

沼渣沼液的肥用研究进展

郜玉环¹,张昌爱¹,董建军^{2*}

(1. 山东省农业科学院农业资源与环境研究所,山东 济南 250100;

2. 山东省农业科学院,山东 济南 250100)

摘要:本文回顾了我国沼渣沼液肥用方面的研究进展,主要从沼渣沼液的成分含量分析、肥用模式、肥用效果三方面概述了沼渣沼液在我国肥用方面的利用现状,旨在促进沼渣沼液肥用方面研究的更深入展开,为我国沼气事业的发展提供支持。

关键词:沼渣沼液;肥用模式;肥用效果

中图分类号:S141.9-1 文献标识码:A 文章编号:1001-4942(2011)06-0071-05

据统计,截至2009年底,我国已建成户用沼气3 507万户,年产沼气总量约 $140 \times 10^8 \text{ m}^3$,折合标准煤约 $1 870 \times 10^4 \text{ t}$,农民增收节支178亿元,使近1亿农民直接受益;小型沼气工程1.8万处,总池容 $70 \times 10^4 \text{ m}^3$;大中型沼气工程8 576处,其中大型沼气工程(单体容积大于 300 m^3)4 000余处^[1,2]。同时无论在政策上还是资金方面,国家各有关部门也给予大力支持,因此我国沼气的发展仍具有广阔的前景。

随着我国沼气事业的快速发展,沼渣沼液资源亦将丰富起来。尤其随着大中型沼气工程的建设,沼渣沼液存在连续、量大、集中的特点,其无害化消纳问题已到了迫切需要解决的境地,在某些沼气的运行中,沼渣沼液的处置已成为制约沼气工程正常运行的瓶颈问题。沼渣沼液中含有植物生长所需的营养元素、病原微生物的存活量少、并富含利于土壤改良的有机物质及易于植物吸收的小分子腐殖质,因此肥用是沼渣沼液目前最主要的利用方式^[3,4]。

尽管沼渣沼液的肥用研究由来已久,但这方面的总结和思考还非常欠缺,本文从沼渣沼液的成分含量分析、肥用模式、肥用效果三方面概述了沼渣沼液在我国的研究进展,旨在促进沼渣沼液肥用方面的研究更深入展开,为我国沼气事业的发展提供支持。

1 沼渣沼液的成分分析

目前,沼液的概念还没有权威的解释,在很多的的研究中,沼液是发酵剩余物沉降后的上部液体,有的也将搅匀了的发酵剩余物统称沼液;有很多从业者认为从厌氧消化器内得到的固形物称为沼渣,其他随液体的混合物可以称为沼液;也有的将沼气池内底部自然沉降物统称为沼渣^[5]。因此沼液的固形物含量和成分组成以及沼渣的含水率等指标亟待形成统一的标准。而作者更倾向于将厌氧反应剩余物中提取到的那部分固形物称为沼渣,这样就能将渣、液从概念上区别开来。

经过厌氧消化后出来的沼渣沼液是一种较为复杂的有机复合体,并且根据原料的不同其成分和性状差异也比较大。在物理性状上,沼液可以称为一种浆状胶体,与固形物的沼渣混合后组成了这种较为复杂的体系。针对这种沼渣沼液复合体系,目前在成分分析方面的工作开展的很少,也不成系统。

为了把沼渣作为饲料,人们分析过沼渣的饲用成分,张浩等(2008)^[6]对牛粪、玉米秸秆作为发酵原料生产沼气的发酵残留物——沼渣的营养价值进行了分析。结果表明,风干沼渣中干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、粗纤维含量分别为857.7、99.0、34.9、10.7、252.7 mg/g;吕锦萍

收稿日期:2010-11-24

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

作者简介:郜玉环(1967-),女,硕士,高级农艺师,主要从事农业资源方面的研究工作。E-mail:nkygyh@126.com

*通讯作者:董建军(1969-),男,硕士。

(2008)^[7]在博州地区采集了牛羊粪和猪粪两种基质的沼渣沼液,分析测定了有机质、全氮、全磷、全钾、pH值、全量铜、铁、锌、锰等指标;张昌爱等(2008)^[8]在山东省境内采集了4种不同原料沼气池的沼渣沼液,对其养分含量等指标进行了分析,并对不同原料沼气池的养分含量差异做了分析,张媛等(2007)^[9]对山西户用沼气池沼渣的全量氮、磷、钾也做了分析。

据测定,沼肥含有有机质30%~50%,腐殖酸10%~25%,氮素0.8%~1.5%,磷素0.4%~0.6%,钾素0.6%~1.2%^[10]。但由于沼气池的实际运行情况千差万别,不同的原料、不同的原料浓度、甚至不同的池子、不同的发酵时间、乃至不同的添加物都会影响最终沼渣沼液的养分含量^[11]。因此,沼渣沼液中的成分分析必须要有大量的统计资料才会得出较为准确的概念,这方面的工作显然亟待加强。

另外,就沼渣沼液的理化成分,乃至理化指标分析方面的文章和参考数据都比较少,期待更多研究人员对此予以关注。

2 沼渣沼液的肥用模式

目前沼渣沼液较为成熟的肥用模式有以下几种:一是浇灌施用;二是作为叶面肥施用;三是沼渣沼液分离后将沼渣制成有机肥料施用。

在浇灌施用中,有的将沼渣沼液直接和灌溉水以一定的比例混合后浇灌,也有的先沉降后用上部的含固形物较少的液体与灌溉水混合浇灌;另外将沼渣沼液分离过滤后的液体结合滴灌或渗灌利用也是一种较好的途径^[12]。沼渣沼液直接灌溉减少了沉降所需的设施和时间,氮素的挥发损失也较少,因此简便易行,但是浇灌后沼渣难于渗入土壤中,会在土壤表层零散堆积,因而降解较为缓慢,影响耕作和环境。

这些利用模式在现实生产中经常见到,但对此理论层面的研究报道较少。向永生等(2006)^[13]曾对沼液在春茶上灌施时沼液的比例问题做了分析,试验设置沼液与清水容量比为0、0.5、1.0、1.5、2.0及纯沼液6个处理,试验结果表明,沼液与清水容量比为1:1.5时总体效果最好。另外关于沼液浇灌方面的报道也不是很多,并且多数也是从浇灌后的效果角度展开的,对于

浇灌模式的研究更少。

沼液作为叶面肥施用是另一种常见的肥用模式,并常见于庭院式等小规模叶菜类蔬菜和果树的管理中。厌氧消化后的沼液不能直接喷洒在蔬菜上,否则会烧坏蔬菜,至少也会致叶部组织受损。彭继娥等(2008)^[14]、陈根生等(2004)^[15]报道中建议沼液取自正常产气40天以后的沼气池中,停放2~3天后用纱布过滤干净并加水稀释2~3倍后喷施。

沼渣脱水后制作成有机肥或有机复混肥施用是一种变废为宝、提高肥效、改善土壤肥力的较好方法,但目前沼气工程中基本上还没有采用成熟的沼渣制肥技术的范例,这主要是受固液分离、渣滓干化、沼渣养分含量低、经济性不确定等因素的制约。针对沼渣制肥方面的研究目前还未见报道,户用沼气中,沼渣经沉降晾干后直接施入土壤中是目前这种模式的例子。随着大型沼气工程的建设和运行,沼渣制肥技术必将得到完善,以保障这一有机肥料资源的有效利用。

3 沼渣沼液的肥用效果

目前,有关沼渣沼液肥用方面的报道大多仍集中在其应用效果方面,尤其以产量及品质方面的研究较多,另外对于土壤肥力及作物抗病效果方面也有些零星的报道。

3.1 对作物产量的影响

利用沼液浸种,可刺激、活化种内营养物质,促进种内细胞分裂和生长,并为种子提供发芽和幼苗生长所需营养,同时还能消除种子携带的病原体、细菌等。因此沼液浸种后种子的发芽率高、芽齐、苗壮、根系发达,长势旺、抗逆性及抗病虫性强。据冉启英(2008)^[16]报道沼液浸种后生姜的产量明显提高,在水稻^[17]、玉米^[18]等作物上也都有沼液浸种增加产量的报道。

沼液喷施多用于叶菜类及果树等植物上,任华等(2007)^[19]通过早春大白菜叶面喷施沼液试验,得出单产较喷清水对照增产8.54%,666.7m²增收109.30元的结果;在甘薯上喷施沼液可增产15.3%,并且成熟期提前^[20];苹果树上喷施适当浓度和次数的沼液,可使苹果树新枝长增加4.41~33.14mm,叶绿素含量增加7.11%~30.29%,单果重提高3.07%~

15.34%^[21]。

沼液作为一种液态速效肥料,追施具有较好的增产效果。在果菜类蔬菜上 666.7m² 追施 2 500 ~ 3 000 kg,可增产 9.8% 以上^[22];小白菜上追施沼液最高可增产 97.74%^[23];在大蒜生长期追施沼液,蒜薹产量增加 10% ~ 18%,蒜头产量增加 12% ~ 20%^[24];辣椒大田生长期追施沼液,能促进辣椒健壮生长,明显改善农艺性状,有利于产量和品质的提高,单产增加 20% 左右^[25];另外在大葱^[26]、莴笋、黄瓜、苦瓜、白菜、芹菜、小麦、玉米等作物上都有增产效果的报道。

杜文波(2009)^[27]研究了沼渣在棉花上的施用效果,基施沼渣 3.0 × 10⁴ kg/hm²,比对照增产 27.4% ~ 27.9%;基施沼渣 1.5 × 10⁴ kg/hm²,比对照增产 6.8% ~ 10.4%;施用沼渣作基肥,对秋马铃薯的出苗率有所提高,对块茎的形成、膨大、色泽都有显著的效果,马铃薯增产显著^[28];唐任福等(1993)^[29]研究结果表明,用沼渣代替 30% 的棉籽壳作培养料栽培金针菇,比对照增产 34%;另外因得到沼渣比较困难,所以研究报道多集中在种菇、做栽培基质、做动物添加饲料方面,相关的作物增产方面的研究大多和沼液联系在一起。

3.2 对作物品质的影响

3.2.1 沼渣沼液可降低蔬菜中的硝酸盐含量

在施用氮磷钾化肥(N 120 mg/kg、P₂O₅ 80 mg/kg、K₂O 100 mg/kg)基础上,每钵增施沼液 500 ml,可使莴笋叶和生菜叶中硝酸盐含量分别降低 53.5% 和 45.5%^[30];王远远等(2008)^[23]研究表明,施用 70% 沼液作追肥,小白菜硝酸盐含量比对照降低 13.85%;郝鲜俊等(2008)^[31]在芹菜试验中一次施用 900 ml 沼液的追肥处理其硝酸盐含量比化肥处理下降 31.65%。

3.2.2 沼渣沼液施用可显著提高植物的 Vc 含量 在小白菜上以 50% 沼液作追肥,其百克维生素 C 含量达 20.48 mg,比对照增 30.20%^[23];施用沼渣沼液,甘蓝的 Vc 含量也有显著提高^[32];谢景欢等(2010)^[33]以 60% 沼渣 + 40% 化肥处理后,番茄 Vc 含量为 91.09 mg/kg,比对照高 21.32 mg/kg。实际上植物的 Vc 含量受肥料的影响较大,肥料充足则 Vc 含量较高。

3.2.3 沼渣沼液施用可显著提高植物的可溶性

糖和还原性糖含量,改善果实的糖酸比 叶面喷施沼液比化肥更能有效提高番茄中的可溶性糖含量,番茄的糖酸比也有显著提高^[34];刘小刚等(2007)^[35]在红富士苹果上的研究也得到相似的结论;一次施用 900 ml 沼液的追肥处理,芹菜的还原糖含量比化肥处理提高了 51.31%^[31]。

3.2.4 沼渣沼液施用可显著提高植物的氨基酸含量 施用沼液能提高莴笋茎、叶中的氨基酸含量^[30]。沼液、化肥搭配施用对提高毛豆粗蛋白含量、荚果完好率、多粒荚果数有促进作用^[32]。

3.2.5 沼渣沼液施用可显著提高经济作物的经济性指标 施用沼渣作基肥,对秋马铃薯块茎的形成、膨大、色泽都有显著的效果^[28];喷施沼液降低了茶叶中多酚类化合物含量,氨基酸及咖啡碱含量增加^[36];沼渣种菇可显著改善菇类的品质和经济性^[37]。

3.3 抑病抗虫效果

据检测,经过沼气池厌氧发酵处理的沼液不仅不含病原杂菌(如沙门氏杆菌、巴氏杆菌、丹毒杆菌、魏氏梭菌等)和虫卵,而且它所含有的多种微生物、有益菌群、各种水解酶、某些植物激素及其分泌的活性物质对植物的许多有害病菌和虫卵具有一定的抑制和杀灭作用,如用纯沼液喷施果树,对红、黄蜘蛛和蚜虫、青虫有明显的杀灭作用^[5]。尹芳等(2005)^[38]试验发现沼液对大多数植物病原真菌(烟草赤星病菌、稻瘟病菌、甘薯黑斑病菌、三七镰刀菌、香石竹镰刀菌、百合镰刀菌、瓜果腐霉、西芹细菌、石榴病菌)有抑制作用,对病原细菌(三七细菌、魔芋细菌、辣椒疫霉、烟草疫霉、三七丝核菌)抑制效果不太明显,抑菌率可达 50% ~ 80%,经灭菌处理的沼液对病原菌的抑制效果明显减弱,抑菌率不足 20%。

徐国华等(1998)^[39]开展了柑桔叶面喷施沼液防冻害的试验,果树秋冬季节基本不落叶并且叶片颜色深绿,被认为效果比较显著;另外沼液对防止金柚溃疡病、姜瘟病、棉花枯萎病及玉米防虫方面都有相关的报道^[40,41]。

3.4 对土壤理化性状的影响

沼渣沼液对土壤结构的改善有积极意义:金一坤(1987)^[42]连续 10 年对施用沼渣的试验地土壤结构进行鉴定,结果表明,粘质黄泥土土体变松,有较多的根系穿插,结构体呈卵圆形,20 mm

孔隙度增加 3.93%, 10 mm 孔隙度增加 4.69%, <10 mm 孔隙度增加 4.49%; 对照处理的土壤基质颜色为 10YR7/6, 而处理区为 10YR5/6 ~ 7.5YR5/6 ~ 5/4; 土壤有机碳由 0.858% 提高到 1.320%, 重组碳由 0.781% 提高到 1.181%, 增值复合度为 86.36%, 微结构体数量增 6%, 多孔性和胶结性都得到改善; 李全等(1992)^[43]通过 5 年定位试验(1986 ~ 1990)结果也证明沼渣可以明显改善土壤胶体的性质、增加复合胶体的数量、土壤容重降低、总孔隙增加、固相减少、气相增加、土壤物理性状改善。

沼渣沼液的施用可显著改善土壤营养元素的有效性, 张媛等(2008)^[44]试验表明, 在石灰性土壤上单施沼液土壤速效养分显著高于等量氮磷钾的化肥处理和沼液化肥配施。沼液处理的土壤碱解氮、速效磷、速效钾比等量氮磷钾的化肥处理分别提高 40.86%、39.90% 和 43.71%; 杨春璐等(2004)^[45]通过室内干湿交替培养研究了沼渣对棕壤和草甸土中速效钾含量及其对外源钾固定的影响, 表明沼渣可以明显促进供试土壤中钾素的释放, 并且可以减少土壤对外源钾的固定量。

沼渣沼液的施用可以增加土壤肥力, 土壤的酶活性及呼吸强度都有所增加^[46], 土壤有机质含量有显著提高^[47], 土壤的氮磷钾等养分含量也有所增加^[44]。

但有关沼渣沼液施用对土壤质量的影响方面还没有得到很明确的结论。段然等(2008)^[48]对辽宁省昌图县的饲料、猪粪、沼肥以及连续施用沼肥 6 年的土壤进行取样测定, 分析了沼肥从源头到土壤施用过程中重金属与抗生素类兽药的含量变化, 结果表明施用沼肥的土壤重金属类残留现象总体不明显, 沼肥与对应土壤中重金属、兽药残留量具有相关性(相关系数为 0.910), 施用沼肥后土壤中抗生素类兽药残留检出率及环丙沙星类残留量均高于对照土壤。李轶等(2007)^[49]也分析了沼液在大棚中应用后对土壤盐分及硝酸盐含量的影响, 表明沼液会促进土壤硝酸盐含量和盐分的累计。

4 小结

通过以上对于沼渣沼液肥用方面的回顾可以看出, 沼渣沼液的利用随着沼气池的建设就已经

展开了, 但这个行业还处在起步阶段, 包括肥用方面的研究其深度也有待加强。目前大多数的报道还集中在应用效果方面, 但由于试验材料(沼渣沼液)本身的不确定性, 所以结果和报道的重现性较差。尤其目前对于沼液的概念还难以有权威性的统一尺度, 对于沼液的定义、成分组成、元素含量、理化性质等方面都需要形成可以参考的标准才利于本行业的标准化发展。

总之, 沼渣沼液肥用方面的研究亟待加强, 尤其在规范化、标准化、精确化方面, 需要更多有识之士的加盟和关注。

参 考 文 献:

- [1] 李景明. 中国农村沼气建设与发展[A]. 2008 国际沼气学术研讨会论文集[C]. 167-170.
- [2] 屠云璋, 吴兆流. 沼气行业 2010 年发展报告[R]. 第二届全国养殖场大中型沼气工程建设培训交流会教材[C]. 江苏: 南京, 2010, 2-18.
- [3] 郭强, 牛冬杰, 程海静, 等. 沼渣的综合利用[J]. 中国资源综合利用, 2005, 12: 11-15.
- [4] 陶红歌, 李学波, 赵廷林. 沼肥与生态农业[J]. 可再生能源, 2003, 2: 37-38.
- [5] 王惠霞, 张坐省. 沼液中的化学物质及在农业生产上的应用[J]. 陕西农业科学, 2007, 3: 89-91.
- [6] 张浩, 雷赵民, 宴学诚, 等. 沼液营养价值与沼液源饲料和其生产猪肉重金属残留分析[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(5): 1298-1301.
- [7] 吕锦萍, 李俊杰, 巴哈提古丽, 等. 博州地区沼气池沼渣有机质及养分含量分析[J]. 中国沼气, 2008, 5: 28-29.
- [8] 张昌爱, 王艳芹, 姚利, 等. 不同原料沼气池沼渣沼液的养分含量差异分析[J]. 现代农业科学, 2009, 1: 44-46.
- [9] 张媛, 洪坚平, 任济星, 等. 山西户用型沼渣的全量 N、P、K 含量分析[J]. 山西农业科学, 2007, 11: 85-87.
- [10] 钟攀, 李泽碧, 李清荣, 等. 重庆沼气肥养分物质和重金属状况研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, S1: 165-171.
- [11] 张全国, 李鹏鹏, 倪慎军, 等. 沼液复合型杀虫剂研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(6): 157-160.
- [12] 孙伟. 沼液配合滴灌技术在茶叶种植上的应用[J]. 现代农业科技, 2008, 21: 22, 25.
- [13] 向永生, 孙东发, 王明锐, 等. 沼液不同浓度对春茶的影响[J]. 湖北农业科学, 2006, 1: 78-80.
- [14] 彭继娥, 董云刚, 张国元, 等. 果树沼液叶面肥喷施技术[J]. 吉林农业, 2008, 9: 20-21.
- [15] 陈根生, 边三根, 郭悦, 等. 沼液叶面喷施技术[J]. 江西农业科技, 2004, 11: 13.
- [16] 冉启英. 沼液浸种施肥在生姜生产上的对比试验[J]. 现代农业科技, 2008, 19: 28-29.

- [17] 王国书,龙建洪,冉隆俊. 沼液在水稻育秧上的应用研究[J]. 耕作与栽培, 2003, 01:36-60.
- [18] 吕淑敏,曲小菲,王林华,等. 不同沼液用量对夏玉米源库代谢关键酶及产量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 338-343.
- [19] 任华,王国书,勾仁义. 早春大白菜喷施沼液试验[J]. 贵州农业科学, 2007, 增刊:75-76.
- [20] 穆元相,范贵国,王勇,等. 红薯叶面喷施沼液试验[J]. 中国沼气, 2008, 26(5):36-37.
- [21] 王伟楠,杨改任,任广鑫,等. 叶面喷施沼液对苹果树营养生长和果实品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2008, 36(11):151-156.
- [22] 杨极武,冯万贵,安恒军,等. 沼液沼渣在水彩生产中的应用[J]. 北方园艺, 2006, 3:80-81.
- [23] 王远远,刘荣厚,沈飞,等. 沼液作追肥对小白菜产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2008, 1:220-224.
- [24] 刘勇,胡俊林,刘善军,等. 施用沼液对柑桔生长与结果的影响[J]. 中国沼气, 1999, 3:33-34.
- [25] 张学军,刘琼,刘勇. 沼液浸种和追施对辣椒产量的影响[J]. 耕作与栽培, 2008, 3:44-45.
- [26] 刘琼. 沼液沼渣在大葱上的应用效果分析[J]. 耕作与栽培, 2008, 3:46.
- [27] 杜文波. 沼渣在棉花上的施用效果初探[J]. 山西农业科学, 2008, 11:100-102.
- [28] 蒋富友,刘净,韦德祥. 沼渣在秋马铃薯上的应用试验[J]. 中国马铃薯, 2008, 19(4):221-222.
- [29] 唐任福,熊毅,龚小平,等. 沼渣对金针菇产量的影响[J]. 中国沼气, 1993, 1:53-55.
- [30] 徐卫红,王正银,权月梅,等. 沼液对莴笋和生菜硝酸盐含量及营养品质的影响[J]. 农村生态环境, 2003, 19(2): 34-37.
- [31] 郝鲜俊,洪坚平,谢英荷,等. 施用沼液对芹菜品质和产量的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(7):408-412.
- [32] 叶伟宗,成国良,陆宏,等. 沼液对甘蓝产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 长江蔬菜, 2006, 9:49-51.
- [33] 谢景欢,陈刚,袁晓霞,等. 沼渣与化肥配合施用对温室番茄生长发育、产量及品质的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2):2353-2357.
- [34] 李轶,张振. 沼液对番茄果实品质的影响[J]. 中国沼气, 2001, 19(1):37-39, 45.
- [35] 刘小刚,李丙智,张林森,等. 追施沼液对红富士苹果品质及叶片生理效应的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 105-108.
- [36] 吕承莉,吕昌置,陈应先. 沼液对茶叶品质的影响研究[J]. 贵州茶叶, 2005, 4:12-13.
- [37] 苟永平,陈耀祥,韦彦琴,等. 沼液、沼渣对平菇生长及产质量的影响[J]. 中国沼气, 2007, 25(3):33.
- [38] 尹芳,张无敌,宋洪川,等. 沼液对某些植物病原菌抑制作用的研究[J]. 可再生能源, 2005, 2:9-11.
- [39] 徐国华,何平,何建国,等. 柑桔叶面喷施沼液防冻害的试验[J]. 中国沼气, 1998, 16(2):36-37.
- [40] 林华光,王俊峰,丘开寿,等. 沼液防治金柚溃疡病试验[J]. 农村能源, 1999, 6:25.
- [41] 甘立祥,唐才禄,李祖琼,等. 沼液及几种药剂防治姜瘟病效果研究[J]. 中国沼气, 2006, 24(1):52-53.
- [42] 金一坤. 沼渣改良土壤结构的研究[J]. 土壤通报, 1987, 3:118-120.
- [43] 李全,杨从容,张超英. 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, 1:13-18.
- [44] 张媛,洪坚平,王炜,等. 沼液对石灰性土壤速效养分含量的影响[J]. 中国沼气, 2008, 28(2):14-16.
- [45] 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.
- [46] 李轶,刘庆玉,张玉龙,等. 沼肥对保护地土壤酶及其呼吸强度的影响[J]. 中国土壤肥料, 2007, 1:156-159.
- [47] 倪亮,孙光辉,罗光恩,等. 沼液灌溉对土壤质量的影响[J]. 土壤, 2008, 40(4):608-611.
- [48] 段然,王刚,杨世琦,等. 沼肥对农田土壤的潜在污染分析[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(3):310-315.
- [49] 李轶,张玉龙,虞娜,等. 施用沼液肥对保护地土壤硝酸盐及盐分累积的影响[J]. 土壤通报, 2007, 38(2):13-14.

作者: 郜玉环, 张昌爱, 董建军
作者单位: 郜玉环, 张昌爱(山东省农业科学院农业资源与环境研究所, 山东济南, 250100), 董建军(山东省农业科学院, 山东济南, 250100)
刊名: 山东农业科学 **ISTIC**
英文刊名: Shandong Agricultural Sciences
年, 卷(期): 2011(6)
被引用次数: 4次

参考文献(49条)

1. 李景明 中国农村沼气建设与发展
2. 屠云璋;吴兆流 沼气行业2010年发展报告 2010
3. 郭强;牛冬杰;程海静 沼渣的综合利用[期刊论文]-中国资源综合利用 2005(12)
4. 陶红歌;李学波;赵廷林 沼肥与生态农业[期刊论文]-可再生能源 2003(2)
5. 王惠霞;张坐省 沼液中的化学物质及在农业生产上的应用[期刊论文]-陕西农业科学 2007(3)
6. 张浩;雷赵民;窦学诚 沼渣营养价值与沼渣源饲料和其生产猪肉重金属残留分析[期刊论文]-中国生态农业学报 2008(05)
7. 吕锦萍;李俊杰;巴哈提古丽 博州地区沼气池沼渣有机质及养分含量分析[期刊论文]-中国沼气 2008(5)
8. 张昌爱;王艳芹;姚利 不同原料沼气池沼渣沼液的养分含量差异分析[期刊论文]-现代农业科学 2009
9. 张媛;洪坚平;任济星 山西户用型沼渣的全量N、P、K含量分析 2007
10. 钟攀;李泽碧;李清荣 重庆沼气肥养分物质和重金属状况研究[期刊论文]-农业环境科学学报 2007(z1)
11. 张全国;李鹏鹏;倪慎军 沼液复合型杀虫剂研究[期刊论文]-农业工程学报 2006(06)
12. 孙伟 沼液配合滴灌技术在茶叶种植上的应用[期刊论文]-现代农业科技 2008(21)
13. 向永生;孙东发;王明锐 沼液不同浓度对春茶的影响[期刊论文]-湖北农业科学 2006(1)
14. 彭继娥;董云刚;张国元 果树沼液叶面肥喷施技术[期刊论文]-吉林农业 2008(9)
15. 陈根生;边三根;郭悦 沼液叶面喷施技术[期刊论文]-江西农业科技 2004
16. 冉启英 沼液浸种施肥在生姜生产上的对比试验 2008
17. 王国书;龙建洪;冉隆俊 沼液在水稻育秧上的应用研究[期刊论文]-耕作与栽培 2003(1)
18. 吕淑敏;曲小菲;王林华 不同沼液用量对夏玉米源库代谢关键酶及产量的影响[期刊论文]-应用生态学报 2010(02)
19. 任华;王国书;勾仁义 早春大白菜喷施沼液试验[期刊论文]-贵州农业科学 2007(增刊)
20. 穆元相;范贵国;王勇 红薯叶面喷施沼液试验[期刊论文]-中国沼气 2008(05)
21. 王伟楠;杨改河;任广鑫 叶面喷施沼液对苹果树营养生长和果实品质的影响[期刊论文]-西北农林科技大学学报(自然科学版) 2008(11)
22. 杨极武;冯万贵;安恒军 沼气沼液和沼渣在水彩生产中的应用 2006
23. 王远远;刘荣厚;沈飞 沼液作追肥对小白菜产量和品质的影响[期刊论文]-江苏农业科学 2008(1)
24. 刘勇;胡俊林;刘善军 施用沼液对柑桔生长与结果的影响[期刊论文]-中国沼气 1999(3)
25. 张学军;刘琼;刘勇 沼液浸种和追施对辣椒产量的影响[期刊论文]-耕作与栽培 2008(3)
26. 刘琼 沼渣沼液在大葱上的应用效果分析[期刊论文]-耕作与栽培 2008(3)
27. 杜文波 沼渣在棉花上的施用效果初探[期刊论文]-山西农业科学 2008(11)
28. 蒋富友;刘净;韦德祥 沼渣在秋马铃薯上的应用试验[期刊论文]-中国马铃薯 2008(04)
29. 唐任福;熊毅;龚小平 沼渣对金针菇产量的影响[期刊论文]-中国沼气 1993
30. 徐卫红;王正银;权月梅 沼液对莴笋和生菜硝酸盐含量及营养品质的影响[期刊论文]-农村生态环境 2003(02)
31. 郝鲜俊;洪坚平;谢英荷 施用沼液对芹菜品质和产量的影响[期刊论文]-中国农学通报 2008(07)
32. 叶伟宗;成国良;陆宏 沼液对甘蓝产量、品质及土壤肥力的影响[期刊论文]-长江蔬菜 2006(9)
33. 谢景欢;陈刚;袁晓霞 沼渣与化肥配合施用对温室番茄生长发育、产量及品质的影响[期刊论文]-应用生态学报 2010(02)

34. 李轶;张振 [沼液对番茄果实品质的影响](#)[期刊论文]-[中国沼气](#) 2001(01)
35. 刘小刚;李丙智;张林森 [追施沼液对红富士苹果品质及叶片生理效应的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(03)
36. 吕承莉;吕昌置;陈应先 [沼液对茶叶品质的影响研究](#) 2005
37. 苟永平;陈耀祥;韦彦琴 [沼液、沼渣对平菇生长及产质量的影响](#)[期刊论文]-[中国沼气](#) 2007(03)
38. 尹芳;张无敌;宋洪川 [沼液对某些植物病原菌抑制作用的研究](#)[期刊论文]-[可再生能源](#) 2005(2)
39. 徐国华;何平;何建国 [柑桔叶面喷施沼液防冻害的试验](#) 1998(02)
40. 林华光;王俊峰;丘开寿 [沼液防治金柚溃疡病试验](#) 1999
41. 甘立祥;唐才禄;李祖琼 [沼液及几种药剂防治姜瘟病效果研究](#)[期刊论文]-[中国沼气](#) 2006(01)
42. 金一坤 [沼渣改良土壤结构的研究](#) 1987
43. 李全;杨从容;张超英 [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
44. 张媛;洪坚平;王炜 [沼液对石灰性土壤速效养分含量的影响](#)[期刊论文]-[中国沼气](#) 2008(02)
45. 杨春璐;梁成华;孙铁砾 [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)
46. 李轶;刘庆玉;张玉龙 [沼肥对保护地土壤酶及其呼吸强度的影响](#)[期刊论文]-[中国土壤与肥料](#) 2007(5)
47. 倪亮;孙光辉;罗光恩 [沼液灌溉对土壤质量的影响](#)[期刊论文]-[土壤](#) 2008(04)
48. 段然;王刚;杨世琦 [沼肥对农田土壤的潜在污染分析](#)[期刊论文]-[吉林农业大学学报](#) 2008(03)
49. 李轶;张玉龙;虞娜 [施用沼气肥对保护地土壤硝酸盐及盐分累积的影响](#)[期刊论文]-[土壤通报](#) 2007(02)

引证文献(4条)

1. 欧杨虹, 孙正国, 陈学祥 [不同沼液施用量对生菜产量及砷累积量的影响](#)[期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2014(2)
2. 赵麒麟, 伍钧, 陈璧瑕, 吕汶霖 [施用沼液对土壤和玉米重金属累积的影响](#)[期刊论文]-[水土保持学报](#) 2012(2)
3. 徐长英, 李彦, 张柏松, 田叶, 郑福丽, 边文范, 张英鹏, 马征 [有机物料腐植酸和碳氮比对有机肥品质的影响](#)[期刊论文]-[山东农业科学](#) 2013(12)
4. 张昌爱, 张玉凤, 林海涛, 沈玉文, 杨力 [基于营养成分含量的沼液定价方法](#)[期刊论文]-[中国沼气](#) 2012(6)

引用本文格式: 郜玉环, 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)