

蚯蚓粪与蛭石结合对设施菠菜生长和品质的影响

王小波^{1,2}, 卢树昌¹, 王 瑞³, 翁福军¹

(1. 天津农学院 农学与资源环境学院, 天津 300384; 2. 天津市农田生态与环境修复技术工程中心, 天津 300384;

3. 天津农学院 农业分析测试中心, 天津 300384)

摘 要:以菠菜为试材, 采用小区试验方法, 研究了蛭石(ZS)、蚯蚓粪(QY)、鸡粪(JF)、蚯蚓粪和蛭石混合(ZS+QY)、鸡粪和蛭石混合(ZS+JF)等不同处理对设施菠菜生长和品质的影响。结果表明: 对照处理菠菜在整个生长过程中的株高、叶绿素含量、光合作用强度是最低的, 其次为蛭石处理。在播种后 30、60 d 时, 鸡粪处理(ZS+JF、JF)菠菜株高、叶绿素含量、光合作用强度最高, 85 d 时, 蚯蚓粪+蛭石(ZS+QY)处理的株高、叶绿素含量、光合作用强度最高。各处理的产量顺序为蚯蚓粪处理(ZS+QY, QY) > 鸡粪处理(ZS+JF, JF) > 蛭石处理(ZS) > 对照(CK)。其中 ZS+QY 处理的产量达到 3 409.1 kg/667m², 较 CK 处理高出 55.0%。施用鸡粪、蚯蚓粪均显著提高了菠菜中草酸、硝酸盐、可溶性糖、维生素 C 含量, 而 2 种有机肥相比, 蚯蚓粪较鸡粪显著降低了菠菜的草酸、硝酸盐含量, 而单宁、可溶性糖、维生素 C 含量之间的差异较小。施用蛭石可以提高菠菜维生素 C 含量, 而对其它品质指标影响较小。表明蚯蚓粪是一种优质的有机肥, 可用于设施蔬菜的高产优质栽培。

关键词:蚯蚓粪; 蛭石; 菠菜; 生长; 品质

中图分类号:S 636.1; S 141.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)18-0063-04

近年来随着设施蔬菜产业的发展, 有机肥被大量的使用。合理选择有机肥的种类和用量对蔬菜生产有重要的意义。蚯蚓粪为有机肥的一种, 其质地均匀, 大多为 0.5~3.0 mm 粒径的椭圆及长圆形的团聚体, 具有良好的通气、保水、保肥性能^[1-2], 并含有丰富的腐殖质和有机质等, 同时还含有多种有益微生物和植物生长调节物质^[3-5]。鉴于其诸多的优点, 可作为一种优质的有机肥在农业生产中使用, 而且其在国内外的蔬菜育苗及生产中的应用均已表明, 蚯蚓粪是一种性能优良的生物有机肥^[6-8]。蛭石为一种化学成分复杂的铁镁质铝硅酸盐矿物, 具有独特的空间结构, 加入土壤后同样可改善土壤结构, 提高土壤的保肥、保水性能, 同时对土壤微生物也具有一定的影响^[9-10], 将二者结合在农业上的应用尚鲜见报道。现以菠菜(*Spinacia oleracea* L.)为试材, 研究了生物有机肥蚯蚓粪和土壤改良剂蛭石对设施菠菜产量、品质等指标的影响, 旨在为蚯蚓粪和粘土矿物在我

国设施蔬菜高效优质生产中的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菠菜品种为“黑绿娜抗病 88”。供试蚯蚓粪由天津市双剑蚯蚓养殖场提供, 其全氮含量 9.5 g/kg, 全磷 8.4 g/kg, 全钾 9.4 g/kg。供试鸡粪的养分含量: 全氮含量 23.8 g/kg, 全磷 20.3 g/kg, 全钾 18.2 g/kg。供试蛭石为市场采购, 粒径为 1~3 mm。供试土壤质地为砂壤, 基本理化性质为硝态氮 25 mg/kg, 有效磷 43 mg/kg, pH 7.54, 全盐含量 0.34 g/kg。

1.2 试验方法

试验于 2013 年 9—12 月在天津市武清区农户大棚内进行, 设 5 个处理, 分别为 ZS(蛭石 20 t/hm²)、QY(蚯蚓粪 90 m³/hm²)、JF(鸡粪 90 m³/hm²)、ZS+QY(蚯蚓粪和蛭石混合施用, 蚯蚓粪 90 m³/hm²+蛭石 20 t/hm²)、ZS+JF(鸡粪和蛭石混合施用, 鸡粪 90 m³/hm²+蛭石 20 t/hm²); 以不施肥为对照(CK)。小区面积为 1 m×7 m, 每处理 3 次重复, 随机排列。所有材料作基肥, 播种前 1 次施入。于 2013 年 9 月 28 日播种, 12 月 25 日收获, 期间灌溉 4 次, 灌溉形式为大水漫灌。

1.3 项目测定

在生长过程中, 于播种后的 30、60、85 d 分别用叶绿素仪测定叶片的叶绿素含量, 光合作用仪(CID-340)测定光合作用强度, 同时测定株高。收获后采用 2,6-二氯酚

第一作者简介:王小波(1981-), 男, 硕士, 实验师, 现主要从事农业环境及新型肥料的教学与科研工作。E-mail: wangxiaobo1111@163.com.

责任作者:卢树昌(1970-), 男, 博士, 教授, 现主要从事园艺作物土壤质量与植物营养的教学与科研工作。E-mail: lsc9707@163.com.

基金项目:天津市科技支撑重点计划资助项目(13ZCZDNC00500)。

收稿日期:2014-05-27

靛酚蓝滴定法测定维生素 C 含量;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量;采用 EDTA 络合滴定法测定单宁含量^[11];采用紫外分光光度法测定硝酸盐含量(NY/T1279-2007)^[12];采用滴定法测定草酸总量^[13],同时测定产量。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 软件完成,LSD 显著性差异分析运用 DPS 2000 数据处理系统完成。

2 结果与分析

2.1 不同处理对菠菜叶片叶绿素含量和光合作用强度的影响

从表 1 可以看出,播种后 30 d,除 ZS 处理菠菜叶片

表 1

不同处理对菠菜叶片叶绿素含量和光合作用强度的影响

Table 1

Effect of different treatments on chlorophyll and photosynthesis of spinach

处理 Treatment	30 d		60 d		85 d	
	叶绿素 Chlorophyll/SPAD 值	光合作用强度 Photosynthesis /($\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	叶绿素 Chlorophyll/SPAD 值	光合作用强度 Photosynthesis /($\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	叶绿素 Chlorophyll/SPAD 值	光合作用强度 Photosynthesis /($\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
CK	41.4±0.9b	18.8±3.7c	61.4±4.4b	17.3±1.1d	59.9±2.2d	25.0±1.0c
ZS	43.8±3.3ab	26.5±3.7b	63.3±2.1b	18.0±1.3cd	66.4±1.5c	27.0±1.2bc
QY	45.1±2.1a	27.3±1.8b	69.9±5.5a	23.2±1.4b	68.5±1.3bc	29.1±1.7a
ZS+JF	44.7±1.4a	31.5±2.2a	69.2±4.1a	28.2±3.7a	69.7±1.6b	28.6±1.6ab
ZS+QY	45.1±2.5a	29.4±2.4ab	70.5±4.0a	21.0±0.7bc	73.0±1.9a	29.2±1.1a
JF	45.2±2.4a	32.2±0.6a	72.8±1.6a	26.5±2.7a	68.3±1.8bc	27.8±1.7ab

2.2 不同处理对菠菜株高的影响

从图 1 可以看出,在菠菜的整个生长过程中,CK 的株高是最低的,其次为 ZS,在 30、60 d 时,ZS+JF 的菠菜株高最高,分别为 13.2 cm 和 31.6 cm,较 CK 高出 18.9%和 23.9%;在 85 d 时,ZS+QY 的株高最高,达到了 41.8 cm,较 CK 高出 35.7%,各有机肥处理较 ZS 处理高出了 10.5%~15.5%。

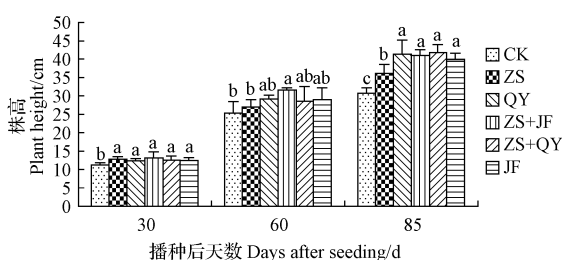


图 1 不同处理对菠菜株高的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on plant height of spinach

表 2

不同处理对菠菜品质指标的影响

Table 2

Effect of different treatments on quality of spinach

处理 Treatment	单宁含量 Tannin content/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	草酸含量 Oxalate content/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	硝酸盐含量 Nitrate content/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	维生素 C 含量 Vitamin C content/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
CK	628.3±38.9a	0.14±0.012d	0.48±0.032c	1 260.3±189.9d	70.0±4.0d
ZS	592.5±36.7a	0.15±0.013cd	0.52±0.028bc	1 372.3±118.6d	80.5±2.5c
QY	563.4±18.8a	0.17±0.007bc	0.57±0.047ab	1 671.1±163.0c	94.5±4.5ab
JF+ZS	577.9±41.1a	0.23±0.020a	0.62±0.029a	2 447.0±48.5a	94.5±5.5ab
QY+ZS	572.3±56.7a	0.18±0.019b	0.59±0.059ab	1 663.9±94.3c	101.5±3.5a
JF	578.0±105.6a	0.22±0.013a	0.57±0.038ab	2 205.0±257.3b	87.5±3.5bc

的叶绿素含量与对照差异不显著外,其它各施肥处理菠菜叶片的叶绿素含量均显著高于对照,同时光合作用强度也显著高于对照。各施肥处理间的差异较小。在 60 d 时,各施肥处理的叶绿素含量高于 ZS、CK 处理,施肥处理间没有显著差异;ZS+JF、JF 处理的光合作用强度显著高于其它处理,QY 处理的光合作用强度显著高于 ZS 处理,而 ZS 与 CK 间没有达到显著差异。85 d 时,ZS+QY 处理的叶绿素含量最高,CK 处理的含量最低。光合作用强度从高到低依次为 ZS+QY>QY>ZS+JF>JF>ZS>CK。

2.3 不同处理对菠菜品质的影响

由表 2 可知,施用有机肥后均增加了菠菜的草酸、可溶性糖、硝酸盐、维生素 C 的含量,降低了单宁的含量。其中各处理对菠菜单宁含量的降低幅度较小,没有达到显著水平。施用有机肥后增加了菠菜的草酸含量,JF+ZS、JF 处理的草酸含量最高,较 CK 分别高出 64.3%、57.1%,QY+ZS、QY 处理较 CK 分别高出 28.6%、21.4%,ZS 处理与 CK 间差异不显著。各处理对菠菜可溶性糖的增幅为 8.3%~29.2%,JF、JF+ZS、QY+ZS、QY 处理间的差异没有达到显著水平,但 JF+ZS 较 ZS 处理有了显著的增加。各处理菠菜的硝酸盐含量从高到低依次为 JF+ZS>JF>QY>QY+ZS>ZS>CK,施用有机肥后显著的提高了菠菜的硝酸盐含量,而且 JF 的菠菜硝酸盐含量较 QY 高出 31.9%,JF+ZS 较 QY+ZS 高出 47.1%。各处理也显著提高了菠菜的维生素 C 含量,其中 QY+ZS 最高,达到了 101.5 mg/kg,较 CK 高出 45%,ZS 处理也较 CK 高出 15%。

2.4 不同处理对菠菜产量的影响

由图2可知,各处理的产量从高到低依次为 ZS+QY>QY>ZS+JF>JF>ZS>CK。其中 ZS+QY 的产量达到了 3 409.1 kg/667m²,较 CK 高出 55.0%,施肥处理中 ZS+QY 处理的产量也显著高于 ZS+JF、JF 处理。ZS 处理的产量也较 CK 处理高出 15.1%,达到显著水平。

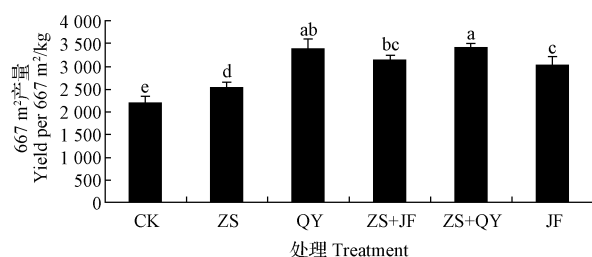


图2 不同处理对菠菜产量的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on yield of spinach

3 讨论与结论

蚯蚓粪中含有大量的腐殖质,腐殖质固有的胶体特性,可以改善土壤的结构,有利于土壤的通气、保水、提高土壤的缓冲能力。胡艳霞等^[14]研究表明,蚯蚓粪能够增加土壤的孔隙度,增加土壤团聚体的数量,使其具有良好的物理性质。此外,蚯蚓粪因有很大的表面积,使许多有益微生物得以生存并具有良好的吸收和保持营养物质的能力^[15]。蚯蚓粪中还具有刺激植物生长的植物激素,如赤霉素、生长素、细胞分裂素等,这些激素在植物的新陈代谢中发挥着重要作用,能影响植物的生长和作物的品质^[16-17]。蚯蚓粪中还含有大量的微生物,这些微生物不仅使一些复杂的物质转化成作物易吸收的成分,其新陈代谢产生的次生代谢物与激素一起会促进作物的生长^[17]。土壤中微生物数量、活力及微生物的多样性的增加,最终提高土壤微生物碳、氮并提升土壤的营养供应容量^[18-19]。试验中蚯蚓粪的施用最终显著增加了菠菜的产量,这与蚯蚓粪能改良土壤的理化性质,提高土壤营养的供应容量有密切的关系。

叶片叶绿素含量的高低和土壤矿质元素的含量直接影响植物叶片光合能力^[20],同时土壤矿质元素的含量如氮、镁、铁等也影响着叶绿素的合成。在整个试验过程中有机肥处理菠菜的叶绿素含量和光合作用强度均高于不施肥的对照处理。鸡粪含有的速效养分较蚯蚓粪高,所以在试验的前期(30、60 d)能较好促进菠菜的生长,使菠菜的株高、叶绿素含量、光合作用强度较蚯蚓粪处理更高,但在后期(85 d)则低于蚯蚓粪处理,这可能是随着时间的推移,鸡粪有效养分因消耗而降低,而蚯蚓粪因其能促进土壤微生物的增加,随着微生物的繁殖,其转化土壤养分的能力增强,能为植物提供更多的养分。

蛭石因其具有的独特空间结构,可改善土壤结构,提高土壤的保肥、保水性能。试验中蛭石处理提高了菠菜的产量及株高等指标,这与位蓓蕾等^[21]研究蛭石对紫花苜蓿的结果一致。试验中灌溉形式为大水漫灌,蛭石可有效的防止土壤养分随水流失,进而提高了土壤养分的利用率,提高菠菜的产量。但在与有机肥混合使用时,其效果不明显。

在菠菜的种植管理中适当降低硝酸盐、草酸、单宁含量,提高可溶性糖、维生素C含量对提高菠菜的品质具有重要意义。试验中可以看到施用有机肥鸡粪、蚯蚓粪后都显著的提高了菠菜的草酸、硝酸盐、可溶性糖、维生素C含量,而2种有机肥相比,蚯蚓粪较鸡粪显著降低了菠菜的草酸、硝酸盐含量,单宁、可溶性糖、维生素C含量之间的差异较小。加入蛭石后对菠菜品质指标影响较小,其中在只加入蛭石时,与对照相比只提高了菠菜的维生素C含量,对其它品质指标的影响较小。而有有机肥+蛭石处理与单施有机肥处理中,只有鸡粪+蛭石处理与鸡粪处理相比提高了菠菜的硝酸盐含量,其它指标没有显著差异。

该试验结果表明,施用有机肥鸡粪、蚯蚓粪后均显著提高了菠菜的产量和草酸、硝酸盐、可溶性糖、维生素C含量等品质指标,而2种有机肥相比,蚯蚓粪较鸡粪显著提高了菠菜的产量、降低了菠菜草酸、硝酸盐含量,而对单宁、可溶性糖、维生素C含量之间的差异影响较小。只加入蛭石时提高了菠菜的产量和维生素C含量。而有有机肥+蛭石处理与单施有机肥处理中,只有鸡粪+蛭石处理与鸡粪处理相比提高了菠菜的硝酸盐含量。说明蚯蚓粪是一种优质的有机肥可用于设施蔬菜的优质栽培种,而有有机肥与蛭石结合施用对蔬菜的增产效果不明显。

参考文献

- [1] Atiyeh R M, Edwards C A, Subler S, et al. Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium; effect on physiochemical properties and plant growth[J]. Bioresource Technology, 2001, 78: 11-20.
- [2] 胡艳霞, 孙振钧, 王东辉, 等. 蚯蚓粪中拮抗微生物分析[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(1): 99-103.
- [3] Masciandaro G, Ceccanti B, Gracia C. Soil agro-ecological management: fertilization and vermicompost treatments[J]. Bioresource Technology, 1997, 59: 199-206.
- [4] Atiyeh R M, Arancon N Q, Edwards C A, et al. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds[J]. Bioresource Technology, 2002b, 81: 103-108.
- [5] 成杰民, 俞协治, 黄铭洪. 蚯蚓-菌根相互作用对土壤-植物系统中Cd迁移转化的影响[J]. 环境科学学报, 2007, 27(2): 228-234.
- [6] Singh R, Sharma R R, Kumar S, et al. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry[J]. Bioresource Technology, 2008, 99: 8507-8511.
- [7] 郑金伟, 杨文霞, 李辉信, 等. 奶牛粪蚯蚓堆制物对生菜生长及品质的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(6): 1423-1426.
- [8] 尚庆茂, 张志刚. 蚯蚓粪在番茄育苗上的效果[J]. 中国蔬菜, 2005

(9):10-12.

[9] 蔡燕飞,何成新,廖宗文,等. 蛭石和沸石对番茄青枯病及土壤微生物的影响[J]. 生态环境,2003,12(2):179-181.

[10] 陈贵林,高秀瑞. 椰壳粉与蛭石不同配比基质对黄瓜幼苗生长的影响[J]. 中国蔬菜,2000(2):15-18.

[11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2000.

[12] NY/T1279-2007 蔬菜、水果中硝酸盐的测定[S]. 北京:中国农业出版社,2007.

[13] 张英鹏,林咸永,章永松. 供氮水平对菠菜营养品质和体内抗氧化酶活性的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(3):519-523.

[14] 胡艳霞,孙振均,程文玲. 蚯蚓养殖及蚓粪对植物土传病害抑制作用的研究进展[J]. 应用生态学报,2003,14(2):296-300.

[15] 孙振钧,孙永明. 蚯蚓反应器与废弃物肥料化技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004.

[16] Tomati U, Grappelli A, Galli E. The presence of growth regulators in

earthworm-worked wastes[M]//Bonvicini Paglioi A M, Omodeo P (eds) On Earthworms. Proceedings of International Symposium on Earthworms. Selected Symposia and Monographs, Unione Zoologica Italiana, 2, Mucchi, Modena, 1987:423-435.

[17] 胡佩,刘德辉,胡锋,等. 蚓粪中的植物激素及其对绿豆插条不定根发生的促进作用[J]. 生态学报,2002,22(8):1211-1214.

[18] Marinari S, Masciandaro G, Ceccanti B. Evolution of soil organic matter changes using pyrolysis and metabolic indices: a comparison between organic and mineral fertilization[J]. Bioresour Technol, 2007, 98:2495-2502.

[19] 姬兴杰,杨颖颖,熊淑萍,等. 不同肥料对土壤微生物数量及全氮时空变化的影响[J]. 中国生态农业学报,2008,16(3):576-582.

[20] 张建新. 群体中叶片光合能力的分布及其群体光合作用的影响[J]. 植物生理学报,1988,14(1):1-9.

[21] 位蓓蕾,陈玉玖,胡振琪,等. 紫花苜蓿对蛭石改良某煤矿表土替代材料的响应[J]. 金属矿山,2013(5):131-134.

Effect of Vermicompost and Vermiculite on the Growth and Quality of Spinach in Greenhouse

WANG Xiao-bo^{1,2}, LU Shu-chang¹, WANG Rui³, WENG Fu-jun¹

(1. Department of Agronomy, Resource and Environment, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Tianjin Engineering Research Center of Agricultural Ecological Environmental Remediation, Tianjin 300384; 3. Agricultural Analyzing Center, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

Abstract: Taking spinach as material, with plot test method, the effect of different treatments vermiculite (ZS), vermicompost (QY), chicken manure (JF), vermicompost and vermiculite mixture (ZS + QY), chicken manure and vermiculite mixture (ZS + JF) in greenhouse on growth and quality of spinach were studied. The results showed that the plant height, chlorophyll and photosynthesis of spinach of control (CK) treatment were the lowest, followed by vermiculite treatment in the whole growth process. At the 30 days and 60 days after sowing, the plant height, chlorophyll and photosynthesis of spinach of chicken manure treatment (ZS + JF, JF) were the highest, at 85 days, that were vermicompost + vermiculite treatment. Yield order of each treatment was vermicompost treatment (ZS + QY, QY) > chicken manure treatment (ZS + JF, JF) > vermiculite treatment (ZS) > CK. The yield of ZS + QY treatment reached 3 409.1 kg/667m², 55% higher than that of CK. The oxalate, nitrate, soluble sugar and vitamin C content were significantly increased after application of chicken manure and vermicompost. Compared with two kinds of organic manure, vermicompost treatment significantly reduced oxalate and nitrate content of spinach, and the differences among tannin, soluble sugar and vitamin C content were not significant vermiculite increased the vitamin C content of spinach, but it had little effect on other quality index. That suggested vermicompost was a kind of high quality organic fertilizer for high yield and quality cultivation of vegetables.

Keywords: vermicompost; vermiculite; spinach; growth; quality