

福尔马林消毒剂对养殖场粪污产沼气的影 响

张京景, 苏有勇^{*}, 孔琳, 陈飞, 李昊

(昆明理工大学现代农业工程学院, 昆明 650224)

摘 要: 以猪粪为发酵原料, 研究消毒剂福尔马林对沼气发酵的影响, 以为养殖场粪污产沼气发酵处理提供技术指导。研究结果表明, 消毒剂福尔马林对沼气发酵有抑制作用, 使沼气发酵体系的挥发性总脂肪酸含量和脂肪酶活性增加, α -淀粉酶和纤维素酶的活性降低, 产气量下降。随着添加量增加, 这种变化趋势增强, 当添加量达到 0.05% 时, 挥发性总脂肪酸含量增加 18.78%, 脂肪酶活性提高 135.13%, α -淀粉酶和纤维素酶的活性分别下降 78.57% 和 83.65%。研究结果从机理上解释了养殖场粪污进行沼气发酵处理时, 出现产气量下降甚至不产气的原因。可为养殖场粪污沼气发酵处理提供一定的技术指导, 以保证沼气发酵的正常进行。

关键词: 沼气, 发酵, 消毒剂, 养殖场粪污, 酶活, 抑制作用

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.z1.013

中图分类号: TK6

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-Supp.1-0064-04

张京景, 苏有勇, 孔琳, 等. 福尔马林消毒剂对养殖场粪污产沼气的影 响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(增刊 1): 64-67.
Zhang Jingjing, Su Youyong, Kong Lin, et al. Effects of disinfectants on biogas fermentation of formalin [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(Supp.1): 64-67. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

沼气发酵是微生物在厌氧环境下将可降解的生物质经过厌氧消化生成可燃气体的过程^[1]。沼气发酵原料主要以秸秆类物质为代表的农业废弃物、禽畜粪便和污水处理厂的厌氧性污泥, 以及生活垃圾等^[2-3]。沼气发酵过程生成甲烷和二氧化碳等, 不污染空气, 不危害农作物和人体健康^[4-5]。沼气发酵在农业和生态方面具有很大的社会价值, 实现了能源、环境与经济三方面的综合效益^[6]。发展沼气工程对缓解中国化石能源紧缺的局面和控制农村污染具有重要作用^[7], 其在今后相当长的时期仍是农村能源发展的主要任务^[8]。

随着畜牧业生产的快速发展, 畜禽养殖场对环境的污染愈来愈受到人们的关注。实现粪便的沼气发酵能有效地回收农村有机废弃物的能源, 对于改善农村环境卫生和面貌有积极作用, 有效地解决能源与环境的可持续发展问题^[9-10]。在养殖场采用沼气发酵处理粪污时, 养殖场的规模与产气量呈正相关关系^[11], 有效能的消耗在不断上升^[12]。但由于养殖场使用各种消毒剂, 造成沼气发酵过程中的大量厌氧菌的活性受到抑制, 出现产气量下降, 甚至导致沼气池最终不能使用, 粪污不能得到很好的处理。并且相关领域的研究甚少, 因此, 研究养殖场常用消毒剂对沼气发酵的影响机理, 以实现沼气池的正

常使用, 具有很重要的现实意义。本研究考察消毒剂对沼气发酵过程的影响, 为养殖场粪污的沼气发酵处理提供技术指导。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

沼气发酵原料取自昆明市附近养殖场的新鲜猪粪(不含消毒剂), 经测定 TS (Total Solid, 总固体) 为 24.71%, VS (Volatile solid, 挥发性固体) 为 73.78%, pH 值为 6.3。

接种物取自本实验室猪粪正常沼气发酵后的活性污泥, 经测定 TS 为 9.86%, VS 为 61.28%, pH 值为 7.5。

1.2 试验装置

采用自制的实验型沼气发酵装置, 发酵瓶总容积为 1 000 mL, 如图 1 所示。



图 1 沼气发酵实验装置

Fig.1 Experimental apparatus for biogas fermentation

1.3 试验方 法

1.3.1 试验设计

用 18 套试验装置, 将配制好的发酵料液混合均匀后分装置在发酵瓶中, 在室温下进行批量发酵, 每瓶装入

收稿日期: 2011-01-10 修订日期: 2011-03-28

基金项目: 昆明市西山区科技计划项目 (2010-42)

作者简介: 张京景 (1985-), 女, 汉族, 河北人, 主要从事生物能方面的研究。昆明 昆明理工大学现代农业工程学院, 650224。

Email: zhangjingjing.919@163.com

*通信作者: 苏有勇 (1969-), 男, 白族, 云南人, 副教授, 主要从事生物能方面的研究。昆明 昆明理工大学现代农业工程学院, 650224。

Email: youyongsu@gmail.com

发酵料液 800 mL。将 18 套装置分为 6 个组，每组设 3 个重复；每个试验组设 1 个对照组，不加福尔马林溶液；第 1、2、3 组分别加入占发酵料液质量分数 0.01%、0.02%、0.05% 的福尔马林溶液；具体的试验设计见表 1。由于受分析测试条件限制，试验分 3 批完成，3 批试验分别各间隔一周启动。在试验过程中，测定加入消毒剂前后沼液的挥发性总脂肪酸含量以及纤维素水解酶、脂肪水解酶、淀粉水解酶的活性，同时记录每天的产气量，其中对照组的产气量为 3 批试验对照产气量的平均值。

表 1 试验设计
Table 1 Design of experiment

试验分组	接种物/g	猪粪/g	福尔马林添加质量分数/%	发酵料液体积/mL
对照组	240	70	—	800
第 1 组	240	70	0.01	800
第 2 组	240	70	0.03	800
第 3 组	240	70	0.05	800

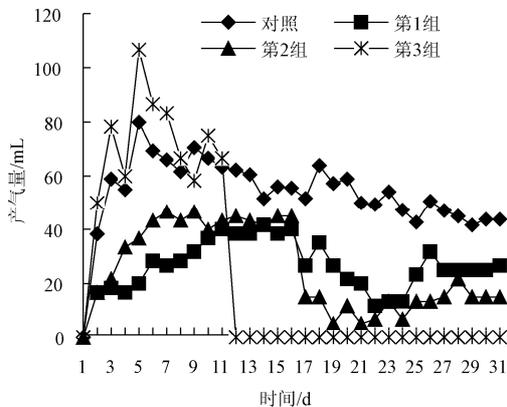
1.3.2 分析项目与方法

产气量采用排水集气法测定；挥发性总脂肪酸含量采用蒸馏法测定^[13]；纤维素水解酶采用比色法测定^[14]；脂肪水解酶采用酸碱滴定法测定^[15]；淀粉水解酶采用水解-比色法测定^[16]。

2 结果与分析

2.1 产气量的变化

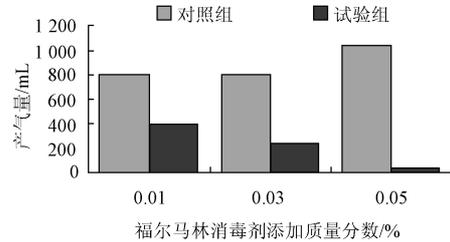
试验中，第 1 组（福尔马林消毒剂添加质量分数为 0.01%）和第 2 组（福尔马林消毒剂添加质量分数为 0.03%）在发酵启动后的第 15 天加入福尔马林，第 3 组（福尔马林消毒剂添加质量分数为 0.05%）在启动后第 11 天加入福尔马林，产气量变化情况如图 2 所示。从图中可以看出，加入福尔马林后，产气量均出现下降趋势，说明发酵系统受到抑制，且加入量越多，产气量下降越明显，当加入量达到 0.05% 时即停止产气。从图中还可以看出，当发酵没有完全被抑制时，经过一段时间可以逐渐恢复正常产气，但完全被抑制时，则无法再得到恢复。



注：对照、第 1、2、3 组福尔马林添加质量分数分别为 0.01%、0.03%、0.05%。

图 2 福尔马林对产气量的影响
Fig.2 Effect of formalin on gas yield

加入福尔马林后的每批试验的总产气量如图 3 所示，其中第 1 组和第 2 组为整个试验的后 15d 的总产气量，第 3 组为整个试验的后 19d 的总产气量。从图 3 中可以看出，加入福尔马林后的总产气量和对照组在这段时间内的总气量相比均下降，3 个试验组的总产气量分别下降 51.43%、71.15%、97.10%。



注：福尔马林添加质量分数为 0.01% 和 0.03% 的总产气量为添加后 15 d 的总产气量，添加福尔马林质量分数为 0.05% 的总产气量为添加后 19 d 的总产气量。

图 3 加入福尔马林后的总气量变化
Fig.3 Change of gas yield after adding formalin

2.2 挥发性总脂肪酸含量和脂肪酶活性的变化

添加福尔马林前后挥发性总脂肪酸含量（以乙酸计，单位为 mg/L）和脂肪酶活性的变化如图 4 所示。从图中可以看出，加入消毒剂福尔马林后，3 组的挥发性总脂肪酸含量均呈上升趋势，同时对应的脂肪酶活性也上升，当添加量达到 0.05% 时，挥发性总脂肪酸含量增加 18.78%，脂肪酶活性提高 135.13%。此结果解释了当沼气发酵受到抑制时发酵体系易酸化，产气量下降。在沼气发酵过程中，脂肪酶来源于水解性微生物的代谢，加入消毒剂后，微生物被消毒剂杀灭，脂肪酶活性应该下降，但试验结果却相反，其原因还有待于进一步探索。

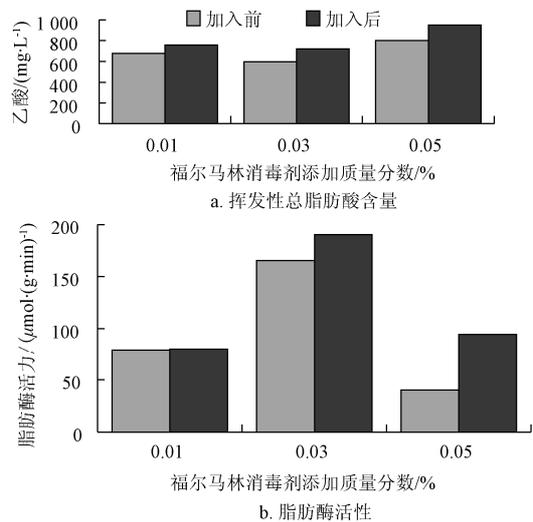


图 4 福尔马林对挥发性总脂肪酸和脂肪酶活性的影响
Fig.4 Effect of formalin on total volatile acid and lipase activity

2.3 α-淀粉酶和纤维素酶的活性的变化

添加福尔马林前后 α-淀粉酶和纤维素酶的活性的变化如图 5 所示。从图中可以看出，加入消毒剂福尔马林后，3 组的 α-淀粉酶和纤维素酶的活性均下降，且消毒剂的添加量越多，活性下降越多。当添加量达到

0.05%时, α -淀粉酶和纤维素酶的活性分别下降 78.57% 和 83.65%。从理论上进一步解释了产气量下降的原因, 这是由于加入消毒剂后, 沼气发酵的部分微生物被杀灭, 发酵体系中的淀粉水解酶和纤维素水解酶等的活性下降所造成。

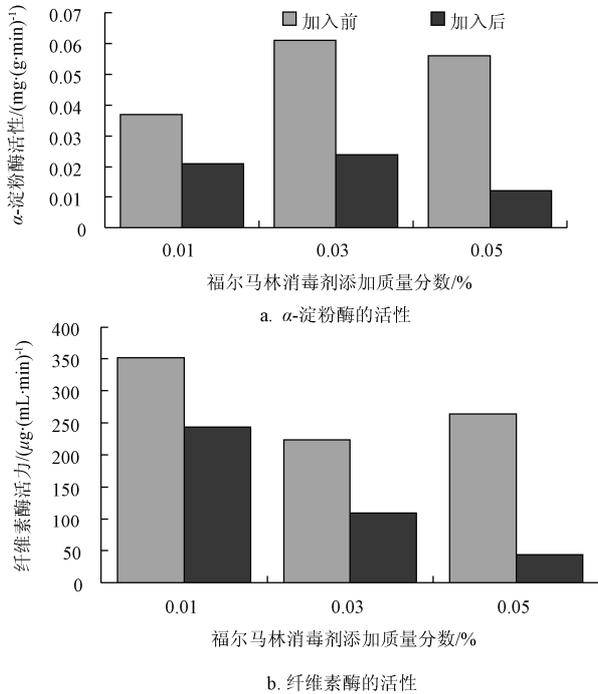


图5 福尔马林对 α -淀粉酶和纤维素酶活性的影响

Fig.5 Effect of formalin on amylase activity and cellulase activity

3 结论

1) 消毒剂福尔马林对沼气发酵有抑制作用, 使产气量下降, 随着添加量增加, 其抑制作用增强, 当添加量达到 0.05% 时, 产气基本停止。

2) 消毒剂福尔马林使沼气发酵体系的挥发性总脂肪酸含量和脂肪酶活性增加, 而 α -淀粉酶和纤维素酶的活性降低, 随着添加量增加, 这种变化趋势增强, 当添加量达到 0.05% 时, 挥发性总脂肪酸含量增加 18.78%, 脂肪酶活性提高 135.13%, α -淀粉酶和纤维素酶的活性分别下降 78.57% 和 83.65%。

由于受试验条件的限制, 本试验分 3 批进行, 使得试验结果存在一定的误差, 有待于在今后的研究中进一步完善。但试验结果还是基本从理论上解释了养殖场粪污进行沼气发酵处理时出现产气量下降甚至不产气的原因。研究结果可为养殖场粪污沼气发酵处理提供一定的技术指导, 以保证沼气发酵的正常进行。

[参考文献]

[1] Arasimowica M, Orluk P G, Zakrzewska-Trznadel A G. Application of polyimide membranes for biogas purification and enrichment Chmielewski[J]. Jurnal of Hazardous Materials, 2007, 144(3): 698—702.

[2] Sci A, Demirer G N. Biogas production potential from cotton wastes[J]. Renewable Energy, 2007, 32(5): 750—757.

[3] Iberto V, Gisela V, Nelson A, et al. Evaluation of marine algae as a source of biogas in a two-stage anaerobic reactor system[J]. Biomass and Bioenergy, 2008, 32(4): 338—344.

[4] 周孟津, 张榕林, 蔺金印. 沼气实用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

[5] 赵由才, 宋立杰. 固体废弃物污染控制原理与资源化技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[6] 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[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(14): 3429—3431.

Hao Yuanyuan, Liu Ronghou. Process of raw materials and testing of product on large biogas fermentation[J]. Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(14): 3429—3431. (in Chinese with English abstract)

[7] 王明新, 夏训峰, 柴育红, 等. 农村户用沼气工程生命周期节能减排效益[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 245—250.

Wang Mingxin, Xia Xunfeng, Chai Yuhong, et al. Life cycle energy conservation and emissions reduction benefits of rural household biogas project [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(11) : 245—250. (in Chinese with English abstract)

[8] 沈连峰, 王谦, 轩轶, 等. 户用沼气池建设的节能减排和农民增收效果[J]. 农业工程学报, 2009, 25(10): 220—225.

Shen Lianfeng, Wang Qian, Xuan Zhan, et al. Effects of household biogas pond construction on energy-saving, emission-reducing and increase in farmers' income[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2009, 25(10) : 220—225. (in Chinese with English abstract)

[9] 胡启春, 祝其丽, 潘科, 等. 畜禽养殖场沼气工程产业发展探析[J]. 现代农业科技, 2009, 17(1): 253—255.

Hu Qichun, Zhu Qili, Pan Ke, et al. Discussion of industrial development of biogas on livestock and poultry farms[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2009, 17(1) : 253—255. (in Chinese with English abstract)

[10] 杨建州, 高敏琿, 邓美珍, 等. 规模化养殖场沼气技术选择影响因素实证分析[J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2009, 3(5): 26—28.

Yang Jianzhou, Gao Minhui, Deng Meizhen, et al. Analysis of technology affecting factors on farm scale biogas[J]. Central South Forestry University: Social Sciences, 2009, 3(5) : 26—28. (in Chinese with English abstract)

[11] 汤云川, 张卫峰, 马林, 等. 户用沼气产气量估算及能源经济效益[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3) : 281—288.

Tang Yunchuan, Zhang Weifeng, Ma Lin, et al. Estimation of biogas production and effect of biogas construction on energy economy[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(3): 281—288.

[12] 王效华, 冯祯民, 包信峰, 等. 江苏扬中农村家庭生活用能和能源消费的研究[J]. 农业工程学报, 1998, 14(1) : 142—147.

Wang Xiaohua, Feng Zhenmin, Bao Xinfeng, et al. Rural household energy consumption in yangzhong county[J].

- Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1998, 14(1) : 142—147.
- [13] 任南琪, 王爱杰. 厌氧生物技术原理与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [14] GB/T 23881-2009. 饲用纤维素酶活性的测定[S]. 2009.
- [15] GB/T5523-1985. 粮食、油料检验 脂肪酶活动度测定法[S]. 1985.
- [16] GB/T5521-1985. 谷物和谷物产品 α -淀粉酶活性的测定比色法[S]. 1985.

Effects of disinfectants on biogas fermentation of formalin

Zhang Jingjing, Su Youyong^{*}, Kong Lin, Chen Fei, Li Hao

(Faculty of Modern Agricultural Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

Abstract: Using pig dung as material, the effect of formalin on biogas fermentation were studied in this paper. The experimental results showed that the formalin disinfectant had restraint effect on biogas fermentation. After adding formalin, the content of total volatile acid and lipase activity increased, but amylase activity, cellulase activity and gas yield decreased. With increasing of dosage, the change became strengthening. When the addition of formalin reached to 0.05%, the content of total volatile acid increased by 18.78%, lipase activity increased by 135.13%, and amylase activity and lipase activity decreased by 78.57% and 83.65%, respectively. The results of research explained why gas yield decreased when the faeces of livestock farms was handled with for biogas fermentation. The results can provide a certain theoretic reference for biogas fermentation of faece from livestock farms.

Key words: biogas, fermentation, disinfectants, biodiesel faeces of livestock, enzymatic activity, restraint