การใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตต่อการผลิตกล้ามะเขือเทศในชุดดินปากช่อง

Utilization of Calcium Silicate Fertilizer on Tomato Seedling Production in Pakchong Soil Series

กมลวรรณ คงสุดรู้[1], ศุภชัย อำคา[1*] กนกกร สินมา[1], ธงชัย มาลา[1] และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง[2]

Kamolwan Kongsudru[1], Suphachai Amkha[1*] Kanokkorn Sinma[1], Thongchai Mala[1] and Pornpairin Rungcharoenthong[2]

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต (Ca_2SiO_4) ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์และการให้ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบร่วมกับทางดินต่อการผลิตกล้ามะเขือเทศในชุดดินปากช่อง เพื่อหาวิธีการและอัตราการใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ที่เหมาะต่อการผลิตกล้ามะเขือเทศ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ และ 7 ตำรับทดลอง คือ ไม่ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 (ตำรับควบคุม), ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ด้วยวิธีเคลือบเมล็ดพันธุ์อัตรา 6 กรัม/ลิตร (ตำรับที่ 2), ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 6 กรัม/ลิตร (ตำรับที่ 3) , ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 4.5 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 2.5 กิโลกรัม/ไร่ (ตำรับที่ 4) , ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 3 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 5 กิโลกรัม/ไร่ (ตำรับที่ 5), ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ1.5 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 7.5 กิโลกรัม/ไร่ (ตำรับที่ 6) และใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางดิน 10 กิโลกรัม/ไร่ (ตำรับที่ 7) พบว่าการใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 3 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 5 กิโลกรัม/ไร่ ส่งเสริมให้การเจริญเติบโตของกล้ามะเขือเทศดี และมีการสะสมซิลิคอนในกล้ามะเขือเทศสูง
คำสำคัญ: เคลือบเมล็ดพันธุ์, แคลเซียมซิลิเกต, ปุ๋ยทางใบ, ปุ๋ยทางดิน, ต้นกล้า, มะเขือเทศ

ABSTRACT: The objective of this study was done to find out the affected of calcium silicate (Ca_2SiO_4) fertilizer utilization for seed coating and foliar combined with soil drench application on seedling production of tomato in Pakchong Soil Series. Experimental design was using Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications and 7 treatments as consist of non-fertilizer by Ca_2SiO_4 application (T1; control), non Ca_2SiO_4 fertilizer application (T2), Ca_2SiO_4 fertilizer application at a rate of 6 g/L by foliar method (T3), Ca_2SiO_4 fertilizer at a rate of 4.5 g/L by foliar method+2.5 kg/rai in soil (T4) , Ca_2SiO_4 fertilizer at a rate of 3 g/L by foliar method+5 kg/rai in soil (T5), Ca_2SiO_4 fertilizer at a rate of 1.5 g/L by foliar method+7.5 kg/rai in soil (T6) and Ca_2SiO_4 fertilizer at a rate of 10 kg/rai in soil (T7). The results shown that calcium silicate fertilizer application at a rate Ca_2SiO_4 3 g/L by foliar method+5 kg/rai in soil gave the good of tomato seedling growth and concentration of silicon content was high in tomato seedling plant.
Keywords: seed coating, calcium silicate, foliar, soil drench, seedling plant, tomato

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at KamphaengSaen, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus, Nakhon pathom 73140

[2] สายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคพฤกษศาสตร์ คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Botany, Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus Nakorn pathom 73140

* Corresponding author: agrscak@ku.ac.th

บทนำ

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) เป็นเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์โดยนำสาร polymer ที่มีลักษณะบางเบาฉาบยึดเกาะให้สม่ำเสมอไปบนผิวของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งไม่ทำให้โครงสร้างและรูปร่างเมล็ดเปลี่ยนแปลงไป (ภาณี และคณะ, 2540) ซึ่ง บุญมี (2546) รายงานว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูง เนื่องจากเมล็ดเหล่านี้สามารถเพิ่มองค์ ประกอบอื่นๆได้ เช่น ปุ๋ย ฮอร์โมน สารกระตุ้นการงอก สารกำจัดวัชพืช สารป้องกันเชื้อรา สารป้องกันแมลง และอื่นๆ ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยทำให้พืชได้รับธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตในขณะเกิดขบวนการงอกของพืชได้ และช่วยให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการในการเจริญเติบโต (Wertz et al., 2005) เนื่องจากปุ๋ยละลายอยู่ในรัศมีของราก พืชจึงสามารถนำปุ๋ยไปใช้ได้ทันที (ภาณี และคณะ, 2540) มะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศไทย ซึ่งนิยมปลูกกันมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในจังหวัดตากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกมะเขือเทศเป็นแหล่งใหญ่ของประเทศ โดยประเทศไทยมีผลผลิต 73,334.2 ตันต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) และมีมูลค่าการส่งออก 281.05 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2557) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) เป็นผลให้การระบาดของโรคและแมลงที่เพิ่มขึ้น มีการใช้สารเคมีป้องกันจำกัดศัตรูพืชที่สูงขึ้น จึงอาจส่งผลทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศมีคุณภาพต่ำ รวมทั้งเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีราคาสูง จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตมะเขือเทศสูงขึ้นตามไปด้วย แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว อาจทำได้โดยการจัดการธาตุอาหารพืชด้วยการทำให้มะเขือเทศมีความทนทานต่อการเข้าทำลายโรคและแมลง รวมทั้งลดการใช้เมล็ดพันธุ์ลดลง ด้วยการผลิตกล้าให้แข็งแรง ซิลิคอน (Si) ไม่ได้จัดเป็นธาตุอาหารพืชที่จำเป็น แต่จัดเป็นธาตุเสริมประโยชน์ (beneficent element) ซึ่ง Synder et al. (2007) กล่าวว่าซิลิคอนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การพัฒนาราก การเจริญของผล และการเพิ่มผลผลิตพืช นอกจากนี้ซิลิคอนยังช่วยปกป้องพืชจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และจากการทำลายของศัตรูพืช ซึ่งเมื่อพืชดูดซิลิคอนเข้าไปในเซลล์พืช ซิลิคอนถูกเปลี่ยนอยู่ในรูปของแข็งตามผนังเซลล์ ซึ่งทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์แข็งแรงขึ้น ทำให้ทนต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงด้วย (Marschner, 1995) และจากรายงานของ ธงชัย และคณะ (2558) ได้สำรวจพื้นที่ปลูกมะเขือเทศในจังหวัดตาก พบว่าพื้นที่ปลูกมะเขือเทศส่วนใหญ่เป็นดินปากช่อง ซึ่งมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง ค่าการนำไฟฟ้าในดินไม่เค็ม และซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ รวมทั้งมีการสูญเสียซิลิคอนโดยติดไปกับผลผลิตมะเขือเทศ 5 กก.Si/ไร่ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยนั้นการให้ซิลิคอนกับพืชในรูปของปุ๋ยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโพแทสเซียมซิลิเกต และแคลเซียมซิลิเกต ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ทั้งในพืชสวนและพืชไร่ โดยกุลินดาและคณะ (2557) พบว่าการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลายแคลเซียมซิลิเกตที่ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ร่วมกับการฉีดพ่นทางใบที่ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกหวานมีคุณภาพสูง รวมทั้งสุรชัยและคณะ (2558) พบว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตทางวัสดุปลูกในอัตรา 8 กิโลกรัม/ไร่ ส่งเสริมการเจริญเติบโตต้นกล้าเมล่อนดี ขณะที่พงศกรและคณะ (2558) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยสารละลายแคลเซียมซิลิเกตความเข้มข้น 2 กรัม/ลิตร ร่วมกับการให้แคลเซียมซิลิเกตทางดินที่อัตรา 5-10 กิโลกรัม/ไร่ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งและความสูงต้นของต้นกล้าข้าวโพดสูงที่สุด

การศึกษาครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตในดินปากช่อง เพราะมีปริมาณซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำร่วมกับการผลิตกล้ามะเขือเทศ เพื่อการลดการสูญเสียและลดปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ รวมทั้งการจัดการธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศให้แข็งแรง ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับ

เกษตรกร

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ของการให้ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบร่วมกับทางดินต่อการผลิตต้นกล้ามะเขือเทศ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ Ca_2SiO_4 กับมะเขือเทศให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 7 ตำรับทดลองดังนี้คือ

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 (ควบคุม, T1)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ด้วยวิธีเคลือบเมล็ดพันธุ์อัตรา 6 กรัม/ลิตร (T2) ตามวิธีของกมลวรรณ และคณะ (2558) ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 6 กรัม/ลิตร (T3) ตามวิธีของกมลวรรณ และคณะ (2558)

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 4.5 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 2.5 กิโลกรัม/ไร่ (T4)

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 3 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 5 กิโลกรัม/ไร่ (T5)

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ1.5 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 7.5 กิโลกรัม/ไร่ (T6)

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางดิน 10 กิโลกรัม/ไร่ (T7) ตามวิธีของกมลวรรณ และคณะ (2558)

เริ่มจากนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์เรนเจอร์ ของบริษัทเจียไต๋ จำกัด มาเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยการนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเคลือบด้วยสารละลายแคลเซียมซิลิเกตอัตรา 6 กรัม/ลิตรตามวิธีของกมลวรรณและคณะ (2558) สำหรับตำรับทดลองที่ 2 และใช้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศปกติ (ไม่เคลือบด้วยสารละลายแคลเซียมซิลิเกต) สำหรับตำรับที่ 1 และ 3-7 ขณะส่วนการเตรียมดินสำหรับตำรับทดลองที่ 4-7 ที่มีการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตทางดินนั้น ด้วยการผสมปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตในอัตราต่างๆกับดินปากช่อง ขณะที่ตำรับที่ 1-3 ใช้ดินปากช่องอย่างเดียว หลังจากนั้นแล้วนำดินในแต่ละตำรับทดลองไปใส่ในถาดเพาะเมล็ด ด้วยปริมาณดินปากช่องน้ำหนัก 1.5 กิโลกรัมดินแห้ง/ถาดเพาะ (ถาดเพาะเมล็ดขนาดมาตรฐาน 72 หลุม และมีขนาดพื้นที่ 28 x 54 ตารางเซนติเมตร) แล้วนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่เตรียมไว้ในแต่ละตำรับทดลองดังกล่าวข้างต้นมาหยอดลงในถาดเพาะเมล็ด หยอดหลุมละ 1 เมล็ด จำนวน 4 ถาด/ตำรับทดลอง และรดน้ำทุกวันในปริมาตร 1 ลิตร/ถาดเพาะ

กล้ามะเขือเทศอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการให้ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ด้วยการฉีดพ่นทางใบทุก 7 วัน จำนวน 2 ครั้ง คือกล้ามะเขือเทศอายุ 14 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆสำหรับตำรับที่ 3-6 ในปริมาตร 250 มิลลิลิตร/ถาดเพาะ ซึ่งดินปากช่องที่ใช้เป็นวัสดุปลูกเพาะกล้าเป็นดินเหนียว กรดจัด (pH 5.4) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูง (5.24%) และปริมาณซิลิคอนต่ำ (10.84 mg/kg)

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่อต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 28 วันหลังเพาะเมล็ด ดังนี้คือ ความสูงต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก และความเข้มข้นของซิลิคอนในส่วนของต้นและราก โดยนำตัวอย่างพืชส่วนต้นและรากไปวัดหาความสูงต้นและความยาวราก โดยสุ่มตัวอย่างพืชจำนวน 50 ต้น/ซ้ำ หลังจากนั้นนำตัวอย่างพืชสดแต่ละส่วนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วจึงนำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักแห้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างแห้งพืชแต่ละส่วนมาบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณซิลิคอนทั้งหมดด้วยวิธีของ Nayer et al. (1975)

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลตามวิธีการของ Duncan's new Multiple Range Test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากผลการทดลองการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตด้วยการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและวิธีการให้ร่วมกับอัตราที่แตกต่างกันต่อการผลิตกล้ามะเขือเทศ พบว่าการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า

ด้านความสูง (เซนติเมตร) ความยาวราก (เซนติเมตร) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (กรัม) ทั้งส่วนต้นและราก ของมะเขือเทศมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% (**Figure 1**) คือความสูง ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของกล้ามะเขือเทศมีค่าสูงที่สุดเมื่อเพาะในตำรับที่ 5 ดังแสดงใน **Figure 1-a, b, c, d, e** และ **f** ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณความเข้มข้นซิลิคอนทั้งหมดในพืช(%) ในตำรับที่ 5 มีปริมาณที่สูงที่สุดอย่างมีนับสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% (**Figures 1-g, h**) ในขณะที่ในชุดการทดลองอื่นๆ มีปริมาณซิลิคอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมชี้ให้เห็นว่าการเตรียมต้นกล้าตามตำรับที่ 5 ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดีที่สุด แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ย Ca_2SiO_4 ทางใบ 3 กรัม/ลิตรร่วมกับทางดิน 5 กิโลกรัม/ไร่ เป็นวิธีการและอัตราที่เหมาะสมต่อการผลิตกล้ามะเขือเทศ

อย่างไรก็ตามพบว่าการให้แคลเซียมซิลิเกตทางดินร่วมกับทางใบในสัดส่วนทางใบมากกว่าทางดินและทางใบอย่างเดียว มีแนวโน้มส่งเสริมให้การเจริญเติบโตได้ดีกว่าการให้แคลเซียมทางดินเพียงอย่าง หรือการให้แคลเซียมซิลิเกตทางดินร่วมกับทางใบในสัดส่วนทางดินมากกว่าทางใบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของเม็ดปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่ค่อนข้างแข็ง และความสามารถในการละลายน้ำได้ต่ำ ทำให้การใส่แคลเซียมซิลิเกตทางดินปลดปล่อยซิลิคอนออกมาได้น้อยหรือออกมาได้ช้า ขณะที่การเตรียมสารละลายแคลเซียมซิลิเกตในการฉีดพ่นทางใบมีการนำเม็ดปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตไปบดเป็นผงละเอียด ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำได้ดีขึ้น จึงปลดปล่อยซิลิคอนหรือให้ซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดี รวมทั้งดินที่มีเซสควิออกไซด์ (sesquioxide) ในดินมาก อาจเป็นเหตุให้เกิดการดูดซับไอออนสูง ทำให้เกิดการปลดปล่อยซิลิคอนได้ช้า ซึ่งพบมากในดินเขตร้อนและยังมีการชะละลายลงสู่ดินล่าง จึงอาจเป็นผลให้ความเข้มข้นของซิลิคอนในสารละลายดินลดลง (Marscher, 2012)

นอกจากนี้ยังพบว่าตำรับที่ 2 การให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตด้วยวิธีเคลือบเมล็ดพันธุ์ให้ผลการทดลองด้านความสูงและความยาวรากที่ไม่แตกต่างจากตำรับที่ 1 (ชุดควบคุม) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากซิลิคอนที่ใช้ในการเคลือบเมล็ดละลายน้ำออกมาได้เร็วหรือเกิดการสูญเสียไปกับการให้น้ำในขั้นตอนของการเพาะเมล็ด ทำให้รากของกล้ามะเขือเทศไม่สามารถดูดซิลิคอนไปใช้ได้ทัน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความเข้มข้นของซิลิคอนในส่วนต้นและรากของมะเขือเทศที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ดังนั้นจากภาพรวมการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตด้วยการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและวิธีการให้ร่วมกับอัตราที่แตกต่างกันสามารถส่งเสริมให้การเจริญเติบโตและการผลิตกล้ามะเขือเทศได้ดีกว่าตำรับที่ไม่มีการให้แคลเซียมซิลิเกต เพราะซิลิคอนที่ละลายหรือปลดปล่อยออกมานั้นจะอยู่ในรูปกรดโมโนซิลิซิก (monosilicic acid: $Si(OH)_4$) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช โดยกรดโมโนซิลิซิก (H_4SiO_4) ที่พืชดูดได้จะเคลื่อนย้ายไป สะสมในผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้นผิว มีลักษณะเป็นชั้นบางๆ เรียกว่าชั้นซิลิกา (silica layer) ทำให้ใบพืชมีความแข็งแรงและใบตั้งตรง ช่วยในการเพิ่มพื้นที่ของใบพืชและความหนาของใบมากขึ้น จึงส่งเสริมให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น (Epstein and Bloom, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงศกร และคณะ (2558) กล่าวว่าการให้แคลเซียมซิลิเกตมีผลต่อการเพิ่มขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสง จึงสามารถวัดการเจริญเติบโต และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวโพดได้เพิ่มขึ้น

สรุป

การให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตทางใบที่ 3 กรัม/ลิตร ร่วมกับการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตทางดิน 5 กก/ไร่ เป็นวิธีการและอัตราที่เหมาะสมต่อการผลิตกล้ามะเขือเทศ

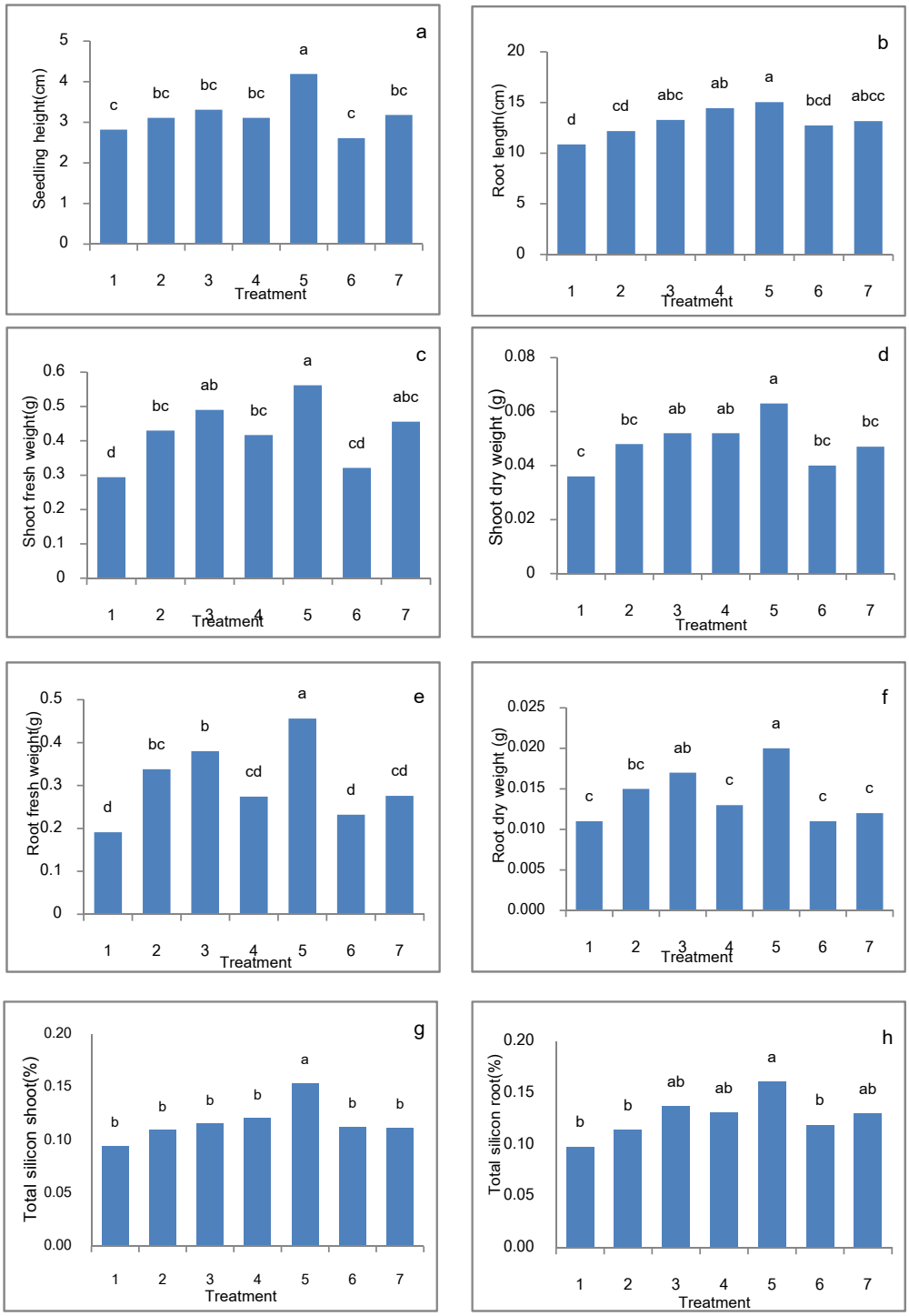

Figure 1 Seedling height(a), Root length(b), Shoot fresh weight(c), Shoot dry weight(d) Root fresh weight(e), Root dry weight(f), Total silicon in shoot (h) and Total silicon in root (i) in tomato seedling.

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. ข้อมูลการเกษตร, ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร. แหล่งที่มา:http://production.doae.go.th. ค้นเมื่อ ธันวาคม 2557.

กรมศุลกากร. 2557. สถิติการนำเข้า-ส่งออก. แหล่งที่มา: http://www.customs.go.th/Statistic/Statisticindex.jsp. ค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2557.

กมลวรรณ คงสุดรู้, ศุภชัย อำคา, ธงชัย มาลา และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2558. การใช้ประโยชน์ของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหัว. ใน: การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 12. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ลำปาง.

กมลวรรณ คงสุดรู้, ศุภชัย อำคา, ธงชัย มาลา และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2558. ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยด้วยแคลเซียมซิลิเกตต่อการผลิตกล้าผักกาดหัว. ใน: การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 14. เกษตรพระจอมเกล้า.

กุลินดา แท่นจันทร์, ธงชัย มาลา, พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง และ ศุภชัย อำคา. 2557. การใช้ประโยชน์ของแคลเซียมซิลิเกตต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของพริกหวานในระบบไฮโดรโปนิกส์. แก่นเกษตร. 42 (พิเศษ3): 887-893.

ธงชัย มาลา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, เกวลิน ศรีจันทร์, ศุภชัย อำคา, พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง, อัญธิชา พรมเมืองคุก, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, กนกกร สินมา, อรุณี คงสอน และ จิรวัฒน์ พุ่มเพชร. 2558. ศักยภาพของปุ๋ยซิลิคอนในการยกระดับคุณภาพผลผลิตและการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจและผักบางชนิดในประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

บุญมี ศิริ. 2546. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พงศกร นิตย์มี, พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง, ศุภชัย อำคา และธงชัย มาลา. 2558. ผลของการเคลือบเมล็ดด้วยแคลเซียมซิลิเกตและการให้ทางดินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. แก่นเกษตร. 43(พิเศษ1): 76-82.

ภาณี ทองพำนัก, วุฒิชัย ทองดอนแอ, ประภาส ประเสริฐสูงเนิน, กนิษฐา สังคะหะ และญาณี มั่นอ้น. 2540. การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืชและการใช้ประโยชน์. รายงานผลวิจัยประจำปี 2540. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลองสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 38 หน้า.

สุรชัย พิริยวิรุตม์, ศุภชัย อำคา, ธงชัย มาลา และพรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง. 2558. ผลของปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์และการผลิตกล้าเมล่อน. แก่นเกษตร. 43(พิเศษ1): 349-353.

Epstein, E., and A.J. Bloom. 2005. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. 2nd ed. Sunderland (MA): Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, New York. pp. 405-435.

Marschner, H. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rdeds. ElsevierมPetra Marschner. Ltd. 651 p.

Nayer, P.K., A.K. Misra, and S. Patnaik. 1975. Rapid microdetermination of silicon in rice plant. Plant and Soil. 42: 491-494.

Synder, G.H., V.V. Matichenkov, and L.E. Datnoff. 2007. Silicon. In: Handbook of Plant Nutrition. (A.V. Barker and D.J. Pilbleam eds.), CRC Press, Tayor and Francis Group, New York.

West, S.H., S.K. Loftin, M. Wahl, C.D. Batich, and C.L. Beatty. 1985. Polymer as moisture barriers to maintain seed quality. Crop Sci. 25: 941-944.