

陈小锦,丛玮玮,陈永林,等. 蚯蚓粪改良红壤的效果及对不结球白菜生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):248-250.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.071

蚯蚓粪改良红壤的效果及对不结球白菜生长的影响

陈小锦¹, 丛玮玮¹, 陈永林¹, 鲁 贝¹, 承 杰², 曹雪林², 戴红卫³, 姚粉霞¹, 盛海君¹, 钱晓晴¹

(1. 扬州大学环境科学与工程学院, 江苏扬州 225009; 2. 江苏科力农业资源科技有限公司, 江苏常州 213115;

3. 南京绿航生态农业有限公司, 江苏南京 211516)

摘要:采用江西鹰潭红壤为材料进行模拟培养试验,探讨添加蚯蚓粪对贫瘠红壤的快速改良培肥效果,旨在为经济、高效创制高肥力、多用途人造新成土开辟新途径。试验设置5个处理,分别添加质量比为0% (CK)、5% (T1)、10% (T2)、15% (T3)、20% (T4)的蚯蚓粪至红壤中。混合物培养一段时间待性质基本稳定后进行不结球白菜试验,观测不同处理条件下不结球白菜 (*Brassica rapa* L. *chinensis*) 幼苗的生长状况及体内营养成分,分析得出蚯蚓粪改良红壤的适宜比例及改良效果。结果表明,(1)适量的蚯蚓粪可以改善红壤的pH值、硝态氮含量和速效磷含量等性质,为不结球白菜提供良好的生长环境;(2)蚯蚓粪用量为5%~10%时会促进不结球白菜幼苗生长,但添加20%以上的蚯蚓粪反而会抑制不结球白菜幼苗的生长;(3)蚯蚓粪添加量为5%~10%时,不结球白菜幼苗地上部和根系生长状况最佳。

关键词:红壤;蚯蚓粪;红壤理化性状;改良综合肥力;不结球白菜;生长;营养

中图分类号: S156.6; S141.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0248-03

随着我国经济与社会的快速发展,土壤退化日益严重,耕地资源越来越短缺,已对我国粮食安全构成潜在威胁。土壤退化在耕地生产力、农产品安全和生态环境效应方面都产生着很严重的影响,因此对现有耕地的合理利用、改良与保护显得十分重要^[1-2]。探讨应用蚯蚓粪改良红壤以作为我国耕地后备资源具有重要的现实意义。红壤酸性强、易板结、易被侵蚀,很难用于耕作^[3]。目前,改良红壤的措施有平整土地、兴修水利、广辟肥源、培肥改土、因地制宜合理轮作、绿化荒山、保持水土等^[4]。在本试验中采用养分十分匮乏、生产能力性能极低的红壤为基础材料,利用蚯蚓粪进行改良,快速培肥形

成一种高肥力人工土壤^[5]。

蚯蚓粪作为一种特殊的有机肥料,最大特点是能将有机物、微生物和一些作物生长因子合理地结合起来改善土壤环境,最终达到增肥、抗病、养土的目的^[6]。蚯蚓粪的颗粒均匀、无味、卫生,保水透气能力比一般土壤高3倍。蚯蚓粪中含有18种氨基酸,有益菌达20万~2亿个/g,有机质含量达40%左右,经过多次发酵和动物消化,所形成的有机质活性高、易被植物利用,而且能促进土壤团粒结构的形成,提高土壤通透性、保水性、保肥力^[7-12]。蚯蚓粪由于具有产出速度快、有机质含量高、无二次污染、适用pH值广等特点已被许多国家应用于土壤改良。现在蚯蚓粪多利用在盆栽试验中,而且取得了明显的效果^[13],能提高生物量、果实品质和产量^[14]。但目前针对蚯蚓粪对快速改良培肥红壤形成高肥力人工土壤的研究甚少。

本试验以江西鹰潭红壤为研究对象,在土壤中充分融合不同比例的蚯蚓粪,探讨蚯蚓粪对红壤的改良效果,为更好地开发利用红壤提供理论依据。

收稿日期:2015-06-21

基金项目:江苏省产学研合作前瞻性联合研究项目(编号:BY2013063-09);江苏省常州市科技计划(编号:CE20142005)。

作者简介:陈小锦(1991—),男,江苏泰州人,硕士,主要从事农业资源利用方面的理论与技术研究。E-mail:1227889252@qq.com。

通信作者:钱晓晴,教授,主要从事资源环境科学领域的教学与研究。E-mail:xiaoqingqian@163.com。

[13]任永哲,陈彦惠,库丽霞,等. 玉米光周期反应及一个相关基因的克隆[J]. 中国农业科学,2006,39(7):1487-1494.

[14]刘 磊,刘世琦,许 莉,等. 光周期及春化处理对洋葱蛋白质合成代谢与POD活性的影响[J]. 西北农业学报,2005,14(6):90-95.

[15]李 进,顾 绘,许逢美. 环境因子对甜椒组培生根培养的影响[J]. 辣椒杂志,2004(4):36-37.

[16]高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:兴界图书出版公司,2000:167-169.

[17]赵世杰,刘华山,董新纯. 植物生理实验指导[M]. 北京:中国农业科技出版社,1998:68-72.

[18]花 妍,罗新兰,李天来,等. 光照时间对番茄苗期生长发育的影响[J]. 河南农业科学,2008(8):108-111.

[19]侯兴亮,李景富,许向阳. 弱光处理对番茄不同生育期形态和生理指标的影响[J]. 园艺学报,2002,29(2):123-127.

[20]姚悦梅,潘跃平,毛忠良,等. 播种期和光照时间对波斯菊生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2008(1):123-125.

[21]王惠珍,喻 敏,萧洪东,等. 施硅对硅细胞的发育及不同光照时间处理海滨雀稗可溶性糖含量的影响[J]. 华中农业大学学报,2007,26(4):482-485.

[22]张红艳. 植物生长灯在温室番茄生产中应用效果初探[J]. 辽宁农业科学,2013(1):72-73.

[23]赵玉萍,邹志荣,杨振超,等. 不同温度和光照对温室番茄光合作用及果实品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2010,38(5):125-130.

1 材料与方 法

试验于 2014 年 6—12 月 在江苏省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

供试土壤取自江西鹰潭红壤。试验前把土壤风干磨细过筛。土壤基本性质:硝态氮 16.9 mg/kg、铵态氮 9.34 mg/kg、速效磷 4.6 mg/kg、速效钾 50.0 mg/kg。供试不结球白菜品种为“四月慢”。

蚯蚓粪取自扬州大学农牧场蚯蚓养殖基地,蚯蚓食料为新鲜牛粪。蚯蚓粪养分含量:全氮 39.55 g/kg、全磷 13.74g/kg、速效磷 1.54g/kg、速效钾 1.64g/kg。采用上口半径 8 cm、高 12 cm 的圆形塑料花盆。

1.2 试验设计

试验设 5 个处理,蚓粪的添加量(按质量计算)分别为(红壤与蚯蚓粪)混合物的 5%、10%、15%、20%,对照(CK)为不加蚓粪的纯红壤,各处理设 3 个重复。每盆混合物 1 kg,备用。

于 10 月 25 日播种,每盆播种 50 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 2 日采样,进行根系扫描分析与生物量测定,11 月 28 日采收,测定植株叶片叶绿素含量与养分含量。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 土壤理化性质 pH 值:水土比 2.5:1,采用 pH 计法测定;容重环刀法测定;硝氮含量采用 KCl 浸提-紫外分光光度法测定;铵氮含量采用 KCl 浸提-靛酚蓝比色法测定;速效钾含量采用 1.0 mol/L NH₄OAc 浸提-火焰光度法测定;速效磷含量采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提-钼蓝比色法测定;全氮含量采用浓硫酸消煮-靛酚蓝比色法测定。

1.3.2 生物量 用称重法测量各处理不结球白菜 (*Brassica rapa* L. *chinensis*) 生长 1 周后的鲜质量(包括新长成的幼枝和根系),并分析差异性。

1.3.3 根系参数 不结球白菜 (*Brassica rapa* L. *chinensis*) 生

长 1 周后,采样并用流水冲洗不结球白菜根系,采用数字化扫描仪(STD1600 Epson USA) 进行扫描,借助于配套的 WinRHI-ZO(Version 5. 0a) 根系分析系统(WinRhizo Regent Instruments, Canada) 分析根长、根表面积、根体积、根尖数等根系参数。分析各处理差异性。

1.3.4 茎叶质量分析 叶片叶绿素含量:生长 30 d 后,取一定量的不结球白菜叶片,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 以及胡萝卜素的含量。

叶片全氮、全磷、全钾含量:生长 30 d 后,称取一定量的不结球白菜叶片鲜样,硫酸-双氧水消煮后,分别采用靛酚蓝比色法、钼锑抗比色法和火焰光度计法测定全氮、全磷和全钾的含量。

1.4 数据分析与统计方法

对所获得的数据采用 Excel 2003、SPSS 等软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同蚯蚓粪用量对土壤理化性质的影响

不同蚯蚓粪用量对土壤理化性质的影响如表 1 所示。从表中数据可以看出,添加蚯蚓粪能显著 ($P < 0. 05$) 改善红壤的各项理化性质。与纯红壤(对照)相比,添加蚯蚓粪后 pH 值显著提高,为多数植物生长提供更为有利的环境条件。添加蚯蚓粪后土壤容重出现显著降低,土壤结构性得到显著改善。硝态氮、速效磷、速效钾和全氮含量随着蚯蚓粪添加量的增加,也都出现了显著 ($P < 0. 05$) 增加,可知,随着蚯蚓粪比例的增加不结球白菜的生长营养环境越好。试验中铵态氮的含量随着蚯蚓粪的加入没有呈现简单的线性增长趋势。在蚯蚓粪含量处在较低水平时(0% ~5%),土壤铵态氮含量随着蚯蚓粪含量的增加迅速增加,之后反而有所下降,在蚯蚓粪含量 10% 时达到极小值,之后又随蚯蚓粪的增加而增加。可知,5% 蚯蚓粪含量土壤铵态氮含量最高,并且过少或过多的蚯蚓粪都不利于铵态氮含量的提高。

表 1 不同蚯蚓粪用量对土壤部分理化性质的影响

处理	pH 值	容重 (g/cm ³)	NO ₃ - N 含量 (mg/kg)	NH ₄ ⁺ - N 含量 (mg/kg)	速效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	全氮含量 (g/kg)
CK	4.380 ± 0.040d	1.023 ± 0.024a	16.927 ± 0.203e	9.340 ± 0.040e	4.595 ± 0.006e	50.000 ± 0.000e	0.482 ± 0.011e
T1	5.160 ± 0.000c	0.920 ± 0.031b	117.031 ± 2.708d	30.964 ± 0.650a	121.163 ± 10.856d	112.977 ± 0.977d	1.421 ± 0.069d
T2	5.315 ± 0.025b	0.810 ± 0.021c	280.528 ± 0.985c	13.867 ± 1.143d	310.753 ± 9.142c	234.928 ± 4.928c	2.992 ± 0.073c
T3	5.505 ± 0.045a	0.780 ± 0.029d	371.557 ± 7.882b	24.825 ± 1.064b	459.850 ± 19.258b	309.850 ± 10.150b	3.344 ± 0.071b
T4	5.525 ± 0.035a	0.688 ± 0.003e	607.315 ± 4.822a	18.348 ± 0.720c	721.841 ± 13.348a	424.912 ± 14.912a	6.100 ± 0.075a

注:同列不同小写字母者表示处理间差异显著 ($P < 0. 05$)。下表同。

2.2 不同蚯蚓粪用量对不结球白菜根系的影响

生长 1 周后不结球白菜根系的特征参数如表 2 所示。从表中可以看出,随着蚯蚓粪添加比例的提高,平均根直径显著增长。根长、根尖数、根表面积、根体积并没有表现出简单的线性增长趋势,但都是先随着蚯蚓粪添加比例的提高而增大,达到一个最大值后随着蚯蚓粪含量提高又呈现降低的趋势,但所有处理均显著大于对照。根长、根表面积、根体积在蚯蚓粪含量为 15% 时达到最大,且显著高于对照。根尖数在蚯蚓粪含量为 10% 时达到最大,显著高于对照。

2.3 不同蚯蚓粪用量对不结球白菜种子发芽和幼苗生长量的影响

从表 3 中可以看出,蚯蚓粪用量在一定范围内对不结球白菜的发芽率并没有显著影响,当蚯蚓粪添加比例达到一定水平后不结球白菜的发芽率降低。可能是由于蚯蚓粪较高浓度的盐分导致了一定的渗透胁迫(表 1),抑制了不结球白菜种子的发芽。从表 3 中的数据还可以看出,各处理不结球白菜在根质量、茎叶质量和总生物量都随着蚯蚓粪添加比例的提高 呈现先增后减的趋势,都在蚯蚓粪比例为 10% 时达到最

表 2 不同蚯蚓粪用量对不结球白菜根系特征参数的影响

处理	根长 (cm/株)	根尖数 (个/株)	根表面积 (cm ² /株)	根体积 (cm ³ /株)	平均根直径 (mm/株)
CK	12.779 ± 1.058b	19.333 ± 0.333c	1.174 ± 0.038c	0.009 ± 0.000c	0.297 ± 0.017b
T1	23.986 ± 3.729ab	42.639 ± 3.573ab	2.275 ± 0.395abc	0.017 ± 0.003b	0.299 ± 0.011b
T2	28.789 ± 5.931a	54.306 ± 6.930a	2.908 ± 0.493ab	0.024 ± 0.003ab	0.328 ± 0.015b
T3	29.837 ± 1.036a	49.267 ± 1.881a	3.283 ± 0.051a	0.029 ± 0.000a	0.348 ± 0.003b
T4	15.581 ± 4.621b	33.028 ± 5.691bc	1.950 ± 0.412bc	0.020 ± 0.002b	0.438 ± 0.045a

表 3 不同蚯蚓粪用量对不结球白菜种子发芽和幼苗生长量的影响

处理	发芽率 (%)	根质量 (g/3 株)	茎叶质量 (g/3 株)	总生物量 (g/3 株)
CK	67.333 ± 2.404a	0.045 ± 0.013c	0.252 ± 0.072c	0.297 ± 0.085c
T1	63.333 ± 1.333ab	0.211 ± 0.006b	1.110 ± 0.032b	1.321 ± 0.037b
T2	47.333 ± 2.906bc	0.373 ± 0.029a	1.825 ± 0.157a	2.197 ± 0.186a
T3	61.333 ± 1.333ab	0.296 ± 0.028ab	1.635 ± 0.010a	1.931 ± 0.021a
T4	44.667 ± 10.477c	0.208 ± 0.065b	0.838 ± 0.179b	1.046 ± 0.221b

大值,并且 CK、T1、T2 处理之间都有显著差异 ($P < 0.05$)。由此可以得出,T1、T2 处理对不结球白菜的生长较为适合,其中 T2 对促进幼苗生长效果最好。

2.4 不同蚯蚓粪用量对不结球白菜叶片叶绿素含量及 N、P、K 养分含量的影响

由表 4 可知,不结球白菜的叶片叶绿素 a、叶绿素 b、总叶

绿素、类胡萝卜素含量均随着蚯蚓粪含量的增加呈现先增后减再增再减的趋势。与 CK 相比,T1、T2 处理叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素、类胡萝卜素含量都有显著差异 ($P < 0.05$); T1、T2 处理之间叶绿素 b 也有显著差异,叶绿素 a、总叶绿素、类胡萝卜素含量则差异不显著。蚯蚓粪含量为 5%、10% 时有利于不结球白菜生长,添加更高比例蚯蚓粪会产生一定的盐胁迫(表 1),不利于不结球白菜幼苗生长和叶绿素含量的提高。叶片中硝态氮含量 T1、T2、T3、T4 处理都高于对照,并且随着蚯蚓粪含量提高硝态氮含量越高,T3、T4 处理与 CK 呈现显著差异 ($P < 0.05$)。叶片中全磷含量随着蚯蚓粪含量的提高呈现先增后减趋势。各处理不结球白菜叶片中全钾含量随着蚯蚓粪比例的提高而增加,T1、T2、T4 处理之间有显著差异,T1 处理与对照无显著差异。

表 4 不同蚯蚓粪用量对不结球白菜叶片叶绿素含量及 N、P、K 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)	NO ₃ ⁻ - N 含量 (mg/kg)	全氮含量 (%)	全磷含量 (mg/kg)	全钾含量 (mg/kg)
CK	0.209 ± 0.015b	0.065 ± 0.005c	0.093 ± 0.006b	0.274 ± 0.020b	230.1 ± 5.969c	0.399 ± 0.122a	244.5 ± 16.537c	2 142.7 ± 129.413c
T1	1.169 ± 0.119a	0.517 ± 0.040a	0.432 ± 0.040a	1.686 ± 0.159a	318.9 ± 114.49c	0.546 ± 0.041a	639.1 ± 35.692b	2 287.6 ± 177.830c
T2	1.108 ± 0.073a	0.383 ± 0.024b	0.405 ± 0.024a	1.491 ± 0.094a	426.8 ± 108.23bc	0.548 ± 0.082a	770.6 ± 43.789ab	3 326.1 ± 108.581b
T3	1.231 ± 0.029a	0.446 ± 0.016b	0.442 ± 0.014a	1.676 ± 0.039a	624.2 ± 64.836ab	0.342 ± 0.066a	829.3 ± 44.914a	3 775.4 ± 298.168ab
T4	1.113 ± 0.051a	0.421 ± 0.008b	0.417 ± 0.025a	1.534 ± 0.057a	703.8 ± 74.378a	0.550 ± 0.070a	803.9 ± 87.518ab	3 981.5 ± 144.774a

3 小结

(1) 蚯蚓粪中有大量的有机质和营养物质,蚯蚓粪用量适量可以改善红壤的 pH 值、容重、硝态氮和速效磷含量等理化性质,提高土壤综合肥力,为作物生长提供良好的环境。(2) 蚯蚓粪用量适中时会促进不结球白菜幼苗的根系生长,有助于其对所需营养成分的吸收。过多的蚯蚓粪会导致土壤养分的供应失衡或盐分含量过高而抑制不结球白菜幼苗的根系生长。在蚯蚓粪用量为 5% ~ 10% 时,不结球白菜幼苗根系生长状况最佳。(3) 适中的蚯蚓粪比例可以显著促进不结球白菜幼苗生物量的形成,但过高比例的蚯蚓粪则会导致硝酸盐大量积累和部分养分供应失衡,反而抑制不结球白菜种子的发芽和幼苗生物量的增加。(4) 添加蚯蚓粪有利于不结球白菜中叶绿素含量和类胡萝卜素含量的增加,从而增强叶片光合能力,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]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.
[3]贺湘逸,谢为民. 我国红黄壤利用改良的成就和问题[J]. 土壤通报,1983(2):1-4.

[4]范业成. 江西土壤肥料研究四十年[J]. 江西农业科技,1991(1):8-11.
[5]刘 勋,贺湘逸. 江西红壤科研进展与成就[J]. 江西农业学报, 1991,3(1):66-75.
[6]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.
[7]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.
[8]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.
[9]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.
[10]王凤艳. 蚯蚓粪对土壤的影响[J]. 吉林农业,2005(10):25.
[11]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.
[12]蚯蚓粪改良老化土壤效果好[J]. 技术与市场,2004(1):29.
[13]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.
[14]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.