

# 设施番茄连作土壤的改良措施研究

许永利<sup>1,2</sup>, 张俊英<sup>1,2</sup>, 袁跃广<sup>3</sup>, 高峰<sup>3</sup>

(1. 河北理工大学 资源与环境学院 河北省矿业开发与安全技术重点实验室 河北 唐山 063009;

2. 中国农业大学 资源与环境学院 北京 100094 3. 定州市农业局 河北 定州 073000)

**摘要:** 采用室内盆栽法, 对不同蚯蚓粪(饵料为牛粪)添加量(体积比): 0%、10%、20%和30%下大棚连作土壤中番茄幼苗生长及根际可培养微生物数量的变化进行了研究。结果表明: 添加蚯蚓粪后可显著提高番茄幼苗的叶片增长率、株高, 其值由高至低为30% > 20% > 10% > 0%, 差异显著。蚯蚓粪显著提高番茄地上部干重和根系鲜重; 降低了根际真菌数量, 减少了根际病害发生率; 与对照相比, 蚯蚓粪处理的土壤速效氮、速效磷、速效钾分别提高了24.4%~56.0%、24.3%~55.9%和40.0%~57.1%。但是, 20%和30%添加量的土壤微生物和养分差异不显著, 考虑植株生物量等其它因素, 确定20%添加量更适宜连作番茄土壤的改良。总之, 蚯蚓粪通过调节植物根际微生物环境和土壤养分等因子的变化减轻设施番茄土壤连作问题。

**关键词:** 大棚连作土壤; 番茄; 蚯蚓粪; 微生物; 养分

**中图分类号:** S 641.225.5<sup>+</sup>4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)05-0060-03

大棚蔬菜容易连作, 常常导致植物生长缓慢, 产量下降, 品质变劣<sup>[1-3]</sup>。连作还会导致土壤环境受到破坏, 如使土壤 pH 值下降<sup>[4]</sup>、土壤微生物活性降低<sup>[5]</sup>。蚯蚓粪因其特殊的理化性质、生物学性质, 已经在番茄育苗中应用<sup>[6]</sup>, 蚯蚓粪还含有大量的营养物质, 可以提高红壤中有机质含量, 促进柑橘根系生长<sup>[7]</sup>。因此为克服蔬菜连作障碍问题, 促进蔬菜幼苗的生长, 研究采用蚯蚓粪作为土壤改良剂。现通过添加不同体积的蚯蚓粪, 研究其对大棚连作土壤中番茄幼苗生长和土壤养分及微生物的影响, 探索一种生态环保的土壤改良方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

土壤取自丰润区某番茄大棚, 番茄连作 10 a。土壤养分含量为: 全氮 1.65 g/kg, 全磷 3.26 g/kg, 全钾, 22.43 g/kg; 速效氮 147.00 mg/kg, 速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 170.53 mg/kg, 速效钾(K<sub>2</sub>O) 145.81 mg/kg。蚯蚓粪由唐山市丰润区天龙蚯蚓开发有限公司提供, 蚯蚓为赤子爱胜蚓, 饵料为新鲜牛粪。蚯蚓粪过 2 mm 筛, 备用。蚯蚓粪含水率 32.67%, 其速效养分含量为(mg/kg): 碱解氮 82.25, 速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 175.85, 速效钾(K<sub>2</sub>O) 1021.69。供试盆钵为底部带孔体积 1 L 的不透明塑料盆, 每盆装

试验用土 1 kg。

### 1.2 试验设计

试验设置 3 个蚯蚓粪添加水平(体积比), 即番茄连作土+10%蚯蚓粪(T1); 番茄连作土+20%蚯蚓粪(T2); 番茄连作土+30%蚯蚓粪(T3)。同时设置不加蚯蚓粪的番茄连作土作为对照(CK), 3 次重复。采用室内盆栽法, 于光照培养实验室内进行。每盆装番茄连作土或其与蚯蚓粪的混合物 1 kg。所有处理在种植前均施基肥(g/kg 土壤): N 0.04、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.15、K<sub>2</sub>O 0.15, 以尿素(分析纯)、磷酸二氢钾(分析纯)和氯化钾(分析纯)作为肥料施入。每盆栽种长势一致的高 15 cm, 4 片真叶) 30 d 龄番茄幼苗 3 株, 并于 10 d 后定苗 1 株。继续培养 30 d 后, 收获。培养期间, 每天早晨浇水 200 mL, 其它时间视植物生长状况补充水分。每日光照 14 h (7:30~21:30), 室内培养温度(28±2)℃。

### 1.3 试验方法

在植物生长期, 记录叶片数量、株高。定苗后 15 d 取番茄根际土壤样品 1 次, 用于测定根际可培养微生物的数量。番茄幼苗在栽种 40 d 后收获, 同时测定植株的茎粗、鲜干重, 测定土壤中速效养分(主要是速效氮、速效磷和速效钾)以及微生物(主要是细菌、真菌和放线菌)的数量。微生物测定培养基配方<sup>[10]</sup>: 细菌: 牛肉膏蛋白胨培养基; 真菌: 马丁氏(Martin)培养基; 放线菌: 改良高氏 1 号培养基; 采用平板稀释法培养。土壤速效养分测定<sup>[11]</sup>: 土壤速效(水解)氮: 碱解扩散法, 标准酸滴定; 土壤速效磷: 0.5MNaHCO<sub>3</sub> 浸提, 钼蓝比色法测定; 土壤速效钾: NH<sub>4</sub>OAc 浸提, 火焰光度法测定。所有数据经

第一作者简介: 许永利(1974), 男, 河北定州人, 在读博士, 讲师, 现主要从事逆境生理生态方向研究工作。E-mail: yonglixu@126.com。

基金项目: 唐山市科技局资助项目(07160216B)。

收稿日期: 2009-11-17

SAS 8.2(SAS Institute, 1999)统计软件分析。

2 结果与分析

2.1 蚯蚓粪对连作土壤中番茄幼苗生长的影响

由表 1 可知,添加蚯蚓粪处理叶片增长率比对照高 14.3%~28.6%,添加 20%和 30%蚯蚓粪处理的株高比对照分别高 15.3%和 28.2%,差异达到显著水平。但是 蚯蚓粪处理番茄幼苗的茎粗与对照差异不显著。由此可见,蚯蚓粪可以显著提高番茄幼苗的叶片增长速度和株高,且以 30%的蚯蚓粪添加量效果最明显。

表 1 不同蚯蚓粪添加量对番茄幼苗生长的影响

处理	叶片数/片	叶片增长率	株高/cm	株高增长率	茎粗/cm
		/片°(10 d) <sup>-1</sup>		/cm°d <sup>-1</sup>	
CK	11	1.75 c	42.5 c	0.69 c	0.476 a
T1	12	2.00 b	45.0 bc	0.75 bc	0.453 a
T2	12	2.00 b	49.0 b	0.85 b	0.432 a
T3	13	2.25 a	54.5 a	0.99 a	0.444 a

注 每列数值后不同字母表示差异显著 相同字母表示差异不显著  $P<0.05$ 。下同。

由表 2 可知,蚯蚓粪对连作土壤中番茄生长的促进作用还表现为可以显著提高其幼苗的生物量,添加 20%和 30%蚯蚓粪处理地上部鲜重比对照增加了 22.3%和 25.0%,且差异达到显著水平;添加蚯蚓粪对根系鲜重影响较大,各处理分别比对照增加了71.0%、1.40 倍和1.21 倍,差异均达到显著水平。蚯蚓粪亦可提高地上部干重,各处理分别比对照显著提高了 11.4%、23.7%和

28.3%,各蚯蚓粪水平之间差异不显著。可见,蚯蚓粪可显著提高大棚连作土壤中番茄幼苗地上部物质的积累促进根系的生长。

表 2 蚯蚓粪对连作土壤中番茄生物量的影响

处理	鲜重/g		干重/g	
	地上部	根系	地上部	根系
CK	27.23 b	0.62 b	2.19 b	0.14 a
T1	28.96 b	1.06 a	2.44 a	0.16 a
T2	33.30 a	1.49 a	2.71 a	0.18 a
T3	34.04 a	1.37 a	2.81 a	0.15 a

2.2 蚯蚓粪对连作土壤微生物数量的影响

从表 3 可看出,对照的细菌数量在培养后期下降,而真菌和放线菌数量呈现轻微上升趋势。添加蚯蚓粪显著增加了土壤中细菌、真菌和放线菌的数量,但是随着番茄幼苗生长时间的延长,细菌数量呈现明显下降的趋势,而且各处理与对照之间的差异消失。可能因为蚯蚓粪中含有的细菌与土壤中原有细菌之间的物质和能量的竞争造成此结果。添加蚯蚓粪处理的真菌数量均随植物苗龄增加表现为下降趋势,这种变化有利于减少植物病害的发生,尤其是真菌引起的病害。也有相同变化趋势。放线菌数量随植物苗龄增加变化不明显,同一时期蚯蚓粪处理与对照之间差异不显著。可能因为番茄幼苗培养时间较短,根系生长量较小,根系分泌物数量或种类不足以对根际微生物产生明显的影响。

表 3 添加蚯蚓粪后番茄根际土壤微生物数量的变化

处理	微生物数量/cfu°g <sup>-1</sup> 干土								
	细菌(10 <sup>5</sup> )			真菌(10 <sup>3</sup> )			放线菌(10 <sup>5</sup> )		
	0 d	25 d	40 d	0 d	25 d	40 d	0 d	25 d	40 d
CK	8.91 b	7.88 a	6.03 a	3.31 b	3.98 a	3.63 a	3.02 b	5.89 a	3.24 a
T1	16.22 a	7.41 b	5.50 a	5.50 a	4.68 a	4.57 a	3.98 ab	4.37 a	3.80 a
T2	20.42 a	8.71 a	6.17 a	6.17 a	4.47 a	3.72 a	4.27 a	4.90 a	3.16 a
T3	23.44 a	9.33 a	5.25 a	8.51 a	4.79 a	4.27 a	5.75 a	5.13 a	4.27 a

2.3 蚯蚓粪对连作土壤速效养分的影响

蚯蚓粪对增加连作土壤中的速效养分作用更明显(表 4),速效氮含量随着蚯蚓粪添加量增加呈现增加趋势,3 个添加水平分别比对照提高了 24.4%~56.0%,差异达到显著水平,20%和 30%蚯蚓粪添加量比 10%添加量增加了 16.5%和 25.5%,差异显著。速效磷变化与速效氮相似,其中 10%、20%和 30%处理分别比对照提高了 24.3%、44.7%和 55.9%,差异达到显著水平;且 20%和 30%处理分别比 10%处理提高了 16.4%和 25.4%,差异显著。连作土壤中速效钾含量因蚯蚓粪的施入而增加,3 个水平比对照提高了 40.0%~57.1%,差异均达到显著水平;蚯蚓粪处理之间差异不显著。蚯蚓粪对连作土壤中速效养分影响显著,其中速效氮和速效磷随施入量增加有增加趋势,速效钾在试验水平范围内随施入量增加变化不大。

表 4 添加蚯蚓粪后番茄根际土壤速效养分变化

处理	速效氮含量/mg°kg <sup>-1</sup>	速效磷含量/mg°kg <sup>-1</sup>	速效钾含量/mg°kg <sup>-1</sup>
CK	212.68 c	30.4 c	175 b
T1	264.49 b	37.8 b	245 a
T2	308.17 a	44.0 a	260 a
T3	331.83 a	47.4 a	275 a

3 结论与讨论

有研究表明,大棚番茄连作 8 a 根系活力下降,品质降低<sup>[2]</sup>。番茄植株水提液对黄瓜、萝卜、生菜、白菜、包心菜的幼苗生长均有显著的抑制作用<sup>[13]</sup>。随着连作年限的延长,土壤中全氮和碱解氮含量有所增加<sup>[14]</sup>,土壤有效钼含量降低,植物吸收的硼、锌、锰等元素数量减少<sup>[15-18]</sup>。不同温室和大田试验都证实,蚯蚓粪能相当程度的提高不同作物包括谷物、豆科植物、花卉、蔬菜及其它大田作物的种子发芽率,促进其生长,提高产量,改善品质<sup>[9]</sup>。该研究中,连作土壤中番茄幼苗的地上部干重和根系鲜重均显著低于施用蚯蚓粪的处理,可见蚯蚓粪

改善了番茄连作土壤环境。蚯蚓粪含有大量的植物生长所需要的养分。一般大棚蔬菜施肥量较大,尤其是氮肥施用过多,导致地下水硝酸盐含量超标,危害人类健康<sup>[2]</sup>。蚯蚓粪的施用既满足了作物的需求,而且避免了因肥料施用过多造成的环境污染。

连作条件下真菌数量增多,细菌数量减少,导致根际土壤的微生物由高肥的“细菌型”向低肥的“真菌型”转化<sup>[2]</sup>。该研究中连作处理的细菌数量表现出明显的下降,真菌数量增加,可是添加蚯蚓粪处理的细菌数量在收获后和种植前有所下降,可能因为外来微生物的入侵,导致土中微生物生长受到影响,这可能是资源竞争的结果;也可能因为植物培养时间较短,微生物的差异尚未出现显著变化。因此,蚯蚓粪对连作土壤中番茄幼苗根际微生物的研究需要进行更深入的分析研究。

### 参考文献

- [1] 吴凤芝,赵凤艳,刘元英.设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J].东北农业大学学报.2000.31(3):241-247.
- [2] 喻景权,杜尧舜.蔬菜设施栽培可持续发展中的连作障碍问题[J].沈阳农业大学学报.2000.31(1):124-126.
- [3] 刘佩印.黑龙江省大豆重迎茬问题的研究概况[J].黑龙江农业科学.2001(3):31-35.
- [4] 许艳丽,刘晓冰,韩晓增等.大豆连作对生长发育动态及产量的影响[J].中国农业科学.1999.32(增刊):64-68.
- [5] 刘爱群,许艳丽,韩晓增等.黑龙江省大豆重迎茬现状及对策[J].辽宁农业科学.2001(3):51-52.
- [6] 李俊良,张福锁,李晓林等.寿光蔬菜生产与施肥现状的研究[M]//李生秀.土壤植物营养研究文集.西安:陕西科学技术出版社.1999.641-646.
- [7] 范君华,刘明,黄伟.南疆温室和菜地土壤微生物生物学特性比较[J].土壤肥料.2003(1):31-33.

- [8] 尚庆茂和张志刚.蚯蚓粪在番茄育苗上的应用效果[J].中国蔬菜.2005(9):10-12.
- [9] 邓立宝,薛进军,梁忠明.蚯蚓粪对红壤中柑橘根系生长和铁吸收的影响[J].福建果树.2008(3):36-38.
- [10] 中国科学院南京土壤研究所.土壤微生物研究法[M].北京:科学出版社.1985:44-46.
- [11] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国科技出版社.1999.160-270.
- [12] 吴凤芝,刘德,王东凯等.大棚番茄不同连作年限对根系活力及其品质的影响[J].东北农业大学学报.1997.28(1):33-38.
- [13] 周志红,骆世明,牟子平.番茄(*Lycopersicon*)的化感作用研究[J].应用生态学报.1997.8(4):445-449.
- [14] 陈申宽,阎任沛,武迎红.大豆连作年限与杂草发生关系的研究[J].植物保护.2000.26(1):44-45.
- [15] 刘元英,罗盛国,刘淑娟.连作胁迫下大豆对营养元素的吸收[J].东北农业大学学报.1997.28(3):209-215.
- [16] 韩丽梅,鞠会艳,邹永久等.大豆连作微量元素营养研究 II.连作对钼营养的影响[J].大豆科学.1998.17(2):135-140.
- [17] 韩丽梅,邹永久,鞠会艳等.大豆连作微量元素营养研究 I.连作对锌营养的影响[J].大豆科学.1998.17(1):65-71.
- [18] 韩丽梅,鞠会艳,杨振明等.大豆连作微量元素营养研究 III.连作对锰营养的影响[J].大豆科学.1999.18(3):207-211.
- [19] Edwards C A, Burrows I. The potential of earthworm composts as plant growth media [M]// Edwards C A, Neuhauser E F. Earthworms in Waste and Environment Management. SPB Academic Press, The Hague, The Netherlands 1988:21-32.
- [20] 陈新平,冀宏杰,张福锁.过量施用氮肥对北京市蔬菜硝酸盐含量影响的综合评估[M]//李晓林,张福锁.平衡施肥和可持续优质蔬菜生产.北京:中国农业大学出版社.2000.270-277.
- [21] 袁龙刚,张军林,张朝阳等.连作对辣椒根际土壤微生物区系影响的初步研究[J].陕西农业科学.2006(2):49-50.

## Research of Improving Measures on Tomato Continuous Cropping Soil in Greenhouse

XU Yong-li<sup>1,2</sup>, ZHANG Jun-ying<sup>1,2</sup>, YUAN Yue-guang<sup>3</sup>, GAO Feng<sup>3</sup>

(1. College of Resources and Environment, Hebei Polytechnic University, Key Laboratory of Mining Development and Safety Technology of Hebei Province, Tangshan, Hebei 063009; 2. College of Resources and Environmental Science Agricultural University, Beijing 100094; 3. Agricultural Agency of Dingzhou City, Dingzhou, Hebei 073000)

**Abstract:** Effects of manure vermicompost application rates (volume ratio): 0% (CK), 10%, 20% and 30% were designed in the experiment on tomato growth and microbes in rhizosphere in greenhouse soil of continuous cropping under pot experiments were studied. The results showed that the increments of leaves and plant height were stimulated by vermicompost, the sequence of leaves increment rate and plant height were both in 30% > 10%, 20% > 0% (CK), and the difference was significant ( $P < 0.05$ ). Also the shoot dry weight and root fresh weight of tomato seedling grown in soil with vermicompost were more than that of control. At the same time, vermicompost inhibited fungi thrive in rhizosphere of tomato seedling. Comparing to control treatment, vermicompost accelerated available nutrients release in soil, the contents of available N, P, and K were more by 24.4% ~ 56.0%, 24.3% ~ 55.9%, and 40.0% ~ 57.1%, respectively. The difference between the 20% and 30% level of vermicompost was no significant in microbial populations and nutrients, it was believed that 20% addition into continuous soil was an appropriated rate. It was concluded that cow manure vermicompost eliminated continuous cropping soil problems by improving plant growth, microbial community, and by releasing more nutrients. It can be a good improvement agent for continuous soil and 20% (volume ratio) level was an appropriate rate.

**Key words:** continuous cropping soil in greenhouse; tomato; vermicompost; microbes; nutrients