

追施不同氮肥对日光温室甜椒产量和品质的影响

王林闯, 贺超兴
(中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要:以甜椒为材料, 研究追施不同氮肥对甜椒产量和品质的影响。结果表明: 在追施含氮量相同的不同氮肥条件下, 各处理甜椒叶片的叶绿素含量和光合速率与普通土不追肥相比都有显著的提高, 而不同氮肥处理间却没有显著差异; 各追肥处理下的甜椒果实中 VC、粗蛋白和总糖含量比不追肥都有明显的提高, 各处理间互有高低差异不明显, 追施硝酸钙处理下甜椒果实中硝酸盐含量明显的高于不追肥处理, 而追施尿素和碳酸氢铵处理与不追肥相比还稍有下降; 各追肥处理下甜椒产量较不追肥有显著的提高, 处理间也无明显差别; 尿素和碳酸氢铵的利用效益较好。

关键词:甜椒; 氮肥; 产量; 品质; 日光温室
中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2010)16—0059—04

甜椒是我国北方日光温室栽培的重要蔬菜品种, 近年来反季节设施种植面积和年产量都在不断增长, 已基本实现各地市场甜椒的周年供应。据统计, 2005 年我国甜辣椒种植面积已达到 160 万 hm^2 , 占全国蔬菜种植面积近 10%^[1]。其中设施栽培下的反季节栽培和高品质优良甜椒栽培是目前甜椒生产发展的主要方向。

我国在设施蔬菜生产面积不断扩大的同时, 也出现了一系列的问题。如资源利用率低, 单位产量低, 许多日光温室大棚蔬菜施肥存在盲目性, 氮、磷、钾肥配比不合理, 过量施用肥料等, 不仅造成资源浪费和增加生产成本, 还会造成资源污染, 严重影响我国设施农业的持续高效发展。还会引起土壤连作障碍、土壤微生物区系失调、土壤次生盐渍化^[2]、蔬菜硝酸盐含量提高及地下水硝酸盐污染等。而且土壤中氮、磷、钾等养分比例失调, 还会引起蔬菜的生理病害, 降低蔬菜的抗病性导致蔬菜减产。由于栽培和水肥管理方式不当造成的土壤理化性质变劣、土壤溶液浓度大, 更加剧了土壤劣化, 最终造成设施蔬菜产量下降, 蔬菜体内硝酸盐大量积累^[3], 蔬菜品质下降, 以致威胁到消费者的健康。因而, 如何真正做到根据不同蔬菜作物的需肥特性及不同肥料在不同季节的肥效进行合理施用显得尤为重要。

现通过研究追施不同氮肥对甜椒产量和品质影响对冬季日光温室条件下甜椒的生长和需肥特性及不同氮肥的肥效进行研究, 为日光温室越冬茬甜椒高产优质栽培提供理论和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于 2008 年 9 月至 2009 年 3 月在中国农业科学院廊坊农业高新技术示范园区节能日光温室内进行。温室栽培土为沙壤土, 基本理化性质见表 1。

表 1 栽培基质基本理化性质

类型	全 N / %	全 P / %	全 K / %	速效 N / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	速效 P / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	速效 K / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	有机 质/ %
普通土	0.118	0.442	0.670	77.7	339	146	2.98

1.2 试验材料

供试甜椒品种为“中椒 105”, 由中国农业科学院蔬菜花卉研究所选育。2008 年 9 月 23 日播于营养钵, 10 月 29 日定植于日光温室, 温室南北长 7 m。采用南北向做栽培畦, 畦长 6 m, 宽 0.6 m, 每畦 2 行, 每行 15 株, 株行距为 0.3 m \times 0.5 m, 小区面积 3.6 m^2 。

1.3 试验方法

设 4 个处理, 普通土(A)、普通土+硝酸钙(B)、普通土+尿素(C)、普通土+碳酸氢铵(D), 5 次重复。定植前, 每槽平均施 3 kg 腐熟鸡粪和 0.5 kg 复合肥作为基肥。处理中所加肥料均为追肥, 各氮肥处理按每 667 m^2 施 5 kg N 的量追加, 并按 N : K=1 : 1 的比例追加等量的硫酸钾作为钾肥。共进行 4 次追肥: 第 1 次, 第 1 穗果长至棉桃大小时; 第 2 次, 门椒采收后, 第 2 层和第 3 层果实继续膨大时; 第 3 次, 半个月后; 第 4 次, 20 d 后。2 次追肥后, 取各处理植株中的功能叶片进行叶绿素含量

第一作者简介: 王林闯(1983-), 男, 山东菏泽人, 硕士, 研究方向为设施蔬菜栽培。E-mail: wlc516@163.com。
通讯作者: 贺超兴(1965-), 男, 陕西铜川人, 博士, 研究员, 研究方向为设施蔬菜栽培。E-mail: hechaoxing@126.com。
基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2006BAD07B04 2008BADA6B08); 农业部园艺作物遗传改良重点开放实验室资助项目。
收稿日期: 2010-05-12

测定(丙酮浸提比色法);3次追肥后,对各处理植株的光合作用进行测量(LI6400 光合仪);4次追肥后,取各处理的甜椒果实进行品质测定;2008年12月16日始收,2周或1周采收1次,每次采收按处理分别称重计产,最后统计总产量。部分数据用SAS数据分析软件处理,差异显著性采用Duncan's新复极差法测验分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥对甜椒叶片叶绿素含量的影响

各施肥处理中甜椒叶片的叶绿素a含量与不追施氮肥(A)相比都有不同程度的增加(图1),其中追施硝酸钙(B)处理增加了10.4%,追施尿素(C)处理增加了11.5%,追施碳酸氢铵(D)处理增加了13.8%,且它们之间没有显著差异。追施碳酸氢铵(D)处理中叶绿素b的含量较高,与其它处理相比达到了显著水平,处理C和B间没有显著差异,也都高于不追肥处理。类胡萝卜素含量B处理最高,与D处理间没有显著差异,都显著的高于不追肥处理。总体看,追施含氮量相同的不同氮肥对甜椒叶片的叶绿素含量都有显著提高,不同氮肥间差异没有达到显著水平。

氮为叶绿素的重要组成元素,叶片中75%的氮存在于叶绿素中,叶片含氮量与叶绿素呈正相关^[4],施氮可以明显提高叶片的含氮量^[9]。而施氮量与叶片的含氮量的关系还与氮肥的种类、植物对不同氮肥的吸收效率和栽培基质的类型有关。在该试验中,追施相同含氮量的不同氮肥间的甜椒叶片的叶绿素含量没有显著差异,可以认为在冬季日光温室条件下不同氮肥的肥效和甜椒对不同形态氮肥的吸收效率是没有显著差别的。

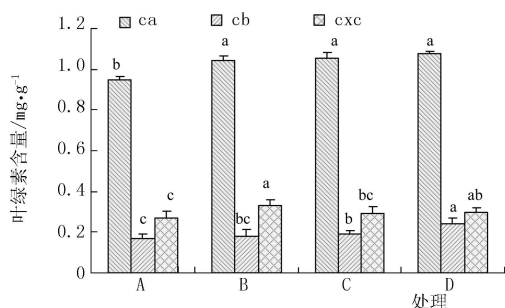


图1 不同氮肥处理下的甜椒叶片叶绿素含量

2.2 不同氮肥对甜椒植株光合作用的影响

从表2可看出,各处理和甜椒叶片的光合速率存在着显著差异,追施硝酸钙(B)、尿素(C)和碳酸氢铵(D)处理的光合速率分别比不追肥处理提高了5.6%、2.9%和4.8%。B和D处理间没有显著差异,但都显著高于不追肥处理。对甜椒叶片的蒸腾速率来说,各处理间存在一定差异性,B处理的蒸腾速率最高,与A处理相比都达到了显著差异。E处理甜椒叶片的气孔导度也表现出了一定差异性,其中D处理最高,C处理最低。而胞间CO₂浓度,各处理间没有显著差异。

从整体看,蒸腾速率、气孔导度和胞间CO₂浓度在各处理上的变化与光合速率的变化趋势大体一致。作为生理过程,光合作用与蒸腾作用、气孔开度和胞间CO₂浓度是互相联系相互影响的。蒸腾作用对叶片净光合速率的影响是通过气孔的开度和引起叶内含水量和的变化而间接起作用的^[9]。蒸腾速率与光合速率均随PAR和气温的升高而增加,到中午前后也有降低的现象出现,一般在晴天其日变化为双峰型曲线,在阴天则为单峰型曲线,基本与光合作用变化同步。气孔阻力(气孔导度的倒数)是一个重要的生理学特征指标,其变化首先影响水分的交换,其次是CO₂的交换^[7],进而对叶片的光合作用产生影响。而叶片内外CO₂的交换过程除了与叶内外CO₂的浓度梯度以及气孔对CO₂的扩散阻力有关外,还与光能转化和碳同化等生化因素有关。

矿质元素直接或间接影响光合作用。氮、镁、铁、锰等是叶绿素生物合成所必需的矿质元素,钾、磷等参与糖类代谢,缺乏时便影响糖类的转变和运输,也间接影响了光合作用。氮素营养又是光合色素、酶类和光合机构的组分,与光合效率有密切的关系^[4]。追施氮肥可有效提高光合速率,主要是因为促进了叶片面积的增大,叶片数目的增多和光合能力的提高。从表2可看出,各追肥处理间的光合相关指标并不存在明显差异,说明甜椒对不同氮肥吸收和利用效率相差不大。

表2 不同氮肥处理下的甜椒植株的光合作用

处理	光合速率 / $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	蒸腾速率 / $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	气孔导度 / $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	胞间CO ₂ 浓度 / $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$
A	18.286c	5.061d	0.563cd	33.1a
B	19.302a	6.170a	0.583bc	341.33a
C	18.821b	5.751b	0.545d	326.56a
D	19.157a	5.459c	0.616ab	331.44a

注:不同大、小写字母表示Duncan's新复极差法测验 $P < 0.01$ 和 $P < 0.05$ 时差异显著,其它图、表同。

2.3 不同氮肥对甜椒果实品质的影响

从图2(a)可看出,在追施硝酸钙(B)条件下,果实中硝酸盐含量大幅度提高,比不追肥处理提高了61.9%,而追施尿素(C)和碳酸氢铵(D)处理分别比不追肥处理降低了4.4%和10.9%,这应该是甜椒根系通过吸收土壤中含量较高的其它氮肥而取代或减少了对硝态氮肥的吸收和利用的原因。

从图2(b)可看出,各追肥处理下甜椒果实中VC含量都比不追肥处理(A)有不同程度的提高。在追施硝酸钙(B)条件下甜椒果实中VC含量最高,比不施肥处理提高了30.6%,追施尿素(C)和碳酸氢铵(D)处理分别比不追肥提高了18.2%和13.9%。结果表明,追施不同氮肥都可促进VC含量的提高,其中追施硝态氮肥对果实中VC含量的提高效果明显比尿素和碳酸氢铵好。

从图2(c)可看出,各追施氮肥处理下果实粗蛋白含量都比不追肥处理有不同程度的提高,追施硝酸钙(B)、

尿素(C)和碳酸氢铵(D)处理分别比不追肥提高了22.1%、28.4%和28.4%。氮素是蛋白质合成所必需的成份,该试验结果说明,追施氮肥有利于蛋白质的合成,明显提高甜椒果实中粗蛋白的含量,而追施硝态氮肥的效果没有其它氮肥好。

从图2(d)可看出,各追肥处理下甜椒果实总糖含量

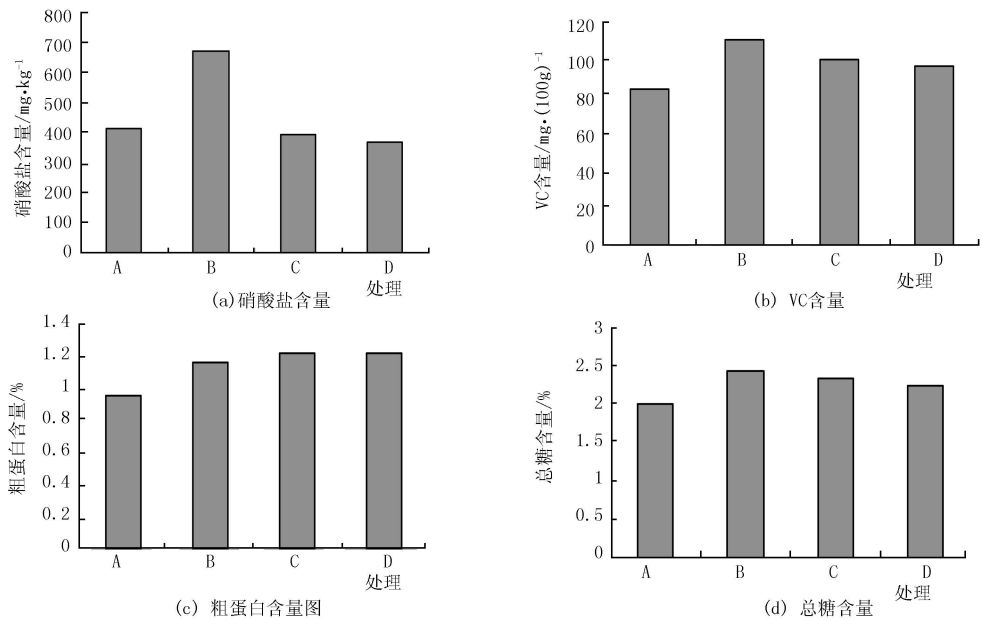
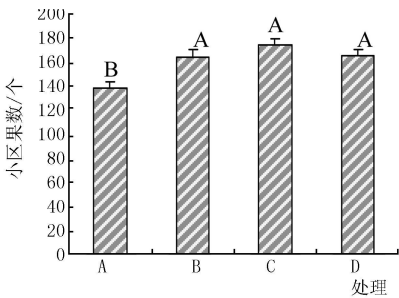


图2 不同氮肥处理下的甜椒果实品质

总之,追施氮肥在改善果实的品质上都发挥出了较好的作用,不同氮肥间追施硝酸钙对VC、粗蛋白和总糖含量都有较大的提高,但也存在硝酸盐含量较高的缺陷,追施尿素和碳酸氢铵则有效降低了果实中硝酸盐的含量,对VC、粗蛋白和总糖的提高效果也很明显。

2.4 不同氮肥对甜椒产量的影响



从图3可看出,小区果数和产量在各处理间变化大体一致。追施硝酸钙(B)、尿素(C)和碳酸氢铵(D)处理与不追施氮肥处理(A)间都达到了极显著差异,分别提高了22.4%、20.9%和19.4%,差异不显著。由此可见,追施氮肥对甜椒产量显著提高,在含氮量相同的条件下,不同氮肥间没有显著差异。

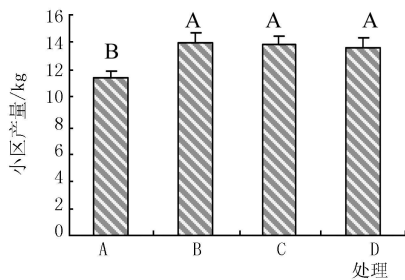


图3 不同氮肥处理下甜椒果实的产量

2.5 不同氮肥在甜椒栽培上的效益分析

由产量结果可知,追施氮肥对甜椒产量提高作用很大,在追施含氮量相同的情况下,不同氮肥间并没有表现出显著差异,说明甜椒对3种不同氮肥的利用效率和3种氮肥提供氮的能力相当。而在蔬菜实际生产中,氮肥的利用效益也是必须考虑的一个因素,由表3可知,根据该试验设计,3种氮肥在使用量和成本价格上差别

较大。由于硝酸钙和碳酸氢铵的含氮量都比较低,分别为15%和17.1%,所以在使用量上也明显多于尿素(含氮量为46%);结合3种肥料的市场价格得出施用成本,追施硝酸钙的成本最高达每667m²为266元,尿素和碳酸氢铵相差不多,每667m²分别为43元和89.6元,尿素应用成本最低,因此生产实践中,甜椒追肥使用尿素成本低、效果好。

表 3 不同氮肥的施用量和成本

肥料种类	667 m ² 追施量/kg	市场价格/元·kg ⁻¹	667 m ² 成本/元
硝酸钙	133	2.00	267.0
尿素	43	1.00	43.0
碳酸氢铵	118	0.80	89.6

3 讨论与结论

由于对产量过分追求而大量盲目施用化肥和农药,不仅造成了蔬菜中农药残留严重和品质下降,还造成了连作障碍、次生盐渍化,微生物区系失调和地下水污染等。

有研究表明,在一定范围内施用氮肥,可以增加蔬菜的产量,超过一定限度,其作用就会大大降低,甚至降低蔬菜产量^[89]。也有研究表明,果菜类番茄、根菜类萝卜以施尿素的产量最高,叶菜类红菜薹则不同形态氮肥对其产量无明显差异^[10]。王荣萍等研究表明,施用尿素、硫酸铵、氯化铵、硝酸铵等氮肥均可使小白菜中 VC 含量高于对照^[11]。该试验结果基本与之相符,在追施不同氮肥条件下,各处理甜椒叶片的叶绿素含量和光合速率与普通土不追肥相比都显著提高,而不同氮肥处理间却没有显著差异;各追肥处理下的甜椒果实中 VC、粗蛋白和总糖含量比不追肥都有明显提高,各处理间表现互有高低差异不明显,追施硝酸钙处理下甜椒果实中硝酸盐含量明显高于不追肥处理,而追施尿素和碳酸氢铵处理与不追肥相比还稍有下降;各追肥处理下甜椒产量较不追肥有显著提高,处理间也是没有明显差别。蔬菜中硝酸盐、VC、粗蛋白和总糖都是衡量蔬菜品质的重要指标。硝酸盐含量越少越好,在胃酸的作用下与仲胺等胺类化合物反应生成 N-亚硝基化合物,引起核酸代谢紊乱或突变,从而有诱发癌变的危险^[12],因而硝酸盐含量越高危险性就会越大。大量研究表明,施用的硝态氮越多,蔬菜中的硝酸盐含量越多^[13-14],该研究也证明了这一点。VC 是人体生命活动所必需的营养元素,而人体自身不能合成 VC,必须通过蔬菜水果补充。在一定范围内,施用氮肥可以增加蔬菜中的 VC 含量^[15]。

总之,在含氮量相同的条件下,普通土栽培追施硝酸钙、尿素和碳酸氢铵 3 种氮肥都可以有效提高甜椒果实中营养物质的含量和增加产量,除了硝酸盐含量,三

者之间没有形成明显差别。而在含氮量相同时,3 种氮肥在重量上是有显著差别的,硝酸钙和碳酸氢铵差不多,是尿素的 2 倍多,因而综合考虑肥料价格和食品安全因素,甜椒追肥的肥料选择还是以碳酸氢铵或尿素冲施效果较好。

参考文献

[1] 耿三省,陈斌,张晓芬.我国甜辣椒品种市场需求的变化趋势[J].中国蔬菜,2006(10): 35-36.

[2] 张春兰,吕卫光,王开金,等.有机物料在设施蔬菜栽培中的作用[M]//李晓林.平衡施肥与可持续优质蔬菜生产.北京:中国农业大学出版社,2000.146-155.

[3] 郑光华,罗斌.绿色食品蔬菜 21 世纪设施农业的主导产品[J].中国蔬菜,1999(1): 1-3.

[4] Evans J R. Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat *Triticum aestivum* L.[J]. Plant physiology, 1983, 72: 297-302.

[5] Sage R F, Pearcy R W. The nitrogen use efficiency of C3 and C4 plant leaf nitrogen effects on the gas exchange characteristics of *Chenopodium album* (L.) and *Amaranthus retroflexus* (L.)[J]. Plant physiology, 1987, 84: 959-963.

[6] Flore J A. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops[J]. Hort Rev, 1989, 11: 111-157.

[7] Zhao M, Wang M Y, Li S K. Changes of stomatal resistance(Rs) and the relationships between photosynthesis(PH), transpiration(TR) and Rs among different inbred lines of maize[J]. Acta Agriculturae Borealis Sinica, 1997, 12(4): 68-72.

[8] 诸海燕,吕卫光,余廷园.不同氮肥用量对青花菜品质和产量的影响[J].北方园艺,2006(1): 6-7.

[9] 赵凤艳,魏自民,陈翠玲.氮肥用量对蔬菜产量和品质的影响[J].农业系统科学与综合研究,2001,17(1): 43-44.

[10] 杨竹青.不同氮肥品种用量对蔬菜生长的影响[J].长江蔬菜,1994(4): 24-25.

[11] 王荣萍,蓝佩玲,李淑仪,等.氮肥品种及施肥方式对小白菜产量与品质的影响[J].生态环境,2007,16(3): 1040-1043.

[12] 贺文爱,龙明华,白厚义,等.蔬菜硝酸盐积累机制研究的现状与展望[J].长江蔬菜,2003(2): 30-33.

[13] 陈巍,罗金葵,姜慧梅,等.不同形态氮素比例对不同小白菜品种生物量和硝酸盐含量的影响[J].土壤学报,2004,41(3): 420-425.

[14] 黄启为,彭建伟,罗建新,等.化肥对蔬菜硝酸盐含量的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2002,28(5): 387-390.

[15] 李会合,郭丹.不同氮肥用量对莴笋品质的影响[J].北方园艺,2007(10): 4-6.

Effect of Different Nitrogenous Fertilizer Topdressing on the Yield and Quality of Sweet Pepper in Solar Greenhouse

WANG Lin-chuang, HE Chao-xing

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: Taking sweet pepper as experiment material. The effect of different nitrogenous fertilizer on the yield and quality of sweet pepper were studied. The results showed that the chlorophyll content and photosynthesis of sweet pepper leaves of different nitrogenous fertilizer treatments increased evidently than control; the content of VC, crude protein and total sugar in fruit were higher than control, between treatment difference was no evidently; The nitrate content of fruit is higher in calcium nitrate treatment than other nitrogenous fertilizer treatment; The fruit yield increased obviously, but there were no significant differences among treatments. The utilization benefit of urea and ammonium bicarbonate were better.

Key words: sweet pepper; nitrogenous fertilizer; yield; quality; solar greenhouse