

蚯蚓粪的综合利用研究现状

许永利, 张俊英, 李富平 (河北理工大学资源与环境学院, 河北唐山 063009)

摘要 详细介绍了国内外蚯蚓粪在作为育苗基质、生物有机肥料、土传病害的抑制和养殖场的脱臭剂等方面的应用和研究现状, 并对蚯蚓粪研究和利用中存在的问题进行了探讨。

关键词 蚯蚓粪; 育苗基质; 生物有机肥料; 综合利用

中图分类号 Q959.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)23-07179-02

Research Status of Comprehensive Utilization of Wormcast

XU Yong-Li et al (College of Resources and Environment, Hebei Polytechnic University, Tangshan, Hebei 063009)

Abstract Wormcast could be used widely in agriculture because of its special physical chemistry and biology characteristics. The applications of wormcast were introduced such as its use as substrate of seedling culture and the bio-organic fertilizer. Wormcast could inhibit the growth of soil-borne disease and be deodorizer in hoggery or hennery and so on. Problems in wormcast research and application were also discussed.

Key words Wormcast; Substrate of seedling culture; Bio-organic fertilizer; Comprehensive utilization

以蚯蚓处理有机废弃物的方式有简单的露天堆养、箱养、池养及复杂的自动连续生物反应器等几种^[1]。一些蚯蚓品种对作物秸秆、动物畜禽粪便及工业废弃物等有机废弃物的分解、处理具有一定潜力^[2]。随着大量有机废弃物处理问题及人类寻求新的解决办法问题的突出, 蚯蚓养殖业正在逐渐发展并壮大, 蚯蚓及蚯蚓粪在各方面的综合利用研究也越来越多。

1 蚯蚓粪的基本性质

1.1 蚯蚓粪的物理性质 蚯蚓粪是一种黑色、均一、有自然泥土味的细碎类物质, 其物理性质由原材料的性质及蚯蚓消化的程度决定。蚯蚓粪具有很好的孔性、通气性、排水性和高的持水量, 蚯蚓粪有很大的表面积, 使得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, 同时经过蚯蚓消化, 有益于蚯蚓粪中水稳性团聚体的形成^[3]。

1.2 蚯蚓粪的化学性质 蚯蚓粪与蚯蚓饵料相比, 其可溶性盐的含量、阳离子交换性能和腐殖酸含量有明显增加, 有机质转化为稳定的腐殖质类复合物^[4]。有机废弃物一般呈碱性, 而多数植物喜好的生长环境偏酸性 (pH 6.0~6.5), 通过蚯蚓的消化, 在微生物新陈代谢过程中分泌有机酸, 从而使偏碱性的畜禽粪便经过处理而趋于中性^[5]。蚯蚓粪中营养物质的含量因原材料不同而有差异, 同时也与蚯蚓活性有关^[6]。

1.3 蚯蚓粪的生物学性质 蚯蚓粪中富含细菌、放线菌和真菌。蚯蚓能减轻由病原真菌引起的病害, 在通过蚯蚓消化道时, 随食物进入体内的真菌营养体及大部分细菌被杀死, 只有真菌的孢子和部分细菌仍可保持生活力。真菌是蚯蚓食物的一部分, 消化道内某些消化酶可能来源于微生物, 因此微生物在蚯蚓同化吸收有机物中起着重要作用^[7]。赤霉素、生长素、细胞分裂素等激素在植物的新陈代谢中发挥着重要作用, 能影响植物生长和作物品质, 早期的研究表明蚯蚓粪中富含多种植物激素^[8]。蚯蚓粪同时富含腐殖酸类物质, 而腐殖酸能影响植物营养吸收和蛋白合成。

2 蚯蚓粪的应用现状

2.1 在育苗中的应用 我国蔬菜种植特别是大棚蔬菜大多

采用育苗移栽的办法, 近年来国内外不同的研究均发现, 蚯蚓粪在园艺作物等的育苗方面有一定的利用价值。美国俄亥俄州立大学 Atiyeh 等在温室育苗基质 (Metro-mix 360) 中添加不同量蚯蚓粪, 研究西红柿苗的生长状况。25%~50% 添加量 (体积比) 的处理西红柿苗的生长量显著高于其他处理^[9]。Atiyeh 等在法国万寿菊的育苗试验研究中发现添加蚯蚓粪后除 100% (体积比) 蚯蚓粪处理外, 万寿菊的根系都显著多于对照; 而 40% 蚯蚓粪添加量处理万寿菊的生长和生产力都显著高于对照^[10]。由此可见适量添加蚯蚓粪可以缩短育苗时间, 对于工厂化育苗具有极大的经济价值。

尚庆茂等探讨了蚯蚓粪作为育苗基质的可行性。以蚯蚓粪为主要原料配合不同体积比的蛭石作为育苗基质, 研究了此复合基质对辣椒、茄子、西瓜、甘蓝等种子萌发及幼苗生长发育的影响。结果表明: 与草炭相比, 蚯蚓粪具有容重较大、孔隙度和持水力较小, 高磷、钾含量和低氮含量等特性; 3:1 (v:v) 蚯蚓粪复合基质育苗效果最佳, 既提高了西瓜种子出苗率, 又促进了幼苗生长发育, 与对照相比, 根体积、全株干重、壮苗指数分别增加了 129.17%、22.95%、211.8%^[11-12]。张志刚等的研究证明蚯蚓粪作育苗基质时对茄果类蔬菜穴盘苗的耐热性有一定影响, 蚯蚓粪基质通过对茄果类蔬菜穴盘苗抗氧化体系的保护或提高相关抗氧化酶活性, 可以提高茄果类蔬菜穴盘苗的耐热性^[13]。以上研究表明, 利用蚯蚓粪作为育苗基质进行育苗, 可以显著提高秧苗质量, 缩短育苗时间, 有利于培育壮苗及工厂化育苗。

2.2 作为生物有机肥料 由于蚯蚓粪在物理、化学、微生物性质方面优良的肥料特点, 在园艺和种植业中的应用已进行过大量研究, 蚯蚓粪能不同程度地提高多种作物包括谷物、豆科植物、花卉、蔬菜及其他大田作物的种子发芽率, 促进其生长, 提高产量, 改善品质^[14]。Atiyeh 等在温室西红柿栽培中添加蚯蚓粪发现, 添加 10%、20% 和 40% (体积比) 蚯蚓粪后西红柿的商品率显著升高, 畸形果显著减少, 且 20% 添加量下西红柿的产量最高, 达 5.1 kg/株, 单果重比对照高 12.4%^[15]。Arancon 等的研究证明蚯蚓粪可以通过增加微生物的数量和活性来影响氮循环速度和分泌植物生长激素, 对草莓的生长发育、产量有显著的促进作用^[16]。

蚯蚓粪可以提高土壤有机质含量, 单施蚯蚓粪土壤有机质与全 N、全 P 含量分别增加 78.7%、47.9%、40.8%, 单施蚯

基金项目 河北省自然科学基金 (E2007000581) 资助。

作者简介 许永利 (1974-), 男, 河北定州人, 硕士, 助教, 从事固体废物资源化利用研究。

收稿日期 2007-05-25

蚓粪微生物总量增加 108.2%。促进叶面积增长与干物质积累,与不施肥相比增产 45.5%、77.5%,差异达极显著水平。施用蚯蚓粪改善甘蓝品质,降低甘蓝硝酸盐含量,提高维生素 C 含量^[17]。施用蚯蚓粪还可提高土壤中中性磷酸酶、蛋白酶、脲酶和蔗糖等的活性,增强土壤供肥性能。Atiyeh 将蚯蚓粪浸提的腐殖酸加入到栽培基质中,显著增加了西红柿和黄瓜的株高、叶面积和根干重等指标^[18]。应用到草莓可显著提高草莓鲜果产量,并能改善其品质,配施蚓粪处理的肥料效应明显优于对照处理和单施 NPK 化肥处理^[19]。

2.3 可抑制土传病虫害 适量添加蚯蚓粪可以抑制土壤害虫和土传病害^[20]。Arancon 等发现添加蚯蚓粪后与对照相比,可显著降低植物寄生线虫的数量,降低植物的感病率^[21]。Arancon 等证实添加适量的蚯蚓粪可以增强草莓的抗病性,使草莓能够抵御病原菌和线虫的侵害^[16]。蚯蚓粪控制病害的程度与蚯蚓粪的量有一定的关系,当蚯蚓粪与土体积比为 20%时,控制病害的程度最大,防效达 96.1%。蚯蚓粪的这种作用与蚯蚓粪中的微生物有关,蚯蚓粪能大大提高土壤中的微生物量和微生物活性,进而大大增强病土中与病原菌进行能源竞争的微生物的竞争能力。胡艳霞等从新鲜蚯蚓粪中成功分离到拮抗活性强、抗菌谱广的拮抗微生物。蚯蚓粪可诱导黄瓜产生炭疽病系统抗性,蚯蚓粪通过启动黄瓜体内的防御酶系,诱导黄瓜产生系统抗性,控制病害的发生^[22-23],从而初步解释了蚯蚓粪的抑病机理。

2.4 作为脱臭剂 蚯蚓粪亦可作为养殖场的脱臭剂^[24]。蚯蚓粪具有高孔隙率和比表面积,是各种臭气的高效吸附剂;蚯蚓粪中含有的大量微生物对臭气物质具有良好的吸收净化功能。蚯蚓粪经简单加工可作为生物除臭剂,在养殖场脱臭等方面具有广阔的市场应用前景。添加蚯蚓粪能降低猪排泄物中对甲酚、3-甲基吡啶和部分挥发性脂肪酸的浓度,从而有效降低厌氧发酵的猪排泄物中部分臭气化合物的含量^[25]。蚯蚓粪可代替锯屑作养鸡场鸡舍垫料。蚯蚓粪做鸡舍垫料去除硫化氢效果优于锯屑去除氨气的效果,均达到 72%以上。试验证明用蚯蚓粪做垫料可以明显降低鸡舍内臭气的主要成分氨气和硫化氢气体,比锯屑作垫料氨气和硫化氢浓度明显下降,未发现鸡群有异常表现^[26]。


3 展望

综上所述,蚯蚓粪可作为新型的育苗基质、生物肥料、生物防治剂及养殖场脱臭剂等,但对蚯蚓粪的各项研究仍处于初期阶段,国内的大多数研究还停留在试验阶段,目前亟需进行田间试验示范,以验证其田间应用的效果。

蚯蚓粪作为蚯蚓养殖的副产品,在国内的销售状况一直处于低迷状态,价格与国际市场相比也有一定差距,其原因是多方面的,目前蚯蚓粪的深加工不足,多数企业仅对蚯蚓粪进行简单加工即出售,从而使得多数蚯蚓养殖场处于微利运营的境况下,这对于蚯蚓养殖场自身发展和蚯蚓养殖业的长期稳定发展不利。对蚯蚓粪的综合利用进行深入研究,开发蚯蚓粪的应用潜力,对于蚯蚓养殖业的发展具有积极的意义。结合我国实际情况可对蚯蚓粪进一步进行加工,开发可适用于不同植物的专用育苗基质和肥料。同时应利用蚯蚓粪富含多种微生物的特性,加大其在生物防治方面的深入研究,开发蚯蚓粪在生物防治方面的潜力。

参考文献

- [1] SUN Z J.Vermicomposting in China [M].Verminuim Michigen, USA, 2000.
- [2] KALE R D.Earthworms: Nature's gift for utilization of organic wastes[M]//EDWARDS C A, eds.Earthworm ecology.Boca Raton: CRC Press, 1998: 355-377.
- [3] EDWARDS C A, BURROWS I.The potential of earthworm composts as plant growth media [M]//EDWARDS C A, NEUHAUSER E F, eds.Earthworms in waste and environment management.The Hague: SPB Academic Press, The Netherlands, 1988: 21-32.
- [4] ELVIRA C, GOICOECHEA M, SAMPEDRO L, et al.Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge earthworms [J].Bioresource Technology, 1996, 57: 173-177.
- [5] NDEGWA P M, THOMPSON S A, DAS K C.Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids [J]. Bioresource Technology, 2000, 71: 5-12.
- [6] HANDRECK K A.Vermicomposts as components of potting media [J].Bio Cycle, 1986, 27: 58-62.
- [7] 张宝贵.蚯蚓与微生物的相互作用[J].生态学报, 1997(5): 556-560.
- [8] TOMATI U, GRAPPELLI A, GALLI E.Fertility factors in earthworm [M]//TOMAI U.Prospects in earthworm farming.Rome: Publication Ministro della Ricerca Scientifica Technologia, 1983: 49-56.
- [9] ATIYEH R M, EDWARDS C A, SUBLER S.Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth[J].Bioresource Technology, 2001, 78: 11-20.
- [10] ATIYEH R M, ARANCON N Q, EDEARDS C A, et al.The influence of earthworm -processed pig manure on the growth and productivity of marigolds[J].Bioresource Tecnology, 2002, 81: 103-108.
- [11] 尚茂茂, 张志刚.蚯蚓粪基质辣椒穴盘苗播后喷施肥料效果的研究 [J].西南园艺, 2005, 33(5): 1-3.
- [12] 尚茂茂, 张志刚.蚯蚓粪基质在西瓜穴盘育苗中的应用研究[J].中国瓜菜, 2006, 1: 14-16.
- [13] 张志刚.尚茂茂.蚯蚓粪基质对茄果类蔬菜穴盘苗耐热性的影响[J].沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 404-408.
- [14] ARANCON N Q, EDWARDS C A, BIERMAN P, et al.Influences of vermicomposts on field strawberries: 1.Effects on growth and yields[J].Bioresource Technology, 2004, 93(2): 145-153.
- [15] ATIYEH R M, ARANCON N Q, EDWARDS C A, et al.Influence of earthworm -processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes[J].Bioresource Tecnology, 2000, 75: 175-180.
- [16] 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: 831-840.
- [17] 吕振宇, 马永良.蚯蚓粪有机肥对土壤肥力与甘蓝生长、品质的影响[J].中国农学通报, 2005(12): 236-240.
- [18] ATIYEH R, LEE S, EDWARDS C A, et al.The influence of humic acids derived from earthworm -processed organic wastes on plant growth[J].Bioresource Technology, 2002, 84: 7-14.
- [19] 崔玉珍, 牛明芬.蚯蚓粪对土壤的培肥作用及草莓产量和品质的影响[J].土壤通报, 1998, 29(4): 156-157.
- [20] EDWARDS C A, NORMAN Q A.Vermicomposts suppress plant pest and disease attacks [J].Pro Quest Agriculture Journals, 2004, 45(3): 51-54.
- [21] ARANCON N, EDWARDS C A, YARDIM F, et al.Management of plant parasitic nematodes by use of vermicomposts[J].Proceedings of Brighton Crop Protection Conference -Pests and Diseases, 2002, 2: 705-710.
- [22] 胡艳霞, 孙振钧, 周法永, 等.蚯蚓粪对黄瓜苗期土传病害的抑制作用[J].生态学报, 2002, 22(7): 1106-1115.
- [23] 胡艳霞, 孙振钧, 孙永明, 等.蚯蚓粪对黄瓜炭疽病的系统诱导抗性作用[J].应用生态学报, 2004, 15(8): 1358-1362.
- [24] SCHEU S.Microbial activity and nutrient dynamics in earthworm casts (*Lumbricidae*) [J].Biology and Fertility of Soils, 1987, 5: 230-234.
- [25] 曾正清, 孙振钧, THEO WAN KEMPE.牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气化合物产量的影响[J].中国农业大学学报, 2003, 8(3): 37-42.
- [26] 王颂萍.蚯蚓粪除鸡舍臭气效果的试验报告 [J].畜牧环保, 2006(8): 22-23.

作者: 许永利, 张俊英, 李富平
作者单位: 河北理工大学资源与环境学院, 河北唐山, 063009
刊名: 安徽农业科学 
英文刊名: JOURNAL OF ANHUI AGRICULTURAL SCIENCES
年, 卷(期): 2007, 35 (23)
被引用次数: 19次

参考文献(26条)

1. SUN Z J [Vermicomposting in China](#) 2000
2. KALE R D [Earthworms:Nature's gift for utilization of organic wastes](#) 1998
3. EDWARDS C A;BURROWS I [The potential of earthworm composts as plant growth media](#) 1988
4. ELVIRA C;GOICOECHEA M;SAMPEDRO L [Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge earthworms](#)[外文期刊] 1996 (2)
5. NDEGWA P M;THOMPSON S A;DAS K C [Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids](#)[外文期刊] 2000
6. HANDRECK K A [Vermicomposts as components of potting media](#) 1986
7. 张宝贵 [蚯蚓与微生物的相互作用](#) 1997 (05)
8. TOMATI U;GRAPPELLI A;GALLI E [Fertility factors in earthworm](#) 1983
9. ATIYEH R M;EDWARDS C A;SUBLER S [Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium:effects on physicochemical properties and plant growth](#)[外文期刊] 2001 (1)
10. ATIYEH R M;ARANCON N Q;EDEARDS C A [The influence of earthworm -processed pig manure on the growth and productivity of marigolds](#)[外文期刊] 2002 (2)
11. 尚庆茂;张志刚 [蚯蚓粪基质辣椒穴盘苗播后喷施肥料效果的研究](#)[期刊论文]-[西南园艺](#) 2005 (05)
12. 尚庆茂;张志刚 [蚯蚓粪基质在西瓜穴盘育苗中的应用研究](#)[期刊论文]-[中国瓜菜](#) 2006 (01)
13. 张志刚;尚庆茂 [蚯蚓粪基质对茄果类蔬菜穴盘苗耐热性的影响](#)[期刊论文]-[沈阳农业大学学报](#) 2006 (03)
14. ARANCON N Q;EDWARDS C A;BIERMAN P [Influences of vermicomposts on field strawberries:1.Effects on growth and yields](#)[外文期刊] 2004 (02)
15. ATIYEH R M;ARANCON N Q;EDWARDS C A [Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes](#)[外文期刊] 2000 (3)
16. ARANCON N Q;EDWARDS C A;BIERMAN P [Influences of vermicomposts on field strawberries:Part 2.Effects on soil microbiological and chemical properties](#)[外文期刊] 2006 (6)
17. 吕振宇;马永良 [蚯蚓粪有机肥对土壤肥力与甘蓝生长、品质的影响](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#) 2005 (12)
18. ATIYEH R;LEE S;EDWARDS C A [The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth](#)[外文期刊] 2002
19. 崔玉珍;牛明芬 [蚯蚓粪对土壤的培肥作用及草莓产量和品质的影响](#) 1998 (04)
20. EDWARDS C A;NORMAN Q A [Vermicomposts suppress plant pest and disease attacks](#)[外文期刊] 2004 (03)
21. ARANCON N;EDWARDS C A;YARDIM F [Management of plant parasitic nematodes by use of vermicomposts](#) 2002
22. 胡艳霞;孙振钧;周法永 [蚯蚓粪对黄瓜苗期土传病害的抑制作用](#)[期刊论文]-[生态学报](#) 2002 (07)
23. 胡艳霞;孙振钧;孙永明 [蚯蚓粪对黄瓜炭疽病的系统诱导抗性作用](#)[期刊论文]-[应用生态学报](#) 2004 (08)
24. SCHEU S [Microbial activity and nutrient dynamics in earthworm casts \(Lumbricidae\)](#) 1987
25. 曾正清;孙振钧;THEO WAN KEMPE [牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气化合物产量的影响](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#)

26. [王颂萍](#) [蚯蚓粪除鸡舍臭气效果的试验报告](#)[期刊论文]-[畜牧环保](#) 2006(08)

本文读者也读过(6条)

1. [胡艳霞](#), [孙振钧](#), [王东辉](#), [孙永明](#) [蚯蚓粪中拮抗微生物分析](#)[期刊论文]-[应用与环境生物学报](#)2004, 10(1)
2. [杨应祥](#) [多功能生物有机肥--蚯蚓粪](#)[期刊论文]-[西北园艺](#)2006(3)
3. [刘广青](#), [侯吉聪](#), [孟海玲](#), [董仁杰](#) [国内外蚯蚓处理废弃物发展现状](#)[会议论文]-2003
4. [张余良](#), [孙长载](#), [ZHANG Yu-liang](#), [SUN Chang-zai](#) [几种不同组合蚯蚓粪复合有机肥的效果试验](#)[期刊论文]-[天津农业科学](#)2006, 12(1)
5. [李丹](#), [王德汉](#), [曾婷](#), [李亮](#), [谢锡龙](#), [LI Dan](#), [WANG De-han](#), [ZENG Ting](#), [LI Liang](#), [XIE Xi-long](#) [接种蚯蚓堆制处理造纸污泥的试验研究](#)[期刊论文]-[中国造纸学报](#)2010, 25(1)
6. [刘健](#) [蚯蚓粪对几种盆栽园艺植物营养影响的研究](#)[学位论文]2009

引证文献(19条)

1. [张莹莹](#), [张勇](#), [宁志利](#) [蚯蚓粪的作用及其在鸡生产中的应用](#)[期刊论文]-[饲料博览](#) 2010(11)
2. [刘士喜](#), [刘文军](#), [史江彬](#), [王力生](#) [蚯蚓养殖与产业开发探讨](#)[期刊论文]-[农技服务](#) 2009(11)
3. [陈玲玲](#), [吴晶](#), [钱晓晴](#) [蚓粪复合基质对康乃馨育苗及其生长的影响](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2011(16)
4. [宋丽芬](#), [李海青](#) [蚯蚓粪基质在番茄穴盘育苗中的应用研究](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2011(3)
5. [宋丽芬](#), [史向群](#) [蚯蚓粪育苗基质中氮肥添加量的研究](#)[期刊论文]-[北方园艺](#) 2011(19)
6. [刘建利](#), [王舒婷](#), [高伟](#), [郭晋君](#) [火焰原子吸收分光光度法测定蚯蚓粪中重金属](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2010(29)
7. [邓惠](#), [陈淼](#), [刁晓平](#), [俞花美](#), [葛成军](#), [陈健](#) [蚯蚓处理甘蔗渣和牛粪混合废弃物的初步研究](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2013(9)
8. [仲随军](#), [宋忠俭](#), [樊继刚](#) [蚯蚓粪有机肥在甜瓜上的应用效果研究](#)[期刊论文]-[现代农业科技](#) 2012(10)
9. [曹瑞琪](#) [蚯蚓堆肥对餐厨垃圾的肥料化处理和生态综合利用评估](#)[期刊论文]-[实验技术与管理](#) 2013(11)
10. [罗艺](#), [彭祥伟](#), [王阳铭](#), [王高富](#), [宋代军](#) [蚯蚓添加剂在家禽生产中的研究进展](#)[期刊论文]-[家禽科学](#) 2011(9)
11. [程静](#), [曾运丁](#), [茅沈丽](#), [邹青](#), [邹记兴](#) [不同水平的蚯蚓和蚯蚓粪对草鱼消化能力的影响](#)[期刊论文]-[河北渔业](#) 2012(9)
12. [罗艺](#), [彭祥伟](#), [王阳铭](#), [王高富](#), [宋代军](#) [蚯蚓添加剂在家禽生产中的研究进展](#)[期刊论文]-[畜牧与饲料科学](#) 2011(6)
13. [卓少明](#), [林丽锦](#) [蚯蚓应用于娃娃缨萝卜菜循环式生产的研究初报](#)[期刊论文]-[农业环境科学学报](#) 2010(z1)
14. [王钢](#), [任伟毅](#), [王慧](#), [李红芳](#) [液体生物有机肥在果蔬及水产养殖上的应用](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2012(2)
15. [蔡树美](#), [钱晓晴](#), [柏彦超](#), [郎莎莎](#), [单玉华](#) [不同供氮条件下施用蚯蚓粪对水稻生长及根系活性的影响](#)[期刊论文]-[扬州大学学报\(农业与生命科学版\)](#) 2009(4)
16. [管冬兴](#), [楚英豪](#) [蚯蚓堆肥用于我国农村生活垃圾处理探讨](#)[期刊论文]-[中国资源综合利用](#) 2008(9)
17. [高秀瑞](#), [李冰](#), [武彦荣](#), [潘秀清](#) [河北省蔬菜集约化育苗的现状分析与对策思考](#)[期刊论文]-[河北农业科学](#) 2011(12)
18. [吕丽媛](#), [伍玉鹏](#), [孙振钧](#), [毕艳孟](#) [有机肥对盐碱土蓖麻苗生长的调控作用](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2013(3)
19. [俞花美](#), [邓惠](#), [陈淼](#), [刁晓平](#), [葛成军](#), [陈健](#) [蚯蚓处理农业废弃物技术研究进展及其在热区的应用](#)[期刊论文]-[广东农业科学](#) 2014(3)

引用本文格式: [许永利](#), [张俊英](#), [李富平](#) [蚯蚓粪的综合利用研究现状](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2007(23)