

缺锌对番茄与甜椒生长发育及矿物质代谢的影响

(4)
14-16王景安 张福锁 李春俭
(中国农业大学植物营养系 北京 100094)5436.412.1
5436.413.1

摘 要 研究了缺 Zn 溶液培养对番茄 (*Lycopersicon esculentum miller*) 和甜椒 (*Capsicum frutescens* L. Var. *grosso* Bailey) 生长发育及 P、K、Ca、Zn 在植物体内各部位含量的影响。结果表明,2 种蔬菜叶部缺 Zn 症状与叶含 Zn 量关系不大,而与叶含 P、Ca 量密切相关,叶部缺 Zn 症状主要是由于叶内 P 过度积累产生的毒害作用和叶含 Ca 量大幅度降低产生的有害影响及 K 含量降低造成离子平衡失调。

关键词 番茄 甜椒 缺 Zn 症状 离子平衡失调

Effects of zinc deficiency on the growth and minerals metabolism of tomato and green pepper. Wang Jing'an, Zhang Fusuo, Li Chunjian (Department of Plant Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100094), *EAR*, 1999, 7(4): 14~16

Abstract Effects of Zn-deficiency nutrient solution on growth and development of tomato (*Lycopersicon esculentum miller*) and green pepper (*Capsicum frutescens* L. Var. *grosso* Bailey), and the concentration of P, K, Ca and Zn in organs of the two given plants was studied. The results showed that there was a close relationship between Zn-deficiency symptom on leaves and P, Ca concentration in the leaves. The symptom was independent on Zn concentration. Zn-deficiency disease resulted from over-accumulation of phosphorus and a great decrease of calcium in leaves, and from ion imbalance induced by reduction of K concentration. It indicated that Zn-deficiency in nutrient solution did not directly lead to decrease of Zn concentration in leaves.

Key words Tomato, Green pepper, Zn-deficiency symptom, Ion imbalance

世界各地许多土壤存在缺锌(Zn)现象。Zn 是植物生长发育及维持人体正常代谢的必需元素之一,缺锌可影响作物产量和品质的提高,同样影响人类健康。缺 Zn 引起植物受害的原因尚不十分清楚,本文从缺 Zn 引起植物 P、Ca、K 代谢变化研究了番茄和甜椒缺 Zn 受害的原因,探讨了缺 Zn 影响植物生长发育的可能机理。

1 试验材料与方法

番茄品种为引进德国的“NrA₂/20-1”(Bangerth, 1964),有限生长型,结果量大,但果体较小;甜椒品种为原北京农业大学育成的“农大 8 号”。选取饱满一致的番茄和甜椒种子用 3% H₂O₂ 消毒冲洗后放置湿润滤纸上于 25℃ 培养箱中催芽,出芽后播于以菜园土作基

质的苗盘中,幼苗长至4叶1芯时选生长一致幼苗移栽到1/2完全营养液盆中,每盆6株,以电动气泵连续通气,2d后换成完全营养液,营养液配方为0.75mmol/L K_2SO_4 、2mmol/L $Ca(NO_3)_2$ 、0.65mmol/L $MgSO_4$ 、0.2mmol/L KH_2PO_4 、0.1mmol/L KCl 、0.1mmol/L H_3BO_3 、1 μ mol/L $MnSO_4$ 、0.1 μ mol/L $CuSO_4$ 、1 μ mol/L $ZnSO_4$ 、0.005 μ mol/L $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ 和0.1mmol/L $Fe-HEDTA$ 。培养盆为黑色聚乙烯塑料盆,容积为3L;幼苗现蕾时定苗,番茄每盆留1株,甜椒每盆留3株,分期分批进行缺Zn(营养液中不加Zn)和加Zn(对照,完全营养液培养)2种处理,每隔2d更换1次营养液。2种蔬菜均在人工光照培养室培养;白天温度为 $27\pm 2^\circ C$,夜间温度为 $22\pm 2^\circ C$,14h光照,光照强度 $9400\text{ lx/m}^2\cdot\text{s}$,番茄于果实成熟后收获,甜椒于果实呈深绿色具光泽时收获。收获后将植株根、茎、老叶、幼叶、花、果实等各部位分别烘干、称重、粉碎、灰化,用钒钼黄比色法测定P,火焰光度法测定Ca和K,原子吸收分光光度法测定Zn。

2 结果与分析

2.1 缺Zn对番茄与甜椒生长的影响

由表1可知,缺Zn70d(开花前开始缺锌)对番茄植株各部位生长均有明显抑制作用,表现为老叶脉间失

表1 缺Zn对番茄与甜椒生长的影响*

Tab. 1 Effects of zinc deficiency on the growths of tomato and green pepper

品种	处理	株高/cm	茎叶质量/g	根质量/g	花数/朵·株 ⁻¹	座果/个·株 ⁻¹
Variety	Treatment	Plant height	Shoot weight	Root weight	Flower number	Fruits number
番茄	加Zn	81.13a	32.89a	5.37a	46.25a	3.75a
	缺Zn30d	78.60a	31.73a	5.07a	27.75b	3.50a
	缺Zn50d	71.75a	31.70a	3.94a	30.25b	1.50b
	缺Zn70d	39.38b	12.52b	1.86b	20.75c	0.25c
甜椒	加Zn	35.97a	4.75a	0.99a	—	2.83a
	缺Zn50d	21.16b	3.67a	1.12a	—	—

* 番茄为4次重复的平均值,甜椒为9次重复的平均值;不同字母为差异显著性,下同。

绿,形成许多褐色

失绿斑,最后完全

干枯,新叶很小且

簇生(节间缩短,为

典型的小叶病),花

量和座果数亦显著

降低,大多数花不

能正常开放;缺Zn50d和30d(开花后开始缺锌)对番茄生长的抑制作用不明显,表明番茄缺Zn敏感期在开花前。缺Zn50d对甜椒地上部有明显抑制作用,且不能正常开花结实,花蕾未开放即脱落,但对根系生长有促进作用。番茄和甜椒缺Zn敏感程度不同,番茄缺Zn50d叶部无明显症状,而甜椒叶部出现许多褐色坏死斑点。

2.2 缺Zn培养对番茄与甜椒Zn、P、K和Ca含量的影响

表2表明,缺Zn培养对番茄根、茎、叶的Zn含量影响很小,因为缺Zn使体内Zn含量降低,而缺Zn植株生长受阻所产生的浓缩作用使体内Zn含量增加;但缺Zn番茄植株的花和果实Zn含量均明显降低,因为缺Zn时要靠叶等其他部位供给花、果Zn,而Zn在植物体内再利用率很低^[3]。缺Zn使甜椒各部位Zn含量均不同程度降低,根、茎、老叶、幼叶分别降低16.30%、5.11%、9.05%和31.16%。因缺锌培养的甜椒植株未能开花、结实,故无法测定花和果实Zn含量。表2表明,缺Zn使番茄植株地上部分(果实除外)P含量提高,缺Zn时间越长,P含量越高。缺Zn70d的老叶P含量比正常供Zn高2.91倍,达叶干质量的2.11%。一般认为叶片P含量达叶干质量的2%即可引起P中毒^[2~3]。缺Zn老叶出现许多失绿坏死斑后及至叶片干枯死亡。果实P含量随缺Zn时间延长呈降低趋势,但变化较小,不影响果实正常代谢过程和生长发育。缺Zn降低甜椒植株根部P含量,提高地上部分P含量,叶片P含量可提高4.25倍,达叶干质量的2.046%,已引起P中毒。表

2表明,缺Zn降低番茄与甜椒茎叶K含量,茎K含量降低幅度最大,番茄与甜椒分别降

表2 缺Zn培养对番茄与甜椒Zn、P、K和Ca含量的影响

Tab. 2 Effects of zinc deficiency on the concentration of Zn, P, K and Ca in tomato and green papper

品种	处理	根元素含量 Concentration in root				茎元素含量 Concentration in stem				老叶元素含量 Concentration in old leaf			
Variety	Treatments	Zn/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	P/%	K/%	Ca/%	Zn/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	P/%	K/%	Ca/%	Zn/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	P/%	K/%	Ca/%
番茄 Tomato	加Zn	94.14a	0.792ab	5.57a	0.67a	88.71a	0.669c	5.68a	0.84ab	76.05a	0.502c	4.96a	3.59a
	缺Zn30d	90.27a	0.927a	5.09ab	0.55b	83.20a	0.742bc	4.98b	1.00a	80.05a	0.680c	4.68a	3.85a
	缺Zn50d	90.45a	0.656b	4.01b	0.35c	80.37a	0.903b	4.29c	0.40c	81.09a	1.244b	4.60ab	2.04b
	缺Zn70d	86.89a	0.823b	4.37ab	0.36c	77.85a	1.105a	4.41c	0.55bc	79.53a	2.110a	4.24b	1.48b
甜椒 green papper	加Zn	116.89a	1.004a	5.38a	0.55a	118.66a	0.421a	5.97a	1.26a	110.60a	0.404b	5.71a	3.13a
	缺Zn50d	97.84b	0.592a	4.55a	0.21b	99.50a	0.482a	4.45a	0.56a	92.04a	2.044a	5.04a	0.60b
品种	处理	幼叶元素含量 Concentration in young leaf				花元素含量 Concentration in flower				果元素含量 Concentration in fruit			
Variety	Treatments	Zn/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	P/%	K/%	Ca/%	Zn/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	P/%	K/%	Ca/%	Zn/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	P/%	K/%	Ca/%
番茄 Tomato	加Zn	85.97a	0.671c	5.07a	0.76b	95.96a	0.463c	4.14b	1.74b	136.38a	0.775a	5.17a	0.35b
	缺Zn30d	78.51ab	0.888bc	4.61a	2.31a	91.78b	0.424d	4.17b	2.08a	111.17b	0.716ab	4.87b	0.45a
	缺Zn50d	77.02ab	1.167ab	4.56ab	0.75b	90.72c	0.617b	3.13c	0.93c	92.78c	0.688ab	4.56c	0.35b
	缺Zn70d	72.30b	1.437a	4.04b	0.50b	67.50d	1.080a	4.44a	0.30d	88.89c	0.673b	5.04ab	0.35b
甜椒 green papper	加Zn	116.70a	0.376b	5.44a	2.47a	—	—	—	—	—	—	—	—
	缺Zn50d	80.34b	2.048a	4.87a	0.40b	—	—	—	—	—	—	—	—

低12.3%和17.1%,但K绝对含量降低后仍属正常范围,不会引起植株受害。缺Zn70d比缺Zn50d的番茄根、茎、花、果K含量高,这可能是缺Zn70d的植株生长受抑过大产生的浓缩作用所致。表2表明,正常供Zn(1 $\mu\text{mol/L}$)培养的番茄与甜椒体内Ca含量均为老叶>幼叶>茎>根。番茄花Ca含量比果实高得多,说明果实在膨大过程中外源Ca输入量远不及果实膨大速度,因为Ca主要随蒸腾流分配与运输,而果实蒸腾量很小,故Ca的输入量也很少。缺Zn50d以上番茄与甜椒根、茎、叶Ca含量均显著降低,尤以叶Ca含量降幅最大,如缺Zn50d番茄与甜椒叶Ca含量分别降低29.8%和82.1%,缺Zn70d番茄叶Ca含量降低57.6%;而缺Zn30d番茄地上部分Ca含量比正常供Zn高,这可能与Zn竞争抑制Ca的吸收,而缺Zn时这种抑制作用消失有关。缺Zn时间过长使细胞膜结构受损亦导致Ca净吸收量减少,甜椒比番茄对细胞膜结构受损反应更敏感,缺Zn50d的甜椒株高生长受抑27.3%,而番茄受抑11.6%。

3 小 结

缺Zn使植物受害并非简单地降低植物体内Zn含量,而因缺Zn对植物代谢多方面影响所致^[4]。本研究表明,缺Zn植株体内P的过度积累导致P中毒,Ca、K吸收减少。作物体内离子平衡失调可能是引起作物受害的直接原因,特别是P过度积累和Ca减少;缺Zn引起作物受害原因有待于今后进一步试验证实。不同作物对缺Zn的敏感性不同,甜椒比番茄生长受抑更重、叶部症状更明显、P积累幅度更大、Ca含量减少更多,故更敏感。

参 考 文 献

- 1 张新生、孙爱君. 果树的锌营养综述. 河北果树, 1995 (3): 9~10
- 2 Lauchli A., Bielecki R. L. 著, 张礼忠, 毛知耘译. 植物的无机营养. 北京: 农业出版社, 1992. 89~91
- 3 Marschner. H. 著, 曹一平, 陆景陵等译. 高等植物的矿质营养. 北京: 北京农业大学出版社, 1991. 187~188
- 4 浙江农业大学主编. 作物营养与施肥. 北京: 农业出版社, 1990. 401~402
- 5 刘永膏. 番茄锌营养临界值的研究. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(4): 278~284
- 6 韩永兰. 锌肥对蔬菜锌素营养的影响及施肥技术. 土壤肥料, 1991 (2): 34~36