

# 氮磷钾配比对温室番茄品质的影响

马 跃<sup>1</sup>, 田 建 全<sup>2</sup>, 尹 晓 丽<sup>2</sup>, 李 国 斌<sup>2</sup>, 韩 静<sup>2</sup>, 王 树 志<sup>2</sup>

(1. 辽宁省农业科学院, 辽宁 沈阳 110161; 宁河县农业技术推广中心, 天津 宁河 301500)

**摘 要:**以‘L-402’番茄为试材, 采用“311-B”最优组合设计法, 研究了氮肥、磷肥和钾肥对温室番茄品质的影响。结果表明: 番茄果实中硝酸盐积累量会随着施用的氮肥或钾肥的增加而增加, 在一定范围内适当增施磷肥会降低番茄果实中硝酸盐的积累量; 同时, 增施磷肥会提高番茄果实中可溶性糖含量, 而增施钾肥则会增加番茄果实中可溶性糖、维生素 C 和氨基酸含量。因此适宜的氮磷钾配比可有效提高番茄果实的营养品质, 该试验条件下, 氮肥(N)、磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)和钾肥(K<sub>2</sub>O)的适宜用量分别为 75.0、160.8、352.0 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**温室番茄; 肥料配比; 品质

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0057-04

随着设施农业面积的不断扩大, 由于菜农科学施肥意识的不足及市场经济体系的不健全, 导致目前设施农业生产中出现了高施肥、低品质、高投入、低效益等诸多问题。过量施肥不仅增加了农业生产成本, 而且降低了蔬菜的品质, 甚至造成土壤养分比例失衡、土壤盐渍化及地下水污染等系列环境问题<sup>[1]</sup>。合理施肥是提高蔬菜产量和品质的重要途径, 由于磷会影响硝酸还原酶、亚硝酸还原酶的活性, 并影响硝酸根的氧化还原反应以及作物的新陈代谢, 进而影响硝酸盐和亚硝酸盐的合成与分解<sup>[2-3]</sup>, 在一定的氮肥施水平下, 植物体内硝酸盐积累量会随着磷肥用量的增加而降低<sup>[4]</sup>。有研究表明, 钾离子能够影响蔬菜对硝酸根及

硝酸盐的吸收, 也能影响蔬菜的氮代谢, 对蔬菜中硝酸盐含量亦有重要影响<sup>[5]</sup>。相关试验证实, 蔬菜中的硝酸盐含量也会随着氮肥与磷、钾肥的合理配施而显著下降<sup>[4]</sup>。设施农业生产中如何科学合理施用肥料已成为亟待解决的问题<sup>[6]</sup>, 系统研究番茄氮、磷、钾肥配合作用对促进农民增收和保障食品安全具有重要意义。

## 1 材料与方

### 1.1 试验材料

试验于 2009 年 10 月至 2010 年 2 月在辽宁省农业科学院蔬菜研究所西试验地温室中进行, 番茄品种为‘L-402’, 供试土壤为壤质草甸土, 耕层土壤理化性质见表 1。

表 1 供试土壤理化性质

Table 1 Physic-chemical properties of tested soil

有机质	全氮	碱解氮	全磷	速效磷	速效钾	pH	容重	田间持水量
Organic/%	Total N/g · kg <sup>-1</sup>	Rapidly N/g · kg <sup>-1</sup>	Total P/g · kg <sup>-1</sup>	Rapidly P/g · kg <sup>-1</sup>	Rapidly K/g · kg <sup>-1</sup>		Bulk density/g · cm <sup>-3</sup>	Field capacity/%
2.95	1.21	0.11	13.68	0.125	0.203	6.87	1.31	28.3

### 1.2 试验方法

试验采用“311-B”最优组合设计, 共设 12 个处理(表 2), 3 次重复。其中为了保持原方案的优良性, 试验中加设了一个对照处理(最低编码处理), 该处理只作参照, 不参加回归分析。试验小区面积为 3 m<sup>2</sup>, 每个小区栽番茄 20 株, 番茄栽植的株行距 40 cm × 60 cm。为了防止养分和水分的侧移, 小区间埋置 50 cm 深防水板。番茄栽植时苗龄 67 d, 并一次施入全部的磷肥和钾肥, 氮肥于定植前施入 1/3, 结果初期以追肥的形

式施入剩余的 2/3。

在番茄盛果期每个小区随机取 5 个大小均一的番茄果实, 称重后分别测定硝酸盐、可溶性糖、总酸量和维生素 C 含量。硝酸盐含量采用离子色谱法, 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[7]</sup>; 维生素 C 含量采用钼蓝比色法测定<sup>[8]</sup>; 有机酸含量采用标准滴定法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮磷钾比对番茄维生素 C 和氨基酸含量影响

维生素 C 和氨基酸含量是衡量番茄营养品质的重要指标之一, 由图 1 可知, 处理 I(K 编码值为 2.45)、IV(K 编码值为 1)、V(K 编码值为 1)和 VI(K 编码值为 1)番茄果实中的维生素 C 含量较高, 而处理 II 的维生素 C 含量最低(K 编码值为 -2.450), 由此说明增加钾肥的施用量会提高番茄果实维生素 C 的含量。从图

第一作者简介: 马跃(1984-), 女, 辽宁沈阳人, 硕士, 现主要从事蔬菜生理与栽培研究工作。E-mail: fenglsh@163.com。

基金项目: 辽宁省科技攻关资助项目(20080017-321)。

收稿日期: 2011-06-22

2 可知,处理I(K 编码值为 2.450)和处理Ⅳ(K 编码值为 1)的氨基酸含量较高,说明在较好的氮肥条件下,适量的增加钾肥的数量能够提高番茄果实中氨基酸的含量。

表 2 “311-B”最优混合试验设计方案  
Table 2 “311-B” optimum mixed design

编码方案 Scheme of coding value				实施方案 Implementation plan		
处理号 Treatment No.	氮肥(N)编码(X1) Coding value N	磷肥(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )编码(X2) Coding value P	钾肥(K <sub>2</sub> O)编码(X3) Coding value K	氮肥(N)用量 Amount of Nitrogen(N) /kg·hm <sup>-2</sup>	磷肥(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )用量 Amount of Phosphate(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) /kg·hm <sup>-2</sup>	钾肥(K <sub>2</sub> O)用量 Amount of Potassium(K <sub>2</sub> O) /kg·hm <sup>-2</sup>
I	0	0	2.450	287.5	250.0	500.0
II	0	0	-2.450	287.5	250.0	0
III	-0.751	2.106	1	211.8	500.0	352.0
IV	2.106	0.751	1	500.0	339.2	352.0
V	0.751	-2.106	1	363.3	0	352.0
VI	-2.106	-0.751	1	75.0	160.8	352.0
VII	0.751	2.106	-1	363.3	500.0	148.0
VIII	2.106	-0.751	-1	500.0	160.8	148.0
IX	-0.751	-2.106	-1	211.8	0	148.0
X	-2.106	0.751	-1	75.0	339.2	148.0
XI	0	0	0	287.5	250.0	250.0
CK	-2.106	-2.106	-2.450	75.0	0	0

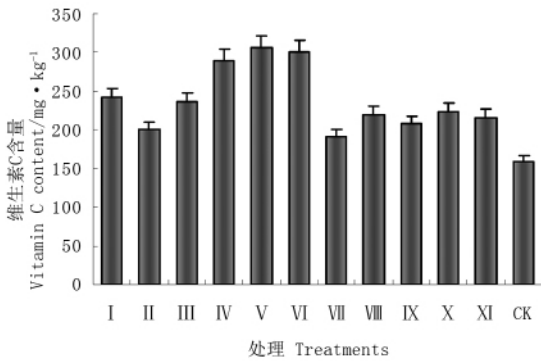


图 1 不同处理对番茄维生素 C 含量的影响  
Fig. 1 Effects of different treatment on the vitamin C content of tomato

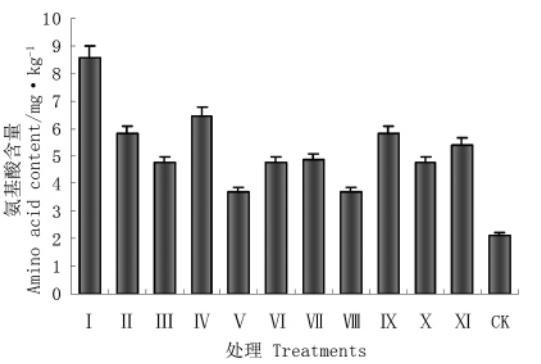


图 2 不同处理对番茄氨基酸含量的影响  
Fig. 2 Effects of different treatment on the amino acid content tomato

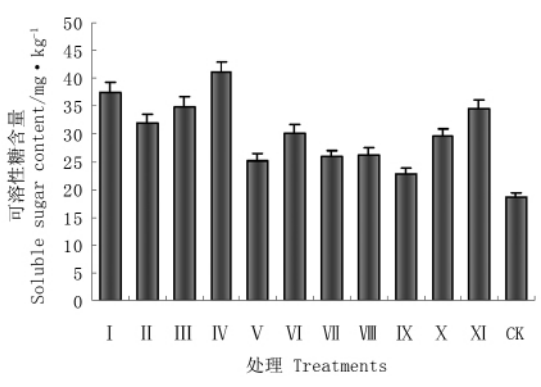


图 3 不同处理对番茄可溶性糖含量的影响  
Fig. 3 Effects of different treatment on the soluble sugar content of tomato

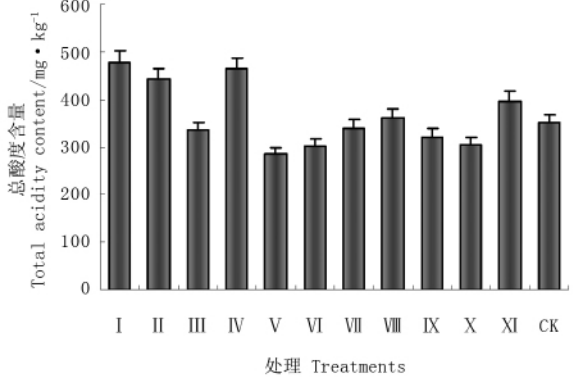


图 4 不同处理对番茄总酸度的影响  
Fig. 4 Effects of different treatment on the total acidity of tomato

2.2 氮磷钾配比对番茄可溶性糖和总酸度含量影响  
该试验条件下,处理Ⅴ(P 编码值为-2.106)和处理Ⅸ(P 编码值为-2.106)番茄的可溶性糖含量最低(图 3),为 22.7~25.1 mg/kg。并且 2 个处理番茄总酸度处于较低水平(图 4),为 284.77~321.98 mg/kg,说明在不施磷肥的条件下番茄的甜度和酸度都会有明

显下降,从而使其口味变劣。

2.3 氮磷钾配比对番茄硝酸盐含量的影响

硝酸盐含量直接影响番茄的产品安全,在该试验中,处理V(N 编码值为 0.751,P 编码值为-2.106)和处理Ⅷ(N 编码值为 2.106,P 编码值为-0.751)的硝酸盐含量较高(图 5),达到 164.48~165.47 mg/kg,表明增加氮肥用量而降低磷肥用量会导致硝酸盐积累量升高。处理Ⅱ(N 编码值为 0,P 编码值为 0)和处理Ⅶ(N 编码值为 0.751,P 编码值为 2.106)番茄中硝酸盐含量较低,说明在中等氮肥施用量水平配施适宜的磷肥,会使番茄中硝酸盐积累量有所降低。在各处理之间,番茄果实中硝酸盐含量与钾肥之间则无法直接看出有明显的相关性。

表 3 氮、磷、钾肥单因素与对番茄品质的相关系数

Table 3 Single factor correlation coefficients of N,P,K on the quality of tomato

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 含量 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> content	可溶性糖 Soluble sugar/g · kg <sup>-1</sup>	维生素 C 含量 Vitamin C content	氨基酸含量 Amino acid content	总酸度 Total acidity content
氮肥 Nitrogenous fertilizer	0.4747	0.3171	0.0275	0.2315	0.4355
磷肥 Phosphatic fertilizer	-0.1027	0.5542	0.0351	0.3258	0.2392
钾肥 Potassic fertilizer	0.4826	0.6261	0.5333	0.5399	0.1637

2.4 氮磷钾与番茄品质指标的单因素相关分析

将番茄的各项品质指标与氮、磷、钾肥的施用量进行单因素相关分析(表 3),发现除硝酸盐含量与磷肥呈负相关之外,其它均呈正相关。其中相关系数大于 0.4 的有硝酸盐含量与氮肥和钾肥、可溶性糖与磷肥和钾肥、维生素 C 含量和氨基酸含量与钾肥、总酸度与钾肥,从单因素作用角度说明适量增加磷肥和钾肥的用量能够提高番茄可溶性糖含量,适量增加钾肥的用量能够提高维生素 C 和氨基酸含量,而过量施用氮肥和钾肥则能增加硝酸盐含量,适量增施氮肥能够增加总酸度。

3 结论与讨论

合理施肥是提高蔬菜产量和品质的重要途径,氮肥、磷肥和钾肥是农业生产中作物需求量最多、对作物影响最大的三种元素,被称之为大量元素,农业生产中确定适宜的氮肥、磷肥和钾肥用量成为科学施肥的关键所在<sup>[9]</sup>。该研究表明,氮磷钾合理配施利于提高番茄的营养品质。番茄可溶性糖会随着适量增加磷肥和钾肥的用量而提高,维生素 C 和氨基酸含量会通过增加钾肥而提高,总酸度会通过适量增加氮肥而得到提高。但过量施用氮肥和钾肥则能增加硝酸盐含量,这与前人的研究结果较为一致<sup>[5,10]</sup>,主要因为过量施用氮肥会增加土壤中硝酸盐含量,过量施用钾肥则会促进蔬菜对硝酸盐的吸收。在较好的氮肥条件下,增施

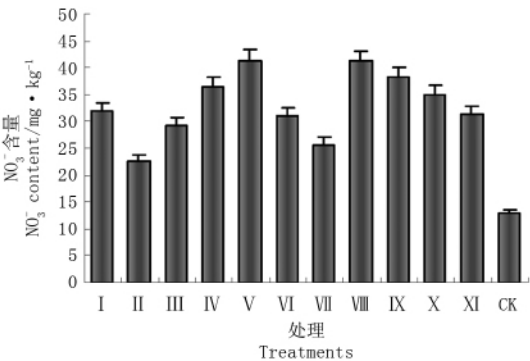


图 5 不同处理对番茄硝酸盐含量的影响

Fig. 5 Effects of different treatment on the NO<sub>3</sub><sup>-</sup> content of tomato

适量的钾肥利于增加番茄中氨基酸的含量,而不施钾肥明显降低了番茄的甜度和酸度。在中等氮肥施用水水平配施适量的磷肥,能够降低番茄果实中硝酸盐积累量,而在各处理之间,番茄果实中硝酸盐含量与钾肥之间则无明显的相关性,该试验条件下,以处理Ⅵ的各项品质指标测定值相对理想,即氮肥(N)、磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)和钾肥(K<sub>2</sub>O)用量分别为 75.0、160.8、352.0 kg/hm<sup>2</sup>。

参考文献

[1] 熊国华,林咸永,章永松,等. 施肥对蔬菜累积硝酸盐影响的研究进展[J]. 土壤通报,2004,35(2):217-221.  
[2] 王庆,王丽. 过量氮肥对不同蔬菜硝酸盐积累的影响及调控措施研究[J]. 农业环境保护,2000,19(1):46-49.  
[3] 许前欣,孟兆芳,于彩虹. 减少蔬菜体内硝酸盐污染的施肥技术研究[J]. 农业环境保护,2000,19(2):109-110,113.  
[4] 周根娣,卢善玲. 磷钾肥、光照、贮藏加工对蔬菜硝酸盐含量的影响[J]. 上海农业学报,1991,7(2):53-56.  
[5] 孙红梅,李天来. 不同氮水平下钾营养对大棚番茄产量及品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(1):68-71.  
[6] 薛继澄. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因子及对策[J]. 土壤肥料,1994(1):4-9.  
[7] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京:高等教育出版社,2005.  
[8] 孙群,胡景江. 植物生理学研究技术[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社,2006.  
[9] 冯良山,孙占祥,曹敏建. 半干旱区坐水播种条件下玉米高产栽培措施研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(1):73-77.  
[10] 李海云. 不同阴离子化肥对设施土壤理化性状的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2004,12(4):126-128.

Effects for the Different Proportion of Nitrogen, Phosphate and Potassium on the Quality of Greenhouse Tomatoes

MA Yue<sup>1</sup>, TIAN Jian-quan<sup>2</sup>, YIN Xiao-li<sup>2</sup>, LI Guo-bin<sup>2</sup>, HAN Jing<sup>2</sup>, WANG Shu-zhi<sup>2</sup>

(1. Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Ninghe Popularization Centre of Agricultural Techniques, Tianjin 301500)

# 添加不同物料对设施土壤番茄生长及产量的影响

张德刚, 和丽生, 刘艳红, 李春燕

(红河学院 生命科学与技术学院, 云南 蒙自 661100)

**摘 要:**采用盆栽试验,研究了增施不同比例的物料(农家肥、草炭、炉渣、河沙和稀土活钙剂)对设施土壤番茄生长发育及产量的影响。结果表明:添加不同物料处理,番茄幼苗生长发育和单株产量存在很大差异。其中,增施农家肥和草炭能促进番茄植株生长发育和产量形成,植株直径、平均高度、单果重和单株产量均高于对照。而仅增施河沙和炉渣的番茄植株生长发育和产量形成受到影响,直径、平均高度、单果重和单株产量低于对照。但农家肥和河沙配合施用效果最好。

**关键词:**设施土壤;物料;番茄;生长发育;产量

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0060-03

设施栽培已成为我国重要的蔬菜生产方式之一。近年来,全国各地设施栽培面积发展很快,并且以每年50%左右的速度增加<sup>[1]</sup>。然而,由于重茬连作和盲目大量施用化肥等不当的农业措施,导致温室土壤质量退化、养分失衡、盐渍化严重,从而导致设施蔬菜产量和品质下降<sup>[2]</sup>。特别是近年来化学肥料的施用量越来越大,使得设施土壤与露地土壤生态环境有明显的差异。而且设施土壤利用到一定年限后,土壤的理化性状将发生变化,主要表现为土壤酸化,土壤积盐造成了土壤次生盐渍化,养分积累、土壤中有效养比例失衡等,对设施土壤生态环境造成负面的影响<sup>[3]</sup>。

近年来,国内外很多学者对设施土壤改良进行过

大量研究,取得了很多研究成果。其中通过采用不同农业措施来进行改良是一种有效的措施<sup>[4-7]</sup>。通过施用不同改良剂、不同物料组合可以防止环境设施土壤恶化,对作物生长发育和产量形成有积极作用。该研究以云南蒙自设施障碍土壤为研究对象,在分析了土壤基本物理性状的基础上,通过增施不同比例的农家肥、草炭、炉渣、河沙等物料,研究其对番茄生长发育和产量的影响,以期为该地区设施土壤改良及蔬菜生产提供资料,为实现大棚蔬菜的可持续生产提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

在云南省蒙自草坝镇采集连作障碍严重的大棚土壤样品,带回红河学院。取少部分土壤根据文献<sup>[8]</sup>的方法分析土壤基本理化性状(表1),剩余土壤进行盆栽改良试验。

表 1 供试土壤基本性状

项目	pH	有机质 /g · kg <sup>-1</sup>	碱解氮 /mg · kg <sup>-1</sup>	速效磷 /mg · kg <sup>-1</sup>	速效钾 /mg · kg <sup>-1</sup>
含量	6.55	34.94	62.23	271.14	193.39

**第一作者简介:**张德刚(1977-),男,硕士,副教授,现主要从事农业资源利用与环境保护方面的教学和研究工作。E-mail: zhangdg2000@163.com。

**基金项目:**云南省教育厅科研基金资助项目(2010Y166);红河学院科研基金重点资助项目(10XJZ103)。

**收稿日期:**2011-06-09

**Abstract:** Using 'L-402' tomato as test material, effects for the different proportion of nitrogen, phosphate and potassium on tomatoes quality were studied in greenhouse by the method of '311-B' optimum mixed design. The results showed that the amount of accumulated nitrate in tomato were increased by the excessive quantity of nitrogen or potassium. And that would be reduced by appropriately increment of phosphate. The sugar content was increased by increasing the amount of phosphate, and the level of the sugar content soluble sugar, vitamin C and amino acid was improved by increasing the amount of potassium. So the nutritional quality of tomato would be improved through the appropriate application of nitrogen, phosphate and potassium. In the test conditions, the optimal measures for height quality were nitrogenous fertilizer(N) of 75.0 kg/hm<sup>2</sup>, the phosphate fertilizer(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) of 160.8 kg/hm<sup>2</sup>, the potassium fertilizer(K<sub>2</sub>O) of 352.0 kg/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** greenhouse tomato; fertilizer proportion; quality