ผลของการ priming ด้วย salicylic acid และ folic acid ต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน

Effects of Salicylic Acid and Folic Acid Priming on Germination, Vigor and Seedling Growth of Kangkong

ชานนท์ มณีรัตน์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย*, และเยาวพา จิระเกียรติกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Chanon Maneerat, Panumart Rithichai* and Yaowapha Jirakiattikul

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

สารอนุมูลอิสระมักเกิดขึ้นในระหว่างการงอกของเมล็ดและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความงอกลดลง salicylic acid (SA) และ folic acid (FA) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่ให้ดำเนินต่อไป ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ SA และ FA ต่อความงอก ความแข็งแรงและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk.) ทำ priming โดยแช่เมล็ดใน SA ความเข้มข้น 0, 10^{-6}, 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที หรือ FA ความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 μM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที พบว่าการ priming ด้วย SA หรือ FA เมล็ดมีความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกสิ่งทดลอง

คำสำคัญ : salicylic acid; folic acid; ความงอก; ความแข็งแรง

Abstract

Free radicals usually occur during seed germination and cause low germination rate. Salicylic acid (SA) and folic acid (FA) are antioxidants which inhibit the oxidative reaction. The objective of this experiment was to examine the effects of SA and FA on germination, vigor and seedling growth of kangkong (*Ipomoea aquatica* Forsk.). Seeds were primed in 0, 10,$^{-6}$ 10^{-4} and 10^{-2} M SA for 30 min. or 0, 25, 50, 100, 200 and 400 μM FA for 30, 60, 120 and 180 min. Results indicated that seed germination, vigor and seedling growth of SA or FA

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** panumart@tu.ac.th

primed seeds were not significantly different among the treatments.

Keywords: salicylic acid; folic acid; germination; vigor

1. บทนำ

เมล็ดพันธุ์พืชโดยทั่วไปจะมีความแข็งแรงสูงสุดในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา [1,2] ในระหว่างการเก็บรักษาหรือในขณะการงอกจะมีการสร้างสารอนุมูลอิสระซึ่งส่งผลให้เมล็ดเสื่อมสภาพและมีความสามารถในการงอกลดลง [3] วิธีการหนึ่งที่นิยมเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้มีความงอก ความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นคือ การทำ priming โดยนำเมล็ดมาแช่ในน้ำหรือสารละลายที่มีค่า water potential ต่ำ เพื่อกระตุ้นให้กระบวนการงอกเริ่มต้นเกิดขึ้นและก่อนที่รากจะงอกออกมานอกเมล็ด จะนำเมล็ดไปลดความชื้นให้ใกล้เคียงกับความชื้นเริ่มต้น เมื่อนำเมล็ดที่ผ่านการทำ priming ไปปลูกจะสามารถงอกได้เร็วขึ้น [1] นอกจากนี้ในปัจจุบันสภาพอากาศมีความแปรปรวน รวมทั้งการเกิดสภาวะโลกร้อนซึ่งส่งผลต่อการเพาะปลูกโดยเฉพาะการงอกและระยะแรกของการเจริญเติบโตเป็นต้นกล้า การใช้เมล็ดพันธุ์ดีจะส่งผลให้เมล็ดงอกได้เร็วและต้นกล้ามีความสม่ำเสมอและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในแปลงปลูกภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งสารละลายที่นิยมนำมาทำ priming นั้นมีหลายชนิด ได้แก่ ascorbic acid, KNO_3, selenium, salicylic acid (SA) และ folic acid (FA) เป็นต้น [4-6] โดย SA เป็นสารประกอบฟีนอลิก จัดอยู่ในกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสามารถสร้างได้เองในธรรมชาติ แต่พบในปริมาณน้อยมาก ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ กระตุ้นการทำงานของกรดอะมิโนและโปรตีน สามารถส่งสัญญาณการทำงานของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนให้ต่อต้านการบุกรุกของเชื้อโรค และทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระได้โดยตรงโดยยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ในการแย่งชิงอิเลคตรอนจากอนุมูลอิสระที่เกิดจากกระบวนการออกซิเดชัน [3,7] ส่วน FA หรือวิตามินบี 9 เป็นวิตามินที่สามารถละลายได้ในน้ำ พืชสังเคราะห์ได้เองในธรรมชาติ ทำหน้าที่ควบคุมการสังเคราะห์และซ่อมแซมดีเอ็นเอ การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโต สามารถกระตุ้นความงอก ความแข็งแรงและการเจริญเติบโตของต้นกล้า กระตุ้นการสร้างสารประกอบฟีนอลิกและการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็นได้ในพืช [8,9] ปัจจุบันมีการศึกษาการใช้สารละลาย SA และ FA ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดหลายชนิด เช่น พริกขี้หนู [10,11] มะเขือเทศ [12] ผักกาดเขียวปลี [13] ดอกคำฝอย [14] ข้าวโพด [15] ถั่วลันเตา [16] เป็นต้น ผักบุ้งจีนเป็นผักที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นผักเศรษฐกิจที่ส่งออกในรูปผักสดและเมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตาม การปลูกผักบุ้งจีนด้วยเมล็ดยังมีปัญหางอกช้าและไม่สม่ำเสมอ [17] ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการ priming ด้วยสารละลาย SA และ FA ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ ต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดผักบุ้งจีนพันธุ์ยอดไผ่ 9 จากบริษัท อีสท์ เวส ซีด จำกัด มาทำ priming โดยแช่ในสารละลาย SA ความเข้มข้น 0, 10^{-6}, 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที หรือแช่เมล็ดในสารละลาย FA ความ

เข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 μM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที อัตราส่วนเมล็ดต่อสารละลาย 1 : 10 โดยปริมาตร เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) เมื่อครบกำหนดนำเมล็ดมาล้างน้ำไหล 5 นาที จากนั้นนำไปผึ่งที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง นำเมล็ดมาศึกษา

2.1 ความงอก นำเมล็ดที่ผ่านการทำ priming ทุกสิ่งทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาเพาะแบบ BP (between paper) บันทึกจำนวนต้นกล้าปกติเมื่ออายุ 4 วัน หลังเพาะเมล็ด (first count) และ 10 วันหลังเพาะเมล็ด (final count) พร้อมทั้งประเมินต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดที่ไม่งอก คือ เมล็ดแข็ง เมล็ดสด และเมล็ดตาย นำข้อมูลจำนวนต้นกล้าปกติมาคำนวณ % ความงอก

2.2 ความแข็งแรง ศึกษาความแข็งแรงของเมล็ด ดังนี้

2.2.1 ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean time to germination, MTG) นำเมล็ดที่เตรียมไว้ทุกสิ่งทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด นำมาเพาะเช่นเดียวกับข้อ 2.1 ประเมินต้นกล้าปกติในแต่ละวันแล้วนำมาคำนวณค่า MTG [18] จากสูตร

$$MTG = \sum (T_i \times N_i) / \sum N_i$$

เมื่อ N_i = จำนวนต้นกล้าปกติในแต่ละวันหลังเพาะเมล็ด และ T_i = จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด

2.2.2 ความงอกในแปลง (field emergence) นำเมล็ดที่เตรียมไว้ทุกสิ่งทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาเพาะในกระถางพลาสติกขนาด 15 x 70 x 15 ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) ที่บรรจุด้วยดินผสมและปุ๋ยคอก อัตรา 4 : 1 โดยปริมาตร วางกระถางพลาสติกไว้ในโรงเรือนทดลองและให้น้ำทุกวัน บันทึกจำนวนต้นกล้าที่งอกเมื่ออายุ 10 วันหลังเพาะเมล็ด

2.2.3 การเจริญเติบโตของต้นกล้า จากการทดสอบความงอกในแปลงตามข้อ 2.2.2 เมื่อต้นกล้าอายุ 10 วัน หลังเพาะเมล็ด บันทึกการเจริญเติบโตของต้น โดยสุ่มซ้ำละ 10 ต้น ดังนี้ ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและแห้งของต้นและราก โดยน้ำหนักแห้งอบที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 72 ชั่วโมง

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และ 6 x 4 factorial in CRD ร่วมกับ control เมื่อ priming เมล็ดด้วย SA และ FA ตามลำดับ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรม SAS

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

การ priming เมล็ดผักบุ้งด้วยสารละลาย SA ความเข้มข้น 0, 10^{-6}, 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที มีความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming อย่างมีนัยสำคัญ ความเร็วในการงอกตอบสนองต่อ SA เช่นเดียวกับความงอก แต่เมื่อทดสอบความงอกในแปลง พบว่าการ priming หรือไม่ได้ทำ priming มีความงอกในแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีนเมื่ออายุ 10 วันหลังหยอดเมล็ด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการแช่เมล็ดผักบุ้งจีนในสารละลาย SA ความเข้มข้นต่าง ๆ นาน 30 นาที ไม่สามารถกระตุ้นความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดได้ รวมทั้งไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้า เมล็ดโดยทั่วไปมักตอบสนองต่อ SA ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ เช่น Korkmaz [19] แช่เมล็ดพริกหวานในสารละลาย SA ความเข้มข้น 0.1 mM สามารถกระตุ้นความงอกได้

ตารางที่ 1 ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดผักบุ้งจีนที่ผ่านการทำ priming โดยแช่ในสารละลาย salicylic acid (SA) ความเข้มข้น 0, 10^{-6}, 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที

salicylic acid (M)	Germination (%)	Seed vigor	
		MTG[1] (days)	Field emergence (%)
Control[2]	64.00 ± 6.50[b3]	7.8 ± 0.4[a]	67.00 ± 5.30
0	74.50 ± 6.80[a]	6.7 ± 0.4[b]	72.50 ± 3.00
10^{-6}	78.50 ± 6.00[a]	6.6 ± 0.3[b]	65.50 ± 5.30
10^{-4}	73.00 ± 2.60[a]	6.6 ± 0.4[b]	69.00 ± 3.80
10^{-2}	76.00 ± 3.70[a]	6.8 ± 0.5[b]	67.50 ± 7.00
F-test	*	**	ns
C.V. (%)	7.30	5.80	7.40

[1]MTG = ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean time to germination); [2]Control = เมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming; [3]ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT, *มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, **มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและแห้งของต้นและราก ของต้นกล้าผักบุ้งจีน อายุ 10 วัน หลังเพาะเมล็ด ที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่เมล็ดผ่านการทำ priming โดยแช่ในสารละลาย salicylic acid ความเข้มข้น 0, 10^{-6}, 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที

salicylic acid (M)	Plant height (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (mg/plant)		Dry weight (mg/plant)	
			Shoot	Root	Shoot	Root
Control[1]	2.1 ± 0.2[2]	6.1 ± 0.3	344.3 ± 37.4	100.3 ± 10.9	23.1 ± 3.4	5.0 ± 0.8
0	2.3 ± 0.1	5.7 ± 0.7	374.8 ± 18.3	96.5 ± 14.5	26.8 ± 2.9	3.8 ± 0.5
10^{-6}	2.2 ± 0.2	6.2 ± 0.3	390.8 ± 15.6	97.8 ± 8.4	26.8 ± 2.1	4.3 ± 1.3
10^{-4}	2.3 ± 0.2	5.7 ± 0.7	394.3 ± 44.8	102.8 ± 8.7	27.3 ± 2.8	3.0 ± 0.8
10^{-2}	2.2 ± 0.2	6.3 ± 0.2	394.0 ± 49.3	114.6 ± 13.8	26.8 ± 2.9	5.3 ± 2.2
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.60	7.80	9.50	11.30	10.20	29.90

[1]Control = เมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming; [2]ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาในการงอกอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อความเข้มข้นของสารละลาย SA เพิ่มขึ้นกลับทำให้ความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าลดลง เช่นเดียวกับ Khan และคณะ [20] แช่เมล็ดพริกขี้หนูในสารละลาย SA ความเข้มข้น 0.8 mM นาน 48 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นความงอก ความแข็งแรงและความสม่ำเสมอของต้นกล้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าความเข้มข้นของสารละลาย SA เกิน 1 mM จะยับยั้งความงอกและลดความแข็งแรงของต้นกล้าลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผักบุ้งจีนแม้ว่าจะใช้สารละลาย SA ความเข้มข้นสูง (10^{-2} M) หรือต่ำ (10^{-6} M) ก็ไม่สามารถกระตุ้นความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดได้ ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าผักบุ้งจีนอาจไม่ตอบสนองต่อการให้ SA จากภายนอกหรือระยะเวลาที่ใช้ในการแช่อาจไม่เหมาะสม ซึ่งการทดลองนี้ทำ priming เมล็ดผักบุ้งจีนใช้เวลาเพียง 30 นาที อาจทำให้กระบวนการเมแท บอลิซึมและการเตรียมพร้อมในการงอกเกิดขึ้นน้อยและยังไม่สมบูรณ์ จึงส่งผลให้การงอกเกิดขึ้นช้า ซึ่งแตกต่างจากการ priming เมล็ดผักชี พบว่าการแช่เมล็ดในน้ำนาน 8 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความงอกและความแข็งแรงได้อย่างมีนัยสำคัญ [21]

การ priming เมล็ดผักบุ้งจีนด้วยสารละลาย FA ที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 μM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที รวมทั้งเมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming มีความงอก ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกและความงอกในแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 3) และส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีนที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่ผ่านการ priming ด้วย FA ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) แสดงว่าการทำ priming เมล็ดผักบุ้งจีนในสารละลาย FA ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ ไม่สามารถกระตุ้นความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีนได้ ซึ่งแตกต่างจากพืชชนิดอื่น ๆ เช่น Burguieres และคณะ [16] พบว่าการแช่เมล็ดถั่วลันเตาในสารละลาย FA ความเข้มข้น 50 μM นาน 12-48 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นความงอก มีความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดต้นและรากของต้นกล้าถั่วลันเตาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ หรือ El-Saidy และคณะ [22] แช่เมล็ดทานตะวันในสารละลาย FA ความเข้มข้น 1.09×10^{-4} M นาน 8 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าการใช้สารละลาย FA ในการกระตุ้นความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าในพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน อาจจะเป็นไปได้ที่ความเข้มข้นของสารละลาย FA ที่ใช้กับเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนยังไม่เหมาะสม หรือผักบุ้งจีนไม่ตอบสนองต่อการให้ FA จากภายนอก

การแช่เมล็ดผักบุ้งจีนในน้ำ (hydropriming) สามารถกระตุ้นความงอกได้เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้แช่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพเริ่มต้นค่อนข้างต่ำ เมื่อผ่านการแช่น้ำ 30 นาที เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) ในทางตรงกันข้ามเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนที่มีคุณภาพเริ่มต้นค่อนข้างดี การแช่เมล็ดในน้ำไม่สามารถเพิ่มความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดได้ (ตารางที่ 3) ซึ่งแตกต่างกับเมล็ดเมล็ดผักชี (*Coriandrum sativum* L.) และผักชีฝรั่ง (*Eryngium foetidum* L.) เมื่อนำเมล็ดคุณภาพเริ่มต้นดีมาทำ hydropriming พบว่าความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ [21,23]

ตารางที่ 3 ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดผักบุ้งจีนที่ผ่านการทำ priming โดยแช่ในสารละลาย folic acid ความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 μM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที

Treatment	Germination (%)	Seed vigor	
		MTG[1] (days)	Field emergence (%)
Control[2]	81.5 ± 2.9[3]	8.4 ± 1.3	71.50 ± 8.70
Folic Acid (μM)			
0	81.70 ± 12.30	8.1 ± 1.7	76.40 ± 6.30
25	80.40 ± 8.10	7.9 ± 1.3	79.30 ± 7.90
50	84.40 ± 4.40	8.0 ± 1.7	82.10 ± 4.90
100	83.40 ± 6.50	8.1 ± 1.9	79.50 ± 6.80
200	83.30 ± 5.90	8.3 ± 1.7	80.60 ± 7.80
400	85.80 ± 5.50	8.1 ± 1.7	78.00 ± 9.40
Time (min.)			
30	84.30 ± 6.00	8.3 ± 1.6[a]	78.80 ± 6.90
60	82.40 ± 10.20	8.8 ± 1.3[a]	79.50 ± 8.30
120	81.90 ± 10.10	6.8 ± 1.5[b]	80.30 ± 5.50
180	85.10 ± 6.50	8.5 ± 1.4[a]	78.70 ± 8.50
Folic acid (F)	ns	ns	ns
Time (T)	ns	**	ns
FxT	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.30	19.00	9.60
Control VS others	ns	ns	ns

[1]MTG = ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean time to germination); [2]Control = เมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming; [3]ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT: *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, **มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4 ความสูงต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและแห้งของต้นและราก ของต้นกล้าผักบุ้งจีน อายุ 10 วัน หลังเพาะเมล็ด ที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่เมล็ดผ่านการทำ priming โดยแช่ในสารละลาย folic acid ความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 μM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที

Treatment	Plant height (cm)	Root length (cm)	Fresh weight (mg/plant)		Dry weight (mg/plant)	
			Shoot	Root	Shoot	Root
Control[1]	3.8 ± 0.9[b2]	6.3 ± 0.3	578.0 ± 100.1	154.5 ± 20.4	41.0 ± 12.0[a]	5.3 ±0.5
Folic acid (μM)						
0	4.5 ± 0.4[a]	7.1 ± 0.8	633.3 ± 61.9	148.4 ± 24.8	34.0 ± 4.9[b]	5.5 ± 0.8
25	3.8 ± 0.8 [b]	6.6 ± 1.0	568.9 ± 105.5	140.8 ± 20.6	31.4 ± 5.3[b]	4.6 ± 0.9
50	3.9 ± 0.5[b]	6.7 ± 1.0	597.3 ± 85.9	149.1 ± 19.0	29.3 ± 3.1[b]	5.0 ± 1.0
100	3.6 ± 0.5[b]	7.6 ± 1.5	554.5 ± 117.8	146.0 ± 15.7	32.6 ± 5.6[b]	5.1 ± 1.1
200	3.9 ± 0.5[b]	7.1 ± 1.1	560.8 ± 64.4	148.3 ± 16.6	32.6 ± 5.6[b]	5.0 ± 1.4
400	3.8 ± 0.7[b]	7.2 ± 1.1	584.6 ± 109.9	153.8 ± 23.6	30.9 ± 4.3[b]	5.3 ± 0.9
Time (min.)						
30	3.9 ± 0.5	7.1 ± 1.4	605.3 ± 109.7	146.6 ± 17.2	31.5 ± 5.5[b]	5.2 ± 1.0
60	4.0 ± 0.7	6.9 ± 1.0	595.5 ± 84.6	148.0 ± 19.4	32.3 ± 5.8[b]	5.1 ± 0.9
120	3.9 ± 0.7	7.0 ± 0.9	558.7 ± 95.1	145.5 ± 25.7	30.9 ± 5.8[b]	5.1 ± 1.0
180	3.8 ± 0.6	7.1 ± 1.2	573.5 ± 86.8	150.8 ± 18.3	31.8 ± 5.3[b]	4.9 ± 1.3
Folic acid (F)	**	ns	ns	ns	*	ns
Time (T)	ns	ns	ns	ns	*	ns
FxT	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.00	15.70	15.60	13.90	18.90	20.40
Control VS others	*	ns	ns	ns	*	ns

[1]Control = เมล็ดที่ไม่ได้ทำ priming; [2]ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามหลังด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT, *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %, **มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %, ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. สรุป

การทำ priming โดยการแช่เมล็ดผักบุ้งจีนในสารละลาย SA ความเข้มข้น 0, 10^{-6}, 10^{-4} และ 10^{-2} M นาน 30 นาที หรือ FA ความเข้มข้น 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 μM นาน 30, 60, 120 และ 180 นาที มีความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้น

กล้าผักบุ้งจีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกสิ่งทดลอง

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Raymond, A.T.G., 2009, Vegetable Seed Production, 3rd Ed., CABI, 320 p.

[2] Copeland, L.O. and McDonald, M.B., 1995, Principles of Seed Science and Technology, 3rd Ed., Chamman and Hall, 409 p.

[3] Bailly, C., 2004, Active oxygen species and antioxidants in seed biology, Seed Sci. Res. 14: 93-107.

[4] Dolatabadian, A. and Sanavy, S.A.M., 2008, Effect of the ascorbic acid, pyridoxine and hydrogen peroxide treatments on germination, catalase activity, protein and malondialdehyde content of three oil seeds, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 36: 61-66.

[5] Shim, S.I., Moon, C.S., Raymer, P. and Kim, W., 2008, Effect of potassium nitrate on seed germination of *Seashore paspalum*, HortScience 43: 2259-2262.

[6] Chen, C.C. and Sung, J.M., 2001, Priming bitter gourd seeds with selenium solution enhances germinability and antioxidative responses under sub-optimal temperature, Physiologia Plantarum 111: 9-16.

[7] จริงแท้ ศิริพานิช, 2553, ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, ศูนย์ส่งเสริมและการฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม, 453 น.

[8] Gara, D.L., Pinto, M.C.D., Moliterni, V.M.C. and Egidio, M.G.D., 2003, Redox regulation and storage processes during maturation in kernels of *Triticum durum*, J. Exp. Bot. 54: 249-258.

[9] Popova, T.N., Igamberdiev, A.U. and Velichko, Y.I., 1995, Metabolism of [5-C-14] glutamate in plants after inhibiting electron transport in mitochondria, Russia. J. Plant Physiol. 42: 500-550.

[10] Khan, H.A., Pervez, M.A., Ayub, C.M., Ziaf, K., Balal, R.M., Shahid, M.A. and Akhtar, N., 2009, Hormonal priming alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.), Plant Soil Env. 28: 130-135.

[11] นุชกานต์ ศิลป์ประสิทธิ์, 2555, ผลของ salicylic acid ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกขี้หนู (*Capsicum annuum* L.), ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 24 น.

[12] Ghoohestani, A., Gheisary, H., Zahedi, M. and Dolatkhahi, 2012, Effect of seed priming of tomato with salicylic acid, ascorbic acid and hydrogen peroxide on germination and plantlet growth in saline conditions, Int. J. Agro. Plant Prod. 3: 700-704.

[13] Goel, S., 2012, Effect of salicylic acid on growth and oxidative metabolism of *Brassica jancea* and *Trigonella foenumgraceum* under cadmium and lead stress, Plant Archives, 12: 173-180.

[14] Jam, B.J., Shekari, F., Azimi, M.R. and Zangani, E., 2012, Effect of priming by salicylic acid on germination and seedling growth of safflower seeds under $CaCl_2$ stress, Int. J. Agri. Res. Rev. 2: 1097-1105.

[15] Ahmad, I., Khaliq, T., Ahmad, A., Basra, S.M.A., Hasnain, Z. and Ali, A., 2012, Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize, Afr. J. Biotechnol. 11: 1127-1132.

[16] Burguieres, E., McCue, P., Kwon, Y.I. and Shetty, K., 2007, Effect of vitamin C and folic acid on seed vigour response and phenolic-linked antioxidant activity, Biores. Technol. 98: 1393-1404.

[17] ศรานนท์ เจริญสุข, 2539, หนังสือคู่มือการเกษตรผักสวนครัว, ส่งเสริมอาชีพธุรกิจเพชรกะรัต จำกัด, กรุงเทพฯ, 264 น.

[18] Geneve, R.L., 2005, Vigour Testing in Flower Seeds, pp. 311-332 In McDonald, M.B. and Kwong, F.Y. (Eds.), Flower Seeds Biology and Technology, CABI Publishing.

[19] Korkmaz, A., 2005, Inclusion of acetyl salicylic acid and methyl jasmonate into the priming solution improve low-temperature germination and emergence of sweet pepper, HortScience 40: 197-200.

[20] Khan, H.A., Pervez, M.A., Ayub, C.M., Ziaf, K., Balal, R.M., Shahid, M.A. and Akhtar, N., 2009, Hormonal priming alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.), Soil Env. 28: 130-135.

[21] ภาณุมาศ ฤทธิไชย และอติพร พิพัฒน์กรสกุล, 2551, ผลของวิธี hydropriming ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักชี, ว.แก่นเกษตร 36: 235-240.

[22] El-Saidy, A.E.A., Farouk, S. and El-Ghany, H.M., 2011, Evaluation of different seed priming on seedling growth, yield and quality component in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars, Trends Appl. Sci. Res. 6: 977-991.

[23] สาวิตรี มังกรแก้ว, 2554, ผลของ hydropriming ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักชีฝรั่ง (*Eryngium foetidum* L.), ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 25 น.