

# 施肥对保护地番茄果实品质及其产量的影响

李 轶, 张 玉 龙, 敖 永 华, 杨 波, 张 镇

(沈阳农业大学工程学院, 辽宁 110161)

**摘 要:**采用二裂式区组设计的方法,以番茄为供试作物,以沼肥(沼液、沼渣)、猪粪和化肥为肥料,研究了不同施肥措施对番茄果实品质及其产量的影响。结果表明:与施用化肥相比,施用沼液番茄果实硝酸盐及 Vc 含量降低,总糖、总酸含量提高,糖/酸比均较适宜,番茄产量略有降低;与施用猪粪相比,施用沼渣降低了番茄果实硝酸盐及总酸含量,提高了 Vc 及总糖含量,糖/酸比值增大,番茄产量提高 20.8%;与沼渣和化肥配合施用相比,沼渣与沼液配合施用改善了番茄果实的品质,其番茄果实硝酸盐含量降低,Vc、总糖、总酸含量和糖/酸比值均提高,而且番茄产量增加;和猪粪与沼液配合施用相比,猪粪与化肥配合施用番茄果实硝酸盐、Vc、总糖、总酸含量和糖/酸比值均提高,番茄产量增加。

**关键词:**保护地;施肥;二裂式区组设计;番茄;品质;产量

**中图分类号:**S 606<sup>+</sup>.2;S 641.226 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)04-0001-04

番茄是我国北方地区露地及保护地生产的主要蔬菜种类之一,其产量和品质与施肥密切相关<sup>[5~9]</sup>。随着人们生活水平的提高,人们对蔬菜的品质提出了更高的要求,特别是北方反季节蔬菜生产,是一种特殊生态环境条件下的生产过程。沼肥(沼渣及沼液)是经沼气池厌氧发酵后的残余物,是一种优质有机肥。随着沼气技术的不断发展,沼肥的应用也越来越广泛,特别是在我国北方地区,沼肥在保护地中的应用越来越多,已成为发展循环经济及实行可持续发展战略的一个重要举措。但到目前为止,关于在保护地蔬菜生产中施用沼肥及沼肥与其它肥料(如猪粪、化肥)配合施用对番茄果实品质及其产量影响的研究较少。因此针对保护地生产中理论研究的不足,研究不同施肥措施对番茄果实品质及其产量的影响,旨在为在保护地生产合理利用沼肥提供技术支持与理论依据,为番茄产量的提高和品质的改善探索一条新途径。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在沈阳农业大学校园内的“中国东北寒冷地区

综合能源示范基地”的保护地内进行。供试土壤为棕壤土,其基本理化性状为:有机质含量为 24.42g·kg<sup>-1</sup>,碱解 N 含量为 131.72mg·kg<sup>-1</sup>,速效 P 含量为 137.91mg·kg<sup>-1</sup>,速效 K 含量为 274.60mg·kg<sup>-1</sup>,土壤 pH 值为 6.94。供试番茄品种为 L 402。

### 1.2 试验方法

试验采用二裂式区组设计<sup>[7]</sup>,施用的基肥为主处理,设 2 个水平,分别施用腐熟的猪粪(A1)及沼渣(A2),在基肥的基础上追施的肥料种类为副处理,副处理设 3 个水平,分别为不追施其它肥料(B1)、追施沼液(B2)和追施化肥(B3),试验设二次重复。另外,设置一个对照处理,即不施任何肥料。

根据上述试验设计,试验共设 7 个处理,分别是:①对照(CK),不施任何肥料;②基施猪粪,不再追施其它任何肥料(A1B1);③基施沼渣,不再追施其它任何肥料(A2B1);④基施猪粪+沼液(A1B2);⑤基施猪粪+化肥(A1B3);⑥基施沼渣+沼液(A2B2);⑦基施沼渣+化肥(A2B3)。基施猪粪中猪粪用量 75 000kg·hm<sup>-2</sup><sup>[10]</sup>,基施沼渣处理的沼渣施用量以基施猪粪处理施用的腐熟猪粪为标准,按等量有机质计算确定;施用的化肥为尿素、过磷酸钙和硫酸钾。在番茄的整个生育期内追施氮素化肥尿素 720kg·hm<sup>-2</sup>为标准,追施尿素和沼液按等量(全氮)的原则进行施用;基肥(猪粪、沼渣和过磷酸钙、硫酸钾)在番茄定植前整地时施入<sup>[3]</sup>,施入过磷酸钙及硫酸钾的量按与施入的沼液中含有的磷、钾(全量)相等的原则进行施用。追肥(尿素和沼液)根据番茄的需肥特性,分 5 次在不同时期施入<sup>[10]</sup>。猪粪经自然堆沤充分腐熟,其有机质含量为 87.15g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮含量为

**第一作者简介:**李轶(1967-),女,沈阳农业大学工程学院副教授,博士,从事新能源及农业生物环境方面的研究,E-mail:yili-syau2000@163.com。

**通讯作者:**张玉龙(1954-),男,沈阳农业大学教授,博士,博士生导师,现任沈阳农业大学校长,主要从事土壤改良、节水及环境保护方面的研究。

**基金项目:**辽宁省教育厅科技攻关资助项目(202053097)。

**收稿日期:**2006-12-05

1 106.5mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷含量为2 305.0mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量为5 209.5mg·kg<sup>-1</sup>,沼液及沼渣取自沼气池正常发酵产气3个月后的清液及沉渣。沼渣自沼气池取出后风干,测定其养分含量,结果为:有机质含量为107.56g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮含量为3 164.7mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷含量为2 425.0mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量为5 851.2mg·kg<sup>-1</sup>。主区组排列后,副区组的小区随机排列,小区面积为4.59m<sup>2</sup>,小区间设0.5m宽的过道;为防止肥水相互渗透,各小区间埋设0.6m深的塑料布相隔。试验番茄于2004年2月23日育苗,2004年4月10日定植,7月28日采收结束。每个小区定植番茄24株,番茄株距为30cm,行距为45cm。当番茄第3穗果成熟时,取果实样

品进行品质指标的测定;番茄产量为累计记产。

### 1.3 测试项目及方法

土壤指标:土壤碱解氮用碱解扩散法测定;有效磷用NaHCO<sub>3</sub>浸提—钼锑抗比色法;速效钾用NH<sub>4</sub>OAc浸提—火焰光度法测定;有机质用重铬酸钾—外热源法测定。番茄果实品质指标:维生素C含量用2,6-二氯酚滴定法测定;可溶性糖含量用蒽酮法测定;总酸含量用NaOH中和法测定;硝酸盐含量用酚二磺酸比色法测定。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 不同施肥处理对番茄果实品质的影响

表1 不同施肥处理番茄果实的品质及其产量

处理	NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> (mg·kg <sup>-1</sup> )	Vc (mg·100g <sup>-1</sup> )	总糖 (%)	总酸 (%)	糖/酸	番茄产量 (kg·hm <sup>-2</sup> )
①(CK)	36.20aA	9.48dD	2.52fE	0.57fF	4.37dC	37 508cB
②(A1B1)	17.82bB	10.92cC	3.26bBC	0.62dD	5.24aA	53 752abAB
③(A2B1)	11.62dD	10.61cC	3.34bB	0.75bB	4.42dC	49 527bAB
④(A1B2)	14.84cC	12.27bB	3.14cC	0.78aA	4.01eD	39 248cB
⑤(A1B3)	17.70bB	9.56dD	2.72eD	0.72cC	3.76fD	43 066bcB
⑥(A2B2)	15.01cC	12.41bB	3.59aA	0.76bB	4.73cB	58 780aA
⑦(A2B3)	15.37cC	16.46aA	2.98dC	0.60eE	4.98bB	55 784abA

注:同一行列测定数据后英文字母如有相同,表示相应两处理间差异不显著。小写字母表示5%显著性水平,大写字母表示1%显著性水平,下同。

2.1.1 番茄果实硝酸盐 从表1可以看出,在各处理中,处理①(CK)番茄果实硝酸盐含量最高,其硝酸盐含量为36.20mg·kg<sup>-1</sup>,其它施肥处理比处理①(CK)番茄果实硝酸盐含量降低了51%~67.9%,且与处理①(CK)的差异均达极显著水平。说明施用有机肥或有机肥和化肥配合施用降低了番茄果实的硝酸盐含量。猪粪、沼渣与沼液配合施用比与化肥配合施用更有利于降低番

茄果实的硝酸盐含量。猪粪与沼液配合(A1B2)施用比猪粪与化肥配合(A1B3)施用番茄果实硝酸盐含量低2.86mg·kg<sup>-1</sup>,差异达极显著水平;沼渣与沼液配合(A2B2)施用比沼渣与化肥配合(A2B3)施用番茄果实硝酸盐含量略低,差值为0.36mg·kg<sup>-1</sup>,但差异未达到5%显著水平。

表2结果显示,在主区组,基施沼渣比基施猪粪番

表2 施用不同肥料对番茄果实品质及产量影响的统计结果

施用的肥料	NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> (mg·kg <sup>-1</sup> )	Vc (mg·100g <sup>-1</sup> )	总糖 (%)	总酸 (%)	糖/酸	番茄产量 (kg·hm <sup>-2</sup> )
猪粪(A1)	16.78aA	10.91bA	3.04bA	0.71aA	4.33bA	45 355bA
沼渣(A2)	14.00aA	13.16aA	3.30aA	0.70aA	4.71aA	54 697aA
不追肥(B1)	14.72bB	10.76cC	3.30aA	0.69bB	4.83aA	51 639aA
追施沼液(B2)	14.92bB	12.34bB	3.36aA	0.77aA	4.37bB	49 014bA
追施化肥(B3)	16.53aA	13.01aA	2.85bB	0.66cC	4.37bB	49 425bA

茄果实硝酸盐含量低2.78mg·kg<sup>-1</sup>,但差异未达到5%显著水平。在副区组,追施沼液较追施化肥番茄果实硝酸盐含量低1.61mg·kg<sup>-1</sup>,差异达极显著水平。不追肥比追施沼液和追施化肥番茄果实硝酸盐含量分别降低了0.20mg·kg<sup>-1</sup>和1.81mg·kg<sup>-1</sup>,检验结果表明不追肥与追施沼液番茄果实硝酸盐含量的差异未达到5%显著水平,而与追施化肥的差异达极显著水平,说明在基施猪粪或沼渣的基础上追施沼液或化肥,提高了番茄果实的硝酸盐含量。

2.1.2 番茄果实Vc 从表1可以看出,在各处理中,处理①(CK)番茄果实Vc含量最低,为9.48mg·100g<sup>-1</sup>,处

理⑦(A2B3)番茄果实Vc含量最高,达到16.46mg·100g<sup>-1</sup>。除处理⑤(A1B3)与处理①(CK)番茄果实Vc含量的差异未达到5%显著水平外,其他5个施肥处理与处理①(CK)的差异均达显著或极显著水平。与猪粪和沼液配合(A1B2)施用相比,猪粪与化肥配合(A1B3)施用番茄果实Vc含量低2.71mg·100g<sup>-1</sup>,差异达极显著水平。沼渣与化肥配合(A2B3)施用较沼渣与沼液配合(A2B2)施用有利于提高番茄果实的Vc含量,两个处理番茄果实Vc含量相差4.05mg·100g<sup>-1</sup>,差异达极显著水平。表2的统计结果表明,在主区组,基施沼渣比基施猪粪有利于提高番茄果实的Vc含量,前者比后者高

2.24mg·100g<sup>-1</sup>, 差异显著。在副区组, 追施化肥比追施沼液番茄果实 Vc 含量高 0.67mg·100g<sup>-1</sup>, 含量差异达极显著水平, 这与作者以往采用不同的试验方案<sup>[11]</sup>所得到的研究结果一致。不追肥番茄果实 Vc 含量比追施沼液和追施化肥番茄果实 Vc 含量分别降低了 1.58mg·100g<sup>-1</sup> 和 2.25mg·100g<sup>-1</sup>, 差异均达极显著水平。

2.1.3 番茄果实总糖 从表 1 可知, 施用有机肥或有机肥和化肥配合施用使番茄果实总糖含量提高。在各处理中, 处理①(CK)番茄果实总糖含量最低, 为 2.52%, 处理⑥(A2B2)番茄果实总糖含量最高, 为 3.59%。各施肥处理番茄果实总糖含量与处理①(CK)的差异均达极显著水平。猪粪、沼渣与沼液配合施用比与化肥配合施用有利于提高番茄果实总糖含量。处理④(A1B2)比处理⑤(A1B3)番茄果实总糖含量高 0.42%, 处理⑥(A2B2)比处理⑦(A2B3)番茄果实总糖含量高 0.61%, 两对处理间番茄果实总糖含量的差异均达极显著水平。由表 2 统计结果可以看出, 基施沼渣较基施猪粪番茄果实总糖含量高 0.26%, 差异达显著水平。追施沼液比追施化肥番茄果实总糖含量高 0.51%, 差异达极显著水平; 不追肥番茄果实总糖含量平均为 3.30%, 比追施沼液降低了 0.06%, 但差异未达到 5% 显著水平, 比追施化肥高 0.45%, 差异达极显著水平, 说明与不追肥相比, 追施沼液提高了番茄果实的总糖含量, 但差异不显著, 而追施化肥显著降低了番茄果实的总糖含量。

2.1.4 番茄果实总酸 由表 1 可知, 在各处理中, 处理①(CK)番茄果实的总酸含量最低, 为 0.57%, 处理④(A1B2)的最高, 其总酸含量为 0.78%。各施肥处理番茄果实总酸含量与处理①(CK)的差异均达极显著水平, 因此施用有机肥或有机肥和化肥配合施用显著地提高了番茄果实的总酸含量。处理⑤(A1B3)比处理④(A1B2)番茄果实的总酸含量低 0.06%, 处理⑥(A2B2)比处理⑦(A2B3)番茄果实的总酸含量高 0.16%, 差异均达极显著水平, 说明猪粪、沼渣与沼液配合施用比与化肥配合施用有利于提高番茄果实的总酸含量。表 2 所列的番茄果实品质指标测定值的统计结果表明, 基施猪粪较基施沼渣番茄果实的总酸含量略高, 两者差值为 0.01%, 但差异未达到 5% 显著水平。追施沼液比追施化肥番茄果实的总酸含量高 0.11%, 差异达极显著水平; 不追肥番茄果实的总酸含量比追施沼液的低 0.08%, 比追施化肥的高 0.03%, 且差异均达极显著水平, 说明与不追肥相比, 追施沼液提高了番茄果实的总酸含量, 追施化肥降低了番茄果实的总酸含量。

2.1.5 番茄果实糖/酸比 从表 1 可以看出, 在各处理中, 处理⑤(A1B3)番茄果实的糖/酸比值最低, 为 3.76, 处理②(A1B1)的最高, 为 5.24。处理①(CK)的为 4.37。处理⑤(A1B3)比处理④(A1B2)番茄果实糖/酸比值低

0.25, 差异达显著水平, 即说明猪粪与化肥配合施用比猪粪与沼液配合施用降低了番茄果实糖/酸比值。处理⑦(A2B3)比处理⑥(A2B2)番茄果实糖/酸比值高 0.25, 差异达显著水平, 说明沼渣与化肥配合施用比沼渣与沼液配合施用有利于提高番茄果实糖/酸比值。从表 2 可以看出, 基施沼渣番茄果实的糖/酸比值比基施猪粪的高, 两者相差 0.38, 差异达显著水平。追施沼液与追施化肥番茄果实糖/酸比值平均均为 4.37, 比不追肥番茄果实糖/酸比值低 0.46, 差异达极显著水平, 说明与不追肥相比, 追施沼液或追施化肥降低了番茄果实的糖/酸比。

## 2.2 不同施肥处理对番茄产量的影响

表 1 中的数据显示, 在各处理中, 处理①(CK)番茄产量最低, 其产量为 37 508kg·hm<sup>-2</sup>, 处理⑥(A2B2)的产量最高, 为 58 780kg·hm<sup>-2</sup>, 是处理①(CK)番茄产量的 1.57 倍。猪粪与沼液配合(A1B2)施用比猪粪与化肥配合(A1B3)施用番茄产量降低 9.72%, 但差异未达到 5% 显著水平。处理⑥(A2B2)比处理⑦(A2B3)番茄产量提高 5.36%, 差异也未达到 5% 显著水平, 说明就番茄产量而论, 沼渣与沼液配合施用效果略优于沼渣与化肥配合, 但差异不显著。结果表明(表 2), 在主区组, 基施沼渣比基施猪粪番茄平均产量提高 9 342kg·hm<sup>-2</sup>, 增产 20.61%, 差异显著。在副区组, 追施沼液较追施化肥番茄产量降低 411 kg·hm<sup>-2</sup>, 但差异未达到 5% 显著水平。

## 3 结论与讨论

在保护地土壤中, 以等有机质含量的猪粪、沼渣为基肥, 追肥(沼液、化肥)以等 N、等 P、等 K 的原则进行施用, 通过沼肥(沼渣、沼液)、猪粪、化肥的组合施肥的方式, 对保护地番茄果实品质及其产量的影响进行了试验研究, 结果表明:

3.1 与施用猪粪相比, 施用沼渣降低了番茄果实硝酸盐及总酸含量, 提高了 Vc 及总糖含量, 糖/酸比值增大, 番茄产量提高 20.8%; 与施用化肥相比, 施用沼液番茄果实硝酸盐及 Vc 含量分别降低 9.73% 和 5.15%, 总糖、总酸含量分别提高了 18.07% 和 16.77%, 糖/酸比均较适宜, 番茄产量降低 0.8%。

3.2 与猪粪与沼液配合施用相比, 猪粪与化肥配合施用番茄果实硝酸盐、Vc、总糖、总酸含量和糖/酸比值均提高, 番茄产量增加; 与沼渣和化肥配合施用相比, 沼渣与沼液配合施用改善了番茄果实的品质, 其番茄果实硝酸盐含量降低, Vc、总糖、总酸含量和糖/酸/比值均提高, 而且番茄产量增加。

与作者以往的研究<sup>[11,12]</sup>相比, 由于采用的肥料种类、施肥方案及沼液中所含营养成分(N、P、K)的差异, 研究结果没有可比性, 但施用沼液与化肥对番茄果实品质的影响, 其研究结论是一致的。从该研究结果可以看出, 在保护地土壤中施用沼肥(沼液和沼渣)对促进番茄

生长发育、提高番茄产量及改善番茄果实的品质都具有良好的作用。有研究结果<sup>[3,6]</sup>表明在番茄上无论是化学氮肥与有机肥配合施用,或是氮、磷、钾化肥配合施用,因其养分齐全,故能很好地促进作物生长。而且猪粪与化肥配合施用、沼渣与沼液配合施用效果较好。因此在保护地生产中,应大力推广和使用沼肥。

#### 参考文献:

- [1] B. A. AracB. 植物积累硝酸盐的农业生态因素[J]. 土壤学进展, 1992, 20(2), 21-23.
- [2] 初厚莉, 叶政. 有机与无机肥料配施对番茄产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 1987(2), 22-24.
- [3] 褚天铎. 化肥科学使用指南[M]. 北京: 金盾出版社, 1997.
- [4] 关军峰. 果品品质研究[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 2001.
- [5] 李涛, 万广华, 蒋庆功, 等. 施肥对蔬菜中硝酸盐含量的影响[J]. 土壤肥料, 2004(4), 20-21, 24.
- [6] 李远新, 李进辉, 何莉莉, 等. 氮磷钾配施对保护地番茄产量及品质的影响[J]. 中国蔬菜, (4), 10-13.
- [7] 南京农业大学. 田间试验和统计方法[M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [8] 牛森. 作物品质分析[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [9] 熊国华, 林咸水, 章永松, 等. 施肥对蔬菜累积硝酸盐影响的研究进展[J]. 土壤通报, 2004, 35(2), 217-221.
- [10] 周永健, 徐和金. 番茄优质高产栽培法[M]. 北京: 金盾出版社, 1997.
- [11] 李铁, 张振. 沼液对番茄果实品质的影响[J]. 中国沼气, 2001(1), 43-46.
- [12] 李铁. 沼液对番茄产量及其植株生理活性指标的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2002(2), 103-106.

## Effects of Fertilization on Quality and Yield of Tomato in Protected Field

LI Yi, ZHANG Yu-long, AO Yong-hua, YANG Bo, ZHANG Zhen  
(Shenyang Agricultural University, Liaoning 110161)

**Abstract:** Split-plot design was adopted to study the effect of different fertilization treatments on quality and yield of tomato. In the experiment, tomato was chosen as sample crop, biogas fertilizer, pigmanure and chemical fertilizer were chosen as sample fertilizers. The main results of the study were as followings: comparing with applying chemical fertilizer, applying biogas slurry decreased the content of nitrate and Vc and upgraded total sugar and total acid of tomato fruit, ratio of total sugar to total acid was suitable as applying chemical fertilizer, but tomato yield was lower than that of applying chemical fertilizer; comparing with pig manure, applying biogas sludge could decrease content of nitrate and total acid, improved Vc and total sugar, enlarge ratio of total sugar to total acid and increase tomato yield 20.8%; comparing with applying biogas sludge and chemical fertilizer, biogas sludge and biogas slurry can improve tomato quality which means nitrate content was lower, Vc, total sugar, total acid and ratio of total sugar to total acid were higher and tomato yield had been increased; comparing with pig manure and biogas slurry, applying pig manure and chemical increases nitrate content, Vc, total sugar, total acid and ratio of total sugar to total acid and tomato yield.

**Key words:** Protected fields; Fertilization; Split-plot design; Tomato; Quality; Yield

### 冬季温室黄瓜浇水4注意

冬春日光温室栽培环境密闭,空气湿度大,极易导致病害的发生和蔓延。因此,冬春日光温室栽培浇水应注意以下几点。

1. 浇水方法:要施行膜下暗浇的浇水方式,有条件的最好实行膜下渗灌。因此这样可以有效的阻止地面水分蒸发,降低室内湿度,防止病害的发生。

2. 浇水时间:冬春日光温室最好选择在晴天的上午进行,因为此时地温和水温比较接近,浇水后蔬菜根部受到刺激小,蔬菜易适应。同时,此时浇水地温恢复快,可以有足够的时间排除室内湿气。因为午后、下午、傍晚和雨雪天气浇水会使地温骤变,影响蔬菜根部的生理机能。所以,午后、下午、傍晚和雨雪天气都不宜浇水。

3. 浇水量:冬春温室内浇水,不宜施行大水漫灌。因为大水漫灌,不但会降低地温,妨碍根系对养分的吸收,影响蔬菜的正常生长发育,而且还容易增加室内的空气湿度,引发蔬菜多种病害。

4. 升温与排湿:冬春日光温室栽培,在浇水的当天,为了尽快的恢复地温,可采用封闭温室的办法提高温室内的温度,以气温促进和提高地温。待到地温升高后,及时进行通风排湿,使室内的空气湿度降低到适宜的温度范围内,以利于蔬菜植株健康的生长和发育。

