

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

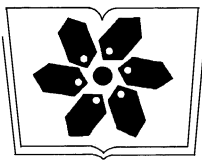
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第9期 Vol.31 No.9 **2011**

中国生态学会
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 9 期

2011 年 5 月 (半月刊)

目 次

EAM 会议专刊述评——气候变化下旱区农业生态系统的可持续性	李凤民, Kadambot H. M Siddique, Neil C Turner, 等 (I)
第二届生态系统评估与管理(EAM)国际会议综述	李朴芳, 赵旭喆, 程正国, 等 (2349)
应对全球气候变化的干旱农业生态系统研究——第二届 EAM 国际会议青年学者论坛综述	赵旭喆, 李朴芳, Kadambot H. M Siddique, 等 (2356)
微集雨模式与降雨变律对燕麦大田水生态过程的影响	强生才, 张恒嘉, 莫非, 等 (2365)
黑河中游春小麦需水量空间分布	王 瑶, 赵传燕, 田风霞, 等 (2374)
祁连山区青海云杉林蒸腾耗水估算	田风霞, 赵传燕, 冯兆东 (2383)
甘肃小陇山不同针叶林凋落物量、养分储量及持水特性	常雅军, 陈 琦, 曹 靖, 等 (2392)
灌水频率对河西走廊绿洲菊芋生活史对策及产量形成的影响	张恒嘉, 黄高宝, 杨 斌 (2401)
玛纳斯河流域水资源可持续利用评价方法	杨 广, 何新林, 李俊峰, 等 (2407)
西北旱寒区地理、地形因素与降雨量及平均温度的相关性——以甘肃省为例	杨 森, 孙国钧, 何文莹, 等 (2414)
黑河河岸植被与环境因子间的相互作用	许莎莎, 孙国钧, 刘慧明, 等 (2421)
干旱胁迫对高山柳和沙棘幼苗光合生理特征的影响	蔡海霞, 吴福忠, 杨万勤 (2430)
树锦鸡儿、柠条锦鸡儿、小叶锦鸡儿和鹰嘴豆干旱适应能力比较	方向文, 李凤民, 张海娜, 等 (2437)
胡杨异形叶绿素荧光特性对高温的响应	王海珍, 韩 路, 徐雅丽, 等 (2444)
柠条平茬处理后不同组织游离氨基酸含量	张海娜, 方向文, 蒋志荣, 等 (2454)
玛河流域扇缘带盐穗木土壤速效养分的“肥岛”特征	涂锦娜, 熊友才, 张 霞, 等 (2461)
摩西球囊霉对三叶鬼针草保护酶活性的影响	宋会兴, 钟章成, 杨万勤, 等 (2471)
燕麦属不同倍性种质资源抗旱性状评价及筛选	彭远英, 颜红海, 郭来春, 等 (2478)
光周期对燕麦生育时期和穗分化的影响	赵宝平, 张 娜, 任长忠, 等 (2492)
水肥条件对新老两个春小麦品种竞争能力和产量关系的影响	杜京旗, 魏盼盼, 袁自强, 等 (2501)
猪场沼液对蔬菜病原菌的抑制作用	尚 斌, 陈永杏, 陶秀萍, 等 (2509)
不同夏季填闲作物种植对设施菜地土壤无机氮残留和淋洗的影响	王芝义, 郭瑞英, 李凤民 (2516)
不同群体结构夏玉米灌浆期光合特征和产量变化	卫 丽, 熊友才, Baoluo Ma, 等 (2524)
脱硫废弃物对碱胁迫下油菜幼叶细胞钙分布及 Ca^{2+} -ATPase 活性的影响	毛桂莲, 许 兴, 郑国琦, 等 (2532)
过去 30a 玛纳斯河流域生态安全格局与农业生产力演变	王月健, 徐海量, 王 成, 等 (2539)
基于 RS 和转移矩阵的泾河流域生态承载力时空动态评价	岳东霞, 杜 军, 刘俊艳, 等 (2550)
毛乌素沙地农牧生态系统能值分析与耦合关系	胡兵辉, 廖允成 (2559)
民勤绿洲农田生态系统服务价值变化及其影响因子的回归分析	岳东霞, 杜 军, 巩 杰, 等 (2567)
青岛市城市绿地生态系统的环境净化服务价值	张绪良, 徐宗军, 张朝晖, 等 (2576)
基于 3S 技术的祖厉河流域农村人均纯收入空间相关性分析	许宝泉, 施为群 (2585)
专论与综述	
全球变化下植物物候研究的关键问题	莫非, 赵 鸿, 王建永, 等 (2593)
区域气候变化统计降尺度研究进展	朱宏伟, 杨 森, 赵旭喆, 等 (2602)
干旱胁迫下植物根源化学信号研究进展	李冀南, 李朴芳, 孔海燕, 等 (2610)
山黧豆毒素 ODAP 的生物合成及与抗逆性关系研究进展	张大伟, 邢更妹, 熊友才, 等 (2621)
旱地小麦理想株型研究进展	李朴芳, 程正国, 赵 鸿, 等 (2631)
小麦干旱诱导蛋白及相关基因研究进展	张小丰, 孔海燕, 李朴芳, 等 (2641)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-05



封面图说: 覆膜-垄作燕麦种植——反映了雨水高效利用和农田水生态过程的优化(详见强生才 P2365)。

彩图提供: 兰州大学干旱与草地生态教育部重点实验室莫非 E-mail: mofei371@163.com

猪场沼液对蔬菜病原菌的抑制作用

尚 斌, 陈永杏, 陶秀萍, 董红敏*, 黄宏坤

(中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所; 农业部畜牧环境设施设备质量监督检验测试中心;
农业部农业环境与气候变化重点实验室, 北京 100081)

摘要: 用不同贮存时间的猪场沼液对 7 种蔬菜病原菌的抑制作用进行了研究。结果表明, 新鲜猪场沼液原液对番茄灰霉病菌、番茄早疫病菌、辣椒疫病菌、黄瓜炭疽病菌和茄子灰霉病菌有较强的抑制作用, 沼液贮存对番茄灰霉病菌、番茄早疫病菌和茄子灰霉病菌的抑制效果没有显著影响, 但对辣椒疫病菌和黄瓜炭疽病菌的抑制效果影响显著; 新鲜猪场沼液滤液对番茄灰霉病菌和茄子灰霉病菌有较强的抑制作用, 沼液滤液贮存对番茄灰霉病菌和茄子灰霉病菌的抑菌效果没有显著影响。

关键词: 沼气; 农田利用; 微生物; 抑菌; 环境保护

Inhibitory effect of biogas slurry from swine farm on some vegetable pathogen

SHANG Bin, CHEN Yongxing, TAO Xiuping, DONG Hongmin*, HUANG Hongkun

Institute of Agricultural Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences;
Animal Environmental Facility Surveillance, Inspection and Testing Center (Minister of Agriculture); Key Laboratory for Agro-Environment and Climate Change (Minister of Agriculture), Beijing 100081, China

Abstract: In recent years, the ecological environment of west China has encountered serious problems. On one hand, large piles of manure from livestock have caused environmental pollution, while a large amount of vegetation has been destroyed to meet the rural energy shortage, which leads to further ecological degradation. Biogas projects have been rapidly developed because they can deal with the animal wastes while providing energy. However, the rapid development of biogas projects has also introduced a further difficulty of biogas slurry treatment and utilization, which has become the primary limiting factor for further development of biogas projects and the sustainable development of agriculture in west China. Therefore, it is necessary to conduct research on the technologies for biogas slurry treatment and utilization. The effects of application of biogas slurry from swine farms on seven different vegetable pathogens, namely *Fulvia fulva*, *Botrytis cinerea* pers, *Aletnaria solani*, *Phytophthora capsici* Len, *Pythium aphanidermatum*, *Glomerella cingulata* var *orbicularis* Jenkins Winstead et mc Combs, *Botrytis cinerea*, were studied in vitro using the plate diffusion method. The results showed that the inhibition of biogas slurry was different for different pathogens. The fresh biogas slurry strongly inhibited the growth of *Botrytis cinerea* pers, *Aletnaria solani*, *Phytophthora capsici* Len, *Glomerella cingulata* var *orbicularis* Jenkins Winstead et mc Combs and *Botrytis cinerea*. The fresh filtrate of biogas slurry had obvious inhibitory effects on *Botrytis cinerea* pers and *Botrytis cinerea*. The inhibitory rates were affected by the time the biogas slurry was applied, and the inhibitory rates on *Botrytis cinerea* pers, *Aletnaria solani*, *Botrytis cinerea* did not change significantly with the time of the application. The biogas slurry application at certain time had higher inhibitory rates on *Phytophthora capsici* Len and *Glomerella cingulata* var *orbicularis* Jenkins Winstead et mc Combs. No significant difference was observed between the inhibitory effect of filtrate of biogas slurry applied at different time on *Botrytis cinerea* pers and *Botrytis cinerea*. Test results showed that biogas slurry from swine farms can play a role in the prevention and treatment of certain vegetables diseases. The application of biogas slurry for vegetable disease control provides an argument for the sustainable development of biogas while reducing the use of pesticides and

基金项目: 亚洲银行项目 (PCR-1924); 国家科技支撑计划项目 (2006BAJ10B00); 国家生猪现代产业技术体系建设 (nycytx-009)

收稿日期: 2010-10-31; 修订日期: 2011-02-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: donghm@ieda.org.cn

restoring the ecological environment. It has great practical benefit and likelihood of adoption, especially in the ecologically-fragile areas of western China.

Key Words: biogas; land application; microbes; inhibition; environmental protection

近年来,我国西部地区的生态环境问题日趋严峻^[1-5],尤其在农村地区,由于能源缺乏,大量的薪柴消费导致植被破坏、生态退化,另一方面,畜禽粪便等有机物则被随意排放,不但浪费了大量资源也导致了环境的严重污染。生态环境恶化导致的问题已经成为制约我国西部干旱区社会和经济发展的限制因素^[6-8],如何解决西部地区农村生态环境恶化和农村能源问题成为人们关注的课题。沼气工程以畜禽粪便、生活垃圾等废弃物为原料,发酵后可以得到清洁能源——沼气,能够实现废弃物无害化处理和资源化利用的双重目标,对改善西部地区生态环境、促进生态恢复具有重要意义^[9-11]。按农业部《全国农村沼气工程建设规划(2006—2010)》,到2010年底,西部地区农村户用沼气总量达到2003万户,新建规模化养殖场大中型沼气工程390处。沼气工程发展迅速,其在处理畜禽废弃物、生产沼气的同时,也会产生大量的副产品——沼渣和沼液,如果这些沼渣沼液不能得到合理的处理和利用,同样会给环境造成二次污染,从而成为制约沼气工程正常运行和发展的一个重要因素。

沼液中含有丰富的有机质、N、P、K等养分^[12-13],具有促进作物生长、提高作物品质的功用^[14-17];同时,沼液中含有维生素、氨基酸等营养物质^[18],已被证明具有作为动物饲料的价值^[19];此外,研究发现沼液中的某些氨、铵盐以及吡啶乙酸和植物激素具有抑制某些病菌活性的作用^[20],从而对一些植物病原真菌具有抑制效果。目前,已有研究者对水稻百叶枯病菌、水稻纹枯病菌、青霉真菌、曲霉真菌、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、烟草赤星菌、禾谷镰刀菌、小麦雪霉叶枯病等病菌的沼液抑制效果进行了研究^[21-28],但关于猪场沼液对蔬菜类病原菌抑制作用的研究还未见有报道,本文选择蔬菜的7种病原菌(番茄叶霉病菌、番茄灰霉病菌、番茄早疫病菌、辣椒疫病病菌、辣椒绵腐病菌、黄瓜炭疽病菌、茄子灰霉病菌)进行猪场沼液抑菌试验,分别研究不同贮存时间的猪场沼液对这7种病原真菌的抑制效果,旨在为猪场沼液应用于蔬菜病害防治的进一步研究提供理论基础和科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 沼液

沼液取自北京市房山区韩村河镇上中院村沼气站,该站沼气工艺为USR,反应器体积300m³,系统运行正常,主要发酵原料为猪粪。

1.1.2 菌种

番茄叶霉病菌、番茄灰霉病菌、黄瓜炭疽病菌和番茄早疫病菌由中国农业科学院植物保护研究所提供;辣椒疫病病菌由中国农业大学农学与生物技术学院提供;辣椒绵腐病菌、茄子灰霉病菌由中国农业科学院农业资源与农业区划研究所国家农业微生物菌种保藏中心提供。

1.1.3 培养基

番茄叶霉病菌、番茄灰霉病菌、番茄早疫病菌、辣椒绵腐病菌、黄瓜炭疽病菌、茄子灰霉病菌试验采用马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基;

辣椒疫病病菌试验采用自制胡萝卜培养基,具体制作方法为:将200g新鲜胡萝卜切成小片,放入三角瓶内,加纯净水500mL,加热至胡萝卜片煮熟变软,用双层纱布将胡萝卜片过滤掉,再补水至1000mL,加入琼脂粉17g,煮沸5min,121℃灭菌20min,冷却到45℃左右时向培养基内加入少许注射用青霉素粉,混均待用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验材料的准备

沼液取回后,在室温下放置 0、7、14、30d,供试验用;每次试验时,在超净工作台中取适量的沼液于灭菌过的离心管中,经过 10000r/min 离心 10min,取上清液作为滤液。

供试病原菌的培养分以下两种方法进行:

(1) 番茄叶霉病菌的培养

用三角烧瓶盛 50mL 纯水经过 121℃ 灭菌 20min,冷却后,用接种环剥离叶霉孢子并放入到灭菌纯水中,加入灭菌的玻璃珠,反复摇晃,将叶霉孢子打散并使其分散均匀,备用。

(2) 其他 6 种真菌的培养

将已接种供试菌的 PDA 培养基平皿放入恒温箱培养 4—5d,备用。

1.2.2 抑菌试验操作

第一次试验于沼液取回后立即进行,第二、三和四次试验分别于沼液贮存 7、14、30d 进行。

(1) 番茄叶霉病菌抑制试验

将 PDA 培养基经 121℃ 灭菌 20min,自然冷却到 45℃ 左右,取 5mL 叶霉孢子加入到 100mL PDA 培养基中,混合均匀后,倒平皿。待平皿凝固后,将已灭菌的钢圈(内径 0.58cm,高 1cm)放入平皿中部,向钢圈中分别加入沼液原液、滤液,以无菌水为对照,将平皿放入 28℃ 的恒温箱中培养。每隔 24h 测量培养基平皿中钢圈周围白色抑菌圈的直径,记数。每处理 5 个平行。

(2) 其他 6 种真菌抑制试验

将培养基经 121℃ 灭菌 20min,自然冷却到 30—40℃ 时,按照每 100mL 培养基中添加 5mL 的比例,分别向盛有培养基的三角烧瓶中加入原沼液、滤液,以无菌水为对照,混合均匀后倒平皿。待平皿中培养基凝固后,用已灭菌的打孔器(直径 5cm)取相同大小的菌块,分别接于不同的培养基平皿中部。将平皿放入恒温箱中培养,共培养 7d,每隔 24h 测量培养基平皿上病原菌菌落的直径,记数。原液处理和滤液处理各 5 个平行,对照 2 个平行。

1.2.3 抑菌率计算公式

(1) 番茄叶霉病菌试验

番茄叶霉病菌的抑菌率按照公式(1)进行计算:

$$\text{抑菌率}(\%) = \frac{\text{处理平皿抑菌圈的直径}}{\text{对照平皿上菌落生长圈的直径}} \times 100 \quad (1)$$

(2) 其他 6 种真菌试验

除番茄叶霉病菌外的其他 6 种真菌试验的抑菌率按照公式(2)进行计算:

$$\text{抑菌率}(\%) = \frac{\text{对照平皿菌落直径} - \text{处理平皿菌落直径}}{\text{对照平皿菌落直径}} \times 100 \quad (2)$$

数据采用 Excel 和 SAS 软件进行统计与分析。

2 结果与分析

2.1 新鲜猪场沼液对 7 种蔬菜病原菌生长的抑制作用

2.1.1 新鲜猪场沼液原液对 7 种蔬菜病原菌生长的抑制作用

本实验条件下,新鲜猪场沼液原液对 7 种病原菌生长都有不同程度的抑制作用(表 1)。病原菌不同,沼液对其抑制作用有一定差异。由表 1 可知,新鲜猪场沼液原液对番茄灰霉病菌、番茄早疫病病菌、辣椒疫病病菌、黄瓜炭疽病菌和茄子灰霉病菌生长都表现出较强的抑制作用,但对番茄叶霉病菌生长的抑制作用一般,7d 试验中,抑菌率均低于 50%。对辣椒绵腐病菌生长的抑制试验中,对照菌生长速度很快,2d 后便长满整个平皿,由于无法计算其抑菌率,试验随即结束,从两天的试验结果看,新鲜猪场沼液原液对辣椒绵腐病菌生长有一定的抑制作用,但具体抑制效果有待进一步研究。

表 1 新鲜猪场沼液原液对 7 种病原菌生长的抑制作用/%

Table 1 Inhibitory effect of fresh original biogas slurry from swine farm on growth of several vegetable pathogen/%

处理 Treatment	生长时间 Time/d						
	1	2	3	4	5	6	7
番茄叶霉病菌 <i>Fulvia fulva</i>	0.0	20.0±0.9	39.3±25.1	41.1±27.5	45.9±29.9	48.1±28.8	49.3±28.5
番茄灰霉病菌 <i>Botrytis cinerea pers</i>	18.0±0.9	75.9±2.0	84.0±1.1	86.2±0.8	86.1±1.3	86.8±1.4	88.4±1.4
番茄早疫病菌 <i>Aletnaria solani</i>	43.5±2.9	49.2±6.3	57.5±11.9	63.2±10.6	62.1±11.9	64.4±12.4	60.4±15.9
辣椒疫病菌 <i>Phytophthora capsici</i> Len	56.3±2.2	76.3±1.2	81.4±1.1	69.1±3.6	70.5±3.7	64.4±7.1	—
辣椒绵腐病菌 <i>Pythium aphanidermatum</i>	57.5±12.0	69.8±7.8	—	—	—	—	—
黄瓜炭疽病菌 <i>Glomerella cingulata</i> var <i>orbicularis</i> Jenkins W et mc Comb	54.7±7.9	59.8±8.8	55.8±15.4	49.1±20.2	48.2±21.8	49.8±21.1	50.0±22.4
茄子灰霉病菌 <i>Botrytis cinerea</i>	58.1±5.4	80.5±3.3	85.9±4.1	86.1±7.1	86.4±7.5	—	—

—:空白平皿中病菌长满整个平皿,无法计算抑菌率

2.1.2 新鲜猪场沼液滤液对 7 种蔬菜病原菌生长的抑制作用

新鲜猪场沼液滤液对 7 种蔬菜病原菌生长的抑制效果见表 2。由表 2 可知,猪场沼液滤液对这几种蔬菜病原菌生长均表现出不同程度的抑制作用,其中对番茄灰霉病菌和茄子灰霉病菌抑制作用最为明显,试验停止时这两种病原菌生长的抑制率在 77% 以上;对番茄叶霉病菌、番茄早疫病菌、辣椒疫病菌、黄瓜炭疽病菌生长的抑制率在 61% 以下,抑制作用不明显;同新鲜猪场沼液原液抑制辣椒绵腐病菌生长试验相似,对照组种菌块生长速度很快,培养第 2 天便长满平皿。从第 1 天数据看新鲜猪场沼液滤液对辣椒绵腐病菌的抑制作用很弱,几乎没有抑制作用。

表 2 新鲜猪场沼液滤液对 7 种病原菌的抑制效果/%

Table 2 Inhibitory effect of fresh filtrate biogas slurry from swine farm on growth of several vegetable pathogen

处理 Treatment	生长时间 Time/d						
	1	2	3	4	5	6	7
番茄叶霉病菌 <i>Fulvia fulva</i>	0.0	12.8±0.8	26.9±5.8	31.1±10.0	37.1±11.9	55.6±19.0	55.9±20.4
番茄灰霉病菌 <i>Botrytis cinerea pers</i>	11.5±7.4	73.0±3.8	80.9±4.2	82.7±4.6	83.0±4.6	84.0±4.4	85.0±3.8
番茄早疫病菌 <i>Aletnaria solani</i>	28.4±2.9	24.2±6.1	41.1±2.4	46.7±2.3	51.2±5.4	57.4±5.8	56.6±8.6
辣椒疫病菌 <i>Phytophthora capsici</i> Len	60.9±10.6	48.4±11.9	37.2±8.2	31.3±3.8	27.6±4.3	14.5±4.5	—
辣椒绵腐病菌 <i>Pythium aphanidermatum</i>	4.1±2.7	—	—	—	—	—	—
黄瓜炭疽病菌 <i>Glomerella cingulata</i> var <i>orbicularis</i> Jenkins W et mc Comb	34.6±5.5	38.6±3.0	37.5±6.4	39.6±6.4	40.7±6.3	43.6±7.0	46.0±5.3
茄子灰霉病菌 <i>Botrytis cinerea</i>	54.7±7.0	74.2±3.0	80.1±7.2	78.1±7.3	77.4±7.6	—	—

2.2 猪场沼液贮存对抑菌作用的影响

2.2.1 猪场沼液原液贮存对抑菌作用的影响

不同贮存时间的猪场沼液原液对番茄叶霉菌等几种蔬菜病原菌生长的平均抑制率见表 3。

表 3 贮存沼液原液对不同蔬菜病原菌的生长抑制率/%

Table 3 Inhibitory effect of deposited fresh biogas slurry from cattle farm on several vegetable pathogen%

处理 Treatment	番茄叶霉菌 <i>Fu.</i>	番茄灰霉病菌 <i>Bo. p.</i>	番茄早疫病菌 <i>Al.</i>	辣椒疫病菌 <i>Ph.</i>	辣椒绵腐病菌 <i>Py.</i>	黄瓜炭疽病菌 <i>Gl.</i>	茄子灰霉病菌 <i>Bo.</i>
新鲜 Fresh	34.8±18.3	75.0±25.5a	57.2±7.9a	69.6±8.8b	63.7±8.7a	52.5±4.3b	79.4±12.2a
贮存 7d Deposited 7 days	未测	83.2±12.4a	66.6±16.7a	46.0±10.7c	13.9±2.3c	66.0±17.6a	80.0±15.3a
贮存 14d Deposited 14 days	未测	83.7±10.8a	57.5±6.8a	49.1±8.9c	8.5±1.3c	66.0±9.0a	68.6±9.2a
贮存 30d Deposited 30 days	未测	82.6±6.4a	58.2±14.0a	86.8±10.9a	36.2±6.1b	43.2±7.3b	71.5±13.2a

Fu. : *Fulvia fulva*, *Bo. p.* : *Botrytis cinerea pers*, *Al.* : *Aletnaria solani*, *Ph.* : *Phytophthora capsici* Len, *Py.* : *Pythium aphanidermatum*, *Gl.* : *Glomerella cingulata* var, *orbicularis* Jenkins, W. et mc Combs, *Bo.* : *Botrytis cinerea*; 多重比较采用 Duncan 法,利用 SAS 软件进行分析,同列数据中字母相同表示不同处理间差异不显著 ($P=0.05$)

根据 2.1 结果,新鲜猪场沼液和滤液对番茄叶霉菌生长的抑制作用不明显,不适宜用于番茄叶霉菌病的防治,因此没有进行贮存沼液原液和滤液对番茄叶霉菌抑制作用影响的试验;不同贮存时间的猪场沼液原液对番茄灰霉菌病菌、番茄早疫病菌和茄子灰霉菌病菌均表现出较为明显的抑制作用,统计分析认为猪场沼液原液贮存对番茄灰霉菌病菌生长的抑制作用没有显著影响;而对辣椒早疫病菌、辣椒绵腐病菌和黄瓜炭疽病菌的抑制作用则较为复杂,统计分析表明沼液原液贮存时间对这 3 种蔬菜病原菌生长的抑制作用有显著影响,但对抑制作用的影响没有规律性。

2.2.2 猪场沼液滤液贮存对抑菌作用的影响

不同贮存时间猪场沼液滤液对这几种蔬菜病原菌生长的抑制试验表明,不同贮存时间猪场沼液滤液对番茄灰霉菌病菌和茄子灰霉菌病菌生长均有较强的抑制作用,且贮存时间对抑制效果没有显著影响。同猪场沼液原液相似,贮存猪场沼液滤液对其他几种蔬菜病原菌生长的抑制作用也有显著影响,但影响效果随不同的病原菌则表现出不同的影响规律。

表 4 贮存沼液滤液对不同蔬菜病原菌的生长抑制率/%

Table 4 Inhibitory effect of deposited filtrate biogas slurry from swine farm on several vegetable pathogen

处理 Treatment	番茄叶霉菌 <i>Fu.</i>	番茄灰霉菌病菌 <i>Bo. p.</i>	番茄早疫病菌 <i>Al.</i>	辣椒疫病菌 <i>Ph.</i>	辣椒绵腐病菌 <i>Py.</i>	黄瓜炭疽病菌 <i>Gl.</i>	茄子灰霉菌病菌 <i>Bo.</i>
新鲜 Fresh	31.3±20.7	71.5±26.7a	43.7±13.2a	36.7±16.3c	16.9±10.4	40.1±3.8b	72.9±10.4a
贮存 7d Deposited 7 days	未测	75.9±9.9a	24.3±10.0b	60.0±11.9b	4.1	39.5±3.6b	65.5±12.8a
贮存 14d Deposited 14 days	未测	79.2±8.6a	39.3±4.2a	78.0±11.2a	10.8	43.8±4.7ab	70.4±10.2a
贮存 30d Deposited 30 days	未测	82.5±6.2a	45.8±6.4a	64.6±15.2ab	41.2±26.3	47.0±9.3a	80.6±17.2a

猪场沼液和滤液贮存对抑制作用的影响较为复杂,没有表现出明显的规律。由于沼液的抑菌作用主要受沼液中某些成分影响,而沼液在贮存过程中,内部微生物等物质会发生一定变化,从而使得其抑菌效果发生变化,但具体影响规律需要进一步研究。

3 讨论

国内关于沼液在植物抑菌方面已有诸多研究报道^[21-29],但由于沼液自身成分受发酵原料以及沼气工程运行工艺等多种因素的影响^[12,30-32],不同沼液特性的差异很大,从而导致目前关于沼液应用植物病害防治的研究结论缺乏统一性和科学性。

本研究以 7 种常见蔬菜病原菌为防治对象,研究以猪粪为发酵原料的沼液对这 7 种病原菌生长的抑制效果。试验结果表明,新鲜猪场沼液原液对番茄灰霉菌病菌、番茄早疫病菌、辣椒疫病菌和黄瓜炭疽病菌以及茄子灰霉菌病菌生长具有明显的抑制作用,但对番茄叶霉菌和辣椒绵腐病菌抑制作用则不明显,说明同一沼液对不同病原菌的抑制作用是不同的,这与文献资料结论^[29]一致。另外,新鲜猪场沼液滤液抑菌试验结果显示,猪场沼液滤液对番茄灰霉菌病菌和茄子灰霉菌病菌有较强的抑制作用,但对番茄叶霉菌病菌、番茄早疫病菌、辣椒疫病菌、椒绵腐病菌和黄瓜炭疽病菌的抑制作用较弱,可以推测,沼液过滤后,沼液中部分抑菌物质浓度降低,从而导致其抑菌作用下降,说明沼液浓度对抑菌作用有一定影响。

马艳等^[29]认为沼液中的微生物是抑制草莓枯萎病原菌的主要因子,陈丽琼^[20]等则认为沼液对病原菌的抑制作用除了与沼液中的微生物有关外,还与沼液中的生物活性物质密切相关。本研究中,贮存对沼液抑制作用的影响较为复杂,没有表现出明显的规律,可以推测,沼液在贮存过程中起到抑菌作用的某些生物活性以及微生物情况发生了变化,而这些活性物质以及微生物对不同病原菌的作用是有选择性的,即对不同的病原菌其表现出不同的抑菌效果。

目前关于沼液抑菌防病效果的研究仍处于探索阶段,对于沼液的抑菌方式和抑菌途径,以及沼液中的抑菌成分是否可以具有可提取性等都需要进一步的研究。沼液对蔬菜病原菌确有抑制作用,但沼液对病原菌具有选择性,同时沼液自身特性对其抑菌效果也有一定影响,因此在选择沼液用于病害防治时,必须充分考虑

病原菌的种类以及沼液的自身特性。

沼气工程作为实现西部地区生态环境修复以及促进经济发展的重要纽带目前在我国发展迅速,而沼液本身属于沼气工程的副产品,其用于农产品病害防治,为沼气工程以及西部旱区农业的可持续发展提供了必要的条件。另外,蔬菜作为人类每日必需品,其质量安全直接关系到人类的身体健康,沼液用于蔬菜病害的防治,在提高蔬菜品质的同时能够减少农药等化学药剂的使用,对改善我国生态脆弱的西部旱区具有重大意义。

4 结论

猪场沼液对病原菌生长的抑制作用具有选择性。新鲜猪场沼液原液对番茄灰霉病菌、番茄早疫病病菌、辣椒疫病病菌和黄瓜炭疽病菌以及茄子灰霉病菌的抑制作用强烈,而对番茄叶霉病菌和辣椒绵腐病菌的抑制作用则不明显;新鲜猪场沼液滤液对番茄灰霉病菌和茄子灰霉病菌表现出较强的抑制作用,而对番茄叶霉病菌、番茄早疫病病菌、辣椒疫病病菌、辣椒绵腐病菌和黄瓜炭疽病菌的抑制作用不明显。贮存对抑制作用的影响较为复杂,随着贮存时间的增加,猪场沼液原液对番茄灰霉病菌、番茄早疫病病菌和茄子灰霉病菌的抑制率没有显著性变化,对辣椒疫病病菌的抑制效果呈显著提高,对辣椒绵腐病菌的抑制效果则显著下降,对黄瓜炭疽病菌的抑制呈先增加而又降低的趋势;猪场沼液滤液贮存对番茄灰霉病菌、茄子灰霉病的抑菌率没有显著影响,对番茄早疫病有先降低后提高的趋势,对辣椒疫病病菌的抑菌效果显著增强,对黄瓜炭疽病菌抑制率有升高的趋势。研究结论为猪场沼液用于蔬菜病害有机防治剂的进一步研究开发提供理论依据。

References:

- [1] Wu F Q, Zhao X G, Liu B Z, Lei R D, Liu G Q, Li X L, Tong Y A, Wu P T, Mu X M, Dai J, Chang Q R, Li J, Shi J T, Wu F. Ecological environment construction in the west parts of China. *Research of Soil and Water Conservation*, 2000, 7(1): 2-5.
- [2] Qin D H, Din Y H, Wang S W, Wang S M, Dong G R, Lin E D, Liu C Z, She Z X, Sun H N, Wang S R, Wu G H. Ecological and environmental change in west China and its response strategy. *Advance in Earth Sciences*, 2002, 17(3): 314-319.
- [3] Pan X L, Wang X C, Lei J Q. Some consideration on evolution and control of ecological environment of arid regions in western China. *Advance in Earth Sciences*, 2001, 16(1): 24-27.
- [4] Wang R H, Ye X. Strategy of ecological environment construction during the development of west of west arid zone in China. *Arid Land Geography*, 2001, 24(2): 152-156.
- [5] Xie H L, Li B, Wang C S, Yang B, Zhang X S. Agroecosystem health assessment in western China. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25 (11): 3028-3036.
- [6] Sang X J. Eco-economics evaluation on ecological restoration and rebuilding in the west of China. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2003, 21(3): 171-174.
- [7] Fang C L, Qiao B. Optimal thresholds of urban economic development and urbanization under scarce water resources in arid northwest China. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(9): 2413-2422.
- [8] Qiao B, Fang C L, Huang J C. The coupling law and its validation of the interaction between urbanization and ecoenvironment in arid area. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(7): 2183-2190.
- [9] Qiu L, Yang G H, Bi Y Y. Discussion on the conditions and countermeasures of developing marsh gas in rural areas of west China. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2005, 23(3): 200-204.
- [10] Cui W, Kong S F. Present situation and countermeasures of methane development in west countryside. *Pollution Control Technology*, 2006, 19(3): 41-42.
- [11] Chen L, Li J, Zhu W B. Biogas development based on the clean development mechanism (CDM) in the countryside of west China. *Ecological Economy*, 2009, (1): 35-37.
- [12] Hao Y Y, Liu R H. Test and analysis of the raw material of biogas fermentation and its by-product. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2006, 34(14): 3429-3431.
- [13] Xie T. Biogas fermentation in rural and primary chemical component evaluate of the residual products. Chongqing: Southwest University, 2007.
- [14] Gan S W, Xu Z B, Huang W. Key technology for ecological application of large-scale biogas project. *Chinese Journal of Ecological Agriculture*, 2008, 16(5): 1293-1297.
- [15] Hua Y X. Analysis about the representative model of residue and slurry application of biogas in urban agriculture. *Energy and Environment*, 2008, (3): 43-44.
- [16] Liu F L, Ma D H, Liu T H. Influence of spraying biogas slurry on yield, quality and disease and insect pest control of wheat. *China Biogas*, 2009, 27(6): 39-41.
- [17] Qin Z. Effect of biogas slurry application on yield, nutrition quality of purple cabbage and soil quality. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2009, 21(7):

83-86.

- [18] Shang C F, Wang L K, Chen Q M, Zhang S Z, Huang C L, Liu W G. Effect of fermentation temperature and time on content of amino acids in biogas slurry. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2009, 41(11): 42-44.
- [19] Zhang H B, Li J R, Shao K W. Safety and effect of biogas slurry in swine feed. *Acta Ecologiae Animalis Domastici*, 2009, 30(3): 68-72.
- [20] Chen L Q. Study on inhibition effects and mechanical of biogas fluids on *alternaria alternate*. Kunming: Yunnan Normal University, 2006.
- [21] Li S P, Fan Q S, Zhu J Q. Study of biogas fermentation liquid on control of bacterial blight of rice and sheath and culm blight of rice. *China Biogas*, 1993, 11(3): 11-15.
- [22] Zhang W D, Liu S Q, Xie J, Song H C. Study on antimicrobial effect of biogas fluid on *Penicillia* and *Aspergilli*. *New Energy*, 1998, 20(1): 1-3.
- [23] Guo L B, Yu F B, Luo X P, Zhang M X, Shan S D. Effect of several pesticide formulations mixed with biogas slurry on the inhibitory of *gerlachia nivalis*. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(16): 7542-7545.
- [24] Chen L Q, Yi F, Zhang W D, Song H C, Xia Z F. Study on the inhibition effect of biogas fermentative liquid on *alternaria longipes*. *Renewable Energy*, 2004, (3): 22-24.
- [25] 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.
- [26] Chen L Q, Yi F, Zhang W D, Liu S Q. Study the inhibition effect of deposited biogas fluid on *alternaria alternate*. *Agriculture and Technologies*, 2005, 25(5): 57-61.
- [27] Cheng L Q, Yi F, Liu S Q, Zhang W D, Guan H L. Application of biogas slurry and different pesticide for the inhibition of tobacco brown spot diseases. *China Biogas*, 2006, 24(3): 16-18.
- [28] Zhang P. Test on disinfect effect of the bioliquid to the cereal sickle bacterial. *Rural Energy*, 2001, (1): 25-26.

参考文献:

- [1] 吴发启, 赵晓光, 刘秉正, 雷瑞德, 刘国强, 李修炼, 同延安, 吴普特, 穆新民, 代军, 常庆瑞, 李军, 史俊通, 吴峰. 中国西部生态环境建设. *水土保持研究*, 2000, 7(1): 2-5.
- [2] 秦大河, 丁一汇, 王绍武, 王苏民, 董光荣, 林而达, 刘春蓁, 余之祥, 孙惠南, 王守荣, 伍光和. 中国西部生态环境变化与对策建议. *地球科学进展*, 2002, 17(3): 314-319.
- [3] 潘晓玲, 王学才, 雷加强. 关于中国西部干旱区生态环境演变与调控研究的思考. *地球科学进展*, 2001, 16(1): 24-27.
- [4] 王让会, 叶新. 中国西部干旱区开发中的生态环境建设方略. *干旱区地理*, 2001, 24(2): 152-156.
- [5] 谢花林, 李波, 王传胜, 杨波, 张新时. 西部地区农业生态系统健康评价. *生态学报*, 2005, 25(11): 3028-3036.
- [6] 桑晓靖. 西部地区生态恢复与重建的生态经济评价. *干旱地区农业研究*, 2003, 21(3): 171-174.
- [7] 方创琳, 乔标. 水资源约束下西北干旱区城市经济发展与城市化阈值. *生态学报*, 2005, 25(9): 2413-2422.
- [8] 乔标, 方创琳, 黄金川. 干旱区城市化与生态环境交互耦合的规律性及其验证. *生态学报*, 2006, 26(7): 2183-2190.
- [9] 邱凌, 杨改河, 毕于运. 中国西部发展农村沼气的条件与对策研究. *干旱地区农业研究*, 2005, 23(3): 200-204.
- [10] 崔炜, 孔少飞. 西部农村沼气建设现状与对策. *污染防治技术*, 2006, 19(3): 41-42.
- [11] 陈亮, 李杰, 朱万斌. 基于清洁发展机制(CDM)项目背景下的西部农村沼气建设. *生态经济*, 2009, (1): 35-37.
- [12] 郝元元, 刘荣厚. 大中型沼气工程工艺流程·发酵原料及其产物测试分析. *安徽农业科学*, 2006, 34(14): 3429-3431.
- [13] 谢涛. 农村沼气发酵及其残余物的主要化学成分评价. 重庆: 西南大学, 2007.
- [14] 甘寿文, 徐兆波, 黄武. 大型沼气工程生态应用关键技术研究. *中国生态农业学报*, 2008, 16(5): 1293-1297.
- [15] 华永新. 都市农业沼液、沼渣综合利用典型模式探析. *能源与环境*, 2008, (3): 43-44.
- [16] 刘丰玲, 马东辉, 刘天宏. 喷施沼液对小麦产量、品质和病虫害防治的影响. *中国沼气*, 2009, 27(6): 39-41.
- [17] 覃舟. 施用沼液对紫甘蓝产量、营养品质及土壤质量的影响. *江西农业学报*, 2009, 21(7): 83-86.
- [18] 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. *畜牧与兽医*, 2009, 41(11): 42-44.
- [19] 章红兵, 李君荣, 邵康伟. 饲料添加沼液喂猪的效果观察和安全性研究. *家畜生态学报*, 2009, 30(3): 68-72.
- [20] 陈丽琼. 沼气发酵液对烟草赤星菌的抑制及其机理研究. 昆明: 云南师范大学, 2006.
- [21] 李顺鹏, 樊庆笙, 朱家全. 沼气发酵液防治水稻白叶枯病和纹枯病的研究. *中国沼气*, 1993, 11(3): 11-15.
- [22] 张无敌, 刘士清, 谢建, 宋洪川. 沼气发酵液对青霉、曲霉等真菌的抑制作用之研究. *新能源*, 1998, 20(1): 1-3.
- [23] 管莉波, 虞方伯, 罗锡平, 张妙仙, 单胜道. 几种沼液复配农药对小麦雪霉叶枯病菌的抑制效果研究. *安徽农业科学*, 2009, 37(16): 7542-7545.
- [24] 陈丽琼, 尹芳, 张无敌, 宋洪川, 夏朝凤. 沼气发酵液对烟草赤星菌的抑制研究. *可再生能源*, 2004, (3): 22-24.
- [25] 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.
- [26] 陈丽琼, 尹芳, 张无敌, 刘士清. 存放沼液对烟草赤星菌的抑制研究. *农业与技术*, 2005, 25(5): 57-61.
- [27] 陈丽琼, 尹芳, 刘士清, 张无敌, 官会林. 沼液与8种农药对烟草赤星病抑制效果的对比研究. *中国沼气*, 2006, 24(3): 16-18.
- [28] 张平. 沼液对禾谷镰刀菌杀抑效果的试验. *农村能源*, 2001, (1): 25-26.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 9 May, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Guest Editorial from EAM Workshop—Sustainability of agricultural ecosystems in arid regions in response to climate change	
..... LI Fengmin, Kadambot H. M Siddique, Neil C Turner, et al (I)	
Overview on the 2 nd international workshop on ecosystem assessment and management (EAM)	
..... LI Pufang, ZHAO Xuzhe, CHENG Zhengguo, et al (2349)	
Arid agricultural ecology in response to global change: Overview on Young Scholar Forum of the 2 nd International Workshop on	
EAM	ZHAO Xuzhe, LI Pufang, Kadambot H. M Siddique, et al (2356)
The effects of micro-rainwater harvesting pattern and rainfall variability on water ecological stoichiometry in oat (<i>Avena sativa</i> L.)	
field	QIANG Shengcai, ZHANG Hengjia, MO Fei, et al (2365)
Spatial variation of water requirement for spring wheat in the middle reaches of Heihe River basin	
..... WANG Yao, ZHAO Chuanyan, TIAN Fengxia, et al (2374)	
Model-based estimation of the canopy transpiration of Qinghai spruce (<i>Picea crassifolia</i>) forest in the Qilian Mountains	
..... TIAN Fengxia, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong (2383)	
Litter amount and its nutrient storage and water holding characteristics under different coniferous forest types in Xiaolong Mountain,	
Gansu Province	CHANG Yajun, CHEN Qi, CAO Jing, et al (2392)
Effect of irrigation frequency on life history strategy and yield formation in Jerusalem artichoke (<i>Helianthus tuberosus</i> L.) in oasis	
of Hexi Corridor	ZHANG Hengjia, HUANG Gaobao, YANG Bin (2401)
The evaluation method of water resources sustainable utilization in Manas River Basin	
..... YANG Guang, HE Xinlin, LI Junfeng, et al (2407)	
Correlation of topographic factors with precipitation and surface temperature in arid and cold region of Northwest China: a case	
study in Gansu Province	YANG Sen, SUN Guojun, HE Wenying, et al (2414)
The relationship between riparian vegetation and environmental factors in Heihe River Basin	
..... XU Shasha, SUN Guojun, LIU Huiming, et al (2421)	
Effects of drought stress on the photosynthesis of <i>Salix paraqulesia</i> and <i>Hippophae rhamnoides</i> seedlings	
..... CAI Haixia, WU Fuzhong, YANG Wanqin (2430)	
The comparison of drought resistance between <i>Caragana species</i> (<i>Caragana arborescens</i> , <i>C. korshinskii</i> , <i>C. microphylla</i>) and two	
chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) cultivars	FANG Xiangwen, LI Fengmin, ZHANG Haina, et al (2437)
Response of chlorophyll fluorescence characteristics of <i>Populus euphratica</i> heteromorphic Leaves to high temperature	
..... WANG Haizhen, HAN Lu, XU Yali, et al (2444)	
Free amino acid content in different tissues of <i>Caragana korshinskii</i> following all shoot removal	
..... ZHANG Haina, FANG Xiangwen, JIANG Zhirong, et al (2454)	
“Fertile Island” features of soil available nutrients around <i>Halostachys caspica</i> shrub in the alluvial fan area of Manas River watershed	
..... TU Jinna, XIONG Youcai, ZHANG Xia, et al (2461)	
Analysis of the activities of protective enzymes in <i>Bidens pilosa</i> L. inoculated with <i>Glomus mosseae</i> under drought stress	
..... SONG Huixing, ZHONG Zhangcheng, YANG Wanqin, et al (2471)	
Evaluation and selection on drought-resistance of germplasm resources of <i>Avena</i> species with different types of ploidy	
..... PENG Yuanying, YAN Honghai, GUO Laichun, et al (2478)	
Ecophysiological mechanism of photoperiod affecting phenological period and spike differentiation in oat (<i>Avena nuda</i> L.)	
..... ZHAO Baoping, ZHANG Na, REN Changzhong, et al (2492)	
Effects of water and fertilization on relationship between competitive ability and seed yield of modern and old spring wheat varieties	
..... DU Jingqi, WEI Panpan, YUAN Ziqiang, et al (2501)	

- Inhibitory effect of biogas slurry from swine farm on some vegetable pathogen SHANG Bin, CHEN Yongxing, TAO Xiuping, et al (2509)
- Effects of different summer catch crops planting on soil inorganic N residue and leaching in greenhouse vegetable cropping system WANG Zhiyi, GUO Ruiying, LI Fengmin (2516)
- Photosynthetic characterization and yield of summer corn (*Zea mays* L.) during grain filling stage under different planting pattern and population densities WEI Li, XIONG Youcai, Baoluo Ma, et al (2524)
- Effects of desulfurization waste treatment on calcium distribution and calcium ATPase activity in oil-sunflower seedlings under alkaline stress MAO Guilian, XU Xing, ZHENG Guoqi, et al (2532)
- The evolution between ecological security pattern and agricultural productive force in Manas River Basin for the past 30 years WANG Yuejian, XU Hailiang, WANG Cheng, et al (2539)
- Spatio-temporal analysis of ecological carrying capacity in Jinghe Watershed based on Remote Sensing and Transfer Matrix YUE Dongxia, DU Jun, LIU Junyan, et al (2550)
- The coupling relationship and emergy analysis of farming and grazing ecosystems in Mu Us sandland HU Binghui, LIAO Yuncheng (2559)
- Dynamic analysis of farmland ecosystem service value and multiple regression analysis of the influence factors in Minqin Oasis YUE Dongxia, DU Jun, GONG Jie, et al (2567)
- Environment purification service value of urban green space ecosystem in Qingdao City ZHANG Xuliang, XU Zongjun, ZHANG Zhaohui, et al (2576)
- The spatial relationship analysis of rural per capital revenue based on GIS in Zulihe River basin, Gansu Province XU Baoquan, SHI Weiqun (2585)

Review and Monograph

- The key issues on plant phenology under global change MO Fei, ZHAO Hong, WANG Jianyong, et al (2593)
- Recent advances on regional climate change by statistical downscaling methods ZHU Hongwei, YANG Sen, ZHAO Xuzhe, et al (2602)
- Current progress in eco-physiology of root-sourced chemical signal in plant under drought stress LI Jinan, LI Pufang, KONG Haiyan, et al (2610)
- ODAP biosynthesis: recent developments and its response to plant stress in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) ZHANG Dawei, XING Gengmei, XIONG Youcai, et al (2621)
- Current progress in plant ideotype research of dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) LI Pufang, CHENG Zhengguo, ZHAO Hong, et al (2631)
- Recent advances in research on drought-induced proteins and the related genes in wheat (*Triticum aestivum* L.) ZHANG Xiaofeng, KONG Haiyan, LI Pufang, et al (2641)

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

客座编辑 Guest Editors LI Fengmin XIONG Youcai Neil Turner Kadambot Siddique

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 31 卷 第 9 期 (2011 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 9 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		



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