

光合细菌净化猪场污水的研究

廖新 汪植三 李其谦 田志伟 陈水龙

(华南农业大学动物科学系, 广州 510642)

摘要 用3个光合细菌菌株组成的混合菌种在5个水族箱(50 cm×30 cm×40 cm)中进行光合细菌降解猪场污水试验, 探讨化学耗氧量(COD_{Cr})为3 500 mg/L以下的不同浓度猪场污水与不同处理时间对降解能力的影响。结果表明: 在室温17~25℃、pH值6.7~7.5、光照1 000—3 000 lx的条件下, 光合细菌降解猪场污水试验中, 不同污水浓度对降解能力影响不显著($P>0.05$), 而不同处理时间对降解能力影响极显著($P<0.01$)。在加入菌种后24 h, COD_{Cr}降解率可达55.5%, 出水COD_{Cr}达1 500 mg/L。

关键词 光合细菌; 污水; 猪场; 停留时间

中图分类号 S 811.5

猪场废水是高浓度的有机废水, 一般可用物理(机械)、化学、生物等方法处理。实践证明, 单靠某一种技术或环节往往很难解决废水处理问题, 设置多个环节并用几种技术形成处理系统方是解决废水处理问题的上策。“八五”期间, 国内开展了规模化猪场废水处理系统的研究(汪植三等, 1995)。本文就针对猪场废水处理系统, 开展利用生物(光合细菌)处理猪场废水技术研究。

光合细菌(photosynthetic bacteria, 简称PSB), 是地球上最早出现的具有原始光能合成体系的原核生物。由于某些光合细菌能以有机物作供氢体进行光合作用, 而且具有随环境条件变化而改变代谢类型的特性(许洁, 1993; 翁稣颖, 1982), 因此, 许多国家已开展研究并筛选出一些菌株成功地用于环保上, 如工业上的高浓度有机废水处理(郑士民等, 1977; 韩静淑, 1983; Sawada et al., 1977)。近几年来, 日本、韩国等已建立了日处理数百吨废水的PSB实用处理系统(周晓云, 1983)。我国先后报道了PSB处理豆制品废水的成功经验(顾祖宜等, 1985; 史家梁等, 1989), 研究了光合细菌处理牛粪尿及柠檬酸发酵废水(俞吉安等, 1987)。本文研究光合细菌对猪场废水的净化作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验菌种 由华南农业大学动物科学系生态室提供的3个光合细菌菌株, 按一定比例混合而成混合菌种。菌数: 10^9 个/mL; 菌种水色正常(酱红色)。

1.1.2 污水来源 取某大型养猪场污水处理站沉淀池出水(未加任何化学药物), 静置16 h后, 取上清液待试验用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验分组 试验分组以污水浓度为依据。用自来水将污水稀释成5个不同浓度(即

成 5 个组, 见表 1), 分别装在 5 个同一规格的水簇箱中备用。投加菌种前, 从各箱中吸取水样实测各箱污水的 COD_{Cr}, 并作为初始值。

试验共进行 3 次。

表 1 试验分组及初始 COD _{Cr} 值						mg/ L
处理	COD _{Cr} 值					
	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组	
第 1 次试验	3 255. 11	2 001. 91	1 064. 75	739. 98	299. 21	
第 2 次试验	2 683. 31	1 814. 49	1 240. 46	624. 25	247. 28	
第 3 次试验	3 451. 90	2 544. 48	1 568. 87	1 175. 68	1 034. 06	

1. 2. 2 菌种投加和处理时间设置 菌种投加: 初始取样后, 紧接着往每一个箱中分别加入等体积(2. 25 L)混合菌液, 开始净化试验并计时。

处理时间设置: 各组处理时间均分为 24、48、72、96、120、144 h。

1. 2. 3 试验条件控制 光照: 3 盏 500W 红外线灯, 均匀悬挂于水簇箱上方, 距箱顶约 25 ~ 35 cm, 照度为 1 000 ~ 3 000 lx; 水温: 20 ~ 30 ℃。

1. 2. 4 测定与观察 每次试验共持续 7 d, 每天上午 8 :30 取各组水样测定 COD_{Cr} 值; 分别于试验开始后第 48、72、120 h, 测定各组的 pH 值、观察水样的颜色、镜检 PSB 生长情况。

COD 的测定用重铬酸钾法(COD_{Cr}) (魏复盛等, 1997), pH 值用精密试纸法测定。

2 结果与分析

2. 1 水样颜色、各组 pH 值和镜检的观察测定结果(见表 2)

表 2 水样颜色、各组 pH 值和镜检的观察测定结果						
组别	水样颜色			pH 值		
	48 h	72 h	120 h	48 h	72 h	120 h
1	浅黑带浅红	浅黑带浅红	浅黑带红	7. 3	7. 5	7. 6
2	浅黑带浅红	浅黑带红	浅黑带红	7. 2	7. 2	7. 5
3	浅红	浅红	红	7. 0	7. 2	7. 2
4	浅红	浅红	红	7. 0	7. 0	7. 1
5	红	红	酱红	6. 7	7. 0	7. 1

表 2 表明, 试验过程水样 pH 值变化不大, 并在正常范围; 水样颜色由猪场废水的颜色(黑色)和 PSB 菌液的颜色(红色)构成, 各组颜色随停留时间延长而红色加深, 黑色变浅或消失; 从上述颜色变化可反映出 PSB 在废水中生长良好。

镜检发现有螺旋状、杆状和球状的 PSB, 数量多, 但移动慢, 说明试验过程菌体活力一般。

2. 2 投放 PSB 后经不同处理时间各箱污水 COD_{Cr}降解量(见表 3)

统计分析表明, 在 PSB 降解污水试验中, 不同污水浓度对降解能力影响不显著($P>0. 05$); 而不同处理时间对降解能力影响极显著($P<0. 01$), 3 次试验的结果一致。进一步采用 q 检验法作多重检验, 结果表明, 在投放 PSB 后 24 h 废水 COD_{Cr} 的降解率比其它处理时间好, 达 1%显著平准。

2.3 不同处理时间 COD_{Cr} 降解率(见表 4)

表 3 投放 PSB 后经不同处理时间 COD_{Cr} 降解量 mg/ L

处理		COD _{Cr} 降解量					
		24h	48h	72h	96h	120h	144h
第 1 次试验	组 1	1 694 61	134 72	358 99	16 82	230 43	130 14
	组 2	1 075 83	39 34	—11 39	302 33	70 71	76 69
	组 3	890 60	32 10	26 75	275 60	67 57	58 10
	组 4	366 35	10 27	4 11	138 34	7 82	88 03
	组 5	119 87	9 33	24 67	58 32	13 34	21 30
第 2 次试验	组 1	1 437 49	315 52	174 85	95 00	25 91	222 13
	组 2	984 17	280 69	40 83	137 91	79 62	124 62
	组 3	573 80	183 15	99 24	96 30	7 83	79 90
	组 4	317 61	99 59	60 22	10 02	6 93	12 62
	组 5	76 60	70 50	12 56	13 91	2 13	19 87
第 3 次试验	组 1	1 624 03	205 69	294 82	128 91	99 22	156 09
	组 2	1 316 63	181 66	172 58	151 97	41 98	80 62
	组 3	676 94	22 42	156 06	22 93	109 90	6 91
	组 4	520 19	238 68	66 52	58 55	54 10	28 72
	组 5	493 84	77 45	82 80	55 94	56 89	41 05

表 4 3 次试验不同处理时间污水 COD_{Cr}降解率范围

处理时间/ h	24	48	72	96	120	144
降解率/(%)	39. 76~55. 50	0. 58~18. 92	0. 24~12. 17	0. 56~22. 49	0. 33~7. 36	0. 28~8. 01

3 讨论

3.1 PSB 处理猪场污水的可行性

猪场污水是高浓度的有机废水, pH 值在 6. 8~8. 0 之间。试验表明, PSB 可以在猪场污水中生长; 在 COD_{Cr} 低于 3 500 mg/L 的情况下, 仍有较高的 COD_{Cr} 去除率, 经 PSB 24 h 处理, COD_{Cr} 降解率可达 55. 5%, 出水 COD_{Cr} 达 1 500 mg/L, 且不需调节 pH 值。说明 PSB 处理猪场污水是可行的。

3.2 PSB 处理猪场污水停留时间的选择

PSB 处理猪场污水 24 h COD_{Cr} 降解率最高, 对较低浓度(COD_{Cr}< 3 500 mg/L)的猪场污水, 在适宜的温度、pH 值、光照等条件下, 经 PSB 24 h 处理, COD_{Cr} 降解率达 55. 5%, 出水 COD_{Cr} 达 1 500 mg/L。经 PSB 48 h 处理, 降解率递增值最高达 18. 9%, 出水 COD_{Cr} 为 680 mg/L 左右。再延长处理时间, 降解效果明显下降。因此, 可初步认为, PSB 在这种浓度的污水中比较理想的停留时间为 24 或 48 h。PSB 处理后出水或综合利用, 或作进一步处理后排放。

3.3 影响 PSB 处理猪场污水效果的因素

PSB 生长的最适宜温度为 25~28℃(王应铨等, 1989)。试验采用红外线灯加热, 虽然测得各水簇箱的中层水温为 20~30℃, 但上层水温偏低。

在 PSB 处理污水过程中, 有机物作为 PSB 的营养物不断被分解利用。由于试验所用的

污水浓度低, 含有机物少, 经过 24 h 的作用, 大部分有机物被分解消耗, 进而影响 PSB 的生长繁殖, 这可能是造成以后(24 ~ 144 h)PSB 降解能力渐弱的原因之一。可见温度和污水浓度都影响到 PSB 的生长繁殖以及对污水的处理效果, 而猪场废水 pH 值不影响 PSB 的正常生长。

3.4 杂菌干扰的控制

试验过程镜检水样时发现, 水样均存在一定量的原生动物和杂菌。这在试验或实际污水处理系统应用过程中可通过控制环境条件和改进处理工艺加以克服。由于 PSB 是兼性好氧菌、非专性好氧菌, 更适于微好氧条件下生长繁殖, 因此可通过控制适宜溶氧量抑制其它好氧菌的过快繁殖, 促进 PSB 优势生长, 使污水处理系统稳定运行。

此外, 在工艺上, 通过最后一个 PSB 池的菌液返送回第一个 PSB 池培养, 也可抑制和减少杂菌, 提高处理系统中 PSB 的数量。

致谢 本研究得到陈毓华高级工程师、覃环研究生的帮助, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- 王应铨, 许福康. 1980. 光合细菌培养技术探讨. 应用微生物, (5): 9~11
许 洁编译. 1993. 光合细菌的某些生物学性状. 水产科学, (2): 27~30
史家梁, 徐亚同, 孙珍妮. 1998. 光合细菌接触氧化工艺的研究. 环境科学, (2): 16~19
汪植三, 李其谦, 廖新弟, 等. 1995. 畜禽舍粪便污水及废气净化的研究. 农业工程学报, 11(4): 90~95
郑士民, 钱新民, 颜望明. 1983. 自养细菌在处理工业废水中的作用. 环境保护, (11): 20~22
周晓云. 1983. 光合细菌应用的研究及其展望. 应用微生物, (1): 20~27
俞吉安, 李坤宝, 张承康, 等. 1987. 应用光合细菌处理高浓度有机废水的新技术. 环境科学, (3): 47~53
顾祖宜, 戚蓓静, 史家梁, 等. 1985. 应用光合细菌处理有机废水的研究. 中国环境科学, 5(2): 29~34
翁稣颖, 戚蓓静, 史家梁. 1982. 进行光合作用的细菌. 微生物学通报, (3): 144~148
韩静淑. 1983. 光合细菌的开发和应用. 应用微生物, (6): 1~5
魏复盛, 寇洪茹, 洪水皆, 等编著. 1997. 水和废水监测分析方法. 北京: 中国环境科学出版社, 354~356
Sawada H, Parr R C, Rogers P L 1977. Photosynthetic bacteria in waste treatment role of rhodospirillum rubrum with Agricultural/ Industrial Effluents. J Ferment Technol, 55(4): 326~336

THE STUDY ON WASTE WATER TREATMENT OF PSB IN PIG FARMS

Liao Xindi Wang Zhisan Li Qiqian Tian Zhiwei Chen Shuilong
(Dept. of Animal Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642)

Abstract

Three bacteria of PSB were applied in the five aquatic boxes (50 cm×30 cm×40 cm) to evaluate the waste water treatment in pig farms. The experiment was conducted to find the treatment efficiency of COD_{Cr} and retention time under 3 500 mg/L of COD_{Cr}. In the experiment, the degradation of COD_{Cr} was not affected by the data of COD_{Cr} although COD_{Cr} concentration decreased significantly with the retention time achieved by 24 h. The results indicated that COD_{Cr} averaged < 1 500/L in the effluent, with removal of 55.5%.

Key words PSB; waste water; pig farm; retention time