

锌肥施用方式对番茄生长·果实品质及土壤理化性状的影响

岳焕芳, 程明*, 孟范玉, 安顺伟, 徐厚成 (北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘要 [目的] 筛选番茄最佳锌肥施用方式。[方法] 采用随机区组设计, 以迪安娜番茄为试验材料开展田间试验, 在同等锌肥施用量的条件下, 研究不同锌肥施用方式(底施、滴灌施肥、叶面喷施)对番茄生长、果实品质及土壤理化性状的影响。[结果] 施用锌肥可以促进番茄生长, 滴灌施肥的单果重比不施锌肥高 19.50%, 产量提高 19.52%; 滴灌施肥处理可以增加番茄果实中可溶性总糖、Vc 和全锌含量, 叶面喷施的果实全锌含量最高, 与种植前相比, 底施和滴灌施肥均可以提高土壤有效锌含量。[结论] 增施锌肥可以促进番茄生长, 提高产量和品质, 滴灌施肥效果最佳。

关键词 锌肥; 番茄; 施用方式; 生长; 果实品质; 土壤理化性质

中图分类号 S143.7⁺2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)05-0038-03

Effects of Zinc Fertilizer Application Types on Tomato Growth, Fruit Quality and Soil Physical and Chemical Properties

YUE Huan-fang, CHENG Ming*, MENG Fan-yu et al (Beijing Agriculture Technology Extension Station, Beijing 100029)

Abstract [Objective] To choose the best type of zinc fertilizer application of tomato. [Method] Three treatments of $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ were designed using random block design and taking "DiAnNa" as test material. Under the same zinc application amount, the effect of zinc fertilizer application types on tomato growth, fruit quality and soil physical and chemical properties was studied. [Result] Applying zinc fertilizer could promote the growth of tomato, fertigation obviously increased single fruit weight by 19.50%, increased yield by 19.52%, it also could improve the content of soluble total sugar, Vc and total zinc. The total zinc of spraying on the leaf was highest, compared with before planting, base fertilizer and fertigation could improve soil effective zinc content. [Conclusion] Applying zinc fertilizer could promote the growth, yield and fruit quality of tomato, and fertigation was the best.

Key words Zinc fertilizer; Tomato; Application type; Growth; Fruit quality; Soil physical and chemical property

据第二次全国土壤普查资料, 我国有 $0.89 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 耕地缺锌, 占总耕地面积的 51.1%^[1]。据 1980—1982 年调查结果, 北京土壤有效锌含量为 0.06~9.40 mg/kg, 平均含量 0.81 mg/kg。按照目前国内外的分级标准, 北京土壤有效锌含量低于 0.50 mg/kg 临界值的土样占总土样的 61%, 有效锌含量 0.50~1.00 mg/kg 的土样占总土样的 26.2%^[2]。

Sommer 等^[3]研究表明, 锌是植物生长发育所必需的营养元素。黄泽春等^[4]研究表明, 北京市各种蔬菜的锌平均含量以及各样本的锌含量均低于《食品中锌限量卫生标准》规定的限量值(20 mg/kg 鲜重)以及新西兰(40.0 mg/kg)和加拿大(50.0 mg/kg)蔬菜中锌限量标准, 北京市居民从蔬菜中摄入锌的量为 4.04 mg/(人·d), 锌摄入量水平较低, 应引起关注。我国儿童缺锌比例较大, 尤其在 4 周岁以下的儿童缺锌比例占 65%~86%^[5], 北京市房山区调查结果显示, 当地儿童锌缺乏检出率为 26.3%, 以 12~14 岁锌缺乏较严重^[6]。番茄是我国栽培面积最大、食用范围最广的蔬菜之一, 其生长发育旺盛, 生育期长, 产量高^[7]。通过合适的方式, 增加番茄中锌的含量, 从而间接补充人体所需的锌, 具有重要意义。笔者研究不同锌肥施用方式对番茄生长、果实品质及土壤理化性状的影响。

1 材料与方 法

1.1 试验材料 供试番茄品种为迪安娜。

1.2 试验地概况 试验地设在北京市顺义区木林镇王洋庄村绿富农基地, 位于 116°65' E, 40°13' N。供试土壤为中壤

土, 地势平坦整齐, 土壤肥力均匀一致。土壤 pH 6.5, 有机质 10.6 g/kg, 全氮 0.07 g/kg, 有效磷 28.8 mg/kg, 速效钾 85.3 mg/kg, 有效锌 1.77 mg/kg。根据土壤有效态微量元素含量分级指标, 有效锌含量属于 4 级。

1.3 试验方法 番茄采用东西行向大小行种植模式, 80 cm × 50 cm × 30 cm (大行距 × 小行距 × 株距)。采用随机区组设计, 每个小区设置 6 个栽培畦(东西长 8 m, 南北宽 4 m); 每畦双行种植, 每行铺设 1 条滴灌带。2016 年 1 月 12 日播种, 3 月 10 日定植。施肥采取随机区组设计, 设置 4 个处理: T₁(底施); T₂(滴灌施肥, 4 月 20 日、5 月 26 日和 6 月 22 日共分 3 次施用); T₃(叶面喷施, 4 月 20 日、5 月 26 日和 6 月 22 日共分 3 次施用); 不施锌肥作为空白对照(CK), 除锌肥外, 其他均为常规施肥。每个处理 3 次重复, 每个重复 6 条栽培畦。

1.4 测定项目与方法 在番茄生长期取样, 每个小区选择 5 株番茄植株, 测定从生长点向下第 4 片真叶处茎粗。土壤养分、有效锌、全锌、Vc、可溶性总糖、可滴定酸、可溶性固形物、NO₃-N 含量由北京市农林科学院测定。

1.5 数据分析 采用 SPSS 13.0 进行单因素方差分析, 采用 Excel 2010 做图。

2 结果与分析

2.1 不同锌肥施用方式对番茄株高和茎粗的影响 由图 1 可知, 生长前期, 番茄株高各处理间差异不显著, 定植 57 d 后, T₃ 处理株高表现较佳, 定植后 97 d, T₁、T₂ 和 T₃ 处理分别比 CK 高 12.90%、3.89% 和 11.86%。整个生育期茎粗呈先升高再降低的趋势, 在定植后 67 d, 各处理的茎粗由粗到细依次为 T₂、T₃、T₁、CK, T₂ 处理比 CK 高 14.94%。

2.2 不同锌肥施用方式对番茄产量影响 由图 2 可知, T₁、T₂ 和 T₃ 处理的产量分别为 56 982.0、62 167.5 和 54 727.5 kg/hm², 分别比 CK 高 9.55%、19.52%、5.21%。

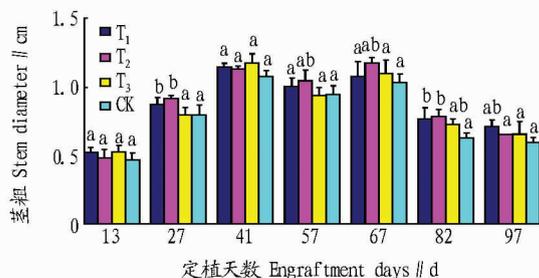
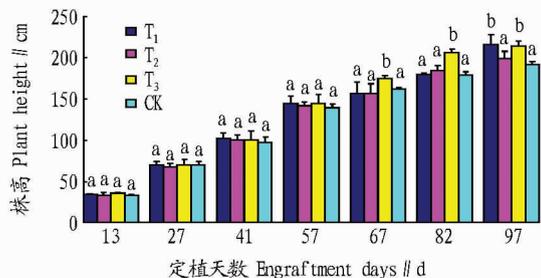
基金项目 北京市农业局团队建设专项(BAIC01); 北京市委重大资助项目(D151100004115003); 2016 年北京市喷滴灌水肥一体化技术集成和示范资助项目。

作者简介 岳焕芳(1991—), 女, 北京人, 农艺师, 硕士, 从事节水方面的研究。* 通讯作者, 农艺师, 硕士, 从事节水方面的研究。

收稿日期 2016-12-06

各处理番茄单果重由高到低依次为 T_2 、 T_3 、 T_1 、CK, T_2 处理的

单果重为 138.8 g, 比 CK 高 19.50%。



注:同一定植天数不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same engraftment days stand for significant difference at 0.05 level

图 1 不同锌肥施用方式对番茄株高和茎粗的影响

Fig. 1 Effects of different types of zinc fertilizer application on plant height and stem diameter of tomato

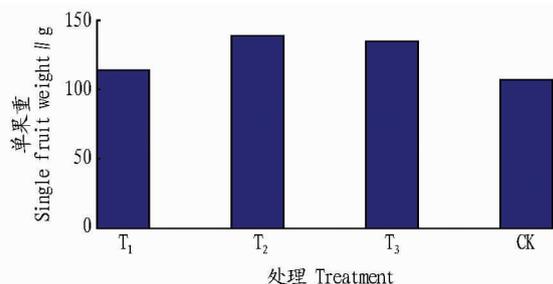
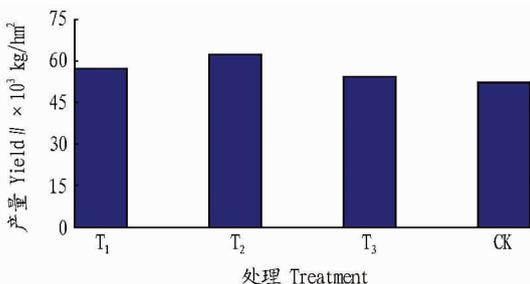


图 2 不同锌肥施用方式对番茄产量和单果重的影响

Fig. 2 Effects of different types of zinc fertilizer application on yield and single fruit weight of tomato

2.3 不同锌肥施用方式对番茄品质的影响 由表 1 可知, T_2 处理的可溶性总糖和 Vc 高于其他处理, T_2 处理的可溶性总糖含量为 6.84%, 比 CK 高 19.80%。各处理的糖酸比由高到低依次为 T_3 、 T_2 、 T_1 、CK, T_2 处理的 Vc 含量显著高于

CK, 比 CK 高 35.60%。 T_1 处理的可溶性固形物含量最高; 与 CK 相比, T_3 处理 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量降低, T_2 处理的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量有所提高, 但均处于安全范围内。 T_2 和 T_3 处理提高了番茄果实的全锌含量。

表 1 不同锌肥施用方式对番茄品质的影响

Table 1 Effects of different types of zinc fertilizer application on tomato quality

处理 Treatment	可溶性总糖 Total soluble sugar // %	可滴定酸 Titratable acidity // %	可溶性固形物 Soluble solids // %	Vc mg/kg	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ mg/kg	全锌 Total zinc // mg/kg
T ₁	6.05 ± 1.28 a	0.45 ± 0.04 a	6.00 ± 0.20 b	131.00 ± 8.70 a	31.63 ± 1.04 a	2.22 ± 0.41 a
T ₂	6.84 ± 1.04 b	0.50 ± 0.08 a	5.17 ± 0.15 a	180.33 ± 9.63 b	46.67 ± 6.43 b	3.00 ± 0.38 b
T ₃	5.90 ± 0.45 a	0.43 ± 0.06 a	5.33 ± 0.42 a	119.33 ± 9.24 a	26.30 ± 5.74 a	5.21 ± 2.15 c
CK	5.71 ± 0.34 a	0.50 ± 0.05 a	5.73 ± 0.83 b	133.00 ± 7.78 a	35.43 ± 1.53 a	2.58 ± 0.41 a

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference at 0.05 level

2.4 不同锌肥施用方式对土壤理化性状的影响 由图 3 可知, 与种植前相比, T_1 处理显著提高了有效锌含量, T_2 处理的有效锌含量比 CK 提高了 39.00%, T_3 和 CK 处理的有效锌含量比种植前有所下降。由表 2 可知, 与种植前相比, 种植后 pH 下降了 7.10%, 全氮含量增加, 有机质、有效磷和速效钾含量降低。

3 结论与讨论

刘永菁等^[8]研究表明, 底施锌肥可以增加番茄的株高和茎粗, 田伟等^[9]研究表明, 底施锌肥对番茄株高、茎粗均有促进作用。该研究结果表明, 生长发育后期 T_3 处理株高大于其他处理, 整个生育期茎粗呈先升高再降低的趋势。施用锌肥在一定程度上促进了番茄的生长, 这与前人研究结果一致^[8-9]。刘启云^[10]在芹菜上的试验结果表明, 不同施锌方式

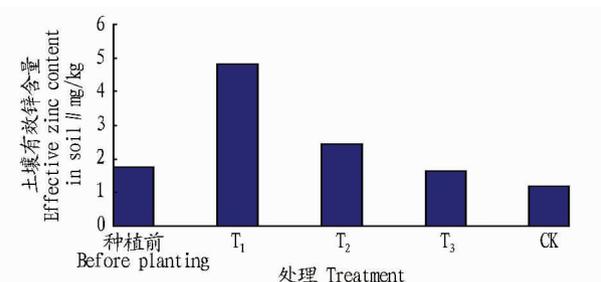


图 3 不同锌肥施用方式对土壤有效锌含量的影响

Fig. 3 Effects of different types of zinc fertilizer application on effective zinc content in soil

的增产效果依次为基施、追施、喷施、不施锌肥, 其中以基施硫酸锌产量最高; 张世县等^[11]在小麦上的试验结果表明, 基肥中增施 15 kg/hm² 锌肥, 可以增加小麦穗粒数, 大幅度提高

小麦产量;张宽伶等^[12]在黄瓜上的试验结果表明,水肥一体化施用锌肥效果最佳,增产 10.5%。该试验结果表明,施用锌肥可以提高番茄产量,其中, T_2 处理的单果重量比 CK 高 19.50%, T_2 处理产量比 CK 高 19.52%, 增产效果最明显。贾永华等^[13]研究表明,喷施锌肥可以促进苹果果实膨大,调节光合产物及其他营养物质向果实转运,从而提高果肉硬度、可溶性固形物等果实品质。王敏^[14]研究表明,适当增施锌肥可增加蔬菜的含锌量,提高蔬菜可溶性糖、可溶性蛋白含量。该试验结果表明, T_2 处理可以增加番茄果实中可溶性总糖、Vc 和全锌含量, T_3 处理的果实全锌含量最高,这与王延明^[15]在马铃薯上的研究结果一致,但综合评定,滴灌施肥效果最佳。国春慧等^[16]研究表明,施用锌肥可以明显提高土壤中各形态锌的含量,该试验结果表明,与种植前相比, T_1 和 T_2 处理均可以提高土壤有效锌含量, T_1 处理提高幅度最大, T_3 和 CK 处理土壤有效锌含量则有所下降。

表 2 种植前后试验地土壤肥力状况

Table 2 Soil fertility conditions of experimental field

日期 Period	pH	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Rapidly available potassium mg/kg
种植前 Before planting	6.50	10.6	0.07	28.8	85.3
种植后 After planting	6.04	6.8	1.14	17.8	82.4

综上所述,增施锌肥对于番茄生长和产量均起到促进作用,且可以提高土壤有效锌含量,改善土壤养分;3 种锌肥施

用方式相比,滴灌施肥效果最佳,可以促进番茄生长,提高番茄产量,改善番茄品质。

参考文献

- [1] 郑袁明,宋波,陈同斌,等.北京市不同土地利用方式下土壤锌的积累及其污染风险[J].自然资源学报,2006,21(1):64-72.
- [2] 王关禄,李淑筠,沙弘吾,等.北京土壤中硼铜钼铁的有效含量及其分布的研究(一)[J].北京农业科学,1984(7):11-15.
- [3] SOMMER A L, LIPMAN C B. Evidence on the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants[J]. Plant physiology, 1926, 1(3): 231-249.
- [4] 黄泽春,宋波,陈同斌,等.北京市菜地土壤和蔬菜的锌含量及其健康风险评估[J].地理研究,2006,25(3):439-448.
- [5] 张完白,王彤文,李赛君,等.700 例儿童发中锌钙镁铁铜的测定结果及统计分析[J].广东微量元素科学,1997,4(11):23-28.
- [6] 林晓明,田伟,郭燕梅,等.北京山区学龄儿童机体锌状况及血清锌水平分析[J].中国儿童保健杂志,2002,10(4):227-229.
- [7] 金伊洙,聂振兴,王晶.高效环保型有机肥对日光温室番茄生长发育影响的研究[J].安徽农业科学,2009,37(15):6942-6943,6973.
- [8] 刘永菁,邱忠祥,王方维.番茄施用锌肥的研究[J].土壤通报,1989(3):129-132.
- [9] 田伟,贾松涛,高静,等.底施锌肥对春大棚番茄生长及产量的影响[J].北京农业,2014(9):157-158.
- [10] 刘启云.日光温室芹菜锌肥施用技术研究[J].安徽农业科学,2006,34(15):3666,3671.
- [11] 张世县,刘霞,张锋.2014 年秋季小麦配方肥验证及锌肥试验技术[J].安徽农业科学,2015,43(32):248-249.
- [12] 张宽伶,贾松涛,孙宝祥,等.锌肥不同施用方式对大棚黄瓜生长及产量的影响[J].北京农业,2014(9):109.
- [13] 贾永华,牛锐敏,李晓龙,等.喷施锌肥对苹果叶片生长及果实品质的影响[J].安徽农业科学,2013,41(36):13883-13885.
- [14] 王敏.锌对蔬菜产量和品质的影响[D].长春:吉林农业大学,2012.
- [15] 王延明.锌肥用量及施用方法对马铃薯产量形成及营养品质的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2014.
- [16] 国春慧,赵爱青,陈艳龙,等.锌肥种类和施用方式对小麦生育期内土壤不同形态 Zn 含量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(7):185-191.

(上接第 37 页)

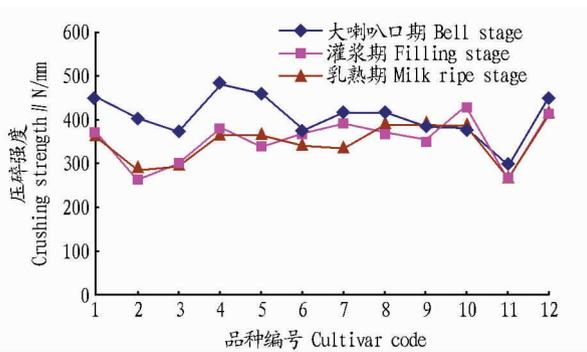


图 2 不同品种 3 个生育期压碎强度的变化

Fig. 2 Changes of crushing strengths of different cultivars at three growth stages

玉 66 穿刺强度最强,而 4 号品种华农 18 最弱。不同品种在灌浆期抗折能力无差异,处于同一水平。乳熟期 9 号品种蠡玉 86 穿刺强度最强,7 号品种凯育 8 最弱。12 号品种肃研 480 压碎强度最高、最抗压,而 11 号品种纪元 128 最低、抗压能力最差。

(2) 玉米茎秆穿刺强度在玉米抽雄前期品种间的差异最大,第 3、4、5 节间变化不大,第 6 节间不同品种差异大,所以测量茎秆穿刺强度适宜在抽雄期第 6 节间进行。

(3) 参试的 12 个品种中,8 号和 9 号综合抗倒能力最

强。目前河北省主推的玉米品种在灌浆期没有一个抗折抗倒性表现突出,这进一步解释了生产上遇到极端天气玉米整片倒伏倒折,产量损失严重的现象。因此,选育具有突出抗折抗倒性品种是目前玉米育种中急需解决的问题之一。

参考文献

- [1] 郭玉明,袁红梅,阴妍,等.茎秆作物抗倒伏生物力学评价研究及关联分析[J].农业工程学报,2007,23(7):14-18.
- [2] 李景安,冯芬芬.3yc-1 型玉米根茬拔出测力仪、3yJ-1 型玉米茎秆硬度计研究报告[J].玉米科学,1994,2(4):76-78.
- [3] 李得孝,员海燕,武玉华,等.玉米抗倒伏性状的遗传分析[J].西北农业学报,2004,13(2):43-46.
- [4] 勾玲,赵明,黄建军,等.玉米茎秆弯曲性能与抗倒能力的研究[J].作物学报,2008,34(4):653-661.
- [5] 高梦祥,郭康权,杨中平,等.玉米秸秆的力学特性测试研究[J].农业机械学报,2003,34(4):47-49,52.
- [6] 勾玲,黄建军,张宾,等.群体密度对玉米茎秆抗倒力学和农艺性状的影响[J].作物学报,2007,33(10):1688-1695.
- [7] 张芳魁,霍仕平,张健,等.玉米茎秆性状与抗折断力的相关和通径分析[J].玉米科学,2006,14(6):46-49.
- [8] ANDERSON B, WHITE D G. Evaluation of methods for identification of corn genotypes with stalk rot and lodging resistance[J]. Plant disease, 1994, 78(6): 590-593.
- [9] DUDLEY J W. Selection for rind puncture resistance in two maize populations[J]. Crop science, 1994, 34(6): 1458-1460.
- [10] KANG M S, DIN A K, ZHANG Y D, et al. Combining ability for rind puncture resistance in maize[J]. Crop science, 1999, 39(2): 368-371.
- [11] MARTIN S A, DARRAH L L, HIBBARD B E. Divergent selection for rind penetrometer resistance and its effects on European corn borer damage and stalk traits in corn[J]. Crop science, 2004, 44(3): 711-717.