

ผลของการกระตุ้นการงอกด้วย PEG6000 ร่วมกับสารเคมีชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม

The effects of seed priming with PEG6000 mixed with different chemical substances on changing of hybrid tomato seed quality

บุญมี สิริ¹, ชินานัตย์ ไกรนารต์^{*}, นงนุช แสงหิน¹ และ พจนา สีขาว¹

Boonmee Siri¹, Chinanat Krainart¹, Nongnuch Seanghin¹ and Potjana Srikaow¹

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจากการกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วย PEG6000 ร่วมกับการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ทำการทดลองที่อาคารปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม 2 พันธุ์ (pst-01 และ pst-02) มากระตุ้นการงอกโดยการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย PEG6000 ร่วมกับการใช้สารเคมีต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) KNO_3 2) KH_2PO_4 และ 3) Vitamin C ที่มีความเข้มข้น 2% โดยแช่เมล็ดพันธุ์ในสารละลายแต่ละชนิดที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง พบว่าการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พันธุ์ pst-01 ด้วย PEG6000 ร่วมกับการใช้ KNO_3 และ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้เร็วขึ้น ส่วนพันธุ์ pst-02 พบว่าการใช้ PEG6000 ร่วมกับ KH_2PO_4 ในการกระตุ้นการงอกทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ทั้งที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบจำนวนต้นกล้าที่ผิดปกติลดลงอีกด้วย

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ, การกระตุ้นการงอก, คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

Abstract: The objective of this experiment focused on the effect of seed priming with PEG6000 mixed with different chemicals on hybrid tomato seed quality. This experiment was conducted at Laboratory of Seed Processing Plant, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. Seeds of two cultivars of hybrid tomato (pst-01 and pst-02) were soaked in priming solutions at 15°C for 18 hours. The PEG6000 mixed with three different chemical solutions were 2% of KNO_3 , KH_2PO_4 and vitamin C. The results showed that priming pst-01 seeds with PEG6000 mixed with KNO_3 and KH_2PO_4 enhanced speed of seed germination and priming pst-02 seeds with PEG6000 mixed with KH_2PO_4 enhanced seed germination and speed of germination in both laboratory and greenhouse conditions. Moreover, the primed seeds showed a decreased in abnormal seedling percentage.

Key words: tomato seed, seed priming, seeds quality

¹ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

¹Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University.

* Corresponding author: boonmee@kku.ac.th

บทนำ

มะเขือเทศจัดเป็นพืชผักที่มีปริมาณการส่งออกต่างประเทศและผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี เป็นพืชที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายชนิดหนึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งการรับประทานสด และการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม (กรุง, 2526) คุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในการผลิตเมล็ดพันธุ์ หากเมล็ดพันธุ์ที่ใช้มีคุณภาพสูงส่งผลให้การดูแลและการจัดการ การผลิตในเวลาต่อๆ มาง่ายและสะดวกขึ้น การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงปลูกจะทำให้มีผลผลิตสูงกว่า การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ (บุญมี, 2546) แต่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมักจะประสบปัญหาอย่างหนึ่งคือการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ส่งผลกระทบทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำลง ความสม่ำเสมอในการงอกลดลง ต้นกล้าผิดปกติมากขึ้น วิธีการจัดการให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสม่ำเสมอในปัจจุบันคือวิธีการทำ seed priming ซึ่งเป็นวิธีการแช่เมล็ดในน้ำ หรือสารละลายเพื่อเป็นการกระตุ้นให้กระบวนการเตรียมการงอกเกิดขึ้นก่อนเมื่อนำเมล็ดไปเพาะปลูกจะทำให้เมล็ดงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ ผลของวิธีการนี้แตกต่างไปตามชนิดพืช สารเคมีที่ใช้ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้เปรียบเทียบชนิดของสารเคมีที่ใช้กับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ

วิธีการศึกษา

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย PEG6000 ร่วมกับสารเคมีชนิดต่างๆ

กระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 2 พันธุ์ (pst-01 และ pst-02) ด้วย polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) ที่มีค่าความตึงเครียด -1.0 MPa ร่วมกับการใช้สารเคมี 3 ชนิด คือ 1) KNO_3 2) KH_2PO_4 และ 3) Vitamin C ที่มีความเข้มข้น 2% นำเมล็ดมะเขือเทศมาใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นจึงเทสารละลายที่เตรียม PEG 6000 ร่วมกับสารเคมีแต่ละ

ชนิด โดยให้เมล็ดพันธุ์จมอยู่ในสารละลายแต่ละชนิด จากนั้นปิดปากบีกเกอร์แล้วด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟลอยด์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วจึงนำไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมงตามที่กำหนด เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วจึงล้างเมล็ดด้วยน้ำเปล่าโดยการล้างผ่านน้ำไหลประมาณ 2 นาที แล้วนำเมล็ดพันธุ์เข้าเครื่องลดความชื้นชนิดลมแห้งโดยใช้อุณหภูมิคงที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 27 ชั่วโมง จนระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 7–8 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ไปตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยา ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อเพาะในห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยา (physiological germination)

โดยสุ่มนับเมล็ดมะเขือเทศจำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ วางบนกระดาษเพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่ขึ้น และซ้อนกัน 2 ชั้น ใน petridish จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25-30 องศาเซลเซียส และประเมินผลของความงอกหลังเพาะ 3 วัน โดยการตรวจนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่มีรากงอกออกมาความยาว 2 มิลลิเมตร เป็นเมล็ดพันธุ์ที่งอกทางสรีรวิทยา (physiological germination) (Yan Li, 2008)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อเพาะในห้องปฏิบัติการ (laboratory germination)

โดยสุ่มนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ วางบนกระดาษเพาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่ขึ้น และซ้อนกัน 2 ชั้น ใน petridish จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25-30 องศาเซลเซียส และประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมื่ออายุ 5 และ 14 วัน โดยการตรวจนับเมล็ดมะเขือเทศที่งอกจนเป็นต้นกล้าปกติ (normal seedling) (ISTA, 2008)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อเพาะในสภาพเรือนทดลอง (greenhouse emergence)

โดยสุ่มนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศจำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ เพาะลงในถาดเพาะที่มีพีทมอส (peatmos) ในสภาพเรือนทดลอง ให้น้ำ 2 ครั้ง ต่อวัน ประเมินความงอกหลังเพาะเมื่ออายุ 5 และ 14 วัน โดยการตรวจนับต้นกล้าที่งอกปกติ (normal seedling) (ISTA, 2008)

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จ.น.ต้นกล้าปกติ 5 วันหลังเพาะ} + \text{จ.น.ต้นกล้าปกติ 14 วันหลังเพาะ}}{\text{จ.น.วันที่ตรวจนับครั้งแรก (5 วัน)} + \text{จ.น.วันที่ตรวจนับครั้งสุดท้าย (14 วัน)}}$$

วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ตามแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีการ Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS (statistical analysis system version 9.1)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศทางสรีรวิทยาหลังการกระตุ้นการงอก

ภายหลังจากการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย PEG 6000 ร่วมกับการใช้สารเคมีแต่ละชนิดแล้วตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยาเมื่อเพาะในห้องปฏิบัติการ โดยการตรวจนับเมล็ดพันธุ์ที่มีรากงอกยาว 2 มิลลิเมตร ในพันธุ์ pst-01 พบว่าไม่ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบแนวโน้มว่าการใช้ PEG 6000 ร่วมกับการใช้สารเคมีทุกชนิดทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้น ยกเว้นการใช้ร่วมกับวิตามินซี ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก และการใช้ PEG 6000 ร่วมกับการใช้ KNO_3 และ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มว่าสามารถงอกได้เร็วขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้กระตุ้นการงอก (Table 1) ส่วนในพันธุ์ pst-02 เมื่อตรวจสอบความงอก

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (speed of germination)

ISTA (2008) ได้กำหนดวิธีการหาค่าความเร็วในการงอกของเมล็ดที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองโดยสามารถคำนวณจากสูตร

เมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยาและค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการงอก พบว่าเป็นไปในทางเดียวกันกับพันธุ์ pst-01 และเมื่อตรวจสอบความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ พบว่าการใช้ PEG 6000 ร่วมกับการใช้ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

ความงอกและความเร็วในการงอกในห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการกระตุ้นการงอก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศโดยการกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วย PEG 6000 ร่วมกับการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เมื่อตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ในพันธุ์ที่ 1 พบว่าไม่ทำให้ความงอก ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก ความเร็วในการงอก และจำนวนต้นผิดปกติมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าการใช้ PEG 6000 ร่วมกับการใช้ KNO_3 และ KH_2PO_4 ทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มทำให้มีจำนวนต้นกล้าผิดปกติลดลงอีกด้วย (Table 3)

ส่วนในพันธุ์ที่ 2 พบว่าการใช้ PEG 6000 ร่วมกับการใช้ KNO_3 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติทั้งสามลักษณะที่ตรวจสอบ นอกจากนี้ยังทำให้มีจำนวนต้นกล้าที่งอกผิดปกติที่น้อยที่สุดอีกด้วย แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) สอดคล้องกับงานทดลองของ บุญมี และคณะ (2550) ที่ได้พบว่า

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมด้วย KNO_3 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้นจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้กระตุ้นการงอกถึง 10% Mavi et al. (2006) ได้พบว่าการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย KNO_3 ทำให้เมล็ดพันธุ์ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด นอกจากนี้ Maiti et al. (2009) ยังได้พบว่าการแช่เมล็ดมะเขือเทศในสารละลาย 3% KNO_3 เป็นเวลา 5 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงของต้นกล้า การเจริญเติบโต ตลอดจนผลผลิตของมะเขือเทศเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ด้วยสารละลายดังกล่าว และงานทดลองของ พจนา และบุญมี (2549) ที่พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์พริกหวานเป็ยกด้วย KNO_3 ความเข้มข้น 4% เป็นเวลา 80 นาที สามารถทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น เนื่องจาก KNO_3 จะแตกตัวเป็น K^+ และ NO_3^- โดยไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของโปรโตพลาสซึมและผนังของเซลล์พืช จะอยู่ในรูปของ NO_3^- พืชจะต้องรีดิวซ์ NO_3^- ให้เป็น NH_4^+ แล้วนำ NH_4^+ ไปใช้สร้างกรดอะมิโนต่อไป ซึ่ง N เป็นองค์ประกอบของสารชีวโมเลกุลมากมายในเซลล์พืช ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน กรดอะมิโน คลอโรฟิลล์ โคเอนไซม์และฮอร์โมนบางชนิด (ปิยะดา, 2542; สุนนทพิทย์, 2542ข) โดยไนเตรทที่เมล็ดพันธุ์ดูดเข้าไป จะช่วยให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น มีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น (สรสิทธิ์, 2518) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Revas et al. (1984) ได้ศึกษาการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์พริก โดยทำการแช่เมล็ดพันธุ์ใน KNO_3 3% ระยะเวลา 144 ชั่วโมง และแช่ในสารละลาย PEG 6000 ที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำเท่ากับ -4 bar นาน 120 ชั่วโมง พบว่า สามารถทำให้อัตราการงอกเพิ่มขึ้น โดยเมล็ดพันธุ์ที่แช่ในสารละลาย KNO_3 3% การงอกของ hypocotyl ของเมล็ดพันธุ์ใช้เวลาในการงอกประมาณ 1-3 วัน ซึ่งเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่แช่ด้วย PEG 6000 และเมล็ดพันธุ์ที่แช่ใน KNO_3 ให้ผลในการงอกเร็วขึ้น โดยจะเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้าให้เร็วขึ้น ส่วนการแช่เมล็ดใน PEG 6000 ปรากฏว่าไปขัดขวางการเจริญเติบโตของ

ต้นกล้า ส่วน K^+ จะละลายอยู่ในไซโทพลาสซึมและแวคิวโอลทำหน้าที่หลักในการรักษาค่าออสโมติกโพเทนเชียลของเซลล์ นอกจากนี้ K^+ ยังทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์มากกว่า 40 ชนิด โดยเฉพาะเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แป้งและโปรตีน (ปิยะดา, 2542; สุนนทพิทย์, 2542ข)

เมื่อตรวจสอบในสภาพโรงเรือนทดลอง ในพันธุ์ pst-01 พบว่าทุกลักษณะที่ตรวจสอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ PEG6000 ร่วมกับวิตามินซี ทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด รวมถึงใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด (Table 5)

ส่วนในพันธุ์ pst-02 พบว่าหลังจากกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วย PEG 6000 ร่วมกับการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ไม่ทำให้มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นความเร็วในการงอกของเมล็ด โดยการใช้ PEG 6000 ร่วมกับ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอกสูงที่สุด (Table 6) สอดคล้องกับงานทดลองของ พิระยศ และคณะ (2544) ที่พบว่า PEG 6000 กับเมล็ดที่เสื่อมสภาพแล้วสามารถปรับปรุงกระบวนการเสื่อมสภาพและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวานได้ และ KH_2PO_4 ซึ่งเป็นสารในกลุ่มของฟอสเฟต (PO_4) ฟอสฟอรัสในเซลล์พืชในรูปของ H_2PO_4^- และดูด HPO_4^{2-} ได้บ้างเล็กน้อย ฟอสฟอรัสภายในเนื้อเยื่อพืชส่วนใหญ่ จะอยู่ในรูปของฟอสเฟตเอสเตอร์ เช่น sugar phosphates ชนิดต่างๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการหายใจ การสังเคราะห์แสง และเมตาบอลิซึมหลักอื่นๆ ทั้งนี้ยังเป็นส่วนประกอบของ ATP ADP Pi และ PPi ซึ่งมีบทบาทในเมตาบอลิซึมของพลังงานภายในเซลล์ และยังเป็นส่วนประกอบของ โปรโตพลาสซึมและผนังเซลล์ของพืช (ปิยะดา, 2542; สุนนทพิทย์, 2542) สอดคล้องกับงานของ Giri and Schillinger (2003) ได้ศึกษาการทำ seed priming กับเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี โดยใช้สารละลาย คือน้ำ, KCl ความเข้มข้น 2 และ 4%, KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.5 และ 1%, PEG ความเข้มข้น 10 และ 20%

และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ใช้สารเคมี เป็นเวลา 12, 24 และ 36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงปกติ พบว่าสารเคมีทุกชนิดทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น

สรุป

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พันธุ์ pst-01 ด้วย PEG6000 ร่วมกับการใช้ KNO_3 และ KH_2PO_4 ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้เร็วขึ้น ส่วน พันธุ์ pst-02 พบว่าการใช้ PEG6000 ร่วมกับ KH_2PO_4 ในการกระตุ้นการงอกทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ทั้งที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบจำนวนต้นกล้าที่ผิดปกติลดลงอีกด้วย

คำขอบคุณ

โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP) ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กรุง สัตถนี. 2526. การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก. ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- พจนาน สีขาว และ บุญมี สิริ. 2549. ผลของการคัดแยกโดยใช้ของเหลวและการกระตุ้นการงอกของเมล็ดเป็ยกด้วยสารเคมีต่างชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37 (พิเศษ) : 177-180.
- พจนาน สีขาว และ บุญมี สิริ. 2550. ผลของการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่มีคุณภาพต่างกัน โดยวิธีการทำ seed priming. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38(5)(พิเศษ): 168-172.
- พิระยศ แข็งขัน บุญมี สิริ เกริก ปั้นแห่งพืช และปริศนา ศรีวิเศษ. 2544. การใช้สารเคมีเพื่อชะลอและปรับปรุงการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 32 : 183-193.
- ปิยะดา ชีรกุล. 2542. ธาตุอาหารพืช. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- บุญมี สิริ. 2546. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 224 หน้า.
- บุญมี สิริ ณิชฐิตา ทองนาค ปิยะนุช เทียงดีฤทธิ์ และพจนาน สีขาว. 2550. ผลของการกระตุ้นการงอกด้วยสารเคมีต่างชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม. แก่นเกษตร. 35 (พิเศษ) : 64-71.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2518. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สุมนทิพย์ บุญนาค. 2542. ธาตุอาหารพืชและการลำเลียง. สรีรวิทยาเบื้องต้นของพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- Giri, G. S. and W. F. Schillinger. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Science. 43 : 2135-2141.
- ISTA. 2008. International Rule for Seed Testing. Supplement to Seed Science and Technology
- Maiti, R. K., Arnab Gupta, P. Umashankar, D. Rajkumar, and P. Vidyasagar. 2009. Effect of priming on seedling vigour and growth and productivity of few vegetable species; tomato, chilli, cucumber and cabbage.

- International Journal of Agriculture Environment & Biotechnology 2 : 368-374.
- pepper after seed priming. Hort.Science 19 : 279-281.
- Mavi, K., S. Ermis, and I. Demir. 2006. The effect of priming on tomato rootstock seed in relation to seedling growth. Asian Journal of Plant Sciences. 5 : 940-947.
- Yan Li. 2008. Effect of salt stress on seed germination and seedling growth of three salinity plants. Pakistan Journal of Biological Sciences 11 : 1268-1272.
- Rivas, M., F.J. Sundstrom, and R.L. Edwards. 1984. Germination and crop development of hot

Table 1 Physiological germination percentage, mean of physiological germination time and speed of germination under laboratory condition of tomato seeds CV. pst-01 after priming of seed with PEG 6000 mixed with different chemicals.

Chemical solution	Physiological germination (%)	Mean of physiological germination time (day)	Speed of physiological germination (plants/day)
control	92.67	4.01 ab	24.43 ab
KNO ₃	93.00	3.71 b	26.46 a
KH ₂ PO ₄	94.67	3.74 b	26.67 a
Vit C	92.00	4.23 a	23.45 b
F-test	ns	*	*
C.V (%)	2.0	5.17	5.55

ns, * = non-significant and significant at $p < 0.05$ level, respectively.

Means within the same column followed by the same letter are not different significantly by DMRT.

Table 2 Physiological germination percentage, mean of physiological germination time and speed of germination under laboratory condition of tomato seeds CV. pst-02 after priming of seed with PEG 6000 mixed with different chemicals.

Chemical solution	Physiological germination (%)	Mean of physiological germination time (day)	Speed of physiological germination ^{1/} (plants/day)
control	75.00	5.30	15.51 b
KNO ₃	73.00	4.95	16.48 ab
KH ₂ PO ₄	78.33	4.84	17.95 a
Vit C	71.67	5.02	16.02 b
F-test	ns	ns	*
C.V (%)	3.53	7.77	5.08

ns, * = non-significant and significant at $p < 0.05$ level, respectively.

Means within the same column followed by the same letter do not different significantly by DMRT.

Table 3 Germination percentage, mean of germination time and speed of germination under laboratory condition of tomato seeds CV. pst-01 after priming of seed with PEG 6000 mixed with different chemicals.

Chemical solution	Germination (%)	Mean of germination time (day)	Speed of germination (plants/day)	Abnormal seedling (%)
control	75.67	6.85	11.47	12.5
KNO ₃	80.67	7.02	11.94	12.33
KH ₂ PO ₄	84.00	6.94	12.63	10.66
Vit C	75.33	7.02	11.19	16.66
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V (%)	10.84	4.07	11.43	58.63

ns = non-significant

Table 4 Changes of germination, mean of germination time and speed of germination in laboratory condition of tomato seeds CV. pst-02 after priming of seed p with PEG 6000 mixed with different chemicals.

Chemical solutions	Germination ^{1/} (%)	Mean of germination time (day)	Speed of germination (plants/day)	Abnormal seedling (%)
control	56.00 ab	7.58 a	7.61 b	19.50
KNO ₃	62.33 a	6.90 b	9.26 a	10.66
KH ₂ PO ₄	58.67 ab	6.95 b	8.82 ab	19.66
Vit C	54.33 b	7.12 ab	7.96 b	17.33
F-test	*	*	*	ns
C.V (%)	6.81	3.50	7.84	26.68

ns, * = non-significant and significant at p<0.05 level, respectively.

Means within the same column followed by the same letter are not different significantly by DMRT.

Table 5 Germination percentage, mean of germination time and speed of germination under greenhouse condition of tomato seeds CV. pst-01 after priming of seed with PEG 6000 mixed with different chemicals.

Chemical solutions	Germination (%)	Mean of germination time (day)	Speed of germination (plants/day)	Abnormal seedling (%)
control	89.67	6.03	14.89	0
KNO ₃	90.00	6.02	14.95	0
KH ₂ PO ₄	87.00	6.02	14.46	2.66
Vit C	91.00	6.01	15.13	0.66
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V (%)	3.89	0.42	4.08	112.58

ns = non-significant

Table 6 Germination percentage, mean of germination time and speed of germination under greenhouse condition of tomato seeds CV.pst-02 after priming of seed with PEG 6000 mixed with different chemicals.

Chemical solutions	Germination (%)	Mean of germination time (day)	Speed of germination (plants/day)	Abnormal seedling (%)
control	65.33 b	6.10	10.73 b	5.00
KNO ₃	68.33 b	6.05	11.31 b	4.66
KH ₂ PO ₄	75.00 a	6.03	12.45 a	2.33
Vit C	69.33 b	6.06	11.46 b	5.00
F-test	**	ns	*	ns
C.V (%)	3.3	0.76	3.24	62.18

ns, *, ** = non-significant, significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$ level, respectively.

Means within the same column followed by the same letter are not different significantly by DMRT.