ± 0.45 และ 33.98 ± 0.24 ตามลำดับ โดยเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีดัชนีการงอกต่ำที่สุด เท่ากับ 29.78 ± 2.44 (Table 1) จากผลการศึกษาที่พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ใน $CaCl_2$ ทำให้เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุด อาจเป็นเพราะแคลเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทด้านการงอกของเมล็ด เนื่องจากเป็นโคแฟกเตอร์ที่สำคัญของเอนไซม์หลายชนิด Osotsapha (2015) รายงานว่า แคลเซียมความเข้มข้นต่ำสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ protein kinase และ alpha-amylase ได้ ซึ่งเอนไซม์ทั้งสองชนิดเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทในการเคลื่อนย้ายแป้งและช่วยย่อยแป้งในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดสำหรับใช้ในกระบวนการงอก ซึ่งสอดคล้องกับ Piriyawirut *et al*. (2015) ที่ศึกษาผลของปุ๋ย $CaSiO_4$ ต่อการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์และการผลิตกล้าเมลอน พบว่า เมล็ดพันธุ์เมลอนที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ย $CaSiO_4$ อัตรา 3, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากัน คือ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้คลอรีนซึ่งเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของ $CaCl_2$ ยังมีผลในการยับยั้งความรุนแรงของเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด ซึ่งช่วยให้พืชสามารถทนทานต่อเชื้อโรค และลดความเสียหายเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคในระหว่างการงอกของเมล็ดได้ (Cayanan *et al*., 2009)

Table 1 Effects of seed priming with plant nutrients and plant hormones on germination percentage and germination index of morning glory cultured on top of paper and field emergence

Treatments	Top of paper		Field emergence	
	Germination percentage (%)	Germination index	Germination percentage (%)	Germination index
T1: Control (Non-primed seed)	95.50 ± 1.73[c]	29.78 ± 2.44[b]	95.25 ± 0.96[b]	28.23 ± 0.74[c]
T2: $CaCl_2$ 300 ppm	100.00 ± 0.00[a]	34.78 ± 0.13[a]	98.75 ± 1.89[a]	32.18 ± 0.66[b]
T3: $MgSO_4$ 300 ppm	98.00 ± 1.63[b]	34.33 ± 0.31[a]	99.25 ± 0.96[a]	33.65 ± 1.30[a]
T4: KNO_3 300 ppm	99.25 ± 0.96[ab]	34.18 ± 0.45[a]	98.00 ± 0.82[a]	33.00 ± 0.45[ab]
T5: NAA 100 ppm	99.25 ± 0.96[ab]	34.47 ± 0.62[a]	99.25 ± 0.96[a]	32.63 ± 0.10[b]
T6: GA_3 150 ppm	99.25 ± 0.96[ab]	33.98 ± 0.24[a]	98.50 ± 1.29[a]	32.63 ± 0.77[b]
F-test	**	**	**	**
CV (%)	1.84	0.06	1.76	0.06

[a, b, c] Different letters in the same column are significantly different by Duncan's new multiple range test at $P < 0.01$

** Significant at $P < 0.01$, CV = coefficient of variation

จากการทดสอบการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้ธาตุอาหารพืชและฮอร์โมนพืช ในโรงเรือนเปิดด้วยการเพาะในกระบะเพาะ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยการแช่เมล็ดใน $MgSO_4$ และ NAA ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุดเท่ากัน คือ 99.25 ± 0.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การแช่เมล็ดใน $CaCl_2$, GA_3 และ KNO_3 มีค่าอยู่ที่ 98.75 ± 1.89, 98.50 ± 1.29 และ 98.00 ± 0.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุด เท่ากับ 95.25 ± 0.96 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อศึกษาดัชนีการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีมีดัชนีการงอกเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยการแช่เมล็ดใน $MgSO_4$, ให้ค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเช่นกัน คือ 33.65 ± 1.30 ซึ่งไม่แตกต่างกับการแช่เมล็ดใน KNO_3 ที่มีดัชนีการงอกเฉลี่ย 33.00 ± 0.45 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการแช่เมล็ดใน NAA, GA_3 และ $CaCl_2$ ที่มีดัชนีการงอกเฉลี่ย 32.63 ± 0.10, 32.63 ± 0.77 และ 32.18 ± 0.66 ตามลำดับ โดยเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีดัชนีการงอกต่ำที่สุดเท่ากับ 28.23 ± 0.74 (Table 1) ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่แช่ใน $MgSO_4$ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกสูงเมื่อทดสอบในสภาพโรงเรือนเปิด อาจเนื่องมาจาก $MgSO_4$ มีแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ในใบของพืช (Osotsapha, 2015) และจากการแช่เมล็ดพันธุ์ใน NAA ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง อาจเนื่องมาจาก

NAA มีผลช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ด (Ahmad *et al.*, 2001; Hentrich *et al.*, 2013; Miransari and Smith, 2014) และช่วยส่งเสริมกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ให้เพิ่มสูงขึ้น (Hirasawa, 1989; Ahmad and Hayat, 1999) จากการรายงานของ Thornalley (1990) พบว่า การงอกของเมล็ดถั่วลิสงเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ glyoxalase ที่ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนพืช IAA ส่งผลให้เซลล์มีการพัฒนาและเจริญเติบโต เนื่องจาก IAA ส่งเสริมการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของรากด้านข้าง ทำให้พื้นที่ผิวบนรากเพิ่มขึ้น นำไปสู่ความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น (Magidin *et al.*, 2003; Liphadzi *et al.*, 2006)

สำหรับการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีนหลังเพาะ 10 วัน พบว่า ความยาวลำต้นในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยการแช่เมล็ดใน $MgSO_4$ ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นสูงที่สุด คือ 15.93 ± 0.68 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับการแช่เมล็ดใน KNO_3, GA_3 และ $CaCl_2$ ที่มีความยาวลำต้นเฉลี่ย 15.48 ± 0.50, 14.98 ± 0.59 และ 14.67 ± 1.24 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการแช่ใน NAA ที่มีความยาวลำต้นเฉลี่ย 14.43 ± 0.34 เซนติเมตร โดยเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีความยาวของลำต้นต่ำที่สุด เท่ากับ 13.00 ± 1.42 เซนติเมตร ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจาก KNO_3 ที่ใช้เตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ สามารถแตกตัวได้ K^+ และ NO_3^- โดยไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของโปรโตพลาสซึมและผนังเซลล์พืชจะอยู่ในรูป NO_3^- พืชจะต้องรีดิวซ์ NO_3^- ให้เป็น NH_4^+ ไปใช้สร้างกรดอะมิโนต่อไป ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของสารชีวโมเลกุลมากมายในเซลล์พืช (Theerakulpisut, 1997; Bunnag, 1999; Siri, 2015) และมีส่วนในการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ amylase protease และ lipase ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวมีส่วนช่วยในการสลายอาหารสำรองในเมล็ด (Endosperm) ในระหว่างการงอกของเมล็ด ดังนั้น จึงสามารถทำให้การงอกและการพัฒนาการของต้นกล้าเกิดขึ้นได้เร็วกว่าเดิม (Boonyakiat, 1996; Gupta *et al.*, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kangsopa *et al.* (2020b) ที่ศึกษาผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วย KNO_3 ร่วมกับการเคลือบเมล็ดต่อความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยพบว่าการใช้ KNO_3 ในอัตรา 1.5 กรัม ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความเร็วในการงอก ความยาวลำต้นและความยาวรากดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kangsopa *et al.* (2020a) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวานลูกผสมหลังการทำ osmopriming ด้วย KNO_3 โดยพบว่า การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วย KNO_3 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ osmopriming นอกจากนี้ การทำ osmopriming ด้วย KNO_3 ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นกล้าข้าวโพดหวานมีความยาวลำต้นและความยาวรากของต้นกล้ามากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ osmopriming ทั้งนี้ จากการศึกษาพบว่า ความยาวรากของต้นกล้าผักบุ้งจีนที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีความยาวรากเฉลี่ย 5.65–6.67 เซนติเมตร (Table 2)

Table 2 Effects of seed priming with plant nutrients and plant hormones on seedling growth of morning glory cultured on field emergence

Treatments	Seedling growth			
	Stem length (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
T1: Control (Non-primed seed)	13.00 ± 1.42[c]	5.89 ± 0.98	6.30 ± 0.26[b]	0.31 ± 0.10[c]
T2: $CaCl_2$ 300 ppm	14.67 ± 1.24[ab]	6.52 ± 0.50	7.39 ± 0.36[a]	1.23 ± 1.56[a]
T3: $MgSO_4$ 300 ppm	15.93 ± 0.68[a]	6.67 ± 0.51	8.00 ± 0.64[a]	0.44 ± 0.33[b]
T4: KNO_3 300 ppm	15.48 ± 0.50[ab]	5.65 ± 0.72	7.58 ± 0.70[a]	0.43 ± 0.05[b]
T5: NAA 100 ppm	14.43 ± 0.34[b]	6.28 ± 0.38	7.33 ± 0.35[a]	0.43 ± 0.02[b]
T6: GA_3 150 ppm	14.98 ± 0.59[ab]	5.86 ± 0.65	7.46 ± 0.38[a]	0.44 ± 0.02[b]
F-test	**	ns	**	**
CV (%)	8.30	11.24	9.19	59.33

[a, b, c] Different letters in the same column are significantly different by Duncan's new multiple range test at $P < 0.01$

ns = not significant ($P > 0.05$), ** significant at $P < 0.01$, CV = coefficient of variation

สำหรับการศึกษาน้ำหนักสดของต้น ใบ และรากต้นกล้าของผักบุ้งจีน พบว่า การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์โดยใช้ธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชส่งผลให้ต้นกล้าผักบุ้งจีนมีน้ำหนักสดของต้น ใบ และรากสูงกว่าต้นกล้าที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยการแช่เมล็ดใน $MgSO_4$ ทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนักสดของต้น ใบ และรากสูงที่สุด คือ 8.00 ± 0.64 กรัม รองลงมา คือ KNO_3, GA_3, $CaCl_2$ และ NAA ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 7.58 ± 0.70, 7.46 ± 0.38, 7.39 ± 0.36 และ 7.33 ± 0.35 กรัม ตามลำดับ (Table 2) ขณะที่ ต้นกล้าจากเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีน้ำหนักสดของต้น ใบ และรากเฉลี่ย 6.30 ± 0.26 กรัม ส่วนการศึกษาน้ำหนักแห้ง พบว่า การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยกรรมวิธีที่ต่างกันส่งผลให้ต้นกล้าผักบุ้งจีนมีน้ำหนักแห้งของต้น ใบ และรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยการแช่เมล็ดใน $CaCl_2$ ทำให้ต้นกล้าผักบุ้งจีนมีน้ำหนักแห้งของต้น ใบ และรากมากที่สุด เท่ากับ 1.23 ± 1.56 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการแช่เมล็ดใน GA_3, $MgSO_4$, NAA และ KNO_3 ($P < 0.01$) ที่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.44 ± 0.02, 0.44 ± 0.33, 0.43 ± 0.02 และ 0.43 ± 0.05 กรัม ตามลำดับ โดยเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์มีน้ำหนักแห้งของต้น ใบ และรากต่ำที่สุด เท่ากับ 0.31 ± 0.10 กรัม

สรุป

การแช่เมล็ดพันธุ์เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เป็นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนก่อนที่รากจะแทงออกมา โดยเป็นช่วงระยะเวลาที่อัตราการดูดน้ำของเมล็ดเริ่มคงที่ การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนโดยใช้ธาตุอาหารและฮอร์โมนพืช สามารถทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่าน

การเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อทดสอบการงอกในโรงเรือนเปิดด้วยการเพาะในกระบะเพาะเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมด้วยการแช่ใน KNO_3 ที่ความเข้มข้น 300 ppm ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกที่สูง รวมไปถึงความยาวลำต้นและน้ำหนักสดของต้นกล้าผักบุ้งจีนเช่นกัน ดังนั้นเกษตรกรหรือบุคคลที่สนใจปลูกผักบุ้งจีนควรเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชก่อนเพื่อให้เมล็ดงอกได้เร็วและมีคุณภาพ และได้ต้นกล้าที่เจริญเติบโตเร็วและมีน้ำหนักมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยด้านเทคโนโลยีในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนนักวิจัยและบุคลากรที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ahmad, A. and S. Hayat. 1999. Response of nitrate reductase to substituted IAA in pea seedlings, pp. 252–259. *In* G.C. Srivastava, K. Singh and M. Pal, eds. Plant Physiology for Sustainable Agriculture. Pointer Publisher, Jaipur, India.

Ahmad, A., S. Hayat, Q. Fariduddin and S. Alvi. 2001. Germination and α-amylase activity in the grains of wheat, treated with chloroindole acetic acids. Seed Technol. 23: 88–91.

Anugoolprasert, O., P. Bunwatthanakul and S. Chakhatrakan. 2015. Effects of high quality organic fertilizer, chemical fertilizer and their combinations on growth and yield of kangkong (*Ipomoea aquatic* Forsk.). Agric. Technol. J. 23(6)(Suppl.): 970–982. (in Thai)

AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Association of Official Seed Analysts, New York, USA. 93 pp.

Bewley, J.D. and M. Black. 1982. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Volume 2: Viability, Dormancy, and Environmental Control. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, USA. 375 pp.

Boonyakiat, D. 1996. Plant Physiology. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. 215 pp. (in Thai)

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress condition. HortScience. 21(5): 1105–1112.

Bunnag, S. 1999. Introduction to Plant Physiology. Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. 334 pp. (in Thai)

Cayanan, D.F., M. Dixon, Y. Zheng and J. Llewellyn. 2009. Response of container-grown nursery plants to chlorine used to disinfest irrigation water. HortScience. 44(1): 164–167.

Chanprasert, W. 2010. Seed Physiology. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. 167 pp. (in Thai)

Chauhan, J.S., Y.K. Tomar, N. Indrakumar Singh, Seema Ali and Debarati. 2009. Effect of growth hormones on seed germination and seedling growth of black gram and horse gram. J. Am. Sci. 5(5): 79–84.

Duangpatra, J. 1986a. Seed Technology. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. 210 pp. (in Thai)

Duangpatra, J. 1986b. Seed Testing and Analysis. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. 195 pp. (in Thai)

Gupta, S.M., P. Pandey, A. Grover and Z. Ahmed. 2011. Breaking seed dormancy in *Hippophae salicifolia*, a high value medicinal plant. Physiol. Mol. Biol. Plants. 17(4): 403–406.

Hentrich, M., C. Böttcher, P. Düchting, Y. Cheng, Y. Zhao, O. Berkowitz, J. Masle, J. Medina and S. Pollmann. 2013. The jasmonic acid signaling pathway is linked to auxin homeostasis through the modulation of *YUCCA8* and *YUCCA9* gene expression. Plant J. 74(4): 626–637.

Heydecker, W. and P. Coolbear. 1977. Seed treatments for improved performance-survey and attempted prognosis. Seed Sci. Technol. 5: 353–425.

Hirasawa, E. 1989. Auxins induce α-amylase activity in pea cotyledons. Plant Physiol. 91(2): 484–486.

ISTA (International Seed Testing Association). 2016. International Rules for Seed Testing 2016 Edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. 284 pp.

Kaewsorn, P., P. Boonyuen and P. Chulaka. 2014. Preliminary study of physical characteristic and imbibition of some cucurbit seeds. Agricultural Sci. J. 45(2)(Suppl.): 549–552. (in Thai)

Kangsopa, J., B. Mueangthong, P. Jeephet, S. Chantain and P. Thongplew. 2020b. Effect of seed priming with KNO_3 and coating on germination, seedling growth and longevity of field corn seeds. J. Agri. Prod. 2(2): 15–30. (in Thai)

Kangsopa, J., T. Siriboon, B. Mueangthong, P. Jeephet and B. Tasour. 2020a. Changes of germination and seedling growth of hybrid sweet corn after osmopriming with potassium nitrate. Khon Kaen Agr. J. 48(Suppl.1): 437–444. (in Thai)

Liphadzi, M.S., M.B. Kirkham and G.M. Paulsen. 2006. Auxin-enhanced root growth for phytoremediation of sewage-sludge amended soil. Environ. Technol. 27(6): 695–704.

Magidin, M., J.K. Pittman, K.D. Hirschi and B. Bartel. 2003. *ILR2*, a novel gene regulating IAA conjugate sensitivity and metal transport in *Arabidopsis thaliana*. Plant J. 35: 523–534.

Maneerat, C., P. Rithichai and Y. Jirakiattikul. 2013. Effects of salicylic acid and folic acid priming on germination, vigor and seedling growth of kangkong. Thai Science and Technology Journal 21(6)(Suppl.): 511–519. (in Thai)

Miransari, M. and D.L. Smith. 2014. Plant hormones and seed germination. Environ. Exp. Bot. 99: 110–121.

Osotsapha, Y. 2015. Plant Nutrition. Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand. 548 pp. (in Thai).

Piriyawirut, S., S. Amkha, T. Mala and P. Rungcharoenthong. 2015. Effect of calcium silicate fertilizer for improve seed germination and seedling production of melon. Khon Kaen Agr. J. 43(Suppl. 1): 349–353. (in Thai)

Pothikhawet, C., M. Somseang and S. Photchanachai. 2012. Enhancement of seeds quality of four economic crops by priming. Agricultural Sci. J. 43(2)(Suppl.): 397–400. (in Thai)

Rithichai, P. and A. Pipatkornsakul. 2008. Effects of hydropriming treatments on germination and vigor of coriander seeds. Khon Kaen Agr. J. 36: 235–240. (in Thai)

Rivas, M., F.J. Sundstrom and R.L. Edwards. 1984. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. HortScience. 19(2): 279–281.

Saikhamwong, N. and B. Siri. 2019. Changes of tomato seeds quality after coating with plant growth regulators and longevity. King Mongkut's Agricultural Journal. 37(1): 165–178. (in Thai)

Siri, B. 2015. Seed Conditioning and Seed Enhancement. Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. 239 pp. (in Thai)

Theerakulpisut, P. 1997. Plant Physiology. Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. 366 pp. (in Thai)

Thornalley, P.J. 1990. The glyoxalase system: new developments towards functional characterization of a metabolic pathway fundamental to biological life. Biochem. J. 269(1): 1–11.

Wetchakama, N. and P. Khaengkhan. 2018. Improvement of seed qualities with seed priming techniques. Prawarun Agr. J. 15(1): 17–30.