ผลของสารฮิวมิก และแคลเซียมซิลิเกตที่มีต่อการเจริญเติบโตของแตงเทศพันธุ์แอคชัน 434 และสมบัติบางประการของดินชุดดินกำแพงแสน

The Effect of Humic Substances and Calcium Silicate on the Growth of Action 434 Melon and Some Properties of Kamphaeng Sean Soil Series

ธรรมธวัช แสงงาม,[1] ธงชัย มาลา,[1] ศุภชัย อำคา[1] และ กนกกร สินมา[1]*

Thamthawat Saengngam,[1*] Thongchai Mala,[1] Supachai Amkha[1] and Kanokkorn Sinma[1]

ABSTRACT

This study was aimed to investigate the effect of 3 humic substances and 3 amounts of calcium silicate on growth, fruit quality and damping off resistance of Action 434 melon and Kamphaeng Sean soil series, organic matter contents and cation exchange capacity. The stem length, fruit weight, fruit peel and flesh thickness were the melon growth and fruit quality parameters. The experimental design was 4 x 4 split plot in RCBD with 3 replications. The main plot was 3 humic substances ; H_{35}, H_{31} and H_{21} which contain, respectively, 35, 31 and 21 percent humic acid and were supplied to soil at the rate of 3.5 g humic acid per plant. While, the sub plot was the 3 rate ; 2.25, 4.5 and 9 g/plant of calcium silicate containing 40 % Ca and 25 % Si. The addition of humic substances to soil in the melon rhizosphere of 20 x 20 x 20 cm^3 was made 1 day prior to 12 day seedling transplantation, while the addition of calcium silicate was performed just before seedling transplantation. The incidence of damping off was observed in week 4 of melon plant growth, the time of blooming. All test melon plants were fully fertilized with 15-15-15 chemical fertilizer for vegetative growth, blooming and green fruit development and with 0-0-60 fertilizer for harvest fruit sweetness. The results showed that all three humic sunstances significantly increased (P = 0.008) organic matter content and cation exchange capacity of the rhizophere soil sampled in week 4, the time of flowering and week 8, the time of green fruit development. Rhizophere soil silicon contents increased with the increase of the contents of calcium silicate. The levels of calcium silicate significantly influenced (P = 0.041, 0.027) the silicon contents of 4 and 8 week melon leaves and significantly increased damping off resistance of 4 week melon plants. Regrading the effect of soil silicon contents on melon growth in terms of stem length of 4 week plants, the stem lengths were lengthened by the increase if the amount of calcium silicate and were as long as 223.5 cm by the average under 9 g/plant calcium silicate, while, the average stem length of non silicon supplemented melon was only 202 cm. In addition, harvest fruit qualities in terms of fruit peel and flesh thickness both were significantly influenced by the additions of the 3 humic substances and of calcium silicate of 4.5 – 9.0 g/plant.

Keywords: calcium silicate, humic substances, melon and soil organic matter.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารฮิวมิกและแคลเซียมซิลิเกตที่มีต่อการเจริญเติบโตของแตงเทศและสมบัติบางประการของดินชุดดินกำแพงแสน วางแผนการทดลองแบบ 4 x 4 สปลิทพล็อตเตอรี่ แบบ สมบูรณ์ภายในบล็อค จำนวน 3 ซ้ำ โดยกำหนดให้ชนิดสารฮิวมิกเป็นปัจจัยหลัก (3 ชนิด) และอัตราแคลเซียมซิลิเกตเป็นปัจจัยรอง (0, 2.25, 4.5 และ 9 กรัม/ต้น) ใช้แตงเทศพันธุ์แอ็กชัน 434 เป็นพืชทดสอบในชุดดินกำแพงแสน ผลการศึกษาพบว่า ชนิดของสารฮิวมิกมีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และ

[1*] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกาแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกาแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture KamphaengSaen, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus, NakhonPathom 73140, Thailand.

[*]Corresponding author: Tel.093-3299686, E-mail address: thamthawatpun@gmail.com

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระยะ 4 และ 8 สัปดาห์ โดยทำให้อินทรียวัตถุในดินและความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินสูงขึ้น ส่วนอัตราแคลเซียมซิลิเกตมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณซิลิคอนในใบพืชที่ระยะ 4 และ 8 สัปดาห์และต่อความต้านทานการเกิดโรคเน่าคอดินที่ระยะ 4 สัปดาห์ อัตราแคลเซียมซิลิเกตมีผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อปริมาณซิลิคอนในดินที่ระยะ 4 และ 8 สัปดาห์ และต่อความสูงที่ระยะ 4 สัปดาห์ ชนิดของสารฮิวมิก และอัตราแคลเซียมซิลิเกตมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยทำให้ความหนาเปลือกและความหนาเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนอัตราของแคลเซียมซิลิเกตมีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อน้ำหนักผลของแตงเทศ

คำสำคัญ: แคลเซียมซิลิเกต แตงเทศ สารฮิวมิก อินทรียวัตถุในดิน

บทนำ

ปัจจุบันพื้นที่ทางด้านการเกษตรมีความสมบูรณ์น้อยลงเนื่องจากเกษตรกรใช้พื้นที่เพาะปลูกพืชเพียงชนิดเดียวต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน และมีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างผิดวิธี นอกจากนั้นอินทรียวัตถุในดินที่ใช้เพาะปลูกมักอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ด้วยเหตุนี้เกษตรกรจึงนำอินทรียวัตถุมาใช้ประโยชน์ (วิวัฒน์ และคณะ, 2552) อินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบของดินที่เรียกว่า ฮิวมัส (humus) ซึ่งฮิวมัสเป็นสารที่ได้จากการสลาย (decomposition) ของเศษซากพืชและซากสัตว์ ด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อินทรียสารละเอียดสีเข้ม เรียกว่า สารฮิวมิก กับ อินทรียสารที่มีการสลายตัวไม่สมบูรณ์ สำหรับสารฮิวมิกนั้น ในดินและในตะกอนก้นแหล่งน้ำ (sediment) สามารถแยกเป็น 3 ส่วน คือ ฮิวมิน (humin) กรดฮิวมิก (humic acid) และกรดฟูลวิก (fulvic acid) เนื่องจากมีสมบัติการละลายในกรดและด่างแตกต่างกัน (ธงชัย, 2555) สารฮิวมิกเกิดจากการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Bio Ag Technologies International, 1999) สารฮิวมิกเป็นสารที่มีประโยชน์ สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน โดยทำหน้าที่เกี่ยวกับการปรับปรุงโครงสร้างของดิน ทำให้ดินจับตัวกันเป็นก้อน เพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำของดิน (water holding capacity) นอกจากนั้นยังปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน โดยการเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (cation exchange capacity) ทำให้ดินสามารถจับธาตุอาหารได้ดีขึ้น (Robert, 2004) นอกจากนี้ สารฮิวมิกสามารถปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน โดยเป็นแหล่งของธาตุอาหาร และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชและจุลินทรีย์ (ยงยุทธ, 2556)

ปัจจุบันมีการสกัดสารฮิวมิกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เริ่มจากการสกัดสารฮิวมิกจากดิน แต่ปัญหาในการสกัดคือ ได้ปริมาณสารฮิวมิกน้อย จึงมีการสกัดจากแหล่งวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น ถ่านหิน ได้แก่ พีต ลิกไนต์ บิทูมินัส และแอนทราไซต์ พบว่าถ่านหินแต่ละชนิดประกอบด้วยสารฮิวมิกที่มีโครงสร้างแตกต่างกันไป ตามระยะเวลาและแหล่งที่เกิดถ่านหินนั้น (วิวัฒน์ และ คณะ, 2552) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ของสารฮิวมิก แต่ละชนิดที่วางขายในตลาดในปัจจุบัน มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ส่งผลให้สารฮิวมิกที่ได้คุณภาพและมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป (Robert, 2004)

การผลิตพืชให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพนั้น ประสบกับปัญหาหลายประการด้วยกันที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางด้านผลผลิต จึงมีการศึกษาข้อมูลและหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว จนพบว่า ซิลิคอน (Si) มีความสามารถในการทำหน้าที่เพิ่มความต้านทานต่อการเกิดโรคในพืชหลายชนิด รวมทั้งพืชในตระกูลแตง (Miyake and Takahashi, 1982) โดยธาตุซิลิคอนอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืช ซึ่งเป็นสิ่งปกป้องพืชให้ปลอดภัยจากการทำลายของแมลง และที่สำคัญซิลิคอนจะช่วยลดสาเหตุโรคพืชได้ โดยสามารถป้องกันการเกิดโรคราแป้งจากเชื้อสาเหตุโรคพืช *Sphaerotheca juliginea* (Miyake and Takahashi, 1982) และสามารถป้องกันการเกิดโรคเน่าคอดิน จากเชื้อสาเหตุโรคพืช *Pythium ultimum* (Cherif *et al*., 1994)

จะเห็นได้ว่าทั้งสารฮิวมิก และแคลเซียมซิลิเกต ต่างมีข้อดีและมีประโยชน์ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยนี้จึงได้นำทั้งสารฮิวมิกและแคลเซียมซิลิเกตมาใช้ร่วมกันเพื่อนำไปประยุกต์ในการผลิตแตงเทศต่อไป

วิธีการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ 4 x 4 สปลิทพล็อตเตอรี่ แบบ สมบูรณ์ภายในบล็อค จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีชนิดของสารฮิวมิกเป็นปัจจัยหลัก (H_0 ไม่เติมสารฮิวมิก H_{35}, H_{31} และ H_{21} ซึ่งมีปริมาณกรดฮิวมิกเท่ากับ 35 %, 31 % และ 21 % ตามลำดับ) และอัตราของแคลเซียมซิลิเกต ($CaSiO_3$) เป็นปัจจัยรอง (0, 2.25, 4.5 และ 9 กรัมแคลเซียมซิลิเกต /ต้น) ใช้แตงเทศพันธุ์แอ็กชัน 434 เป็นพืชทดสอบในชุดดินกำแพงแสน (Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs) (อินทรียวัตถุในดินก่อนปลูกมีค่า 1.14 %)

1. การปลูกแตงเทศ และการดูแลรักษา

ปลูกแตงเทศพันธุ์แอ็กชัน 434 *(Cucumis melo* L.) เพาะเมล็ดในถาดเพาะกล้า โดยใช้พีตเป็นวัสดุเพาะ หยอดเมล็ดหลุมละ 1 เมล็ด ให้น้ำเช้าและเย็น เมื่อต้นกล้ามีอายุ 10 วัน จึงย้ายกล้าลงปลูกในแปลงโดยมีขนาดแปลงทดลอง 1.5 x 3 เมตร ใช้ระยะปลูก 0.5 x 0.5 เมตร ในหนึ่งแปลงปลูก 2 แถว แถวละ 5 ต้น ดังนั้นปลูกทั้งหมด 10 ต้น/แปลง ให้น้ำแบบระบบน้ำหยด

2. การใส่ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้น ให้ปุ๋ยในระหว่างการเจริญเติบโตของเถาก่อนออกดอก ช่วงออกดอก ช่วงติดผล ช่วงผลแก่ และให้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มความหวาน

ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตราครั้งละ 50 กก./ไร่ หรือ 15 ก./ต้น เป็นปุ๋ยรองพื้น และเพื่อการเจริญเติบโต ออกดอก ติดผลอ่อน และบำรุงผลก่อนแก่ ดำเนินการในวันที่ 7, 25, 50 และ 65 วันหลังย้ายกล้าตามลำดับ และสำหรับเพิ่มความหวานชองผล ให้ปุ๋ย สูตร 0-0-60 ในอัตรา 25 กก./ไร่ หรือ 7.5 ก./ต้น ในวันที่ 65 หลังการย้ายปลูกด้วย (ธรรมศักดิ์,2550)

3. การใส่สารฮิวมิก

ใส่สารฮิวมิกแต่ละชนิดใส่ลงดินก่อนปลูก 1 วัน โดยให้มีปริมาณกรดฮิวมิก 3.50 กรัม/ต้น คลุกให้เข้ากัน (ในปริมาตรดินกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร และลึก 20 เซนติเมตร)

4. การใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต

ใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต (40 % Ca และ 25 % Si) ด้วยวิธีการคลุกเคล้าให้เข้ากัน (ในปริมาตรดินกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร และลึก 20 เซนติเมตร) แล้วทำการย้ายกล้าปลูกแตงเทศ

5. การเก็บข้อมูล

1) เก็บตัวอย่างดินบริเวณหลุมปลูกที่มีการคลุกเคล้าสารฮิวมิกและแคลเซียมซิลิเกต เพื่อศึกษาสมบัติบางประการของดินได้แก่ 1) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Walkley and Black, 1999) 2) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินโดยวิธี Kjeldahl method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) และ 3) ปริมาณซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ที่ระยะ 4 และ 8 สัปดาห์หลังปลูกโดยไม่ให้กระทบกระเทือนต่อพืช

2) ปริมาณซิลิคอนใบแตงเทศที่ระยะ 4 และ 8 สัปดาห์หลังปลูกด้วยวิธี colorimetric (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2551)

3) การเจริญเติบโตของแตงเทศ ความยาวเถาแตงเทศที่ระยะ 4 สัปดาห์หลังปลูก โดยวัดความยาวเถาจากโคนต้นจนถึงปลายยอดแตงเทศ

4) คุณภาพผลผลิต เมื่อแตงเทศอายุ 80 วันหลังปลูก ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผลสดแตงเทศ (กิโลกรัม) ความหนาเปลือก (มิลลิเมตร) ด้วยการวัดระยะระหว่างส่วนเปลือกด้านนอกสุดจนถึงส่วนเนื้อผล ความหนาเนื้อ (มิลลิเมตร) ด้วยการวัดระยะระหว่างส่วนของเปลือกด้านในกับส่วนขอบของช่องว่างภายในผล

5) ความต้านทานต่อโรคเน่าคอดิน ที่ระยะ 4 สัปดาห์หลังปลูก ด้วยวิธีการคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (McMaugh, 2008)

6) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Duncan's new Multiple Range Test

ผลการทดลอง

1. อิทธิพลของสารทดสอบต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในสัปดาห์ที่ 4 และในสัปดาห์ที่ 8 หลังการย้ายกล้าปลูก ซึ่งเป็นเวลาที่แตงเทศออกดอกและก่อนผลแก่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 1) โดยการใส่สารฮิวมิกทั้ง 3 ชนิด ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงขึ้นกว่าตำรับทดลองที่ไม่ได้ใส่สารฮิวมิก (H_0) เช่นเดียวกับที่ระยะ 8 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าการใส่สารฮิวมิกลงไปในดิน ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงขึ้นกว่าการไม่ใส่สารฮิวมิกสารฮิวมิกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Table 1 Soil organic matter contents (%) affected by 3 humic substances and 3 levels of calcium silicate in weeks 4 and 8 of melon growth.

Soil organic matter contents (%)										
Humic substance(H)	Week 4					Week 8				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)					$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	0.76	0.74	0.66	0.76	0.73b	0.70	0.81	0.72	0.77	0.75b
H_{35}	1.06	0.99	0.99	0.97	1.00a	1.03	1.04	1.02	1.02	1.03a
H_{31}	0.95	0.98	1.02	0.99	0.99a	1.11	1.04	1.04	1.03	1.06a
H_{21}	0.97	0.96	0.91	1.05	0.98a	1.07	1.14	1.04	1.14	1.09a
average	0.97	0.92	0.90	0.95		0.94	1.01	0.95	0.98	
F-test										
H	**(P=0.008)					**(P=0.005)				
C	ns(P=0.069)					ns(P=0.672)				
H x C	ns(P=0.691)					ns(P=0.963)				
C.V. (%)	6.65					9.63				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = Significant at 0.01 probability, ns = Non significant

Table 2 Cation exchange capacity (cmol/kg) of rhizosphere of soil in week 4 and 8 of melon growth.

Cation exchange capacity (cmol/kg)										
Humic substance(H)	Week 4					Week 8				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)					$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	5.87	6.21	6.36	6.08	6.13b	6.35	6.31	6.23	6.27	6.29d
H_{35}	9.63	9.87	9.46	10.00	9.74a	9.86	10.09	9.47	10.02	9.86c
H_{31}	9.82	9.71	9.16	10.31	9.75a	10.20	9.90	9.70	10.28	10.02b
H_{21}	10.17	10.74	11.07	9.52	10.37a	11.94	10.64	10.68	12.72	11.49a
average	8.87	9.13	9.01	8.98		9.59	9.23	9.02	9.82	
F-test										
H	**(P=0.006)					**(P=0.007)				
C	ns(P=0.969)					ns(P=0.654)				
H x C	ns(P=0.728)					ns(P=0.422)				
C.V. (%)	9.88					8.80				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = Significant at 0.01 probability, ns = Non significant

2. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

การใส่สารฮิวมิกทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ระยะ 4 สัปดาห์ ในตำรับการทดลองที่ใส่สารฮิวมิกแต่ละชนิดมีค่าเฉลี่ย 9.74, 9.75 และ 10.37 cmol/kg ของ H_{35}, H_{31} และ H_{21} ตามลำดับ ในขณะที่ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ไม่ใส่สารฮิวมิก (H_0) มีค่าต่ำที่สุดที่คือ 6.13 cmol/kg ผลการศึกษาที่ระยะ 8 สัปดาห์พบว่า ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างทุกชนิดของสารฮิวมิก (Table 2) โดย H_{21} มีผลให้ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินสูงสุดเฉลี่ย (11.49 cmol /kg) รองลงไปเป็นค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินเฉลี่ย จากการใส่ H_{31} และ H_{35} (10.02 และ 9.86 cmol /kg.) ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่สารฮิวมิกจะทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินต่ำที่สุด (6.29 cmol /kg)

3. ปริมาณซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ในดิน

ปริมาณซิลิคอนเฉลี่ยในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างทุกอัตราแคลเซียมซิลิเกต ทั้งระยะ 4 และ 8 สัปดาห์ (Table 3) โดยที่ระยะ 4 สัปดาห์การใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 9 กรัม/ต้น ทำให้มีปริมาณซิลิคอนเฉลี่ยในดินสูงที่สุดคือ 72.70 mg/kg ซึ่งสูงกว่าการใส่แคลเซียมซิลิเกตในอัตราที่ต่ำกว่า โดยการใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 4.5, 2.25 และการไม่ใส่แคลเซียมซิลิเกตทำให้มีปริมาณซิลิคอนเฉลี่ยในดินคือ 55.86, 46.48 และ 39.98 mg/kg ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 8 สัปดาห์พบว่า การใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 9 กรัม/ต้น ทำให้มีปริมาณซิลิคอนเฉลี่ยในดินสูงที่สุดคือ 60.12 mg/kg ส่วนการใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตราที่ต่ำกว่า โดยการใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 4.5, 2.25 และการไม่ใส่แคลเซียมซิลิเกตทำให้มีปริมาณซิลิคอนเฉลี่ยในดินคือ 52.01, 44.44 และ 37.48 mg/kg ตามลำดับ

Table 3 Available silicon in rhizosphere soil (mg/kg) affected by 3 humic substances and 3 levels of calcium silicate in weeks 4 and 8 of melon growth.

Silicon content (mg/kg)										
Humic substance(H)	Week 4					Week 8				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)					$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	40.51	45.85	56.05	60.97	50.85	36.73	44.75	49.74	59.72	47.73
H_{35}	41.00	47.49	57.19	72.70	54.60	35.66	42.43	52.06	59.72	47.47
H_{31}	40.04	45.43	56.05	77.52	54.76	38.86	46.35	52.95	58.30	49.12
H_{21}	38.37	47.14	54.16	79.58	54.81	38.69	44.21	53.31	62.75	49.74
average	39.98D	46.48C	55.86B	72.70A		37.48D	44.44C	52.01B	60.12A	
F-test										
H	ns(P=0.212)					ns(P=0.397)				
C	**(P=0.003)					**(P=0.005)				
H x C	ns(P=0.190)					ns(P=0.446)				
C.V. (%)	5.80					11.96				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = Significant at 0.01 probability, ns = Non significant

4. ปริมาณซิลิคอนในใบแตงเทศ

ปริมาณซิลิคอนในใบแตงเทศทั้ง 2 ระยะ (Table 4) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระยะ 4 สัปดาห์นั้นพบว่า การที่ใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 9 กรัม/ต้น ทำให้มีปริมาณซิลิคอนสะสมในใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.61 % และที่ 8 สัปดาห์ การที่ใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 9 กรัม/ต้น ทำให้มีปริมาณซิลิคอนสะสมในใบสูงที่สุดเฉลี่ยคือ 1.19 % ขณะที่การไม่ใส่แคลเซียมซิลิเกตจะส่งผลให้ใบมีปริมาณซิลิคอนต่ำสุดทั้ง 2 ระยะที่ศึกษา

Table 4 Silicon contents in leaves (%) affected by 3 humic substances and 3 levels of silicate in weeks 4 and 8 of melon growth.

Leaf silicon content (%)										
Humic substance(H)	Week 4					Week 8				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)					$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	0.15	0.28	0.52	0.57	0.38	0.42	0.61	0.80	1.11	0.74
H_{35}	0.07	0.15	0.52	0.69	0.39	0.61	0.77	0.91	1.27	0.89
H_{31}	0.11	0.15	0.49	0.60	0.34	0.29	0.33	0.79	1.16	0.64
H_{21}	0.11	0.26	0.51	0.59	0.37	0.14	0.41	1.00	1.22	0.69
average	0.11D	0.24C	0.51B	0.61A		0.36D	0.53C	0.87B	1.19A	
F-test										
H	ns(P=0.170)					ns(P=0.155)				
C	*(P=0.041)					*(P=0.027)				
H x C	ns(P=0.090)					ns(P=0.068)				
C.V. (%)	20.88					16.56				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

* = Significant at 0.05 probability, ns = Non significant

5. ความสูงของแตงเทศ

การใส่แคลเซียมซิลิเกตมีผลให้ความสูงของเถาแตงเทศที่ระยะ 4 สัปดาห์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชนิดของสารฮิวมิกไม่มีผลต่อความสูงของแตงเทศ (Table 5) โดยการใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 9 กรัม/ต้น ทำให้ความสูงเฉลี่ยของแตงเทศสูงที่สุด คือ 223.50 เซนติเมตร และพบว่าการใส่แคลเซียมซิลิเกตในอัตราต่างกัน มีผลต่อความสูงของแตงเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 5 Length of melon stem (cm) and stem rot of melon (%) affected by 3 humic substances and 3 levels of calcium silicate in week 4 after planting.

Humic substance(H)	Length of melon (cm)					Stem rot of melon (%)				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)					$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	202.00	207.00	210.00	226.00	211.50	13.60	5.30	2.77	8.33	7.50
H_{35}	199.00	207.00	211.00	223.00	210.75	19.21	0.00	25.00	2.76	11.74
H_{31}	196.00	211.00	216.00	224.00	209.67	55.00	0.00	8.10	0.00	15.78
H_{21}	205.00	208.00	207.00	222.00	212.00	38.89	5.34	8.32	25.00	19.39
average	202.42D	207.17C	210.83B	223.50A		31.68A	2.66B	11.05B	9.02B	
F-test										
H	ns(P=0.596)					ns(P=0.477)				
C	*(P=0.037)					*(P=0.044)				
H x C	ns(P=0.828)					ns(P=0.422)				
C.V. (%)	20.88					9.16				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

* = Significant at 0.05 probability, ns = Non significant

6. ความสามารถในการต้านทานโรคเน่าคอดินของแตงเทศ

การใส่แคลเซียมซิลิเกตมีผลต่อโรคเน่าคอดินของแตงเทศอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้เปอร์เซ็นต์ของการเกิดโรคเน่าคอดินลดลง (Table 5) ในขณะที่ชนิดของสารฮิวมิกไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของการเกิดโรคนี้ เมื่อไม่เติมแคลเซียมซิลิเกตจะมีการเกิดโรค 31.68 % แต่เมื่อเติมแคลเซียมซิลิเกตลงไปตั้งแต่ 2.50, 4.5 และ 9.0 กรัม/ต้น จะมีโอกาสเกิดโรคเหลืออยู่เฉลี่ย 2.66, 11.05 และ 9.02 % เท่านั้น

7. ความหนาเปลือกของแตงเทศ

ชนิดของสารฮิวมิก อัตราแคลเซียมซิลิเกต และปฏิสัมพันธ์ของสารฮิวมิกและแคลเซียมซิลิเกตมีผลต่อความหนาเปลือกของแตงเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) การใส่สารฮิวมิกชนิด H_{31} มีผลให้ค่าเฉลี่ยของความหนาเปลือกสูงที่สุด (9.17 มิลลิเมตร) ขณะที่การไม่ใส่สารฮิวมิกจะทำให้แตงเทศมีเปลือกบางที่สุด (7.18 มิลลิเมตร) การใส่แคลเซียมซิลิเกตในอัตราที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ความหนาเปลือกของแตงเทศมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 10.10 มิลลิเมตรเมื่อใส่แคลเซียมซิลิเกต 9.0 กรัม/ต้น การใส่สารฮิวมิกร่วมกับแคลเซียมซิลิเกตมีผลให้ความหนาเปลือกของแตงเทศหนาขึ้นกว่าการใส่เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการใส่สารฮิวมิกชนิด H_{31} ร่วมกับแคลเซียมซิลิเกต 9.0 กรัม/ต้น ส่งผลให้แตงเทศมีความหนาเปลือกสูงที่สุด (14.54 มิลลิเมตร)

Table 6 Thickness of harvest fruit peel (mm) and flesh (mm) affected by 3 humic substances and 3 levels of calcium silicate.

Humic substance(H)	Peel thickness (mm)					Flesh thickness (mm)				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)					$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	7.04*e-f*	5.45*f*	8.47*c-e*	7.75*c-e*	7.18c	33.39*b-c*	27.51*c*	30.02*b-c*	32.22*b-c*	30.79b
H_{35}	6.71*e-f*	7.17*d-f*	10.66*b*	8.46*c-e*	8.25b	32.56*b-c*	33.43*b-c*	35.30*b*	44.90*a*	36.54a
H_{31}	7.09*e-f*	7.30*d-f*	7.73*c-e*	14.54*a*	9.17a	27.36*c*	30.13*b-c*	32.30*b-c*	35.19*b*	31.25b
H_{21}	7.38*d-f*	9.16*b-d*	7.58*d-e*	9.65*b-c*	8.44a-b	33.04*b-c*	35.35*b*	35.46*b*	28.39*c*	33.06b
average	7.05C	7.27C	8.61B	10.10A		31.59B	31.60B	33.27AB	35.17A	
F-test										
H	**(P=0.010)					*(P=0.028)				
C	**(P=0.002)					*(P=0.031)				
H x C	**(P=0.004)					**(P=0.006)				
C.V. (%)	7.90					7.28				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = Significant at 0.01 probability, * = Significant at 0.05 probability, ns = Non significant

8. ความหนาเนื้อของแตงเทศ

ชนิดของสารฮิวมิก และอัตราของแคลเซียมซิลิเกตมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความหนาเนื้อของแตงเทศและมีปฏิสัมพันธ์โดยส่งผลให้ความหนาเนื้อของแตงเทศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) สารฮิวมิกชนิด H_{35} ส่งผลให้แตงเทศมีความหนาเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด (36.54 เซนติเมตร) ซึ่งสูงกว่าอิทธิพลจากสารฮิวมิกชนิดอื่น และการไม่ใส่สารฮิวมิกอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ระดับแคลเซียมซิลิเกตที่อัตรา 9.0 กรัม/ต้น นั้นส่งผลให้ความหนาเนื้อเฉลี่ยมากที่สุด (35.17 มิลลิเมตร) ซึ่งใกล้เคียงกับความหนาเนื้อแตงเทศ เมื่อใส่แคลเซียมซิลิเกตที่อัตรา 4.5 กรัม/ต้น แต่หนากว่าผลจากการใส่แคลเซียมซิลิเกตในระดับที่ต่ำกว่า การใส่สารฮิวมิกร่วมกับแคลเซียมซิลิเกตอัตราต่างๆ มีปฏิสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อความหนาเนื้อแตงเทศ เมื่อใช้ร่วมกันจะทำให้แตงเทศมีความหนาเนื้อมากกว่าการใส่สารฮิวมิก หรือแคลเซียมซิลิเกต แค่เพียงอย่างเดียว โดยการใส่สารฮิวมิกชนิด H_{35} ร่วมกับแคลเซียมซิลิเกตที่อัตรา 9.0 กรัม/ต้น ส่งผลให้แตงเทศมีความหนาเนื้อมากที่สุด (44.90 มิลลิเมตร)

Table 7 Weight of fresh harvest fruits (kg) affected by 3 humic substances and 3 levels of calcium silicate.

Humic substance(H)	Fresh weight of fruit (kg)				
	$CaSiO_3$(C : g/plant)				
	0	2.25	4.50	9.00	average
H_0	2.02	2.19	2.16	2.29	2.17
H_{35}	2.04	2.07	2.93	2.27	2.33
H_{31}	2.06	2.32	2.31	2.28	2.24
H_{21}	2.09	2.34	2.37	2.16	2.24
average	2.05C	2.23B	2.45A	2.25B	
F-test					
H	ns(P=.096)				
C	*(P=0.030)				
H x C	ns(P=0.059)				
C.V. (%)	8.50				

Means followed by the same letters are not statistically different (P<0.05) from each other according to DMRT.

** = Significant at 0.01 probability, ns = Non significant

9. น้ำหนักผลของแตงเทศ

น้ำหนักผลของแตงเทศที่ระยะเก็บเกี่ยว แสดงใน Table 7 พบว่า ชนิดของสารฮิวมิกไม่มีผลต่อน้ำหนักผลของแตงเทศ แต่อัตราแคลเซียมซิลิเกตมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนักผล โดยน้ำหนักผลนั้นไม่ได้รับอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ของทั้ง 2 ปัจจัย การใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 4.5 กรัม/ต้น จะทำให้น้ำหนักผลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.45 กิโลกรัม รองลงมาคือการใส่แคลเซียมซิลิเกตอัตรา 9.0 และ 2.45 กรัม/ต้น ซึ่งให้น้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ที่ 2.25 และ 2.23 กิโลกรัม ส่วนการไม่ใส่แคลเซียมซิลิเกตนั้น จะทำให้แตงเทศมีน้ำหนักผลเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 2.05 กิโลกรัม

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการใส่สารฮิวมิกทั้ง 3 ชนิด เมื่อใส่ลงไปในดิน สารฮิวมิก ส่งผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Robert (2004) ซึ่งพบว่าสารฮิวมิก มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารฮิวมิกแต่ละชนิด ซึ่งมีองค์ประกอบ ขนาดโมเลกุล การละลายได้ และความเป็นกรดกรดด่างที่แตกต่างกันออกไป สารฮิวมิกแต่ละชนิดที่ใส่ลงไปในดินจะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร ทำให้ดินดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้แตงเทศจะได้รับธาตุอาหารที่สำคัญเพิ่มมากขึ้น

การใส่แคลเซียมซิลิเกตในดินจะทำให้พืชได้รับแคลเซียมและซิลิคอนเพิ่มมากขึ้น โดยในการทดลองนี้พบว่าแตงเทศที่ได้รับซิลิคอน จะแสดงผลการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักของผล ความสูงของเถาลำต้น ที่สูงกว่าพืชที่ไม่ได้รับซิลิคอน เพราะซิลิคอนจะช่วยป้องกันเชื้อโรคเข้าไปในรากและใบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Miyake and Takahashi(1982) ซึ่งรายงานว่าความแข็งแรงของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวที่ได้รับซิลิคอน จะช่วยป้องกันมิให้เชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดล่วงล้ำเข้าไปในเซลล์ ทำให้อัตราการเกิดโรคเน่าคอดิน และการเข้าทำลายของแมลงลดลง Datnoff (2002) พบว่าการสะสมธาตุซิลิคอน มีผลทำให้ผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวของใบแข็งแรงขึ้น เมื่อเซลล์พืชแข็งแรงมากขึ้น จะทำให้แตงเทศมีใบที่ตั้งตรง มีการ

สังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น จึงสามารถสร้างอาหารสะสมได้มาก พืชก็จะดูดใช้ได้มากขึ้น ส่งผลให้ต้นแตงเทศมีแนมโน้มสูงขึ้นขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่แคลเซียมซิลิเกต เมื่อการเจริญเติบโตดีขึ้น ผลผลิตก็จะสมบูรณ์ น้ำหนักผลของแตงเทศจึงเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Ho (1980) ซึ่งพบว่าการใส่แคลเซียมซิลิเกตส่งผลทำให้ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อของแตงเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เนื่องจากธาตุแคลเซียม จะช่วยในเรื่องรูปร่างผล โดยแคลเซียมจะเป็นองค์ประกอบสำคัญของแคลเซียมเพ็กเทต (calcium pectate) ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกาวเชื่อมผนังเซลล์ ทำให้เซลล์ เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น (McLaughlin, 1999) ส่งผลทำให้ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อของแตงเทศเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้พืชจะเจริญได้ดีเมื่อผนังเซลล์มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง ขณะเดียวกันก็มีแคลเซียมปริมาณมากพอในเนื้อเยื่อพืชด้วย (ยงยุทธ, 2552) ดังนั้นแตงเทศจะดูดซับธาตุแคลเซียมได้มากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ตามแต่ละชนิดของสารฮิวมิก

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า

1) การใส่สารฮิวมิก ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2) แคลเซียมซิลิเกต ช่วยเพิ่มปริมาณซิลิคอนให้สะสมสูงขึ้นในใบแตงเทศ และช่วยเพิ่มความสูงของต้นแตงเทศสามารถช่วยลดการเกิดโรคเน่าคอดิน และช่วยทำให้น้ำหนักผลของแตงเทศเพิ่มสูงขึ้น

3) การใส่สารฮิวมิก ร่วมกับแคลเซียมซิลิเกต มีผลทำให้ความหนาเปลือก ความหนาเนื้อของแตงเทศเพิ่มขึ้นกว่าการใส่สารฮิวมิก หรือแคลเซียมซิลิเกตแค่เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. การวิเคราะห์ดินและพืช.ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 171 น.

ธงชัย มาลา. 2555. อินทรียวัตถุในดิน. น. 75-79. *ใน* คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ นคร: โรงพิมพ์ เท็กซ์ แอนด์ เจอนัลด์ พับลิเคชั่น จำกัด.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2550. การปลูกแตงเทศ. แหล่งที่มา: http://www.ku.ac.th/e-magazine/jan50/agri/ cantaloup.htm, 2 มีนาคม 2556

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ยงยุทธ โอสถสภา. 2556. ฮิวมัส และกรดฮิวมิก. แหล่งที่มา : http://www.thephytonova.com, 12 มกราคม 2556

วิวัฒน์ โตธิรกุล, พลยุทธ ศุขสมิติ และจินดารัตน์ โตกมลธรรม. 2552. เอกสารงานวิจัย: การเตรียมสารประกอบเกลือฮิวเมตจากดินปนถ่านหิน จากเหมืองลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง. คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี กระทรวงศึกษาธิการ.

Bio Ag Technologies International. 1999. Humic Acid Structure and Properties. West Sacramento, California 95691

Cherif, M., A. Asselin, and R. R. Belanger. 1994: Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. Phytopathol. 84,:236-242

Cherif, M. and J. Menzie. 1994. Silicon induced resistance in cucumber plant against *Puthium ultimum*. Mol. Plant Pathol. 41:411-425.

Datnoff, L. E. 1997. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. Crop Protect.16:525-531.

Ho, D.Y., H.L. Zang, and Z.P. Zang. 1980. On the silicon supplying ability of some important paddy soils in south China. *In* Processing of the symposium paddy soils. 19-24 October, 1980. Pp.95. Nanjing, China.

McLaughlin, S.B. and R. Wimmer. 1999. Calcium physiology and terrestrial ecosystem process. New Phytologist 142: 373-417.

Received 25 February 2015

Accepted 30 April 2015

McMaugh, T. 2008. Guidelines for Plant Pest Surveillance in Asia and the Pacific. ACIAR Monograph. No. 119 c.

Miyake, Y. and E. Takahashi. 1982. Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plants, part 16. Comparative studies on silica nutrition in plants. Japanese J. of Soil Sci. Plant Nutr. 53: 15–22.

Robert, E., 2004. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin. Texas: A&M University.