

ผลของการขาดธาตุต่อผลผลิตและคุณภาพของพริกหวานในวัสดุปลูก

Effect of Micronutrient Deficiencies on Yield and Fruit Quality

of Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) in Growing Media

กุลินดา แทนจันทร์¹ ศุภชัย อัมภา¹ และ พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง^{2,*}

Kulinda Thanjun¹, Suphachai Amkha¹ and Pornpairin Rungcharoenthong^{2,*}

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าผลของการขาดธาตุต่อผลผลิตและคุณภาพของพริกหวานโดยใช้พีทเป็นวัสดุปลูก ซึ่งวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 4 ตำรับการทดลอง ได้แก่ ตำรับการทดลองที่ 1 ตำรับควบคุม ตำรับการทดลองที่ 2 ขาดเหล็ก (Fe) ตำรับการทดลองที่ 3 ขาดแมงกานีส (Mn) และตำรับการทดลองที่ 4 ขาดธาตุสังกะสี (Zn) ในระยะออกดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลการทดลองพบว่า ความสูงของต้นพริกหวาน ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ขนาดทรงพุ่มของต้นพริกหวาน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต สำหรับจำนวนผลผลิตและน้ำหนักผลผลิตรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยตำรับที่ 1 ให้จำนวนผลและผลผลิตรวมสูงสุด รองลงมา คือ ตำรับที่ 4 3 และ 2 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักสดต่อผลความยาวผล และความหนาเนื้อ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความแน่นเนื้อทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ABSTRACT

The effects of micronutrient deficiencies on yield and fruit quality in of sweet pepper (*Capsicum annuum*) in peat was evaluated using a completely randomized design experiment with 4 replications and 4 treatments as follows ; control or complete nutrition (T1), Fe deficiency (T2), Mn deficiency (T3) and Zn deficiency (T4) during flowering stage to harvesting stage in growing media. The results that plant height were not significantly different among all treatments. In addition, plant canopy of sweet pepper were significantly different at harvesting time. The complete nutrition (T1) provided significantly different by the highest yield as followed and Zn deficiency, Mn deficiency and Fe deficiency, respectively. However, the fruit weight per fruit was highest and significantly different when sweet pepper was grown in complete nutrition as followed by Fe deficiency, Zn deficiency and Mn deficiency,

¹ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

¹Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus Nakorn Pathom 73140

²สาขาพฤกษศาสตร์ สายวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

²Botany, Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, KamphaengSaen Campus Nakorn Pathom 73140

Corresponding author : faaspr@ku.ac.th

respectively. The fruit firmness was not significantly different among treatments. However, the fruit length, fruit diameter and fruit thickness were significantly different at all harvesting time.

Key Words: media, micronutrient, sweet pepper

e-mail address: kulinda_jaw@hotmail.com

คำนำ

พริกหวาน (Sweet pepper: *Capsicum annuum*) จัดเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2552-2553 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 1,242 ไร่ ผลผลิตรวม 2,512 ตัน มูลค่า 125 ล้านบาท (วีระ และคณะ, 2554) พื้นที่ปลูกพริกหวานที่ใหญ่ที่สุดของไทยตั้งอยู่ที่อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากโครงการหลวงได้มีการส่งเสริมการปลูกพริกหวานในวัสดุปลูก ซึ่งพบว่าพริกหวาน มีการเจริญเติบโตของใบและของผลที่มีรูปร่างผิดปกติ และส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต โดยพริกหวานแสดงอาการภาวะพร่องคลอโรฟิลล์ (Chlorosis) ในใบอ่อน ใบม่วงงอ และผลมีรูปร่างผิดปกติ ในบางช่วงของฤดูการเพาะปลูก โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นอาการบ่งชี้ว่าเป็นอาการขาดจุลธาตุ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกมี ค่าปฏิกิริยาดินเป็นด่างอ่อน-ปานกลาง (pH 7.5-8) ซึ่งค่า pH ของน้ำชลประทานที่สูง ส่งผลต่อการนำธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง และไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Shifriss and Eidelman (1983) รายงานว่าการปลูกพริก "Zehavi" ในดินสภาพเนื้อปูน แสดงอาการ Chlorosis ในช่วงฤดูหนาวของ อิสราเอล และเมื่อมีการให้ Fe-EDTA ทางใบ อาการ chlorosis หดหายไป ซึ่งแสดงถึงสภาวะการขาดธาตุอาหารพืชในกลุ่มสังกะสี เหล็ก แมงกานีส อันเป็นผลเนื่องมาจาก สภาพดินเนื้อปูน (calcareous soils) และน้ำที่มีสารประกอบคาร์บอเนตละลายอยู่สูง จะทำให้น้ำมีสภาพเป็นด่าง (พงษ์สันต์ และคณะ, 2552) ดินที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตสูงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก และส่งผลให้ได้ผลผลิตลดลง (Pestana et al., 2004) ซึ่งก็สอดคล้องกับ Hewitt and Watson (1980) รายงานว่า พริกที่ขาดธาตุแสดงอาการดังนี้ เช่น ขาดธาตุเหล็ก จะแสดงอาการ chlorosis อย่างช้าๆ ส่วนพริกที่ขาดแมงกานีสพบว่าใบมีจุดสีเหลืองในใบแก่และเส้นใบยังคงเขียว และจะขาดคลอโรฟิลล์ในที่สุด (necrosis) ขณะที่ขาดธาตุสังกะสี แสดงลักษณะเส้นใบเขียวและเนื้อใบมีสีเหลืองทอง (bronzing) และก้านดอก หลุดร่วง และส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาส่วนของลำต้น ใบ เมล็ด ผล รวมทั้งการสร้างน้ำตาลในผลลดลง กิจกรรมของเอนไซม์ในกระบวนการสร้างน้ำตาล รวมทั้งกรดอินทรีย์ในพืชต่างๆ ลดลง (ยงยุทธ, 2552) ดังนั้นจึงทำการศึกษาผลของการขาดธาตุเหล็ก สังกะสี และแมงกานีส ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต รวมทั้งคุณภาพของผลผลิตพริกหวาน ซึ่งหากทราบลักษณะดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถจัดการธาตุอาหารเสริม ให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช ช่วยให้พริกหวานเจริญเติบโตได้ปกติ และสามารถเพิ่มคุณภาพของผลผลิต

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมสารละลายธาตุอาหารของ Hoagland solution (1940) ปรับระดับ pH ของสารละลายให้ได้ประมาณ 5.6-5.8 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ตำรับ 4 ซ้ำ โดยมีตำรับการทดลองดังนี้ ตำรับที่ 1 ตำรับควบคุม ให้ธาตุอาหารครบทุกธาตุตามที่สูตรกำหนด ตำรับการทดลองที่ 2 ขาดเหล็ก (Fe) ตำรับการทดลองที่ 3 ขาดแมงกานีส (Mn) และตำรับการทดลองที่ 4 ขาดธาตุสังกะสี (Zn) โดยที่ในตำรับที่ 2 3 และ 4 ให้พืชขาดธาตุอาหารในระยะออกดอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต เริ่มการทดลองโดยเพาะเมล็ดพริกหวาน พันธุ์เวก้า 1822 เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน ย้ายต้นกล้า ลงในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่มีพีทเป็นวัสดุปลูก และให้สารละลายธาตุอาหารตามตำรับการทดลอง ปริมาตร 500 มิลลิลิตรต่อกระถาง ทุก 7 วัน เมื่อต้นพริกหวานเริ่มออกดอกจึงงดให้ธาตุเหล็ก แมงกานีสและสังกะสี จนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต วัดการเจริญเติบโตของต้นพริกหวาน คือ ความสูง และขนาดทรงพุ่มของต้น ใน 3 ระยะของการเจริญเติบโต คือ ช่วงเริ่มการออกดอก (30 วันหลังย้ายปลูก) ช่วงการพัฒนาผล (50 วันหลังย้ายปลูก) ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 (80 วันหลังย้ายปลูก) เก็บตัวอย่างใบพริกหวาน ในตำแหน่งใบข้อที่ 3-5 นับจากยอด ต้นละ 10 ใบ จำนวน 4 ช่วงระยะของการเจริญเติบโต คือ ช่วงเริ่มการออกดอก ช่วงการพัฒนาผล ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต ครั้งที่ 1 (80 วันหลังย้ายปลูก) และช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 (90 วันหลังย้ายปลูก) และนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบพริกหวาน ได้แก่ ธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี โดยชั่งตัวอย่างพืช 0.2 กรัม ย่อยด้วย HNO_3 และ HClO_4 (ทัศนีย์ และจรัลรักษ์, 2542) วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer พร้อมทั้งเก็บข้อมูลคุณภาพผลผลิตพริกหวาน คือ น้ำหนักผลสด ความยาว ความกว้างของผล ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ (เครื่อง Firmness Tester ยี่ห้อ Chatillon) ใน 4 ระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 (80 วันหลังย้ายปลูก) ครั้งที่ 2 (90 วันหลังย้ายปลูก) ครั้งที่ 3 (100 วันหลังย้ายปลูก) และครั้งที่ 4 (110 วันหลังย้ายปลูก) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance : ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ R Program (R-language and environment for statistical computing and graphics)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1) การเจริญเติบโตของต้นพริกหวาน

ความสูงและขนาดทรงพุ่มของต้นพริกหวาน ใน 3 ระยะของการเจริญเติบโต พบว่า ความสูงของต้นในทุกช่วงการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาดทรงพุ่มของต้นในช่วงเริ่มการออกดอก และช่วงการพัฒนาผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยที่ตำรับควบคุมมีขนาดทรงพุ่มสูงสุด (Table 1)

Table 1 Effect of micronutrient deficiencies on plant height and plant canopy of sweet pepper in peat at different of plant growth stage

Treatments	Flowering stage		Fruit development		Harvesting period	
	Plant height	Plant canopy	Plant height	Plant canopy	Plant height	Plant canopy
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Control	39.75	37.50	52.50	54.00	60.00	61.00 a ^{1/}
-Fe	39.25	36.50	50.00	51.88	54.75	57.38 b ^{1/}
-Mn	39.50	36.25	49.75	51.63	54.00	57.13 b ^{1/}
-Zn	38.00	36.75	49.00	53.00	54.25	58.13 ab ^{1/}
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
c.v. (%)	11.44	9.01	7.43	5.48	4.90	3.67

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 95% (*) by Duncan method ns: No significant different at 95 % by Duncan method

2) ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารที่ปรากฏขึ้นกับต้นพริกหวาน

ซึ่งลักษณะอาการขาดธาตุอาหารที่ปรากฏขึ้นกับต้นพริกหวาน พบว่า ต้นที่ขาดธาตุเหล็กมีลักษณะอาการ interveinal chlorosis เกิดที่ใบอ่อนก่อน โดยเนื้อสีเหลืองและเส้นใบยังคงเขียว และผลมีรูปร่างผิดปกติ (Figure 1)



Figure 1 Fe deficiency in sweet pepper

ส่วนต้นที่ขาดธาตุแมงกานีส แสดงอาการที่ใบอ่อนก่อน โดยใบมีสีเหลืองและเส้นใบสีเขียว มีการแตกพุ่มน้อยและใบอ่อนแห้งตายและหลุดร่วงในที่สุด ผลมีรูปร่างผิดปกติ และผลมีจำนวนช่องผลมากกว่าปกติ (ปกติจะมี ช่องผลประมาณ 2-4 ช่อง แต่ที่ขาดแมงกานีสมีช่องผลจำนวน 5-6 ช่อง) (Figure 2)



Figure 2 Mn deficiency in sweet pepper

และต้นที่ขาดธาตุสังกะสี แสดงลักษณะขาดธาตุอาหารโดยเกิดที่ใบอ่อนก่อน โดยใบมีสีเหลือง และเส้นใบมีสีเขียว พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ใบมีขนาดเล็กลงและข้อปล้องสั้นลง และผลมีรูปร่างผิดปกติ (Figure 3)



Figure 3 Zn deficiency in sweet pepper

3) ปริมาณธาตุอาหารในใบพริกหวาน

3.1 ปริมาณเหล็กในใบพริกหวาน

จากการเก็บตัวอย่างใบพริกหวาน ใน 4 ระยะของการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณเหล็กในใบพริกหวานทุกช่วงการเจริญเติบโต และทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2-3) โดยตำรับที่ขาดธาตุเหล็กมีปริมาณเหล็กน้อยที่สุด พบปริมาณเหล็กในใบสูงสุดในช่วงการพัฒนาผล เพราะ พืชมีการสังเคราะห์แสงและหายใจ เพื่อสร้างแป้งเปลี่ยนน้ำตาล เพื่อจะให้ปริมาณธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการในการพัฒนาผลผลิต (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

3.2 ปริมาณแมงกานีสในใบพริกหวาน

จากการเก็บตัวอย่างใบพริกหวาน ใน 4 ระยะของการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณแมงกานีสในใบพริกหวาน ทุกช่วงการเจริญเติบโต ทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2-3) โดยตำรับที่ขาดธาตุแมงกานีสจะมีปริมาณแมงกานีสน้อยที่สุด พบปริมาณแมงกานีสในใบสูงสุดในช่วงการพัฒนาผล เพราะแมงกานีสมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาของพืชในระยะเจริญพันธุ์ ซึ่งแมงกานีสไฟเทตที่เมล็ดสะสมไว้ที่เอนโดสเปิร์ม เป็นแหล่งของแมงกานีสสำหรับการสนับสนุนการพัฒนาเอ็มบริโอ (ยงยุทธ , 2552)

3.3 ปริมาณสังกะสีในใบพริกหวาน

จากการเก็บตัวอย่างใบพริกหวาน ใน 4 ระยะของการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณสังกะสีในใบพริกหวาน ช่วงการพัฒนามวล การเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 เจริญเติบโต ทุกตัวรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2-3) โดยตัวรับที่ขาดธาตุสังกะสีจะมีปริมาณสังกะสีน้อยที่สุด พบปริมาณสังกะสีในใบสูงที่สุดในช่วงการพัฒนามวล เพราะ สังกะสีมีส่วนสำคัญในการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตและกระตุ้นการใช้น้ำตาลในพืชและช่วยเสริมสร้างการสุกแก่ให้กับผลไม้ และช่วยในการขยายขนาดของเซลล์พืช (เกษมศรี, 2541)

Table 2 Total of Fe, Mn and Zn content in sweet pepper leaves at flowering stage and fruit development stage

Treatments	Flowering stage			Fruit development		
	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Control	290 a ^{1/}	90 a ^{1/}	160 ab ^{1/}	340 a ^{1/}	240 a ^{1/}	200 a ^{1/}
-Fe	260 b ^{1/}	80 b ^{1/}	150 b ^{1/}	290 b ^{1/}	220 b ^{1/}	190 ab ^{1/}
-Mn	250 b ^{1/}	80 b ^{1/}	170 a ^{1/}	320 ab ^{1/}	180 c ^{1/}	210 a ^{1/}
-Zn	280 a ^{1/}	85 ab ^{1/}	150 b ^{1/}	320 ab ^{1/}	220 b ^{1/}	170 b ^{1/}
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	3.21	5.63	7.90	4.52	4.14	7.44

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 99% (**) by Duncan method

Table 3 Total of Fe, Mn and Zn content in sweet pepper leaves at 1st and 2nd harvesting time

Treatments	1 st harvesting time			2 nd harvesting time		
	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Control	200 a ^{1/}	70 a ^{1/}	140 a ^{1/}	150 a ^{1/}	60 a ^{1/}	120 a ^{1/}
-Fe	120 c ^{1/}	60 b ^{1/}	130 b ^{1/}	90 c ^{1/}	50 ab ^{1/}	110 ab ^{1/}
-Mn	150 bc ^{1/}	40 c ^{1/}	130 b ^{1/}	120 b ^{1/}	30 b ^{1/}	120 a ^{1/}
-Zn	170 b ^{1/}	60 b ^{1/}	110 c ^{1/}	150 a ^{1/}	60 a ^{1/}	90 b ^{1/}
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	7.78	8.51	5.01	6.13	9.30	8.37

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 99% (**) by Duncan method

4) คุณภาพผลผลิต

น้ำหนักสดต่อผล จำนวนผลผลิตรวมและน้ำหนักผลผลิตรวม พบว่า ทุกตัวรับการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4) โดยตัวรับควบคุม มีน้ำหนักสดต่อผล และจำนวนผลผลิตรวม และน้ำหนักผลผลิตรวมสูงสุด

Table 4 Fruit weight, number of yield and total yield

Treatments	Fruit weight (g/fruit)	Number of yield (fruit/plant)	Total yield (g/plant)
Control	132.42 a ^{1/}	8.25 a ^{1/}	1,082.0 a ^{1/}
-Fe	108.83 ab ^{1/}	3.50 c ^{1/}	401.7 c ^{1/}
-Mn	98.88 b ^{1/}	6.25 b ^{1/}	606.7 b ^{1/}
-Zn	107.20 ab ^{1/}	6.50 b ^{1/}	662.5 b ^{1/}
F-test	*	**	**
C.V. (%)	15.43	19.55	18.08

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 95% (*) and 99% (**) by Duncan method

ส่วนคุณภาพผลผลิต คือน้ำหนักสด พบว่า ผลผลิตทั้ง 4 รุ่น ทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่ตำรับควบคุม มีน้ำหนักผลผลิตแต่ละครั้งการเก็บเกี่ยวมากที่สุด ส่วนความยาว ความกว้างผล และความหนาเนื้อ พบว่า ผลผลิตรุ่นที่ 1 2 และ 4 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และความแน่นเนื้อ ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5-8)

Table 5 Number of yield and characteristics in 1st harvesting time

Treatments	Number of yield (fruit/plant)	Fruit weight (g/plant)	Length (mm)	Width (mm)	Fruit firmness (N)	Fruit thickness (mm)
Control	4.0 a ^{1/}	144.23 a ^{1/}	70.80 b ^{1/}	70.95 a ^{1/}	2.54	6.04 ab ^{1/}
-Fe	1.8 c ^{1/}	133.56 ab ^{1/}	72.59 ab ^{1/}	73.86 a ^{1/}	2.75	6.24 a ^{1/}
-Mn	2.8 b ^{1/}	113.46 b ^{1/}	77.26 ab ^{1/}	67.12 b ^{1/}	2.11	5.12 b ^{1/}
-Zn	2.3 bc ^{1/}	121.84 ab ^{1/}	85.28 a ^{1/}	63.17 b ^{1/}	2.45	5.69 ab ^{1/}
F-test	**	**	*	*	ns	*
C.V. (%)	12.94	10.09	12.20	17.38	20.09	14.62

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 95% (*) and 99% (**) by Duncan method ns: No significant different at 95 % by Duncan method

Table 6 Number of yield and characteristics in 2nd harvesting time

Treatments	Number of yield (fruit/plant)	Fruit weight (g/plant)	Length (mm)	Width (mm)	Fruit firmness (N)	Fruit thickness (mm)
Control	4.8 a ^{1/}	132.75 a ^{1/}	70.50 a ^{1/}	66.88	2.54	6.04 ab ^{1/}
-Fe	1.3 c ^{1/}	88.17 b ^{1/}	66.37 b ^{1/}	65.02	2.75	6.24 a ^{1/}
-Mn	2.5 b ^{1/}	96.44 ab ^{1/}	68.53 b ^{1/}	66.93	2.11	5.12 b ^{1/}
-Zn	3.0 b ^{1/}	106.40 ab ^{1/}	71.80 b ^{1/}	68.51	2.45	5.69 ab ^{1/}
F-test	**	**	**	ns	ns	*
C.V. (%)	16.02	14.56	15.20	18.14	20.09	14.62

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 95% (*) and 99% (**) by Duncan method ns: No significant different at 95 % by Duncan method

Table 7 Number of yield and characteristics in 3rd harvesting time

Treatments	Number of yield (fruit/plant)	Fruit weight (g/plant)	Length (mm)	Width (mm)	Fruit firmness (N)	Fruit thickness (mm)
Control	1.0	107.50 a ^{1/}	65.20 a ^{1/}	67.85 a ^{1/}	2.30	3.90 a ^{1/}
-Fe	1.0	79.25 b ^{1/}	58.78 b ^{1/}	55.91 b ^{1/}	2.12	2.80 ab ^{1/}
-Mn	1.3	72.50 ab ^{1/}	54.05 b ^{1/}	54.53 b ^{1/}	2.21	2.38 b ^{1/}
-Zn	1.0	82.25 ab ^{1/}	58.92 b ^{1/}	50.30 c ^{1/}	2.33	2.78 ab ^{1/}
F-test	ns	**	*	*	ns	*
C.V. (%)	10.50	9.93	18.98	14.82	15.27	15.80

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 95% (*) and 99% (**) by Duncan method ns: No significant different at 95 % by Duncan method

Table 8 Number of yield and characteristics in 4th harvesting time

Treatments	Number of fruit (fruit/plant)	Fruit weight (g/plant)	Length (mm)	Width (mm)	Fruit firmness (N)	Fruit thickness (mm)
Control	1.0 b ^{1/}	104 a ^{1/}	63.34 a ^{1/}	61.85 a ^{1/}	2.10	3.30 a ^{1/}
-Fe	1.0 b ^{1/}	100 ab ^{1/}	60.10 a ^{1/}	56.51 a ^{1/}	2.14	3.10 a ^{1/}
-Mn	4.0 a ^{1/}	59 b ^{1/}	48.40 b ^{1/}	52.10 b ^{1/}	1.82	2.39 b ^{1/}
-Zn	1.3 b ^{1/}	80 ab ^{1/}	42.95 b ^{1/}	51.86 b ^{1/}	1.98	2.34 b ^{1/}
F-test	**	**	*	*	ns	*
C.V. (%)	18.03	14.13	17.02	15.22	10.50	13.21

^{1/}Number is average of 4 replicates, followed by a letter. Different letter means there is a significant different at 95% (*) and 99% (**) by Duncan method ns: No significant different at 95 % by Duncan method

สรุป

จากการศึกษา พบว่า ต้นพริกหวานที่ขาดธาตุเหล็ก มีลักษณะอาการ interveinal chlorosis เกิดที่ใบอ่อนก่อน โดยใบมีสีเหลืองและเส้นใบเขียว และผลมีรูปร่างผิดปกติ ส่วนต้นที่ขาดธาตุแมงกานีส แสดงลักษณะขาดธาตุอาหารโดยเกิดที่ใบอ่อนก่อน โดยใบมีสีเหลืองและเส้นใบมีสีเขียว มีการแตกพุ่มน้อยและใบอ่อนแห้งตายและหลุดร่วงในที่สุด ผลมีรูปร่างผิดปกติ และผลมีจำนวนช่องผลเพิ่มขึ้น 2-3 ช่องต่อผล และต้นที่ขาดธาตุสังกะสี แสดงที่ใบอ่อนก่อน โดยใบมีสีเหลือง และเส้นใบมีสีเขียว พืชจะชะงักการเจริญเติบโต ใบมีขนาดเล็กกลางและข้อปล้องสั้นลง และผลมีรูปร่างผิดปกติ สำหรับผลผลิตนั้นพบว่า จำนวนผลผลิต น้ำหนักสดต่อผลและน้ำหนักผลผลิตรวม ต่ำรับควบคุม มีจำนวนผลผลิตและน้ำหนักผลมากที่สุด แสดงว่า จุลธาตุมีผลต่อปริมาณและน้ำหนักของผลผลิตพริกหวาน ส่วนคุณภาพผลผลิต คือ ความยาว ความกว้างผล ความแน่นเนื้อ พบว่า ผลผลิตรุ่นที่ 1 2 และ 4 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และความหนาเนื้อ ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

- เกษมศรี ชับซ้อน. 2541. **ปฐพีวิทยา**. นานาสิ่งพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พงษ์สันติ สีจันทร์, ปุญญา ตระกูลยิ่งเจริญ, นภาพร วงษ์โพธิ์หอม, พิบูลย์ กังแฮ, ศุภชัย อำคา, สุชาดา กรุณา และ เรียร วิทยาวรากุล. 2552. **สภาวะธาตุอาหารพืชและปัจจัยทางดินเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง**. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัย 3070-3815 มูลนิธิโครงการหลวง. เชียงใหม่.
- มณีฉัตร นิกรพันธ์. 2541. **พริก**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ ไสสธสกา. 2552. **ธาตุอาหารพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วีระ ภาคอุทัย, ธนาภรณ์ กระสวยทอง, พรทิพย์ แพงจันทร์ และ ไพฑูรย์ คัชมาตย์. 2554. **ยุทธศาสตร์การผลิตและการตลาดพริกและผลิตภัณฑ์ประเทศไทย ระยะที่ 1 และติดตามการขยายเครือข่ายและการจัดการห่วงโซ่อุปทานพริกสดปลอดภัยจังหวัดชัยภูมิ**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- Hewitt, E.J. and E.F. Watson. 1980. The production of micronutrient element deficiencies in plants grown in recirculated nutrient film (NFT) system. *Acta Hort.* 98:179-189.
- Pestana, M., A.E. Faria and De A. Varennes. 2004. Lime-induced iron chlorosis in fruit tree, pp. 171-215. *In* Ed., Dris, R and S, Mohan Jain. **Production practice and quality Assessment of food crop V2. Plant mineral nutrition and pesticide management**. Springer, Netherland.
- Shifriss, C. and E. Eidelman. 1983. Iron deficiency chlorosis in peppers. *J. Plant Nutrition* 6: 699-704.