ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

第 32 卷 第 18 期 Vol.32 No.18 2012

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

（SHENGTAI XUEBAO）

第 32 卷 第 18 期　　2012 年 9 月　（半月刊）

目　　次

亚热带典型树种对模拟酸雨胁迫的高光谱响应…… 时启龙，江　洪，陈　健，等（5621）
珠江三角洲地面风场的特征及其城市群风道的构建…… 孙　武，王义明，王越雷，等（5630）
粤北山地常绿阔叶林自然干扰后冠层结构与林下光照动态…… 区余端，苏志尧（5637）
四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响 …… 张昌容，郅军锐，莫利锋（5646）
普洱季风常绿阔叶林次生演替中木本植物幼苗更新特征…… 李帅锋，刘万德，苏建荣，等（5653）
喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种多度与丰富度空间分布的尺度效应…… 张忠华，胡　刚，祝介东，等（5663）
格氏栲天然林土壤养分空间异质性…… 苏松锦，刘金福，何中声，等（5673）
种植香根草对铜尾矿废弃地基质化学和生物学性质的影响…… 徐德聪，詹　婧，陈　政，等（5683）
灌溉对三种荒漠植物蒸腾耗水特性的影响…… 单立山，李　毅，张希明，等（5692）
真盐生植物盐角草对不同氮形态的响应…… 聂玲玲，冯娟娟，吕素莲，等（5703）
庞泉沟自然保护区寒温性针叶林演替优势种格局动态分析…… 张钦弟，毕润成，张金屯，等（5713）
不同水肥条件下 AM 真菌对丹参幼苗生长和营养成分的影响…… 贺学礼，马　丽，孟静静，等（5721）
垄沟覆膜栽培冬小麦田的土壤呼吸…… 上官宇先，师日鹏，韩　坤，等（5729）
不同方式处理牛粪对大豆生长和品质的影响 …… 郭立月，刘雪梅，战丽杰，等（5738）
基于大气沉降与径流的乌鲁木齐河源区氮素收支模拟 …… 王圣杰，张明军，王飞腾，等（5747）
基于能值理论的循环复合农业生态系统发展评价——以福建省福清星源循环农业产业示范基地为例……
…… 钟珍梅，翁伯琦，黄勤楼，等（5755）
低温暴露和恢复对棘胸蛙雌性亚成体生存力及能量物质消耗的影响…… 凌　云，邵　晨，颉志刚，等（5763）
暗期干扰对棉铃虫两个不同地理种群滞育抑制作用的比较…… 陈元生，涂小云，陈　超，等（5770）
水土流失治理措施对小流域土壤有机碳和全氮的影响…… 张彦军，郭胜利，南雅芳，等（5777）
不同管理主体对泸沽湖流域生态系统影响的比较分析…… 董仁才，苟亚青，李思远，等（5786）
连江鱼类群落多样性及其与环境因子的关系…… 李　捷，李新辉，贾晓平，等（5795）
溶氧水平对鲫鱼代谢模式的影响 …… 张　伟，曹振东，付世建（5806）
象山港人工鱼礁区的网采浮游植物群落组成及其与环境因子的关系…… 江志兵，陈全震，寿　鹿，等（5813）
填海造地导致海湾生态系统服务损失的能值评估——以套子湾为例…… 李睿倩，孟范平（5825）
城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例…… 姚玉敏，朱晓东，徐迎碧，等（5836）

专论与综述

生态基因组学研究进展 …… 施永彬，李钧敏，金则新（5846）
海洋酸化生态学研究进展 …… 汪思茹，殷克东，蔡卫君，等（5859）
纺锤水蚤摄食生态学研究进展…… 胡思敏，刘　胜，李　涛，等（5870）
河口生态系统氨氧化菌生态学研究进展…… 张秋芳，徐继荣，苏建强，等（5878）
嗜中性微好氧铁氧化菌研究进展…… 林超峰，龚　骏（5889）
典型低纬度海区（南海、孟加拉湾）初级生产力比较 …… 刘华雪，宋星宇，黄洪辉，等（5900）
植物叶片最大羧化速率及其对环境因子响应的研究进展 …… 张彦敏，周广胜（5907）
中国大陆鸟类栖息地选择研究十年…… 蒋爱伍，周　放，覃　玥，等（5918）

研究简报

孵化温度对赤链蛇胚胎代谢和幼体行为的影响…… 孙文佳，俞　霄，曹梦洁，等（5924）
不同培肥茶园土壤微生物量碳氮及相关参数的变化与敏感性分析 …… 王利民，邱珊莲，林新坚，等（5930）
施肥对两种苋菜吸收积累镉的影响 …… 李凝玉，李志安，庄　萍，等（5937）

期刊基本参数：CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 322 * zh * P * ￥70.00 * 1510 * 36 * 2012-09

封面图说：冬天低空飞翔的丹顶鹤——丹顶鹤是鹤类中的一种，因头顶有“红肉冠”而得名。是东亚地区特有的鸟种，因体态优雅、颜色分明，在这一地区的文化中具有吉祥、忠贞、长寿的象征，是传说中的仙鹤，国家一级保护动物。丹顶鹤具备鹤类的特征，即三长——嘴长、颈长、腿长。成鸟除颈部和飞羽后端为黑色外，全身洁白，头顶皮肤裸露，呈鲜红色。丹顶鹤每年要在繁殖地和越冬地之间进行迁徙，只有在日本北海道等地是留鸟，不进行迁徙，这可能与冬季当地人有组织地投喂食物，食物来源充足有关。

彩图提供：陈建伟教授　北京林业大学　E-mail：cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201108091164
郭立月, 刘雪梅, 战丽杰, 博文静, 李勇, 曾祥伟, 吴光磊, 蒋高明. 不同方式处理牛粪对大豆生长和品质的影响. 生态学报, 2012, 32(18): 5738-5746.
Guo L Y, Liu X M, Zhan L J, Bo W J, Li Y, Zeng X W, Wu G L, Jiang G M. Cattle dung composted by different methods had different effects on the growth and quality of soybean. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(18): 5738-5746.

不同方式处理牛粪对大豆生长和品质的影响

郭立月[1,2], 刘雪梅[3], 战丽杰[1], 博文静[2], 李 勇[2], 曾祥伟[1], 吴光磊[1], 蒋高明[1,2,*]
(1. 山东农业大学作物生物学国家重点实验室, 泰安 271018; 2. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093
3. 山东省汶上县汶上镇人民政府, 济宁 272500)

摘要: 大型养殖场粪便堆积造成严重的环境污染, 对这类废弃物开展资源化利用研究具有重要生态学和经济学意义。以不施肥料处理(CK)为对照, 研究了生态养殖场牛粪经腐熟(DD)和蚯蚓处理(RD)后对大豆生长与品质的影响。研究表明: 生态养殖场牛粪经过两种处理后, 在一定施用量范围(DD≤30 t/hm^2, RD≤45 t/hm^2)内, 可显著增加大豆株高、分株数、干物质积累, 促进植株生长, 增加单株荚数、籽粒数、籽粒重, 提高大豆产量(P<0.01)。施入腐熟牛粪 30 t/hm^2 株高和单株结荚数比 CK 分别增加 24.2 cm、63%; 经蚯蚓处理后, 可以提高牛粪施用量的上限, 施入蚯蚓处理过的牛粪 45 t/hm^2 时产量最高、单株结荚数最多, 比 CK 分别增加 72% 和 75% (P<0.01); 施入蚯蚓处理过的牛粪 15 t/hm^2 时, 粗蛋白含量、蛋脂总量最高, 比 CK 分别增加 7% 和 6% (P<0.01)。本研究可为大型养殖场牛粪资源化利用提供科学依据。

关键词: 牛粪; 大豆; 农艺性状; 产量; 品质

Cattle dung composted by different methods had different effects on the growth and quality of soybean

GUO Liyue[1,2], LIU XueMei[3], ZHAN Lijie[1], BO Wenjing[2], LI Yong[2], ZENG Xiangwei[1], WU Guanglei[1], JIANG Gaoming[1,2,*]
1 *State Key Laboratory of Crop Biology, Shandong Agricultural University, Tai'an* 271018, *Shandong, China*
2 *State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100093, *China*
3 *People's Government of Wenshang Town, Wenshang County, Ji'ning* 272500, *Shandong, China*

Abstract: Plentiful livestock manure accumulated in large livestock field is leading to serious environmental pollution problem. Reasonable utilization of such waste has important ecological and economics significance. Decomposed cattle dung (DD) and earthworm-treated cattle dung (ED) were applied to soybean crop in order to study their influence on the growth, yield and quality of soybean. The results revealed that cattle dung treated by both methods could be able to significantly(P<0.01) promote plant height, number of branches, dry matter accumulation, add pods, seeds, seed weight per plant, soybean growth, and improve the yield and quality of soybean (DD≤30 t/hm^2, RD≤45 t/hm^2) compared with CK. Against CK, plant height and pods per plant increased 24.2 cm and 63% respectively, in the treatment of 30 t/hm^2 DD; The application upper limit of organic fertilizer treated by earthworm could rise. The application of 45 t/hm^2 ED increased the yield and pods per plant by 72% and 75% respectively (P<0.01). The protein content and the total content of protein and fat content were the highest in the treatment of 15 t/hm^2 ED, which had been increased by 7% and 6% respectively, compared with CK (P<0.01). Our investigation might be useful for promoting the utilization and recycling of

基金项目: 山东省人民政府泰山学者资助项目(00523902)
收稿日期: 2011-08-09; **修订日期**: 2011-11-15
* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jianggm@126.com

cattle dung in large sized livestock farms.

Key Words: cattle dung; soybean; agronomic character; yield; quality

近年来,我国畜禽养殖已逐渐从散户养殖向规模化、集约化发展[1-2],所排放的畜禽粪便逐年增加。目前中国畜禽粪便排放量约为 4.5×10^9 t[3],由此带来的环境污染问题引起了国内外关注[4-7]。畜禽粪便可释放多种有害气体,且含有很多病原菌、寄生卵虫和重金属等[4],未经处理使用会造成农田生态系统受损。也有人分析[8],畜禽所采食的饲料 70% 未经吸收就被排出体外。畜禽粪便中含有作物所必需的氮、磷、钾等多种营养成分[9],正确使用可增加土壤有效养分含量,提高土壤肥力,增加土壤生物活性[10]。

长期以来,我国农业生产普遍存在着化肥施用过量而有机肥施用不足的问题[11-12],单纯增施化肥不仅造成了农业投入增加,而且加剧农田环境污染,造成土地板结、土壤酸化,降低农产品质量[12-13]。食品安全问题越来越受到人们的关注,有机农业及生态养殖正逐步受到重视,充分利用生态养殖场的畜禽粪便既能解决大量畜禽粪便污染环境问题又可有效解决有机农业发展中的有机肥来源不足问题。过去常采取填土、垫圈或堆肥方法将畜禽粪便制成农家肥[1],目前的做法包括直接施用[14]、微生物菌剂发酵后施用[9],利用蚯蚓、蝇蛆等堆腐后施用[1,15]。1981 年,英国 Rothamsted[16]实验站开展了利用蚯蚓加工处理畜禽粪研究,后相继在法国、德国、意大利、西班牙、其它一些国家展开,取得了重要进展[15]。蚯蚓粪对蔬菜和花卉的影响已有人做了大量研究[17-22],但养牛场牛粪经蚯蚓处理后蚯蚓粪难以彻底分离,混有蚯蚓粪的牛粪对作物生长、产量和品质影响的报道很少,一些预测尚停留在推理阶段。

本研究以生态养殖场牛粪为原料,通过接种蚯蚓对其进行堆肥处理,并与传统的塑料薄膜覆盖腐熟处理对比,探讨混有蚯蚓粪的牛粪对大豆生长、产量和品质的影响,从而筛选有效合理的牛粪处理方式,为牛粪资源化循环利用提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试验地点

本试验于 2010 年在山东农业大学农业生态系统定位站(35°26′34″N, 117°49′13″E)进行。该站位于山东省平邑县蒋家庄村,多年平均气温 13.2 ℃,平均无霜期 212 d,平均年降水量 770.2 mm,耕地为中低产田。该定位站核心思路是,利用生态学原理,从秸秆、害虫、杂草综合开发利用入手,种养结合,通过肉牛这一生物转化器,解决农村秸秆焚烧问题,并产生大量有机肥。目前,该定位站肉牛养殖达 104 头,年产牛粪约 500 t,全部归还农田。

1.2　实验材料

1.2.1　供试肥料

塑料薄膜密封腐熟牛粪(decomposed dung, DD),将牛粪堆成宽 1.5 m,厚 50 cm 的长方形粪堆,含水量 60%—70%,用塑料薄膜密封,每隔两个月翻动一次,堆肥时间为 6 个月;蚯蚓处理牛粪(earthworm-treated dung, ED),将牛粪堆成宽 1.5 m,厚 20 cm 的长方形粪堆,接种蚯蚓 0.5 kg/m^2,保证充足的水分,6 个月后将蚯蚓与粪便分离。选用的牛粪均由弘毅生态农场提供,该农场采用生态养殖的方法,以玉米、玉米秸秆、花生糠、豆粕为原料饲喂肉牛,不添加任何添加剂。两种不同处理牛粪的理化性状见表 1。

1.2.2　供试品种

夏大豆(*Glycine max*(L.) Merr.)极早熟品种鲁豆 1 号,该品种为有限结荚习性,夏播生育期 90—95d。

1.3　试验设计

试验设定 DD、ED 两种肥料处理,施肥量为 15、30、45 t/hm^2(干重)3 个水平,以空白(不施有机肥 CK)为对照,采用随机区组设计,共 7 个处理,分别为:CK,不施有机肥;DD1、DD2、DD3 分别为施用塑料薄膜密封腐熟 6 个月的牛粪 15、30、45 t/hm^2;ED1、ED2 、ED3 分别为施蚯蚓处理 6 个月的牛粪 15、30、45 t/hm^2。

表 1 供试牛粪和土壤的主要养分含量和 pH 值

Table 1 Main nutrient contents, pH value of cattle dung and soil used for experiments

	有机质 Organic matter /%	全氮 Total N /%	全磷 Total P /%	全钾 Total K /%	速效氮 Available N /(mg/kg)	速效磷 Available P /(mg/kg)	速效钾 Available K /(mg/kg)	pH
DD	40.61	3.27	0.52	1.78	2667.04	3229.94	16466.07	8.14
ED	31.38	2.25	0.27	0.43	1524.52	2399.08	864.93	7.90
供试土 Soil	1.63	0.20	0.06	0.63	132.28	11.06	137.32	6.73

DD:腐熟牛粪 Earthworm-treated dung;ED:蚯蚓处理牛粪 Earthworm-treated dung;供试土壤为大田 0—20cm 的土

采用盆栽的方式进行作物栽培。盆高 23 cm,上口直径 26 cm;施肥量根据面积折合,土层 20 cm,有机肥和土混合均匀,于 2010 年 6 月 24 日将大豆播种于塑料盆中,每盆播种 7 粒种子,待第 3 片复叶完全展开后定苗,每盆保留 3 株。每种处理设 3 个重复,每个重复 5 盆,共试验 105 盆。试验用土的基础理化性状见表 1。

1.4 农艺性状与生化指标测定

于开花期每个处理中取 1 盆,测定其中 3 株大豆的株高、分枝数,将植株分为根、茎(包括花)、叶 3 部分,于 105 ℃杀青 30 min,75 ℃烘干至恒量,3 部分干物质质量之和为单株干物质量。地上部干物质包括茎、叶 2 部分。于开花后 15 d 和 30 d,分别取 1 盆大豆植株,将植株分为根、茎、叶、荚 4 部分,其干物质质量之和为单株干物质量;地上部干物质量包括茎、叶、荚 3 部分。开花 30 d 后每个处理选定 3 盆收集脱落叶片,收获时测量株高、分枝数、单株荚数,将植株分为根、茎、叶、荚 4 部分;测定单株结荚数和籽粒数,测定单株籽粒干物质量;将相同处理的单株籽粒混合,测定百粒重。采用索氏提取法测定籽粒中的粗脂肪含量,采用凯氏定氮法测定籽粒中的粗蛋白含量[23]。

地上部干物质平均积累速率为相邻两次取样单株干物质之差除以两次取样的时间间隔。开花期地上部干物质平均积累速率为开花期单株地上部干物质除以播种到开花期的天数。

1.5 数据处理

采用 SPSS 15.0 软件中的 t 检验进行显著性分析($\alpha=0.05$)和极显著性分析($\alpha=0.01$),用 SigmaPlot 10.0 软件制图,图表中数据均为各处理的平均数±标准误差。

2 结果与分析

2.1 不同处理牛粪对大豆农艺性状的影响

从表 2 可以看出,蚯蚓处理过的牛粪(ED)和腐熟处理过的牛粪(DD)较对照(CK)大豆株高均有所增加。大豆开花期 ED2、DD2 处理与 CK 的株高差异显著($P<0.05$),在同一施肥量下,ED 处理的株高高于 DD 处理,其中 ED3 处理与 DD3 处理差异显著($P<0.05$)。在收获期,大豆株高较开花期有所增加,趋势与开花期相同。

开花期大豆分枝数的变化趋势为 ED2>DD2>ED1=DD1=ED3=DD3>CK,牛粪处理的大豆分枝数与 CK 相比均有所增加但差异不显著;收获期大豆分枝数比开花期有所增加。同一施肥量下,DD 处理的分枝数与 ED 处理差异不显著(表 2)。

施蚯蚓处理牛粪处理中,开花期,ED2 处理的株高最高、分枝最多;收获期,ED1 处理的株高最高、分枝最多。施腐熟牛粪处理中,开花期,DD2 处理的株高最高、分枝最多;收获期,DD2 处理的株高最高,DD1 处理的分枝最多(表 2)。

从表 2 中还可以看出,开花期,大豆复叶数施牛粪处理与 CK 相比差异极显著($P<0.01$),其中 DD2 处理复叶数最多,但与相应的 ED2 相比差异不显著。收获期,施牛粪处理单株结荚数较 CK 有所增加,其中 ED3 处理与 CK 相比增加 57%,差异达极显著($P<0.01$)。

2.2 不同处理牛粪对大豆干物质积累和分配的影响

不同处理的大豆单株根干重从开花到收获均呈现先升高后降低的趋势。除 ED2 处理在开花后 15 d 达到峰值外(图 1),其他处理均在开花后 30 d 达到最大值,且根的重量较 CK 有所增加,DD2、DD1、ED1、DD3 和

ED3 处理单株根干重分别比 CK 增加了 29%、25%、22%、20% 和 8%。同一施用量下根干重达到峰值时,DD 处理的根干重高于 ED 处理(图 1)。

表 2　不同方式处理牛粪对大豆农艺性状的影响

Table 2　Effects of different treated dung on agronomic characters of soybean

处理 Treatments	株高 Plant height/cm		分枝数 Branches per plant		复叶数 Leaf number	单株荚数 Pod number per plant
	开花期 Anthesis	收获期 Harvesting stage	开花期 Anthesis	收获期 Harvesting stage	开花期 Anthesis	收获期 Harvesting stage
CK	50.7±0.2 bcA	55.6±1.5 abA	2.0±0.6 aA	2.7±0.7 aA	11.0±0.6 cC	25.3±2.6 bB
DD1	55.4±0.7 abA	55.3±2.3 abA	2.3±0.7 aA	4.0±0.6 aA	13.0±0.6 bcBC	31.3±3.8 abAB
DD2	56.8±2.1 aA	61.7±0.7 abA	3.0±0.6 aA	3.0±0.6 aA	16.3±0.7 aA	32.7±1.2 abAB
DD3	49.1±0.8 cA	54.2±4.3 bA	2.3±0.3 aA	2.7±0.7 aA	13.3±0.9 bABC	29.7±5.0 bAB
ED1	56.4±2.3 abA	64.3±4.6 aA	2.3±0.3 aA	3.7±0.3 aA	13.7±0.7 bABC	27.0±1.7 bB
ED2	57.1±3.7 aA	62.3±5.1 abA	3.3±0.3 aA	2.7±0.3 aA	16.0±1.0 aAB	29.0±2.3 bAB
ED3	55.3±1.6 abA	58.6±0.9 abA	2.3±0.7 aA	2.7±0.3 aA	16.0±0.6 aAB	39.7±1.2 aA

CK:不施有机肥;DD1、DD2、DD3 分别为施用塑料薄膜密封腐熟 6 个月的牛粪 15、30、45 t/hm^2;ED1、ED2 、ED3 分别为施蚯蚓处理 6 个月的牛粪 15、30、45 t/hm^2;同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)

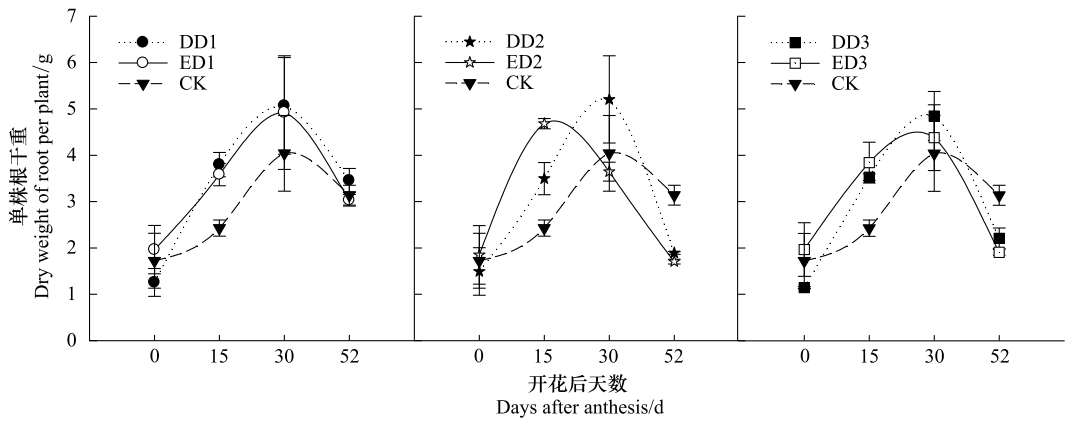

图 1　不同方式处理牛粪对大豆开花后单株根干重的影响

Fig. 1　Effects of different treated dung on dry root weight per plant of soybean after anthesis

DD:腐熟牛粪 Earthworm-treated dung;ED:蚯蚓处理牛粪 Earthworm-treated dung

物质积累是作物产量形成的基础。由图 2 和图 3 可见,牛粪处理的干物质积累量较 CK 处理都有不同程度的增加,其中 ED3、DD1 处理最高。同一施用量下 DD1、DD2 处理分别优于 ED1、ED2 处理,但 ED3 处理优

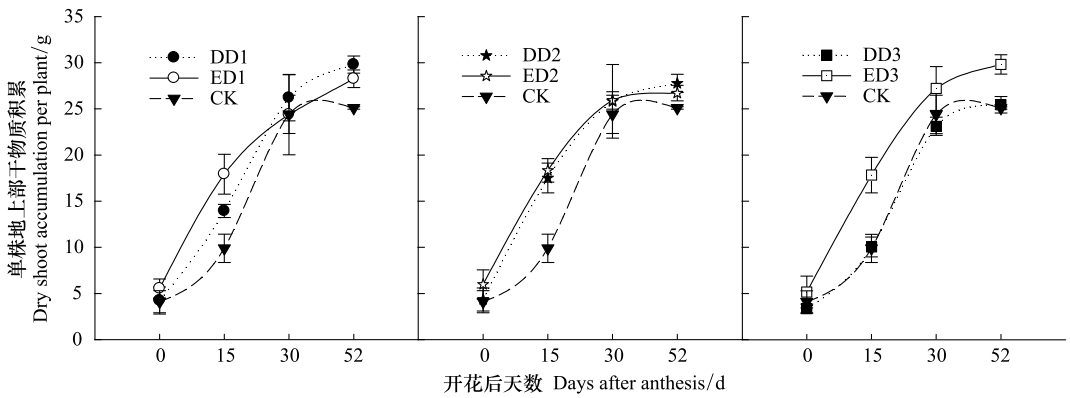

图 2　不同方式处理牛粪对大豆开花后单株地上部干物质积累的影响

Fig. 2　Effects of different treated dung on dry shoot accumulation per plant of soybean after anthesis

于 DD3 处理。干物质积累在开花前速率很低,其中 ED 处理的速率高于 CK 和 DD 处理,且差异极显著($P<0.01$),说明施用蚯蚓处理过的牛粪在前期要优于腐熟过的牛粪(图 4)。

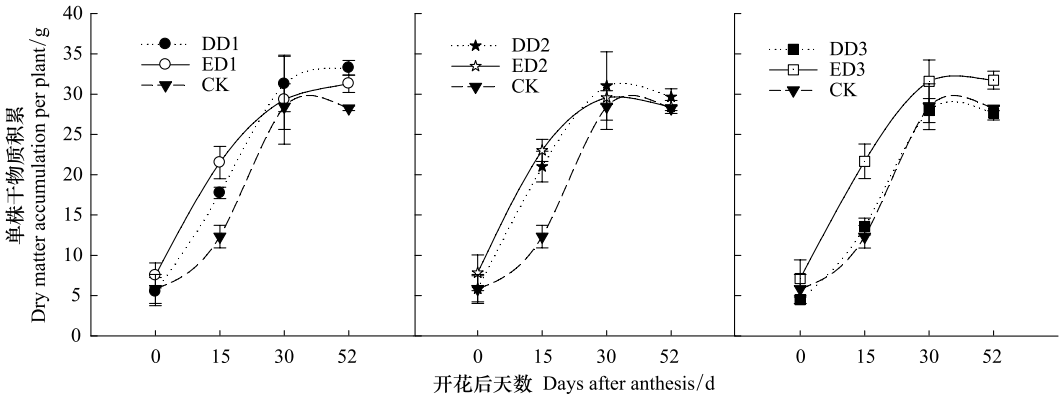

图 3 不同方式处理牛粪对大豆开花后单株干物质积累的影响

Fig. 3 Effects of different treated dung on dry matter accumulation per plant of soybean after anthesis

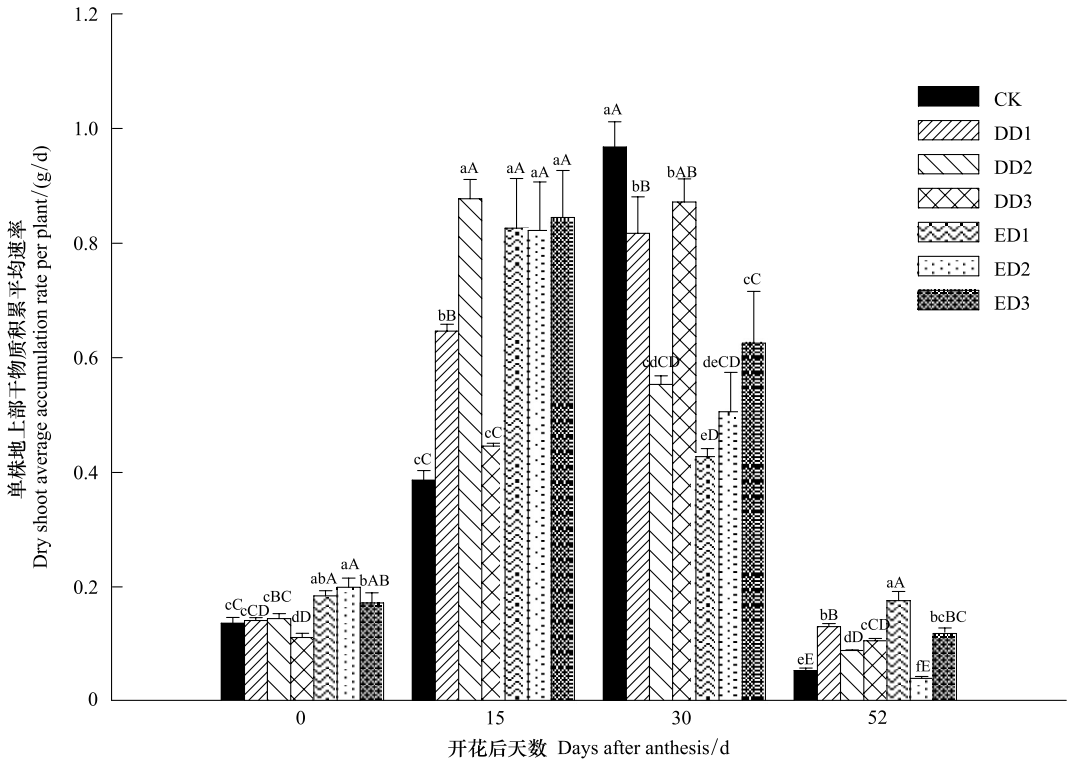

图 4 不同方式处理牛粪对大豆开花后单株地上部干物质平均积累速率的影响

Fig. 4 Effects of different treated dung on dry shoot average accumulation rate per plant of soybean after anthesis

同一天数标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)

开花后,大豆根生物量先增加后降低,地上部干物质一直增加,且地上部生物量大于 CK,根冠比一直降低,且牛粪处理的根冠比低于 CK,在同一施肥量下,根冠比 ED<DD,说明养殖场牛粪经不同处理后有助于大豆根和地上部的生长,并促进干物质向地上部分配(图 1—图 5)。

产量的形成与干物质向籽粒中的分配比例有密切的关系。开花 15 d 后,干物质向籽粒中的分配增多,在花后 30 d,牛粪处理的荚壳与干物质的比值开始高于 CK,收获期 ED3 处理最高,与其他处理相比达极显著差异水平($P<0.01$)。在 DD 处理中 DD2 荚壳与干物质的比值最高;而 ED 处理中 ED3 处理最高(表 3)。

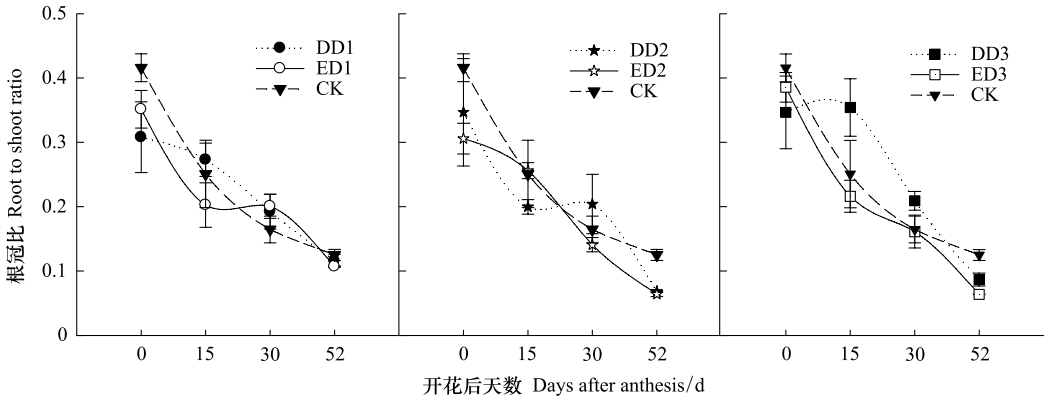

图 5　不同方式处理牛粪对大豆开花后单株根冠比的影响

Fig. 5　Effects of different treated dung on root to shoot ratio per plant of soybean after anthesis

表 3　不同方式处理牛粪对大豆荚重和干物质比值的影响

Table 3　Effects of different treated dung on pot/dry matter ratio in soybean

处理 Treatments	荚重与干物质的比值 Ratio of pot and dry matter/%		
	花后 15 d 15 days after anthesis	花后 30 d 30 days after anthesis	收获期 Harvesting stage
CK	17.1±1.3 aA	36.9±1.6 abcA	51.8±1.7 bB
DD1	13.0±0.7 bcABC	42.4±0.8 abA	52.0±2.2 bB
DD2	15.3±0.3 abAB	36.0±2.6 abcA	55.5±3.1 bB
DD3	2.6±0.6 eD	36.3±3.6 abcA	52.2±0.5 bB
ED1	9.8±0.7 cdC	35.7±0.8 bcA	50.4±1.5 bB
ED2	11.7±2.4 cdBC	42.5±2.8 aA	53.9±1.7 bB
ED3	9.1±1.1 dC	33.7±1.9 cA	80.0±3.2 aA

2.3　不同处理牛粪对大豆产量构成要素的影响

在相同密度下,大豆产量构成要素包括单株有效结荚数、单株籽粒数、百粒重等。与 CK 相比,牛粪处理后的大豆单株结荚数明显增多,其中 ED3、DD2 处理与 CK 差异极显著($P<0.01$),DD1 处理与 CK 差异显著($P<0.05$);单株籽粒数明显增多,其中 ED3、DD2、DD1、ED1 处理与 CK 差异极显著($P<0.01$),ED1、ED2 处理与 CK 差异显著($P<0.05$);单株籽粒总重除 DD3 处理外都高于 CK,其中 DD3 处理与 CK 差异不显著,DD1 处理与 CK 差异显著($P<0.05$),ED3 处理与 CK 差异极显著(表 4,$P<0.01$)。

在 DD 处理中,DD2 处理的单株结荚数和单株籽粒数最多,DD1 的百粒重和单株籽粒重最大;在 ED 处理中,ED3 处理的单株结荚数和单株籽粒数最多,百粒重和单株籽粒重最大。在同一施肥量下,ED3 处理的单株结荚数、单株籽粒数、百粒重、单株籽粒数都高于 DD3 处理且差异极显著;DD1、DD2 处理的单株结荚数、单株籽粒数、单株籽粒数分别高于 ED1、ED2 处理,但百粒重低于 ED1、ED2 处理(表 4)。

2.4　不同处理牛粪对大豆品质的影响

生态养殖场牛粪经不同方式处理后,作有机肥施用可显著提高大豆粗蛋白的含量,其中 ED1 处理含量最高,与 CK 相比差异极显著($P<0.01$),DD3 处理与 CK 相比差异显著($P<0.05$);但对大豆粗脂肪含量影响不同,腐熟牛粪可降低粗脂肪含量,其中 DD2、DD3 处理与 CK 相比差异极显著($P<0.01$),而蚯蚓处理牛粪在一定施入量范围内($ED\leqslant 30\ t/hm^2$)则可以增加粗脂肪含量,其中 ED2 处理与 CK 差异极显著($P<0.01$);蛋脂总量除 DD2 处理外,其他处理均比 CK 有所增加,其中 ED2 处理与 CK 相比差异显著($P<0.05$),ED1 处理与 CK 相比差异极显著(表 5,$P<0.01$)。

表 4 不同方式处理牛粪对大豆产量构成要素的影响

Table 4 Effects of different treated dung on yield components of soybean

处理 Treatments	单株结荚数 Pod number per plant	单株籽粒数 Seeds per plant	百粒重 100 seeds mass/g	单株籽粒重 Seeds mass per plant/g
CK	25.7±0.3 cB	55.3±2.6 dD	17.7±0.6 aA	9.7±0.3 cdBC
DD1	31.3±1.2 bB	75.0±3.2 bB	15.0±0.2 cC	11.2±0.3 bB
DD2	42.0±1.5 aA	95.7±3.0 aA	10.9±0.1 dD	10.4±0.2 bcBC
DD3	29.7±3.3 bcB	62.7±2.9 cdCD	14.6±0.1 cC	9.2±0.4 dC
ED1	29.3±1.2 bcB	67.0±1.2 bcBC	15.3±0.3 cC	10.3±0.4 bcdBC
ED2	30.7±1.2 bcB	66.3±2.4 cBCD	14.9±0.1 cC	9.9±0.4 cdBC
ED3	45.0±2.5 aA	101.3±3.2 aA	16.5±0.1 bB	16.7±0.4 aA

表 5 不同方式处理牛粪对大豆粗蛋白和粗脂肪含量的影响

Table 5 Effects of different treated dung on protein and fat content of soybean

处理 Treatment	粗蛋白含量 Crude protein content/%	粗脂肪含量 Crude fat content/%	蛋脂总量 Crude protein and fat content/%
CK	51.1±0.8 cB	16.7±0.2 bcBC	67.8±0.9 cBC
DD1	52.8±0.7 abcAB	16.2±0.2 cdC	69.0±0.8 bcAB
DD2	52.5±0.8 bcAB	13.1±0.2 fE	65.6±0.7 dC
DD3	53.4±0.3 abAB	14.5±0.2 eD	67.8±0.3 cBC
ED1	54.5±0.7 aA	17.1±0.1 bB	71.6±0.6 aA
ED2	52.5±0.8 bcAB	18.1±0.2 aA	70.6±0.9 abAB
ED3	51.9±0.7 bcAB	16.1±0.1 dC	68.0±0.4 cBC

随施入量的增加,DD 处理的大豆粗蛋白含量和蛋脂总量先升高再降低然后再升高,粗脂肪含量先降低然后再增加;而在 ED 处理中,随施入量的增加粗蛋白含量和蛋脂总量先升高再降低但高于 CK,粗脂肪含量先升高再降低。在同一施入量下,ED 处理蛋脂总量高于对应的 DD 处理(表 5),说明养殖场牛粪经蚯蚓处理后更能提高大豆蛋脂总量。

3 讨论

大豆根瘤虽然有固氮能力,根瘤固氮量占总氮吸收量的 50%—60%,远远不能满足大豆对氮素的需要,为改善大豆营养条件,满足大豆生长发育需求,必须施用氮肥[24]。无机肥虽可使农作物获得令人满意的增产效果,但过量化肥使用会造成严重的农田污染,并导致作物品质下降[12]。生态养殖场粪便中含有丰富的氮、磷、钾等大量元素,以及各种微量元素,经处理后可作为优良的有机肥利用。研究表明,有机肥对提高土壤有机质作用较大[25-26]。施用有机无机复合肥后,大豆根瘤数、根干重、根长、茎叶干物质重、荚数、产量高于施用化肥和不施肥处理,并提高水分利用率和氮素利用率[27-28]。

生态养殖场牛粪经处理后,促进了大豆根和地上部干物质积累,以及干物质向荚粒中的分配(图 2、表 3、图 5)。虽然牛粪作为有机肥能够增加大豆株高、分枝数、单株结荚数、单株籽粒数,单株籽粒重,但也是在一定施用量范围内效果显著,如当施入腐熟的牛粪 45 t/hm^2(折合成全氮量为 1471.5 kg/hm^2)(表 1)时,大豆株高、单株籽粒重都比不施有机肥低(表 2、表 4)。可能因为大量施用氮肥能影响大豆生育前期根瘤的发育和功能[24],后期干物质向豆荚分配率低,造成减产[29]。牛粪经过蚯蚓处理后可提高施入量的上限,在施入 45 t/hm^2 蚯蚓处理牛粪时产量最高,与其他处理相比差异极显著(表 4)。其可能的原因是,牛粪经过蚯蚓处理后,虽然氮磷钾含量有所降低,但增加了土壤微生物数量,提高了土壤微生物活性,活化了土壤、改善了土壤结构以及土壤根际微生态环境,从而比腐熟牛粪有利于大豆干物质积累,不用担心施入过多造成前期烧苗影响后期植物生长。既促进前期地上部生长为后期获得较高产量打下坚实的物质基础,又为后期提供充足的养分,最终获得高产。

蛋白质和脂肪是评价大豆品质的两个重要指标。研究表明[12,30],有机肥无论单施还是与化肥配施均可提高蛋白质含量,但降低脂肪含量,提高蛋脂总量。本研究结果表明,生态养殖场牛粪经处理后可提高蛋白质和蛋脂总量。施入蚯蚓处理过的牛粪 15 t/hm^2 时粗蛋白含量、蛋脂总量最高,比不施有机肥处理分别增加 7% 和 6% ($P<0.01$)。与前人研究[12,28]不同的是,生态养殖场牛粪经蚯蚓处理后,在一定施用量下可提高粗脂肪含量,如施入蚯蚓处理过的牛粪 30 t/hm^2 时粗脂肪含量最高,比不施肥料处理增加 8% (表 5,$P<0.01$)。

目前国内外已经对蚯蚓处理牛粪的最适湿度、接种密度、蚯蚓处理后的理化性状及蚯蚓处理牛粪的腐熟度指标等,进行了系统的研究[15-16,31-32],如果把混有蚯蚓粪的牛粪-农田-作物秸秆-牛形成完整产业链,将具有很好的生态、经济效益,即在解决秸秆焚烧难题的前提下,提高作物产量,改善作物品质

综上所述,生态养殖场牛粪经过处理后,在一定施入量范围内可提高大豆产量和品质,施混有蚯蚓粪的牛粪处理的粗蛋白和粗脂肪含量高于施腐熟牛粪处理。蚯蚓处理牛粪技术已成熟,因此该研究可为蚯蚓处理牛粪推广并在大田中应用提供科学依据。

References:

[1] He Y M, Feng C F, Yang Y, He Z X, Zhang G H. Progress of researches on the pollution and the utilization technologies of livestock manure. Guangdong Journal of Animal and Veterinary Science, 2009, 34(1): 3-5.

[2] Venglovsky J, Sasakova N, Placha I. Pathogens and antibiotic residues in animal manures and hygienic and ecological risks related to subsequent land application. Bioresource Technology, 2009, 100(22): 5386-5391.

[3] Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Livestock and poultry waste utilization will speed up, while supervision, technique, funding and other key supporting factors need breakthrough. (2005-10-11). http://sts.mep.gov.cn/nchjbh/sjyzy/200510/t20051011_70703.htm.

[4] Petersen S O, Sommer S G, Béline F, Burton C, Dach J, Dourmad J Y, Leip A, Misselbrook T, Nicholson F, Poulsen H D, Provolo G, Sørensen P, Vinnerås B, Weiske A, Bernal M P, Böhm R, Juhász C, Mihelic R. Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. Livestock Science, 2007, 112(3): 180-191.

[5] Xiong X, Li Y X, Li W, Lin C Y, Han W, Yang M. Copper content in animal manures and potential risk of soil copper pollution with animal manure use in agriculture. Resources, Conservation and Recycling, 2010, 54(11): 985-990.

[6] Peng L. Research progress in pollution caused by raising poultry and its controlling countermeasures. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2006, 12(2):19-22.

[7] Liu X Y, Jin J Y, Ren T Z, He P. Potential of organic manures nutrient resources and their environmental risk in China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(8): 2092-2098.

[8] Zhang J H. Developing and using livestock's or fowl's excrement to regenerated feed. Qinghai Science and Technology, 1996, 3(1): 42-45.

[9] Zhao Q L, Yang J T, Li S L, Zhang Q G. The present situation and prospect of resource technology on the feces of livestock and poultry. Journal of Henan Agricultural University, 2003, 37(2): 184-187.

[10] Zaccheo P, Genevini P, Ambrosini D. The role of manure in the management of phosphorus resources at an Italian crop-livestock production farm. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1997, 66(3): 231-239

[11] Liu G L, Jin W X. Organic fertilizers in china. Beijing: China Agriculture Press, 1991.

[12] Li M G, Gu J, Gao H, Qin Q J, Liu M J. Effects of different organic fertilizer on plant character, quality and yield of soybean. Journal of Northwest A&F University(Natural Science Edition), 2007, 35(9): 67-72.

[13] Gao Y L, Hua L, Cai D X, Xun Z J, Geng Q P. Utilization of nitrogenous fertilizer and the ways or methods on improving its efficiency. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 2006, 27(4): 57-61.

[14] Zhu F L, Ma Y H, Zhou J, Gan J, Liang J N, Zhan Y P. Analysis on present situation of pollution and utilization of animal excrement in China. Auhui Agricultural Science Bulletin, 2008, 14(13): 48-50.

[15] Liu Y N. Experimental study on Process for *Eisenia foetida* disposing domestic animal manure[D]. He Nan: Henan Agricultural University, 2005.

[16] Hartenstein R, Bisesi M S. Use of earthworm biotechnology for the management of effluents from intensively housed livestock. Outlook on Agriculture, 1989, 18(2): 3-7.

[17] Atiyeh R M, Subler S, Edwards C A, Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 2000, 44(5): 579-590.

[18] Lu Z Y, Ma Y L. Effect of vermicompost on soil fertility and growth, quality of cabbage. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(12): 236-240.

[19] Atiyeh R M, Lee S S, Edwards C A, Arancon N Q, Metzger J D. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology, 2002, 84(1): 7-14.

[20] Edwards C A, Norman Q A. Vermicomposts suppress plant pest and disease attacks. Biocycle, 2004, 45(3): 51-54.
[21] Arancon N Q, Edwards C A, Lee S S. Management of plant parasitic nematodes by use of vermicomposts. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases, 2002, 2: 705-710.
[22] Arancon N Q, Edwards C A, Bierman P. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. Bioresource Technology, 2006, 97(6): 831-840.
[23] Wang X R, Liao H, Yan X L. Study on analyzing soybean protein and oil contents by near-infrared spectroscopy. Soybean Science, 2005, 24(3): 199-201.
[24] Ni L, Zhang J X, Jin J W, Zhai Y L. Effect of nitrogen on root system, dry matter accumulation and yield of high yield soybean. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2004, 27(2): 36-39.
[25] Li X Y, Song C Y, Wang R Y, Gao J L, Zhu P S. Effect of different kinds of animal manures and quantity on growth of scallion. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2006(6): 45-47.
[26] Hati K M, Mandal K G, Misra A K, Ghosh P K, Bandyopadhyay K K. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. Bioresource Technology, 2006, 97(16): 2182-2188.
[27] Mandal K G, Hati K M, Misra A K. Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure. Biomass and bioenergy, 2009, 33(12): 1670-1679.
[28] Bandyopadhyay K K, Misra A K, Ghosh P K, Hati K M. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. Soil & Tillage Research, 2010, 110(1): 115-125.
[29] Zhang H B, Wu X Y, Yang W Y. Effect of nitrogen fertilizer on the accumulation and distribution of dry matter in relay-planting soybean. Soybean Science, 2006, 25(4): 404-409.
[30] Zhu B G, Yu Z H, Wang N N, Meng Q Y. Effect of different proportion combined application of organic and chemical fertilizer on soybean yield and quality. Soybean Science, 2010, 29(1): 97-100.
[31] Cang L, Li H X, Hu F, Wang X. Optimal moisture condition and inoculation density of *Eisenia foetida* for vermicomposting of domestic animal manure. Rural Eco-Environment, 2002, 18(3): 38-42.
[32] Wang X F, Cheng J M, Wang Z F. Optimal Conditions for Disposing of Fresh Cattle Manure by *Eisenia foetida*. Environmental Science & Technology, 2009, 32(1): 170-173.

参考文献:

[1] 何逸民, 冯春复, 阳燕, 何兆祥, 张桂红. 畜禽粪便污染及其治理技术进展. 广东畜牧兽医科技, 2009, 34(1): 3-5.
[3] 中华人民共和国环境保护部. 畜禽养殖废弃物综合利用提速在即 监管技术资金政策等关键支撑因素尚待突破. (2005-10-11). http://sts.mep.gov.cn/nchjbh/ sjyzy/200510/t20051011_70703.htm.
[6] 彭里. 畜禽养殖环境污染及治理研究进展. 中国生态农业学报, 2006, 14(2):19-22.
[7] 刘晓燕, 金继运, 任天志, 何萍. 中国有机肥料养分资源潜力和环境风险分析. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2092-2098.
[8] 张建华. 畜禽粪便再生饲料资源的开发利用. 青海科技, 1996, 3(1): 42-45.
[9] 赵青玲, 杨继涛, 李遂亮, 张全国. 畜禽粪便资源化利用技术的现状及展望. 河南农业大学学报, 2003, 37(2): 184-187.
[11] 刘更另, 金维续. 中国有机肥料. 北京: 中国农业出版社, 1991.
[12] 李鸣雷, 谷洁, 高华, 秦清军, 刘萌娟. 不同有机肥对大豆植株性状、品质和产量的影响. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(9): 67-72.
[13] 高月亮, 华珞, 蔡典雄, 徐振剑, 耿琦鹏. 氮肥利用及其提高利用率的途径与方法. 首都师范大学学报: 自然科学版, 2006, 27(4): 57-61.
[14] 朱凤连, 马友华, 周静, 关静, 梁家妮, 赵艳萍. 我国畜禽粪便污染和利用现状分析. 安徽农学通报, 2008, 14(13): 48-50.
[15] 刘亚纳. 赤子爱胜蚓处理畜禽粪便的工艺条件研究[D]. 河南: 河南农业大学, 2005.
[18] 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. 中国农学通报, 2005, 21(12): 236-240.
[23] 王秀荣, 廖红, 严小龙. 应用近红外光谱分析法测定大豆种子蛋白质和脂肪含量的研究. 大豆科学, 2005, 24(3): 199-201.
[24] 倪丽, 章建新, 金加伟, 翟云龙. 氮肥施用对高产大豆根系、干物质积累及产量的影响. 新疆农业大学学报, 2004, 27(2): 36-39.
[25] 李祥云, 宋朝玉, 王瑞英, 高峻岭, 朱丕生. 不同畜禽粪肥及不同用量对大葱生长的影响. 中国土壤与肥料, 2006(6): 45-47.
[29] 张含彬, 伍晓燕, 杨文钰. 氮肥对套作大豆干物质积累与分配的影响. 大豆科学, 2006, 25(4): 404-409.
[30] 朱宝国, 于忠和, 王因因, 孟庆英. 有机肥和化肥不同比例配施对大豆产量和品质的影响. 大豆科学, 2010, 29(1): 97-100.
[31] 仓龙, 李辉信, 胡锋, 王霞. 赤子爱胜蚓处理畜禽粪的最适湿度和接种密度研究. 农村生态环境, 2002, 18(3): 38-42.
[32] 王晓凤, 成杰民, 王志凤. 赤子爱胜蚓处理鲜牛粪的适宜条件研究. 环境科学与技术, 2009, 32(1): 170-173.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 18 September, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Hyperspectral characteristics of typical subtopical trees at different levels of simulated acid rain ····· SHI Qilong, JIANG Hong, CHEN Jian, et al (5621)
Wind fields and the development of wind corridors in the urban metropolis of the Pearl River Delta ····· SUN Wu, WANG Yiming, WANG Yuelei, et al (5630)
Dynamics of canopy structure and understory light in montane evergreen broadleaved forest following a natural disturbance in North Guangdong ····· OU Yuduan, SU Zhiyao (5637)
The influence of 4 species of preys on the development and fecundity of *Orius similis* Zheng ····· ZHANG Changrong, ZHI Junrui, MO Lifeng (5646)
Woody seedling regeneration in secondary succession of monsoon broad-leaved evergreen forest in Puer, Yunnan, Southwest China ····· LI Shuaifeng, LIU Wande, SU Jianrong, et al (5653)
Scale-dependent spatial variation of species abundance and richness in two mixed evergreen-deciduous broad-leaved karst forests, Southwest China ····· ZHANG Zhonghua, HU Gang, ZHU Jiedong, et al (5663)
The spatial heterogeneity of soil nutrients in a mid-subtropical *Castanopsis kawakamii* natural forest ····· SU Songjin, LIU Jinfu, HE Zhongsheng, et al (5673)
Effects of *Vetiveria zizanioides* L. growth on chemical and biological properties of copper mine tailing wastelands ····· XU Decong, ZHAN Jing, CHEN Zheng, et al (5683)
Effects of different irrigation regimes on characteristics of transpiring water-consumption of three desert species ····· SHAN Lishan, LI Yi, ZHANG Ximing, et al (5692)
The response of euhalophyte *Salicornia europaea* L. to different nitrogen forms ····· NIE Lingling, FENG Juanjuan, LÜ Sulian, et al (5703)
Dynamic analysis on spatial pattern of dominant tree species of cold-temperate coniferous forest in the succession process in the Pangquangou Nature Reserve ····· ZHANG Qindi, BI Runcheng, ZHANG Jintun, et al (5713)
Effects of AM fungi on the growth and nutrients of *Salvia miltiorrhiza* Bge. under different soil water and fertilizer conditions ····· HE Xueli, MA Li, MENG Jingjing, et al (5721)
The dynamics of soil respiration in a winter wheat field with plastic mulched-ridges and unmulched furrows ····· SHANGGUAN Yuxian, SHI Ripeng, HAN Kun, et al (5729)
Cattle dung composted by different methods had different effects on the growth and quality of soybean ····· GUO Liyue, LIU XueMei, ZHAN Lijie, et al (5738)
Nitrogen budget modelling at the headwaters of Urumqi River Based on the atmospheric deposition and runoff ····· WANG Shengjie, ZHANG Mingjun, WANG Feiteng, et al (5747)
Evaluating the ecosystem sustainability of circular agriculture based on the emergy theory: a case study of the Xingyuan circular agriculture demonstration site in Fuqing City, Fujian ····· ZHONG Zhenmei, WENG Boqi, HUANG Qinlou, et al (5755)
Effects of cold exposure and recovery on viability and energy consumption in the sub-adult female giant spiny frogs (*Paa spinosa*) ····· LING Yun, SHAO Chen, XIE Zhigang, et al (5763)
A comparison of night-interruption on diapause-averting among two populations of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* ····· CHEN Yuansheng, TU Xiaoyun, CHEN Chao, et al (5770)
Effects of soil erosion control measures on soil organic carbon and total nitrogen in a small watershed ····· ZHANG Yanjun, GUO Shengli, NAN Yafang, et al (5777)
Comparative analysis of Lugu Lake watershed ecosystem function under different management authorities ····· DONG Rencai, GOU Yaqing, LI Siyuan, et al (5786)
Relationship between fish community diversity and environmental factors in the Lianjiang River, Guangdong, China ····· LI Jie, LI Xinhui, JIA Xiaoping, et al (5795)
Effect of dissolved oxygen level on metabolic mode in juvenile crucian carp ····· ZHANG Wei, CAO Zhendong, FU Shijian (5806)
Community composition of net-phytoplankton and its relationship with the environmental factors at artificial reef area in Xiangshan Bay ····· JIANG Zhibing, CHEN Quanzhen, SHOU Lu, et al (5813)
Emergy appraisal on the loss of ecosystem service caused by marine reclamation: a case study in the Taozi Bay ····· LI Ruiqian, MENG Fanping (5825)
Assessing the visual quality of urban waterfront landscapes: the case of Hefei, China ····· YAO Yumin, ZHU Xiaodong, XU Yingbi, et al (5836)

Review and Monograph

Advances in ecological genomics ····· SHI Yongbin, LI Junmin, JIN Zexin (5846)
Advances in studies of ecological effects of ocean acidification ····· WANG Siru, YIN Kedong, CAI Weijun, et al (5859)
Advances in feeding ecology of *Acartia* ····· HU Simin, LIU Sheng, LI Tao, et al (5870)
Research progress on ammonia-oxidizing microorganisms in estuarine ecosystem ····· ZHANG Qiufang, XU Jirong, SU Jianqiang, et al (5878)
Recent progress in research on neutrophilic, microaerophilic iron(Ⅱ)-oxidizing bacteria ····· LIN Chaofeng, GONG Jun (5889)
A comparison study on primary production in typical low-latitude seas (South China Sea and Bay of Bengal) ····· LIU Huaxue, SONG Xingyu, HUANG Honghui, et al (5900)
Advances in leaf maximum carboxylation rate and its response to environmental factors ····· ZHANG Yanmin, ZHOU Guangsheng (5907)
10-years of bird habitat selection studies in mainland China: a review ····· JIANG Aiwu, ZHOU Fang, QIN Yue, et al (5918)

Scientific Note

The effects of incubation temperature on embryonic metabolism and hatchling behavior in the Red-banded Snake, *Dinodon rufozonatum* ····· SUN Wenjia, YU Xiao, CAO Mengjie, et al (5924)
Sensitivity analysis and dynamics of soil microbial biomass carbon, nitrogen and related parameters in red-yellow soil of tea garden with different fertilization practices ····· WANG Limin, QIU Shanlian, LIN Xinjian, et al (5930)
Effect of fertilizers on cd uptake of two edible amaranthus herbs ····· LI Ningyu, LI Zhian, ZHUANG Ping, et al (5937)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933　　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　话**:(010)62941099;62843362

E-mail:shengtaixuebao@rcees.ac.cn　**网　址**:www.ecologica.cn

编辑部主任　孔红梅　　**执行编辑**　刘天星　段　靖

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 32 卷　第 18 期　(2012 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32　No. 18 (September, 2012)

编　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	**Edited** by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主　编	冯宗炜	**Editor-in-chief**	FENG Zong-Wei
主　管	中国科学技术协会	**Supervised** by	China Association for Science and Technology
主　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	**Sponsored** by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:1R00717	**Published** by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing　100717, China
印　刷	北京北林印刷厂	**Printed** by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发　行	科学出版社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	**Distributed** by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订　购	全国各地邮局	**Domestic**	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	**Foreign**	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号		

ISSN 1000-0933

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q　　**国内外公开发行**　　**国内邮发代号** 82-7　　**国外发行代号** M670　　**定价** 70.00 元