ผลของไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญของต้นกล้าพริกขี้หนูสวน

Effect of Chitosan and Bio-extract in Seed Priming Process on Germination and Seedling Growth of Bird Chili Pepper

บัวคำ แก้วบัว[1] ประนอม ยังคำมั่น[1*] อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ[1] และสุเทพ วัชรเวชศฤงคาร[1]
Bouakham Keoboua[1], Pranom Yangkhamman[1*], Orapin Saritnum[1] and Suthep Watcharawetsaringkharn[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อประเมินผลของระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์หรือการทำ seed priming โดยแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นเวลา 0, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C และเพื่อศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพจากพืชต่อการงอกและการเจริญของต้นกล้าพริกขี้หนูสวน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 8 กรรมวิธี โดยการแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 200 mg/l น้ำหมักชีวภาพอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพ:น้ำ RO ที่ 1:500, 1:750, 1:1000 (v/v) เปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่ด้วยน้ำ RO และเมล็ดที่ไม่ผ่านการทำ seed priming โดยทำการทดสอบความงอกภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการเพาะบนกระดาษชื้น และสภาพโรงเรือนด้วยวิธีการเพาะในพีทมอส ผลที่ได้พบว่า เมล็ดพันธุ์พริกที่ผ่านการทำ seed priming โดยการแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เหมาะสำหรับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน ทำให้เมล็ดมีการงอกในห้องปฏิบัติการสูงที่สุด (95%) และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดไม่ได้ผ่านการทำ seed priming ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำกว่า (88%) และจากการศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพจากพืชต่อการงอกและการเจริญของต้นกล้า พบว่าการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 50 mg/l มีผลให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วสุดและมีค่าความเร็วในการงอกสูงที่สุด ในขณะที่การทำ seed priming ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l และน้ำหมักชีวภาพ:น้ำ RO ในอัตราส่วน 1:500 (v/v) มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด โดยผลดังกล่าวที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming เมื่อทำการทดสอบความงอกในสภาพโรงเรือน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน ก่อนนำไปเพาะในสภาพโรงเรือน เนื่องจากมีผลส่งเสริมทั้งต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้าที่ดี

คำสำคัญ: การดูดน้ำ เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด เวลาเฉลี่ยในการงอก ความเร็วในการงอก พริกขี้หนูสวน

Abstract

One objective of this research was to evaluate the optimal duration of seed soaking as part of seed priming for bird chili pepper seeds. Seeds were soaked in RO water for 0, 4, 8, 12, 16, 20 and 24 hours at 25°C. The other objective was to know the effect of seed priming with chitosan and bio-extract on the seed germination and seedling growth of bird chili pepper plants. The experimental design was of the completely randomized type. There were 8 treatments, which included seed priming for 12 hours in chitosan at 50, 100, 200 mg/l, and bio-extract:RO water ratio at 1:500, 1:750, 1:1000 (v/v). These treatments were compared with seed priming with RO water and non-primed seed. Seed germination was tested by the top of paper method in the laboratory and by using peat moss as material under greenhouse conditions. With respect to the first objective, the results showed that a soaking duration of 12 hours was optimal as it produced the highest seed germination (95%, a result that was significantly different to that found for non-primed seed, which showed the lowest seed germination rate (88%). With regard to the second objective, seed priming with chitosan at 50 mg/l stimulated the highest seed germination. It also produced the fastest mean germination time and speed of germination was highest. The highest fresh and dry weights of seedlings were obtained when seeds were primed with 50-100 mg/l chitosan and bio-extract:RO water ratio at 1:500 (v/v). These results were significantly different to those found for with non-primed seeds when they were germinated under greenhouse conditions. From these results, it can be concluded that seed priming with chitosan 50 mg/l was a suitable method for enhancing seed germination and seedling growth of bird chili pepper seeds.

Keywords: water imbibition, seed germination, mean germination time, speed of germination, bird chili pepper

[1] คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290
[1] Faculty of Agricultural Production, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290
*Corresponding author, Email: yangkhamman@yahoo.com

คำนำ

พริกเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในหลายประเทศทั่วโลก ประเทศไทยมีการปลูกพริกอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ สำหรับเป็นพืชผักสวนครัวเพื่อบริโภคในครัวเรือนและการผลิตเพื่อจำหน่าย ซึ่งในการผลิตพริกจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี คือ มีความงอกสูง มีความแข็งแรงสามารถงอกได้รวดเร็ว สม่ำเสมอ และเจริญเป็นต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์ ในการนำเมล็ดพันธุ์ผสมเปิดมาใช้เพื่อปลูก เมล็ดส่วนมากจะมีความงอกและความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เป็นลูกผสม F1 เนื่องจากพื้นฐานทางพันธุกรรม การจัดการแปลงผลิต การเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ต่างกัน ซึ่งเป็นผลให้คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดต่างกัน ถ้าหากว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีความงอกและความแข็งแรงที่ต่ำจะมีผลกระทบต่อเนื่องในเรื่องของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดที่เร็วกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูง และปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาอีก ได้แก่ เมื่อนำเมล็ดมาเพาะและได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการงอกจะมีผลกระทบทำให้การงอกของเมล็ดยิ่งลดลง เมล็ดงอกช้า งอกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ต้นกล้าโตช้า ขนาดต้นไม่เท่ากัน และรวมทั้งอาจกระทบถึงปริมาณผลผลิตที่ได้ต่ำ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้มีการนำเทคนิคการเตรียมพร้อมเมล็ด (seed priming) มาใช้เพื่อเพิ่มคุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ให้เมล็ดมีการงอกและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ได้ต้นกล้าที่แข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดีกว่า จากเดิมที่ไม่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดก่อนการนำมาเพาะ แต่อย่างไรก็ตามการเตรียมพร้อมเมล็ดให้ประสบความสำเร็จตามที่ต้องการในพืชแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์นั้น จะใช้เทคนิคการเตรียมความพร้อมที่ต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพืช และการตอบสนองที่ดีของพืชต่อสารที่นำมาใช้ในการเตรียมพร้อมเมล็ด หลักการเตรียมพร้อมเมล็ด เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดโดยให้เมล็ดดูดน้ำหรือสารละลายต่าง ๆ เข้าไปเพื่อกระตุ้นให้เมล็ดเกิดกระบวนการงอกที่ดีและพร้อมเพรียงกัน แต่กระบวนการงอกจะถูกยับยั้งก่อนที่รากจะแทงออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด โดยการนำเมล็ดมาลดความชื้นลงให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น หลังจากนั้นเมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการเตรียมพร้อมเมล็ดมาเพาะในแปลง จะทำให้เมล็ดงอกได้ดีและงอกเร็วขึ้น (พจนา สีขาว และคณะ, 2551; กุลธิดา โชทนากูล และคณะ, 2558; บุญมี ศิริ, 2558; พิจิตรา แก้วสอน และคณะ, 2560; Bradford, 1986; McDonald, 2000)

กุลธิดา โชทนากูล และคณะ (2558) ได้ศึกษาถึงการทำ seed priming ด้วยวิธีแช่น้ำต่อคุณภาพของเมล็ดพริกพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือน พบว่า การแช่เมล็ดพริกพันธุ์บางช้างในน้ำ RO+ให้อากาศ+บ่มเมล็ด ทำให้เมล็ดมีความงอกในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนสูงที่สุด เท่ากับ 73.00 และ 51.50% ตามลำดับ และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วสุด เท่ากับ 9.83 วัน ส่วนการแช่เมล็ดพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือนในน้ำ RO+ให้อากาศ+บ่มเมล็ด มีความงอกในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนสูงที่สุด เท่ากับ 90.50 และ 58.50% ตามลำดับ และการแช่เมล็ดในน้ำ RO+ไม่ให้อากาศ+บ่มเมล็ด มีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด เท่ากับ 10.11 วัน การทำ seed priming นอกจากทำได้ด้วยการใช้น้ำแล้วยังมีการนำสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ดมาใช้สำหรับการแช่เมล็ดด้วย เช่น KNO_3, KCl, NaCl, PEG (Polyethylene glycol) และ Vitamin C เป็นต้น (นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน, 2561) ซึ่งสารเคมีดังกล่าวจะช่วยควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดและเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการงอก เช่น การสังเคราะห์โปรตีน (Copeland and McDonald, 1995) และส่งเสริมการเติบโตของยอดอ่อน ใบ และกิ่งก้าน (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541) ดังตัวอย่างงานวิจัยของ พจนา สีขาว และคณะ (2551) พบว่า การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกหวานด้วย Vitamin C, Polyethylene glycol, KNO_3, NaCl, KH_2PO_4, KCl, KNO_3 ร่วมกับ KH_2PO_4 มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น 15-17% นอกจากนี้ Saleh et al. (1996) ได้ทดลองทำ seed priming กับเมล็ดพันธุ์พริกหวานลูกผสมพันธุ์ Gedeon ด้วย $CaCl_2$ และ KNO_3 พบว่า $CaCl_2$ มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงสุด จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นส่วนมากเป็นการเตรียมพร้อมเมล็ดโดยการใช้สารเคมีสำหรับการส่งเสริมการงอกของเมล็ด แต่ในปัจจุบันความนิยมในการปลูกพืชโดยลดการใช้สารเคมี หรือปลูกพืชในระบบอินทรีย์มีมากขึ้น ดังนั้นการนำสารชีวภาพมาใช้ในการเตรียมพร้อมเมล็ดจึงมีความสำคัญและควรต้องมีศึกษาและพัฒนาวิธีการให้เหมาะสมในแต่ละพืชให้ดียิ่งขึ้นไป เพื่อจะได้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรต่อไป

ปัจจุบันได้มีการนำไคโตซาน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ โดยสกัดมาจากเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง หรือ ผนังเซลล์ของรา มาใช้ในการกระตุ้นการเจริญของพืช เนื่องจากไคโตซานมีองค์ประกอบของไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2544) นอกจากนี้ไคโตซานยังชักนำให้พืชสร้างสารประกอบฟีนอลิก เช่น ลิกนิน (lignin) ที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexin ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล และคณะ, 2552) มีผลให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคและแมลงได้มากขึ้น (เยาวพา สุวัติถิ, 2555) ส่งผลให้เมล็ดงอกมากขึ้นและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Reddy et al., 1999) เดือนเต็ม ลอยมา และคณะ (2552) รายงานว่า การกระตุ้นการงอกของเมล็ดฟักแฟงที่แช่ในสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.8% สามารถกระตุ้นให้

เมล็ดมีความงอกสูงสุด และการศึกษาของ ชณิตรา โพธิคเวชฐ์ และคณะ (2553) ที่ทำ seed priming ในเมล็ดพันธุ์แตงกวา พันธุ์บิงโกยาว บงกช บิงโก และ 103B พบว่า พันธุ์ 103B ที่แช่ในไคโตซานความเข้มข้น 0.5% ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและค่าดัชนีการงอกสูงสุด นอกจากนี้ พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล และคณะ (2552) ได้ศึกษาผลของการแช่เมล็ดพริกมันพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูพันธุ์ซูเปอร์ฮอต ด้วยสารละลายไคโตซานเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 ppm ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์พริกในสารละลายไคโตซานเข้มข้น 100 ppm สามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกได้สูงสุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเท่ากับ 70.7% ในสัปดาห์ที่หนึ่ง และเพิ่มขึ้นเป็น 91.6% ในสัปดาห์ที่สองหลังเพาะเมล็ด

น้ำหมักชีวภาพเป็นสารชีวภาพที่มีธาตุอาหารพวกไนโตรเจนและโพแทสเซียมอยู่สูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) โดยน้ำหมักชีวภาพจากปลาจะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมมากกว่าน้ำหมักชีวภาพชนิดอื่น ๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากพืช เช่น จากผักและผลไม้ จะมีฮอร์โมนพืชในปริมาณสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) โดยสารในน้ำหมักชีวภาพจะมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ช่วยส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ กิ่งก้าน และให้ผลผลิตสูงขึ้น (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541) มีงานวิจัยการนำน้ำหมักชีวภาพมาใช้ในการส่งเสริมการงอกของเมล็ด ดังเช่น ศรันยา คุ้มปลี และสุรพงษ์ ดำรงกิตติกุล (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้แช่เมล็ดพันธุ์ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์จินดาดำ พบว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้ต่อน้ำอัตราส่วน 1:750 ทำให้เมล็ดพันธุ์พริกจินดาดำมีความงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุด (84.2 และ 7.86% ตามลำดับ) และ ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์ และคณะ (2559) รายงานว่า การใช้น้ำหมักปลาและน้ำหมักผลไม้ต่อน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1,000 แช่เมล็ดถั่วเขียวส่งผลให้ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดสูงที่สุด

ในการทำการเกษตร ณ ปัจจุบันเป็นการทำเพื่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ดี โดยการลดการใช้สารเคมี และได้มีการศึกษาวิธีการและผลของการนำสารชีวภาพมาใช้แทนปุ๋ยเคมีและสารเคมี ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ก็คำนึงถึงความสำคัญดังกล่าว ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาถึงผลของสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพต่อความงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน โดยวิธีการทำ seed priming ซึ่งคาดว่าผลที่ได้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำสารชีวภาพที่หาได้ง่าย ปลอดภัย และสามารถทำได้เองในท้องถิ่นมาใช้ในการทำ seed priming เพื่อพัฒนาการผลิตกล้าพันธุ์พริกที่มีคุณภาพต่อไป

วิธีการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำเมล็ดพริกขี้หนูสวน พันธุ์ผสมเปิด เบอร์ 1 จากร้านภูผาเมล็ดพันธุ์ มาทำการศึกษาผลการเตรียมพร้อมเมล็ด โดยได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของระยะเวลาการดูดน้ำของเมล็ดพริกขี้หนูสวนที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์หรือการทำ seed priming สำหรับการนำไปใช้ต่อในการทดลองที่ 2 ที่ทำการศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพต่อการงอกและการเจริญของต้นกล้าพริกขี้หนูสวน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาระยะเวลาในการดูดน้ำของเมล็ดสำหรับการทำ seed priming เมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 7 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด โดยสิ่งที่ศึกษาคือ ระยะเวลาการแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นเวลา 0, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C ทำบันทึกการดูดน้ำของเมล็ดหลังการแช่แต่ละระยะเวลา จากนั้นนำเมล็ดมาลดความชื้นโดยเก็บไว้ในโถดูดความชื้นด้วยซิลิก้าเจลจนกระทั่งความชื้นเมล็ดลดลงเท่ากับค่าความชื้นเริ่มต้น (4.09%) หลังจากนั้นนำเมล็ดมาทำการทดสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการเพาะบนกระดาษชื้น (top of paper) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ที่อุณหภูมิ 25°C ประเมินความงอกทุกวันจนกระทั่ง 14 วัน นำข้อมูลที่บันทึกได้มาคำนวณหาค่าการดูดน้ำของเมล็ด (พิจิตรา แก้วสอน และคณะ, 2557) ค่าเปอร์เซ็นต์การงอก (seed germination) เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time) และความเร็วในการงอก (speed of germination) จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

สูตรคำนวณการดูดน้ำของเมล็ด; $W\ (\%) = \frac{(W_i - W_0)}{W_0} \times 100$

โดย W = ปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปหลังจาก i ชั่วโมง (%)
W_i = น้ำหนักเมล็ดหลังจากดูดน้ำ i ชั่วโมง (กรัม)
W_0 = น้ำหนักเริ่มแรกของเมล็ดก่อนดูดน้ำ (กรัม)

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 8 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด สิ่งทดลองประกอบไปด้วย (T1) เมล็ดไม่ผ่านการทำ seed priming (control); (T2) แช่เมล็ดในน้ำ RO; (T3-T5) แช่เมล็ดในสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้น 50, 100 และ 200 mg/l และ (T6-T8) แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพจากพืชทางการค้าที่ผลิตโดยโครงการหลวง ในอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO ที่ 1:500, 1:750 และ 1:1000 (v/v) ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาการแช่เมล็ดพันธุ์นาน 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 หลังจากครบกำหนดการแช่เมล็ดแล้วนำเมล็ดมาล้างด้วยน้ำสะอาด และซับให้แห้งก่อนนำเมล็ดไปลดความชื้นให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้น โดยเก็บไว้ในโถดูดความชื้นด้วยซิลิก้าเจล จากนั้นนำเมล็ดมาทดสอบความงอกในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการเพาะบนกระดาษชื้น (top of paper) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ที่อุณหภูมิ 25°C และทดสอบความงอกในสภาพโรงเรือนโดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ โดยการหยอดเมล็ดในถาดเพาะขนาด 200 หลุม ประเมินความงอกทุกวันจนกระทั่ง 14 วัน ทำการบันทึกข้อมูล ความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต้นกล้า ที่ 14 วันหลังเพาะ ทั้งในห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน นำข้อมูลที่บันทึกได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การงอก (seed germination) เวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time, MGT) และความเร็วในการงอก (speed of germination) จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากผลของการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนที่ผ่านการแช่เมล็ดในน้ำ RO เป็นระยะเวลา 0, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ชั่วโมง พบว่าในช่วง 4 ชั่วโมงแรก เมล็ดจะมีการดูดน้ำอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณน้ำภายในเมล็ดเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด หลังจากนั้นเมล็ดจะดูดน้ำช้าลงและเริ่มคงที่หลังแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการดูดน้ำที่เข้าสู่ระยะที่ 2 และเป็นระยะการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในเมล็ดพันธุ์ มีการสังเคราะห์ nucleic acid และเอนไซม์ต่าง ๆ มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่เป็นสารโมเลกุลเล็กและเคลื่อนย้ายสารไปยังจุดเจริญของต้นอ่อนสำหรับเตรียมการงอกและการเติบโต (วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2537) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้เมล็ดพริกขี้หนูสวนมีการดูดน้ำคงที่และเหมาะสมต่อการเกิดกระบวนการงอกสูงสุดที่ 95% (Table 1) เมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดเท่ากับ 37.48% (Figure 1)

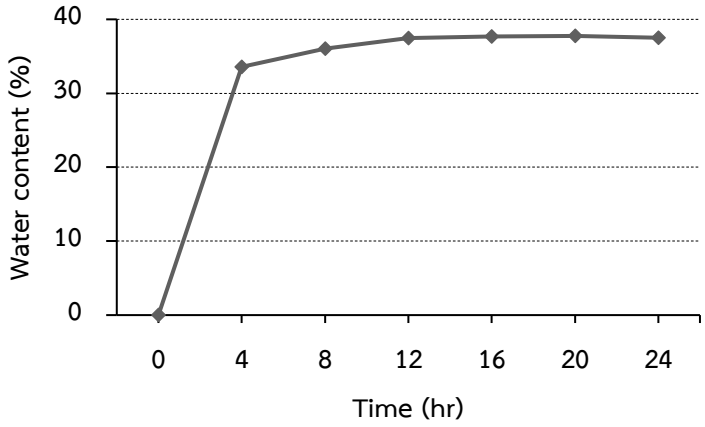

Figure 1 Effect of soaked duration on water imbibition of bird chili pepper seed.

เมื่อนำเมล็ดพริกที่ผ่านการทำ seed priming มาทดสอบความงอก พบว่า การแช่เมล็ดในน้ำระยะเวลาที่ต่างกันสามารถกระตุ้นให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการแช่เมล็ดในน้ำ 12 ชั่วโมง ส่งผลให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 95% และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด 11.05 วัน ซึ่งผลเปอร์เซ็นต์การงอกที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการแช่เมล็ด (ชุดควบคุม) และเมล็ดที่ผ่านการแช่เมล็ดที่ 4, 20 และ 24 ชั่วโมง แต่ผลของความเร็วในการงอกของเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (Table 1)

Table 1 Effects of soaked duration on seed germination, mean germination time and speed of germination of bird chili pepper seed.

Soaked duration	Seed germination (%)	Mean germination time (days)	Speed of germination (plants/day)
0 h (control)	88^{b}	11.12^{bc}	4.16
4 h	91^{b}	11.51^{ab}	4.14
8 h	92^{ab}	11.58^{a}	4.18
12 h	95^{a}	11.05^{c}	4.53
16 h	91^{ab}	11.59^{a}	4.11
20 h	91^{b}	11.24^{abc}	4.25
24 h	90^{b}	11.35^{abc}	4.17
F-test	*	*	ns
CV (%)	3.04	2.30	4.91

ns, *: not significantly different, significantly different at P<0.05, respectively.

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P<0.05.

จากผลการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนในครั้งนี้มีการดูดน้ำคงที่และเพียงพอต่อการเกิดกระบวนการงอกของเมล็ดหลังการแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดเข้าไปภายในเมล็ดเท่ากับ 37.48% โดยเป็นการดูดน้ำในระยะที่ 2 ซึ่งระยะนี้เมล็ดจะมีการสร้างเอนไซม์และมีกิจกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้น เช่น กระบวนการเมแทบอลิซึม มีการย่อยสารอาหารทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอื่น ๆ ที่สะสมในเมล็ดให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ และจะถูกย้ายไปยังจุดเจริญเพื่อใช้ในการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ภายในต้นอ่อน ดังนั้นเมื่อเมล็ดถูกกระตุ้นให้พร้อมที่จะงอกก่อนแล้วจึงทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้นหลังการนำไปเพาะ และเมล็ดจะมีความงอกที่สูงด้วย เนื่องจากช่วงเวลาการในการดูดน้ำเพื่อเข้าสู่ระยะที่ 3 สำหรับการเจริญของต้นอ่อนจะสั้นลง ทำให้เมล็ดงอกเร็ว ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงจากผลกระทบของสภาพแวดล้อมและการถูกทำลายโดยจุลินทรีย์ภายในดินระหว่างการงอกของเมล็ด

การแช่เมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดในแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์ จะใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับขนาด ความหนาบางของเปลือกหุ้มเมล็ด ที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำของเปลือกหุ้มเมล็ด หรือถึงแม้จะเป็นพันธุ์เดียวกันแต่อายุของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวต่างกันก็มีผลต่ออัตราการดูดน้ำที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529; วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2553) นอกจากนี้ยังขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด และการจัดการที่แตกต่างกันในระหว่างการเตรียมพร้อมเมล็ด ดังเช่น ผลการวิจัยครั้งนี้ต่างจากการศึกษาของ กุลธิดา โชทนากูล และคณะ (2558) ที่รายงานว่าเมล็ดพริกพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูพันธุ์สามเดือนจะใช้ระยะเวลา 8 ชั่วโมงในการแช่เมล็ดร่วมกับการให้อากาศเพียงพอต่อการงอกของเมล็ด ในขณะที่งานวิจัยของ วิลาสินี รามนัฏ (2547) ได้รายงานว่า เมล็ดพริกพันธุ์บางช้างดูดน้ำได้อย่างเพียงพอต่อการงอกใช้ระยะเวลาเพียง 5 ชั่วโมง เมื่อแช่เมล็ดในน้ำที่อุณหภูมิ 30°C ร่วมกับการให้อากาศเป็นเวลา 30 นาทีต่อชั่วโมง จากนั้นทำการบ่มเป็นระยะเวลา 2 วัน ก่อนลดความชื้น ทำให้เมล็ดงอกรากเร็วและมีดัชนีการงอกที่สูง ซึ่งจากการวิจัยดังกล่าวนี้ได้มีการจัดการปัจจัยระหว่างการแช่เมล็ดด้วยการให้อากาศทำให้เมล็ดดูดน้ำได้มากกว่าการไม่ให้อากาศ และการให้อุณหภูมิในระหว่างการแช่ต่างกันก็จะมีผลต่อการดูดน้ำช้าเร็วต่างกัน โดยการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิสูงเมล็ดจะดูดน้ำได้เร็วและทำให้ใช้ระยะเวลาในการแช่สั้นกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำกว่าในระหว่างการแช่เมล็ด นอกจากนี้การบ่มเมล็ดหลังการแช่เมล็ดยังช่วยทำให้กระบวนการสังเคราะห์สารต่าง ๆ เกิดสมบูรณ์มากขึ้น จึงทำให้การงอกเกิดขึ้นได้เร็ว ซึ่งการจัดการดังกล่าวเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดเช่นกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เวลาการดูดน้ำของเมล็ดที่ 12 ชั่วโมง ซึ่งนานกว่าของทั้งกุลธิดา โชทนากูล และคณะ (2558) และวิลาสินี รามนัฏ (2557) เนื่องจากความแตกต่างของสายพันธุ์ การจัดการระหว่างการแช่และหลังแช่เมล็ดต่างกัน ในกรณีการแช่เมล็ดที่นานเกิน 12 ชั่วโมง มีผลต่อการงอกที่ลดลงของการวิจัยในครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการแช่เมล็ดที่นานเกินไปมีผลต่อการได้รับออกซิเจนของเมล็ดลดลง และเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อกิจกรรมในกระบวนการงอกของเมล็ดทำให้มีผลกระทบต่อการงอกที่ลดลง (กุลธิดา โชทนากูล และคณะ, 2558)

จากการศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน พบว่า การทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอก เวลาเฉลี่ย

ในการงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่า การทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีผลต่อการใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด (8.2 วัน) และผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานเข้มข้น 100 mg/l และ น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO ที่ 1:500 ซึ่งมีความเร็วในการงอก 8.7 วัน นอกจากนี้การทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l ยังมีผลต่อความเร็วในการงอกสูงที่สุด (5.2 ต้น/วัน) และผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำ seed priming แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการทำ seed priming ด้วยน้ำ RO และสารไคโตซานเข้มข้น 100 mg/l เมื่อทำการทดสอบความงอกเมล็ดในสภาพโรงเรือน ส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพในการทำ seed priming ทุกระดับความเข้มข้นให้ผลที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในด้านเปอร์เซ็นต์การงอก ค่าเฉลี่ยในการงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ทำ seed priming (Table 2)

Table 2 Effects of seed priming with chitosan and bio-extract on seed germination, mean germination time and speed of germination of bird chili pepper seed.

Treatments	Seed germination (%)		Mean germination time (days)		Speed of germination (plants/day)	
	Lab	Green house	Lab	Green house	Lab	Green house
Non-primed seed (control)	85	68	9.0	9.1^{bc}	4.9	3.9^{d}
Soaked in RO	86	80	9.1	8.9^{bc}	4.9	4.8^{ab}
Soaked in chitosan 50 mg/l	89	83	9.5	8.2^{d}	4.9	5.2^{a}
Soaked in chitosan 100 mg/l	86	77	9.1	8.7^{dc}	4.8	4.6^{abc}
Soaked in chitosan 200 mg/l	90	71	9.5	9.7^{a}	4.9	3.9^{d}
Soaked in Bio-extract 1:500	92	75	9.2	8.7^{dc}	5.1	4.4^{bcd}
Soaked in Bio-extract 1:750	92	69	9.6	9.0^{abc}	4.9	3.9^{cd}
Soaked in Bio-extract 1:1000	90	73	9.5	9.5^{ab}	4.9	4.0^{cd}
F-test	ns	ns	ns	**	ns	**
CV (%)	5.14	9.21	2.76	4.9	5.75	9.94

ns, **: not significantly different, significantly different at P<0.01, respectively.

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P<0.05.

จากผลการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพต่อความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่อายุ 14 วัน ในห้องปฏิบัติการพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การทำ seed priming ด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l และในน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO อัตราส่วน 1:500 (v/v) มีผลส่งเสริมให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงขึ้นในต้นกล้าที่อายุ 14 วัน และผลที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ seed priming เมื่อทำการเพาะในสภาพโรงเรือน (Table 3)

จากผลการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l ในครั้งนี้ช่วยส่งเสริมให้เมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวนมีความเร็วในการงอกที่สูงและมีการเจริญของต้นกล้าที่ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ seed priming ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Ya-jing et al. (2009) ที่รายงานว่า การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยสารไคโตซานที่มีความเข้มข้น 0.25, 0.50 และ 0.75% (w/v) ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความเร็วในการงอก ความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักแห้งต้น และรากเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชุดควบคุม และการศึกษาของ วรรณิศา ปัทมะภูษิต และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง (2559) ที่รายงานว่า การฉีดพ่นสารไคโตซานเข้มข้น 1.2% ปริมาตร 5-20 ml/l ทุกสัปดาห์หลังย้ายปลูกสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตในพริกขี้หนูได้ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารไคโตซานมีผลต่อการงอกและการเจริญของต้นพืช นั้นอาจเนื่องมาจากผลของธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในสารไคโตซาน (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2544) โดยไนโตรเจนจะช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ใบ และช่วยให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรก

ของการเจริญเติบโต ทำให้พืชมีใบสีเขียว ซึ่งรายงานของ วีณารัตน์ มูลรัตน์ (2553) กล่าวว่าการให้ไคโตซานแก่พริกขี้หนูมีผลต่อปริมาณกรดซาลิไซลิกและคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งนี้คาดว่าผลดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงและการสร้างอาหารของต้นกล้าจากการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิดการสะสมอาหารของต้นกล้าเพิ่มขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ ดังเช่นเมื่อเพาะเมล็ดในสภาพโรงเรือนที่ต้นกล้าได้ธาตุอาหารจากวัสดุปลูกและได้แสงที่เพียงพอต่อการเจริญ จึงมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานความเข้มข้น 50-100 mg/l มาเพาะในสภาพโรงเรือน นอกจากนี้การทำ seed priming ด้วยน้ำหมักชีวภาพ : น้ำ RO อัตราส่วน 1:500 (v/v) ยังมีผลส่งเสริมให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงขึ้นในต้นกล้าได้เช่นกัน ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีณารัตน์ มูลรัตน์ (2553) ที่รายงานถึงประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาต่อการเจริญเติบโตของผักโขม ซึ่งผลที่ได้พบว่าน้ำหมักชีวภาพเศษปลาที่ระดับความเข้มข้น 1:500 ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้ามากที่สุด ซึ่งจากการรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) กล่าวว่าน้ำหมักชีวภาพเป็นสารชีวภาพที่มีธาตุอาหารพวกไนโตรเจนและโพแทสเซียมอยู่สูง แต่ปริมาณจะต่างกันไปขึ้นกับสิ่งที่นำมาทำน้ำหมัก ดังเช่น น้ำหมักชีวภาพจากปลาจะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมมากกว่าน้ำหมักชีวภาพชนิดอื่น ๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากพืช เช่น จากผักและผลไม้ จะมีฮอร์โมนพืชในปริมาณสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) สารในน้ำหมักชีวภาพเหล่านี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ช่วยส่งเสริมให้พืชมีการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ กิ่งก้าน และให้ผลผลิตสูงขึ้น (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2541)

Table 3 Effects of seed priming with chitosan and bio-extract on shoot length, root length, fresh weight, and dry weight of bird chili pepper seedling.

Treatments	Shoot length (cm)		Root length (cm)		Fresh weight (mg/plant)		Dry weight (mg/plant)	
	Lab	Green house	Lab	Green house	Lab	Green house	Lab	Green house
Non-primed seed (control)	1.0	2.1	3.1	4.1	9.58	62.42^{b}	0.78	5.08^{bc}
Soaked in RO	0.8	2.3	3.0	4.3	9.65	71.00^{a}	0.80	5.70^{ab}
Soaked in chitosan 50 mg/l	0.9	2.3	3.0	4.8	10.30	76.83^{a}	0.80	6.28^{a}
Soaked in chitosan 100 mg/l	1.0	2.1	3.3	4.7	10.70	72.10^{a}	0.80	6.43^{a}
Soaked in chitosan 200 mg/l	0.9	2.2	3.2	4.5	11.23	74.78^{a}	0.80	5.68^{ab}
Soaked in Bio-extract 1:500	0.9	2.1	3.1	4.3	10.80	72.10^{a}	0.80	5.95^{a}
Soaked in Bio-extract 1:750	0.9	2.0	3.0	4.0	10.18	61.60^{b}	0.80	4.78^{c}
Soaked in Bio-extract 1:1000	0.9	2.2	3.0	4.3	10.68	62.95^{b}	0.78	5.03^{bc}
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
CV (%)	9.75	3.83	5.54	6.9	7.93	7.45	8.72	8.77

ns, **: not significantly different, significantly different at P<0.01, respectively.

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P<0.05.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารไคโตซานและน้ำหมักชีวภาพต่อการงอกและการเจริญของต้นกล้าพริกขี้หนูสวน ในครั้งนี้พบว่าการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l ส่งเสริมทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก และความเร็วในการงอกดีที่สุด และการทำ seed priming ด้วยไคโตซาน 50-100 mg/l และน้ำหมักชีวภาพอัตราส่วน 1:500 ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นเมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการทำ seed priming ด้วยวิธีดังกล่าวมาเพาะในสภาพโรงเรือน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการทำ seed priming ด้วยไคโตซานเข้มข้น 50 mg/l มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์พริกขี้หนูสวน ก่อนนำไปเพาะในสภาพโรงเรือน เนื่องจากมีผลส่งเสริมทั้งต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้าที่ดี

เอกสารอ้างอิง

กุลธิดา โชทนากูล, พิจิตรา แก้วสอน, ปริยานุช จุลกะ และวันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2558. ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดด้วยวิธี Hydropriming ต่อคุณภาพของเมล็ดพริก 2 พันธุ์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 46(3): 617-620.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. คู่มือการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. ใน *เอกสารวิชาการกรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. มีอะไรในปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. ใน *เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. *เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กลุ่มหนังสือเกษตร.

ชณิตรา โพธิคเวษฐ์, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2553. ผลของการทำ priming ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวา. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 41(3/1): 405-408.

เดือนเต็ม ลอยมา, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, ภาณุมาศ ฤทธิไชย และศิริชัย กัลยณารัตน์. 2552. ผลของ Sorbitol และ Chitosan ต่อการคายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักแฟง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 40(1): 297-300.

นภาพร เวชกามา และพีระยศ แข็งขัน. 2561. การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค seed priming. *วารสารเกษตรพระวรุณ* 5(1): 17-30.

ปิยะรัตน์ วิจักขณ์สังสิทธิ์, อเนก สุขเจริญ, จันทร์จรัส วีรสาร, ลักขณา เบ็ญจวรรรณ์ และรัตนะ บุลประเสริฐ. 2559. ผลของระยะเวลาหมักน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นพริก. *วารสารแก่นเกษตร* 44(1): 866-872.

บุญมี ศิริ. 2558. *การปรับปรุงสภาพและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

พิจิตรา แก้วสอน, ปาริฉัตร บุญยืน และปริยานุช จุลกะ. 2557. การศึกษาเบื้องต้นของลักษณะทางกายภาพและการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์วงศ์แตงบางชนิด. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 45(2): 549-552.

พิจิตรา แก้วสอน, กุลธิดา โชทนากูล, ปริยานุช จุลกะ และวันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2560. ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 48(1): 70-79.

พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล, นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง, อุดม ฟ้ารุ่งสาง, เจริญ ขุนพรม, สมนึก ทองบ่อ, ยุพิน อ่อนศิริ และชูศักดิ์ คุณุไทย. 2552. ผลของการใช้ไคโตซานต่อคุณภาพและการควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวของพริก. ใน *รายงานฉบับสมบูรณ์ สนับสนุนโดยศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พจนา สีขาว, ชินานาตย์ ไกรนารถ และบุญมี ศิริ. 2551. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานหลังการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี seed priming. *แก่นเกษตร* 36: 295-304.

ยงยุทธ โอสถสภา, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจู. 2541. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวพา สุวัติถิ. 2555. ไคโตซานกับการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์. *วารสารเพื่อการวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรม* 19(4): 4-5.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. *สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. *สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณิศา ปัทมะภูษิต และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2559. ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณกรดซาลิไซลิกในพริกขี้หนู. *วารสารแก่นเกษตร* 44(1): 141-146.

วิลาสินี รามนัฏ. 2547. การกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธี hydropriming. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีณารัตน์ มูลรัตน์. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ใช้น้ำกากส่าเหล้าทดแทนกากน้ำตาล ต่อการเจริญเติบโตของผักโขม (*Amaranthus tricolor*) ผักกวางตุ้งฮ่องเต้ (*Brassica Campertris var.* chinensis) และผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica var.* reptans). *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศรันยา คุ้มปลี และสุรพงษ์ ดำรงกิตติกุล. 2555. ผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพผลไม้ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์พริก. ใน *การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9*. น. 2339-2346. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สุวลี จันทร์กระจ่าง. 2544. การประยุกต์ใช้ไคติน-ไคโตซาน. ใน *เอกสารประกอบการบรรยาย การประชุม เชิงปฏิบัติการไคตินและไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้*. น. 52-58. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

Copeland, L. O., and McDonald, M. B. 1995. *Seed Science and Technology*. New York: Chapman and Hill.

McDonald, M. B. 2000. Seed priming. In *Seed Technology and Its Biology Basis*, M. Black, and J. D. Bewley, eds. pp. 287-326. Sheffield, England: Sheffield Acad. Press.

Reddy, M. V. B., Arul, J., Angers, P., and Couture, L. 1999, Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 1208-1212.

Saleh, M. M., Abou-hadid, A. F., and El-Beltag, A. S. 1996. Sweet pepper emergence and seedling growth after seed pre-germination. *ISHS Acta horticulturae* 434: 335-340.

Ya-jing, G., Jin, H., Xian-ju, W., and Chen-xia, S. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *Journal of Zheijang University Science B* 10: 427-433.

วันรับบทความ (Received date) : 31 ต.ค. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 30 ม.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 17 ก.ค. 63