

不同施肥方式对设施番茄产量和土壤氮及磷累积的影响

新楠¹, 卢树昌¹, 王小波¹, 王瑞²

(1. 天津农学院 农学系, 天津 300384; 2. 天津农学院 农业分析实验室, 天津 300384)

摘要:在设施番茄种植中研究了传统施肥、包膜缓释肥(SCZ)、优化处理(YH)3种施肥方式对不同土层土壤氮磷含量及番茄产量的影响。结果表明:传统施肥处理易引起0~120 cm土层土壤 NO_3^- -N含量的显著提高,SCZ处理和YH处理在追氮量分别减少1/3、1/2的情况下,SCZ处理在表层(0~30 cm) NO_3^- -N含量显著高于YH处理,在30~90 cm的土层中差异不显著,而在90~120 cm的土层中则显著降低。SCZ处理的用磷量最高,所以其在土壤中的残留也最高,复合肥(FHF)与YH处理相比,显著提高了表层土壤P的含量,而在30~120 cm的土层则差异不显著。传统处理番茄的硝酸盐含量最高,较其它施肥处理高出10.9%~17.7%,较CK高出35.1%。施肥处理显著提高了番茄的产量,不同施肥方式中SCZ、YH与农民的传统处理相比,产量分别降低了0.8%、15.8%,但没有达到显著水平。

关键词:番茄;施肥;产量;氮磷累积

中图分类号:S 641.262 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0183-04

近年来随着农业产业结构的调整,蔬菜种植已成为我国重要的耕地利用方式,尤其在城郊。面对高额的经济利益,菜农在种植过程中普遍过量的施用化肥,同时高强度的种植使土壤累积大量的氮磷和重金属^[1-2],增加了污染物向周围水体迁移的风险,使土壤环境和健康质量持续下降^[3-4],直接导致了菜地生产力和蔬菜品质的降低^[5-6]。通过优化施肥措施来提高肥料利用率和缓减由于不合理施肥造成的环境问题被认为是有效的方法之一^[7]。新型控/缓释肥料的施用,也同样起到了提高肥料利用率,提高蔬菜产量和品质,减轻对环境造成污染的积极作用^[8-9]。该研究旨在对农民传统的施肥方式、优化的施肥方式和采用包膜缓/控释肥在城郊菜地上的综合效应进行比较,以期选择出减肥增产增效,具备环保型特色的施肥措施,为城郊面源污染的防控提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2011年3~7月在天津市西青区杨柳青镇

第一作者简介:新楠(1977-),女,内蒙古赤峰人,硕士,实验师,研究方向为植物营养生理。E-mail:xinnan19771208@eyou.com.

责任作者:卢树昌(1970-),男,河北献县人,博士,副教授,现主要从事土壤肥料与营养等研究工作。E-mail:lsc9707@163.com.

基金项目:天津市应用基础及前沿技术研究计划资助项目(09JCYBJC08600)。

收稿日期:2012-12-04

的农户大棚内进行,其棚龄为50 a以上,土壤的基本化学性质为:有机质4.8%,pH 7.43,全氮0.29%,硝态氮42.3 mg/kg,速效磷48.9 mg/kg,速效钾280.1 mg/kg,电导率413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

1.2 试验材料

供试番茄品种为“珍宝”。自制包膜缓释肥(SCZ)及复合肥(FHF)基本指标见表1。

表 1 供试肥料基本指标

Table 1	Basic indicators of fertilizers				
供试肥料	N/%	P_2O_5 /%	K_2O /%	初期溶出率/%	微分溶出率/%
SCZ	14.5	14.5	14.5	12.6	1.4
FHF	17.0	17.0	17.0	91.2	—

1.3 试验方法

试验设4个处理,处理1:传统CT施肥,即基肥施复合肥750 kg/hm²,进入果实膨大期开始追肥,每次追肥量尿素225 kg/hm²,硫酸钾150 kg/hm²,隔7~10 d追肥1次,共6次;处理2:复合肥(FHF)施肥,即基肥施复合肥750 kg/hm²,进入果实膨大期开始追肥,每次追肥量609 kg/hm²(施氮量是传统施肥的2倍),21~30 d追肥1次,共2次;处理3:包膜肥(SCZ+),即基肥施包膜肥(SCZ)850 kg/hm²,进入果实膨大期开始追施包膜肥SCZ,每次追肥量690.2 kg/hm²,21~30 d追肥1次,共2次;处理4:优化处理,即基肥施复合肥750 kg/hm²,进入果实膨大期开始追肥,每次追肥量尿素112.5 kg/hm²,硫酸钾90 kg/hm²,隔7~10 d追肥1次,共6次。以不施

肥为对照处理(CK)。所有处理在整地时施有机肥(牛粪)15 000 kg/hm²,小区面积为1 m×7 m,各处理重复3次,随机排列。试验于2011年3月21日整地施入基肥,3月26日移栽,5月14日第1次追肥,7月6日收获结束。灌溉采用大水漫灌的形式,每追肥1次同时灌溉。

1.4 项目测定

在收获结束后(110 d)分别采集不同深度的土壤样品,KCl浸提-紫外分光光度法测定NO₃⁻-N和钼兰比色法测定速效磷含量。在收获的早中晚3次(5月28日、6月17日、7月2日)收获计产,6月17日采集样品测定果实硝酸盐含量。

1.5 数据分析

采用Excel 2003和DPS 7.05软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对土壤剖面NO₃⁻-N含量的影响

由表2可知,在收获结束时,各处理土壤NO₃⁻-N含量表现为:在0~30 cm CT处理为最高,达到94.0 mg/kg,较SCZ、FHF、YH、CK,分别高出81.8%、115.1%、116.1%、197.5%,而且CT与SCZ、FHF、YH、CK之间的差异也达到了显著水平。在30~60 cm CT处理NO₃⁻-N含量仍然为最高,达到81.9 mg/kg,其次为FHF、YH、SCZ、CK。其CT与FHF、YH、SCZ、CK之间的差异达显著水平。在60~90 cm其顺序为CT>YH>FHF>SCZ>CK。除FHF、YH、SCZ之间外,其余处理间差异达显著水平。在90~120 cm其含量顺序与60~90 cm土层含量大小顺序大致相同,但SCZ与YH、FHF之间的差异达显著水平。

氮素在土壤环境中转化较快,普通尿素或铵态氮肥通常在1~2周内完成硝化^[10]。农民传统处理因施肥量大,而且水肥同步,容易引起NO₃⁻-N向下部转移,使得CT处理在0~120 cm的各土层NO₃⁻-N的含量都显著高于其它处理,进而提高污染地下水的风险。相同施肥量的FHF和SCZ,因SCZ的缓释效应使得其在0~30 cm土层土壤的NO₃⁻-N含量显著高于FHF处理,进而能有效供给作物生长的养分需求,而在下层土壤中则减少了NO₃⁻-N的累积。YH处理因施肥量的减少使得表层(0~

表2 不同施肥处理对土壤剖面NO₃⁻-N含量的影响

Table 2 Effect of different fertilizer treatments on

处理	NO ₃ ⁻ -N content in soil profile				mg/kg
	0~30 cm	30~60 cm	60~90 cm	90~120 cm	
CK	31.6±1.6d	27.3±1.8c	19.4±1.0c	11.1±0.7c	
CT	94.0±4.0a	81.9±3.3a	40.9±1.6a	22.0±2.0a	
FHF	43.7±2.7c	37.5±2.8b	26.9±1.2b	15.4±1.7b	
SCZ	51.7±4.4b	34.3±0.9b	26.8±0.4b	12.4±0.2c	
YH	43.5±2.4c	35.5±2.0b	28.3±1.2b	14.7±1.0b	

30 cm)土壤中NO₃⁻-N含量降低,而在30~90 cm的土层中与缓释肥处理之间没有差异。

2.2 不同施肥处理对土壤剖面P含量的影响

由表3可知,FHF处理在各层的含量是最高的,其中在0~30 cm,FHF较SCZ、YH、CT、CK分别高出5.6%、18.8%、20.0%、44.7%,其与YH、CT、CK的差异达显著水平。在30~60 cm,FHF较CT、CK高出8.7%、32.1%,差异达显著水平,但FHF、SCZ、YH之间差异不显著。在60~90 cm,各施肥处理较对照差异显著,但各施肥处理间没有明显差异。在90~120 cm土层中,各施肥处理土壤中P含量高于对照但差异未达显著水平。

在农业生产中,肥料的使用会引起土壤中P素的累积^[11],刘建玲等^[12]研究表明,我国北方蔬菜保护地大量施用磷肥不仅使0~40 cm土壤磷素大量积累,而且使40~100 cm土层中的磷素也明显增加。因此,磷素在土体内垂直方向上的迁移损失以及由此产生的环境危害必须引起高度重视。该试验中FHF、SCZ处理的用磷量最高,所以其在土壤中的残留也最高,在表层(0~30 cm)土壤中显著高于CT、YH处理,但在30~120 cm的土层中SCZ处理与CT、YH处理差异不显著,说明缓释肥可有效减少P在下层土壤的累积。

表3 不同施肥处理对土壤剖面P含量的影响

Table 3 Effect of different fertilizer treatments on

处理	P content in soil profile				mg/kg
	0~30 cm	30~60 cm	60~90 cm	90~120 cm	
CK	38.9±2.5c	29.3±3.0c	18.4±3.1b	12.9±1.9a	
CT	46.9±2.6b	35.6±2.4bc	20.9±1.3ab	14.5±1.4a	
FHF	56.3±3.8a	38.7±0.6a	22.1±1.5a	15.4±2.4a	
SCZ	53.3±3.5a	36.3±0.8ab	20.6±1.2ab	14.3±1.5a	
YH	47.4±2.0b	34.3±0.7ab	20.3±1.0ab	13.8±0.7a	

2.3 不同施肥处理对番茄硝酸盐含量的影响

随着施氮量的增加番茄硝酸盐的含量也升高(图1),CT处理的含量最高,达到了86.6 mg/kg,较其它施肥处理肥高出10.9%~17.7%,较CK高出35.1%。不同施肥处理FHF、SCZ、YH之间没有显著差异,但都显著高于对照。

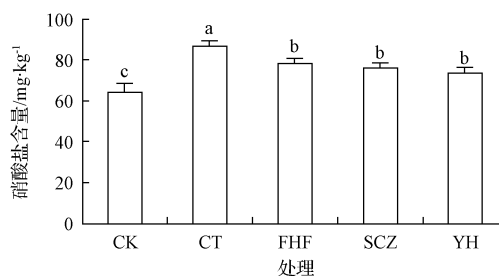


图1 不同处理对番茄硝酸盐含量的影响

Fig. 1 Effect of different fertilizer treatments on tomato nitrate content

2.4 不同处理对番茄产量的影响

由图 2 可知,施肥能显著提高番茄产量,其中 CT、SCZ 处理的产量最高分别达到了 34 429、34 143 kg/hm², YH、FHF 次之,分别为 29 000、28 142 kg/hm²,CK 最低。各施肥处理较 CK 高出 34%~63.9%。相同施肥量的 FHF、SCZ 之间的差异也达显著水平。所有施肥处理都显著高于对照,说明施肥决定着番茄的产量。不同的施肥处理中,SCZ 处理、YH 处理与农民的传统处理相比,在 N 追肥量分别减少 1/3、1/2 的情况下,产量有所降低,但没有达到显著差异。在相同施肥量的情况中,包膜肥处理(SCZ)的产量也显著高于非包膜肥(FHF),这与包膜肥的 N 素缓释效应有关,其 N 素缓慢、持续的供给能保证作物对养分的需求,而非包膜肥养分集中大量的释放则不能很好的满足作物对养分连续不断的需求。

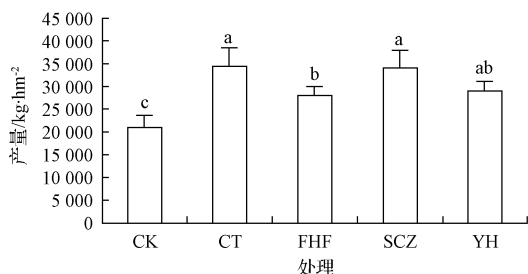


图 2 不同处理对番茄产量的影响

Fig. 2 Effect of different fertilizer treatments on tomato yield

3 讨论与结论

化肥施用引起的土壤污染具有高度的隐蔽性,是水体和大气次生污染的重要来源,减少化学氮磷肥的投入是降低菜地土壤氮磷累积和蔬菜硝酸盐含量超标的根本途径^[13],但氮肥施用量与蔬菜产量间存在着密切关系,不合理减少氮肥用量将有减产的风险。因此优化氮肥施用对于减施氮肥,维持菜地土壤的可持续地力,食品健康以及生态环境保护意义重大。目前包膜控/缓释肥料的研制与应用已成为提高肥料利用率、保护生态环境及农产品安全生产的有效措施,并已引起国内外科学工作者的广泛关注^[14-15]。

该试验中农民传统的施肥处理引起 0~120 cm 土层土壤 NO₃⁻-N 含量显著提高,包膜肥处理(SCZ)和优化处理(YH)在追氮量分别减少 1/3、1/2 的情况下,在表层(0~30 cm)包膜肥处理(SCZ) NO₃⁻-N 含量显著高于

优化处理(YH),在 30~90 cm 的土层中差异不显著,而在 90~120 cm 的土层中则显著降低。FHF、SCZ 处理的用磷量最高,所以其在土壤中的残留也最高,与 YH 处理相比,显著提高了表层土壤 P 的含量,而在 30~120 cm 的土层则差异不显著。传统施肥处理番茄的亚硝酸盐含量最高,较其它施肥处理高出 10.9%~17.7%,较 CK 高出 35.1%。SCZ、YH 与农民的传统处理相比,产量分别降低了 0.8%、15.8%,但没有达到显著水平。

参考文献

- [1] Ju X T, Liu X J, Zhang F S, et al. Nitrogen fertilization, soil nitrate accumulation, and policy recommendations in several agricultural regions of China[J]. *Ambio*, 2004, 33: 300-305.
- [2] Bolland M D A, Yeates J S, Clarke M F. Effect of fertilizer type, sampling depth, and years on Colwell soil test phosphorus for phosphorus leaching soils[J]. *Fertilizer Research*, 1996, 44: 177-188.
- [3] Hao X Z, Zhou D M, Huang D Q, et al. Heavy metal transfer from soil to vegetable in southern Jiangsu Province, China[J]. *Pedosphere*, 2009, 19: 305-311.
- [4] Chen T, Liu X M, Zhu M Z, et al. Identification of trace element sources and associated risk assessment in vegetable soils of the urban-rural transitional area of Hangzhou, China[J]. *Environmental Pollution*, 2008, 151: 67-78.
- [5] Huang B, Shi X Z, Yu D S, et al. Environmental assessment of small-scale vegetable farming systems in periurban areas of the Yangtze River Delta Region, China[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2006, 112: 391-402.
- [6] Sharma R K, Agrawal M, Marshall F. Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi India [J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2007, 66: 258-266.
- [7] 闫湘, 金继运, 何萍, 等. 提高肥料利用率技术研究进展[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(2): 450-459.
- [8] 熊又升, 陈明亮, 何圆球, 等. 包膜尿素对芹菜产量、品质及氮素平衡的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2005, 11(1): 104-109.
- [9] 王小波, 王艳, 张渊, 等. 4 种不同材料包膜尿素对油菜的生长效应[J]. *中国农业生态学报*, 2007, 15(6): 73-76.
- [10] Ju X T, Liu X J, Zhang F S, et al. Nitrogen fertilization, soil nitrate accumulation, and policy recommendations in several agricultural regions of China[J]. *Ambio*, 2004, 33: 300-305.
- [11] 刘建玲, 廖文华, 张作新, 等. 磷肥和有机肥的产量效应与土壤累积磷的环境风险评价[J]. *中国农业科学*, 2007, 40(5): 959-965.
- [12] 刘建玲, 张福锁, 杨奋翮. 北方耕地和蔬菜保护地土壤磷素状况研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2000, 6(2): 179-186.
- [13] 闫湘, 金继运, 何萍, 等. 提高肥料利用率技术研究进展[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(2): 450-459.
- [14] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. *植物营养与肥料报*, 1998, 4(3): 219-223.
- [15] 何绪生, 李素霞, 李旭辉, 等. 控效肥料的研究进展[J]. *植物营养与肥料学报*, 1998, 4(2): 97-106.

Effect of Different Fertilization Methods on Tomato Yield and Accumulation of Soil Nitrogen and Soil Phosphorus in Greenhouses

XIN Nan¹, LU Shu-chang¹, WANG Xiao-bo¹, WANG Rui²

(1. Department of Agronomy, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Agricultural Analyzing Lab, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

过量施氮条件下硝化抑制剂对辣椒硝酸盐含量的影响

唐伟杰¹, 李文德¹, 杨 勇², 王永鹏³, 王勤礼⁴, 杜沛欣⁴

(1. 张掖市经济作物技术推广站, 甘肃 张掖 734000; 2. 张掖市种子稽查管理站, 甘肃 张掖 734000;
3. 张掖市农业技术推广站, 甘肃 张掖 734000; 4. 河西学院 农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000)

摘 要:以辣椒品种“C-19”为试材, 采用随机区组设计, 测定了 5 种不同氮肥对辣椒硝酸盐含量和土壤中硝态氮含量的影响。结果表明: 使用土地精硝化抑制剂可使辣椒硝酸盐和土壤中硝态氮含量都有所降低, 土地精作为一种新型硝化抑制剂可以提高 N 肥利用率, 减少 N 肥对环境的污染。

关键词:硝化抑制剂; 辣椒; 硝酸盐

中图分类号:S 641.306 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0186-03

蔬菜易富集硝酸盐, 人体摄入的硝酸盐有 81.2% 来自蔬菜, 硝酸盐本身对人体无害或毒害性相对较低。但人体摄入的硝酸盐在细菌作用下可还原成对人体有害的亚硝酸盐。亚硝酸盐可使血液的载氧能力下降, 导致高铁血红蛋白症, 可与次级胺(仲胺、叔胺、酰胺及氨基酸)结合, 形成亚硝胺, 从而诱发消化系统癌变, 对人类健康构成潜在的威胁。土地精是一种新型硝化抑制剂, 可提高氮肥利用率, 减小氮肥对环境的污染。为此, 该试验以该新型硝化抑制剂为试验材料, 研究在过量施氮条件下, 土地精对辣椒硝酸盐累积及营养品质的影响,

以期蔬菜施用该硝化抑制剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在张掖市区绿洲现代农业科技试验示范区。土壤为灌漠土, 土质为沙壤土, 试验地地势平坦, 四周没有高大建筑物。试验前采集 0~20 cm 耕层土样进行分析, 分析结果如下: 土壤含水量 73.23%, 土壤有机质含量 24.395 g/kg, 土壤碱解氮含量 150.06 mg/kg, 土壤速效磷含量 24.22 mg/kg, 土壤速效钾含量 250.42 mg/kg。

1.2 试验材料

供试辣椒品种为“C-19”, 由张掖市经济作物技术推广站提供。

供试肥料: 增效尿素和土地精由上海碧晶农业科技有限公司提供, 普通尿素由甘肃刘化有限责任公司提供, 碳铵由宁夏贺兰山化肥有限公司提供。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 30.82 m²

第一作者简介:唐伟杰(1982-), 男, 甘肃陇南人, 本科, 助理农艺师, 现主要从事经济作物栽培技术推广等工作。E-mail: easy_417@126.com.

责任作者:王勤礼(1966-), 男, 甘肃永昌人, 硕士, 教授, 现主要从事蔬菜栽培与育种的教学与科研工作。E-mail: wangqinli66@163.com.

收稿日期:2012-12-13

Abstract: The effects of optimization of fertilization, application of coated fertilizers, traditional fertilization method on N, P accumulation in different soil layers and the yield of tomato were studied. The results showed that NO₃⁻-N content in 0~120 cm soil layers of traditional fertilization were significantly higher. N top dressing amount were reduced by 1/3, 1/2 respectively in coated fertilizer treatment(SCZ) and optimize treatment(YH), NO₃⁻-N content in surface layer (0~30 cm) of SCZ treatment was significantly higher than that of YH, there was no significant difference in 30~90 cm soil layer, but in 90~120 cm soil layer it was significant reduction. The amount of application of P fertilizer in FHF and SCZ treatments was the highest, so their residues in the soil were the highest. Compared with YH treatment, they significantly increased the P content in surface soil, but no significant difference in 30~120 cm soil layers. The nitrate content in traditional treatment tomato was the highest, 10.9%~17.7% higher than that of others, 35.1% higher than CK. Fertilization treatments significantly improved the yield of tomato, the yield of SCZ, YH treatments decreased by 0.8%, 15.8% than traditional treatment, but the difference was not significant.

Key words: tomato; fertilization; yield; N and P accumulation