

# 钾与钙和硅混合喷施对番茄抗逆性物质含量的影响

代兆辉, 杜相革

(中国农业大学 农学与生物技术学院 北京 100193)

**摘 要:** 研究了钾、钙和硅的混合喷施对番茄叶片中的可溶性糖和水溶性总酚含量的影响。结果表明: 叶面喷施钾溶液及其与钙和硅溶液的搭配使用均可显著提高叶片中可溶性糖的积累量, 分别增加了 68% 和 129%, 即钾、钙和硅溶液同时使用的效果最显著; 而对于水溶性总酚含量, 叶面喷施钾溶液的效果最好, 显著地高于其它处理, 其次是混合喷施钾、钙和硅溶液, 显著高于对照处理, 2 个处理分别比对照增加了 10.1% 和 5.2%。

**关键词:** 钾; 钙; 硅; 番茄; 可溶性糖; 水溶性总酚

**中图分类号:** S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2010)14—0051—02

矿质营养元素作为植物组织的构成成分, 不仅影响植物的正常生长发育, 还以多种方式影响植物的抗病性。目前研究发现, 施钾能够提高番茄抗病性, 降低番茄早疫病的病情指数和发病率<sup>[1]</sup>; 水杨酸与氯化钙复配处理使黄瓜幼苗的盐害和病情指数降低, 提高黄瓜叶片中可溶性糖、木质素含量<sup>[2]</sup>; 适宜的硅处理明显抑制了菜心炭疽病的发生<sup>[3]</sup>。研究矿质营养与植物抗逆性物质的关系及其作用机理, 对有效利用矿质养分、增强植物的抗病能力、减少农药用量和环境污染、提高作物产量, 具有十分重要的意义。近年来, 矿质营养元素的复配处理对植物抗病性的研究很多, 但关于钾素和钙素、硅素的复配使用的研究还未见报道。该试验以番茄为试材, 通过单一浓度的钾素与钙素、硅素之间的复配, 探讨它们对番茄叶片中的抗逆性物质可溶性糖和水溶性总酚含量的影响, 为营养元素调控番茄的抗病能力提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验在北京市圣荣农业发展公司苗木蔬菜基地塑料大棚中进行。供试番茄品种为“花绣球”, 由北京市聚宏种业提供; 底肥: 烘干羊粪; 水培营养液: 采用日本山崎番茄营养液配方, 化学试剂均为国产分析纯(国药集团化学试剂有限公司); 叶面喷施物质: 氨基酸螯合钙(由中国农业大学配制)碳酸氢钾、硅酸钠(均为国药集

团化学试剂有限公司)。

### 1.2 试验方法

番茄种子在实验室内催芽后, 水培育苗, 待番茄幼苗长到四叶一心时定植到大田。番茄 10 叶期时, 将碳酸氢钾、氨基酸螯合钙、硅酸钠的复配溶液作为叶面肥进行叶面喷施, 每隔 9 d 喷 1 次, 共喷 4 次。K(碳酸氢钾溶液)、Ca(氨基酸螯合钙溶液)、Si(硅酸钠溶液)浓度分别是 73.5、50、50 mmol/L。共 5 个处理, 分别为: K 处理(喷碳酸氢钾溶液); K+Ca 处理(喷碳酸氢钾和氨基酸螯合钙溶液); K+Si 处理(喷碳酸氢钾和硅酸钠溶液); K+Ca+Si 处理(喷碳酸氢钾、氨基酸螯合钙和硅酸钠溶液); CK(对照, 喷清水), 每个处理 12 棵, 设置 3 个重复, 采取随机区组排列。叶面喷施前将 3 种物质按相应浓度比例将母液倒入清水中搅拌均匀, 用喷雾器均匀喷洒到叶片正面和背面, 对照喷施等量清水。在第 1 次喷施叶面肥之前采 1 次样, 然后在每次喷施后第 9 天采 1 次叶片, 共采样 4 次, 样品选择番茄植株第 6 叶位的叶片, 用去离子水清洗后-70℃超低温冰箱冷冻保存。

### 1.3 生理指标测定

可溶性糖含量测定: 参照赵世杰等的蒽酮法<sup>[4]</sup>; 水溶性总酚测定: 采用福林酚比色法。试验数据采用 Excel 软件和 SPSS 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 钾与钙、硅混合喷施对番茄可溶性糖代谢的影响

图 1 表明, 喷施不同叶面肥会引起植株叶片内可溶性糖含量的变化, 各处理组和对照组中可溶性糖含量均显示出先降低后增加的趋势。第 1 次喷施后处理组和对照组中可溶性糖含量下降, 之后逐渐升高。第 3 次后, 喷施钾肥和钾钙硅肥的番茄中可溶性糖含量与对照相比有显著性差异, 分别增加了 68% 和 129%, 喷施钾钙硅肥的效应显著大于喷施钾肥。

第一作者简介: 代兆辉(1983-), 男, 硕士, 研究方向为有机农业, 现主要从事矿质营养对蔬菜抗逆性影响的研究工作。E-mail: huizhaodai@163.com.

通讯作者: 杜相革(1964-), 男, 博士, 教授, 现主要从事有机农业方面的研究工作。E-mail: duxge@cau.edu.cn.

收稿日期: 2010-04-16

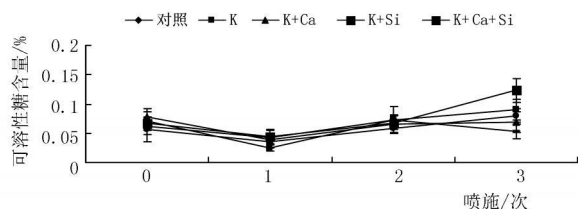


图1 钾、钙、硅对番茄可溶性糖含量动态变化的影响

## 2.2 钾与钙、硅混合喷施对番茄水溶性总酚代谢影响

图2表明,随着喷施次数的增加,对照组和各处理组番茄叶片中水溶性总酚含量逐渐增加。喷施3次后,喷施钾肥,钾钙肥和钾钙硅肥的各处理组与对照相比均有显著性差异,水溶性总酚的含量分别增加了10.1%、3.8%和5.2%,其中喷施钾肥的效应显著大于喷施钾钙肥和喷施钾钙硅肥。喷施钾硅肥的番茄叶片中水溶性总酚含量显著低于对照组。

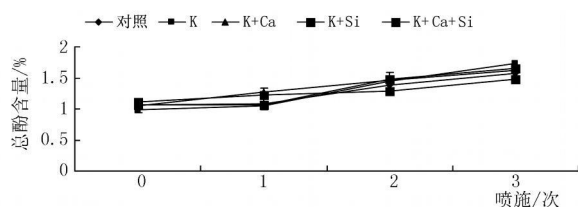


图2 钾、钙、硅对番茄总酚含量动态变化的影响

## 3 讨论

钾、钙和硅3种元素可以通过影响植物的酚类化合物、活性氧、碳氮化合物、内源激素等方面的新陈代谢来改变植物对病害的抵抗能力。糖是植物体内有机物质代谢中心,是多种抗逆性物质生物合成的原料,参与许多植物的抗性反应。已有研究表明,钾有利于提高小麦茎秆中果聚糖、蔗糖、果糖和葡萄糖在灌浆期间的积累<sup>[9]</sup>;在龙眼假种皮发育期间,树冠喷施磷酸二氢钾和氯化钙的混合溶液3次,可显著提高果实内的糖含量<sup>[9]</sup>。该试验条件下,叶面喷施K、K+Ca+Si对提高番茄叶片的可溶性糖含量产生显著效应。喷施K+Ca+Si溶液的效应大于喷施K溶液,可能是喷施K+Ca+Si溶液提

高了番茄叶片组织的K、Ca、Si营养水平,协调叶片发育过程的各种生理代谢,提高了可溶性糖含量。

酚类物质代谢与植物抗病性密切相关,植物可以通过调节自身的酚代谢来抵御病原物侵染。已有研究表明,氯化钾可以通过调节酚类物质的代谢,提高玉米对茎腐病的抗性<sup>[7]</sup>;魏国强等发现,硅能提高酚类代谢的酶活性,显著降低瓠瓜白粉病的病情指数,提高其对白粉病的抗病能力<sup>[8]</sup>。该试验K+Ca+Si处理,显著高于对照处理,说明3种元素的搭配可以有效地促进总酚的积累,而K+Si处理则显著低于对照,可能是由于钾和硅在吸收方面有拮抗作用。喷施K溶液的处理效果显著高于其它处理,可能因为施钾促进糖的合成与运输,而糖是合成酚的原料,进而提高作物体内多酚的含量。喷施K+Ca、K+Ca+Si溶液对提高总酚的效应显著低于喷施K溶液,这可能是喷施K+Ca、K+Ca+Si溶液并未改善番茄钾的营养状况的缘故。因此,在进行叶面喷肥时,应注意考虑营养元素之间的平衡及它们之间的互作效应,以便取得最佳效果。

该试验中番茄叶面喷施钾、钙、硅溶液,可以促进番茄植株内的可溶性糖和水溶性总酚含量的累积,但各元素之间的适宜搭配比例还有待进一步研究,从而为矿质营养调节植物病害提供理论依据。

## 参考文献

- [1] 黄绍敏,徐本生,谭金芳,等.钾对番茄早疫病防治效果及机理研究[J].河南农业大学学报,1999,33(2):138-142.
- [2] 张志刚,尚庆茂,董涛,水杨酸与CaCl<sub>2</sub>复配诱导黄瓜幼苗抗复合逆境效果研究[J].内蒙古农业大学学报,2007,28(3):125-130.
- [3] 杨暹,冯红贤,杨跃生.硅对菜心炭疽病发生、菜薹形成及硅吸收沉积的影响[J].应用生态学报,2009,19(5):1006-1012.
- [4] 赵世杰,史国安,董新纯,等.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002:84-85.
- [5] 王旭东,于振文,王东.钾对小麦茎和叶鞘碳水化合物含量及子粒淀粉积累的影响[J].植物营养与肥料学报,2003,9(1):57-62.
- [6] 韦剑锋,梁和,韦冬萍,等.钾与钙、硼混合喷施对龙眼果实品质及耐贮性的影响[J].中国土壤与肥料,2008(2):35-39.
- [7] 李文娟,何萍,金继运.氯化钾对玉米茎腐病抗性反应中酚类物质代谢的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(3):508-514.
- [8] 魏国强,朱祝军,钱琼秋,等.硅对瓠瓜酚类物质代谢的影响及与抗白粉病的关系[J].植物保护学报,2006,31(2):185-189.

## Effect of K and Ca and Si Nutrition on the Content of Defense-related Materials in Tomato

DAI Zhao-hui, DU Xiang-ge

(College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193)

**Abstract:** The effect of  $\text{KHCO}_3$ , amino acid calcium and  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  on the content of soluble sugar and total soluble phenolics in tomato leaves were investigated. The results showed that the content of soluble sugar were increased with the single or compound application of K, Ca, Si. There was a significant relationship between the compound application of K, Ca, Si and other treatments, the next was the single application of K, which were 129% and 68% higher than that of control respectively. As for the total phenolics, the content of the materials were increased most significantly by spraying K solution, the next was the compound application of Si, K and Ca, which was also significantly higher than the CK. They were 10.1% and 5.2% higher than that of control respectively.

**Key words:** potassium; calcium; silicon; tomato; soluble sugar; water soluble total phenolics