

ผลการพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์และอายุการเก็บรักษา
ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า
**Effect of Petunia Seed Pelleting with KCl and Storage
on Seed Quality and Seedling Growth**

จัทามาส ฟักทองพรรณ^{1/} กาญจนา มหาเวทย์สกุล^{2/} นาฏญา โสภา^{3/}
Juthamas Fakhongphan^{1/} Kanchana Mahawetsakul^{2/} Nataya Sopa^{3/}

Received 25 Oct 2021/Revised 31 Mar 2022/Accepted 5 Apr 2022

ABSTRACT

Petunia seeds are of high-value but their sizes are small and their germination rates are not uniform which have made them difficult to handle. The objective of this research was to enhance petunia seed quality and seedling growth through pelleting. This experiment was conducted during September 2019-September 2021. Treatments consisted of control seeds, seeds pelleted with pumice (P) and KCl 0, 0.5, 1.0 and 2.0 g/H₂O 10 ml using hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) 4 %W as a binder, with CRD 4 reps. Results showed that germination rates of control and seeds pelleted with P + KCl 2.0 g/H₂O 10 ml after storage 0-12 months were not statistically different at 62.5-78.0 % respectively. While, AA-test revealed that control and seeds pelleted with P + KCl 2.0 and 1.0 g/H₂O 10 ml germinated at the rates of 72.5, 71.1 and 68.0 %, respectively. Moreover, the speed of germination of seeds pelleted with P + KCl 2.0 g/H₂O 10 ml after storage 12 months were not different with control seed, 4.1 and 4.0 plants/day. Whereas, the seedling growth of seed pelleting with P + KCl 2.0 g/H₂O 10 were higher than control seed at 3-12 months after storage. Thus, petunia seed pelleting with P+ KCl 2.0 g/H₂O 10 ml was not only increased seed size to manage easier, but also keep stability of the germination and improved seedling growth. Thus, such pelleting method enhances petunia seed quality and promote commercial production.

Keywords: petunia, pellet seed, pumice, KCl

^{1/} กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

^{1/} Seed Research and Development Division, Department of Agriculture, 50 Phahonyothin Rd. Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

^{2/} ศูนย์วิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260

^{2/} Khon Kaen Seed Research and Development Center, Tha-Phra, Mueang, Khon Kaen, 40260

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรร้อยเอ็ด ต.เหนือเมือง อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด 45000

^{3/} Roi Et Research and Development Center, Nue Mueang, Mueang, Roi Et, 45000

*Corresponding Author: juthamasunl@gmail.com

บทคัดย่อ

เมล็ดพันธุ์พืชเนียบมีมูลค่าสูง แต่มีขนาดเล็กและงอกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเพาะปลูก การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนียบ 3 ก. ด้วย Pumice (P) 150 ก. ร่วมกับธาตุอาหาร KCl ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ/กรรมวิธี โดยใช้ HPMC 4 %W เป็นวัสดุประสาน. ผลการทดลองพบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 0-12 เดือน เมล็ดที่ไม่พอกและเมล็ดที่พอกร่วมกับ KCl 2.0 ก./น้ำ 10 มล. มีความงอกไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 62.5-78.0% ความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุ พบว่า เมล็ดที่ไม่พอกมีความงอกไม่ต่างกับเมล็ดที่พอกร่วมกับ KCl 2.0 และ 1.0 ก./น้ำ 10 มล. โดยมีความงอก 72.5 71.1 และ 68.0% ตามลำดับ ส่วนความเร็วในการงอกที่อายุการเก็บรักษาที่ 12 เดือน พบว่า เมล็ดที่พอกร่วมกับ KCl 2.0 ก./น้ำ 10 มล. นั้นมีความงอกไม่ต่างจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่พอก โดยมีความงอกอยู่ที่ 4.1 และ 4.0 ต้น/วัน ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังเก็บรักษา 3-12 เดือน พบว่า เมล็ดที่พอกร่วมกับ KCl 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. นั้น มีความยาวของลำต้นและรากสูงกว่าเมล็ดที่ไม่พอก ดังนั้น การพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนียบด้วย pumice ร่วมกับ KCl 2.0 ก./น้ำ 10 มล. นอกจากช่วยเพิ่มขนาดของเมล็ดให้ง่ายต่อการจัดการแล้ว ยังรักษาความงอกและส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยเฉพาะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ระยะเวลา 3-12 เดือน ซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชเนียบ และส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตเมล็ดพันธุ์พืชเนียบ

คำสำคัญ: พืชเนียบ, การพอกเมล็ดพันธุ์, พัมมิส, โปแทสเซียมคลอไรด์

บทนำ

พืชเนียบ (*Petunia hybrida* Vilm.) เป็นพืชไม้ดอกไม้ประดับที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง โดยในปี 2019 - 2020 มีมูลค่าการจำหน่ายกว่า 60 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (United States Department of Agriculture, 2020; 2021) การขยายพันธุ์พืชเนียบนิยมใช้เมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ 1 กก. มีมูลค่าสูงถึง 21 ล้านบาท (สิริวัฒน์, 2561) ปัจจุบันเกษตรกรเพาะกล้าพืชเนียบโดยการนำเอาเมล็ดพันธุ์หยอดในร่องวัสดุเพาะผสมใบก้ามปูหมักกับทราย อัตราส่วน 2:1 โดยโรยให้เมล็ดกระจายอย่างสม่ำเสมอ และกลบร่องด้วยวัสดุเพาะ จากนั้น ใช้แท่งไม้หน้าเรียบตบผิววัสดุเพาะเบา ๆ เพื่อกระชับเมล็ดกับวัสดุเพาะ แล้วปิดทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ และรดน้ำด้วยบัวฟอย (สมเพียร, 2548) เมล็ดพันธุ์พืชเนียบน้ำหนัก 1 ก. มีจำนวน 1,000 เมล็ด (McDonald and Kwong, 2005) ขนาดเมล็ดเล็กมากเพียง 0.73-1.1 มม. มีอาหารสะสมในเมล็ดน้อย ส่งผลให้การงอกและเจริญเติบโตช้า เกิดปัญหายุ่งยากในการจัดการเพาะปลูก และการอนุบาลต้นกล้า (Nguyen *et al.*, 2021)

เทคโนโลยีการพอกเมล็ดพันธุ์ “pelleted seed” เป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์อย่างหนึ่ง โดยช่วยเพิ่มขนาด เปลี่ยนแปลงรูปร่างของเมล็ด และสามารถเติมสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการยกระดับเมล็ดพันธุ์ เช่น ธาตุอาหารพืช สารเร่งการเจริญเติบโต สารเคมีกำจัดวัชพืช และสารชีวภาพ เป็นต้น การพอกเมล็ดนิยมนำมาใช้ในเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง (Taylor and Harman, 1990) โดยการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหาร ส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์และต้นกล้ามีคุณภาพดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้พอก โดยเฉพาะส่วนของความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้า ซึ่ง วิชชุดา และคณะ (2561) รายงานว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบด้วยธาตุอาหารพืชสูตร F2 ความเข้มข้น 2 เท่า

ส่งผลให้เมล็ดมีความงอก ความยาวต้น และผลรวมการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการพอก นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นด้วยการพอกเมล็ดนั้น ส่งผลต่อการจัดการในการเพาะปลูกทั้งด้วยแรงงานคนหรือเครื่องจักรกล รวมถึงการจัดการอนุบาลต้นกล้า (Bruggink, 2005) การพอกเมล็ดพันธุ์ ประกอบด้วยวัสดุ 3 ส่วน ได้แก่ วัสดุประสานทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของวัสดุพอก วัสดุพอกที่มีคุณสมบัติขึ้นรูปพอกได้ง่าย ไม่ขัดขวางกระบวนการซึมผ่านของน้ำและก๊าซออกซิเจนเข้าสู่เมล็ดพันธุ์ ซึ่งต้องไม่เป็นพิษหรือส่งผลเสียต่อคุณภาพและการงอกของเมล็ดพันธุ์ และวัสดุออกฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา (บุญมี, 2558; Hill, 1999) โดยจักรพงษ์ และบุญมี (2557) พบว่า การใช้ hydroxylpropyl methylcellulose (HPMC) 4% โดยน้ำหนัก เป็นวัสดุประสาน และใช้หินพัมมิส (pumice) เป็นวัสดุพอก มีความเหมาะสมในการพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบ ทั้งนี้ หินพัมมิสเป็นแร่หินที่มีผิวสัมผัสโปร่งพรุน คล้ายโครงสร้างฟองน้ำ ย่อยสลายยาก หินพัมมิสได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุพอกเมล็ดพันธุ์ของพืชหลายชนิด (โสระยา, 2544; จักรพงษ์ และบุญมี, 2556) นอกจากนี้ ยังมีรายงานการพอกเมล็ดด้วยธาตุอาหาร KCl ที่ให้ K⁺ และ Cl⁻ ส่งเสริมกระบวนการเมตาบอลิซึมในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนซ่อมแซมเซลล์ของเมล็ดที่เสียหาย ทำให้เมล็ดแทงรากได้เร็วและมีความงอกสูงขึ้น (Bray, 1995) โดย KCl ทำหน้าที่ในการควบคุมความตึงของเซลล์ และการลำเลียงน้ำเข้าสู่เซลล์พืช (ยงยุทธ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุริยา และคณะ (2559) ที่พบว่า การพอกเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนียด้วยธาตุอาหาร KCl มีความงอกและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่พอก และเมล็ดที่พอกโดยไม่ใส่ธาตุอาหาร

ส่วนอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์หลัง

การพอกนั้น จะมีความแปรปรวนขึ้นกับวิธีการกระบวนการในการพอก และสภาพการเก็บรักษา (บุญมี, 2558) นอกจากนี้ Carvalho *et al.* (2018) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ยาสูบที่ผ่านการพอกสามารถเก็บรักษาได้นาน 360 วัน เมื่อเก็บในถุงอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 25±2 °ซ และความชื้นสัมพัทธ์ 62.8% สำหรับการประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นั้นครอบคลุมถึง ความเร็วในการงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Taylor, 2020)

การเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์นั้น ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพโดยกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมี คล้ายกับการเก็บรักษาในสภาพภาชนะปิด อาการที่แสดงถึงความเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจะปรากฏขึ้น เช่น ความงอก ความมีชีวิตลดลง ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง (Delouche and Baskin, 1973) การศึกษาของ วัลลภ (2531) พบว่า การเร่งอายุทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงรวดเร็วและชัดเจนกว่าความงอก การวิจัยนี้จึงศึกษาการพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยด้วยหินพัมมิสร่วมกับการเพิ่มธาตุอาหาร KCl ในอัตราที่เหมาะสมเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการใช้เพาะปลูกภายในประเทศและการส่งออก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเมล็ดพันธุ์

ปลูกพืชเนี่ยสายพันธุ์ผสมเปิด จำนวน 4 สายพันธุ์ ที่มีศักยภาพ ของสถาบันวิจัยพืชสวนกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ พันธุ์ KAN1-2, KAN1-3, KAN4-2 และ KAN4-3 ในช่วงเดือน ธ.ค. 2563 – ก.พ. 2564 ในโรงเรือนหลังคาพลาสติกที่มีการพรางแสงประมาณ 30 % ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยใหม่ โดยเฉพาะเมล็ดในกระบะเพาะที่มีพีทมอสเป็นวัสดุปลูก เมื่ออายุ 40 วันหลังเพาะ ย้ายปลูกลงกระถาง 12 นิ้ว โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก รองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร

15-15-15 อัตราส่วน 3 ก./กระถาง และใส่ซ้ำทุก 2 สัปดาห์ รดน้ำเช้า-เย็น และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็นจนสิ้นสุดการทดลอง ช่วยผสมเกสรด้วยมือ (hand pollinate) ในช่วงดอกบาน 70-100 วันหลังเพาะ เพื่อให้ได้ปริมาณเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น และทยอยเก็บเมล็ดพันธุ์ที่อายุ 90-120 วันหลังดอกบาน ผึ่งเมล็ดในถุงตาข่ายเพื่อลดความชื้นในที่ร่ม อากาศถ่ายเทเป็นเวลา 1 วัน (ความชื้นประมาณ 10 %) จึงผสมกองเมล็ดพันธุ์ (bulk) ให้เมล็ดพันธุ์เกิดความสม่ำเสมอ เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. ศึกษาการพอกเมล็ดพืษุเนี่ยด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

2.1 พอกเมล็ดพันธุ์พืษุเนี่ย จำนวน 3 ก. ด้วยหินพัมมิส อัตรา 150 ก. (สัดส่วนเมล็ดพันธุ์ : หินพัมมิส = 1:50) โดยใช้ hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) 4 %W ปริมาณ 40 มล. เป็นวัสดุประสาน ร่วมกับธาตุอาหาร KCl (ยี่ห้อ KEMAUS) ตามกรรมวิธีที่กำหนดด้วยเครื่องพอกเมล็ดพันธุ์แบบถังหมุน รุ่นโมเดล SKK11 ร่วมกับแรงงานคน ณ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1) เมล็ดที่ไม่ผ่านการพอกเมล็ด (กรรมวิธีควบคุม)

2) การพอกเมล็ดด้วยหินพัมมิสเพียงอย่างเดียว

3) การพอกเมล็ดด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 0.5 ก./น้ำ 10 มล.

4) การพอกเมล็ดด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 1.0 ก./น้ำ 10 มล.

5) การพอกเมล็ดด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 2.0 ก./น้ำ 10 มล.

2.2 เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืษุเนี่ยในถุงซิปล

พลาสติก ที่อุณหภูมิ 20 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % ณ ห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ทำการทดสอบคุณภาพของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พืษุเนี่ย ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน ดังนี้

1) ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์พืษุเนี่ยในห้องปฏิบัติการ นำเมล็ดมาทดสอบความงอกด้วยวิธี TP (Top of Paper) โดยสุ่มเมล็ดจากแต่ละวิธีการทดลองมา 200 เมล็ด ทำการทดสอบ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด วางเมล็ดแต่ละซ้ำบนกระดาษเพาะที่บรรจุในกล่องพลาสติก ในตู้เพาะอุณหภูมิ 20 °ซ. ตรวจนับความงอกครั้งแรก (first count) ที่ 7 วันหลังการเพาะ และตรวจนับครั้งสุดท้าย (final count) ที่ 14 วันหลังเพาะ ตามวิธีมาตรฐานของ (ISTA, 2017) คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก ตามสูตรดังนี้

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

2) การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (AA-test) โดยนำเมล็ดทุกกรรมวิธี ใส่ในถุงผ้าขนาด 10 x 20 ซม. วางลงบนตะแกรงที่อยู่ในกล่องเร่งอายุ ภายในกล่องมีน้ำเกลือเข้มข้นปริมาณ 100 มล. โดยให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าตะแกรง 2 ซม. ปิดกล่องให้สนิทแล้วนำไปไว้ในตู้เร่งอายุเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิ 40 °ซ. ความชื้นประมาณ 100 % เป็นระยะเวลา 48 ชม. (Demir et al., 2020) จากนั้น นำเมล็ดพันธุ์มาตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก เช่นเดียวกับข้อ 1

3) ความเร็วในการงอก (speed of germination) โดยนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ และจำนวนวันที่งอกตั้งแต่เริ่มเพาะ จนถึงวันสุดท้าย จากนั้น นำผลมาคำนวณหาความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยมีหน่วยเป็น ต้น/วัน ตามวิธีมาตรฐานของ (ISTA, 2013) ตามสูตรดังนี้

ความเร็วในการงอก = $\frac{\text{ผลรวมของจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังการเพาะ}}$

4) วัดความยาวต้น ความยาวรากของต้นกล้า ประเมินจากต้นกล้าปกติ (normal seedling) ที่อายุ 14 วันหลังเพาะ โดยการสุ่มต้นกล้า ปกติ จำนวน 10 ต้น/ซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ ตรวจสอบวัดความยาวต้นตั้งแต่ส่วนรอยต่อของต้นกับราก ไปถึงสุดปลายใบ และความยาวของรากวัดจาก บริเวณปลายรากจนถึงบริเวณรอยต่อระหว่าง ส่วนรากและลำต้นของต้นกล้า (Abdul-Baki and Anderson, 1973)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่พอกด้วยหิน พัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCI

เมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่ไม่พอกและพอกด้วย หินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCI ตามกรรมวิธี ต่าง ๆ พบว่า เมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่ไม่พอก มีขนาด 0.56-0.77 มม. และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกมี ขนาด 2.29 – 2.51 มม. โดยการพอกเมล็ดพันธุ์ทำให้ เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น คิดเป็น 2.3 เท่า (Figure 1) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้ม ลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา พบว่า เมล็ดพันธุ์ พืชเนี่ยที่ไม่ผ่านการพอกมีความงอก 78, 74.0, 71.0, 63.5 และ 62.5% ที่ระยะเวลาการเก็บ รักษา 0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ (Table 1) และเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่พอกตาม กรรมวิธีต่าง ๆ และเมล็ดที่ไม่พอกมีความแตก ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ทุกระยะ ระยะเวลาการเก็บรักษา (0-12 เดือน) และพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่พอกทุกกรรมวิธี มีความงอกต่ำ กว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการพอก แต่เมล็ดพันธุ์ ที่พอกด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCI ที่อัตรา 2.0, 1.0 และ 0.5 ก./น้ำ 10 มล. มีความ งอกตลอดระยะเวลาเก็บรักษาสูงกว่าเมล็ดที่ พอกด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCI ที่อัตรา 0.5, 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. มีความงอก 41.0, 59.0, 68.0 และ

การเก็บรักษา 12 เดือน พบว่า การพอกเมล็ด พันธุ์พืชเนี่ยร่วมกับ KCI 2.0 ก./น้ำ 10 มล. มีความงอก 62.5% ไม่ต่างจากเมล็ดที่ไม่ ผ่านการพอก (Table 1) การพอกเมล็ดพันธุ์ พืชเนี่ยนั้น อาจเป็นอุปสรรคต่อการดูดใช้น้ำของ เมล็ดในกระบวนการงอก ซึ่ง Govinden-Soulange and Levantard (2008) พบว่า การพอกเมล็ด พันธุ์เป็นอุปสรรคต่อการงอกของมะเขือเทศพันธุ์ MST 32/1 โดยเมล็ดมีความงอกลดลงและเวลา ที่ใช้ในการงอกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Cerna et al. (2016) ที่รายงานว่าการพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ย ลูกผสม จำนวน 14 สายพันธุ์ มีผลให้ความงอก ของเมล็ดพันธุ์ลดลง นอกจากนี้ Bray (1995) รายงานว่า ธาตุอาหาร KCI นั้นให้ K^+ และ Cl^- ซึ่งส่งเสริมกระบวนการเมตาบอลิซึมในการงอก ของเมล็ดพันธุ์ ตลอดจนซ่อมแซมเซลล์ของเมล็ด ที่เสียหาย ทำให้เมล็ดแทงรากได้เร็วและมีความ งอกสูงขึ้น ในแง่คุณภาพของเมล็ดพันธุ์นอกจาก ความงอกแล้ว ยังคงต้องคำนึงถึง ความแข็งแรง ของเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า และคุณลักษณะอื่น ของเมล็ดร่วมด้วย (Scott and Hampton, 1985)

2. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยโดยวิธีการ เร่งอายุ (AA-test)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยภายหลัง การเร่งอายุ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของ เมล็ดพันธุ์ของทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทาง สถิติ (Table 1) และลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ เปอร์เซ็นต์ความงอกก่อนการเร่งอายุ โดยเมล็ดที่ ไม่ผ่านการพอกมีความงอกลดลงจาก 78.0 % เป็น 72.5 % (7.0%) ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอก ด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCI อัตรา 0.5, 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. มีความงอก 41.0, 59.0, 68.0 และ

Table 1 Germination percentage (%) and AA-test of petunia seed as affected by seed pelleting methods after storage

Treatment ^{1/}	Storage period ^{2/} (month)					AA-test (%)	Diff. ^{3/} (%) (0 mth vs AA-test)
	0	3	6	9	12		
Non-pelleted (control)	78.0 a	74.0 a	71.0 a	63.5 a	62.5 a	72.5 a	7
Pelleted with pumice (P)	58.5 c	46.5 c	47.0 c	47.5 b	46.0 b	41.0 c	30
(P) + KCl 0.5 g/H ₂ O 10 ml	67.5 b	62.0 b	55.0 b	52.0 ab	50.0 ab	59.0 b	12
(P) + KCl 1.0 g/H ₂ O 10 ml	72.0 ab	63.0 b	57.0 b	55.5 ab	56.0 a	68.0 a	5
(P) + KCl 2.0 g/H ₂ O 10 ml	72.6 ab	68.0 a	66.5 a	65.5 a	62.5 a	71.1 a	2
CV (%)	7.2	9.2	6.1	8.3	7.1	6.9	-

^{1/} Using pumice as the filter, HPMC 4 % as the binder on the pelleted seed process.

^{2/} Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

^{3/} Diff. (%) (0 month vs AA-test): means difference between germination at 0 moth compared with AA-test.

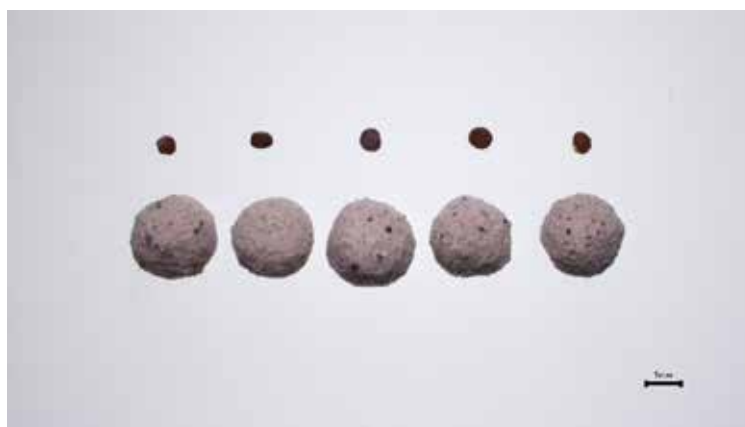


Figure 1 Comparison between non-pelleted seed (upper row) and pelleted petunia seed (lower row)

71.1 % ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพิทูเนียที่ไม่พอก และที่พอกด้วยหินพัมมิส อัตรา 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. ไม่มีความแตกต่างกัน (Table 1) ความแตกต่างของความงอกภายหลังการเร่งอายุ (AA-test) กับความงอกที่ 0 เดือน คิดเป็น 7, 5 และ 2 % ตามลำดับ กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมสภาพตลอดเวลา แต่อัตราการเสื่อมสภาพอาจต่างกันขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ สภาพการเก็บรักษา

เป็นต้น (จวงจันทร, 2529) โดยกรรมวิธีการพอกเมล็ดร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. มีการเสื่อมสภาพต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการพอก เนื่องจากธาตุอาหาร KCl ที่นำมาพอกเมล็ดพันธุ์พิทูเนียนั้น ส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุ สอดคล้องกับรายงานของ ปิยะดา (2542) และ Elovaer and Hannachi (2012) ที่กล่าวว่า ธาตุอาหาร KCl ส่งเสริมการทำงานและกระตุ้นเอนไซม์หลายชนิด โดยเฉพาะ

ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและแบ่ง ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์

3. ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ย

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ย มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับความงอกเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยที่อายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการพอกเมล็ดมีความเร็วในการงอกสูงสุด 5.1-5.2 ต้น/วัน ขณะที่เมล็ดที่ผ่านการพอกด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl ในอัตราต่าง ๆ นั้น มีความเร็วในการงอก ระหว่าง 3.0-4.7 ต้น/วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพอกเมล็ดทุกกรรมวิธีมีความเร็วในการงอกช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดไม่พอก สอดคล้องกับรายงานของ Govinden-Soulange and Levantard (2008) ที่รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกนั้น จะถูกห่อหุ้มด้วยสารพอกเมล็ด ทำให้เมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันทีหรืองอกช้าลง และการที่เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกมีความเร็วในการงอกต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการพอกนั้น อาจเนื่องจาก ความหนาของวัสดุพอกอาจเป็นอุปสรรคต่อการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและการดูดใช้น้ำของเมล็ดพันธุ์ในกระบวนการงอก (Halsey and While, 1980; Petch *et al.*, 1991) ซึ่งเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่ผ่านการพอกในการทดลองนี้ มีขนาดเพิ่มขึ้น 2.3 เท่าของเมล็ดพันธุ์ปกติ ความหนาของวัสดุพอกอาจเป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดได้

เมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่อายุการเก็บรักษา 9 เดือน พบว่า เมล็ดที่ไม่ผ่านการพอก และเมล็ดที่ผ่านการพอกเมล็ดด้วยหินพัมมิสร่วมกับ KCl อัตรา 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. นั้น มีความเร็วในการงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) ขณะที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน พบว่า เมล็ดที่ผ่านการพอกร่วมกับ KCl อัตรา 2.0 ก./น้ำ 10 มล. มีความเร็วในการงอกไม่ต่างกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการพอก คิดเป็น 4.0 และ 4.1 ต้น/วัน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของ

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่ผ่านการเก็บรักษา 0 และ 12 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่ไม่ผ่านการพอก และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกด้วยหินพัมมิสเพียงอย่างเดียว มีความเร็วในการงอกลดลง คิดเป็น 24 และ 21% ตามลำดับ (Table 2) ส่วนเมล็ดที่ผ่านการพอกร่วมกับ KCl อัตรา 0.5 และ 1.0 ก./น้ำ 10 มล. มีความเร็วในการงอกลดลงเท่ากัน 14 % ขณะที่เมล็ดที่ผ่านการพอกร่วมกับ KCl อัตรา 2.0 ก./น้ำ 10 มล. นั้น มีความเร็วในการงอกที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน เทียบกับ 12 เดือนไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Table 2) ทั้งนี้ โดยธรรมชาติการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นภายหลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งคุณภาพเมล็ดพันธุ์จะผกผันตามอายุการเก็บรักษา (จวงจันทร์, 2529) และการพอกเมล็ดพันธุ์ช่วยให้พืชใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากธาตุอาหารจะละลายอยู่ในรัศมีของรากพืช ทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่สูญหายไปกับกระบวนการอื่น ๆ (ภาณี และคณะ, 2540) ดังนั้น การพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 2.0 ก./น้ำ 10 มล. นั้น ช่วยให้เมล็ดมีความแข็งแรงสูงถึงแม้จะมีอายุการเก็บรักษานาน 12 เดือน

4. การเจริญเติบโตของส่วนลำต้นและรากของต้นกล้าพืชเนี่ย

การเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชเนี่ย พบว่า เมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน การพอกเมล็ดทุกกรรมวิธี และเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการพอกมีความยาวลำต้นและความยาวรากของต้นกล้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3 และ 4) แต่เมื่อมีการเก็บรักษานาน 3, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์พืชเนี่ยด้วยหินพัมมิสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้น (Table 3) และความยาวราก (Table 4) มากกว่าและแตกต่างกัน

Table 2 Speed of germination (plant/day) of petunia seed as affected by seed pelleting methods after storage

Treatment ^{1/}	Storage period ^{2/} (month)					Diff. ^{3/} (%) (0 vs 12 month)
	0	3	6	9	12	
Non-pelleted (control)	5.2 a	5.2 a	5.1 a	4.2 ab	4.0 a	24
Pelleted with pumice (P)	4.1 b	3.6 c	3.0 d	3.1 c	3.2 b	21
(P) + KCl 0.5 g/H ₂ O 10 ml	3.5 c	3.7 c	3.8 c	3.5 bc	3.0 b	14
(P) + KCl 1.0 g/H ₂ O 10 ml	4.2 b	4.7 ab	3.8 c	3.6 abc	3.6 b	14
(P) + KCl 2.0 g/H ₂ O 10 ml	4.1 b	4.2 bc	4.4 b	4.5 a	4.1 a	0
CV (%)	8	9.4	6.2	8.0	7.3	-

^{1/} Using pumice as the filter, HPMC 4 % as the binder on the pelleted seed process.

^{2/} Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

^{3/} Diff. (%) (0 month vs AA-test) means difference between germination at 0 month compared with AA-test.

Table 3 The shoot height of petunia seedling (14 days, final count date) as affected by seed pelleting methods after storage

Treatment ^{1/}	Seedling shoot height ^{2/} (mm.)				
	Storage period (month)				
	0	3	6	9	12
Non-pelleted (control)	1.06 a	0.85 b	0.41 c	0.51 b	0.68 c
Pelleted with pumice (P)	1.06 a	0.84 b	0.57 b	0.58 ab	0.69 c
(P) + KCl 0.5 g/H ₂ O 10 ml	0.85 a	0.88 ab	0.63 b	0.59 ab	0.86 bc
(P) + KCl 1.0 g/H ₂ O 10 ml	0.88 a	0.95 ab	0.77 a	0.63 a	0.88 b
(P) + KCl 2.0 g/H ₂ O 10 ml	1.03 a	0.99 a	0.80 a	0.67 a	1.10 a
CV (%)	6.2	9.1	11.5	11.1	11.6

^{1/} Using pumice as the filter, HPMC 4 % as the binder on the pelleted seed process.

^{2/} Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 The root length of petunia seedling (14 days, final count date) as affected by seed pelleting methods after storage

Treatment ^{1/}	Seedling root length ^{2/} (mm.)				
	Storage period (month)				
	0	3	6	9	12
Non-pelleted (control)	0.93 a	0.58 b	0.61 b	0.60 b	0.38 c
Pelleted with pumice (P)	1.04 a	0.60 b	0.60 b	0.92 a	0.61 b
(P) + KCl 0.5 g/H ₂ O 10 ml	1.10 a	0.71 ab	0.70 b	1.16 a	0.63 ab
(P) + KCl 1.0 g/H ₂ O 10 ml	1.10 a	0.80 a	0.82 a	0.94 a	0.68 ab
(P) + KCl 2.0 g/H ₂ O 10 ml	1.21 a	0.87 a	0.84 a	0.89 a	0.71 a
CV (%)	12.6	12.3	10.5	10.6	9

^{1/} Using pumice as the filter, HPMC 4 % as the binder on the pelleted seed process.

^{2/} Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่พอกเมล็ด การพอกเมล็ดด้วยธาตุอาหาร KCl ให้ K^+ และ Cl^- ที่ส่งเสริมกระบวนการเมตาบอลิซึมในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ทำให้เมล็ดแทงรากได้เร็วและมีความงอกสูงขึ้น (Bray, 1995; Elouaer and Hannachi, 2012) โดยที่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในรัศมีของก้อนพอก สามารถซึมเข้าสู่เมล็ด โดยอาศัยความชื้นเป็นตัวพาในกระบวนการงอก ดังนั้น เมล็ดพันธุ์จึงสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่ส่งเสริมกระบวนการงอกที่ติดไปกับวัสดุพอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมล็ดพันธุ์พืษุเนียบที่พอกด้วยหินพัมมีสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 1.0 และ 2.0 ก./น้ำ 10 มล. ส่งเสริมการเจริญเติบโตของส่วนลำต้นและรากของต้นกล้า สอดคล้องกับรายงานการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหาร KCl ในเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ (Shashibhaskar et al., 2011) และเมล็ดพันธุ์ยาสูบ (สุริยา และบุญมี, 2558) เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

การพอกเมล็ดพันธุ์พืษุเนียบด้วยหินพัมมีสร่วมกับธาตุอาหาร KCl อัตรา 2.0 ก./น้ำ 10 มล. ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงไม่ต่างจากเมล็ดพันธุ์พืษุเนียบที่ไม่ได้พอกกรรมวิธีดังกล่าวส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งส่วนของลำต้นและราก ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3-12 เดือน ซึ่งนอกจากเป็นการเพิ่มขนาดของเมล็ดพันธุ์ทำให้ง่ายต่อการเพาะปลูกแล้วนั้น ยังเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืษุเนียบ และสามารถส่งเสริมการปลูกพืษุเนียบเชิงการค้าได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.บุญมี ศิริ นายอำนวยการรอง นางสาวศิราภรณ์ ชัยนการ ที่ให้คำปรึกษาและอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์พืษุเนียบ และขอขอบคุณเงินอุดหนุนเพื่อการวิจัยจากกองทุนส่ง

เสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2556. ผลของการพอกเมล็ดด้วย pumice zeolite และ bentonite ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. *แก่นเกษตร*. 41 (พิเศษ 1): 257-262.
- จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2557. ผลของชนิดสารพอกเมล็ดต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. *แก่นเกษตร*. 42 (3): 283-292.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. *เทคโนโลยีของเมล็ดพันธุ์*. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ. 210 หน้า.
- บุญมี ศิริ. 2558. *การปรับปรุงสภาพและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์*. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น. 239 หน้า.
- ปิยะดา อีระกุลพิศุทธิ์. 2542. *ธาตุอาหารพืช*. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 366 หน้า.
- ภาณี ทองพำนัก วุฒิชัย ทองดอนแอ ประภาส ประเสริฐสูงเนิน กนิษฐา สังคะหะ และญาณี มั่นอัน. 2540. การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืชและการใช้ประโยชน์. หน้า 212-213. ใน: รายงานผลการวิจัยประจำปี ทนอุดหนุนวิจัยปี 2540. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ยงยุทธ โอสธสกา. 2552. *ธาตุอาหารพืช*. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 529 หน้า.
- วิชุดา คະสีทอง, จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2561. การเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืชของเมล็ดยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย. *แก่นเกษตร*. 46(3): 549-558.

- วัลลภ สันติประชา. 2531. *เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์*. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 218 หน้า.
- สิริวัฒน์ สาครวาสี. 2561. โรงเรือนเพื่อการผลิตพืชแห่งพืชอนาคต. *เคหเกษตร*. (ปีที่ 42, ฉบับที่ 5; พฤษภาคม 2561). : แหล่งข้อมูลที่มา: <https://bit.ly/3N3ZBrX>. สืบค้น: 30 พฤษภาคม 2561.
- สมเพียร เกษมทรัพย์. 2548. ไม้ดอกประดับ. ใน: *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 30*. แหล่งข้อมูล: <https://bit.ly/3Nw6jsa>. สืบค้น: 4 สิงหาคม 2564.
- สุรียา ตราชู และบุญมี ศิริ. 2558. การพอกเมล็ดด้วย pumice talcum และ green cal ที่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ยาสูบเวอร์จิเนีย. *แก่นเกษตร*. 41(พิเศษ 1): 83-88.
- สุรียา ตราชู นวัตกรรม เหลืองชัยศรี และบุญมี ศิริ. 2559. การพอกเมล็ดด้วยแมกนีเซียมซัลเฟตและโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ยาสูบ. *แก่นเกษตร*. 44(3): 399-408.
- โสรระยา ร่วมรังสี. 2544. *การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน*. โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 80 หน้า.
- Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Sci.* 13(6): 630-633.
- Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during osmopriming of seeds. pp 767-789. In: Kigel J. and G. Galli. (eds). *Seed Development and Germination*. Marcel Dekker. New York, USA.
- Bruggink, G.T. 2005. Flower Seed priming, Pregermination, Pelleting and Coating. pp. 249-262. In: McDonald, M.B. and F.Y. Kwong (eds). *Flower seed biology and technology*. CABI publishing. USA.
- Carvalho, M.L.M.D., C.A. Lopes, A.M.P. Ribeiro and M.C. Vasconcelos. 2018. Could packing and pelleting keep the quality of tobacco seeds during storage? *Seed Sci.* 40(3): 296-303.
- Cerna, M., J. Cerny and P. Salas. 2016. Germination of pelletized and natural petunia x hybrid seeds after long term storage. *Mendel Net.* 23(1):39-43.
- Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. Technol.* 1: 427-452.
- Demir, I., N. Ertirk, and Z. Godkas. 2020. Seed vigour evaluation in petunia seed lots to predict seedling emergence and longevity. *Seed Sci. Technol.* 48(3): 391-400.
- Elouaer, M.A. and C. Hannachi. 2012. Seed Priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. *Eurasia. J. Biosci.* 6: 76-84.
- Govinden-Soulange, J. and M. Levantard. 2008. Comparative studies of seed priming and pelleting on percentage and meantime to germination of seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Afr. J. Agric. Res.* 3(10): 725-731.
- Halsey, L.H., and J.M. White. 1980. Influence of raw and coated seeds on production of carrots in relation to seeder device. *Horti Sci.* 15:142-144.
- Hill, H.J. 1999. Recent developments in seed Technology, *J. New. Seeds.* 1(1): 105-112
- ISTA (International Seed Testing Association). 2013. The International Seed Testing Association (ISTA). Available at: <http://www.seedtest.org>. Accessed: 31 Jul 2019.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2017. International Rules for Seed Testing.

- Proceedings of the international seed testing association. In Bassersdorf. Switzerland: Seed Science and Technology. 385 p.
- McDonald, M.B and Y.F. Kwong. 2005. *Flower seeds: biology and technology*. CABI Pub. 383 p.
- Nguyen C.D., J. Chen, D. Clark, H. Perez and H. Huo. 2021. Effects of Maternal Environment on Seed Germination and Seedling Vigor of *Petunia × hybrida* under Different Abiotic Stresses. *Plants*. 10(3): 581.
- Petch, G.M., P.B. Maude, and J.G. White. 1991. Effect of Im-coat layering of metalaxyl on the germination of carrot seeds, their emergence and the control of cavity spot. *Crop Protection*. 10(2): 117-120.
- Scott, D.J. and J.G. Hampton. 1985. Aspects of seed quality. NZGA: *Research and Practice Series*. 2: 43-52.
- Shashibhaskar, M.S., S.N. Vasudevan Nagabhushan and V. Ramanjinappa. 2011. Effect of seed pelleting treatment on growth, seed yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cv. PKM-1. *Plant Archives*. 11(1): 443-445.
- Taylor, A.G. and G.E. Harman. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annu. Rev. Phytopathol.* 28: 321-339.
- Taylor, A.G., 2020. Seed storage, germination, quality and enhancements. pp 1-30. *In: The Physiology of Vegetable Crops*. 2nd CABI, UK.
- United States Department of Agriculture. 2020. *Floriculture crops 2019 summary*. December 2020. National Agricultural Statistics Service. 63 p.
- United States Department of Agriculture. 2021. *Floriculture crops 2020 summary*. May 2021. National Agricultural Statistics Service. 63 p.