

# 有机与无机氮肥配施对设施栽培菜田土壤肥力及产量的影响

王玉敏<sup>1,2</sup>, 张恩平<sup>2</sup>, 张淑红<sup>2</sup>, 赵洪林<sup>3</sup>

(1. 阜新高等专科学校, 辽宁 阜新 123000; 2. 沈阳农业大学 园艺学院 辽宁 沈阳 110161; 3. 新民市柳河沟镇政府, 辽宁 沈阳 110319)

**摘要:** 长期单独施用无机氮肥降低土壤有机质含量, 而有机肥与无机氮肥配施提高了土壤中有机质的含量。长期施用氮肥对土壤中氮的增长并没有很明显的改善, 而有机肥与无机氮肥配施显著提高了土壤有效氮的含量。长期施用无机氮肥降低了土壤中速效磷和速效钾的含量, 而配施有机肥提高了土壤速效钾的含量, 而速效磷含量变化不显著。长期偏施氮肥容易导致土壤 pH 值下降, 土壤酸化。有机肥与无机氮肥配施缓解了土壤 pH 值的下降, 改善了土壤的理化性质, 维持了土壤较高的孔隙度。该试验条件下, 有机肥和较高水平氮肥处理辣椒产量最高, 达到 37.23 kg·小区<sup>-1</sup>。

**关键词:** 有机肥; 无机氮肥; 土壤肥力; 辣椒

中图分类号: S 641.306<sup>+</sup>.2 文献标识码: A

文章编号: 1001-0009(2008)09-0063-03

设施蔬菜栽培中, 偏施氮肥, 有机肥严重不足, 是当前设施土壤出现次生盐渍化和发生连作障碍的主要原因之一, 严重制约了蔬菜的高产优质和高效生产。氮的大量盈余, 一方面导致设施土壤的硝酸盐积累, 另一方面会造成氮素的大量损失而引起较严重的环境污染<sup>[1]</sup>, 如此恶性循环, 必然导致地力破坏。从长远的可持续农业发展观点来看, 有机与无机肥配合施用是合理利用资源、更好地提高土壤肥力和保持作物高产、稳产、优质高效的施肥体制<sup>[2-4]</sup>。

设施蔬菜生产产量高和复种茬次多, 每年从土壤中吸收大量的养分, 这就要求有合理的供肥强度, 然而不同的蔬菜作物需肥规律差异很大, 施肥制度也与大田作物不同<sup>[5]</sup>。合理配施有机肥和化肥不仅是获得蔬菜高品质、高产量的重要技术环节, 而且也是提高土壤肥力, 保证菜田可持续发展的基础。该试验是长期定位施肥试验的继续, 主要研究在设施蔬菜栽培条件下偏施氮肥和有机肥与无机氮肥配施对土壤肥力变化及甜椒产量的影响, 为设施蔬菜的可持续发展和高产优质提供科学合理的施肥依据, 以便更好的指导生产实践。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

第一作者简介: 王玉敏(1969), 女, 硕士, 主要从事蔬菜栽培生理与生态方面的研究工作。E-mail: zhang ep@163.com。

通讯作者: 张恩平。

基金项目: 辽宁省教育厅资助项目(2004F082)。

收稿日期: 2008-03-28

试验于 2005 年 4 月至 2005 年 10 月在沈阳农业大学蔬菜基地定位施肥试验大棚进行, 供试土壤取自 1988 年开始的蔬菜长期定位试验, 供试原始土壤(0~20 cm) 农化性状有机质 24.3 g·kg<sup>-1</sup>; 全氮 1.164 g·kg<sup>-1</sup>; 全磷 1.374 g·kg<sup>-1</sup>; 碱解氮 86.41 mg·kg<sup>-1</sup>; 速效磷 70.80 mg·kg<sup>-1</sup>; 速效钾 56.14 mg·kg<sup>-1</sup>; pH 值 6.75。供试甜椒品种为美国早熟杂交品种强生十七号, 于当年的 3 月 6 日播种, 4 月 23 日定植。采取垄栽方式, 株行距约为: 40 cm×55 cm。利用双干整枝长季节栽培, 生长期约为 6 个月。

该试验是长期露地定位试验的继续, 于 1997 年移入设施内继续进行试验。为施有机肥(A)与不施有机肥(B)的各自 3 个无机氮肥水平的 6 个处理 AN<sub>0</sub>、AN<sub>1</sub>、AN<sub>2</sub>、BN<sub>0</sub>、BN<sub>1</sub>、BN<sub>2</sub>。试验采用完全随机区组设计, 3 次重复。小区面积为 1.5 m<sup>2</sup>, 为防止肥料相互渗透影响, 每个小区建成 0.8 m 深的无底水泥池。有机肥与于定植前一次性施入, N 肥在生长季节内分 2 次追施。各处理施肥量见表 1 所示。

表 1 不同处理施肥量

处理	马粪/kg·小区 <sup>-1</sup> ·年 <sup>-1</sup>	尿素/g·小区 <sup>-1</sup> ·年 <sup>-1</sup>
AN <sub>0</sub>	11.25	0
AN <sub>1</sub>	11.25	97.8
AN <sub>2</sub>	11.25	195.6
BN <sub>0</sub>	0	0
BN <sub>1</sub>	0	97.8
BN <sub>2</sub>	0	195.6

### 1.2 调查测定项目及方法

1.2.1 土壤理化性状的测定 采用 5 点取样法, 取各个

处理 0~20 cm 耕层土样, 风干后过 20 目和 100 目筛, 分别测各处理土壤的理化性状。土壤有机质采用重铬酸钾容量法; 土壤碱解 N 采用碱解扩散法; 土壤速效 P 采用钼锑抗比色法; 土壤速效 K 采用火焰光度法; 对土壤 pH 值采用 PC300 型 pH 电导率仪测定; 土壤容重和孔

隙度采用环刀法测定。

1.2.2 产量统计 以小区为单位进行统计, 记载各处理每次采收的果实总量、果实数目, 最后的总产量, 以及平均单果重。

表 2 有机肥与无机氮肥配施对土壤理化性质的影响

处理	有机质/ $g \cdot kg^{-1}$	有效氮/ $mg \cdot kg^{-1}$	速效磷/ $mg \cdot kg^{-1}$	有效钾/ $mg \cdot kg^{-1}$	pH 值	土壤容重/ $g \cdot cm^{-3}$	土壤孔隙度/%
AN <sub>0</sub>	24.2b	142.5b	61b	175.5b	7.1b	1.211ab	47.6a
AN <sub>1</sub>	24.9b	145.3b	57.8b	170.8b	6.5b	1.225ab	47.1a
AN <sub>2</sub>	25.7b	160.2b	58.9b	152.9b	5.8b	1.208a	46.3a
BN <sub>0</sub>	12.3a	80.6a	23.5a	49.8a	7b	1.416b	54.6b
BN <sub>1</sub>	12.5a	90.5a	18.6a	45a	6.1b	1.423b	53.1b
BN <sub>2</sub>	12.6a	105.4b	20.8a	43.9a	4.9a	1.421b	54b

## 2 结果与分析

### 2.1 有机肥与无机氮肥配施对土壤理化性质的影响

随着无机氮肥的施用, 土壤中有有机质的含量差异不显著(表 2)。有机肥与无机氮肥配施后显著提高了土壤中有有机碳的含量, 在同一氮肥水平下, 施有机肥各处理土壤中有有机碳含量分别高于对应的无机氮肥处理的有机碳含量。

施用氮肥对土壤有效氮含量的影响较小。随着氮肥的施用, 各处理土壤有效氮含量虽然呈现递增趋势, 但是同组处理间的差异不显著。有机肥与无机氮肥配施显著提高了土壤中有有机氮的含量, 其中单施有机肥处理 AN<sub>0</sub> 有效氮含量显著高于 2 倍无机氮处理 BN<sub>2</sub>。不同的施肥处理土壤中速效磷含量表现不同。施用氮肥土壤中速效磷含量有一定的下降, 并表现在 AN<sub>1</sub> 和 BN<sub>1</sub> 处理最低。配施有机肥提高土壤有效磷含量。在同一氮水平条件下, 有机肥处理 AN<sub>0</sub>、AN<sub>1</sub>、AN<sub>2</sub> 有效磷的含量分别是无机氮肥处理的 2.6、3.1、2.8 倍, 其中单施有机肥处理 AN<sub>0</sub> 速效磷含量最高。施用氮肥降低了土壤中速效钾的含量。随着施用氮肥的增加土壤中速效钾的含量随之下, 而配施有机肥有利于提高土壤中速效钾的含量, 在同一氮水平条件下, 有机肥各处理速效钾的含量分别高于对应无机氮肥处理。

随着氮肥使用量的增加, 土壤 pH 值下降, 导致土壤酸化。有机肥各处理的 pH 值均高于相对应的无机氮肥各处理。施用氮肥对土壤的容重和孔隙度的影响较小。施用有机肥降低了土壤的容重, 从而使土壤孔隙度得到提高。

### 2.2 对甜椒产量的影响

在施用有机肥的条件下, 适量的增施氮肥可提高甜椒的单果重, 其中有机肥与无机氮肥配施 AN<sub>1</sub> 处理的单果重达 73 g, 但各处理间差异不显著。在不施有机肥情况下, 随着施 N 量的增加单果重差异不显著。在同一氮肥水平下, 有机肥处理的甜椒单果重高于无机氮肥, 说明有机肥与适量的 N 肥配施可以增加甜椒的单果重。

在施用有机肥的条件下, 随着氮肥的增加甜椒的产量也随之提高, 其中 AN<sub>2</sub> 处理的产量最高。在不施有机肥情况下, 随着施 N 量的增加表现为产量增加。说明有机肥与适量的 N 肥配施增加甜椒产量。在同一氮肥水平条件下, 施用有机肥的各个处理甜椒产量均显著的高于不施用有机肥的无机肥处理之间。

表 3 有机肥与无机氮肥配施对甜椒产量的影响

处理	单果重/kg	总产量/ $kg \cdot 小区^{-1}$
AN <sub>0</sub>	0.068b	34.87ab
AN <sub>1</sub>	0.073b	35.14ab
AN <sub>2</sub>	0.069b	37.23b
BN <sub>0</sub>	0.063a	20.91a
BN <sub>1</sub>	0.064a	21.35a
BN <sub>2</sub>	0.064a	25.07ab

## 3 结论与讨论

### 3.1 长期定位施无机氮肥和有机肥对土壤肥力的影响

在无机肥组(B)各处理中, 虽然长期没有施用有机肥, 但还保持一定量的有机质含量, 这可能是由以下几个原因综合引起的: 一是作物根系分泌积累; 二是根系残留; 三是微生物活动所致。与原始土样相比较, 有机肥组的增幅并不是很明显, 但无机肥组各处理的有机质含量几乎降低了 50%。有机肥与无机氮肥配施在一定程度上能够提高土壤有机质的含量, 但是增幅很小。长期单独施用无机肥可使土壤有机质含量下降, 而施用有机肥显著提高了土壤中有有机碳的含量。

长期施用氮肥在一定程度上降低了土壤中速效磷和速效钾的含量, 这可能因为氮肥的施用加速了磷钾肥的吸收和自身的损失。施用有机肥的各处理土壤中氮、磷、钾含量均高于相对应的无机肥处理, 说明施用有机肥对土壤营养元素的供应和保持发挥了很大的作用。

长期偏施氮肥容易导致土壤 pH 值下降, 土壤酸化, 但并不能明显地影响土壤的容重和孔隙度。施用有机肥缓解了土壤 pH 值的下降, 改善了土壤的理化性质, 维持了土壤较高的孔隙度。

以上结论可以发现, 土壤肥力的保持和提高是在比较复杂的条件下形成的。前人的研究大都单纯集中在

施肥对土壤理化性质的改良,而忽视不同作物的需肥特点和吸收规律,在生产中更为明显。因此,深入了解栽培作物的特点,结合土壤自身肥力特征,开展有针对性的土壤分析和配方施肥还有待于进一步研究。另外,施肥与生态系统各方面的联系都非常紧密,长期氮磷或氮磷钾以适宜用量和合适比例配合施用,可以减少土体中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的积累,减少对环境的污染,从环境的角度论述了合理施肥的必要性<sup>[6-7]</sup>。该试验结合长期定位施肥和土壤肥力的保持等方面进行研究,结果表明,有机肥与N配施,并不能保证土壤各项营养元素保持最高,但土壤的综合肥力表现最好。这可能是由于土壤营养元素比较全面,提高了作物的养分吸收量,从而导致土壤营养损失的绝对量较大。

### 3.2 长期定位施无机氮肥和有机肥对甜椒产量的影响

氮参与了植物体内许多重要化合物的组成,积极地参与了植物物质与能量的代谢。由于氮素在植物生命活动中占有重要地位,故氮素水平对植物的生长发育起着举足轻重的作用<sup>[8]</sup>。产量的形成和提高是以植株生长和旺盛生理代谢为基础,增施氮肥,可提高根系脱氢酶活性,增强吸收能力,叶片叶绿素含量增加,加强了光合作用无机营养源,有机养分迅速输向果实,促进了果实发育,调节了植物生殖生长和营养生长,花器官形成好,结果数增加,从而提高了产量,这是由于氮与植株授粉作用生理活性强盛有关,在花粉形成过程中的联合期及受精的时候生理上有强烈的反应。如果氮不足,植株的发育极端地受抑制,结果开花数较少,产量不能提高。黄科等采用三因素五水平正交旋转组合设计,用基质盆

栽法,研究了氮、磷、钾施用量与辣椒产量的相关性,结果表明:氮肥的施用与辣椒产量的形成呈显著正相关<sup>[9]</sup>。该试验各处理中以 $\text{N}_1$ 水平的产量最高,因此过量的氮肥会导致营养生长和生殖生长失衡,最终导致甜椒产量下降。在长期偏施氮肥的条件下,施用有机肥各处理之间对甜椒产量的影响相对较小。在同一氮肥水平条件下,施用有机肥的各个处理甜椒产量均显著的高于相对应的无机肥处理之间。

#### 参考文献

- [1] 葛晓光,张恩平,张昕,等.长期施肥条件下菜田—蔬菜生态系统变化的研究(I)土壤有机质的变化[J].园艺学报,2004,31(1):34-38.
- [2] 葛晓光,张恩平,高慧,等.长期施肥条件下菜田—蔬菜生态系统变化的研究(II)土壤理化性质的变化[J].园艺学报,2004,31(2):178-182.
- [3] 葛晓光,张恩平,高慧,等.长期施肥条件下菜田—蔬菜生态系统变化的研究(III)蔬菜产量与养分吸收量的变化[J].园艺学报,2004,31(4):456-460.
- [4] 张恩平.番茄钾营养的作用及其机理的研究[D].沈阳农业大学博士学位论文,2003.
- [5] 史春余,张夫道,张俊清,等.长期施肥条件下设施蔬菜土壤养分变化研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(4):437-441.
- [6] 樊军,郝明德,党廷辉.旱地长期定位施肥对土壤剖面硝态氮分布与累积的影响[J].土壤与环境,2000,9(1):23-26.
- [7] Russo V. M. Planting date, fertilizer rate and harvest timing affect yield of jala peno and banana pepe[J]. Hortscience, 1996, 31(7):1124-1125.
- [8] Cheng B T, Ouellette G J. Effects of organic amendments on manganese toxicity as measured by sand and soil culture studies[J]. Plant Soil, 1971, 34:165.
- [9] 黄科,刘明月.氮磷钾施用量与辣椒品质的相关性研究[J].江西农业大学学报(自然科学版),2002(6):63-68.

## Effects of Long-term Application of Manure and Nitrogen on Soil Fertility and Sweet Pepper Yield

WANG Yu-min<sup>1,2</sup>, ZHANG En-ping<sup>2</sup>, ZHANG Shu-hong<sup>2</sup>, ZHAO Hong-lin<sup>3</sup>

(1. Fuxin Higher Vocational School, Fuxin, Liaoning 123000, China; 2. College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China; 3. Liuhegou Government of Xinmin City, Shenyang, Liaoning 110319, China)

**Abstract:** Less and more content of soil organic matter were found in long-term application of Nitrogen and combined application of nitrogen together with manure respectively. Available Nitrogen content increased in treatment with manure and Nitrogen, while almost no obvious improvement was found in treatment with inorganic nitrogen along. Available P and K were found decreased when treated with Nitrogen. Application of manure increased available K, but had no significant effects on Available P. Long-term Nitrogen fertilization led to low pH resulting in soil acidification. Application of organic manure resulted in better chemical and physical soil properties such as pH and porosity. The highest yield hit 37.23 kg·plot<sup>-1</sup> in treatment of organic manure and high level of Nitrogen.

**Key words:** Manure; Nitrogen; Soil fertility; Sweet pepper yield