

文章编号: 1673 - 9620 (2008) 04 - 0053 - 03

## 高效菌处理化纤废水<sup>\*</sup>

田 静, 李尔炆

(江苏工业学院 环境与安全工程学院, 江苏 常州 213164)

**摘要:** 化纤企业的生产废水成分复杂, 属难降解的有机废水。采用由 4 株高效菌组成的混合菌体对一种化纤废水进行处理, 探讨了正交法对废水处理的工艺条件, 获得最佳工艺条件为: 进水 pH 9.0, 废水进水质量浓度 700 mg/L, 菌体质量浓度 3 g/L, 摇床转速 150 r/min。在最佳工艺条件下, 系统出水 (COD) = 27.65 mg/L, COD 去除率为 95.77%。4 株高效菌其中 6-81 和 3RE15 菌株由本实验室保藏; 降解乙醛的 A572 菌株和降解二恶烷的 D-21 菌株是本次实验从自然界中分离获得, 初步鉴定为醋酸单胞菌 (*Acetomonas. sp*) 和不动杆菌 (*Acinetobacter. sp*)。

**关键词:** 高效菌; 化纤废水; 工艺条件

**中图分类号:** X 703

**文献标识码:** A

## Study of the Treatment of Chemical Fiber Wastewater by Highly Active Bacteria

TIAN Jing, LI Er - yang

(School of Environmental and Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China)

**Abstract:** The components of effluent from chemical fibre factories are complex, so chemical fibre wastewater is refractory organic wastewater. Four highly effective strains to treat chemical fibre wastewater were used. It obtained optimal technological conditions by orthogonal test: when the shaker's rotation speed was 150 r/min, the inoculability was 3 g/L, the COD of the import water was about 700 mg/L and the pH was 9, COD of the comeout water was 27.65 mg/L and the degradability of the COD could reach 95.77%. In this four highly active bacteria, 6-81 and 3RE15 were preserved by laboratory; A572 which could dehydrate ethylal and D-21 which could dehydrate dioxane were separated from nature, and they were identified as *Acetomonas. sp* and *Acinetobacter. sp*.

**Key words:** highly active bacteria; chemical fiber wastewater; technological conditions

化纤企业的生产废水成分复杂, 含有对苯二甲酸、乙醛、二恶烷、乙二醇等有机污染物, 毒性强、浓度高, 属难降解的有机废水, 处理有相当的难度<sup>[1]</sup>。其中二恶烷、对苯二甲酸、乙醛都是有毒物质, 乙醛被认为是生物毒性物质, 其质量浓度大

于 1 000 mg/L 时, 可以使微生物中毒死亡<sup>[2]</sup>; 二恶烷在环境中是一种不易降解毒性很强的污染物<sup>[3]</sup>, 被列为致癌物质<sup>[4]</sup>, 因此, 对含有毒有机污染物的工业废水进行处理是十分必要的。在这样的废水条件下, 一般的生物难以较好地生存, 废水处

\* 收稿日期: 2007 - 08 - 31

基金项目: 江苏省环境保护厅防污基金资助项目 (2005 - 2 - W - 16)

作者简介: 田静 (1982 - ), 女, 河北定兴县人, 硕士。

理效果不佳<sup>[5]</sup>。本文报道的是利用从自然界分离获得的高效降解菌对化纤废水进行处理研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

实验用水取自常州市某化纤厂的化纤酯化废水。废水主要是生产聚酯废水和生活废水两部分组成,其中工业废水中的污染物主要是对苯二甲酸、乙二醇、二恶烷和乙醛等低分子有机物。菌种为恶臭假单胞菌 6-81<sup>[6]</sup> (*Pseudomonas putida*),能利用对苯二甲酸;门多萨假单胞菌 3RE15<sup>[7]</sup> (*Pseudomonas mendocina*),能利用乙二醇,由本实验室保藏,其它菌株从自然界筛选分离。样品来源于常州郊区菜田采集的土样。

基本培养基 (1 L):  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  5.71 g,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  1.7 g,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  2.14 g, 盐溶液 10 mL, pH 7.0 - 7.2, 固体培养基加琼脂 15 g。

盐溶液 (1 L):  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  19.5 g,  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  5 g,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  5 g,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.3 g。

细菌培养基 (1 L): 蛋白胨 10 g, 牛肉膏 5 g, NaCl 5 g, pH 7.0 - 7.2, 固体培养基加琼脂 15 g。

### 1.2 方 法

COD: 重铬酸钾法; 菌体浓度: 质量法; 对苯二甲酸含量: 紫外分光光度法; 乙醛、二恶烷、乙二醇含量: 气相色谱法; OD: 紫外分光光度法。生理生化鉴定方法见《伯杰细菌鉴定手册》8 版。

#### 1.2.1 菌株筛选分离方法

在液体基础培养基中,分别加入目标化合物作为底物,其中乙醛为 1 mg/mL,二恶烷为 1 mg/mL,然后接入土样 10 mg/mL,摇瓶 30 下培养 72 h,再以 1:1000 接种量连续转接培养 5 次,然后涂平板,取单菌落划线纯化,获得纯培养,放 4℃ 冰箱备用。

#### 1.2.2 高效菌株降解率测定

将待测菌株按 2% 的接种量接种于含有 0.1 g 乙醛的 100 mL 液体基本培养基中,放 30 下摇床振荡培养,48 h 测定菌株对乙醛的降解率,获得高效菌株。二恶烷的高效降解菌株测定同上。

#### 1.2.3 高效菌株菌体的培养

把筛选到的降解目标化合物的高效菌株分别接

种到斜面上,30℃ 恒温培养 24 h。取培养物两环接种到一个 50 mL 的液体细菌培养基中,30℃ 下、120 r/min 摇床振荡培养 24 - 48 h。

#### 1.2.4 废水处理正交实验设计

采用好氧生物工艺处理废水。最佳工艺条件试验采用正交实验法。正交实验设计采用 4 因子 3 水平,即  $L_9(3^4)$ ,4 因子分别为: A 通气量 (通过摇床转速来调节)、B 菌体接种质量浓度、C 进水初始 COD 质量浓度、D 进水 pH。实验因子与水平见表 1。

表 1 正交实验设计因子与水平

Table 1 Factors and level of orthogonal experimental design

水平	A/ (r/min)	B/ (g/L)	C/ (mg/L)	D
1	80	1	1 000	8
2	110	2	700	9
3	150	3	1 200	7

## 2 结果与讨论

### 2.1 菌株的筛选与鉴定

通过对土壤中微生物的分离和纯化,获得能降解二恶烷的 D-21 菌株和降解乙醛的 A572 菌株,分别对两菌株的特性进行了研究。培养特征见表 2,形态特征见表 3,生理生化特征见表 4。

表 2 菌株在细菌培养基上培养特征

Table 2 The culture characteristic of strains on LB plant

菌号	细菌培养基
A572	菌落呈乳脂色,有光泽,表面光滑,边缘整齐
D-21	菌落呈乳白色,有光泽,表面光滑,边缘整齐

表 3 菌株形态特征

Table 3 The configuration characteristic of strains

菌号	形状	大小/ $\mu\text{m}$	鞭毛	革兰氏染色
A572	杆状	0.6 - 0.7 $\times$ 1.0 - 2.8	极生鞭毛	G <sup>-</sup>
D-21	杆状	0.9 - 1.0 $\times$ 1.5 - 2.5	-	G <sup>-</sup>

表 4 菌株生理生化特征

Table 4 The physiological characteristic of strains

菌号	葡萄糖氧化产酸	葡萄糖氧化发酵	生长条件	过氧化氢酶
A572	+	-	好氧	+
D-21	+	-	好氧	+

由以上特征,跟据《伯杰细菌鉴定手册》8 版,A572 菌株鉴定为:醋酸单胞菌 (*Acetomonas*. sp); D-21 菌株鉴定为:不动杆菌 (*Acinetobacter*. sp)。

### 2.2 高效菌株的降解率

高效菌株的降解率见表 5。

2.3 工艺条件的确定

正交试验结果见表 6。根据表 6 中极差的大小，确定好氧生化处理系统中各试验因子对 COD 去除率影响的程度，由大到小的顺序为  $C > D > A > B$ 。由表 6 可见，最佳工艺条件为：进水 pH 9.0，废水进水质量浓度 700 mg/L，菌体质量浓度

3 g/L，摇床转速 150 r/min。

表 5 高效菌株的降解率

Table 5 Degradation rate of highly effective strains				
菌号	底物	/(mg/nL)	测定方法	降解率/%
A572	乙醛	1	气相色谱法	100
D-21	二恶烷	1	气相色谱法	66
6-81	对苯二甲酸	1	紫外分光光度法 <sup>[6]</sup>	95
3RE15	乙二醇	4	气相色谱法 <sup>[8]</sup>	100

表 6 正交试验结果

Table 6 Results of orthogonal test						
试验号	A	B	C	D	COD 值	COD 去除率/%
1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	379.315 2	60.05
2	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	35.571 6	94.56
3	A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	126.476 8	88.77
4	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	126.438 4	80.66
5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	272.632 8	75.79
6	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	260.779 3	72.52
7	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	130.389 6	88.42
8	A <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>3</sub>	241.096 4	74.61
9	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	114.619 6	82.47
K <sub>1</sub>	180.454 5	212.047 7	293.730 3	255.522 5		
K <sub>2</sub>	219.950 2	183.100 3	92.209 9	142.246 8		
K <sub>3</sub>	162.035 2	167.291 9	176.499 7	164.670 5		
极差	57.915 0	44.755 8	201.520 4	113.275 7		

2.4 最佳工艺的验证

在最佳工艺条件下的试验结果，见表 7。

表 7 最佳工艺的结果

Table 7 Results of the optimal program		
时间/h	OD	(COD)/(mg/L)
0	0.180	653.867 0
12	0.200	521.347 2
24	0.320	268.572 8
36	0.560	90.840 8
48	0.310	27.647 2

计算 COD 的去除率：95.77 %。

随着时间的增加，废水中的 COD 不断下降，而菌体 OD 值在生长的前期，由于污染物不断被菌体降解利用，菌体不断繁殖，生长，所以 OD 值不断增加，到了生长后期，由于废水中污染物的浓度降低，营养不足，菌体停止生长，并出现细胞自溶，所以 OD 值下降。

3 结 论

从土壤中分离得到能降解二恶烷 D-21 和降解乙醛的 A572 高效降解菌株。经初步鉴定 A572 菌株为醋酸单胞菌 (*Acetomonas. sp.*)，D-21 菌株为不动杆菌 (*Acinetobacter. sp.*)。由高效降解菌组成的好氧生化系统，对化纤废水进行了处理，采用正交试验法研究了各影响因素对系统

COD 去除率的影响及各因素的影响程度，按由大到小的顺序为：进水浓度、pH、通气量、菌体质量浓度；最佳工艺条件为：进水 pH 9.0，废水进水质量浓度 700 mg/L，菌体质量浓度 3 g/L，摇床转速 150 r/min。在最佳工艺条件下，系统出水 (COD) 为 27.65 mg/L，COD 去除率为 95.77 %。

参考文献：

[1] 王晓华，钱望新. 一种化纤废水处理的运行及分析 [J]. 重庆环境科学，2002，24 (1)：36 - 39.

[2] 何建春. 加压生物法处理乙醛废水中试研究 [D]. 北京：北京化工大学，2003.

[3] Sara L Kelley, Eric W Aitchison, Milind Deshpande, et al. Biodegradation of 1, 4 - dioxane in planted and unplanted soil: effect of bioaugmentation with *Amycolata. sp.* CB1190 [J]. Wat Res, 2001, 35 (16)：3 791 - 3 800.

[4] 齐文启，孙宗光. 痕量有机污染物的监测 [M]. 北京：化学工业出版社，2001.

[5] 宋秀娟，张春燕，荣国海. 生物强化技术处理化纤废水 [J]. 化工环保，2005，25 (4)：295 - 297.

[6] 李尔扬，史乐文. 一株 PTA 降解菌的分离和鉴定 [J]. 江苏石油化工学院学报，1996，8 (2)：32 - 34.

[7] 李尔扬，史乐文. 一株处理含对苯二甲酸废水的工程菌的构建 [J]. 环境导报，1998，3：20 - 22.

[8] 李尔扬，史乐文，王恒新. 一株降解性工程菌的构建 [J]. 生物工程进展，1992，12 (3)：30 - 33.