

光合细菌处理有机污水的方法^{*}

何萍^{1,2}, 陈育如², 杨启银²

(1. 江南大学生物工程学院, 214063, 无锡; 2. 南京师范大学生命科学学院, 210097, 南京)

[摘要] 应用光合细菌对3种不同来源的有机污水进行了生物处理研究, 对处理过程中的 COD_{Cr} 、 BOD_5 、pH及光合菌量的变化进行了分析和测定. 结果表明, 经光合细菌处理一定时间后, 3种有机污水: 宾馆生活污水、居民区生活污水及豆制品污水, 其 COD_{Cr} 去除率分别为70.3%、69.1%、82.2%, BOD_5 的去除率分别为87.2%、91.1%、92.9%. 出水pH分别为8.0、7.6、7.4. 处理液中含光合细菌总数分别达到 5.9×10^8 、 4.2×10^8 和 3.0×10^9 个/mL. 光合菌处理有机污水具有不带来二次污染和经济、简便的特点.

[关键词] 光合细菌, 污水处理, COD_{Cr} , BOD_5

[中图分类号] X703; [文献标识码] A; [文章编号] 1672-1292(2002)01-0056-04

0 引言

近年来, 随着人口的增加和工业的发展, 生活污水量和有机污水排放量均有所增加, 对其进行经济高效的处理已成为重要的课题. 目前有机污水的处理多采用生物的方法. 但通常的生物处理方法存在动力消耗大, 排出污泥量多, 且吸附一定量的毒性物质等问题, 以光合细菌进行厌氧处理的方法正引起人们越来越多的重视.

光合细菌(*Photosynthetic Bacteria*)是一大类在厌氧条件下不放氧进行光合作用的细菌总称. 光合细菌在污泥净化、改善植物营养和增进土壤肥力等方面均有重要作用. 其细胞富含蛋白质和维生素, 可用于制药、禽畜饲料和鱼虾饲料等^[1]. 光合细菌中红螺菌科的一些种类在厌氧光照的条件下, 可进行光合磷酸化和光氧化还原反应, 迅速利用低分子有机物, 显示出其处理有机污水的潜力. 利用光合细菌处理有机污水具有工艺设备简单、能耗低、菌体能综合利用和不造成二次污染等优点, 是近几年来环境科学的一项新发展^[2]. 目前对光合菌处理高浓度有机污水的研究主要集中在食品加工业污水上, 在处理生活污水上的应用还鲜见报道. 本工作利用光合细菌处理有机污水的处理进行了研究.

1 材料与方法

1.1 仪器与设备

LRH-300-GS 人工气候箱; LPH-250-A 生化培养箱; pH计; 250 mL溶解氧瓶等.

1.2 菌株

由南京师范大学资源微生物及菌肥实验室筛选. 系红螺菌科红假单胞菌属的沼泽红假单胞菌(*Rh. palustris*)和球形红假单胞菌(*Rp. Sphaeroides*)的混合菌株.

1.3 培养基

富集培养用 Van Niel 培养基^[3]. 基础培养组成: KH_2PO_4 0.6g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g; K_2HPO_4 0.9g; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.05g; NH_4Cl 1.0g; D.L 苹果酸钠 2.0g; 酵母膏 0.4g; 水 1000mL; pH = 6.7.

* 收稿日期: 2001-10-21.

基金项目: 南京师范大学引进人才基金(2001SWXGQB911)和江苏省高校自然科学研究指导性计划项目(01KJD180003)资助.

作者简介: 何萍, 1964-, 无锡江南大学生物工程学院讲师, 现为南京师范大学生命科学学院在职硕士研究生.

1.4 污水特性

宾馆生活污水的 COD_{Cr} 为 323 mg/L, BOD_5 为 467 mg/L; 居民区污水 COD_{Cr} 为 873 mg/L, BOD_5 为 642 mg/L; 豆制品污水 COD_{Cr} 为 8041 mg/L, BOD_5 为 5028 mg/L. 污水经 100 孔网过滤后直接用光合菌处理.

1.5 污水处理条件

在污水接入定量的光合菌液, 在 pH 7.0~7.2, 厌氧、光照(40W 白炽灯照明, 距高 50 cm), 温度 27℃ 的条件下培养 5~8 d.

1.6 COD_{Cr} 和 BOD_5 测定方法及光合菌计数方法

处理后的污水离心分离去菌体后, 取上清液, 用重铬酸钾法测定 COD_{Cr} 值^[4]; BOD_5 则直接采用碘量法测定^[4]; pH 值用 pH 计测定; 光合菌数量用血球计数板计数.

2 结果与讨论

2.1 培养过程中 pH 值的变化

光合细菌一般生长于微酸性至中性(pH 值为 6.6~7.5)的条件下, 污水在用光合细菌处理前, 调节其 pH 值至中性左右, 以利于光合菌生长繁殖, 也有利于异氧微生物对大分子的分解, 培养过程中处理液的 pH 值变化见图 1.

光合细菌在生长、繁殖和代谢过程中能利用处理液或营养液中的有机酸、氨基酸或其它含氮化合物, 同时具有脱羧作用和脱氨作用^[5], 脱羧作用大于脱氨作用, 从而使污水处理系统呈碱性反应, pH 值大约在 7.5 左右, 对光合细菌处理系统来说是较适宜的 pH 值范围^[6].

2.2 化学耗氧量(COD_{Cr})的变化

在用光合细菌处理生活污水过程中, 定时测定 COD_{Cr} , BOD_5 (结果见图 2、表 1). 由图 2 可见, 用光合细菌处理宾馆生活污水, 经 4 d 后, COD_{Cr} 值从起始值降为 96 mg/L, 去除率为 70.3%, 可以达到污水排放标准; 居民污水的起始 COD_{Cr} 含量为 873 mg/L, 处理 3 d 后稳定在 300 mg/L 左右, 培养 6 d 的 COD_{Cr} 去除率为 69.1%; 豆制品污水的起始 COD_{Cr} 含量为 8041 mg/L, 处理 7 d 后 COD_{Cr} 下降至 1427 mg/L, 去除率可达 82.3%. 居民污水和豆制品污水经处理后虽未达到污水排放标准, 经初步试验, 可用小球藻进行深度处理等方法 (结果另文报道), 使出水 COD_{Cr} 达到排放标准.

由图 2 可见, 3 种污水中的豆制品污水和居民区生活污水经光合菌处理的第 1 d 及第 2 d COD_{Cr} 下降较多, 推测原因是因为这两种污水悬浮物较多, 在前一、二天的快速沉降使 COD_{Cr} 值有较大幅度的减小. 而宾馆污水取的是经过初步沉淀的污水, 悬浮物少, 故在处理的初期 COD_{Cr} 值并不大幅度下降.

后续处理过程中 COD_{Cr} 的降低是由于污水中含有机物、挥发酸、氨基酸和脂肪酸等小分子物质, 被添加的光合菌分解利用的缘故.

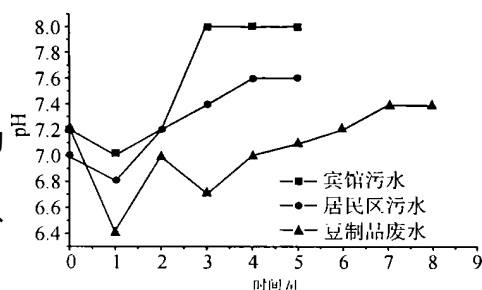


图 1 光合细菌处理过程中污水 pH 的变化

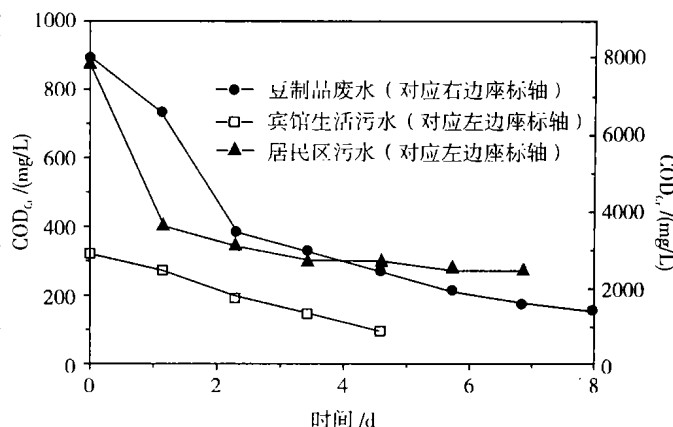


图 2 光合菌处理污水对 COD_{Cr} 的影响

表 1 光合菌处理 3 种不同污水对 COD_{Cr} 去除率的影响

污水种类	污水初始 COD 值/(mg/L)	接种量/(10 ⁸ 个/mL)	COD _{Cr} 去除率/%	处理时间/d
宾馆污水	323	1.22	70.3	4
居民区污水	873	0.42	69.1	6
豆制品污水	8041	1.11	82.2	7

2.3 对污水 BOD₅ 的影响

光合菌处理有机污水过程中 BOD₅ 的变化见图 3 和表 2。由图 3 可见, 宾馆及居民生活污水的初始 BOD₅ 分别为 467 mg/L 和 642 mg/L, 经 4 d 和 5 d 的处理后, 降为 60 mg/L 左右, 可达到污水排放标准; 而豆制品污水因初始 BOD 值很高(5 028 mg/L), 经光合菌处理后, 除第 1 d 及第 2 d 有很大降低外(其中悬浮物沉淀的因素) 经 7 d 的处理后, 最终降为 359 mg/L, 如果继续用小球藻处理可使之达到污水标放标准(结果另文报道)。

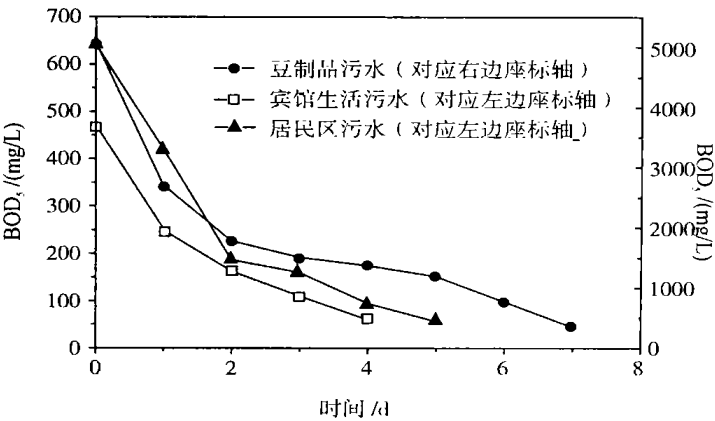


图 3 光合菌处理对污水 BOD₅ 的影响

表 2 光合菌处理 3 种不同污水对 BOD₅ 去除率的影响

污水种类	污水初始 COD 值/(mg/L)	接种量/(10 ⁸ 个/mL)	COD _{Cr} 去除率/%	处理时间/d
宾馆污水	323	1.22	87.2	4
居民区污水	873	0.42	91.1	6
豆制品污水	8041	1.11	92.9	7

2.4 光合菌处理污水的菌量计数

污水处理过程中的光合菌量变化见图 4。由图 4 可见, 光合菌处理宾馆和居民区生活污水的产菌量高峰都为第 4 d, 菌数分别从 1.2×10^8 个/mL 及 4.2×10^7 个/mL 增加至 5.9×10^8 个/mL 及 4.2×10^8 个/mL, 比初始菌量增长近 5 倍和 10 倍, 高峰期之后菌量开始减少; 而光合菌处理豆制品污水的菌量在处理后的第 7 d 达到最大值, 为 3.0×10^9 个/mL, 比初值菌量增加至近 30 倍。由此可见, 有机污水中的有机质浓度越高, 其供给光合菌生长的营养越多, 产生的光合菌量也就越多, 即 COD_{Cr} 及 BOD₅ 高的有机污水, 处理过程中形成的光合菌浓度越高。

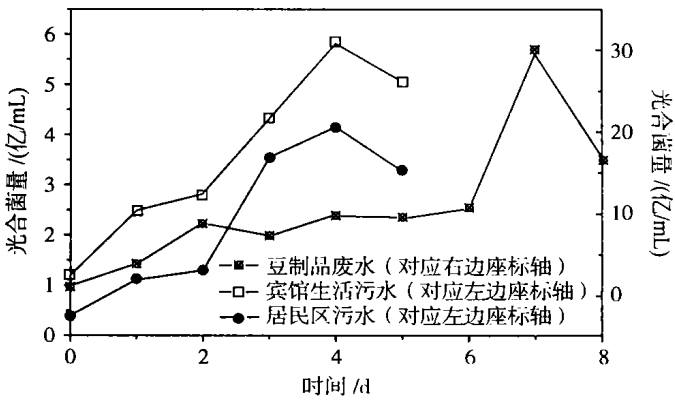


图 4 光合菌处理后光合菌菌体的生长

3 结论

(1) 污水经处理转变成含有大量光合菌的菌液, 既可作菌肥又可作饲料添加剂直接使用, 不造成二次污染。(2) 光合菌对高 COD_{Cr} 及高 BOD₅ 的豆制品污水处理结果比较理想, COD_{Cr} 及 BOD₅ 去除率较高。这为进一步开展工业处理过程提供了理论依据。(3) 经光合菌法处理的低浓度有机污水, 其 COD_{Cr} 及

BOD₅ 经 3~ 4 d 即可达到污水排放标准; 而高浓度有机污水尚不易达到污水排放标准, 还需进一步处理使之达标.

有关小球藻的后续实验正进行中.

[参考文献]

- [1] 王立超, 连岩, 张志新. 温度光照和 pH 相互关系及其对光合细菌生长的影响[J] . 齐鲁渔业, 1997, 14(5) : 12~ 14.
- [2] 陈世阳. 光合细菌的特征及其开发利用[J] . 海洋通报, 1991, 10(1) : 24~ 32.
- [3] 刘如林. 光合细菌及其应用[M] . 北京: 中国农业科技出版社, 1991, 74~ 75.
- [4] 国家环境保护局. 水和污水监测分析方法(第三版) [M] . 北京: 中国环境出版社, 1989, 55~ 103.
- [5] 周德庆. 微生物学[M] . 北京: 高等教育出版社, 1979.
- [6] 朱章玉. 利用光合细菌(PSB) 处理柠檬酸发酵污水[J] . 中国试验技术. 1987, 37.

The Method of Organic Sewage Treatment by *Photosynthetic Bacteria*

He Ping^{1, 2}, Chen Yuru², Yang Qiyin²

(1. College of Biotechnology, Jiang nan University, 214063, Wuxi, PRC;

2. College of Life Science, Nanjing Normal University, 210097, Nanjing, PRC)

Abstract: The treatment of organic sewage is studied by using *photosynthetic bacteria* (PSB) in this project. pH, COD_{Cr}, BOD₅ and PSB quantity during the treatment has been illustrated. After treatment, the COD_{Cr} and BOD₅ removal ratio of the sewage coming from hotel sewage, residential quarter sewage and wastewater of bean product plant is 70. 3%, 69. 1% and 82. 2% (COD_{Cr}); 87. 2%, 91. 1% and 92. 9% (BOD₅) respectively. The PSB quantity reaches $5. 9 \times 10^8$ /mL, $4. 2 \times 10^8$ /mL and $3. 0 \times 10^9$ /mL respectively. Its outflow pH is 8. 0, 7. 6 and 7. 4. This method has a lot of advantages: low cost, simple process and without secondary pollution.

Key words: *photosynthetic bacteria*, treatment of organic sewage, COD_{Cr}, BOD₅