

# 土壤改良剂对氮镉交互作用下番茄品质的影响

李素霞, 张建英, 杨 钢, 谢朝阳, 沈 云

(武汉生物工程学院 化学与环境工程系 湖北 武汉 430415)

**摘 要:**在氮镉交互作用下,采用 3 种(双氰胺、石灰和有机肥)改良剂,研究其对番茄品质、硝酸盐和镉的积累的影响。结果表明:3 种改良剂均能提高番茄干物质、葡萄糖和蔗糖的含量,但却降低了可溶性糖的含量;施用石灰显著降低了蛋白质和柠檬酸的含量,其它 2 个处理则相反;施用双氰胺显著降低 VC 的含量,而施用石灰和有机肥则显著提高 VC 含量;施用双氰胺和石灰能显著降低番茄果实中硝酸盐和镉的累积,施用有机肥则相反。

**关键词:**石灰;有机肥;双氰胺;氮;镉;番茄;品质

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2010)23—0012—03

番茄是当前栽培面积较大的菜果两用作物,深受广大消费者喜爱。随着“三废”的排放和肥料的大量施用,导致菜地土壤重金属的超标和肥料的富营养化日益严重。李素霞等<sup>[1-4]</sup>对菜地镉与硝酸盐复合污染进行了大量研究,许树成等<sup>[5-7]</sup>在镉污染的菜地土壤上对番茄的品质和产量提出了改良措施。现以氮镉为主要因子,在互作情况下,采用 3 种改良措施(双氰胺、石灰和有机肥),以湖北地区栽培的番茄为研究对象,研究其对番茄

品种的影响,以期为农产品安全生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

番茄幼苗(当地育苗,散买);试验地位于武汉生物工程学院后 1 000 m 处,地势平坦,植被基本统一,上季多为小白菜、苋菜等当地常用菜,土壤基本理化性状一致(表 1)。

表 1 试验土壤基本理化性状

Table 1 Basic physicochemical of test soil

pH	有机质 Organic composition / g · kg <sup>-1</sup>	碱解氮 Alkali hydrolyzable nitrogen / mg · kg <sup>-1</sup>	速效磷 Rapidly available phosphorus / mg · kg <sup>-1</sup>	CEC / cmol(+) · kg <sup>-1</sup>	全镉 Total cadmium / mg · kg <sup>-1</sup>	有效镉 Available cadmium (DTPA 提取) / mg · kg <sup>-1</sup>	粘粒 Clay grain / %
7.65	23.78	46.75	25.15	90.04	0.28	0.15	28

### 1.2 试验设计

试验设 4 个处理(CK、石灰、双氰胺、有机肥),小区面积 4 m×4 m,3 次重复,土壤按 150 t/667m<sup>2</sup> 计算。CK:底肥为 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.2 g/kg, K<sub>2</sub>O 0.3 g/kg,施 N 水平为 0.2 g/kg (以纯 N 计,尿素为氮源),Cd 水平为 2.0 mg/kg (以纯 Cd 计,以 3CdSO<sub>4</sub> · 8H<sub>2</sub>O 为镉源);石灰:CK+石灰(2.0 g/(5kg 土),生石灰,全镉未检出);双氰胺:CK+双氰胺(0.2144 g/(5kg 土),分析纯,全镉未检出);有机肥:CK+有机肥(20g/(5kg 土),猪粪+市场上销售的成品有机肥,全镉未检出);各试剂均为分析纯。处理时间 2010 年 4 月 10 日,移栽时间 4 月 17 日,6 月 28 日至 7

月 15 日收获分析。

### 1.3 测试项目

可溶性固形物的测定采用重量法;蛋白质的测定采用考马斯亮蓝 G-250 法;VC 的测定采用 2,4-二硝基苯肼法;葡萄糖的测定采用蒽酮比色法;可溶性糖的测定采用蒽酮比色法;蔗糖的测定铜还原直接滴定法;硝酸盐的测定水杨酸比色法;柠檬酸的测定采用滴定法;番茄果实中镉的测定采用原子吸收分光光度法。

### 1.4 数据分析

数据处理用 Excel 软件,统计分析用 DPS 3.01 专业版软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同改良剂对番茄果实品质的影响

2.1.1 不同改良剂对番茄果实干物质的影响 由表 2 可知,与对照相比,施用双氰胺、石灰、有机肥 3 种改良剂后,番茄干物质含量分别高于对照 4.55%、17.53%、

第一作者简介:李素霞(1976-),女,硕士,讲师,研究方向为植物营养与农产品安全。E-mail: zydsx1122@126.com。  
基金项目:武汉市教育局科研资助项目(2008K081)。  
收稿日期:2010-09-06

8.12%,且均达显著差异。

2.1.2 不同改良剂对番茄果实蛋白质影响 除石灰处理蛋白质含量显著小于对照外,其它2个处理番茄果实蛋白质含量均显著高于对照,其中双氰胺处理高于对照28.30%,有机肥处理高于对照14.15%。

2.1.3 不同改良剂对番茄果实VC的影响 除双氰胺处理番茄果实VC含量显著低于对照外(低于对照8.33%),石灰和有机肥处理均显著高于对照(但二者之间差异不显著),分别高于对照9.64%和11.74%。

2.1.4 不同改良剂对番茄果实葡萄糖的影响 3种改良剂处理后的番茄果实葡萄糖含量均高于对照,其中有机肥处理与对照差异不显著,但高于对照1.40%,双氰胺和石灰处理分别高于对照30.50%和14.75%,且3种处理间均达显著差异。

2.1.5 不同改良剂对番茄果实可溶性糖的影响 从表2中可看出,3种改良剂处理的番茄果实可溶性糖含量均显著低于对照,双氰胺、石灰、有机肥处理分别低于对照43.51%、14.09%、31.80%。

2.1.6 不同改良剂对番茄果实蔗糖的影响 由表2可知3种改良剂处理后番茄果实蔗糖含量均高于对照,双氰胺、石灰、有机肥处理分别高于对照40.87%、1.74%、125.22%,其中石灰处理与对照差异不显著,但3种处理间均达显著水平。

2.1.7 不同改良剂对番茄果实柠檬酸的影响 番茄果实柠檬酸含量除有机肥处理显著低于对照(低于对照

15.17%)外,双氰胺和石灰处理均显著高于对照(分别高出对照31.84%和9.20%),但3个处理间差异均达显著水平。

2.2 不同改良剂对番茄果实累积硝酸盐和镉的影响

2.2.1 不同改良剂对番茄果实硝酸盐的影响 根据1982年沈明珠等<sup>[8]</sup>提出的中国蔬菜硝酸盐类卫生分类标准(见表3),只有对照和有机肥处理的硝酸盐累积量超过了一级标准,达到中度污染,且超过了茄果类蔬菜和食品中污染物限量的国家标准<sup>[9]</sup>( $\text{NO}_3^- \leq 440 \text{ mg/kg}$ ),从改良效果上看,双氰胺和石灰的改良效果显著优于有机肥,但二者差异不显著。

2.2.2 不同改良剂对番茄果实镉的影响 重金属镉是该试验中最关键的一个污染因子,是否通过改良降低在番茄中的累积量是该试验的目的之一,根据2001年国家质量监督检验检疫总局批准下发布了8项有关农产品质量系列国家标准,其中规定蔬菜中镉的含量 $\leq 0.05 \text{ mg/kg}$ <sup>[10]</sup>。从表2可知,在3种改良措施下底果中镉的浓度均显著小于对照,且均不超标,但是石灰和有机肥处理差异不显著;对于中果镉的含量变化较底果大,除双氰胺处理外(低于标准8.0%,低于对照35.21%),其它均超标(对照处理高于标准42.00%,石灰处理高于标准4.0%,有机肥处理高于标准186%),从3种改良措施来讲,双氰胺和石灰处理镉的含量均显著低于对照,分别低于对照35.21%和26.76%,但是有机肥处理显著高于对照达101.41%。

表 2 施用不同改良剂对番茄品质的影响

Table 2		Influence of adding different modifiers on the quality of tomato									
改良剂 Modifiers	干物质 Drymatter	蛋白质 Protein	VC	葡萄糖 Glucose	可溶性糖 Soluble sugar	蔗糖 Sucrose	硝酸盐 Nitrate	柠檬酸 Citric acid	镉 Cadum/ mg · kg <sup>-1</sup>		
	/ %	/ %	/ mg · (100g) <sup>-1</sup>	/ mg · kg <sup>-1</sup>	/ %	/ g · (100g) <sup>-1</sup>	/ mg · kg <sup>-1</sup>	/ %	底果	中果	
CK	6.16d	0.106c	25.63b	28 830.48c	1.717a	0.115c	494.25a	0.402c	0.034a	0.071b	
双氰胺 Cyanoguanidine	6.44c	0.136a	23.66c	37 625.10a	0.970d	0.162b	168.31b	0.530a	0.021c	0.046d	
石灰 Calca rousness	7.24a	0.090d	28.10a	33 083.69b	1.475b	0.117c	181.98b	0.439b	0.027b	0.052c	
有机肥 Organic fertilizer	6.66b	0.121b	28.64a	29 232.89c	1.171c	0.259a	494.25a	0.341d	0.029b	0.143a	

注:表中不同字母表示处理显著差异性(P<0.05),表中数值为3次重复的平均值;表中测定的样品为中果样品(只有镉做了底果样品)。

表 3 蔬菜中硝酸盐含量的分级评价标准

Table 3 Decentralized evaluation criteria on the nitrate content in vegetables				
级别 Grade	一级 First grade	二级 Second grade	三级 Third grade	四级 Forth grade
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 含量 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> content/ mg · kg <sup>-1</sup>	≤432	≤785	≤1 440	≤3 100
污染程度 Pollution level	轻度	中度	重度	严重

3 讨论与结论

从3种改良剂的性质分析,石灰处理是利用其升高土壤的pH来络合Cd离子<sup>[1011]</sup>;有机肥处理是直接利用

有机物料来络合Cd离子<sup>[13]</sup>,从而降低镉的有效态;而双氰胺的性质则不同,双氰胺是比较理想的氮抑制剂,在施氮过多的情况下可以抑制蔬菜硝酸盐的积累,通过改变土壤中氮镉比,来影响蔬菜对镉与硝酸盐的积累<sup>[13]</sup>。

对于番茄中的干物质、葡萄糖、蔗糖来说,3种改良剂均能提高它们的含量,而可溶性糖则相反,这可能与其作用机理有关,仍需进一步研究;施用双氰胺能使番茄中的蛋白质、葡萄糖和柠檬酸显著高于其它处理,而施用石灰则能使干物质、VC显著高于其它处理,施用有

机肥则使 VC 和蔗糖含量提高。

对于镉污染与过多的氮施用的菜地土壤,蔬菜中的镉与硝酸盐的积累是评价农产品安全的重要指标,其含量的高低直接影响到消费者的身体健康。由表 2 可知,施用有机肥则使番茄中硝酸盐和镉累积量最大,而且中果中的镉高于对照 101.41%;施用石灰和双氰胺均显著低于对照,且二者差异显著。

试验是在添加外源镉、氮、底肥以及改良剂的情况下进行的大田研究,环境条件处于自然状态,在管理上又完全按当地菜农的管理方式,浇水用的是井水,所以所得结果可能更能说明问题。但是由于 3 种改良剂是外源添加,在自然条件下,可能会受雨水、浇灌、土壤质地、土壤肥力以及当地气候条件的影响,所以处理结果只能做基本参考,这方面的工作还需要大量、系统、全面的研究。

在试验条件和浓度范围内,综合考虑 3 种改良剂对番茄果实品质以及累积硝酸盐和镉的影响,在氮镉交互作用下,建议优先施用的改良剂为双氰胺、石灰和有机肥。

#### 参考文献

[1] 李素霞,谢朝阳,李梦维等.氮镉交互对苋菜植株吸收氮镉的影响[J].湖南农业科学,2009(10):129-131.

[2] 李素霞,胡正立,胡承孝等.镉污染条件下不同种类氮肥对苋菜品质的影响[J].中国农学通报,2009,25(22):182-185.  
[3] 李素霞,李刚,谢朝阳.土壤-蔬菜系统 Cd 与硝酸盐复合污染研究现状[J].安徽农业科学,2009,37(33):16483-16484.  
[4] 李素霞,谢朝阳,胡承孝等.镉氮交互作用对苋菜生长及其品质的影响[J].安徽农业科学,2010,38(2):676-678.  
[5] 许树成,丁海东.重金属 Cd、Zn 污染对番茄果实品质的影响及其残留的研究[J].阜阳师范学院学报(自然科学版),2007,24(4):15-18.  
[6] 李松龄.有机-无机肥料配施对番茄产量及其品质的影响[J].北方园艺,2006(3):3-4.  
[7] 赵明,蔡葵,王文娇等.有机无机肥配施对番茄产量和品质的影响[J].山东农业科学,2009(12):90-93.  
[8] 沈明珠,翟宝杰,李惠茹等.蔬菜硝酸盐累积的研究[J].园艺学报,1982,9(4):41-48.  
[9] GB19338-2003.蔬菜中硝酸盐限量[S].  
[10] GB18406.1-2001.农产品安全质量无公害蔬菜安全要求[S].  
[11] 王新,吴燕玉.改性措施对复合污染土壤重金属行为影响的研究[J].应用生态学报,1995,6(4):440-444.  
[12] 顾红,李健东,高永刚等.石灰抑制重金属铅影响玉米根系效应的研究[J].玉米科学,2006(5):87-89.  
[13] 张亚丽,沈其荣,姜洋.有机肥料对镉污染土壤的改良效应[J].土壤学报,2001,38(2):212-218.  
[14] 胡勤海,傅柳松.双氰胺对蔬菜硝酸盐积累抑制作用的研究[J].环境污染与防治,1991,13(1):6-8.

## Effects of Several Modifiers on Quality of Tomato in Interactive of Nitrogen Nutrition and Cadmium Contamination Soil

LI Su-xia, ZHANG Jian-ying, YANG Gang, XIE Zhao-yang, SHEN Yun

(Department of Chemistry and Engineering, Wuhan Biological Engineering College, Wuhan, Hubei 430415)

**Abstract:** A pot experiment was conducted to study interactive effects of nitrogen application and cadmium contamination on quality of tomato under several modifiers. The results showed that the three modifiers(dicyandiamide, organic fertilizer and liming) could all set up the content of dry matter, glucose and sucrose. But they reduced the level of soluble sugar. Liming treatment reduced measurably the protein and citric acid content, the other two with the other. Applying dicyandiamide could significantly decrease in vitamin C, on the contrary, applying liming and organic fertilizer could significantly increase in vitamin C. Dicyandiamide and liming treatment could significantly decrease the content of nitrate and cadmium in the tomato, applying organic fertilizer was the contrary.

**Key words:** liming; organic fertilizer; dicyandiamide; nitrogen nutrition; Cd contamination; tomato; quality