

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第6期 Vol.31 No.6 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 6 期 2011 年 3 月 (半月刊)

目 次

臭氧胁迫对水稻生长以及 C、N、S 元素分配的影响	郑飞翔,王效科,侯培强,等 (1479)
高含氮稻田深层土壤的氨氧化古菌和厌氧氨氧化菌共存及对氮循环的影响	王 雨,祝贵兵,王朝旭,等 (1487)
气候年际变率对全球植被平均分布的影响	邵 璞,曾晓东 (1494)
模拟升温 and 放牧对高寒草甸土壤有机碳氮组分和微生物生物量的影响	王 蓓,孙 庚,罗 鹏,等 (1506)
广州城区生态安全岛典型植物群落结构及物种多样性	莫 丹,管东生,黄康有,等 (1515)
中亚热带湿地松人工林生长过程	马泽清,刘琪璟,王辉民,等 (1525)
潜流人工湿地中植物对氮磷净化的影响	刘树元,阎百兴,王莉霞 (1538)
模拟氮沉降对两种竹林不同凋落物组分分解过程养分释放的影响	涂利华,胡庭兴,张 健,等 (1547)
苔藓植物对贵州丹寨汞矿区汞污染的生态监测	刘荣相,王智慧,张朝晖 (1558)
三峡库区泥、沙沉降对低位狗牙根种群的影响	李 强,丁武泉,朱启红,等 (1567)
上海崇明东滩互花米草种子产量及其萌发对温度的响应	祝振昌,张利权,肖德荣 (1574)
栲-木荷林凋落叶混合分解对土壤有机碳的影响	张晓鹏,潘开文,王进闯,等 (1582)
荒漠化对毛乌素沙地土壤呼吸及生态系统碳固持的影响	丁金枝,来利明,赵学春,等 (1594)
黄土丘陵沟壑区小流域土壤有机碳空间分布及其影响因素	孙文义,郭胜利 (1604)
种间互作和施氮对蚕豆/玉米间作生态系统地上部和地下部生长的影响	李玉英,胡汉升,程 序,等 (1617)
测墒补灌对冬小麦氮素积累与转运及籽粒产量的影响	韩占江,于振文,王 东,等 (1631)
植被生化组分光谱模型抗土壤背景的能力	孙 林,程丽娟 (1641)
北方两省农牧交错带沙棘根围 AM 真菌与球囊霉素空间分布	贺学礼,陈 程,何 博 (1653)
基于水源涵养的流域适宜森林覆盖率研究——以平通河流域(平武段)为例	朱志芳,龚固堂,陈俊华,等 (1662)
黑龙江大兴安岭呼中林区火烧点格局分析及影响因素	刘志华,杨 健,贺红士,等 (1669)
大兴安岭小尺度草甸火燃烧效率	王明玉,舒立福,宋光辉,等 (1678)
长江口中华鲟自然保护区底层鱼类的群落结构特征	张 涛,庄 平,章龙珍,等 (1687)
骨顶鸡等游禽对不同的人为干扰的行为响应	张微微,马建章,李金波 (1695)
光周期对白头鹇体重、器官重量和能量代谢的影响	倪小英,林 琳,周菲菲,等 (1703)
应用稳定同位素技术分析华北部分地区第三代棉铃虫虫源性质	叶乐夫,付 雪,谢宝瑜,等 (1714)
西花蓟马对蔬菜寄主的选择性	袁成明,郅军锐,曹 宇,等 (1720)
基于 Cyt b 基因序列分析的松毛虫种群遗传结构研究	高宝嘉,张学卫,周国娜,等 (1727)
沼液的定价方法及其应用效果	张昌爱,刘 英,曹 曼,等 (1735)
垃圾堆肥基质对不同草坪植物生态及质量特征的影响	赵树兰,廉 菲,多立安 (1742)
五氯酚在稻田中的降解动态及生物有效性	王诗生,李德鹏 (1749)
专论与综述	
景观遗传学:概念与方法	薛亚东,李 丽,吴巩胜,等 (1756)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 284 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 31 * 2011-03



封面图说:美丽优雅的新疆夏尔西里森林草地原始景观。夏尔西里国家级自然保护区建立在新疆博乐北部山区无人干扰的中哈边境上,图中雪地云杉为当地的优势树种。

彩图提供:国家林业局陈建伟教授 E-mail: cites.chenjw@163.com

沼液的定价方法及其应用效果

张昌爱¹, 刘英¹, 曹曼², 王艳芹¹, 姚利¹

(1. 山东省农业科学院农业资源与环境研究所, 济南 250100; 2. 青岛天人环境股份有限公司, 青岛 266101)

摘要:为了探索沼液的商品化, 采用养分含量定价和应用效果定价 2 种方法确定了沼液的价格, 并分析了沼液施用后对土壤基本理化性状的影响作用。结果发现: 采用养分含量定价法得到的沼液价格为 78.12 元/m³, 采用沼液应用效果定价法得到的沼液的价格为 111.4 元/m³; 沼液的实际应用价值要明显高于其养分含量的市场价; 沼液施用后可降低土壤容重, 增加土壤孔隙度, 增加土壤有机质、土壤全氮、土壤有效磷及有效钾含量, 有利于土壤肥力的保持。

关键词:沼液; 定价方法; 价格

Pricing method and application effects of biogas slurry

ZHANG Changai¹, LIU Ying¹, CAO Man², WANG Yanqin¹, YAO Li¹

1 Agricultural Resources and Environment Institute of Shandong Agriculture Science Academy, Jinan 250100, China

2 Qingdao Tianren Environment Limited Company, Qingdao 266101, China

Abstract: The conversion of biomass to biogas via anaerobic digestion can be used to obtain new energy for economic reasons dealing with the arising prices of a barrel of oil and for ecological reasons dealing with the sustainable use of our energy resources to minimize the impact of CO₂ in the atmosphere. That process yields a gas constituted by a mixture of methane and CO₂, but it also generates a solid-liquid effluent (for short: biogas slurry) that is rich in nitrogen, phosphorous and potassium that could be used as fertilizer for plant.

Large scale biogas engineering generates massive biogas slurry fixedly and continuously. It is difficult to consume them environment-friendly by the owners of biogas engineering. This kind of circumstance not only hinders biogas engineering operation, but also could result in secondary environment pollution. How to consume biogas slurry environment-friendly have become one of the bottleneck problems that restricted the development of large scale biogas engineering in China. At the same time, organic fertilizer are becoming gradually short of the resources in China, so that the biogas slurry being used as fertilizer has important meanings not only for economic reasons dealing with saving fertilizer cost, ensuring biogas engineering operation, and promoting the recycling utilization of biomass resources, but also for ecological reasons dealing with the sustainable use of biogas to minimize the impact of greenhouse gases. Realizing the characters of biogas slurry, knowing the value of biogas slurry, and finding feasible pricing methods of them are all useful for the utilization of biogas slurry as a kind of merchandise. In order to explore the commercialization of biogas slurry, it is essential to find out the feasible pricing methods and to make sure the price of biogas slurry.

Two pricing methods were applied to determine the price of biogas slurry in this paper. One method was based on nutrient contents of the biogas slurry. The nutrient contents of biogas slurry including organic matter (O. M.), total nitrogen, total phosphorus, and total potassium were analyzed in laboratory, then figure out the total price base on the price of each element been sold in market. The other method was according to application effect of biogas slurry. A pot cole experiment including 6 treatments was conducted. When cole were harvested, the fertilizer amount equivalent biogas slurry applied was gained by calculate and analyses. Then figure out the total price base on the price of each element been sold in

基金项目:国家科技支撑计划项目(2008BAD4B06); 国家星火项目(2007EA740001)

收稿日期:2010-09-25; **修订日期:**2011-01-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zca2006@sina.com.

market.

The results indicated that the price based on nutrient contents was 78.12 yuan RMB/m³, and the price according to application effects was 111.4 yuan RMB/m³.

The effects of applying biogas slurry on soil properties were studied also. The results indicated that soil bulk density were reduced by using of biogas slurry; soil porosity, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, and available potassium of soil were all increased by applying biogas slurry.

Key Words: biogas slurry; pricing method; price

随着我国沼气事业的迅猛发展,畜禽粪便等生物质资源经厌氧消化后产出沼气的同时也会产生大量的沼液并集中存放在沼气工程的周围,其无害化消纳问题既是影响沼气工程正常运行的难题,也是环境的潜在威胁和资源的极大浪费^[1]。据沼气从业人员分析和研究,沼气工程中厌氧消化剩余物(沼渣沼液)的价值约占整个沼气工程收益的1/3—1/2,将其有效利用具有积极意义。沼液中含有丰富的营养元素^[2],同时减少了粪便中病原微生物的存活几率^[3],富含利于土壤改良的有机态物质及易于植物吸收的小分子腐殖质^[4-6],因而肥用是目前沼渣沼液最主要利用方式之一^[7-8]。据研究报道沼液的施用能够增加作物产量、提高农产品质量、并有利于土壤肥力的保持^[9-11]。随着肥料资源的逐渐匮乏,沼液的再利用不仅是生物质资源的循环利用也具有重要的生态学意义。为了更好的指导沼液资源的分配和施用,了解沼液的性质、明确沼液的价值并为此提供可量化的依据非常重要。为推行和倡导沼液的商品化,确定沼液的价格是必要的研究环节。

尽管人们认识到了沼液的价值,也开始关注生物质资源的循环利用问题,但在沼液定价研究方面国内外均未见报道。本文在忽略沼液运输、施用成本的前提下,从沼液的应用效果和成分含量分析入手,提供了两套沼液的定价方法,并对其进行了对比,从而为沼液的定价提供参考,并希冀以此引导相关研究的展开与完善。

1 材料与方法

试验中采用两套方法确定沼液的价格:一是检测沼液中的主要营养元素含量,并根据当地市场销售肥料中相同元素的价格来确定沼液的价格(单位:元/m³),本文称此为沼液养分含量定价法;二是采用盆栽试验,以不同量的化学肥料、沼液、清水为试材,作物收获后根据不同处理的实际产量作对比,从而拟合出与沼液“等价值”的施肥量,再根据施用肥料的价格来确定沼液的价格,本文称此为沼液应用效果定价法。

1.1 试验材料

供试土壤采自山东省泰安市农业科学研究院试验地,为酸性棕壤,其基本理化性状列于表1中;供试作物为油菜,品种为上海青;供试盆钵为塑料盆,直径22cm,高18cm。浇灌用水为当地自来水;所用沼液取自济南章丘市高官寨镇司家村一农户家沼气池中,主要以牛粪为原料,沼液沉降72h以上,经1mm网过滤后备用,用时搅匀;其他肥料分别为:尿素(46-0-0)、磷酸二铵(18-46-0)、氯化钾(0-0-60)。

表1 供试土壤的基本理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of soil tested

有机质 O. M. /(g/kg)	有效氮 Available N /(mg/kg)	速效磷 Available P /(mg/kg)	速效钾 Available K /(mg/kg)	pH	电导率 Soil conductivity /(us/cm)
12.64	69.72	20.45	33.05	6.53	72.1

土水比1:5

1.2 试验方法

设置6个处理4次重复的盆栽试验,各处理设置分别为:(1)对照处理:不施肥料且不施沼液(CK);(2)沼液处理:只施用沼液,不施其他肥料,沼液随浇水施用,在定苗后连续3次浇水时,按照沼液占1/3的比例将沼液混入水中,然后浇灌在盆内,全生命期只浇沼液3次(BS);(3)施肥1处理:施肥按照每千克土壤施用

0.05g 纯 K 为基础,并按 N:P:K=2:1:1 的比例确定尿素、磷酸二铵的用量(磷酸二铵含氮 18%,含磷 46%;氯化钾含钾 50%;尿素含氮 46%),处理代号为 F₁;(4) 施肥 2 处理:施肥按照每千克土壤施用 0.1g 纯 K 为基础,并按 N:P:K=2:1:1 的比例确定尿素、磷酸二铵的用量(处理代号为 F₂);(5) 施肥 3 处理:按照每千克土壤施用 0.2g 纯 K 为基础,并按 N:P:K=2:1:1 的比例确定尿素、磷酸二铵的用量(处理代号为 F₃)。 (6) 施肥 4 处理:按照每千克土壤施用 0.4g 纯 K 为基础,并按 N:P:K=2:1:1 的比例确定尿素、二铵的用量(处理代号为 F₄)。具体处理方案见表 2。

表 2 盆栽处理方案					
Table 2 Designing of the pot experiment					
处理 Treatment	沼液 Biogas slurry /mL	清水 Water /mL	尿素 Urea /(g/盆)	磷酸二铵 Ammonium monohydric Phosphate/(g/盆)	氯化钾 Potassium chloride /(g/盆)
CK	0	3900	0	0	0
BS	300	3600	0	0	0
F ₁	0	3900	0.61	0.38	0.35
F ₂	0	3900	1.22	0.76	0.7
F ₃	0	3900	2.44	1.52	1.40
F ₄	0	3900	4.88	4.56	4.20

将所需土壤混匀,并过 2mm 筛,然后每盆称土 3.5kg,与尿素、磷酸二铵和氯化钾等试验材料混匀后装入塑料盆中,于 2009 年 9 月 30 日播种,每盆播种数相同,于 2009 年 10 月 25 日定苗,每盆留苗 3 棵,每隔 4d 浇水 1 次 300mL,各盆浇水量严格一致,沼液处理在定苗后第 1 次、3 次、5 次浇水时以 100mL 沼液与 200mL 清水混匀后浇入,其余浇水与其它处理一致,并记录浇水日期等情况。盆栽于 11 月 20 日结束,每盆共计浇水 13 次,累积清水 3900mL。

盆栽结束后,收获油菜的地上部部分,剔除变异较大的 1 盆油菜产量数据,即以 3 盆油菜产量数据作为统计及分析的依据。即可分析盆栽土壤的容重及孔隙度指标,然后全盆土壤 4 分法取土 0.5kg 用于其他指标分析。

1.3 分析方法

土壤容重采用环刀法测定,土壤孔隙度采用计算法获得;土壤有机质采用油浴后滴定法测定,土壤全氮采用硫酸-重铬酸钾消煮后凯式定氮法测定,比色法测定土壤有效磷,火焰光度法测定土壤有效钾;其他项目均采用常规分析测定^[12]。数据处理时剔除 4 个重复中变异最大的数据后,采用 SAS 系统进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 沼液的养分含量及其定价

沼液中的营养成分主要以有机质、氮、磷和钾为主,可以根据沼液中这些营养成分的含量为依据,并根据市场上这些成分的价格来确定沼液的价格。沼液中主要营养成分的测定情况如表 3 所示。

表 3 沼液的营养成分含量			
Table 3 Nutritional contents of biogas slurry			
有机质 O. M/(g/kg)	全氮 Total N/(g/kg)	全磷 Total P/(g/kg)	全钾 Total K/(g/kg)
32.13	1.17	0.74	0.96

沼液的固形物含量为 9.81%

有机质的定价参照有机肥,氮的定价参照尿素,磷的定价参照磷酸二铵,而钾的定价参照氯化钾。经市场调查和走访暂定的价格及其转换如表 4 所示,采用的公式为:

$$T_N = P_{总} / 1000\rho$$

(1)

式中, T_N 为有效养分的单价(元/kg), $P_{总}$ 为每吨参照化肥的价格(元/t), ρ 为有效养分在参照化肥中的百

分含量(%)。

表 4 参照物及成分单价的确定

Table 4 Reference objects selected and unit prices obtained of nutrients

参照物 Reference objects	市场价 Market price /(元/t)	有效养分 Available nutrient	养分含量 Nutrient content /%	养分单价 Nutrient unit prices /(元/kg)
有机肥 Organic fertilizer	600	有机质	30	2.00
尿素 Urea	1800	全氮	46	3.91
磷酸二铵 Ammonium monohydric phosphate	3000	全氮	18	3.91
		磷	46	4.99 氯化钾
氯化钾 Potassium chloride	3500	钾	60	5.83

* 市场价是根据当时市场上零售价格确定的,纯氮、纯磷及纯钾均与现行测试分析中的养分含量标识一致;磷酸二铵中含有氮和磷两种营养元素,先确定氮的价格后将氮的价值扣除后再计算磷的价格

根据表 3 可知道每立方沼液中含有有机质 32.13Kg,全氮 1.17kg,全磷 0.74 Kg,全钾 0.96 Kg。然后再按照表 4 中单质营养元素的价格可分别得到沼液中有有机质、氮、磷、钾的价值分别为 64.26、4.57、3.69 元和 5.60 元,因此每立方沼液的价格为 78.12 元。

通过沼液养分含量定价法得到的牛粪原料沼液的价格为每立方 78.12 元。这种定价方法只以沼液的营养成分含量情况为依据,需要测定沼液的有机质含量、全氮含量、全磷含量和全钾含量 4 项指标,尽管较为复杂但具有一定的可行性。如果在测试指标方面能找到简易的方法,将会有效提升此方法的效率。

其实,沼液的固形物含量与其他指标之间应该具有较好的相关性,这是因为沼液的养分主要还是来自固形物的分解,至于沼液固形物含量与其他指标间的关系还有待进一步的研究和分析。

2.2 沼液的应用效果定价

2.2.1 各处理盆栽油菜的产量情况

各处理盆栽油菜的产量情况如图 1 所示,处理间油菜产量的高低顺序为: $F_3 > F_4 > BS > F_2 > F_1 > CK$,与不施肥的 CK 处理相比,各施肥处理及沼液处理后,油菜的产量均有显著提高,差异均达极显著水平。沼液处理(BS)盆栽油菜的产量与 F_2 处理、 F_3 处理及 F_4 处理相近,其差异均不显著;但与 F_1 处理相比,沼液处理盆栽油菜的产量有显著提高。

2.2.2 沼液等价值施肥量的拟合

将 CK、 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 这 5 个处理的施肥量通过数据的标准化处理后,其标准化值分别为 0、1、2、3、4。以标准化后的数据为横坐标,以油菜产量为纵坐标做成的散点图如图 2 所示,利用软件追加的施肥量与产量的关系曲线是抛物线,其方程为: $y = -9.4229x^2 + 70.583x + 57.726$,方程的 R^2 达到 0.9969,可以知道抛物线的对称轴为 $x = -b/2a = 3.745$ 。已知沼液处理盆栽油菜的平均产量为 172.64g,将其代入上述方程式中可以得到: $-9.4229x^2 + 70.583x - 114.914 = 0$,求解可得 $x = 5.10$ 或 $x = 2.39$,根据本题的实际情况可以知道 x 值应为 2.39。也就是说施用沼液的处理与其效果相当的肥料施用标准化数值应为 2.39,则其实际的施肥量应为:尿素 1.46g、磷酸二铵 0.91g、氯化钾 0.84g。

2.2.3 沼液价格的确定

试验得出的与沼液相当的肥料用量为尿素 1.46g、磷酸二铵 0.91g、氯化钾 0.84g。因此施用的纯氮、纯磷、纯钾分别为 0.94、0.47g 和 0.47g,根据表 4 提供的单质营养元素的价格,可算出肥料施用的价值分别为:氮肥 0.00367 元、磷肥 0.00235 元和 0.0274 元。三项之和为 0.03342 元,即 300mL 沼液在试验中的产出与施用了 0.03342 元的肥料相当。据此可以得到 1 立方沼液的应用价值与施用 111.4 元肥料后的产量相当。

因此根据应用效果定价,每立方沼液的价格为 111.4 元。

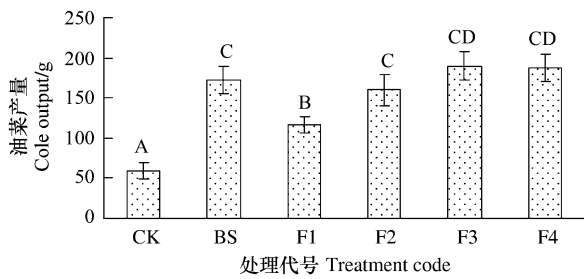


图 1 各处理盆栽油菜的产量情况

Fig. 1 Cole output of the pot experiment

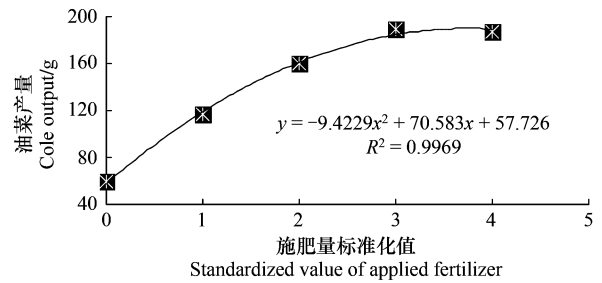


图 2 施肥与油菜产量的关系

Fig. 2 The interrelationship between Cole output and applied fertilizer

2.3 两种定价方法的对比

通过沼液养分含量定价法和沼液应用效果定价法所得到的每立方米沼液的价格分别为 78.12 元和 111.4 元。后者比前者高出了 42.60%, 可见尽管沼液中含有的营养成分较低,但其实际的应用效果比较突出。据现有报道,沼液中含有机质 30%—50%, 氮素 0.8%—1.5%, 磷素 0.4%—0.6%, 钾素 0.6%—1.2%^[13],同时还含有 10%—25% 的腐殖酸,及一定含量的氨基酸、蛋白质、糖类及部分生长激素、微量元素等^[14]。沼液的施用不仅可以补充肥料,还可以改善土壤理化性状、调节土壤环境、刺激植物生长发育、促进根系生长、调控植物健康^[7,11,15],最为重要的是沼液中的营养成分基本为溶解态的,便于根系的吸收和转化,这是其应用效果较为突出的主要原因。

2.4 沼液施用对土壤肥力的影响

为了进一步了解沼液施用后的效果,在盆栽结束后对盆栽土壤的理化性质做了分析,具体分析结果如表 5 所示。

试验结束后各处理盆栽土壤容重的大小顺序为: CK > F₃ = F₄ > F₁ > F₂ > BS, 与 CK 相比,所有施肥处理土壤的容重均有所下降,且沼液处理的容重下降最大,达到了 10.49%。施肥后油菜的生长旺盛,根系的生长和活动得到了促进,因此盆栽土壤的容重会有所下降,而施用沼液后,由于沼液中含有一定的有机质和比重较轻固形物,这是沼液处理容重下降最为明显的原因。土壤孔隙度表征了土壤的通气透气性,沼液处理盆栽土壤的孔隙度在各处理间最大,以 CK 处理为最低,各施用化肥处理间的土壤孔隙度差异不大。

表 5 盆栽土壤的理化性质

Table 5 Physical and chemical properties of potted soil

处理 Treatment	容重 Bulk density /(g/cm ³)	孔隙度 Porosity /%	有机质 Organic matter /(g/kg)	全氮 Total N /(mg/kg)	有效磷 Available P /(mg/kg)	有效钾 Available K /(mg/kg)
CK	1.62a	38.64bc	10.64b	99.72c	17.42c	28.34d
BS	1.45b	45.08a	12.31a	123.36a	21.34ab	32.64c
F1	1.56ab	40.91b	9.85b	100.11bc	18.42bc	31.22c
F2	1.54ab	41.67b	10.14b	112.02b	19.68b	33.39bc
F3	1.58a	40.59b	9.95b	114.36a	21.47ab	35.29b
F4	1.58a	40.78b	10.25b	119.64ab	23.21a	39.46a

* 同列数据后不同字母表示处理间的差异显著性($P < 0.05$)

处理间土壤有机质含量的高低顺序为: BS > CK > F₄ > F₂ > F₃ > F₁。与对照相比,施用化肥的处理,土壤有机质含量有下降的趋势,而施用沼液后土壤的有机质有所升高。施用化肥后,由于植物生长旺盛,植物根系吸收的有机营养成分有所增加,且难以得到有效补充,因而土壤有机质的矿化加剧,含量降低。施用沼液后,沼液含有一定的有机质成分,且在栽培期内只有部分被矿化,所以其含量有所增加,这与前人的研究结果一致^[15-17]。

施用化肥后,土壤的全氮含量、有效磷及有效钾含量均有所增加,且随着化肥施用量的增加而呈现升高的趋势。所有处理中以施用沼液处理的全氮含量为最高,甚至高于施用化肥最多的处理,这可能是沼液中有机质及腐殖酸的影响作用所致。土壤中营养成分的含量主要受添加、吸收及内部演变的综合影响,沼液的施用不仅添加了营养成分,并且由于其成分的复杂性也会影响到土壤的矿化、腐殖化、交换吸附等各种过程,有必要对沼液的综合影响作用及其影响机理展开进一步的研究。

3 小结

(1)以牛粪原料沼液为试材,在忽略运输成本及施用成本的前提下,采用养分含量定价法得到的沼液价格为 78.12 元/ m^3 ;采用沼液应用效果定价法所得到的沼液的价格为 111.4 元/ m^3 。沼液的实际应用价值要明显高于其所含养分的市场价。

(2)沼液施用后可降低土壤容重、增加土壤孔隙度、增加土壤有机质、全氮、有效磷及有效钾含量,有利于土壤肥力的保持。

参考文献:

- [1] Chen Y C, Yang Z M, Chen Q H, Jiang X L, Gao M, Xia Q. An Overview on Disposal of Anaerobic Digestate for Large Scale Biogas Engineering. *China Biogas*, 2009, 28 (1):14-20.
- [2] Pathak H, Kushwaha J S, Jain C M. Evaluation of manurial value of biogas spent slurry composted with dry mango leaves, wheat straw and rock phosphate on wheat crop. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 1992, 40(4):751-757.
- [3] Zhang C A, Wang Y Q, Yuan C B, Yao L, Liu Y. Analysis on the difference of nutrition contents between different anaerobic fermentation residue from different raw materials. *Modern Agricultural Sciences*, 2009, 16(1):44-46.
- [4] Yin F, Zhang W D, Song H C, Liu S Q, Chen L Q, Xia C F. Research on bacteriostatic activity of biogas broth on plant pathogenic microbes. *Renewable Energy*, 2005, (2):9-11,36.
- [5] Garg R N, Pathak H, Das D K, Tomar R K. Use of flyash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of soil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2005, 107(1/3):1-9.
- [6] Zhang W D, Yin F, Li J C, Liu S Q, Chen Y B, Xu L, Mao Y. Influence of biogas fluid on the organic matter content in soil and its fertilization effect. *Renewable Energy*, 2008, 26(6):45-47.
- [7] Guo Q, Niu D J, Cheng H J, Zhao Y C. Comprehensive utilizing of biogas residue. *China Resources Comprehensive Utilization*, 2005, (12):11-15.
- [8] Ye W Z, Cheng G L, Lu H, Sun Z D. Effects of liquid in firedamp pool on yield, character and soil fertility in cabbage. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2006, (9):50-51.
- [9] Zeeman G, Lettinga G. The role of anaerobic digestion of domestic sewage in closing the water and nutrient cycle at community level. *Water Science and Technology*, 1999, 39(5):187-194.
- [10] Miles A, Ellis T G. Struvite precipitation potential for nutrient recovery from anaerobically treated wastes. *Water Science and Technology*, 2001, 43(11):259-266.
- [11] Jin Y K. Study on soil structure improve by applied biogas residue. *Chinese Journal of Soil Science*, 1987, (3):118-120.
- [12] Lao J C. Handbook of Soil Agrochemistry Analysis. Beijing: Agriculture Publishing House, 1988:229-298.
- [13] Zhong P, Li Z B, Li Q R, Wang Z Y. Contents of selected nutrients and heavy metals in biogas slurry. *Journal of Agro-Environment Science*, 2007, 26(S1):165-171.
- [14] Tao H G, Li X B, Zhao T L. Bioliquid & biosolid and eco-agriculture. *Renewable Energy*, 2003, (2):37-38.
- [15] Zhang W D, Yin F, Xu R, Li J C, Xu L, He F Q, Xue W J, Chen Y B. Effect of biogas liquid on biological properties of soil. *Hubei Agricultural Sciences*, 2009, 48(10):2403-2407.
- [16] Yamulki S. Effect of straw addition on nitrous oxide and methane emissions from stored farmyard manures. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 2006, 112(2/3):140-145.
- [17] Ni L, Sun G H, Luo G E, Shi W Y, Lu H, Ye W Z. Effect of Marsh Gas Sewage Irrigation on Soil Quality. *Soils*, 2008, 40(4):608-611.

参考文献:

- [1] 陈玉成,杨志敏,陈庆华,蒋小丽,高萌,夏旗.大中型沼气工程厌氧发酵液的后处置技术. *中国沼气*, 2009, 28(1):14-20.

-
- [3] 张昌爱,王艳芹,袁长波,姚利,刘英.不同原料沼气池沼渣沼液中养分含量的差异分析.现代农业科学,2009,16(1):44-46.
- [4] 尹芳,张无敌,宋洪川,刘士清,陈丽琼,夏朝凤.沼液对某些植物病原菌抑制作用的研究.可再生能源,2005,(2):9-11,36.
- [6] 张无敌,尹芳,李建昌,刘士清,陈玉保,许玲,毛羽.沼液对土壤有机质含量和肥效的影响.可再生能源,2008,26(6):45-47.
- [7] 郭强,牛冬杰,程海静,赵由才.沼渣的综合利用.中国资源综合利用,2005,(12):11-15.
- [8] 叶伟宗,成国良,陆宏,孙志栋.沼液对甘蓝产量、品质及土壤肥力的影响.长江蔬菜,2006,(9):50-51.
- [11] 金一坤.沼渣改良土壤结构的研究.土壤通报,1987,(3):118-120.
- [12] 劳家桢著.土壤农化分析手册.北京:农业出版社,1988:229-298.
- [13] 钟攀,李泽碧,李清荣,王正银.重庆沼气肥养分物质和重金属状况研究.农业环境科学学报,2007,26(S1):165-171.
- [14] 陶红歌,李学波,赵廷林.沼肥与生态农业.可再生能源,2003,(2):37-38.
- [15] 张无敌,尹芳,徐锐,李建昌,许玲,何福全,薛文俊,陈玉保.沼液对土壤生物学性质的影响.湖北农业科学,2009,48(10):2403-2407.
- [17] 倪亮,孙广辉,罗光恩,石伟勇,陆宏,叶伟宗.沼液灌溉对土壤质量的影响.土壤,2008,40(4):608-611.

CONTENTS

Influences of elevated ozone on growth and C, N, S allocations of rice	ZHENG Feixiang, WANG Xiaoke, HOU Peiqiang, et al (1479)
Coexistence, biodiversity and roles of ammonia-oxidizing archaea and anaerobic ammonium-oxidizing bacteria in deep soil layer of high nitrogen loaded paddy field	WANG Yu, ZHU Guibing, WANG Chaoyu, et al (1487)
The impact of interannual climate variability on the mean global vegetation distribution	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (1494)
Labile and recalcitrant carbon and nitrogen pools of an alpine meadow soil from the eastern Qinghai-Tibetan Plateau subjected to experimental warming and grazing	WANG Bei, SUN Geng, LUO Peng, et al (1506)
The structure and species diversity of plant communities in ecological safety islands of urban Guangzhou	MO Dan, GUAN Dongsheng, HUANG Kangyou, et al (1515)
The growth pattern of <i>Pinus elliottii</i> Plantation in central subtropical China	MA Zeqing, LIU Qijing, WANG Huimin, et al (1525)
The effect of two wetland plants on nitrogen and phosphorus removal from the simulated paddy field runoff in two small-scale Subsurface Flow Constructed Wetlands	LIU Shuyuan, YAN Baixing, WANG Lixia (1538)
Effect of simulated nitrogen deposition on nutrient release in decomposition of several litter fractions of two bamboo species	TU Lihua, HU Tingxing, ZHANG Jian, et al (1547)
Ecological monitoring of bryophytes for mercury pollution in Danzhai Mercury Mine Area, Guizhou Province, China	LIU Rongxiang, WANG Zhihui, ZHANG Zhaohui (1558)
Influence of silt deposition and sand deposition on <i>Cynodon dactylon</i> population in low-water-level-fluctuating zone of the Three Gorges Reservoir	LI Qiang, DING Wuquan, ZHU Qihong, et al (1567)
Seed production of <i>Spartina alterniflora</i> and its response of germination to temperature at Chongming Dongtan, Shanghai	ZHU Zhenchang, ZHANG Liquan, XIAO Derong (1574)
Effects of decomposition of mixed leaf litters of the <i>Castanopsis platyacantha</i> - <i>Schima sinensis</i> forest on soil organic carbon	ZHANG Xiaopeng, PAN Kaiwen, WANG Jinchuang, et al (1582)
Effects of desertification on soil respiration and ecosystem carbon fixation in Mu Us sandy land	DING Jinzhi, LAI Liming, ZHAO Xuechun, et al (1594)
The spatial distribution of soil organic carbon and its influencing factors in hilly region of the Loess Plateau	SUN Wenyi, GUO Shengli (1604)
Effects of interspecific interactions and nitrogen fertilization rates on above- and below- growth in faba bean/mazie intercropping system	LI Yuying, HU Hansheng, CHENG Xu, et al (1617)
Effects of supplemental irrigation based on measured soil moisture on nitrogen accumulation, distribution and grain yield in winter wheat	HAN Zhanjiang, YU Zhenwen, WANG Dong, et al (1631)
Anti-soil background capacity with vegetation biochemical component spectral model	SUN Lin, CHENG Lijuan (1641)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin of <i>Hippophae rhamnoides</i> L in farming-pastoral zone from the two northern provinces of China	HE Xueli, CHEN Cheng, HE Bo (1653)
Study on optimum forest coverage for water conservation: a case study in Pingtonghe watershed (Pingwu section)	ZHU Zhifang, GONG Gutang, CHEN Junhua, et al (1662)
Spatial point analysis of fire occurrence and its influence factor in Huzhong forest area of the Great Xing'an Mountains in Heilongjiang Province, China	LIU Zhihua, YANG Jian, HE Hongshi, et al (1669)
Combustion efficiency of small-scale meadow fire in Daxinganling Mountains	WANG Mingyu, SHU Lifu, SONG Guanghui, et al (1678)
Community structure of demersal fish in Nature Reserve of <i>Acipenser sinensis</i> in Yangtze River estuary	ZHANG Tao, ZHUANG Ping, ZHANG Longzhen, et al (1687)
Behavioral responses of the Common Coots (<i>Fulica atra</i>) and other swimming birds to human disturbances	ZHANG Weiwei, MA Jianzhang, LI Jinbo (1695)
Effects of photoperiod on body mass, organ masses and energy metabolism in Chinese bulbul (<i>Pycnonotus sinensis</i>)	NI Xiaoying, LIN Lin, ZHOU Feifei, et al (1703)
Larval host types for the 3 rd <i>Helicoverpa armigera</i> in Bt cotton field from North China determined by $\delta^{13}\text{C}$	YE Lefu, FU Xue, XIE Baoyu, et al (1714)
Selectivity of <i>Frankliniella occidentalis</i> to vegetable hosts	YUAN Chengming, ZHI Junrui, CAO Yu, et al (1720)
Genetic structure of <i>Pine caterpillars</i> (<i>Dendrolimus</i>) populations based on the analysis of Cyt b gene sequences	GAO Baojia, ZHANG Xuwei, ZHOU Guona, et al (1727)
Pricing method and application effects of biogas slurry	ZHANG Changai, LIU Ying, CAO Man, WANG Yanqin, et al (1735)
Effects of compost from municipal solid waste on ecological characteristics and the quality of different turfgrass cultivars	ZHAO Shulan, LIAN Fei, DUO Li'an (1742)
Degradation kinetics and bioavailability of pentachlorophenol in paddy soil-rice plant ecosystem	WANG Shisheng, LI Depeng (1749)
Review and Monograph	
Concepts and techniques of landscape genetics	XUE Yadong, LI Li, WU Gongsheng, ZHOU Yue (1756)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 6 期 (2011 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 6 2011

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:100717	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		

