

沼渣的综合利用

郭强¹,牛冬杰¹,程海静²,赵由才¹

(1.同济大学 污染控制与资源化研究国家重点实验室,上海 200092;

2.上海理工大学 城市建设与环境工程学院,上海 200093)

摘要:沼渣是厌氧发酵的残留物,由于其富含营养物质及微量元素,对动植物的生长发育和抗病能力的提高有显著作用,故已在农业、畜牧业、养殖业等方面得到广泛应用。本文阐述了沼渣的基本性质,并就其在国内外应用和研究现状作了综述。

关键词:沼渣;养殖;肥料;吸附剂

中图分类号:X712 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-9500(2005)12-0011-05

Comprehensive Utilizing of Biogas Residue

Guo Qiang¹, Niu Dongjie¹, Cheng Haijing², Zhao Youcai¹

(1.The State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2.College of Urban Construction & Environment Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Biogas residue has been wildly used in agriculture and stockbreeding for its rich content of nutriment and microelement and improving immune ability of crop and livestock. This study introduce the basic character of biogas residue and summarize its newly application and investigation all over the world.

Keywords: biogas residual slurry; feedstuff; fertilizer; sorbent

随着石油危机和环境污染问题的日益加剧,沼气发酵技术已在世界范围内得到广泛的重视。沼气发酵技术是有效的处置和利用有机废弃物的手段,其产物也是廉价的能源替代品和高质量的肥料,综合利用价值较高。厌氧发酵产沼气工艺已在农村得到了广泛的应用,给农民生活带来了便利和清洁的能源。越来越多沼气池的建立,必然会产生大量的厌氧发酵残留物,也就是沼液和沼渣,对其进行有效合理的利用,是实现农村生态化和可持续发展的必然要求。

1 沼渣的产生和基本性质

1.1 沼渣的产生

经沼气发酵后的有机残渣和废液统称为沼气发酵残留物。它是由固体和液体两部分组成,停留在表面的固体物叫浮渣,这层的组成很复杂,既有经过发酵比重变轻了的有机残屑,也有未被充分脱脂的秸秆、柴草;沼气池的中间为液体(中

上部为清液,下半部为悬液);底层为泥状沉渣,称之为沼渣。

1.2 沼渣的基本性质

沼渣为固体状物质,一般为黑色或灰色。由于发酵原料的不同,沼渣的物理和化学性质也有较大差异,以某农场的牛羊粪便厌氧发酵后的沼渣为例,其具体性质见表1和表2。

表1 沼渣的基本性质

参数	数值
pH值	8.9
表面积(m ² /g)	160
容积密度	1.86
比重	1.86
空隙率(%)	60.17
含水率(%)	3.525
灰分(%)	54.93
C/N	15.4

表2 灰分元素分析

%				ppm			
N	P	K	Na	Ca	Cu	Zn	Mn
1.33	0.21	0.30	0.14	0.88	35	99	397

收稿日期:2005-09-15

作者简介:郭强(1982-),男,浙江绍兴人,在读硕士研究生,研究方向:固体废物处理与资源化。

(1) 沼渣含有丰富的蛋白质,以风干物的粗蛋白质含量计算,可达 10%~20%,并且还含有作饲料必备的特种氨基——蛋氨酸和赖氨酸等。

(2) 沼渣具有丰富的氮、磷、钾和矿物质等,适用于农作物和畜类的发育和生长。

(3) 沼渣含有一定数量的激素、维生素,有利于禽畜的生长。

(4) 沼渣无毒无臭,细菌和病原体的含量也较少。

2 沼渣的综合利用

2.1 养殖

2.1.1 菌类养殖

为了解决原料问题,不少地区试验用沼渣种植蘑菇都取得了成功。虽然产量少一点,但沼渣来源广,成本低、管理方便,而且增产效果较好。

兰剑峰^[1]等人在江西省于都县贡江镇长岭村进行了沼渣和稻草培育蘑菇试验,结果表明,利用人畜粪便秸秆沼渣与稻草混合作为蘑菇生长基质,通透性良好,可使得菌丝生长粗壮良好,杂菌感染低,生物转化率提高 6%。

蒋希铮^[2]等人利用沼渣和玉米轴或棉籽皮混合后作为产菇基质,可比单纯以棉籽皮为基质增产 15.5%~30%。同时由于沼渣和玉米轴可以就地取材且来源丰富,从而大大降低了生产成本。

唐任福^[3]等人用沼渣代替部分棉籽壳进行金针菇培养试验,用沼渣代替 30%的棉籽壳作培养料栽培金针菇,可增产 34%。不但降低了生产成本,而且提高了沼气的综合效益。

刘守华^[4]等人利用沼渣及玉米芯代替棉籽皮作为食用菌栽培原料,结果表明,产量增长 21%~24%,菌体内氨基酸、蛋白质含量均有不同程度的提高。

S.Banik^[5]等人用稻草秸秆和沼渣以 1:1 的比例混合,作为培养蘑菇的基质,可显著提高蘑菇子实体的蛋白质和 Na、K、Ca、Fe、Mn、Cu、Zn、P 等矿物质元素的含量,减少碳水化合物的含量,使蘑菇种植更为经济有效。

2.1.2 蚯蚓养殖

蚯蚓含蛋白质达 60%以上,并含 18 种氨基酸,是良好的鱼、禽、畜饲料,可以活化土壤,蚯蚓粪也是极佳的园艺肥料。

陈景振^[6]等人利用沼渣养殖蚯蚓,用沼渣与田土混合作为蚓种培养土,蚯蚓总产量分别是利用牛粪、杂菜叶和稻草与田土混合的 1.16 倍和 1.43 倍。而且此方法简单易行,投资少,效益大,有利于改善环境卫生。

2.1.3 鱼类养殖

欧少伟^[7]等人利用沼渣进行养鱼试验,鱼类增长迅速,而且沼渣富含氮、磷、钾等微量元素,施入鱼塘后耗氧量小,肥水快、肥效持久,部分可被鲤鱼等底层杂食性鱼类直接食用。而且沼渣可替代化肥和部分配合饲料,成本低廉。沼渣中的各种致病微生物由于经过厌氧发酵基本被杀灭,施用后池鱼发病率降低,综合效益显著。

肖正兴^[8]等人在江西省龙南县马牯塘镇新杨村水产养殖场,将沼渣作为添加剂进行了月鳢养殖试验,发现沼渣喂养月鳢效果明显,月鳢平均体长 27.82 cm,平均个体重为 150.9 g。

郑敏^[9]等人在南昌市罗家镇罗家林场进行了为期三年的沼肥养鱼对比试验,结果表明,沼肥养鱼较传统养鱼可以明显降低池塘水体溶解氧的消耗,提高浮游生物量,提高鱼苗的成活率。

2.1.4 沼渣养猪

经厌氧消化后,沼渣还含有丰富的碳水化合物、粗蛋白质、多种氨基酸、微量元素、生长激素和糖类,是养猪的优良添加饲料。

郭梦云^[10]等人在饲料中添加干重 20%的沼渣喂猪,猪重量比不喂沼渣的猪增加 12%以上,饲料利用率提高 12.2%,最高可提高 27%。而且喂食沼渣的猪食欲增加,毛色发亮,贪睡,见长。从屠宰来看,猪肉无任何病变,完全符合卫生标准。

宾石玉^[11]等人利用沼渣喂猪,虽然添加沼渣喂猪其日增重不明显,但饲料利用率提高,瘦肉率提高了 1.25%。由于节省饲料,经济效益显著增加。

施玉书^[12]等人在浙江省建德市农村进行了沼渣养猪试验。沼渣喂养商品猪平均每头增加利润 35.23 元,使沼气发酵的残留物得到了充分利用,有机废弃物形成了良性循环。

2.2 农作物肥料

沼渣含有大量的有机质和植物生长所需的营养元素,是优质的有机质肥料。其所含的微量生长素、水解酶、腐殖酸、B 族维生素及有益菌等

活性物质,可对农作物起到抗病杀菌的作用,防止病害和虫害的发生。

2.2.1 茶园施用沼渣

广东省潮州市农村能源办公室^[13]在潮安县凤凰镇茶园利用沼渣和化学肥料进行对比试验,施沼渣的茶树枝粗壮,叶片厚;施化肥的茶树,供肥速度快,春梢暴发,分枝多,叶片大而薄,但肥效不持久,后期表现为易退赤,无后劲,秋冬分枝少且细,叶小薄。

施化肥处理,春茶产量比沼渣处理的产量高。但沼渣供肥平稳,肥效长,夏、秋、冬茶产量则比化肥处理高,全年沼渣处理比化肥处理亩增产 7.75 kg,增产幅度为 8.3%。

施沼渣处理,茶株分枝粗壮,叶片较厚,既增加于茶产量,又提高了茶叶的档次。

2.2.2 稻田施用沼渣

陶战^[14]等人在天津市农业部环境保护科研监测所进行了水稻田沼渣施肥试验,用沼渣作稻田基肥不仅能节省化肥,改善土壤理化性质,而且不影响水稻产量。

2.2.3 玉米田施用沼渣

兰家泉^[15]等人在湖南省凤凰县柳薄乡禾若村进行了沼渣、沼液栽培玉米试验,试验中施用沼渣、沼液处理的产量最高,达到每亩 576.5 kg。

施用沼渣、沼液和单一施用沼液处理的出苗快且整齐,成苗率高,前期营养生长较旺盛,为高产打下了良好的基础。

2.2.4 水稻催芽

潘立章^[16]等人在湖南省益阳市资阳区迎丰桥乡陈家村进行了水稻沼渣催芽试验,沼渣催芽的出芽率达 99%,而常规催芽的出芽率为 98.5%,前者比后者提高 0.5%;沼渣催芽的芽长 10 mm,根长 28 mm,分别比常规催芽增长 7 mm 和 1.5 mm,而且出芽整齐,富有韧性,不宜断裂。

2.2.5 黄瓜种植

李维美^[17]等人在北京市农场局苇沟蔬菜试验场利用沼渣进行了黄瓜栽培试验,用沼渣作基肥的肥效稍优于等量 N、P、K 化肥,沼渣中所含的 Ca、Fe、Cu、Mg、Mn、Zn、Mo 等元素与黄瓜植株中所含的元素种类基本一致,长期应用沼渣可保持土壤肥力平衡。

2.2.6 大棚蔬菜栽培

侯育善^[18]等人对上海市东风农场的大棚蔬菜进行了沼渣和化肥的应用试验,在番茄、黄瓜作春秋二季栽培的沼渣和化肥对比试验中,均以应用沼渣的产量为高,番茄二季分别增产为 11.9% 和 11.97%,黄瓜二季分别增产为 12.15% 和 18.25%。全年施用沼渣的春番茄、春黄瓜比施用化肥的分别增产 12% 和 14.9%。

2.3 花卉栽培

余洪涛^[19]等人在四川省自贡市贡井区利用沼渣作基肥进行了兰花栽培试验,发现沼渣对兰花的生长发育有明显的促进效果,使兰株早生快发,各器官生长旺盛。

用沼渣作基肥的兰花抗逆性明显增强。从试验看出,凡用沼渣作基肥的兰花根粗长,肥壮而包白,无根腐现象,叶片肥厚,长宽比例适当,叶面无病斑,叶尖无发黑现象。

2.4 改良土壤

沼渣是很好的改土材料,施用于农田不仅可以补充磷、钾元素,有利于养分平衡,而且能改善土壤的通透性能。

李全^[21]等人利用沼渣和化肥配合施用,对土壤品质起到了明显的改善作用,增加了复合胶体的数量。随着沼渣用量的增加,原土中的有机碳、复合量、复合体腐殖质松紧比及土壤全氮均显著增加,土壤容重降低,孔隙率增加,固相减少,气相增加,使得稻麦的产量和品质得到了显著提高。

陈维志^[22]等人利用沼渣作底肥对日光温室内的土壤进行改良,经过 3 年的试验,土壤的容重减小了 0.2 g/cm³,孔隙度则增加了 6.6%,与化肥作底肥的对照区相比,平均容重减小了 0.113 g/cm³,孔隙度增加 4.27%,使得土壤可蓄存更多的水分和空气,有利于作物的生长发育。

杨春璐^[23]等人通过室内干湿交替培养,研究了沼渣对沈阳地区耕地棕壤和草甸土中速效钾含量及外源钾固定的影响,结果表明:(1)加入沼渣可以促进土壤中钾元素的释放,含 6% 沼渣的棕壤和草甸土速效钾含量低于 130.53 mg/kg 和 139.29 mg/kg 时,干燥就会引起层间钾的释放;(2)沼渣可以减少土壤对外源钾的固定量,含沼渣

2%和6%的棕壤在干湿交替培养15天后,固钾量减少了12.51 mg/kg和54.81 mg/kg,草甸土则分别减少了62.57 mg/kg和137.66 mg/kg。

2.5 酿酒

卢宝卿^[24]等人在邻水县酒厂采用人工培养和老窖泥为菌种,与沼渣厌氧菌共同发酵、合成培养为基础,进行了对比试验,结果显示,移植沼渣的试验样已酸菌的产生比未加沼渣试验样的多而强壮,经沼渣,人工培养浓香型大曲酒早熟泥,各项指标达到老窖标准要求,生化指标已达到百年以上的老窖泥指标;而且,移有沼渣和老窖泥及双轮槽于新泥中,以生物工程的方法来促使新窖早熟所改造的窖池,原料出酒率提高10.5%,一级品率提高9%。

2.6 吸附剂

C.Namasivayam^[25]等人的研究表明,沼渣对于废水中的重金属离子 Cr^{6+} 有较好的吸附作用,到达吸附平衡的时间很快。随着pH值的降低,吸附作用越明显,在pH值为1.5时,其对 Cr^{6+} 的去除率几乎可以达到100%,而且,由于沼渣中富含营养元素和多种微量元素,废水经沼渣处理后可用于浇灌农田。

C.Namasivayam^[26]等人利用沼渣对于工业废水中的Direct red 12 B型染色剂进行吸附试验,结果表明,沼渣对于此类染色剂具有良好的吸附作用,在pH为2.7时,去除率可以达到100%。而且,沼渣富含多种营养元素和微量元素,经沼渣吸附处理后的工业废水可以作为灌溉用水。

C.Namasivayam^[27]等人还利用沼渣对废水中的 Pb^{2+} 进行吸附研究,也取得了良好的效果,沼渣对于 Pb^{2+} 的吸附容量可以达到28 mg/g,是一种十分优越的吸附剂。

3 结语

综上所述,来自有机物厌氧发酵过程的沼渣中含有大量的腐殖质、蛋白质、多种氨基酸、维生素(尤其是VB12)、激素,可用作优良的家禽、家畜饲料、某些食用菌、蚯蚓的高级饲养料、化肥的替代品;此外,由于其对废水中部分污染物具有良好吸附性能,还可以用作吸附剂使用。

沼渣具有良好的性质,用途广泛,但利用过程中的主要问题,如沼渣中所含激素对环境和人

畜健康的影响等尚有待研究。此外,目前对于生物质资源利用尚缺乏规范化和程序化的管理,除了因地制宜利用当地的自然资源,还需要综合考虑当地经济发展水平和地域特点,规范沼渣利用的方式和手段。

参 考 文 献

- 1 兰剑锋,易煜辉.沼渣培育蘑菇试验初报[J].江西园艺,2002(3):28~29
- 2 蒋希铮,田远任.沼渣和麦糠生产兰花菇的技术研究[J].中国沼气,1990,8(4):29~30
- 3 唐任福,熊毅.沼渣对金针菇产量与品质的影响[J].中国沼气,1993,11(1):53~55
- 4 刘守华.以沼渣及玉米芯为原料进行食用菌栽培的试验研究[J].农村能源,1998(6):27~27
- 5 S.Banik,R.Nandi.Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. Industrial Crops and Products,2004(20):311~319
- 6 陈景振,卢志广.沼渣养殖蚯蚓试验[J].江苏沼气,1991(4):18~19
- 7 欧少伟.沼渣养鱼技术初探[J].渔业致富指南,2003(17):27~27
- 8 肖正兴,赖春建.沼液及少量沼渣作添加剂喂月鳢试验[J].江西农业科技,1999(6):46~47
- 9 郑敏.沼肥养鱼实用技术研究[J].江西水产科技,2002(2):32~33
- 10 郭梦云,郭保安.利用沼渣喂猪试验研究[J].河北省科学院学报,1991(3):13~17
- 11 宾石玉,曾维军.生物饲料(沼渣)饲喂肉猪试验[J].家畜生态,1997,18(2):13~15
- 12 施玉书,郎建生.沼渣喂猪技术的综合效益研究[J].中国沼气,2002,20(1):35~37
- 13 广东省潮州市农村能源办公室.茶园施用沼渣的效果试验[J].中国沼气,1993,11(2):44~45
- 14 陶战,杜道灯.稻田施用沼渣对甲烷排放通量的影响[J].农村生态环境,1994,10(3):1~5
- 15 兰家泉,田启建,罗来和,等.玉米栽培施用沼渣沼液的肥效试验[J].山地农业生物学报,2004,23(6):475~478
- 16 潘立章,何楚碧.水稻沼渣催芽探索[J].中国沼气,1996.14(2):31~33

- 17 李维美,何少琪.芑沟大型猪场猪粪沼渣在黄
瓜栽培上的应用[J].太阳能学报,1993,14(4):
295~299
- 18 侯育善,朱扣虎.沼渣在塑料大棚蔬菜上的应
用试验[J].上海农业科技,1991(6):7~8
- 19 余洪涛.用沼渣作基肥种植兰花的效果试验[J].
中国沼气,1993,11(2):47~49
- 20 杨金楼,计中孚.上海市郊畜禽粪沼渣液后处
理工程技术(调研报告)[J].上海农业学报,1994,
10(A00)31~36
- 21 李 全,杨从容.沼渣的改土作用及其对稻麦
产量和品质影响的研究[J].中国沼气,1992,10
(1):13~18
- 22 陈维志,丁秀华.沼渣对能源生态模式日光温
室改土作用的研究[J].农村能源,1995(5):17~
18
- 23 杨春璐,梁成华,孙铁珩,等.合理施用沼渣对
土壤钾素有效性影响[J].生态科学,2004,23
(3):240~243
- 24 卢宝卿.沼渣在酿酒生物工程中的应用[J].新能
源,1992,14(7):31~33
- 25 C.Namasivayam & R.T.Yamuna.Adsorption of
chromium(VI) by a low-cost adsorbent:biogas
residual slurry.Chemosphere,1995,30(3):561~
578
- 26 C.Namasivayam.& R.T.Yamuna.Adsorption of
direct red 12 B by biogas residual slurry:equilibrium
and rate processes.Environmental Pollution, 1995,
(89):1~7
- 27 C.Namasivayam.& Yamuna R.T.Waste biogas residul
slurry as an adsorbent for the removal of Pb(II)
from aqueous solution and radiator manufacturing
industry wastewater.Bioresource Technology, 1995,
52/2,125~131

(责任编辑/赵建国)

● 资源节约

洗澡能省钱 杯水可洗车

由国务院、国家发改委主办的“建设节约型社会”展览会 2005 年 12 月 17 日在北京拉开帷幕,各省、直辖市除了设置展台,介绍自身建设节约型社会的经验,也带去了一些新型的节能产品,这些产品以其自身经济、环保等特点,成为展览会上的“明星”。

洗一年澡省 800 元

江苏的展厅内,一个普通的淋浴房模型吸引了很多参观者。产品介绍上说,在这种淋浴房内洗澡,一年可节约近 800 元电费。工作人员告诉记者,这是采用了国家正大力推广的“双向集热”技术。同样的卫浴设备在耗能相同的情况下,使用该技术后产生的有效热量是原来的 2.28 倍。如果家中使用的是电热水器,按每户每天用热水 180 升计算,一年就可节约近 800 元电费。

据了解,所谓“双向集热”节能,就是将热的洗浴废水中的热量与冷自来水的热量进行充分地热交换,将热水废水中的热量加以回收并且循环利用,从而提高洗澡水温度。工作人员解释说,

一般人都会注意到洗澡的时候要省点水,但很少有人会想到,要省的还有热量。如果能将废水流失的热量科学回收的话,将节能 50% 以上。“打个比方,如果全国一年内新增的商品房的主人在每天洗澡的过程中能够节能 50%,仅这些商品房 10 年内的节能效果,就相当于省下三峡电站一年的发电量!”

一杯水洗一辆车

“一杯水能洗一辆车”,你听说过吗?在上海的展区,就有人敢这么说。记者了解到,所谓“一杯水洗一辆车”,其实就是蒸气洗车。上海已经对这种节能的洗车方法进行试点,明年逐步向全市推广。据工作人员介绍,上海是一个缺水的城市,而随着上海私家车的增多,每年洗车而浪费的水资源数字惊人。据介绍,一般洗一次车要耗水 50~60 升,而蒸汽洗车耗水量仅是 0.25 升,容量大约等同一杯水。每次仅需 10 分钟,既能将车洗干净,又能一次性完成对车辆的保养上光。

(杨 子)

作者: [郭强](#), [牛冬杰](#), [程海静](#), [赵由才](#), [Guo Qiang](#), [Niu Dongjie](#), [Cheng Haijing](#), [Zhao Youcai](#)

作者单位: [郭强,牛冬杰,赵由才,Guo Qiang,Niu Dongjie,Zhao Youcai\(同济大学,污染控制与资源化研究国家重点实验室,上海,200092\)](#), [程海静,Cheng Haijing\(上海理工大学,城市建设与环境工程学院,上海,200093\)](#)

刊名: [中国资源综合利用](#)

英文刊名: [CHINA RESOURCES COMPREHENSIVE UTILIZATION](#)

年,卷(期): 2005(12)

被引用次数: 20次

参考文献(27条)

1. [兰剑锋;易焯辉](#) 沼渣培育蘑菇试验初报[期刊论文]-[江西园艺](#) 2002(03)
2. [蒋希铮;田远任](#) 沼渣和麦糠生产兰花菇的技术研究[期刊论文]-[中国沼气](#) 1990(04)
3. [唐任福;熊毅](#) 沼渣对金针菇产量与品质的影响[期刊论文]-[中国沼气](#) 1993(01)
4. [刘守华](#) 以沼渣及玉米芯为原料进行食用菌栽培的试验研究 1998(06)
5. [S Banik;R Nandi](#) Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield.protein and mineral contents of oyster mushroom[外文期刊] 2004(20)
6. [陈景振;卢志广](#) 沼渣养殖蚯蚓试验 1991(04)
7. [欧少伟](#) 沼渣养鱼技术初探 2003(17)
8. [肖正兴;赖春建](#) 沼液及少量沼渣作添加剂喂月鳢试验 1999(06)
9. [郑敏](#) 沼肥养鱼实用技术研究[期刊论文]-[江西水产科技](#) 2002(02)
10. [郭梦云;郭保安](#) 利用沼渣喂猪试验研究 1991(03)
11. [宾石玉;曾维军](#) 生物饲料(沼渣)饲喂肉猪试验 1997(02)
12. [施玉书;郎建生](#) 沼渣喂猪技术的综合效益研究[期刊论文]-[中国沼气](#) 2002(01)
13. [广东省潮州市农村能源办公室](#) 茶园施用沼渣的效果试验[期刊论文]-[中国沼气](#) 1993(02)
14. [陶战;杜道灯](#) 稻田施用沼渣对甲烷排放通量的影响 1994(03)
15. [兰家泉;田启建;罗来和](#) 玉米栽培施用沼渣沼液的肥效试验[期刊论文]-[山地农业生物学报](#) 2004(06)
16. [潘立章;何楚碧](#) 水稻沼渣催芽探索[期刊论文]-[中国沼气](#) 1996(02)
17. [李维美;何少琪](#) 苇沟大型猪场猪粪沼渣在黄瓜栽培上的应用 1993(04)
18. [侯育善;朱扣虎](#) 沼渣在塑料大棚蔬菜上的应用试验 1991(06)
19. [余洪涛](#) 用沼渣作基肥种植兰花的效果试验[期刊论文]-[中国沼气](#) 1993(02)
20. [杨金楼;计中孚](#) 上海市郊畜禽粪沼渣液后处理工程技术(调研报告) 1994
21. [李全;杨从容](#) 沼渣的改土作用及其对稻麦产量和品质影响的研究[期刊论文]-[中国沼气](#) 1992(01)
22. [陈维志;丁秀华](#) 沼渣对能源生态模式日光温室改土作用的研究 1995(05)
23. [杨春璐;梁成华;孙铁珩](#) 合理施用沼渣对土壤钾素有效性影响[期刊论文]-[生态科学](#) 2004(03)
24. [卢宝卿](#) 沼渣在酿酒生物工程中的应用 1992(07)
25. [C Namasivayam;R T Yamuna](#) Adsorption of chromium (VI) by a low-cost adsorbent:biogas residual slurry 1995(03)
26. [C Namasivayam;R T Yamuna](#) Adsorption of direct red 12 B by biogas residual slurry:equilibrium and rate processes[外文期刊] 1995(89)

27. [C Namasivayam; Yamuna R T](#) Waste biogas residul slurry as an adsorbent for the removal of Pb (II) from aqueous solution and radiator manufacturing industry wastewater [外文期刊] 1995

本文读者也读过(10条)

1. [向多赋](#) 沼渣的综合利用 [期刊论文] - [农技服务](#) 2009, 26(7)
2. [郭肖颖](#), [朱丽君](#), [李布青](#) 沼渣肥的特性与应用效果研究 [期刊论文] - [安徽农业科学](#) 2010, 38(27)
3. [刘丽雪](#), [陈海涛](#), [韩永俊](#), [Liu Lixue](#), [Chen Haitao](#), [Han Yongjun](#) 沼渣物理特性及沼渣纤维化学成分测定与分析 [期刊论文] - [农业工程学报](#) 2010, 26(7)
4. [高进梅](#) 沼气发酵残余物沼渣的综合利用 [期刊论文] - [安徽农学通报](#) 2009, 15(15)
5. [陆梅](#), [毛玉荣](#), [杨康林](#), [夏泽芬](#), [陈忠伦](#) 沼液沼渣的利用 [期刊论文] - [农技服务](#) 2007, 24(5)
6. [邢瑶](#) 沼渣沼液利用技术规程 [期刊论文] - [现代农业](#) 2011(2)
7. [孔小新](#), [田新平](#), [郭岩松](#) 沼渣的利用 [期刊论文] - [农村科技](#) 2005(8)
8. [谢勇](#), [王昌全](#), [李冰](#), [袁大刚](#), [XIE Yong](#), [WANG Chang-quan](#), [LI Bing](#), [YUAN Da-gang](#) 沼渣连续施用对土壤有机碳组成及剖面分布的影响 [期刊论文] - [四川农业大学学报](#) 2009, 27(2)
9. [谷军](#), [沙长青](#), [张晓彦](#), [GU Jun](#), [SHA Chang-qing](#), [ZHANG Xiao-yan](#) 沼渣对土壤酶活性的影响 [期刊论文] - [生物技术](#) 2008, 18(5)
10. [马东花](#), [黄盛](#), [伍梅芳](#), [马燕荣](#), [马莉](#) 沼渣沼液综合利用技术 [期刊论文] - [科技信息](#) 2011(11)

引证文献(20条)

1. [李会隆](#), [蒋自元](#), [鲁好余](#), [赵银善](#), [翟琳](#) 制种玉米应用沼渣做基肥试验研究初报 [期刊论文] - [农业科技与信息](#) 2013(17)
2. [黄亚丽](#), [尹淑丽](#), [张丽萍](#), [张根伟](#), [段普凡](#), [程辉彩](#), [李书生](#) 沼渣底施对黄瓜生长及土壤微生物数量的影响 [期刊论文] - [可再生能源](#) 2011(3)
3. [赵希彦](#) 沼气发酵残留物在养殖业中的综合利用 [期刊论文] - [安徽农业科学](#) 2009(26)
4. [刘玉国](#), [王开勇](#), [谭兰兰](#), [卞龙](#) 沼液对加工番茄发芽和催苗的影响 [期刊论文] - [甘肃农业](#) 2013(19)
5. [刘淑梅](#) 沼气建设要与新农村建设的规划设计接轨 [期刊论文] - [新农村\(黑龙江\)](#) 2012(2)
6. [樊华](#), [邓良伟](#), [宋立](#), [席莹莹](#), [吴先勤](#), [王开勇](#) 沼液对棉花发芽率及幼苗生长的影响 [期刊论文] - [湖北农业科学](#) 2012(16)
7. [吕品](#), [于志民](#), [周琳](#), [沈光](#) 沼渣花卉栽培培养基质应用研究 [期刊论文] - [国土与自然资源研究](#) 2012(1)
8. [王卫](#), [朱世东](#), [袁凌云](#), [郝晓杰](#), [李仁杰](#), [龙杰](#) 沼液·沼渣在辣椒无土栽培上的应用研究 [期刊论文] - [安徽农业科学](#) 2009(24)
9. [郇玉环](#), [张昌爱](#), [董建军](#) 沼渣沼液的肥用研究进展 [期刊论文] - [山东农业科学](#) 2011(6)
10. [康凌云](#), [赵永志](#), [曲明山](#), [陈清](#) 施用沼渣沼液对设施果类蔬菜生长及土壤养分积累的影响 [期刊论文] - [中国蔬菜](#) 2011(22)
11. [刘德源](#) 沼渣沼液在双孢蘑菇生产中的应用 [期刊论文] - [北方园艺](#) 2010(20)
12. [刘丽雪](#), [陈海涛](#), [韩永俊](#) 沼渣物理特性及沼渣纤维化学成分测定与分析 [期刊论文] - [农业工程学报](#) 2010(7)
13. [杨磊](#), [刘凤英](#), [陈蓓](#) 三峡库区小城镇庭院生态模式及效益分析——以江津区油溪镇为例 [期刊论文] - [安徽农业科学](#) 2011(5)
14. [张昌爱](#), [刘英](#), [曹曼](#), [王艳芹](#), [姚利](#) 沼液的定价方法及其应用效果 [期刊论文] - [生态学报](#) 2011(6)
15. [黄栋栋](#), [王俞薇](#), [王建波](#), [陈魁](#), [张进](#) 施用沼液对无土栽培小白菜产量及品质的影响 [期刊论文] - [安徽农业科学](#)

2010(4)

16. [张进](#), [张妙仙](#), [单胜道](#), [王敏艳](#), [陈斌](#) [沼液对无土栽培小白菜\(Brassica chinensis L.\)产量及品质的影响初探](#)[期刊论文]-[科技通报](#) 2010(3)
17. [于颖](#), [王宏燕](#), [周东兴](#) [畜禽粪便的资源化利用](#)[期刊论文]-[东北农业大学学报](#) 2009(8)
18. [张浩](#), [雷赵民](#), [窦学诚](#), [路标](#), [李强](#) [沼渣营养价值及沼渣源饲料和其生产的猪肉重金属残留分析](#)[期刊论文]-[中国生态农业学报](#) 2008(5)
19. [李静](#), [李岩](#) [畜禽龙头企业废弃物处理与农业可持续发展的关系探讨](#)[期刊论文]-[安徽农学通报](#) 2010(23)
20. [张昌爱](#), [刘英](#), [曹曼](#), [王艳芹](#), [姚利](#) [沼液的定价方法及其应用效果](#)[期刊论文]-[生态学报](#) 2011(6)

引用本文格式: [郭强](#), [牛冬杰](#), [程海静](#), [赵由才](#), [Guo Qiang](#), [Niu Dongjie](#), [Cheng Haijing](#), [Zhao Youcai](#) [沼渣的综合利用](#)[期刊论文]-[中国资源综合利用](#) 2005(12)