

วารสารเกษตร 20 (3) : 243-249 (2547)

Journal of Agriculture 20 (3) : 243-249 (2004)

ผลของพืชมิกซ์ต่อผลผลิตและคุณภาพฝรั่ง

Effect of Pumice on Yield and Quality of Guava

บุญคง ก่ำข้าวเฮ่อ^{1/} โสระยา ร่วมรังษี^{1/} และ ตระกูล ต้นสุวรรณ^{1/}

Boonkong Kasouaher^{1/} Soraya Ruamrungsri^{1/} and Tragool Tunsuwan^{1/}

Abstract : Effect of pumice on yield and quality of Guava cv. Sri thong were carried out by cultivating guava in sand culture using 50 liters pot size supplemented with about 2-3 liters of the nutrient solution every day. There were four treatments i.e. Treatment 1) 0 kg of pumice per pot, Treatment 2) 1 kg of pumice per pot, Treatment 3) 3 kg of pumice per pot and divided to supply for twice times and Treatment 4) 5 kg of pumice per pot and divided to supply for three times. The guava plants in all treatments were supplied with 2-3 liters of the nutrient solution every day. The results showed that guava with pumice 5 kg/pot supplying gave better results in plant height, number of new branch, fruit weight and fruit size. Vitamin C, chlorophyll, N, Ca and Mg contents in leaf and N, K and Ca contents in fruit were highly significant difference comparing with control treatment. However, P and K contents in leaf and P and Mg contents in fruit were not significant differ among the treatments. Guava supplied with 5 kg/pot had lowest total titratable acidity and total soluble solids.

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200.

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พืชมิมขต่อผลผลิตและคุณภาพผลฝรั่ง โดยปลูกฝรั่งพันธุ์สีทองในกระถางขนาดความจุ 50 ลิตร ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก และให้พืชมิมขในอัตราที่ต่างกัน ตามกรรมวิธีต่อไปนี้ คือ กรรมวิธีที่ 1) 0 กิโลกรัมต่อกระถาง กรรมวิธีที่ 2) 1 กิโลกรัมต่อกระถางใส่ครั้งเดียว กรรมวิธีที่ 3) 3 กิโลกรัมต่อกระถาง แบ่งใส่ 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน และ กรรมวิธีที่ 4) 5 กิโลกรัมต่อกระถาง แบ่งใส่ 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 เดือน ให้สารละลายธาตุอาหารประมาณ 2-3 ลิตรต่อกระถางทุกวัน พบว่า การให้พืชมิมข 5 กิโลกรัมต่อกระถาง แบ่งใส่ 3 ครั้ง มีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักผล ปริมาณน้ำในผล ขนาดผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ การสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบ และปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมในผล เพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับพืชมิมขอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ได้ทำให้ น้ำหนักแห้งของผล การเกิดกิ่งใหม่ จำนวนผลที่เกิดใหม่ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบ และปริมาณฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมในผลแตกต่างกัน ส่วนปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในผลของฝรั่งพบว่า ฝรั่งที่ได้รับพืชมิมข 5 กิโลกรัม มีปริมาณของกรดที่ไคเตรทได้น้อยที่สุด

Index words: ฝรั่ง พืชมิมข ซิลิคอน

Guava, Pumice, Silicon

คำนำ

ฝรั่งเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จัก และนิยมรับประทานกันทั่วไป มีรสชาติกรอบอร่อยมี คุณสมบัติช่วยให้มีระบบขับถ่ายดี เป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีสูงมากชนิดหนึ่ง และ ยังมีวิตามินเอ และเพคตินสูงด้วย ซึ่งคุณค่าทางอาหารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุการแก่ของผล และฤดูกาล (หลวง บุรศบารุงการ, 2518) ฝรั่งสามารถให้ผลผลิต และทำรายได้ให้กับเกษตรกรต่อเนื่องตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี แต่ปัญหาของชาวสวนฝรั่งในขณะนี้ นอกจากเรื่องการใช้แรงงานแล้วยังมีความเสี่ยงในด้านการตลาด ซึ่งเป็นผลมาจากคุณภาพของฝรั่งที่มีได้สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ในบางช่วงฝรั่งมีผลขนาดเล็ก เนื้อไม่กรอบ มีรสชาติจืด ไม่หวานเท่าที่ควร หรือมีรสเปรี้ยวซ่า ส่งผลกระทบต่อราคาผลผลิต และทำให้ราคาตกต่ำ ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากหลายสาเหตุ และปัจจัยหนึ่งที่น่าจะเกี่ยวข้องคือ การจัดการด้านธาตุอาหารพืช การศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พืชมิมขต่อผลผลิต-

และคุณภาพฝรั่งพันธุ์สีทอง พืชมิมขมีแหล่งกำเนิดในประเทศไทยและมีซิลิคอนเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นธาตุที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช (Boertje, 1995)

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกฝรั่งพันธุ์สีทองโดยใช้กิ่งตอนในกระถางขนาดความจุ 50 ลิตร ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก ทำการตัดแต่งกิ่งก่อนการให้พืชมิมข หลังจากตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน ฝรั่งเริ่มแตกใบอ่อน จึงให้พืชมิมขตามกรรมวิธีทดลองดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ให้พืชมิมขอัตรา 0 กิโลกรัมต่อทราย 50 ลิตร (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ให้พืชมิมขอัตรา 1 กิโลกรัมต่อทราย 50 ลิตร ใส่ครั้งเดียว

กรรมวิธีที่ 3 ให้พืชมิมขอัตรา 3 กิโลกรัมต่อทราย 50 ลิตร แบ่งใส่ 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน

กรรมวิธีที่ 4 ให้หีนพัมมิชอัตรา 5 กิโลกรัม ต่อทราย 50 ลิตร แบ่งใส่ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ทุกๆ กรรมวิธีมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืชประมาณ 2-3 ลิตรต่อกระถาง ทุกวันในเวลาช่วงเช้าระหว่าง 6.30 - 8.00 น. บันทึกผลการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ คุณภาพผล และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในใบและผลทำการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2545 ถึงเดือนกันยายน 2545 ณ แปลงทดลองไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิชต่อการเจริญเติบโตของฝรั่ง

การเจริญเติบโตของฝรั่งหลังได้รับพัมมิชในระดับต่างๆ พบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงต้นและการขยายขนาดทรงพุ่มในช่วง 4 สัปดาห์หลังให้พัมมิช ฝรั่งมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามในช่วงสัปดาห์ที่ 8, 12, 16, 18, 22 และ 24 หลังได้รับพัมมิช ฝรั่งมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น การขยายขนาดทรงพุ่ม และการขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นแตกต่างกันในทางสถิติ (ภาพที่ 1, 2 และ 3) โดยฝรั่งที่ได้รับพัมมิช 5 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่า ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของฝรั่งในช่วงดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการตอบสนองของพืชหลังจากได้รับพัมมิช (Yamaguchi and Winslow, 1989) โดยกิจกรรมของเอนไซม์ภายในต้นพืชที่มีต่อธาตุบางธาตุซึ่งเป็นส่วนประกอบของ

พัมมิช โดยเฉพาะธาตุซิลิกอนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ ทั้งยังเป็นธาตุที่มีผลต่อกระบวนการสร้างพลังงาน ATP จึงส่งผลทำให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (Raven, 1983)

ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิชต่อปริมาณคลอโรฟิลล์

จากการทดลองพบว่า ฝรั่งที่ได้รับพัมมิชอัตรา 5 กิโลกรัม มีการสะสมคลอโรฟิลล์มากกว่าฝรั่งที่ได้รับพัมมิช 0 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าธาตุซิลิกอนที่เป็นส่วนประกอบของพัมมิชมีผลในการกระตุ้นการดูดธาตุไนโตรเจน และ แมกนีเซียมของฝรั่งได้มากขึ้น (Raven, 1983) ซึ่งธาตุทั้งสองเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ จึงทำให้ฝรั่งที่ได้รับพัมมิชมีการสร้างและสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์ได้มากกว่า (Sheng and Wang, 1993) (ตารางที่ 1)

ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้พัมมิชต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลฝรั่ง

จากการศึกษาพบว่า อัตราของการให้พัมมิชมีผลทำให้น้ำหนักสดของผล ขนาดผล ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ไตรเอทที่ได้ (TA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณวิตามินซี มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฝรั่งที่ได้รับอัตราพัมมิช 3 และ 5 กิโลกรัม มีน้ำหนักสด ปริมาณน้ำในผล ขนาดผล แตกต่างกับฝรั่งที่ไม่ได้รับพัมมิชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด คือ 586.76 และ 614.24 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าต้นที่ได้รับพัมมิชอัตรา 0 และ 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักสดเฉลี่ย คือ 479.00 และ 497.77 กรัมตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากซิลิกอนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพัมมิชมีผลในด้านการเป็นตัวกระตุ้นกระบวนการดูดธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของรากพืชได้ดี

(Eltez *et al.*, 1999) ซึ่งธาตุอาหารทั้งสองเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมหรือกระบวนการ metabolism ต่างๆ ในเซลล์พืช โดยเฉพาะกระบวนการสร้างแป้ง น้ำตาล และอินทรีย์สารต่างๆ (วิจิตร, 2532) จึงส่งผลทำให้คุณภาพผลผลิตมีความ

แตกต่างกันดังกล่าว

อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้พบว่า น้ำหนักแห้งของผลฝรั่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยหมัก 3 และ 5 กิโลกรัม มีน้ำหนักแห้งมากกว่า (ตารางที่ 2)

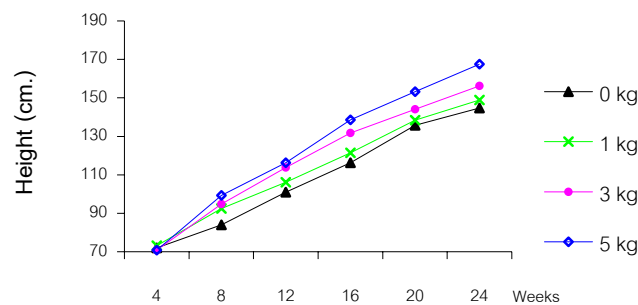


Figure 1 Effect of pumice rates on height (cm) of Guava.

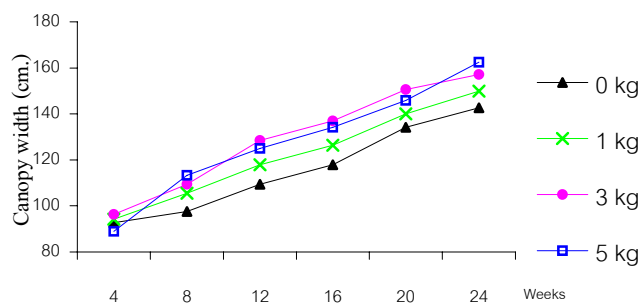


Figure 2 Effect of pumice rates on canopy width (cm) of Guava.

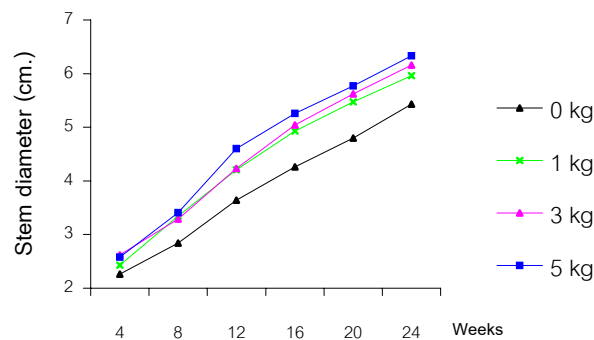


Figure 3 Effect of pumice rates on stem diameter (cm) of Guava.

Table 1 Effect of pumice supply on chlorophyll content in leaf of Guava.

Application of pumice		Chlorophyll content (mg/g FW) ^{1/}	
(kg)	(Times)	Chlorophyll a	Chlorophyll b
0	0	0.67 b	0.45 b
1	1	0.71 b	0.48 ab
3	2	0.69 b	0.46 ab
5	3	0.81 a	0.52 a
C.V. (%)		7.56	7.75

^{1/} Means within column followed by same letter are not significant at P<0.05 by Duncan's Multiple-Range Test

Table 2 Effect of pumice supply on fruit quality of Guava.

Application of pumice		Fruit quality ^{1/}							
(kg)	(Times)	Fresh weight	Dry weight	Water content	Fruit size (g.)	Firmness (kg)	TA (%)	TSS (°brix)	Vit. C (mg/g)
		(g.)	(g.)	(%)					
0	0	479.00 b	54.84	87.53 d	8.75 b	8.38 b	1.46 a	11.78 a	122.58 d
1	1	497.77 b	57.54	88.24 c	9.21 b	8.78 b	1.25 b	11.28 b	133.18 c
3	2	586.76 a	60.11	89.74 b	10.86 a	9.78 a	1.09 c	9.88 c	146.89 b
5	3	614.24 a	59.45	91.08 a	10.97 a	10.43 a	0.92 c	9.86 c	167.19 a
F-test ^{2/}		*	NS	**	*	*	**	**	**
C.V. (%)		6.87	5.68	4.70	3.88	6.13	2.56	6.83	2.57

^{1/} Means within column followed by same letter are not significant at P<0.05 by Duncan's Multiple-Range Test

^{2/} NS = non significant, * = significant at P<0.05, ** = significant at P<0.01

ผลของอัตราที่เหมาะสมในการให้ปุ๋ยหมักต่อปริมาณการสะสมธาตุอาหารไนโตรเจนและผลฝรั่ง

ผลของอัตราในการให้ปุ๋ยหมักแก่ฝรั่งต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ในฝรั่ง พบว่า อัตราของปุ๋ยหมัก มีผลทำให้การสะสมธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และ แมกนีเซียมในใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยพบว่า ปริมาณของ

ธาตุดังกล่าวมากขึ้นเมื่อให้ปุ๋ยหมักในอัตราสูงขึ้น (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามอัตราปุ๋ยหมักไม่ได้ทำให้การสะสมธาตุฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมในใบมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

อัตราของการให้ปุ๋ยหมักไม่ได้ทำให้การสะสมปริมาณฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม ในผลฝรั่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ปุ๋ยหมักมีผลต่อการสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน

โพแทสเซียม และแคลเซียมในผลมีความแตกต่างกันในทางสถิติ กล่าวคือ ฝรั่งที่ได้รับอัตราพืชมิมิซ 5 กิโลกรัม มีการสะสมปริมาณธาตุในโตรเจน โพแทสเซียม และ แคลเซียมในผลมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 2.39, 4.75 และ 9.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับฝรั่งที่ได้รับอัตราพืชมิมิซ 0

กิโลกรัม ที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 1.44, 3.62 และ 8.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากชิลิคอนซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของพืชมิมิซมีผลในด้านการกระตุ้นกระบวนการดูดธาตุอาหารของรากพืชได้ดี (Eltez *et al.*, 1999) จึงกระตุ้นให้พืชมีการดูดธาตุอาหารไปใช้ได้มากและเร็วขึ้น (Clark and Burge, 2000) จึงทำให้พืชมีธาตุอาหารสะสมในเซลล์มากขึ้น

Table 3 Effect of pumice rates on nutrient contents in leaf and fruit of Guava.

Application of pumice		Nutrient content (%) ^{1/}									
		Leaf					Fruit				
(kg)	(Times)	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
0	1	2.90 b	3.89	2.25	13.68 b	14.18 b	1.44 b	2.09	3.62 b	8.28 c	7.48
1	1	3.15 ab	4.28	2.51	13.85 b	15.85 a	2.01 ab	2.36	3.87 ab	8.61 bc	6.96
3	2	3.22 ab	4.42	2.63	15.71 ab	15.12 ab	2.24 ab	2.44	4.00 ab	9.29 ab	7.39
5	3	3.64 a	4.75	2.87	16.98 a	15.41 ab	2.39 a	2.59	4.75 a	9.79 a	7.25
F-test ^{2/}		*	NS	NS	*	*	*	NS	*	*	NS
C.V. (%)		11.43	15.26	18.26	11.50	5.80	25.22	20.48	13.53	4.97	4.84

^{1/} Means within a column followed by same letter are not significant at P<0.05 by Duncan's Multiple-Range Test

^{2/} NS = non significant, * = significant at P<0.05

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า อัตราที่เหมาะสมในการให้พืชมิมิซมีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงต้น การขยายขนาดทรงพุ่ม และการขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฝรั่งที่ได้รับพืชมิมิซ 3 และ 5 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับพืชมิมิซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การให้พืชมิมิซอัตรา 3 และ 5 กิโลกรัมแก่ฝรั่งพันธุ์สีทองทำให้มีน้ำหนักสด ปริมาณน้ำในผล ขนาดผล และความแน่นเนื้อมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบ

กับต้นที่ได้รับพืชมิมิซอัตรา 0 และ 1 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามอัตราที่เหมาะสมของการให้พืชมิมิซไม่ได้ทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของฝรั่งมีความแตกต่างกัน

การให้พืชมิมิซมีผลทำให้การสะสมปริมาณกรดที่ไคเตรทได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในผลของฝรั่งแตกต่างกัน ฝรั่งที่ได้รับพืชมิมิซ 0 กิโลกรัม มีปริมาณของกรดที่ไคเตรทได้มากที่สุด รองลงมาคือ ฝรั่งที่ได้รับพืชมิมิซ 1 กิโลกรัม ส่วนฝรั่งที่ได้รับพืชมิมิซมากที่สุดในกรรมวิธีที่ 4 มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ต่ำสุดเฉลี่ย 0.92 %

อัตราการใช้ปุ๋ยมีผลต่อการสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์ ฟรุ้งที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 5 กิโลกรัม มีการสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี มากกว่าในฟรุ้งที่ได้รับปุ๋ย 0 กิโลกรัม อย่างมีนัย-สำคัญในทางสถิติ

อัตราการใช้ปุ๋ยมีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารในฟรุ้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่าฟรุ้งที่ได้รับปุ๋ยอัตรา 5 กิโลกรัม มีการสะสมธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบมากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่แตกต่างกัน และ ฟรุ้งที่ได้รับอัตราปุ๋ย 5 กิโลกรัม มีปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมในผลมากกว่าอัตราปุ๋ยอื่นๆ แต่ปริมาณฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในผลฟรุ้งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณนิคม จึงอยู่สุข บริษัทก้าวหน้าการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งสนับสนุนวัสดุปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- วิจิตร วังใน. 2532. ทองมณเฑียร ฟรุ้งพันธุ์ใหม่. เกษตร 13(4) : 52-55.
- หลวงบุเรศบำรุงการ. 2518. สวนฟรุ้ง. แพร์พิทยาอินเตอร์เนชั่นแนล หจก. กรุงเทพฯ. 96 น.
- Boertje, G. A. 1995. Chemical and Physical Characteristics of pumice as a growing medium. *Acta Horticulturae*. 401 : 85-87.
- Clark, G.E. and G.K. Burge. 2000. Effects of growing media and nutrition on tuber russeting, storage, and production in *Sandersonia aurantiaca*. *New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science*. 28(2) : 139-146.
- Eltez, R.Z., Y. Tuzel and K. Boztok. 1999. Effect of different growing media and pruning method on greenhouse muskmelon production. *Acta Horticulturae*. 491 : 363-368.
- Raven, J.A. 1983. The transport and function of silicon in plants. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 58:179-207.
- Sheng, D.G. and Y.F. Wang. 1990. Effect of silicon-nitrogen-superphosphate granulated fertilizer on N and P assimilation in rice. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica*. 7(2) : 105-109.
- Yamaguchi, M. and M.D. Winslow. 1989. Effect of silica and magnesium on yield of upland rice in the humid tropics. *Plant Soil*. 113 : 265-269.