

## 微生物菌剂处理猪场沼液效果研究

彭智平,李文英,杨少海,黄继川,于俊红,杨林香,林志军

(广东省农业科学院土壤肥料研究所/广东省养分资源循环利用与耕地保育重点实验室/  
广州市城乡废弃物农用资源化工程技术研究中心,广州 510640)

**摘要:**利用人工模拟活性污泥的方法,比较研究不同微生物菌剂对猪场沼液的净化效果,旨在研制适合处理猪场沼液的复合菌剂,为养殖废水无害化处理和资源化利用提供科学依据。试验结果表明:3种微生物菌剂对猪场沼液均具有一定的净化效果,能够较好地去除沼液生物需氧量、总磷、粪大肠菌群,最高去除率分别达到61.5%、83.0%、99.0%,发芽试验也证实植物毒性的良好去除效果,最高发芽率提高38.3个百分点,发芽指数提高45.2个百分点;对化学需氧量、氨氮、全盐量等指标均具有一定的去除效果,最高去除率分别达到54.9%、48.4%、31.8%。综合评估,光合菌剂(PMP)处理效果优于复合菌剂(CMP)和发酵菌剂(FMP)。

**关键词:**微生物菌剂;猪场沼液;处理效果

中图分类号:X703.1

文献标志码:A

论文编号:2010-2427

### Study on Treatment of Piggery Biogas Slurry with Microorganism Preparation

Peng Zhiping, Li Wenying, Yang Shaohai, Huang Jichuan, Yu Junhong, Yang Linxiang, Lin Zhijun

(Soil and Fertilizer Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences

/Guangdong Key Laboratory of Nutrient Cycling and Farmland Conservation/Guangzhou Engineering and Technical Center for Agricultural Reutilization of Urban and Rural Waste, Guangzhou 510640)

**Abstract:** The research aimed to study the treatment of piggery biogas slurry with Microorganism Preparation. Compound Microorganism Preparation (CMP), Fermentation Microorganism Preparation (FMP) and Photosynthetic Microorganism Preparation (PMP) were used to remove BOD<sub>5</sub>, COD<sub>cr</sub>, NH<sub>3</sub>-N, TP, Fecal Coliform, and Total Salt from biogas slurry, and the effects were compared. The results showed that the maximal removal rates of BOD<sub>5</sub>, TP, FC were up to 61.5%, 83.0%, 99.0%, and those of COD<sub>cr</sub>, NH<sub>3</sub>-N, TS were up to 54.9%, 48.4% and 31.8%. In conclusion, the removal rate of PMP was more effectively than CMP and FMP.

**Key words:** microorganism preparation; piggery biogas slurry; treatment effect

### 0 引言

随着农业产业结构调整和新农村建设,集约化畜禽养殖业发展迅猛,规模化猪场成为养猪业发展生产主流。据FAO统计,早在2004年中国生猪饲养量已占世界生猪饲养量的50.9%,养猪业既满足了人们的肉类需求,也为中国经济做出了很大贡献。然而,由于养

猪业通常用水来冲洗猪栏粪尿,排放的废水已成为养殖业污染的最主要来源<sup>[1]</sup>。近年来,畜禽养殖所带来的严重污染已引起政府、养殖场业主、污染治理研究和设计者的重视,相继开发了不同处理工艺,并建立了各式养殖废水处理工程,其中回收能源兼顾环保的沼气工程发挥了重要的作用,其具有的潜在社会、经济和环

**基金项目:**国家科技支撑计划项目“热带亚热带外向型农业区新农村建设关键技术集成与示范”(2008BAD96B07);广东省农业科学院院长基金“猪场沼液生态处理技术研究”(201016)。

**第一作者简介:**彭智平,男,1964年出生,广东丰顺人,农学学士,研究员,研究方向:农业废弃物资源化研究与利用。通信地址:510640广州市天河区五山广东省农业科学院土壤肥料研究所, Tel: 020-38469615, E-mail: ytifei@yahoo.com.cn。

**通讯作者:**李文英,女,1969年出生,山西阳曲人,理学博士,副教授,研究方向:应用微生物研发工作。通信地址:510640广州市天河区五山广东省农业科学院土壤肥料研究所, Tel: 020-38469615, E-mail: liwenying2006@126.com。

**收稿日期:**2010-08-13, **修回日期:**2010-10-18。

境效益受到社会公认<sup>[2]</sup>。然而,目前中国每年沼气工程产生的沼液达2亿多t,这些废液用作农肥或者直接排放,很少考虑排放达标与否及其农用安全性。实际上,猪场废水厌氧消化后沼液中仍然含有相当数量的有机污染物,其中生物需氧量(BOD)、化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)、氨氮(NH<sub>3</sub>-N)、总磷(TP)及粪大肠菌群(Fecal Coliform)等指标仍然无法达到《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB18596-2001)<sup>[3]</sup>的浓度限值,对环境的压力仍然很大。随着国家对环境保护的重视,污水排放标准的严格控制,规模化猪场废水达标排放和利用已成为影响猪场生存和发展的重要因素,对猪场沼液深度处理,以达到排放或农用标准,已成为猪场废水处理的当务之急<sup>[4]</sup>。因此,有必要研发投资低、能耗低、高效的沼液无害化和资源化处理技术,以实现养殖废水低排放,资源循环利用,从而使畜禽养殖业能逐步走上循环经济的发展道路<sup>[5-9]</sup>。试验旨在比较3种不同微生物菌剂对猪场沼液处理的净化效果,为猪场废水无害化处理和资源化利用提供科学依据与参考借鉴。

## 1 材料与方方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 供试沼液 供试沼液样品来自广东省惠州市某大型猪场沼气处理废液池。

1.1.2 供试菌剂 复合菌剂(Compound Microorganism Preparation, CMP)是一种由放线菌、乳酸菌、酵母菌、醋酸杆菌等多种微生物菌种构成的复合微生物菌剂;发酵菌剂(Fermentation Microorganism Preparation, FMP)主要以酵母菌、乳酸菌、光合细菌、绿色木霉、放线菌等多种有益微生物混合发酵而成,发酵过程中可产生大量的蛋白酶、淀粉酶、纤维素酶、几丁质酶等有效分解酶;光合菌剂(Photosynthetic Microorganism Preparation, PMP)是由多个光合细菌菌株组成的微生物制剂。

1.1.3 主要试验仪器 HI9147溶解氧测定仪、UV-1750

紫外可见分光光度计、pHS-3C酸度计、CR-30R空气泵、GM-0.33型隔膜真空泵等。

### 1.2 试验设计

试验设定4个处理,复合菌剂+曝气处理(CMP)、发酵菌剂+曝气处理(FMP)、光合菌剂+曝气处理(PMP)、不加菌剂仅曝气处理(Only Aeration, OA);每个处理沼液量50 kg,3个重复取样混合测定。接种方法:先称取各种菌剂1%倒入杯中加入0.2%红糖,搅拌均匀复壮24 h撒入沼液,打开空气泵调节阀并控制流量为2×2 L/min,间隙曝气(14 h曝气+10 h静置)培养96 h后,终止试验,测定相关水质指标。

### 1.3 污水测定指标及方法

试验结束后取样立即进行分析,测定指标和测定方法如表1。发芽率和发芽指数测定方法:把一张大小合适的滤纸放入干净无菌的9 cm培养皿中,滤纸上整齐摆放20粒饱满的萝卜种子;准确吸取5 mL水样稀释液于培养皿中,然后将其放置在培养箱中培养,在(25±1)℃、黑暗条件下的培养箱中培养,对照组种子发芽率达到65%,根长达到20 mm(约48 h)时结束试验,测定种子的发芽率和根长,同时用去离子水作空白对照,每个处理重复3次。其计算公式为:

$$\text{发芽指数(GI)} = \frac{\text{处理的种子发芽率} \times \text{种子根长}}{\text{对照的种子发芽率} \times \text{种子根长}} \quad m$$

## 2 结果和分析

### 2.1 初始沼液水质指标分析

从表2可见,供试猪场废水经厌氧消化,沼气发酵处理后,一些水质指标如BOD<sub>5</sub>、SS、pH达到畜禽养殖业污染排放标准<sup>[3]</sup>(GB18596-2001)、农田灌溉水质标准<sup>[9]</sup>(GB5084-2005),但是另一些重要水质指标如COD<sub>cr</sub>、NH<sub>3</sub>-N、TP、粪大肠杆菌群、全盐量(Total Salt)等仍出现超标现象,远远达不到安全排放标准,特别值得一提的是粪大肠杆菌群检测值为4.0×10<sup>5</sup>个/L,高达排放标准的10~40倍,所以直接排放或农田灌溉存在受纳水体富营养化、水质污染、地下水及农产品污染

表1 测试指标及测定方法

测定指标	指标测定方法	方法来源
生物需氧量BOD <sub>5</sub>	稀释与接种法	GB/T 7488-87
化学需氧量COD <sub>cr</sub>	重铬酸钾法	GB/T 11914-89
氨氮含量NH <sub>3</sub> -N	纳氏试剂比色法	GB 7479-87
总磷含量TP	钼酸铵分光光度法	GB 11893-89
全盐量TS	重量法	土壤农业化学分析方法 <sup>[10]</sup>
粪大肠菌群FC	滤膜法	GB/T 19524.2-2004/HJ/T 347-2007
pH	酸度计	《水和废水监测分析方法》 <sup>[11]</sup>

表2 初始沼液水质及排放、灌溉水质标准

处理	BOD <sub>5</sub> /(mg/L)	COD <sub>Cr</sub> /(mg/L)	NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	TP/(mg/L)	SS/(mg/L)	粪大肠菌群/(个/L)	pH	全盐量/(mg/L)
初始沼液	65.10	414.57	113.62	46.80	25	4.0×10 <sup>5</sup>	7.33	1 365
排放标准(GB18596-2001)	150	400	80	8	200	10 000	/	/
灌溉标准(GB5084-2005)	100	200	/	/	100	40 000	5.5~8.5	1 000

的风险,有必要进一步进行水质净化处理。

## 2.2 不同微生物菌剂处理效果分析

2.2.1 需氧量指标去除效果分析 从表2可见,与畜禽养殖业污染物排放<sup>[1]</sup>和农田灌溉水质标准<sup>[2]</sup>中BOD<sub>5</sub>为100~150 mg/L、COD<sub>Cr</sub>为200~400 mg/L的标准相比,该沼液样品基本达到标准,但考虑到这是2个重要水质安全指标,在处理过程中还有回升的可能,在猪场废水处理配套设施中,仍需加强有效去除BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>的工艺,如生化曝气池等。从表3和图1可以看出,各处理均对BOD<sub>5</sub>具有较好的去除效果,去除率达19.2%~61.5%,发酵菌剂(FMP)处理效果最好;各处理对COD<sub>Cr</sub>虽有一定的去除效果,去除率达9.8%~54.9%,其中曝气处理对废水中COD<sub>Cr</sub>去除效果最好,但大多数处理结果还是高于200 mg/L的农灌标准,这可能与菌剂投加浓度和曝气量有一定关系,具体原因有待进一步分析研究。

2.2.2 氮磷去除效果分析 从表3和图1可以看出,各处

理均对氨氮具有一定的去除效果,但去除率较低(26.4%~48.4%),其中光合菌剂(PMP)处理效果最好;4个处理对沼液中总磷具有很好的去除效果,去除率达67.7%~83.0%,其中复合菌剂(CMP)处理效果最好,可见复合微生物菌剂净化是猪场废水磷素去除行之有效的途径。

2.2.3 生物指标及其他指标去除效果分析 从表3和图1可以看出,各处理对粪大肠菌群均具有很好的去除效果,与对照样比较,去除率达96.0%~99.0%;处理后沼液全盐量比对照略低一些,具有一定的去除效果,去除率为10.3%~31.8%,基本达到安全排放标准。可见微生物菌剂处理是猪场沼液净化,降低污染指标的良好助剂。

2.2.4 处理前后沼液发芽试验分析 从表3可以看出,与原沼液相比,萝卜种子发芽率和发芽指数均有明显的提高,发芽率为55.00%的原沼液经处理后达76.67%~93.33%,光合菌剂处理效果最好,基本不存在植物毒

表3 不同微生物菌剂处理沼液效果

处理	BOD <sub>5</sub> /(mg/L)	COD <sub>Cr</sub> /(mg/L)	NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	TP/(mg/L)	粪大肠菌群/(个/L)	全盐量/(mg/L)	发芽率/%	GI/%
初始沼液	65.10	414.57	113.62	46.80	4.0×10 <sup>5</sup>	1 365	55.00	7.00
CMP	49.10	339.15	71.82	7.98	1 000	1 208	90.00	52.20
FMP	25.10	374.06	66.53	12.98	4 000	1 224	76.67	31.34
PMP	52.60	294.26	58.82	15.14	2 000	931	93.33	47.86
OA	47.35	187.03	83.95	14.27	1 300	1 097	85.00	40.35

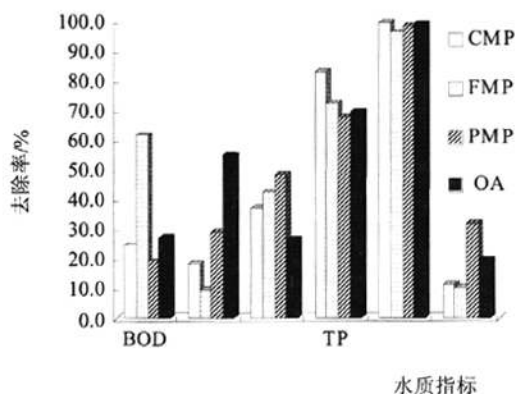


图1 不同微生物菌剂处理沼液水质去除率比较

性;但从发芽指数来看,原沼液经处理后达31.34%~52.20%,与原沼液(7.00%)相比,具有明显解毒效果,但对种子根伸长仍具有一定的抑制作用,仍存在较大的影响作用,这可能是由于种子发芽除了从生长基质中摄取必需养分外,还可从胚内获得养分供应。而根生长的全过程受生长基质直接影响,对生长基质的污染更敏感,这也验证了根对污水的毒性更敏感的结论。因此萝卜种子根伸长可以作为评价污水处理工艺对污水毒性削减能力的一个较敏感的指标,并为工艺的设计和运行条件的优化提供科学参考。

## 3 结论及讨论

### 3.1 微生物菌剂对沼液水质具有良好的净化作用

供试微生物菌剂对沼液具有良好的净化效果,不

同菌剂对不同水质污染物具有专门的去除作用,对废水中BOD<sub>5</sub>、总磷、粪大肠菌群实现了很好的去除效果,最高去除率分别达到61.5%、83.0%、99.0%,发芽试验也证实植物毒性的去除效果,最高发芽率提高38.3个百分点,发芽指数提高45.2个百分点;对COD、氨氮、全盐量等指标具有一定的去除效果。综合考虑各指标,光合菌剂(PMP)处理效果最好。

### 3.2 曝气处理具有重要的净化作用

从表3和图1可以看出,仅曝气处理能够较好地去除沼液总磷、粪大肠菌群,去除率分别达到69.5%、98.7%,这与杨维本<sup>[10]</sup>、邓良伟<sup>[11]</sup>等的研究结果相符,对含有较多大分子有机化合物的废水,曝气可以促进废水中伴生的好氧、厌氧型细菌的适当发育,为以后微生物群获得生长繁殖所需的小分子有机基质以及提高净化效果、缩短净化周期做好铺垫。然后再接入复合微生物菌群,进行适量曝气,借此良好的共生系统和高效的降解作用进行处理,以获得理想的效果。

### 3.3 处理达标情况

通过微生物净化处理能显著提高水体透明度,改善水质,各项指标基本达到排放与农灌标准,特别是对粪大肠菌群的去除率达96%以上,但对改善COD的效果还不够理想,可能与菌剂投加浓度和曝气量等因素有关,有待进一步深入研究和改进<sup>[12-13]</sup>。

### 3.4 生物处理沼液研究展望

微生物菌剂处理可明显改善沼液水质,进一步对其资源化利用研究,具有广阔的应用前景。然而,该试验只是在室内模拟活性污泥处理条件下进行,初步筛选单一菌剂的猪场沼液净化效果,在实际应用过程中,如pH、温度等环境条件发生改变,沼液处理效果及其稳定性也会随之发生很大的变化,今后还需配合化学处理、菌剂组合等其他综合处理措施,进一步优化微生物活性菌剂处理猪场沼液的参数控制条件,引进先进的沼液后处理工程技术<sup>[14-18]</sup>,以达到低投资、高效率的猪场废水处理效果。

## 参考文献

[1] 李淑兰,邓良伟.2007年我国畜禽养殖废弃物处理的宏观政策及

技术进展[J].猪业科学,2008(1):70-72.

- [2] 翁伯琦,雷锦柱,江枝和,等.集约化畜牧业污染现状分析及资源化循环利用对策思考[J].农业环境科学学报,2010,29(增刊):294-299.
- [3] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局.GB18596-2001 畜禽养殖业污染物排放标准[S].北京:中国标准出版社,2001.
- [4] 中国环境保护部中国国家标准化管理委员会.HJ497-2009 畜禽养殖业污染治理工程技术规范[EB].北京:中国环境科学出版社,2009.
- [5] 王远远,刘荣厚.沼液综合利用研究进展[J].安徽农业科学,2007,35(4):1089-1091.
- [6] Berenguer P, Santiveri F, Boixadera J, et al. Fertilisation of irrigated maize with pig slurry combined with mineral nitrogen [J]. European Journal of Agronomy,2008,35(4):635-645.
- [7] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002:94-273.
- [8] 中国土壤学会.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000:87-89.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB5084-2005 农田灌溉水质标准[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [10] 杨维本,符嫦娥.复合微生物处理生活污水的研究[J].云南化工,2003,30(3):7-11.
- [11] 邓良伟,蔡昌达,陈铭铭,等.猪场废水厌氧消化液后处理技术及工程应用[J].农业工程学报,2002,18(3):92-94.
- [12] 曹玉成,张妙仙,单胜道.MBBR 处理猪场废水厌氧消化液的研究[J].环境工程学报,2008,2(5):591-594.
- [13] Rusten B, Bjornar E, Ulgenes Y. Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors [J]. Aquacultural Engineering, 2006,34:322-331.
- [14] Deng S B, Bai R B, Hu X M. Characteristics of a bioflocculant produced by *Bacillus mucilaginosus* and its use in starch wastewater treatment [J].Appl Microbiol Biotechnol,2003,60(5):588-593.
- [15] 高茹英,林聪,王平智,等.养猪场粪污水生物处理工艺技术研究[J].农业环境科学学报,2004,23(3):599-603.
- [16] 吴迪,高贤彪,何宗均,等.猪粪污水的UASB-生物接触氧化工艺处理[J].中国农学通报,2008,24(5):383-385.
- [17] Matias B, Ariel A, Patrick G. Development of environmentally superior treatment system to replace anaerobic swine lagoons in the USA [J]. Bioresource Technology,2007,98:3184-3194.
- [18] 许振成,湛建宇,曾雁湘,等.集约化猪场废水强化生化处理工艺试验研究[J].农业工程学报,2007,23(10):204-209.

# 微生物菌剂处理猪场沼液效果研究

作者: [彭智平](#), [李文英](#), [杨少海](#), [黄继川](#), [于俊红](#), [杨林香](#), [林志军](#), [Peng Zhiping](#), [Li Wenyong](#), [Yang Shaohai](#), [Huang Jichuan](#), [Yu Junhong](#), [Yang Linxiang](#), [Lin Zhi jun](#)

作者单位: [广东省农业科学院土壤肥料研究所/广东省养分资源循环利用与耕地保育重点实验室/广州市城乡废弃物农用资源化工程技术研究中心, 广州, 510640](#)

刊名: [中国农学通报](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名: [CHINESE AGRICULTURAL SCIENCE BULLETIN](#)

年, 卷(期): 2011, 27(1)

被引用次数: 8次

## 参考文献(18条)

- 李淑兰;邓良伟 [2007年我国畜禽养殖废弃物处理的宏观政策及技术进展](#)[期刊论文]-[猪业科学](#) 2008(01)
- 翁伯琦;雷锦桂;江枝和 [集约化畜牧业污染现状分析及资源化循环利用对策思考](#)[期刊论文]-[农业环境科学学报](#) 2010(增刊)
- 国家环境保护总局;国家质量监督检验检疫总局 [GB 18596-2001. 畜禽养殖业污染物排放标准](#) 2001
- 中国环境保护部中国国家标准化管理委员会 [HJ 497-2009. 畜禽养殖业污染治理工程技术规范](#) 2009
- 王远远;刘荣厚 [沼液综合利用研究进展](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2007(04)
- Berenguer P;Santiveri F;Boixadera J [Fertilisation of irrigated maize with pig slurry combined with mineral nitrogen](#)[外文期刊] 2008(04)
- 国家环境保护总局 [水和废水监测分析方法](#) 2002
- 中国土壤学会 [土壤农业化学分析方法](#) 2000
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局;中国国家标准化管理委员会 [GB 5084-2005. 农田灌溉水质标准](#) 2006
- 杨维本;符嫦娥 [复合微生物处理生活污水的研究](#)[期刊论文]-[云南化工](#) 2003(03)
- 邓良伟;蔡昌达;陈铭铭 [猪场废水厌氧消化液后处理技术研究及工程应用](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2002(03)
- 曹玉成;张妙仙;单胜道 [MBBR处理猪场废水厌氧消化液的研究](#)[期刊论文]-[环境工程学报](#) 2008(05)
- Rusten B;Bjornar E;Ulgenes Y [Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors](#)[外文期刊] 2006
- Deng S B;Bai R B;Hu X M [Characteristics of a bioflocculant produced by Bacillus mucilaginosus and its use in starch wastewater treatment](#)[外文期刊] 2003(05)
- 高茹英;林聪;王平智 [养猪场粪污水生物处理工艺技术研究](#)[期刊论文]-[农业环境科学学报](#) 2004(03)
- 吴迪;高贤彪;何宗均 [猪粪污水的UASB-生物接触氧化工艺处理](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#) 2008(05)
- Matias B;Ariel A;Patrick G [Development of environmentally superior treatment system to replace anaerobic swine lagoons in the USA](#)[外文期刊] 2007(17)
- 许振成;谌建宇;曾雁湘 [集约化猪场废水强化生化处理工艺试验研究](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#) 2007(10)

## 本文读者也读过(10条)

- 曹国选 [用“经济杠杆”寻找突破口——建立农村有机废弃物资源化的激励机制](#)[期刊论文]-[环境经济](#)2007(5)
- 尚斌;陶秀萍;陈永杏;董红敏;黄宏坤;SHANG Bin.TAO Xiu-ping.CHEN Yong-xing.DONG Hong-min.HUANG Hong-kun [牛场沼液对几种蔬菜病原菌抑制作用的研究](#)[期刊论文]-[农业环境科学学报](#)2011, 30(4)
- 李瑞波 [迎接生物腐植酸产业大发展的历史机遇](#)[会议论文]-2008
- 赵美芳;李玉清 [加强产学研合作共创多赢局面——南京农业大学有机\(类\)肥料产品研发产学研合作平台建设成](#)

果丰硕[期刊论文]-中国高校科技与产业化2009(5)

5. [邓良伟](#), [陈子爱](#), [袁心飞](#), [周文龙](#) 规模化猪场粪污处理工程模式与技术定位[期刊论文]-[养猪](#)2008(6)
6. [王月霞](#), [符建荣](#), [王强](#), [汪建妹](#), [马军伟](#), [姜丽娜](#), [WANG Yue-xia](#), [FU Jian-rong](#), [WANG Qiang](#), [WANG Jian-mei](#), [MA Jun-wei](#), [JIANG Li-na](#) 沼液农田消解利用对辣椒产量、品质及土壤肥力的影响[期刊论文]-[浙江农业学报](#) 2010, 22(6)
7. [肖根林](#), [白红娟](#), [贾万利](#), [XIAO Gen-Lin](#), [BAI Hong-Juan](#), [JIA Wan-Li](#) 光合细菌提高铅、镉及呋喃丹复合污染土壤中酶活性的研究[期刊论文]-[化工技术与开发](#)2011, 40(2)
8. [冯慧芳](#), [薛延丰](#), [石志琦](#), [严少华](#), [FENG Hui-fang](#), [XUE Yan-feng](#), [SHI Zhi-qi](#), [YAN Shao-hua](#) 水葫芦沼液对青菜抗坏血酸-谷胱甘肽循环的影响[期刊论文]-[江苏农业学报](#)2011, 27(2)
9. [商常发](#), [王立克](#), [陈巧妙](#), [张素芝](#), [黄春兰](#), [柳卫国](#) 发酵时间与温度对沼液氨基酸含量的影响[期刊论文]-[畜牧与兽医](#)2009, 41(11)
10. [宋成芳](#), [单胜道](#), [张妙仙](#), [虞方伯](#), [SONG Cheng-fang](#), [SHAN Sheng-dao](#), [ZHANG Miao-xian](#), [YU Fang-bo](#) 畜禽养殖废弃物沼液的膜过滤浓缩试验研究[期刊论文]-[中国给水排水](#)2011, 27(3)

#### 引证文献(8条)

1. [罗艳](#), [金树权](#), [周金波](#) 不同类型微生物净水剂的净水能力比较研究[期刊论文]-[环境污染与防治](#) 2013(11)
2. [李文英](#), [彭智平](#), [晏泽斌](#), [杨少海](#), [徐培智](#), [杨林香](#), [林志军](#) 猪场沼液对芥菜产量和品质的影响效应[期刊论文]-[广东农业科学](#) 2012(1)
3. [陈超](#), [阮志勇](#), [吴进](#), [高立洪](#), [宋金龙](#), [王彦伟](#), [徐彦胜](#), [韦秀丽](#), [徐凤花](#) 规模化沼气工程沼液综合处理与利用的研究进展[期刊论文]-[中国沼气](#) 2013(1)
4. [李剑锋](#), [高中文](#), [符佳精](#), [雷健美](#), [肖兵南](#) 一种复合芽孢菌制剂对富营养化污水的净化作用研究[期刊论文]-[湖南畜牧兽医](#) 2013(2)
5. [杨小龙](#), [李文明](#), [曹郁生](#) 一种复合菌制剂对富营养化污水的净化作用研究[期刊论文]-[环境科学学报](#) 2012(9)
6. [李剑锋](#), [高中文](#), [符佳精](#), [雷健美](#), [肖兵南](#) 一种复合芽孢菌制剂对富营养化污水的净化作用研究[期刊论文]-[湖南畜牧兽医](#) 2013(2)
7. [李文英](#), [彭智平](#), [于俊红](#), [黄继川](#), [徐培智](#), [杨少海](#) 珠江三角洲典型集约化猪场废水污染特征及风险评价[期刊论文]-[环境科学](#) 2013(10)
8. [曹健](#), [张白鸽](#), [陈琼贤](#), [宋薇](#), [赫新洲](#), [杨秋](#), [高惠楠](#), [马彩凤](#) 菜田地表灌溉水污染物净化处理技术研究[期刊论文]-[中国农学通报](#) 2012(17)

引用本文格式: [彭智平](#), [李文英](#), [杨少海](#), [黄继川](#), [于俊红](#), [杨林香](#), [林志军](#), [Peng Zhiping](#), [Li Wenying](#), [Yang Shaohai](#), [Huang Jichuan](#), [Yu Junhong](#), [Yang Linxiang](#), [Lin Zhijun](#) 微生物菌剂处理猪场沼液效果研究[期刊论文]-[中国农学通报](#) 2011(1)