

复合微生物菌剂在海水养殖废水中的修复作用

陈翠雪¹, 谢嘉华², 翁祖英², 袁建军^{2*}

(1. 厦门大学 化学化工学院化学工程与生物工程系, 福建 厦门 361005;

2. 泉州师范学院 环境科学研究所, 福建 泉州 362000)

摘要: 采用直接投加复合微生物菌剂原位修复实际养殖废水, 去除水体中的有机物、氮和磷等污染物, 分析微生物处理对水体 COD_{Cr}、BOD₅、溶解氧含量、透明度变化的影响。结果表明: 采用微生物技术修复养殖系统水环境具有显著效果, 试验期间透明度范围适宜水产养殖, 水体中 COD_{Cr} 降低了 61.2%, BOD₅ 降低了 53.3%, 而溶解氧有所上升, 总氮降低 38.1%, 总磷降低 27.4%, 底泥中的总氮和总磷变化不大。

关键词: 复合菌剂; 养殖废水; 生物修复¹

中图分类号: Q93; X55

文献标识码: A

文章编号: 1009- 8224(2007)06- 0099) 04

海水养殖一直被认为是开发海洋资源的蓝色农业, 是海洋产业经济的增长点^[1]。然而, 由于水产养殖自身的生态结构和养殖方式的缺陷, 海水养殖业对海域生态系统产生了一系列的严重影响, 如营养盐污染、沉积环境变化、药物使用污染等对沿岸生物的影响问题; 同时养殖系统生命力脆弱, 易遭病虫害侵害^[2- 3]。近海岸海水养殖环境污染日益恶化, 严重影响了水产养殖生态安全, 水产品经常遭受水体富营养化影响而大量死亡, 制约海水养殖业的可持续发展^[4- 5]。生物修复(Bioremediation)是指生物尤其是微生物催化降解环境污染物, 减少或消除环境污染的受控或自发过程^[6- 7]。目前, 微生物已成功应用于原位修复石油烃污染技术^[8- 11], 而利用微生物为主体的生物修复在治理海洋中有害有毒污染物的作用日显重要, 对养殖环境起到明显改善效果^[12]。研究表明, 光合细菌、诺卡氏菌、芽孢杆菌、硝化细菌、酵母、绿藻、席藻、螺旋藻、小球藻等微生物及复合微生物菌群均具有良好的净化水质效果, 可用于海水养殖生物修复过程^[13- 16]。

本文针对水产养殖废水的水质特点, 利用水体中微生物降解污染物的潜能, 分离、驯化、筛选出高效降解微生物菌株, 去除水体中的有机物、氮和磷等污染物, 创造安全、健康、无毒、无害的养殖环境, 增加海水养殖产量。

为了研究微生物净化养殖废水的效果以及有效运行方式, 在室内模拟养殖废水的微生物修复研究基础上, 采用直接投加复合菌的实验方法, 研究微生物处理对水体中有机物、磷和氮的影响, 并分析微生物处理对水体溶解氧含量的作用。通过对直接投菌处理进行研究, 期望获得一个较好的、以便应用于实际养殖废水的微生物修复技术。

1 材料和方法

1.1 试验地和试验材料

养殖水: 厦门西海域某海水养殖基地养鱼池水体, 采用条纹防水布隔离出的一块鱼池(与外界水体

收稿日期: 2007- 05- 18

作者简介: 陈翠雪(1978-), 女, 福建漳州人, 硕士生, 从事微生物工程研究。

基金项目: 福建省科技计划重点资助项目(2004I023); 福建省教育厅科技计划资助项目(JA04263)

* 通讯作者: 袁建军(1963-), 男, 教授, 从事环境微生物工程研究, Email: yuanjianjun2005@tom.com.cn

无交换),面积为 5 m @5 m,进行复合菌原位修复试验。

混合细菌:分离、筛选、驯化的复合细菌主要由光合细菌、硝化细菌、反硝化细菌、产朊假丝酵母以及芽孢杆菌等组成。微生物总含量 2.0×10^{10} cfu/g,投菌量按所处理养殖废水 0.01 j 比例进行投加。

1.2 水质测定

在试验开始后的第 2、4、6、8、10、12、14 d 测定实验水池的水质,水质指标为 COD_{Cr} , BOD_5 , DO, TN, TP, 透明度, 沉积物的 TN、TP 和有机质等。水质分析方法见表 1。沉积物分析方法为:TN 指标用凯氏定氮分析仪测定;TP 指标用酸溶-钼锑抗比色法测定^[18]。

表 1 水质分析方法

分析指标	COD_{Cr}	BOD_5	DO	TN	TP	pH	透明度	温度
测定方法	HACH COD 仪	HACH BOD 仪	便携式溶 解氧仪	过硫酸钾氧 化、紫外分 光光度法	过硫酸钾氧 化、钼锑抗 分光光度法	便携式 pH 计	塞氏盘法	表层温度计

2 结果与分析

2.1 养殖水体中 COD_{Cr} 含量的变化

海水养殖水体中的 COD_{Cr} 起始含量为 42.0 mg/L, 微生物修复过程中, COD_{Cr} 含量有较大幅度的降低。原位修复 14 d 后 COD_{Cr} 的含量为 16.5 mg/L, 去除率为 61.2%, 结果见图 1。

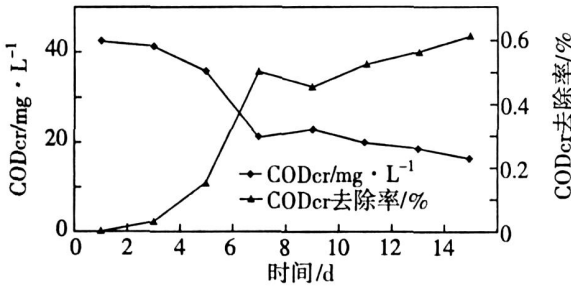


图 1 微生物修复工程中养殖水体 COD_{Cr} 的变化及去除率

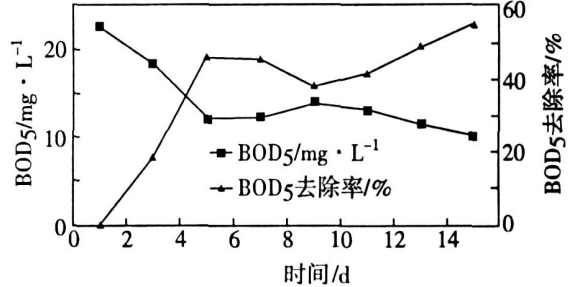


图 2 微生物修复工程中养殖水体 BOD_5 的变化及去除率

2.2 养殖水体中 BOD_5 含量的变化

海水养殖系统水体中的 BOD_5 起始含量为 22.6 mg/L, 微生物修复过程中, BOD_5 的含量有较大幅度的降低, 投加复合菌 14 d 后, 养殖水体 BOD_5 为 22.6 mg/L, 去除率为 53.3%, 结果见图 2。

2.3 养殖系统中溶解氧含量的变化

溶解氧(DO)是体现水质的一个重要指标, 一般污染严重的水体溶解氧都非常低。因此, 微生物修复工程中溶解氧的变化是修复效果的一个最直接的体现。试验过程中, 对水深 0.5 m 的溶解氧进行现场测定。海水养殖系统中的初始溶解氧为 2.1 mg/L, 试验过程中, DO 值变化较大, 主要是受气温的影响, 其次刮风、下雨等因素对水体中 DO 含量也有一定影响, 试验结果见图 3。

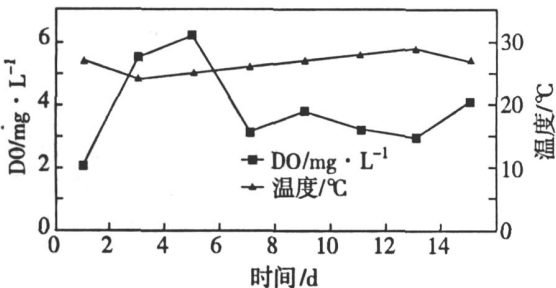


图 3 微生物修复工程中养殖水体 DO 及温度的变化

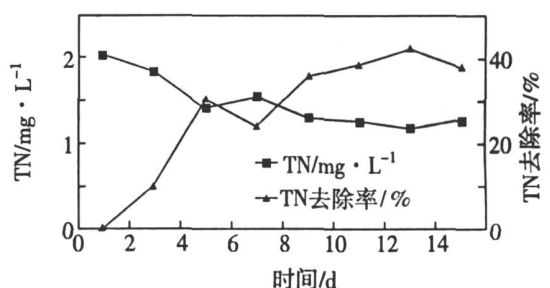


图 4 微生物修复工程中养殖水体 TN 的变化及去除率

2.4 养殖系统中 TN 含量的变化

2.4.1 养殖系统中水体 TN 含量的变化 微生物修复工程中不同处理水体的总氮含量变化如图 4。试

验期开始水体 TN 的含量为 2.0 mg/L, 直接投加复合菌处理的 TN 含量降低较快, 然后 TN 浓度维持在一个小幅度波动的范围内. 直接投加复合菌处理对总氮的最高去除率为 38.1%.

2.4.2 养殖系统中沉积物 TN 含量的变化 微生物修复工程中沉积物总氮含量的变化如图 5. 试验期间底泥中 TN 变化幅度较小, TN 初始含量为 1 407.0 mg/kg, 直接投加复合菌处理底泥中的 TN 含量呈现升-降-升的趋势. 对底泥中 TN 去除效果不明显.

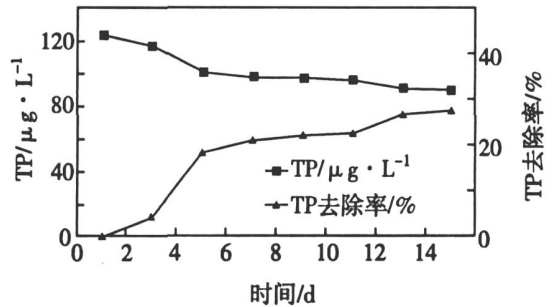
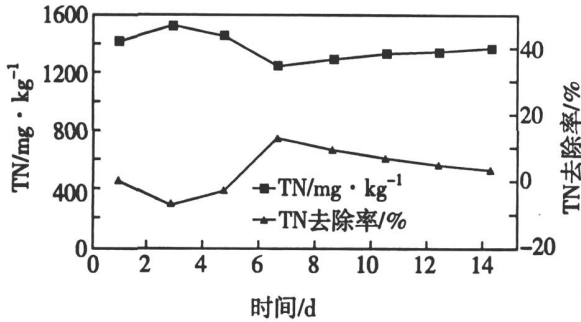


图5 微生物修复工程中养殖沉积物中 TN 的变化及去除率 图6 微生物修复工程中养殖水体中 TP 的变化及去除率

2.5 养殖系统中 TP 含量的变化

2.5.1 养殖系统中水体 TP 含量的变化 海水养殖系统水体中的 TP 初始含量为 122.7 Lg/L, 直接投加复合菌处理的修复过程中, 水体中 TP 含量稍有降低, 14 d 后 TP 含量为 89.1 Lg/L, 去除率为 27.4%, 结果见图 6.

2.5.2 养殖系统中沉积物 TP 含量的变化 养殖系统底泥中 TP 起始含量为 759.3 mg/kg, 直接投加复合菌处理后底泥中的 TP 含量有一定程度的增加. 试验 14 d 后, 底泥中的 TP 含量为 853.3 mg/kg (见图 7). 分析原因, 可能是水体中的 TP 部分转移到底泥中沉积起来.

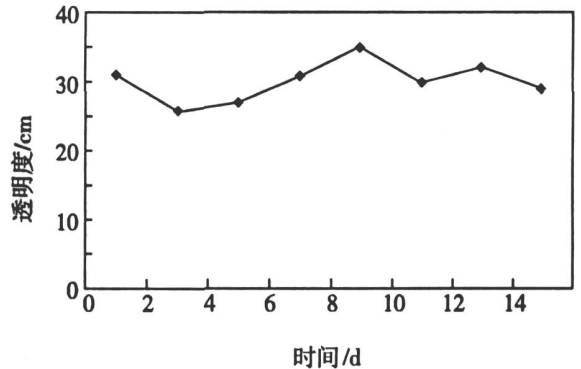
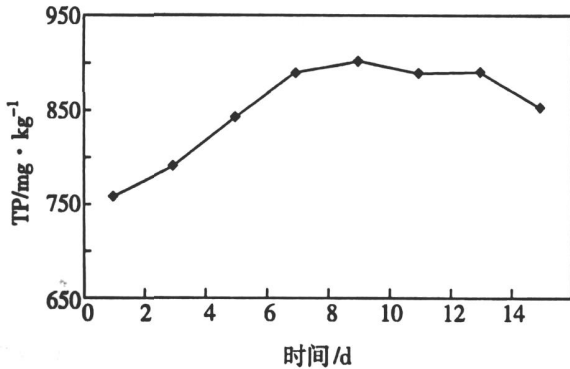


图7 微生物修复工程中养殖沉积物中 TP 的变化

图8 微生物修复工程中养殖水体中透明度的含量变化

2.6 养殖系统中透明度含量的变化

由于透明度对提高养殖系统生产力有重要意义, 所以, 在生产实践或科学实验时, 对水体透明度的监测应是一项必不可少的工作, 也是养殖系统水质管理重要内容. 在养殖水体中, 透明度的适宜范围一般是在 25~40 cm 之间. 在海水养殖系统水体的微生物修复工程中透明度的变化幅度较小, 直接投加复合菌试验期间透明度为 26~35 cm, 适合进行水产养殖, 结果见图 8.

2.7 养殖系统中 pH 值的变化

微生物修复工程中海水养殖系统的 pH 基本维持在 7.1~8.3 之间, 试验结果见图 9.

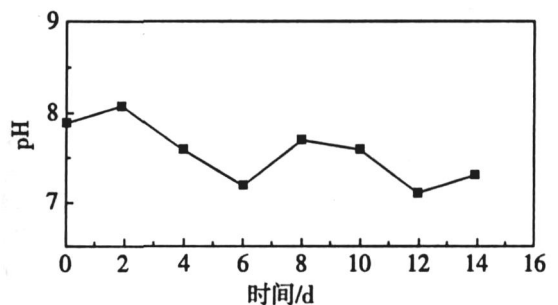


图9 微生物修复工程中养殖水体 pH 的变化

3 结论

采用微生物技术修复养殖系统水环境具有显著效果,微生物修复技术的作用模式是利用高效降解微生物的净化功能,持续有效地净化养殖废水。当水体营养丰富时,微生物迅速生长繁殖,净化水体。试验期间水体中 COD_{Cr} 降低了 61.2%, BOD_5 降低了 53.3%, 总氮降低 38.1%, 总磷降低 27.4%, 底泥中的总氮和总磷变化不大。

参考文献:

- [1] 张福绥. 21世纪我国的蓝色农业[J]. 中国工程科学, 2000, 2(12): 21- 27.
- [2] 罗琳, 舒廷飞, 温琰茂. 海水产养殖对近岸生态环境的影响[J]. 海洋环境科学, 2002, 21(2): 74- 79.
- [3] 胡文佳, 杨圣云, 朱小明. 海水养殖对海域生态系统的影响及其生物修复[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2007, 46(增刊): 197- 202.
- [4] 计新丽, 林小涛, 许忠能, 等. 海水养殖自身污染机制及其对环境的影响[J]. 海洋环境科学, 2000, 19(4): 66- 71.
- [5] 李绪兴, 杨子江, 阎彩萍. 养殖水域污染成因及其生物防治[J]. 中国渔业经济, 2006(5): 39- 42.
- [6] MADSEN E L. Metermining in situ biodegradation: facts and challenges[J]. *Environ Sci Technol*, 1991, 25(10): 1663- 1672.
- [7] 罗义, 毛大庆. 生物修复概述及国内外研究进展[J]. 辽宁大学学报: 自然科学版, 2003, 30(4): 298- 302.
- [8] ROMANTSCHUK M, SARAND I, PET' NEN T, et al. Means to improve the effect of in situ bioremediation of contaminated soil: an overview of novel approaches[J]. *Environmental Pollution*, 2000, 107(2): 179- 185.
- [9] DEMELZA M V, JOSE L R G, ANA I P. Engineered in situ bioremediation of soil and groundwater polluted with weathered hydrocarbons[J]. *European Journal of Soil Biology*, 2007, 43(5- 6): 310- 321.
- [10] HIDEAKI M, NORIKO H, TAKEHIKO H, et al. Crude oil bioremediation field experiment in the sea of Japan[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2003, 47(1- 6): 74- 77.
- [11] HEAD I M, SWANNELL R P. Bioremediation of petroleum hydrocarbon contaminants in marine habitats[J]. *Current Opinion in Biotechnology*, 1999, 10(3): 234- 239.
- [12] 郑天凌, 庄铁城, 蔡立哲, 等. 微生物在海洋污染环境中的生物修复作用[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2001, 40(2): 524- 534.
- [13] 李纯厚, 王学锋, 王晓伟, 等. 中国海水养殖环境质量及其生态修复技术研究进展[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(增刊): 310- 315.
- [14] 丁义. 生物修复技术在水产养殖中的应用[J]. 水产科技情报, 2007, 34(3): 135- 137.
- [15] 刘卫东, 苏浩, 邓立康. 微生物在水产养殖中的应用[J]. 水产科学, 2001, 20(2): 28- 31.
- [16] 赵玉洁, 谢风行, 周可. 微生物制剂在水产养殖中的应用[J]. 可持续发展, 2007, 1: 27- 29.
- [17] 马鸿媚. 氮磷营养盐对养殖水体的影响[J]. 福建环境, 2001, 18(5): 21- 22.
- [18] 国家环保局. 水和废水监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

Bioremediation of Mariculture Wastewater by Mixed Microorganisms

CHEN Cuizhu¹, XIE Jiahua², WENG Zhuoying², YUAN Jianjun²

(1. Department of Chemical and Biochemical Engineering, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Fujian 361005, China;

2. Environmental Science Research Institute, Quanzhou Normal University, Fujian 362000, China)

Abstract: Bioremediation of real mariculture wastewater by directly adding a kind of mixed microorganisms was carried out in order to remove organic substance as well as nitrogen and phosphorus pollutants of water body. The changes of COD_{Cr} , BOD_5 , dissolved oxygen (DO) and transparency of water body were monitored. The result shows that COD_{Cr} , BOD_5 , total nitrogen (TN) and total phosphorus in water body decreased by 61.2%, 53.3%, 38.1 and 27.4% after treatment with the mixed microorganisms, respectively, while the dissolved oxygen increased and the range of water transparency was suitable for mariculture. On the other hand, there was no great change of TN and TP content in sediment.

Key words: mixed microorganisms; mariculture wastewater; Bioremediation