

# 沼肥与化肥配施对辣椒和番茄生长发育及品质的影响

官国辉<sup>1</sup>, 孙凯<sup>1</sup>, 姜淑兰<sup>2</sup>, 凤桐<sup>1\*</sup>, 孙华<sup>2</sup>

(1. 吉林省农业科学院经济植物研究所, 吉林 范家屯 136105; 2. 吉林省通化市园艺研究所, 吉林 通化 134001)

**摘要:** 本文在冬春辣椒和秋冬番茄日光温室田间试验基础上, 研究了沼肥与化肥配施对蔬菜生长发育的影响, 测定了辣椒和番茄2种蔬菜的产量、可溶性固形物、Vc和总酸量, 以及辣椒主根长、侧根长、根体积和植株株高、茎粗、开展度等生理指标。结果表明, 沼肥与化肥配施能有效促进蔬菜作物根系发育和植株生长, 提高辣椒和番茄的产量, 改善蔬菜产品品质。

**关键词:** 沼肥; 化肥; 辣椒; 番茄; 生长发育

中图分类号: S630.06+2

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)02-0034-05

## Effect of Combinatory Application of Biogas Manure and Chemical Fertilizer on the Growth and Development of Pepper and Tomato

GONG Guohui<sup>1</sup>, SUN Kai<sup>1</sup>, JIANG Shulan<sup>2</sup>, FENG Tong<sup>1\*</sup>, SUN Hua<sup>2</sup>

(1. *Institute of Economic Plants, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Fanjiatun 136105; 2. Horticulture Institute of Tonghua, Tonghua 134001, China*)

**Abstract:** Based on the field experiment of winter and spring pepper as well as autumn and winter tomato planted in greenhouse, this experiment was to study effect of combinatory application of biogas manure and chemical fertilizer on the growth and development of vegetables. The yield, soluble solids, Vc and total acids of the pepper and tomato were measured, and the physiological index of the pepper such as main root length, lateral root length, root volume, plant height, stem diameter, and plant expansion determined. The results demonstrated that combinatory application of biogas manure and chemical fertilizer effectively promoted the root development and plant growth of vegetable crops, raised the yield of pepper and tomato, and improved the quality of vegetable products.

**Key words:** Biogas manure; Chemical fertilizer; Vegetable; Growth and development

沼肥是人畜废弃物及农作物秸秆发酵后的残余物质<sup>[1]</sup>, 含有多种作物所需的营养物质(氮 0.03%~0.08%、磷 0.02%~0.07%、钾 0.05%~1.40%等)和钙、铁、铜、锌、锰等微量营养元素, 还含有少量氨基酸、维生素、蛋白质、赤霉素、生长素、糖类、核酸以及抗生素等, 不仅促进根系发育<sup>[2]</sup>, 而且可以提高作物的产量, 改善产品的品质<sup>[3-4]</sup>, 这与沼液中含有的生长调节剂和厌氧发酵的代谢产物有关<sup>[5-6]</sup>。

吉林省四位一体温室推广多年, 沼液、沼渣的

产出量也在增多, 但农民在温室蔬菜生产中仍然习惯于施用化肥, 且盲目加大化肥施用量, 造成了土壤环境的破坏, 也对蔬菜的产量和品质带来了负面影响<sup>[7-8]</sup>, 单独施用沼肥用量控制不好也易产生问题, 用量低营养成分不足, 造成蔬菜减产, 用量高易产生烧苗。本文旨在探讨解决这些现实问题, 为有效利用沼液、沼渣, 推动吉林省设施蔬菜产业发展提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地与材料

试验在通化市东昌区四位一体传统日光温室(80 m×8 m)中进行, 土壤为冲积壤土, 有机质 23.8 g·kg<sup>-1</sup>, 发酵原料为猪粪, 有机质 58 mg·kg<sup>-1</sup>, 全氮 847.0 mg·kg<sup>-1</sup>, 全磷 441.0 mg·kg<sup>-1</sup>, 全钾 1 507.0 mg·kg<sup>-1</sup>, pH 值 7.25, EC 值 23.25 ms·cm<sup>-1</sup>, 供

收稿日期: 2017-01-03

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目(C62903102、C52113102)

作者简介: 官国辉(1963-), 男, 研究员, 从事蔬菜遗传育种与栽培研究工作。

通讯作者: 凤桐, 男, 研究员, E-mail: ftsz2225@163.com

试辣椒品种中椒 108、番茄品种早粉 2 号,供试化肥为尿素(全氮 46%)、硫酸钾( $K_2O$  54%)。

## 1.2 试验方法

2014 年连续进行了两茬蔬菜作物的种植试验,第一茬早春辣椒,1 月 15 日播种,3 月 20 日定植,4 月 27 日开始采收,7 月 20 日采收结束;第二茬秋延后番茄,6 月 28 日播种,8 月 5 日定植,11 月 20 日开始采收,12 月 15 日采收结束。辣椒高畦地

膜覆盖栽培,畦宽 80 cm,沟宽 20 cm,株距 40 cm,宽行距 60 cm,窄行距 40 cm,番茄大垄地膜覆盖栽培,株距 25 cm,行距 100 cm。

肥料试验共设 5 个处理(见表 1),3 次重复,小区面积 14 m<sup>2</sup>,在作物定植后定期调查株高、茎粗,结果盛期测定可溶性固形物和 V<sub>c</sub> 含量,测定地上部植株开展度、地下主根长、侧根长、根体积,采收结束后汇总全部果实产量计产。

表 1 试验处理

处理	底肥			追肥		
	化肥 N(kg·hm <sup>-2</sup> )	化肥 K <sub>2</sub> O(kg·hm <sup>-2</sup> )	沼肥(t·hm <sup>-2</sup> )	沼液(t·hm <sup>-2</sup> )	化肥 N(kg·hm <sup>-2</sup> )	化肥 K <sub>2</sub> O(kg·hm <sup>-2</sup> )
CK	270	252	0	0	180	168
A	0	0	90	60	0	0
B	108	100.8	90	60	72	67.2
C	0	0	60	0	270	252
D	0	0	150	0	0	0

注:CK 为农民生产上习惯用量;CK、B 化肥追肥分 2 次随滴灌追施,辣椒在门椒、对椒膨大期;番茄在第 1、2 穗果膨大期;C 处理化肥及沼液追肥分 3 次随滴灌追肥,前两次同上,第三次在盛果期

## 1.3 测定方法

可溶性固形物采用固形物手持仪测定,V<sub>c</sub> 采用改良 2,6-二氯酚法,总酸含量采用酸碱滴定法测定,根体积采用排水法测量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对蔬菜产量的影响

从冬春辣椒产量结果看(见图 1),处理 B 产量最高,处理 C 次之,然后是处理 A,处理 D 最低,与 CK 比较分别增产 21.63%、15.32%、13.57%、4.68%;而秋冬栽培番茄各处理间趋势与冬春栽培辣椒相似,处理 D 比 CK 减产,处理 B、C、A、D 与对照比较增减产幅度分别是 17.00%、10.83%、5.14%、-2.18%。处理 A 与处理 C 产量差异不显著,说明蔬菜施用沼肥具有显著的增产作用;处理 A 与处理 D 产量表现差异较大,说明单独施用沼肥因施用方式不同而表现不同;处理 B 与处理 C 在两茬蔬菜作物产量中表现最好,说明化肥对蔬菜产量的构成具有较大贡献率,与徐卫红等<sup>[9]</sup>

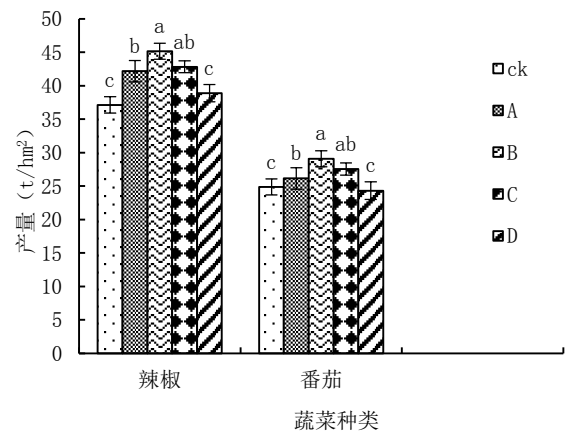


图 1 不同处理对辣椒和番茄产量的影响

注:不同小写字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )

研究结果相同。

### 2.2 不同处理对蔬菜生长发育的影响

#### 2.2.1 不同处理对辣椒根系发育的影响

通过对辣椒主根长、侧根长、根体积的测量(见表 2)可知,各处理对主根长的影响显著优于

表 2 不同处理对辣椒根系发育的影响

处理	主根长(cm)	平均侧根长(cm)	最大侧根长(cm)	根体积(mL)
CK	20.74b	17.64b	43.29b	16.9b
A	31.65a	22.01a	58.37a	25.6a
B	37.54a	23.57a	62.18a	28.3a
C	33.91a	22.79a	60.14a	26.8a
D	29.93a	18.32b	46.75b	20.1b

对照,可见沼肥、沼肥与化肥配施对蔬菜主根的发育有显著的促进作用;对侧根长、根体积的影响则是处理B、C、A与对照比有显著差异,处理D与对照比无显著差异。处理B与处理D差异主要表现在施肥方式上的不同,说明沼肥对蔬菜根系的发育有显著的促进作用,但一次性施肥处理在蔬菜进入结果期,尤其盛果期后,会因肥力不足而影响根系的发育。

### 2.2.2 不同处理对辣椒茎粗的影响

通过对辣椒植株茎粗的动态调查(见图2)可知,从定植到缓苗(3月20~30日),茎粗基本上没有太大变化,从3月30日~4月9日缓苗后10d茎粗生长缓慢,但各处理茎粗差异明显,处理B、C显著优于对照,4月9~29日茎粗进入快速生长期,但各处理茎粗动态变化较大,处理B、C茎粗优势明显,4月29日~5月19日茎粗生长再次进入缓慢生长期,说明沼肥与化肥合理配施更有利于促进植株茎粗的生长;处理A、D茎粗也优于CK,说明沼肥能促进辣椒植株茎粗的发育,但D处理从3月30日至4月19日出现了发育缓慢现象。

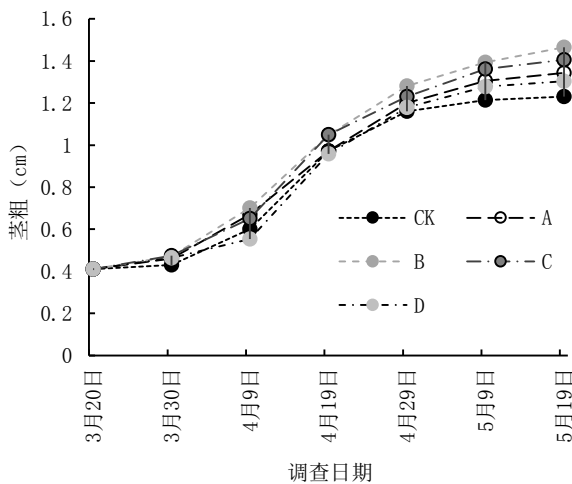


图2 不同处理对辣椒茎粗的影响

### 2.2.3 不同处理对辣椒株高的影响

通过对辣椒植株株高动态调查(见图3)可知,从3月20日定植到3月30日缓苗结束株高基本没有变化,缓苗后3月30日~5月9日株高进入快速生长期,进入结果盛期后辣椒株高的增长渐缓,至5月19日辣椒株高各处理从高至低依次为B、C、A、D、CK;处理B辣椒株高在4月9日低于对照及所有处理,但4月19日后株高迅速增加,结合图2不同处理辣椒茎粗动态分析,同期茎粗增加迅速,说明此时辣椒植株矮壮,也说明该施肥

处理最适合辣椒的生长发育。处理D株高在4月9~19日出现了生长停滞,之后恢复了快速生长,结合表2根系发育测量结果比较分析,可能是沼肥一次性基施造成的土壤盐溶液浓度(EC值)偏高引起的作物生理性障碍,俗称“烧苗”,但因没有进行土壤盐溶液浓度检测,尚有待进一步研究。

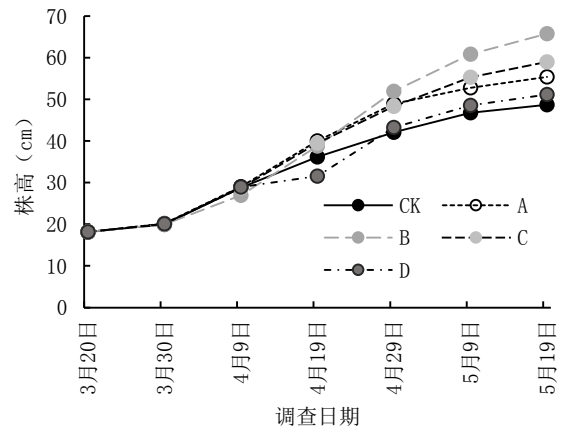


图3 不同处理对辣椒株高的影响

### 2.2.4 不同处理对辣椒开展度的影响

由表3可知,辣椒植株的开展度以处理B最大,各处理间开展度的变化趋势与根系发育趋势一致,说明蔬菜植株开展度与主根长、侧根长、株高、茎粗一样是作物生长发育的重要生理指标,是蔬菜产量构成的重要因素。

表3 不同处理对辣椒植株开展度的影响

处理	植株开展度 (cm)
CK	50.6×49.8 b
A	58.2×51.5 ab
B	62.3×64.2 a
C	60.3×62.1 a
D	53.1×52.3 b

### 2.3 不同处理对蔬菜品质的影响

从表4中可以看出,辣椒果实中的可溶性固形物在各处理中以处理D和处理C最高,番茄果实中的可溶性固形物在各处理中以处理B、C和A最高,说明不同种类蔬菜在相同施肥条件下可溶性固形物含量表现不同,栽培上应根据不同蔬菜作物合理调配;但在处理A、D间,辣椒和番茄果实可溶性固形物含量表现相同的趋势:处理A>处理D,说明同量施用沼肥,全生育期均衡施肥优于一次性用于基肥;番茄Vc含量在处理B、C中最高,与对照比差异显著,处理D中番茄Vc含量低于对照,辣椒中Vc含量各处理与番茄相似但与

CK比只有处理B差异显著,处理B、C两茬蔬菜辣椒、番茄果实中Vc分别增加12.48%、6.92%和22.30%、19.75%,Vc作为一种重要的维生素和高

活性物质,参与植物的许多新陈代谢过程,对鉴别果蔬品质和选育良种具有重作用<sup>[10]</sup>。

表4 不同处理对辣椒、番茄品质的影响

处理	辣椒			番茄		
	可溶性固形物(%)	Vc(mg·kg <sup>-1</sup> )	总酸含量(%)	可溶性固形物(%)	Vc(mg·kg <sup>-1</sup> )	总酸含量(%)
CK	3.25b	423.82b	0.09a	5.05b	133.79b	0.68a
A	3.42b	451.97b	0.10a	5.15ab	146.05b	0.64a
B	3.53b	476.71a	0.10a	5.25a	163.63a	0.69a
C	4.00a	453.14b	0.09a	5.23a	160.21a	0.70a
D	4.02a	427.96b	0.09a	4.83b	122.74b	0.70a

### 3 结论与讨论

本试验采用沼肥与化肥配施、滴灌设备追肥对冬春辣椒和秋冬番茄两茬蔬菜作物进行日光温室栽培,结果表明:

**3.1** 沼肥养分含量低,尤其是氮、磷、钾含量远不能满足蔬菜生产的需要,最好是与一定量的化肥配合施用,可达到高产、优质的目的,其结论在本试验中得到进一步验证;CK化肥施用量最高,但产量显著低于处理B、C、A,说明过量单施化肥并不能有效提高蔬菜产量;处理B在两茬蔬菜作物种植中表现最好,但与处理A、C在产量上无显著差异,说明充足的沼肥可以保障蔬菜产量维持在较高水平,同时可以有效降低化肥施用量,对发展绿色蔬菜生产具有重要意义。沼肥能促进蔬菜作物根系、茎粗、株高和植株开展度的生长发育,从而构成蔬菜产量的基础。但一次性作基肥施入在蔬菜作物生长发育某一阶段能迟滞作物生长,这种生长迟滞是否是由于土壤盐溶液浓度偏高引发的作物生理障碍,尚需今后进一步研究。

**3.2** 不同处理对辣椒根系的影响表现为:处理B>处理C>处理A>处理D>CK,与不同处理对辣椒产量的影响结果相一致,说明辣椒产量构成与其根系的发育高度相关,根系发育越好其产量也就越高。蔬菜施用沼肥具有显著的增产作用,沼肥可以促进蔬菜根系的生长,保障蔬菜产量维持在较高水平,同时可以有效降低化肥施用量。

试验中,各处理对辣椒茎粗、株高、植株开展度的影响也表现为:处理B>处理C>处理A>处理D>CK,说明沼肥与化肥配施更有利于促进蔬菜的生长发育,提高蔬菜产量,处理B与处理C在两茬蔬菜作物产量中表现最好,说明化肥对蔬菜产量的构成具有较大贡献率。

在本试验中CK处理化肥施用量最高,但产量显著低于处理B、C、A,说明过量单施化肥并不能有效提高蔬菜产量。

**3.3** Takebe 等<sup>[11]</sup>认为,适量施用氮肥能提高蔬菜Vc含量,用量过高则会导致蔬菜Vc含量的下降。该试验CK(农民习惯施肥量)Vc含量低的结果与之吻合;两种蔬菜中各处理总酸含量均无显著差异,说明化肥、沼肥无论是单施、配施对辣椒、番茄的总酸含量影响不大。从本试验结果可以看出,沼肥、化肥及沼肥与化肥的不同配施能影响辣椒、番茄可溶性固形物和Vc含量的变化,但对总酸含量没有影响,辣椒、番茄品质和口感的提升主要是由于可溶性固形物和Vc含量的变化主导的,因此,我们可以得出化肥、沼肥的合理配施能有效改善辣椒、番茄的品质,这与前人研究结果十分吻合<sup>[12-14]</sup>。

综上所述,沼肥与化肥的合理配施可有效降低化肥的施用量,维持蔬菜作物较高的产量,改善蔬菜品质,这种沼肥与化肥配施的栽培方式,对改善设施蔬菜栽培因多年连续栽培及大剂量施用化肥造成的土壤退化、盐分积累及生理障碍具有重要意义,同时对推动四位一体温室发展绿色蔬菜产业也具有指导意义。

#### 参考文献:

- [1] Raven P V M, Gregersen K H. Biogas plants in Denmark: successes and setbacks[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2007, 11(1): 116-132.
- [2] 邱凌, 杨保平, 张正茂, 等. 沼液浸种对旱地小麦苗期发育的影响[J]. 中国沼气, 1999, 17(1): 42-44.
- [3] 蒲智奇. 沼液的施用对冬小麦的影响[J]. 土壤肥料, 2008(7): 18-19.
- [4] 胡英. 沼肥对马铃薯生长性状及产量影响的研究[J]. 吉林农业科学, 2014, 39(4): 35-38.

- [ 5 ] 沈瑞芝. 植物抗逆性与厌氧发酵液之含氮物[A]. 全国沼气综合利用技术交流会文集[C]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993: 32-39.
- [ 6 ] 朱斌成, 魏向文, 方仁声, 等. 沼液浸种对增强水稻秧苗抗冷害机制的研究[J]. 中国沼气, 1997; 15(1): 17-20.
- [ 7 ] F Alfani, A Gallifuoco, A Saporosi, et al. Comparison of SHF and SSF processes for the bioconversion of steam-exploded wheat straw [J]. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 2000, 25: 184-192.
- [ 8 ] G Excoffier, B Toussaint, M R Vignon. Saccharification of steam-exploded poplar wood[J]. Biotechnology and Bioengineering, 1991, 38(11): 1308-1317.
- [ 9 ] 徐卫红, 王正银, 王 旗, 等. 沼气发酵残留物对蔬菜产量及品质影响的研究进展[J]. 中国沼气, 2005, 23(2): 27-29.
- [ 10 ] 赵金华. 沼液、化肥配施对基质性质及西瓜生长、产量和品质的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2010.
- [ 11 ] Takebe M, Yoneyamw T. Changes of ascorbic acid concentrations in the leaves and tubers of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) and potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Japanese Journal of Soil science and Plant Nutrition, 1992, 63(4): 447-454.
- [ 12 ] 李 轶, 张 振. 沼液对番茄果实品质的影响[J]. 中国沼气, 2001; 19(1): 37-39, 45.
- [ 13 ] 朱开明. 沼肥能使白菜增产[J]. 中国沼气, 1985, 3(1): 18.
- [ 14 ] 宁晓峰, 李道修, 潘 科. 沼液无土栽培无公害生产试验[J]. 中国沼气, 2004, 22(2): 38-39.

(责任编辑: 范杰英)