

杭琼,胡伟,时佩佩,等. 利用蚯蚓粪改良果园底层土壤的效果[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):351-353.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.114

# 利用蚯蚓粪改良果园底层土壤的效果

杭琼<sup>1</sup>, 胡伟<sup>1</sup>, 时佩佩<sup>1</sup>, 孙凯文<sup>1</sup>, 戴红卫<sup>2</sup>, 戴红涛<sup>2</sup>, 李浩<sup>2</sup>, 盛海君<sup>1</sup>, 姚粉霞<sup>1</sup>, 钱晓晴<sup>1</sup>

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225009; 2. 南京绿航生态农业有限公司, 江苏南京 211516)

**摘要:**采用果园底土(30~60 cm)为材料进行盆栽试验,探讨添加蚯蚓粪对底土的改良效果。混合物培养一段时间待性质基本稳定后进行白菜栽培试验,观测不同处理条件下白菜幼苗的生长状况及营养成分。结果表明:添加适量的蚯蚓粪可以改善底土的 pH 值、有机质、硝态氮、速效磷含量等理化性质,为白菜提供良好的生长环境;添加 5%、10% 的蚯蚓粪会促进白菜幼苗生长,但添加 15% 以上的蚯蚓粪则会抑制白菜幼苗的生长;在蚯蚓粪添加量为 5% 时,白菜幼苗地上部和根系生长状况最佳。

**关键词:**底土;蚯蚓粪;白菜;土壤改良

**中图分类号:** S156 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0351-03

随着我国城市化进程的加快,耕地资源越来越少。人类活动在一定程度上给土地资源造成压力<sup>[1-4]</sup>,因此对现有耕地进行合理的利用、改良与保护显得十分重要。采用现代科学技术手段,对贫瘠土壤进行改造,不仅可以原位改造果园,而且可以制造新型人工土壤作为客土,用于修复已经污染或退化的土壤<sup>[5-8]</sup>。自然条件下,底土由于成土作用相对较弱,具有有机质积累少、养分含量低、入渗特性差、土壤密度高、综合肥力差等特点,不利于植物生长。底土也是巨大的资源库,如能充分利用底土,对缓解当前的耕地供需矛盾有很大帮助<sup>[9]</sup>。蚯蚓粪作为一种特殊的有机肥料,最大特点是能将有机物、微生物与一些作物生长因子合理结合起来改善土壤环境,最终达到增肥、抗病、养土的目的<sup>[10-11]</sup>。蚯蚓粪保水透气能力比一般土壤高 3 倍,有机质含量达 40% 左右,经过多次发酵、动物消化,所形成的有机质含量高,不仅易被植物利用,而且能促进土壤团粒结构形成,提高土壤通透性、保水性、肥力<sup>[11-17]</sup>。目前蚯蚓粪多被利用于盆栽试验中,能提高果实品质、产量<sup>[18-19]</sup>。蚯蚓粪可以改善底土物理性质,提高底土中养分、有机质含量,充分发挥底土的作物生产功能。本试验

以江苏省南京市猕猴桃果园底层贫瘠的土壤为研究对象,在土壤中充分融合不同比例的蚯蚓粪,探讨蚯蚓粪对底土的改良效果,旨在为更好地开发利用底土资源提供依据。

## 1 材料与方法

试验于 2013 年 6—10 月年在扬州大学环境科学与工程学院盆栽试验场进行。

### 1.1 试验材料

供试土壤取自南京绿航生态农业有限公司猕猴桃园的底层土壤(30~60 cm)。土壤基本理化性质为:有机质含量 9.37 g/kg,交换性铵态氮含量 8.1 mg/kg,硝态氮含量 5.3 mg/kg,速效磷含量 11.0 mg/kg,速效钾含量 101.9 mg/kg。试验前将土壤风干磨细过筛。供试白菜品种为苏州青。蚯蚓粪取自扬州大学奶牛场蚯蚓养殖基地,蚯蚓食料为新鲜牛粪。蚯蚓粪养分含量为:全氮含量 39.55 g/kg,全磷含量 14.86 g/kg,速效钾含量 1.65 g/kg。所用盆钵为上口长 17 cm、宽 10 cm、高 7 cm 的塑料花盆。

### 1.2 试验设计

设 5 个处理,蚓粪的添加量(按质量计)分别为(底土+蚯蚓粪)混合物的 5%、10%、15%、20%,分别称为 T1、T2、T3、T4,以不加蚓粪的自然底土为对照(CK),各处理重复 3 次。每盆装混合物 2 kg,备用。10 月 30 日播种,每盆播种 100 粒,薄层覆盖后定量浇水,保持土壤湿润,置于日光下培养,试验期间根据实际情况适量补水,维持水分条件一致。11 月 7 日采样,进行生物量测定与根系扫描分析,11 月 30 日采

收稿日期:2014-07-21

基金项目:江苏省产学研合作前瞻性联合研究(编号:BY2013063-09)。  
作者简介:杭琼(1990—),女,江苏张家港人,硕士研究生,主要从事农业资源利用研究。E-mail:574171821@qq.com。

通信作者:钱晓晴,教授,主要从事环境科学教学与研究工作。  
E-mail:xiaoqingqian@163.com。

[16]王 荻,李绍戊,马 涛,等. 诺氟沙星对两种鲟体内 SOD 活力影响的比较研究[J]. 中国畜牧兽医,2011,38(7):34-37.

[17]沈洪艳,吴志刚,高吉喜,等. 抗生素药物环丙沙星对锦鲤抗氧化系统的毒性作用[J]. 安全与环境学报,2014,14(3):328-333.

[18]李世凯,张健龙,江 敏,等. 伊维菌素对斑马鱼(*Danio rerio*)生理生化特性的影响[J]. 安全与环境学报,2014,14(1):300-305.

[19]彭士明,陈立侨,侯俊利,等. 氧化鱼油饲料中添加 V<sub>E</sub> 对黑鲷幼鱼体脂含量及肝脏抗氧化酶活性的影响[J]. 上海水产大学学

报,2008,17(3):298-304.

[20]孙麓根,白音包力皋,牛翠娟,等. 小浪底水库排沙对黄河鲤鱼的急性胁迫[J]. 生态学报,2012,32(7):2204-2211.

[21]任 平,王玉军. 微囊藻毒素慢性染毒对斑马鱼卵巢组织抗氧化酶的影响[J]. 洛阳理工学院学报:自然科学版,2010,20(2):12-14,36.

[22]王 军,霍 军,程会昌,等. 不同浓度菊酯类农药对黄河鲤鱼肝脏 SOD 活性和 MDA 含量的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(2):263-264.

收白菜,测定叶片叶绿素含量与养分含量。

1.3 方法

1.3.1 土壤理化性质 水土比 5 : 1。采用 pH 计法测定土壤 pH 值。采用电导计测定土壤电导率。KCl 浸提,采用靛酚蓝比色法测定铵态氮含量。KCl 浸提,采用紫外分光光度法测定硝态氮含量。0.5 mol/L NaHCO<sub>3</sub> 浸提,采用钼蓝比色法测定速效磷含量。1.0 mol/L NH<sub>4</sub>OAc 浸提,采用火焰光度法测定速效钾含量。采用重铬酸钾容量法 - 外加加热法测定有机质含量。

1.3.2 生物量 白菜生长 1 周后,各处理采样 3 株,采用称重法测量鲜质量(包括根系)。

1.3.3 根系参数 白菜生长 1 周后,用流水冲洗白菜根系,采用 STD1600 Epson 数字化扫描仪进行扫描,借助于配套的 WinRHIZO(Version 5.0a)根系分析系统分析根长、根表面积、根体积、根尖数等根系参数。

1.3.4 茎叶质量分析 白菜生长 30 d 后,取一定量叶片,用 95% 乙醇溶液 40 ℃ 浸提,测定 665、649、470 nm 处吸光度,计

算叶绿素 a、叶绿素 b 以及胡萝卜素含量。白菜生长 30 d 后,称取一定量的叶片鲜样,用硫酸 - 双氧水消煮后,分别采用靛酚蓝比色法、钼锑抗比色法、火焰光度计法测定叶片全氮、全磷、全钾含量。

1.4 数据分析与统计方法

采用 Excel 2003、SPSS 等软件进行统计分析数据。

2 结果与分析

2.1 添加蚯蚓粪对土壤理化性质的影响

由表 1 可知,添加蚯蚓粪能显著改善土壤理化性质,与自然底土(对照)相比,添加蚯蚓粪后 pH 值明显提高,从酸性变成接近中性,为多数植物生长提供更为有利的环境条件。随着蚯蚓粪添加量的增加,土壤电导率、有机质、硝态氮、速效磷含量也明显增加。蚯蚓粪添加量的增加给白菜的生长提供了良好的营养环境。随着蚯蚓粪添加量的增加,铵态氮、速效钾含量并没有出现显著变化。

表 1 添加蚯蚓粪对土壤部分理化性质的影响

处理	pH 值	电导率 (μS/cm)	硝态氮含量 (mg/kg)	铵态氮含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	有机质含量 (g/kg)
CK	5.75 ± 0.00a	127.5 ± 0.71a	22.6 ± 0.75a	6.73 ± 0.59Bb	10.75 ± 4.20a	126.0 ± 2.81a	9.59 ± 0.11a
T1	6.17 ± 0.00b	525.5 ± 0.71b	94.3 ± 0.10b	6.08 ± 0.07ab	90.94 ± 0.05b	129.0 ± 1.43a	18.89 ± 0.55b
T2	6.19 ± 0.01c	795.5 ± 0.71c	188.7 ± 1.65c	5.75 ± 0.33a	199.80 ± 0.06c	126.0 ± 0.02a	26.73 ± 1.30c
T3	6.25 ± 0.00e	950.5 ± 0.71d	427.9 ± 11.94d	7.59 ± 0.03c	294.80 ± 0.00d	138.0 ± 2.85b	38.30 ± 1.37d
T4	6.22 ± 0.00d	1 374.0 ± 1.41e	519.8 ± 2.98e	6.75 ± 0.10b	333.50 ± 1.21e	147.0 ± 1.44c	45.52 ± 1.66e

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。下表同。

2.2 添加蚯蚓粪对生长 1 周的白菜根及根系特征参数的影响

从表 2 可以看出,随着蚯蚓粪添加比例的提高,根长、根尖数、根系面积、根体积、平均根直径并没有呈现简单的线性

增长趋势。T1 处理下,白菜根长、根体积、根表面积均最大,并显著高于对照。随着蚯蚓粪添加比例的提高,白菜根长、根尖数、根系面积、根体积、平均根直径均呈现降低趋势。试验中未观察到根尖数、平均根直径与蚯蚓粪添加比例间的直接关系。

表 2 不同添加比例蚯蚓粪对白菜根系特征参数的影响

处理	根长 (cm)	根尖数 (个)	根表面积 (cm <sup>2</sup> )	根体积 (cm <sup>3</sup> )	平均根直径 (mm)
CK	24.03 ± 7.47a	44.33 ± 20.60a	2.85 ± 1.08ab	0.027 ± 0.012ab	0.370 ± 0.05b
T1	47.98 ± 9.42c	49.33 ± 15.27a	4.94 ± 0.96c	0.041 ± 0.008c	0.329 ± 0.02a
T2	38.29 ± 7.86b	37.00 ± 11.26a	3.99 ± 0.97c	0.033 ± 0.011bc	0.331 ± 0.03a
T3	38.55 ± 5.00b	47.83 ± 11.55a	3.84 ± 0.72bc	0.031 ± 0.008abc	0.316 ± 0.03a
T4	23.50 ± 7.02a	36.50 ± 9.40a	2.50 ± 0.70a	0.021 ± 0.001a	0.341 ± 0.02ab

蚯蚓粪添加比例对白菜地上部部分形态指标的影响结果见表 3。T2、T3 处理下,白菜茎粗大于对照,但各处理间并没有显著差异。T1、T2 处理下,白菜株高比对照都增加。随着蚯蚓粪添加比例的不断提高,白菜株高甚至出现显著低于对照的情况。过多地添加蚯蚓粪反而会抑制白菜生长。

表 3 不同添加比例蚯蚓粪对白菜地上部部分形态指标的影响

处理	茎粗 (mm)	株高 (cm)
CK	3.823 ± 0.743a	7.426 ± 1.059bc
T1	3.756 ± 0.959a	8.245 ± 1.026bc
T2	4.084 ± 1.162a	8.398 ± 1.057c
T3	3.914 ± 0.396a	7.170 ± 0.637b
T4	3.240 ± 0.642a	5.987 ± 0.513a

2.3 添加蚯蚓粪对白菜种子发芽、幼苗生长量的影响

由表 4 可知,蚯蚓粪添加比例在一定范围内对白菜的发芽率并没有影响,然而当蚯蚓粪添加比例达到一定水平后,白菜发芽率降低。可能是由于蚯蚓粪含有一定浓度的盐分,较高浓度盐分产生了一定的渗透胁迫,抑制了白菜种子的发芽。各处理下,白菜根质量与对照没有显著差异,但茎叶质量随着蚯蚓粪添加比例的提高呈现先增后减的趋势。T1、T2 处理较为适合白菜生长。

2.4 添加蚯蚓粪对白菜叶片叶绿素含量及氮、磷、钾养分含量的影响

由表 5 可知,随着蚯蚓粪添加比例的增加,白菜叶片叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量均呈现先增加后减少的趋势。蚯蚓粪添加比例为 5%、10% 处理有利于白菜生长,添加更高

表 4 添加蚯蚓粪对白菜种子发芽和幼苗生长量的影响

处理	发芽率 (%)	3 株根质量 (g)	3 株茎叶质量 (g)	3 株总生物量 (g)
CK	85.5 ± 3.54b	0.125 0 ± 0.13a	0.431 ± 0.13ab	0.556 ± 0.002bc
T1	82.0 ± 0.00ab	0.057 6 ± 0.012a	0.642 ± 0.06c	0.700 ± 0.068c
T2	80.5 ± 0.71ab	0.050 6 ± 0.013a	0.605 ± 0.06bc	0.655 ± 0.073c
T3	80.5 ± 3.54ab	0.042 5 ± 0.001a	0.436 ± 0.04ab	0.478 ± 0.042ab
T4	76.5 ± 2.12a	0.035 8 ± 0.016a	0.323 ± 0.06a	0.358 ± 0.079a

表 5 不同添加比例蚯蚓粪对白菜叶片叶绿素及氮、磷、钾含量的影响

处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	类胡萝卜素含量 (mg/g)	总叶绿素含量 (mg/g)	硝态氮含量 (mg/g)	全氮含量 (%)	全磷含量 (mg/kg)	全钾含量 (mg/kg)
CK	0.310 ± 0.061a	0.246 ± 0.093a	0.129 ± 0.138a	0.558 ± 0.051a	341 ± 23.00b	0.413 ± 0.012a	238 ± 17.52a	4 343 ± 27.7c
T1	1.120 ± 0.079cd	0.417 ± 0.045b	0.244 ± 0.012a	1.530 ± 0.123c	249 ± 8.70a	0.489 ± 0.103ab	555 ± 96.14b	1 556 ± 121.5a
T2	1.150 ± 0.039d	0.407 ± 0.016b	0.222 ± 0.016a	1.560 ± 0.054c	508 ± 10.16c	0.572 ± 0.036bc	796 ± 57.34c	1 560 ± 142.8a
T3	1.040 ± 0.052bc	0.361 ± 0.035b	0.181 ± 0.004a	1.400 ± 0.086b	1 061 ± 30.56d	0.626 ± 0.010c	846 ± 32.36c	2 006 ± 264.2b
T4	0.976 ± 0.036b	0.322 ± 0.006ab	0.173 ± 0.008a	1.300 ± 0.041b	1 125 ± 20.36e	0.571 ± 0.014bc	699 ± 89.12bc	1 724 ± 80.1ab

比例蚯蚓粪会产生一定的盐胁迫,不利于白菜幼苗生长及叶绿素含量的提高。T1 处理下,叶片中硝态氮含量略低于对照,T2、T3、T4 处理都高于对照。叶片中全磷、全氮含量均随着蚯蚓粪添加比例的提高呈现先增后减趋势。随着蚯蚓粪添加比例的提高,各处理白菜叶片中全钾含量有所增加,但均显著低于对照。

3 结论

本研究表明,蚯蚓粪含有丰富的高品质有机质和大量的营养物质,添加适量的蚯蚓粪可以改善底土的 pH 值、有机质含量、硝态氮含量、速效磷含量等理化性质,提高土壤综合肥力,为作物提供良好的生长环境。添加适量蚯蚓粪,对白菜幼苗生物量的形成有显著的促进作用,而过高比例蚯蚓粪会导致硝酸盐含量大幅度提升,对白菜将产生渗透胁迫作用,进而抑制白菜种子的发芽和幼苗生物量上升。添加适量蚯蚓粪会促进白菜幼苗的根系生长,有助于其对所需营养成分的吸收。添加过多的蚯蚓粪会导致土壤养分供应失衡、电导率的增加,从而抑制白菜幼苗的根系生长。综合来看,在蚯蚓粪添加比例为 5% 时,白菜幼苗根系生长状况最佳。添加蚯蚓粪有利于白菜叶片的叶绿素含量和类胡萝卜素含量的增加,增强叶片光合能力,提高白菜对氮、磷等养分元素的吸收,促进作物生长。

参考文献:

[1]熊严军. 我国土壤污染现状及治理措施[J]. 现代农业科技, 2010(8):294-295,297.  
[2]梅祖明,袁平凡,殷 婷,等. 土壤污染修复技术探讨[J]. 上海地质,2010,31(增刊):128-132.  
[3]林 强. 我国的土壤污染现状及其防治对策[J]. 福建水土保持,2004,16(1):25-28.  
[4]徐咏文,段 萍,罗志华. 浅析中国土壤分类的发生与现状[J]. 安徽农业科学,2005,33(10):2003-2004.  
[5]龚子同,张甘霖. 人为土壤形成过程及其在现代土壤学上的意义[J]. 生态环境,2003,12(2):184-191.

[6]张甘霖,杜国华,龚子同. 区域性土壤形成特征及其在土壤基层分类和土壤质量评价中的应用[J]. 山地学报,2002,20(2):170-175.  
[7]周建斌,王春阳,梁 斌,等. 长期耕种土壤剖面累积有机碳量的空间分布及影响因素[J]. 农业环境科学学报,2009,28(12):2540-2544.  
[8]骆永明,滕 应. 我国土壤污染退化状况及防治对策[J]. 土壤,2006,38(5):505-508.  
[9]申建波,张福锁,毛达如. 底土胁迫效应与植物根系的适应性[J]. 中国生态农业学报,2001,9(2):60-63.  
[10]Arancon N Q, Edwards C A, Bierman P. Influences of vermicomposts on field strawberries; Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties[J]. Bioresource Technology, 2006, 97(6):831-840.  
[11]周美荣,孙振江,申晓强. 蚯蚓粪的研究及应用[J]. 山西农业科学,2012,40(8):921-924.  
[12]柏彦超,周雄飞,汪孙军,等. 牛粪经蚯蚓消解前后理化性质的比较研究[J]. 江西农业学报,2010,22(10):135-137.  
[13]宋忠俭,赵海涛,钱晓晴. 蚯蚓消解畜禽粪便生态资源化利用探析[J]. 现代农业科技,2012(23):228,230.  
[14]邓 惠,陈 森,刁晓平,等. 蚯蚓处理甘蔗渣和牛粪混合废弃物的初步研究[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):329-331.  
[15]王凤艳. 蚯蚓粪对土壤的影响[J]. 吉林农业,2005(10):25.  
[16]斐庆海. 蚯蚓粪的优点、作用和对土壤的影响[J]. 农村实用科技信息,2005(10):18.  
[17]张永平,乔永旭,赵绪明,等. 蚯蚓粪作基肥对夏播花生生长与产量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):97-99.  
[18]Arancon N Q, Edwards C A, Babenko A, et al. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse[J]. Applied Soil Ecology, 2008, 39(1):91-99.  
[19]Zaller J G. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 112(2):191-199.