

การใช้ประโยชน์ของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพดอกดาวเรือง

The utilization of chitosan on growth and flower quality of marigold

สุพิชญา เหลืองธนาวัฒน์¹, สุภชัย อัมภา^{1*}, ธงชัย มาลา¹ และ กษิดิเดช ธีรนิตยาธาร²

Supichaya Lueangthanawat¹, Suphachai Amkha^{1*}, Thongchai Mala¹

and Karsidete Teeranitayatarn²

บทคัดย่อ: เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ของสารไคโตซานต่อการเจริญเติบโต คุณภาพดอก ปริมาณกรดซาลิสิกไซคลิก สารประกอบฟีนอล และสมบัติบางประการของดินที่ปลูกดาวเรือง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 8 ซ้ำ และ 5 ดำรับทดลอง คือ ดำรับที่ 1 ไม่ให้ไคโตซาน (ดำรับควบคุม) ดำรับที่ 2 ให้ไคโตซานเข้มข้น 1.2 มก./ล. ดำรับที่ 3 ให้ไคโตซานเข้มข้น 2.4 มก./ล. ดำรับที่ 4 ให้ไคโตซานเข้มข้น 1.2 มก./ล. + จุลธาตุ และดำรับที่ 5 ให้ไคโตซานเข้มข้น 2.4 มก./ล. + จุลธาตุ ผลการทดลองพบว่า การให้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.2 และ 2.4 มก./ล. ร่วมกับจุลธาตุ ส่งเสริมให้ดาวเรืองมีจำนวนดอกมาก ขณะที่การให้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 2.4 มก./ล. ร่วมกับจุลธาตุ ให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของดาวเรืองสูงที่สุด และส่งเสริมให้พืชมีการสร้างกรดซาลิสิกไซคลิก และสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้น รวมทั้งส่งผลให้มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าดำรับควบคุม

คำสำคัญ: กรดซาลิสิกไซคลิก, ไคโตซาน, ดาวเรือง, สารประกอบฟีนอล, อัตราการเติบโต

ABSTRACT: The utilization of chitosan on growth, flower quality, salicylic acid content, phenol compound in marigold and some soil properties were investigated. The experimental design used Completely Randomized Design (CRD) with 8 replications and 5 treatments as following by non-chitosan applied (treatment 1; control), chitosan applied at 1.2 mg/L (treatment 2), chitosan applied at 2.4 mg/L (treatment 3), chitosan at 1.2 mg/L with micronutrient applied (treatment 4) and chitosan at 2.4 mg/L with micronutrient applied (treatment 5). The results showed that chitosan at a rate 1.2 and 2.4 mg/L combine with micronutrient application increased the number of flower in marigold. In addition, the chitosan at a rate 2.4 mg/L combine with micronutrient application gave the highest of fresh and dry weight of marigold, and promoted salicylic acid content and phenol compound in marigold, including with increased cation exchangeable capacity of soil higher than control.

Keywords: salicylic acid, chitosan, marigold, phenol compound, growth rate

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, KamphaengSan Campus,

² บริษัทกรีน อินโนเวทีฟ ไบโอเทคโนโลยี จำกัด

Green Innovative Biotechnology Co., Ltd.

* Corresponding author: agrscak@ku.ac.th

บทนำ

ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.; Marigold) เป็นไม้ตัดดอกที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นไม้ตัดดอกที่เติบโตได้ดีทุกสภาพพื้นที่และทุกฤดูกาลของประเทศไทย มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 60-70 วัน โดยประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกดาวเรืองประมาณ 9,500 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) ในปัจจุบันการปลูกดาวเรืองเพื่อตัดดอกขายแล้ว ยังถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ รวมทั้งประดับตามอาคาร บ้านเรือน และสถานที่ต่างๆ (อภิรดี และคณะ, 2550) อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญของการปลูกดาวเรือง คือ คุณภาพดอก ขนาดของดอก รวมทั้งโรคและแมลง ส่งผลให้เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี ราคาสูง และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง การใช้สารชีวภาพในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคและแมลง ซึ่งไคโตซานเป็นสารชีวภาพในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญ เนื่องจากไคโตซานเป็นสารพอลิเมอร์ที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถสกัดได้จากเปลือกของกุ้งหรือปู และแมลงตลอดจนเชื้อราและเห็ดบางชนิด ที่มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้ง่าย รวมทั้งมีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ จึงสามารถช่วยให้เซลล์พืชแข็งแรงและรักษาคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรได้ (Shadihi et al., 1999; Chang et al., 2003; เยาวพา, 2555; วรณิศาและพรไพรินทร์, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ Young and Kauss 1983; Notsu et al., 1994 พบว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวของพืช เช่น ยีนที่สร้าง phenylalanine ammonialyase (PAL) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างสารประกอบฟีนอล เช่น ลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexin มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ รวมทั้งไคโตซานมีผลต่อ enzyme phenylalanine ammonialyase (PAL), peroxidase และ polyphenol

oxidase อาจส่งผลต่อการสังเคราะห์สารซาไลไซลิกเพิ่มขึ้นได้ เพราะ PAL เป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารซาไลไซลิก (Harborne, 1999; Romnazzi et al., 2002; Hassni et al., 2004) นอกจากนี้ไคโตซานยังช่วยลดการชะล้าง ช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจากไคโตซานประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคซามีน (glucosamin) ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมาต่อเป็นสายยาวขนาดต่างๆ เมื่อสลายตัวจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน และเพิ่มความสามารถจับกับไอออนต่างๆ หรือความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน เช่น แอมโมเนียม-ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช (รัฐ, 2543) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์ไคโตซานที่มีผลต่อการเจริญเติบโต คุณภาพดอก ปริมาณสารซาไลไซลิก สารประกอบฟีนอลในดาวเรือง และสมบัติบางประการของดินหลังการทดลอง

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 8 ซ้ำ (กระถาง) และ 5 ตำรับทดลองดังนี้ คือ

ตำรับที่ 1 ไม่ให้ไคโตซาน

ตำรับที่ 2 ให้ไคโตซานอัตรา 1 มล./ล. (ความเข้มข้น 1.2 มก./ล.)

ตำรับที่ 3 ให้ไคโตซานอัตรา 2 มล./ล. (ความเข้มข้น 2.4 มก./ล.)

ตำรับที่ 4 ให้ไคโตซานอัตรา 1 มล./ล. (ความเข้มข้น 1.2 มก./ล.) ร่วมกับจุลธาตุ อัตรา 1 มล./ล.

ตำรับที่ 5 ให้ไคโตซานอัตรา 2 มล./ล. (ความเข้มข้น 2.4 มก./ล.) ร่วมกับจุลธาตุ อัตรา 2 มล./ล.

โดยใช้สารละลายไคโตซานสำเร็จรูป 1.2 เปอร์เซ็นต์ และจุลธาตุสำเร็จรูปซึ่งประกอบด้วยเหล็ก 0.0023%, สังกะสี 0.006%, ทองแดง 0.005%, และโบรอน 0.08% ของบริษัท กรีน อินโนเวทีฟ ไบโอเทคโนโลยีจำกัด

เริ่มจากนำเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง มาเพาะลงในถาดเพาะเมล็ด โดยใช้พีทเป็นวัสดุปลูก หยอดหลุมละ 1 เมล็ดจำนวน 1 ถาด (ถาดเพาะเมล็ดขนาดมาตรฐาน 72 หลุม และมีพื้นที่ 28x54 ตารางเซนติเมตร) และรดน้ำทุกวันในปริมาณ 1 ลิตร/ถาด จนกล้าดาวเรืองมีอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการย้ายกล้าลงกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว โดยใช้ดินกระถางละ 7 กิโลกรัม และใช้ดินกำแพงแสงที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เป็นวัสดุปลูก ซึ่งเป็นดินเนื้อปานกลาง (slit; sand 25.8%, slit 59.2%, clay 15.0%) ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) เท่ากับ 0.32 dS/m ปฏิกริยาดินเป็นกลาง (pH=7.3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปานกลาง (OM=1.52%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (avail. P=46.2 mg/kg) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก (exch. K=314.0 mg/kg) ส่วนการใส่ปุ๋ยนั้นทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ในอัตราครั้งละ 3 กรัม/ต้น ที่ดาวเรืองอายุ 7 และ 21 วันหลังย้ายกล้า สำหรับการให้ไคโตซานและจุลินทรีย์ในดินด้วยวิธีการให้ทางดินในปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อกระถาง ที่ดาวเรืองอายุ 7, 14, 21, 28 และ 35 วันหลังย้ายกล้า ทำการเก็บข้อมูลได้แก่ 1) ความสูงของต้นดาวเรืองจากส่วนที่ติดผิวดินขึ้นมาจนถึงยอด ที่อายุ 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วันหลังย้ายกล้า เพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตตามวิธีของวรรณิศาและพรไพรินทร์ (2559) 2) น้ำหนักสดของต้นดาวเรืองส่วนเหนือดินที่ติดผิวดิน ที่อายุ 42 วันหลังย้ายกล้า หลังจากนั้นแบ่งตัวอย่างต้นดาวเรืองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก คือต้นดาวเรืองกระถางที่ 1, 3, 5, และ 7 นำตัวอย่างพืชไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อหา 3) น้ำหนักแห้ง และส่วนที่สอง คือต้นดาวเรืองกระถางที่ 2, 4, 6 และ 8 นำไปวิเคราะห์หา 4) ปริมาณกรดซัลฟิวริกตามวิธีการของนลินา และสุดฤดี (2552) และ 5) สารประกอบฟีนอลตามวิธีของ นิภาพร และคณะ (2557) สำหรับคุณภาพดอก ได้แก่ 6) จำนวนดอกบาน และ 7) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกที่บานเต็มที่ หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างดินในแต่ละกระถางเพื่อวิเคราะห์หาค่าปฏิกริยาดิน ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายดิน และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ในดินตามวิธีของทัศนีย์และจรงค์ (2540)

การคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (Relative Growth Rate) = $X2-X1/T2-T1$

เมื่อ $X1$ = ค่าของข้อมูลที่อายุเริ่มต้น

$X2$ = ค่าของข้อมูลที่อายุพืชสุดท้าย

$T1$ = ระยะเวลาหรืออายุพืชเริ่มต้น

$T2$ = ระยะเวลาหรืออายุของพืชสุดท้าย

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลตามวิธีการของ Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ R Program (R-language and environment for statistical computing and graphics)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากผลการทดลองการให้ไคโตซานที่มีผลต่อการเจริญเติบโตในดาวเรือง พบว่าการให้ไคโตซานส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของดาวเรืองที่อายุ 21-28 วันหลังย้ายปลูก (Days after transplant; DAT) ในทุกตำรับทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยตำรับที่ 4 ให้อัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด คือ 1.09 ซม./วัน รวมทั้งยังพบว่ามีความโน้มให้อัตราการเจริญเติบโตที่สูงในทุกช่วงอายุของการเจริญเติบโตของดาวเรือง (Figure 1) ในขณะที่ดาวเรืองในช่วงอายุ 28-42 DAT นั้น ทุกตำรับทดลองให้อัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติและมีแนวโน้มให้อัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง คืออยู่ในช่วง 0.47-1.05 ซม./วัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของสุวลีและคณะ (2546) พบว่าการให้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 3.75 มก./ล. มีผลทำให้ความสูงของพืชสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่ให้ไคโตซาน เช่นเดียวกับรายงานของ วรรณิศา และพรไพรินทร์ (2559) พบว่าการให้ไคโตซานความเข้มข้น 6, 12 และ 24 มก./ล. สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของพืชได้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่ให้ไคโตซาน แสดงให้เห็นว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของดาวเรืองได้

อย่างไรก็ตาม การให้ไคโตซานมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ตำรับที่ 4 ทำให้น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งต้นดาวเรืองสูงที่สุด คือ 313.94 และ 59.95 กรัม/ต้น ตามลำดับ (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อภิวิทย์ และคณะ (2550)

พบว่าการรดไคโตซานที่ความเข้มข้น 10, 20, 40 มก./ล. ทำให้น้ำหนักแห้งต้นมากกว่าตำรับที่ไม่ได้รดไคโตซาน เช่นเดียวกับ สุวลี และคณะ (2546) พบว่าการใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 3.75 มก./ล. มีผลทำให้น้ำหนักสดต้นคะน้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่ใช้ไคโตซาน

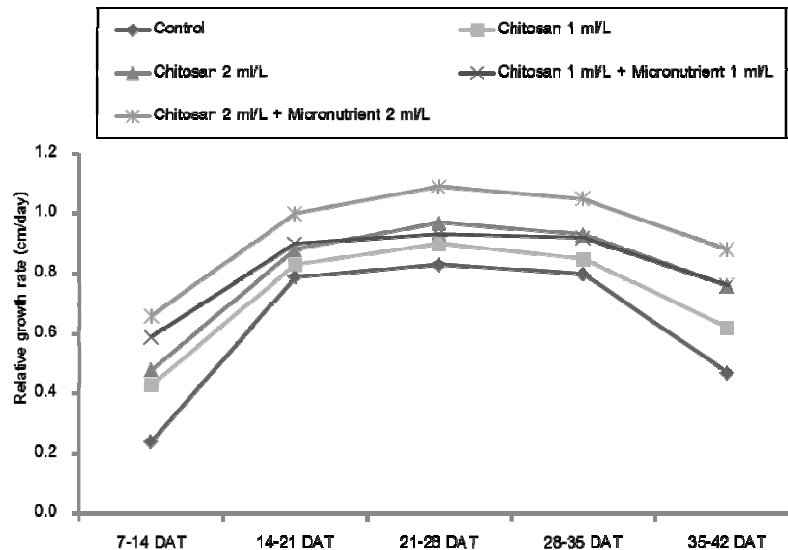


Figure 1 Effect of chitosan on relative growth rate of marigold at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 DAT (n=8).

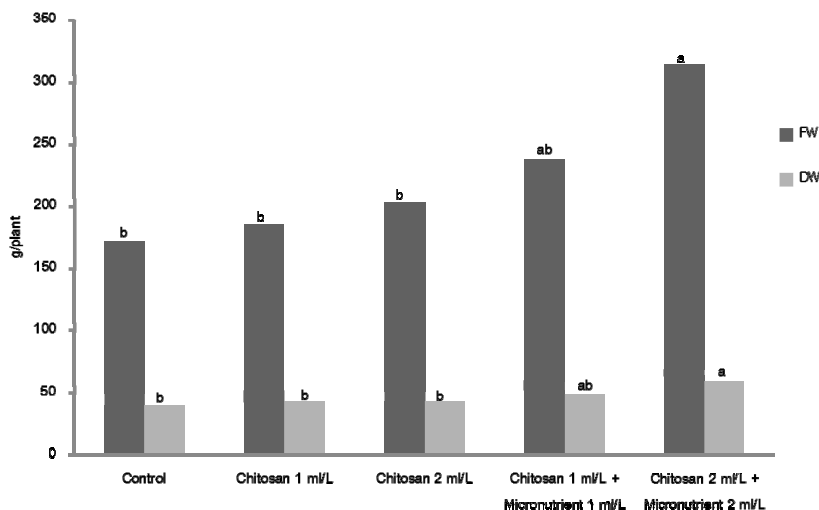


Figure 2 Effect of chitosan on fresh weight and dry weight in marigold at harvesting times (n=4).

ส่วนจำนวนดอกและขนาดของดอกดาวเรืองนั้น การให้ไคโตซานมีผลต่อจำนวนดอกของดาวเรือง และให้จำนวนดอกดาวเรืองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) โดยตำรับที่ 3 และ 4 ส่งเสริมให้มีจำนวนดอกของดาวเรืองมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การให้ไคโตซานอย่างเดียว แสดงให้

เห็นว่าจำนวนดอกที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นอิทธิพลจากการให้ปุ๋ยจุลธาตุที่เพิ่มขึ้น แต่การให้ไคโตซานและไคโตซาน ร่วมกับการให้ปุ๋ยจุลธาตุไม่มีผลต่อขนาดดอกของ ดาวเรือง แม้ว่า การให้ปุ๋ยจุลธาตุร่วมด้วยจะทำให้ ขนาดดอกใหญ่กว่าตำรับอื่น

Table 1 Effect of chitosan on flower size, number of flowers, salicylic acid and phenolic compound in leaves of marigold.

Treatment	Flower size (cm)	Number of flowers/plant	Salicylic acid ($\mu\text{g/g}$ FW)	Phenol compound ($\mu\text{g/g}$ FW)
Control	6.20	19 c	0.009 c	0.124 c
Chitosan 1 ml/L	6.46	24 b	0.011 b	0.124 c
Chitosan 2 ml/L	6.43	25 b	0.011 b	0.128 bc
Chitosan 1 ml/L + Micronutrient 1 ml/L	6.53	28 a	0.013 a	0.138 b
Chitosan 2 ml/L + Micronutrient 2 ml/L	6.66	28 a	0.013 a	0.162 a
F-test	ns (n=8)	* (n=8)	*(n=4)	** (n=4)
CV.(%)	8.19	11.14	12.32	19.69

Mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using by DMRT. ns = not significantly different at $P>0.05$ and * indicated significant difference at $P<0.05$

สำหรับการให้ไคโตซานต่อปริมาณสารซาลิไซลิก และสารประกอบฟีนอลในดาวเรือง พบว่า การให้ไคโตซาน ส่งผลให้ปริมาณกรดซาลิไซลิก และสารประกอบ ฟีนอลมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) โดยการให้ไคโตซานร่วมกับจุลธาตุ (ตำรับ ที่ 3 และ 4) ส่งผลให้มีปริมาณกรดซาลิไซลิกเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าปริมาณกรดซาลิไซลิกที่เพิ่มขึ้นน่าจะ ได้รับอิทธิพลของจุลธาตุ รวมทั้งอาจเนื่องมาจากการ ให้ไคโตซานด้วย เพราะไคโตซานสามารถชักนำการ แสดงออกของยีนที่สร้าง PAL ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการ สังเคราะห์กรดซาลิไซลิก ทำให้พืชมีการสังเคราะห์กรด ซาลิไซลิกเพิ่มขึ้น (Harborne, 1999; Romnazzi et al., 2002; Hassni et al., 2004) ซึ่งสอดคล้องกับ วรณิศา และพรไพรินทร์ (2559) พบว่าการให้ไคโตซาน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นการสังเคราะห์กรด ซาลิไซลิกในใบพริกสูงสุดเมื่อเทียบกับตำรับควบคุมที่ ไม่มีการให้ไคโตซาน และตำรับที่ 5 ก็ส่งผลให้มีปริมาณ

สารประกอบฟีนอลเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (Table 2) แสดง ให้เห็นว่าไคโตซานร่วมกับจุลธาตุสามารถช่วยกระตุ้น การสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Fahrendorf et al. (1995) และ Sarkar et al. (2010) รายงานว่า เมื่อพืชได้รับสารส่งสัญญาณ (elicitor) ส่ง ผลให้พืชอาจสร้างระบบป้องกันตัวโดยสร้างเอนไซม์ glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) ซึ่งเป็นเอนไซม์ใน pentose phosphate pathway (PPP) และจะสร้างสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการ สังเคราะห์สารประกอบฟีนอลได้ เช่นเดียวกับ Kim et al. (2005) รายงานการให้ไคโตซานในโหระพาความ เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ช่วยกระตุ้นการสร้างสาร ประกอบฟีนอลและการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (radical scavenging) โดยวิธี DPPH เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3.5 เท่า นอกจากนี้ Srisornkompon et al. (2014) รายงานว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อ ลิตร สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลในใบแก่

ของชาได้ถึง 57 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าไคโตซานอาจจะไปเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่ควบคุมวิธีการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล และกรดซาลิไซลิก โดยกระตุ้นกิจกรรมของ PAL ในพืช (Inui et al., 1997; Khan et al., 2002) ดังนั้นการที่ดาวเรืองมีปริมาณกรดซาลิไซลิกและสารประกอบฟีนอลที่เพิ่มขึ้น ทำให้พืชมีภูมิคุ้มกันต้านทานการเข้าทำลายของโรคและแมลง ซึ่งอาจส่งผลให้ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ ทำให้ช่วยลดต้นทุนการผลิตจากการใช้สารเคมีในการปลูกดาวเรือง รวมทั้งทำให้พืชทนต่อภาวะแห้งแล้ง หนาวเย็น หรือความเครียดทางสภาพแวดล้อมอื่นๆ ได้ เนื่องจากพืชกระตุ้นสร้างภูมิคุ้มกันให้ตัวพืชเอง โดยกรดซาลิไซลิกเป็นสารส่งสัญญาณ เมื่อพืชถูกกระตุ้นด้วยสารส่งสัญญาณเหล่านี้ จะทำให้พืชมีการแสดงออกของการป้องกันตนเอง โดยผลิตสารที่ต่อต้านเชื้อสาเหตุโรค เช่น phytoalexin และสารประกอบฟีนอล เป็นต้น (Conrath, 2009) จึงเป็นสาเหตุทำให้ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ ซึ่งจากกลไกการทำงานของกรดซาลิไซลิก และไคโตซานแสดงให้เห็นว่ามีบทบาทในการควบคุมการเข้าทำลายของ โรค แมลง และการสร้างสารทุติยภูมิ (Raskin, 1992; Supapvanich and Promyou, 2013; Aghdam and Bodbodak, 2013) เมื่อพิจารณาค่าปฏิกิริยาดินหลังการทดลองพบว่า การให้ไคโตซานมีผลทำให้ค่าปฏิกิริยาดินลดลงและมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อ

เทียบกับตำรับควบคุม (Table 2) ทั้งนี้เพราะไคโตซานที่ใช้ในการทดลองนี้มีฤทธิ์เป็นกรด ($\text{pH} = 4.0$) ส่งผลให้สารละลายดินมีความเข้มข้นของ H^+ เพิ่มขึ้น ทำให้ค่า pH ของดินลดลง ขณะที่ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินหลังการทดลอง พบว่า การให้ไคโตซานมีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับควบคุม (Table 2) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไคโตซานประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคซามีน (glucosamin) ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมาต่อเป็นสายยาวขนาดต่างๆ เมื่อสลายตัวจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน และเพิ่มความสามารถจับกับไอออนต่างๆ หรือความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน เช่น แอมโมเนียม-ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แล้วค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช (รัฐ, 2543) อย่างไรก็ตาม การให้ไคโตซานร่วมกับจุลธาตุ (ตำรับที่ 3 และ 4) ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายดินหลังการทดลองเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับควบคุม (Table 2) ขณะที่การให้ไคโตซานอย่างเดียวไม่มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายดินเพิ่มขึ้นและไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม แสดงให้เห็นได้ว่าค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายดินที่เพิ่มขึ้นน่าจะได้รับอิทธิพลจากจุลธาตุที่ให้เพิ่ม ทำให้ในสารละลายดินมีความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้น

Table 2 Effect of chitosan on soil pH, electrical conductivity (EC_e) in soil and cation exchange capacity (CEC) of soil.

Treatment	Soil pH	EC _e (dS/m)	CEC (cmol/kg)
Control	7.37 a	0.32 c	11.80 b
Chitosan 1 ml/L	7.05 b	0.33 c	14.01 a
Chitosan 2 ml/L	6.92 bc	0.35 c	15.11 a
Chitosan 1 ml/L + Micronutrient 1 ml/L	6.78 cd	0.41 b	15.02 a
Chitosan 2 ml/L + Micronutrient 2 ml/L	6.58 d	0.54 a	15.27 a
F-test	** (n=8)	** (n=8)	* (n=8)
CV. (%)	3.65	6.67	12.91

Mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using by DMRT.

* indicated significant difference at $P < 0.05$ and ** indicated significant difference at $P < 0.01$

สรุป

การให้ไคโตซานอัตรา 2 มล./ล. (ความเข้มข้น 2.4 มก./ล.) ร่วมกับจุลธาตุอัตรา 2 มล./ล. (ตำรับที่ 5) ส่งผลจำนวนดอกบาน น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ปริมาณกรดซาลิไซลิก และสารประกอบฟีนอลในดาวเรืองเพิ่มขึ้น ขณะที่การให้ไคโตซานส่งผลให้ค่าความจุแล็กเปลี่ยนแคตไอออนในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถจับกับไอออนต่างๆ หรือความจุแล็กเปลี่ยนแคตไอออนในดินได้ดี

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ Green Innovative Biotechnology Co., Ltd. ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. สถานการณ์การผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรของประเทศไทย. สำนักพัฒนาเกษตรกร, กรุงเทพฯ.
- ทักษิณี อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทรเจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นลินา เหมสนธิ และ สุธฤติ ประเทืองวงศ์. 2552. *Pseudomonas fluorescens* SP007s กระตุ้นให้คะน้ำสร้าง salicylic acid เพื่อดำเนินการเกิดโรคขอบใบทอง. น. 611-620. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. สาขาพืช.
- นิภาพร ยลสวัสดิ์, มณฑินี ธีรารักษ์ และ จำริญ เล้าสินวัฒนา. 2557. การประเมินความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระและการจับโลหะและปริมาณฟีนอลิกจากใบทุเรียน 10 พันธุ์. แก่นเกษตร. 42(3): 88-93.
- เยาวพา สุวดีติ. 2555. ไคโตซานกับการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์. 2. เพื่อการวิจัยและพัฒนา องค์การเกษตร. 19(4): 4-5.
- รัฐ พิษยางกูร. 2543. คุณสมบัติและกลไกการทำงานของสารไคติน-ไคโตซานที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. ใน: การประชุมเรื่อง “เกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน” วันที่ 18 กุมภาพันธ์ ห้องสุธรรมอารีกุล อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วรรณิศา ปัทมะภูษิต และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2559. ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณกรดซาลิไซลิกในพริกชี้หนู. แก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1): 142-146.
- สุวลี จันทรกระจ่าง, เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยสกุล และ สมชาย ส่วนต่าย. 2546. ผลของการใช้ไคโตซานในการปลูกพืชผักสวนครัวแบบผสมผสาน. น. 158-160. ใน: การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย 17-18 กรกฎาคม 2546. อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อภิรดี อุทัยรัตน์กิจ และ กุลนาถ ออบสุวรรณ. 2550. ผลของสารไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง. ว. วิทย. กษ. 38(6): 200-203.
- Aghdam, M.S., and S. Bodbodak. 2013. Physiological and biochemical mechanism regulating chilling tolerance in fruit and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments. Sci. Hort. 156: 73-85.
- Chang, K.L.B., Y.S. Lin, and R.H. Chen. 2003. The effect of chitosan on the gel properties of tofu (soybean curd). J. Food Eng. 57: 315-319.
- Conrath, U. 2009. Priming of induced plant defense responses. Adv. Bot. res. 51: 361-395.
- Fahrendorf, T., W. Ni, B.S. Shorroosh, and R.A. Dixon. 1995. Stress responses in alfalfa (*Medicago sativa* L.) XIX. Transcriptional activation of oxidative pentose phosphate pathway genes at the onset of the isoflavonoid phytoalexin response. Plant Mol. Biol. 28: 885-900.
- Harborne, J.B. 1999. Chemicals from Plants, Perspectives on Secondary Plant Products. Imperial College Press.
- Hassni, M., A. El Hadrami, F. Daayf, E.A. Barka, and I. El Hadrami. 2004. Chitosan, antifungal against *Fusarium oxysporum* .sp. Albedinis and elicitor of defense reactions in date palm roots. Phytopathol. Mediterranean. 43: 65-73.
- Inui, H., Y. Yamaguchi, and S. Hirano. 1997. Elicitor actions of n-acetyl-chitooligosaccharides and laminari-oligosaccharides for chitinase and L-phenyl-alanine ammonia-lyase induction in rice suspension culture. Biosci. Biotechnol. Biochem. 61: 975-978.
- Khan, W.M., B. Prithiviraj, and D.L. Smith. 2002. Effect of foliar application of chitin and chitosan oligosaccharides on photosynthesis of maize and soybean. Photosynthetica. 40: 621-624.
- Kim, H.J., F. Chen, X. Wang, and N.C. Rajapakse. 2005. Effect of chitosan on the biological properties of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Agric. Food Chem. 53(9): 3696-3701.

- Notsu, S., N. Saito, H. Kosaki, H. Inui, and S. Hirano. 1994. Stimulation of phenylalanine ammonia-lyase activity and lignification in rice callus treated with chitin, chitosan, and their derivatives. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 58(3): 522-533. *Physiol.* 73: 698-702.
- Raskin, I., I.M. Turner, and W.R. Melander. 1989. Regulation of heat production in the inflorescences of an arum lily by endogenous salicylic acid. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 86: 2214-2218.
- Romanazzi, G., F. Nigro, A. Ippolito, D. Vernere, and M. Salerno. 2002. Effects of pre and postharvest chitosan treatments to control storage gray mold of table grapes. *J. Food Sci.* 67: 1862-1867.
- Sarkar, D., P.C. Bhowmik, and K. Shetty. 2010. Effects of marine peptide and chitosan oligosaccharide on high and low phenolic creeping bentgrass clonal lines and improvement of antioxidant enzyme response. *Agron. J.* 102: 981-989.
- Shadihi, F., J.K.V. Arachchi, and Y-J. Jeon. 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Sciences & Technology.* 10: 37-51.
- Srisornkompon, P., R. Pichyangkura, and S. Chadchawan. 2014. Chitosan increased phenolic compound contents in tea (*Camellia sinensis*) leaves by pre- and post-treatments. *J. Chitin and Chitosan Sci.* 2 (6): 93-98.
- Supapvanich, S., and S. Promyou. 2013. Efficiency of salicylic acid application on postharvest perishable crops. *Salicylic Acid; Plant Growth and Development*, XVIII, Hayat, Shamsul; Ahmad, Aqil; Alyemeni, Mohammed Nasser (Eds.), New York, Springer Publication. 339-355 pp.
- Young, D.H., and H. Kauss. 1983. Release of calcium from suspension cultured *Glycine max* cells by chitosan, other polycations and polyamines in relation to effects on membrane permeability. *Plant Physiol.* 73: 698-702.