

# 不同叶面肥对番茄幼苗生长、 干物质积累及耐旱性的影响

王丽娟<sup>1</sup>, 杨晓玉<sup>2</sup>

(1. 天津农学院 园艺系, 天津 300384;

2. 千叶大学 园艺学研究科, 千叶 松户 271-8510)

**摘要:** 以硬果80番茄为试验材料, 研究了质量浓度为3 g/L的磷酸二氢钾、葡萄糖以及氯化钙叶面肥料(清水为对照)处理对其株高、株幅、干物质总质量以及耐旱性的影响。结果表明: 随着处理时间的延长, 3个处理番茄幼苗的株高、株幅和干物质总质量均有不同程度增加, 其中磷酸二氢钾处理增幅最大, 分别增加8.0%、6.1%、8.0%。随着干旱胁迫时间的延长, 3个处理番茄幼苗叶片的电解质相对渗透率均逐渐增加, 在干旱处理结束时, 叶片电解质相对渗透率由低到高的顺序依次为: 磷酸二氢钾处理<葡萄糖处理<氯化钙处理<清水对照。综合分析同质量浓度的磷酸二氢钾、葡萄糖和氯化钙对幼苗期番茄进行叶面施肥处理效果, 以磷酸二氢钾的效果最佳。

**关键词:** 番茄; 叶面施肥; 抗旱性

**中图分类号:** S641.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2011)04-0113-04

## Responses of Growth, Dry Matter Accumulation and Drought Tolerance of Tomato Seedlings to Different Foliar Fertilizers Treatment

WANG Li-juan<sup>1</sup>, YANG Xiao-yu<sup>2</sup>

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China;

2. Graduate School of Horticulture, Chiba University, Matsudo 271-8510, Chiba, Japan)

**Abstract:** In this paper, the effects of 3 types of foliar fertilizers——3 g/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 3 g/L glucose and 3 g/L  $\text{CaCl}_2$  (water control) on plant height, crown width, plant dry weight and drought tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. “Yingguo 80”) seedlings were investigated under greenhouse conditions. The results showed that plant height, crown width and plant dry weight of tomato seedlings treated with  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , glucose and  $\text{CaCl}_2$  were all increased by some extent with the treatment time prolonging. The best treatment effect was that of which was treated by  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  among all the tomato seedlings. Compared with control, the plant height, crown width and plant dry weight of tomato seedlings treated by  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  increased by 8.0%, 6.1%, and 8.0%, respectively. The electrolyte relative leakage rates of tomato seedlings treated by 3 types of foliar fertilizers were gradually increased with time prolonging of drought tolerance; at the termination of drought tolerance, the order of the electrolyte relative leakage rates from low to high was:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  < glucose <  $\text{CaCl}_2$  < CK. So,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  might be the best foliar fertilizer for tomato seedlings.

**Key words:** Tomato; Foliar fertilization; Drought tolerance

收稿日期: 2010-11-20

基金项目: 天津市教育委员会资助项目(20070914)

作者简介: 王丽娟(1971-), 女, 河北保定人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事设施栽培与生理研究。

E-mail: boshiw@sohu.com

根际与叶面施肥是农业生产中常用的 2 种供肥方式。其中,根际施肥是主要的供肥方式,对植物生长具有决定性的作用。叶面施肥作为一种辅助的施肥方式,具有吸收快、成本低以及污染小的优势,备受人们的关注。植物通过叶片吸收的营养元素与通过根系吸收的营养元素一样,均可参与体内的代谢活动,特别是当根系的养分吸收功能受到限制,或因土壤条件的改变使施入的养分转变为不可给态,以及作物遭受自然灾害后急需补充养分、亦或处于某些特殊需求时期时,喷施效果更好<sup>[1]</sup>。大量的研究表明,合理的叶面施肥可显著促进植物的生长发育,提高产量及产品品质<sup>[2-4]</sup>。此外,叶面施肥亦具有提高植物抗性,缓解各种逆境胁迫对植物伤害的作用<sup>[5-9]</sup>。

用于作物叶面喷施的肥料种类较多,其中以磷酸二氢钾、葡萄糖和氯化钙的应用最为广泛。关于三者对于植物生长发育及抗性影响的研究虽已有大量报道,但都局限于喷施其中的一种,而关于三者之间在促进植物生长及提高抗性方面的优劣比较尚未见报道。为此,在前人研究的基础上,以番茄品种硬果 80 为试材,研究了不同叶面施肥处理对番茄幼苗生长及耐旱性的影响,以期筛选出最佳的叶面肥料,为设施番茄的抗旱栽培提供理论基础和实践指导。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于 2008 年秋季在天津农学院日光温室内进行,以番茄硬果 80 为试材,8 月 29 日穴盘播种,9 月 18 日分苗于营养钵(10 cm×10 cm)中,育苗基质为园土、草炭、有机肥以 3:2:1 比例混配而成。试验共设 4 个处理,喷施磷酸二氢钾、葡萄糖和氯化钙的质量浓度均为 3 g/L,以叶面喷清水作为对照。3 个重复。分苗后进行定量浇水,每隔 5 d 浇 1 次,每次每株 50 mL,营养钵下设置玻璃培养皿。当幼苗进入三叶一心时进行根外叶面施肥处理,每隔 5 d 喷施 1 次,处理期间共喷施 5 次。喷施时间为 15:00 左右,喷施部位为叶片正反面,每个处理每次每株 2 mL,每次叶面施肥前测量各处理番茄幼苗的株高、株幅、干鲜质量的变化。第 5 次叶面施肥结束后开始对各处理番茄幼苗进行 1 周的干旱处理。在干旱处理前,测定土壤水分含量,进行校正,并于干旱胁迫开始后的第 3 天开始测定各处理番茄幼苗叶片的电解质相对渗透率。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 番茄幼苗生长量的测定 株高、株幅用直尺

直接测量,干物质总质量采用烘干法测定。

1.2.2 土壤含水量的测定 在水分胁迫过程中,采用高精度的土壤水分测定仪 MX-50 测定各处理的土壤含水量。

1.2.3 叶片电解质渗透率的测定 用 DDS-303A 数字电导率仪测定电导率。叶片电解质相对渗透率采用下列公式计算:电解质渗透率=浸泡液电导率值/煮沸后电导率值×100%<sup>[17]</sup>。

2 结果与分析

2.1 施用不同叶面肥对番茄幼苗株高和株幅的影响

由图 1、图 2 结果可知,随着处理时间的延长,3 个处理番茄幼苗的株高及株幅均有不同程度增加,其中磷酸二氢钾处理增幅最大,效果最佳。葡萄糖和氯化钙处理的番茄幼苗增幅虽低于磷酸二氢钾处理,但均高于清水处理。叶面施肥 25 d 时,磷酸二氢钾、葡萄糖和氯化钙处理的番茄幼苗的株高比对照分别高 8.0%、4.9%和 2.1%,株幅则分别高 6.1%、2.2%和 1.6%。

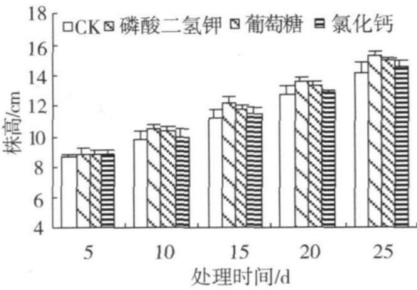


图 1 不同叶面施肥处理番茄株高的变化

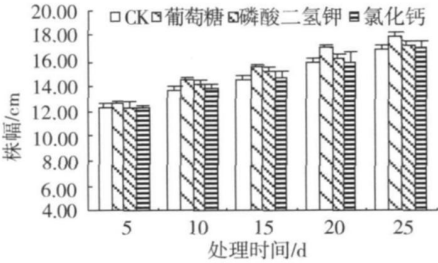


图 2 不同叶面施肥处理番茄株幅的变化

2.2 施用不同叶面肥对番茄幼苗干物质积累的影响

随着处理时间的延长,3 个处理番茄植株的干物质总质量均逐渐增加,但增幅各不相同(图 3)。按植株干物质总质量增幅由高到低排列依次为:磷酸二氢钾>葡萄糖>氯化钙>清水,这与株高及株幅的变化规律一致。叶面施肥 25 d 时,磷酸二氢

钾、葡萄糖和氯化钙处理的番茄幼苗的植株干物质总质量比对照分别高 8.0%、3.8%和 2.5%。

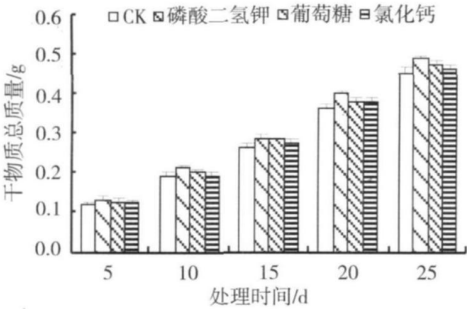


图 3 不同叶面施肥处理番茄幼苗植株干物质总质量的变化

2.3 施用不同叶面肥对番茄 幼苗耐旱性的影响

由表 1 结果可知, 随着干旱胁迫时间的增加, 3 个处理番茄幼苗叶片的电解质相对渗透率均逐渐增加, 在干旱处理的第 5 天, 磷酸二氢钾处理的叶片电解质相对渗透率显著低于其他处理。至第 7 天时, 3 个处理叶片电解质相对渗透率以磷酸二氢钾最低; 葡萄糖及氯化钙处理番茄植株的叶片电解质相对渗透率均显著高于磷酸二氢钾处理, 但显著低于对照, 且二者之间差异不显著。

表 1 干旱胁迫下不同叶面施肥处理番茄幼苗叶片电解质相对渗透率的变化 %			
处理	干旱处理时间/ d		
	3	5	7
CK	32.18 aA	44.33 aA	60.70 aA
磷酸二氢钾	30.58 aA	36.97 bA	54.99 cB
葡萄糖	30.62 aA	44.46 aA	57.55 bAB
氯化钙	31.10 aA	44.44 aA	57.72 bAB

注: 同列不同大小写字母分别表示差异达显著 ( $P<0.05$ )、极显著水平 ( $P<0.01$ )

3 结论与讨论

叶面施肥作为一种重要的设施节水技术, 可有效改善植株的水分及养分供给, 提高其利用率, 从而促进植物的生长发育, 增加产量, 提高品质, 同时对植物抗性的提高亦具有重要意义。徐国华等在研究叶面营养对黄瓜的生物效应时指出, 叶面施用硫酸铵或磷酸二氢钾及适当浓度的活性物质均可显著提高黄瓜叶片叶绿素含量和光合速率, 从而提高黄瓜生物量、果实产量以及果实的品质<sup>[8]</sup>。蔗糖和葡萄糖常作为叶面肥料进行喷施, 但喷施蔗糖残留较多, 在保护地高湿环境下, 叶面糖斑易着生黑色霉状物, 影响光合作用, 因而选用葡萄糖更为适宜<sup>[9-10]</sup>。前人研究表明, 在番茄开花坐果期喷施糖液后, 可使花序粗壮, 增产 10%~15%。叶菜类蔬菜上喷施

0.2%~0.3%糖液后, 叶片增厚增大, 叶绿素含量增加, 植株抗病能力增强, 一般可增产 10%左右<sup>[11]</sup>。当土壤含水量降低对植物产生水分胁迫时, 施用钙能补偿这种负效应, 其原因在于钙可促进植物根和叶的发育, 改善根系生长状况, 刺激微生物活性, 提高养分的吸收, 增加植物鲜质量和干物质含量, 从而间接获得了增产的效果<sup>[12]</sup>。本试验中, 3g/L 磷酸二氢钾、葡萄糖和氯化钙处理的番茄幼苗的株高、株幅以及植株干物质总质量均明显高于对照, 干旱胁迫下 3 个处理的叶片电解质相对渗透率亦显著低于对照, 表明叶面施肥处理不仅促进了番茄幼苗的生长, 而且对提高其耐旱性具有重要作用。3 种叶面肥料处理的效果存在差异, 其中 3g/L 磷酸二氢钾处理的番茄幼苗的株高、株幅、植株干物质总质量以及干旱胁迫下的叶片电解质相对渗透率均显著优于同质量浓度葡萄糖和氯化钙处理的番茄幼苗, 这些结果表明, 磷酸二氢钾是番茄幼苗期最佳的叶面肥料。

但是, 叶面施肥的效果受多种因素的影响。首先, 环境因子如光照、温度及空气湿度等对叶面施肥效果具有显著影响。强光<sup>[13-14]</sup>、高温<sup>[15-16]</sup>, 以及高湿<sup>[17-18]</sup>的环境有利于叶面肥料的吸收利用。其次, 叶面施肥的效果因植物种类、叶龄及植物的发育期不同亦会有差异。不同种类的植物对施用叶面肥料的响应各不相同<sup>[19]</sup>。但 Swietlik 等<sup>[20]</sup>则认为, 植物对叶面肥料的吸收与植物本身对肥料的需求相关。就叶龄而言, 幼叶对肥料的吸收利用效率要高于老叶。Cook 等<sup>[21]</sup>研究发现, 苹果同一枝条不同部位叶片对肥料的吸收差异明显, 其中叶梢部位幼叶的吸收能力是基部老叶的 2 倍。Alexander<sup>[22]</sup>认为, 叶片对肥料的吸收与植物的发育期显著相关, 在植物的营养最大效率期施用效果最好。此外, 叶面肥料自身的一些特性如肥料种类、溶液浓度及 pH 值也会影响其施用的效果。Knoche 等<sup>[23]</sup>认为, 叶面肥料的浓度与其吸收速率具有极强的相关性。但肥料浓度过高则会导致叶烧, 影响叶片正常生理功能的发挥, 反而会降低对叶面肥料的吸收及利用效率。植物所能忍受的叶面肥料最大浓度与肥料及植物种类、发育期、植物的营养状况和天气条件密切相关<sup>[24]</sup>。本研究初步探讨了幼苗期番茄生长及耐旱性指标对施用 3 种常用叶面肥料的响应, 明确了同质量浓度的磷酸二氢钾、葡萄糖和氯化钙叶面施肥处理中, 以磷酸二氢钾的效果最佳。但对于番茄在不同发育时期, 不同质量浓度叶面肥料施用的响应情况还需进一步探讨。

## 参考文献:

- [ 1 ] 马国瑞. 园艺植物营养与施肥[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [ 2 ] Da Luz P B, Patrícia Duarte de Oliveira Paiva P D, Tavares A R. Effect of foliar and substrate fertilization on lady palm seedling growth and development[ J ]. *Journal of Plant Nutrition*, 2008, 31: 1313-1320.
- [ 3 ] Giskin M, Efron Y. Planting date and foliar fertilization of corn grown for silage and grain under limited moisture[ J ]. *Agronomy Journal*, 1986, 78: 426-429.
- [ 4 ] Nagy P T, Thurzó S, Kincses I, *et al.* Effect of foliar fertilization on leaf mineral composition, sugar and organic acid contents of sweet cherry[ J ]. *International Journal of Horticultural Science*, 2008, 14: 45-48.
- [ 5 ] Hu Y C, Burucs Z, Schmidhalter U. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity[ J ]. *Soil Science and Plant Nutrition*, 2008, 54: 133-141.
- [ 6 ] Ehness R, Ecker M, Godt D E, *et al.* Glucose and stress independently regulate source and sink metabolism and defense mechanisms via signal transduction pathways involving protein phosphorylation[ J ]. *The Plant Cell*, 1997, 9: 1825-1841.
- [ 7 ] 赵世杰, 刘华山, 董新纯. 植物生理学实验指导[ M ]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.
- [ 8 ] 徐国华, 沈其荣. 叶面营养对黄瓜生物效应的影响[ J ]. *植物营养与肥料学报*, 1997, 3(1): 36-42.
- [ 9 ] 安志信, 刘奎彬, 马文荷, 等. 黄瓜、青椒对外源糖吸收、运转与分布研究[ J ]. *北方园艺*, 2001(3): 11-12.
- [ 10 ] 马文荷, 刘奎彬, 安志信. 青椒对外源糖的吸收与分配规律研究[ J ]. *河北农业大学学报*, 2000, 23(1): 37-39.
- [ 11 ] 高素菊. 蔬菜施肥新法[ J ]. *农村经济与科学*, 2002(9): 23.
- [ 12 ] Abdel B R. Calcium channels and membrane disorders induced by drought stress in *Vicia faba* plants supplemented with calcium[ J ]. *Acta Physiologiae Plantarum*, 1998, 20: 149-153.
- [ 13 ] Jyung W H, Wittwer S H, Bukovac M J. Ion uptake by cells enzymically isolated from green tobacco leaves[ J ]. *Plant Physiology*, 1965, 40: 410-414.
- [ 14 ] Shim K, Titus J S, Splittstoesser W E. The utilization of post-harvest urea sprays by senescing apple leaves[ J ]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1972, 97: 592-596.
- [ 15 ] Lurie S, Fallik E, Klein J D. The effect of heat treatment on apple epicuticular wax and calcium uptake[ J ]. *Postharvest Biology and Technology*, 1996, 8: 271-277.
- [ 16 ] Reed D W, Tukey J R. Temperature and light intensity effects on epicuticular waxes and internal cuticle ultrastructure of Brussels sprouts and carnation leaf cuticles[ J ]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1982, 107: 417-420.
- [ 17 ] Schonherr J. Cuticular penetration of calcium salts: effect of humidity, anions and adjuvants[ J ]. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2001, 164: 225-231.
- [ 18 ] Tukey H B, Marczyński S. Foliar nutrition old ideas rediscovered[ J ]. *Acta Horticulturae*, 1984, 145: 205-212.
- [ 19 ] Marschner H. Mineral nutrition of higher plants[ M ]. London: Academic Press, 1995.
- [ 20 ] Swietlik D, Faust M. Foliar nutrition of fruit crops[ J ]. *Horticultural Reviews*, 1984, 6: 287-355.
- [ 21 ] Cook J A, Boynton D. Some factors affecting the absorption of urea by McIntosh apple leaves[ J ]. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 1952, 59: 82-90.
- [ 22 ] Alexander A. Optimum timing of foliar nutrient sprays[ M ]// Alexander A (ed). *Foliar fertilization*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1986.
- [ 23 ] Knoche M, Petracek P D, Bukovac M J, *et al.* Urea penetration of isolated tomato fruit cuticles[ J ]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1994, 119: 761-764.
- [ 24 ] Wittwer S H, Teubner F G. Foliar absorption of mineral nutrients[ J ]. *Annual Review of Plant Physiology*, 1959, 10: 13-27.