

Study on Effect of Application of Silica Slag Soil Conditioner on Yield and Soil Phosphorus Absorption in Greenhouse Tomato

Hongyu Chen, Zongjie Ya, Kai Tang, Yingying Gao, Yingying Chen, Kening Peng, Shuchang Lu*

College of Agronomy & Resource Environment, Tianjin Agricultural University, Tianjin
Email: 947267885@qq.com, *lsc9707@163.com

Received: Nov. 25th, 2019; accepted: Dec. 11th, 2019; published: Dec. 18th, 2019

Abstract

Different doses of silica slag conditioner were conducted to study the yield, plant biomass and P absorption of tomato. Different treatments of silica slag application levels are as follows: 0, 10, 20, 30 and 50 kg (SiO₂)/667m². The results showed that the yield of tomato increased firstly and then decreased with the increase of Si slag. The highest yield was 8181.72 (kg/667m²) treated with Si1, that is, 10 kg pure SiO₂ was applied to each 667 m². There was no significant difference among treatments in the dry biomass of tomato. Compared with the control without silicon slag, both the total P uptake of tomato fruit and the one of tomato plant were higher in the treatments of adding silicon slag, but there was no significant difference between the treatments and the control. Compared with the control, the treatments of Si3 and Si4 had significant difference in P uptake of tomato plant ($P < 0.05$). The best treatment was Si4, *i.e.* 50 kg pure SiO₂/667m². The conclusion was that the application of silicon slag conditioner had a certain positive effect on tomato growth and the P absorption, and at last has an effect on tomato production.

Keywords

Tomato, Silicon Slag Conditioner, Production, Phosphorus Uptake

硅渣土壤调理剂施用对设施番茄产量和土壤磷素吸收影响研究

陈泓羽, 轧宗杰, 汤凯, 高莹莹, 陈英英, 彭柯宁, 卢树昌*

*通讯作者。

文章引用: 陈泓羽, 轧宗杰, 汤凯, 高莹莹, 陈英英, 彭柯宁, 卢树昌. 硅渣土壤调理剂施用对设施番茄产量和土壤磷素吸收影响研究[J]. 农业科学, 2019, 9(12): 1157-1161. DOI: 10.12677/hjas.2019.912164

天津农学院, 农学与资源环境学院, 天津
Email: 947267885@qq.com, *lsc9707@163.com

收稿日期: 2019年11月25日; 录用日期: 2019年12月11日; 发布日期: 2019年12月18日

摘要

本试验研究硅渣调理剂不同施用量对番茄产量、植株生物量及吸磷量的影响, 共设计五种施硅渣水平, 施用量分别为0、10、20、30、50 kg (SiO₂)/亩。研究表明, 番茄产量随硅渣施用量增多出现先增大后减小的现象, 产量最多的是Si1处理的8181.72 (kg/亩)即每亩施用纯SiO₂ 10 kg, 生物量方面的表现为各处理间番茄植株干生物量无明显差异。选取收获期番茄进行吸磷量的测定发现: 番茄果实及番茄总吸磷量的表现为添加硅渣调理剂均高于不施用硅渣调理剂处理, 但无显著差异, 番茄植株吸磷量上Si3、Si4处理较CK处理之间有显著差异(P < 0.05), 表现最好的为Si4处理即每亩施用纯SiO₂ 50 kg的处理。综合各项指标来看, 施用硅渣调理剂对番茄生长和磷素吸收具有一定的积极作用, 对番茄有增产的效果。

关键词

番茄, 硅渣调理剂, 产量, 吸磷量

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

番茄是世界广泛栽培的主要蔬菜之一, 因吸硅速率低于吸水速率曾一度被认为是拒硅植物[1], 但有研究证明, 添加适量水平的外源硅, 可显著促进番茄幼苗的生长, 提高水分利用效率[2]。梁永超[3]等研究表明, 施硅番茄植株茎叶硅含量显著高于不施硅对照。且硅在番茄生产中具有重要的作用, 主要参与细胞壁组成, 可增强组织机械强度和稳固性, 抵御病虫害的入侵, 影响植物的光合作用和蒸腾作用, 减轻铁、锰等离子的毒害等[4]。另一方面, 磷是植物所必需的营养元素, 但在土壤中磷易被土壤固定从而使磷肥的当季利用率只有 10%~25%, 因此人们力争寻找各种途径以提高磷的当季利用率[5] [6]。由于磷、硅在化学性质和结构上具有相似性, 因而许多学者展开了有关磷、硅交互作用的研究, 但是研究结果不尽相同。本研究旨在探究施硅对磷素吸收的促进作用, 为设施土壤提高磷素利用和降低磷素风险提供理论参考。

2. 材料与方法

2.1. 供试土壤及材料

供试作物为番茄, 品种为东圣 888。该品种果实大, 中熟, 座果率高, 定植第五穗, 亩产量 6 吨, 当地定植至收获结束约 160 天。

供试地为天津市武清区大孟庄镇后幼庄村集约化设施菜田, 该区棚龄大部分在 10 年以上, 土壤基础理化性质如表 1 所示。

Table 1. Basic physical and chemical properties of the test site**表 1.** 供试地基础理化性质

指标	全氮 g/kg	有机质 g/kg	有效磷 mg/kg	硝态氮 mg/kg	pH	含盐量 g/kg	有效硅 mg/kg
指标值	1.51	23.00	163.90	50.11	7.77	4.42	453.46

供试调理剂为银亿集团硅渣，是经红土镍矿经酸充分浸出除去金属氧化物后的剩余二氧化硅原料，SiO₂含量为84%。

2.2. 试验设计

试验共设计五种施硅量，采用随机区组设计，试验处理及材料施用量设计为：CK 处理不施用硅渣材料；Si1 处理 10 kg (SiO₂)/亩；Si2 处理 20 kg (SiO₂)/亩；Si3 处理 30 kg (SiO₂)/亩；Si4 处理 50 kg (SiO₂)/亩，每个处理三个重复。试验种植时间为2019.1~2019.6，灌水及施肥方式按当地农户种植经验进行。

2.3. 样品采集及测定方法

在番茄收获期间，每次各处理随机选取三个小区，将各小区番茄取单独称重即获得产量，最后统计小区总产量。随机选取各处理试验小区进行全部收获，称重得整个小区鲜生物量，每个小区随机挑选5株植物样测定平均含水量，计算获得各处理小区的干生物量。植株风干经粉碎过筛，测定植株全磷含量，方法采用H₂SO₄-H₂O₂氧化剂消煮、钼蓝比色法测定[7]。植株吸磷量 = 植株干物质重 × 植株全磷含量。

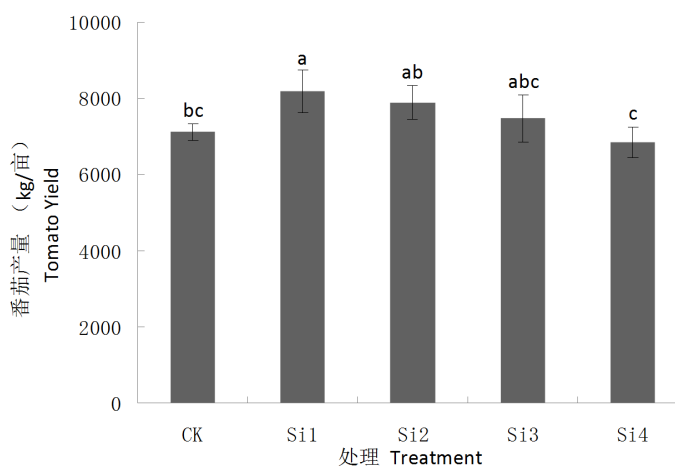
2.4. 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2010; DPS7.05 进行数据的处理和统计分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同施硅量处理对番茄产量的影响

本试验测定硅渣调理剂不同施用量对番茄产量的影响，如图1所示。与CK处理相比，Si1处理番茄产量显著增加(P < 0.05)，增产达15.04%。Si4处理较CK处理产量有所降低，降低3.83%，从图中可以看出随硅渣施用量的增加，番茄产量的表现整体呈现出先增加后减小的趋势。



不同处理间标有不同小写字母表示差异显著(P < 0.05) (下同)

Figure 1. Tomato yield status with different treatments

图 1. 不同处理番茄产量状况

3.2. 不同施硅量处理对番茄干生物量的影响

在植株生物量积累方面的表现可以看出番茄所有处理均未达到显著差异,施用硅渣调理剂与不施用硅渣调理剂无显著差别,且番茄植株干生物量不随硅渣调理剂量的增加而增加,所有处理中平均干生物量积累最大的为 Si3 处理 610.63 (kg/亩)。见图 2。

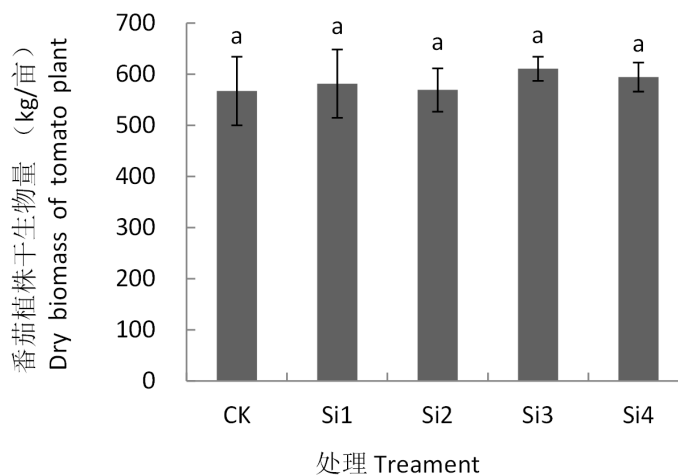


Figure 2. Biomass of tomato plants under different treatments

图 2. 不同处理下番茄植株生物量状况

3.3. 不同施硅量处理对番茄与植株磷素吸收的影响

如表 2 所示,收获期番茄果实吸磷量表现为 Si1、Si2 处理与 Si4 处理之间有显著差异($P < 0.05$),但该试验中所有添加硅渣调理剂的处理中无论添加多少硅渣调理剂较 CK 处理均无显著差异($P > 0.05$)。收获期番茄植株吸磷量随硅渣调理剂施用量的增加而明显增加,其中 Si3、Si4 处理较 CK 处理显著增加($P < 0.05$),分别增加了 0.32%和 0.37%, Si1、Si2 处理则与 CK 处理差异不大,所有处理中番茄植株吸磷量较 CK 处理增加范围在 0.1%~0.37%。在番茄总吸磷量的表现上添加硅渣调理剂较 CK 处理没有显著性差异。

Table 2. Phosphorus uptake status of tomato under different treatments at harvest time

表 2. 收获期不同处理下番茄吸磷量状况

处理	番茄果实吸磷量(kg/亩)	番茄植株吸磷量(kg/亩)	番茄总吸磷量(kg/亩)
CK	4.23 ± 0.27ab	2.98 ± 0.26b	7.22 ± 0.32a
Si1	4.63 ± 0.31a	3.28 ± 0.26b	7.90 ± 0.57a
Si2	4.46 ± 0.25a	3.39 ± 0.22b	7.85 ± 0.65a
Si3	4.22 ± 0.35ab	3.92 ± 0.21a	8.15 ± 0.95a
Si4	3.69 ± 0.35b	4.09 ± 0.34a	7.79 ± 0.65a

4. 讨论与结论

已有研究表明番茄属于非喜硅植物,但如果硅元素供给不足便会对其生长发育造成不良的影响[8],且由于硅与 N、P、K 及一些微量元素的吸收有着密切的关系,并且参与植物改善生物学性状、抗病、抗虫、抗金属毒害、抗盐胁迫、温度胁迫和其他环境胁迫的生理生化过程[9],所以增施硅肥可以显著提高番茄产量[10] [11] [12] [13]。本次试验结果表明,施用含有硅的硅渣调理剂可以提高番茄产量,增幅为

15.04%，但是随施硅量的增加增产效果降低，所以应根据当地肥力状况合理施用硅肥，才能达到最好的效果。本试验收获期番茄植株干生物量没有明显差异。此外在硅对植物吸磷量的研究中，不同学者有相反的结论，例如在水稻的研究中，梁永超[3]、贺立源[14]认为硅对水稻植株吸收磷元素有显著抑制作用，相反屠雯雯[15]、丁王梅[16]则得出施用硅肥会对水稻吸收磷有促进作用，此外皇甫江云[17]提出，如在磷肥供给非常充足时，施用硅肥有抑制磷吸收的一面，但是磷缺乏时，施用硅肥会促进植物体内已经吸收磷的移动，对磷的吸收产生积极的影响。本试验的研究表明，随硅渣施用量的增加收获期番茄果实吸磷量较 CK 处理均未达到显著差异，但收获期番茄植株吸磷量随硅渣调理剂施用量的增加而增加，其中 Si3、Si4 处理较 CK 处理差异显著，这可能是由于磷肥施用量不足，促进了番茄植株对磷素的吸收，收获期番茄总吸磷量表现为添加硅渣调理剂的处理均高于对照，但无显著差异。综合本次试验收获期番茄产量、植株生物量及番茄吸磷量的表现来看，虽然 Si4 处理在植株鲜生物量及番茄植株吸磷量上表现较好，但是从番茄产量上来看 Si1 处理即每亩施用纯 SiO₂ 10 kg 效果最佳。

基金项目

天津市大学生创新训练计划项目(201910061054)；天津市重点研发计划科技支撑重点项目(19YFZCSN00290)。

参考文献

- [1] 王继朋. 硅在几种植物中的吸收、分配及其作用探讨[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [2] 曹逼力, 徐坤, 石健, 等. 硅对番茄生长及光合作用与蒸腾作用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(2): 354-360.
- [3] 梁永超, 陈兴华, 马同生, 等. 硅对番茄生长、产量与品质的影响[J]. 江苏农业科学, 1993(4): 48-50.
- [4] 孔爱科, 孔令波. 硅肥科学施用技术[J]. 现代农业科技, 2012(6): 321+323.
- [5] 宋春丽, 樊剑波, 何园球, 等. 不同母质发育的红壤性水稻土磷素吸附特性及其影响因素的研究[J]. 土壤学报, 2012, 49(3): 607-611.
- [6] 王艳玲, 章永辉, 何园球. 红壤基质组分对磷吸持指数的影响[J]. 土壤学报, 2012, 49(3): 552-559.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 第3版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [8] 邢雪荣, 张蕾. 植物的硅素营养研究综述[J]. 植物学通报, 1998(2): 34-41.
- [9] 宫海军, 陈坤明, 王锁民, 等. 植物硅营养的研究进展[J]. 西北植物学报, 2004, 24(12): 2385-2392.
- [10] 任启兰, 李先圣, 王开余, 等. 番茄叶面喷施硅肥试验[J]. 上海蔬菜, 2000(3): 53.
- [11] 丁华萍, 陈斌, 吉训凤, 等. 多效硅肥在番茄上应用效果初报[J]. 上海农业科技, 2002(6): 64.
- [12] 王春辉, 张彦萍, 石晋文, 等. 番茄施用硅肥的肥效初探[J]. 内蒙古农业科技, 2005(2): 30-31.
- [13] 张建玲, 刘建英, 赵宏儒. 硅在蔬菜上的肥效研究初探[J]. 内蒙古农业科技, 2006(6): 51-53.
- [14] 贺立源, 王忠良. 江汉平原石灰性水稻土硅营养状况研究[J]. 土壤肥料, 1998(3): 22-25.
- [15] 屠雯雯. 硅磷配施对水稻土中不同硅磷形态含量及生物有效性的影响[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江农林大学, 2014.
- [16] 丁王梅. 纳米硅制剂对水稻养分吸收及品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
- [17] 皇甫江云. 硅对红地球、矢富罗莎葡萄生理效应的影响[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2004.