

几株优势菌降酚生态条件的研究*

杨建设, 李晓霞, 江明玉, 吴玉燕, 崔群慈, 谭丹宁

(茂名学院 环境工程系, 广东 茂名 525000)

[摘要] 对3株耐酚能力达1760 mg/L的优势菌W₁、W₂和M₂的适宜生态条件进行了研究。结果表明,在温度为15~50℃时,随着温度提高,各所选菌株降酚活性增强。在pH值为4.5~9.5时,W₂活力较高,pH值为7.5时24 h内降酚达100%。富营养条件比贫营养条件更能提高菌株的降酚以及降硫、降氮、降COD等其他污染物的效率。当苯酚质量浓度较小时,各菌株在6 h内降酚效率均可达100%;苯酚浓度较大时,W₁具有较强的降酚能力。在菌株接种密度为1:10的情况下,各菌株经济实用且降酚效果好。

[关键词] 降酚; 优势菌; 生态特性

[中图分类号] S789.035

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)06-0173-05

酚是重要的工业原料,广泛应用于染料、煤气、焦化、石油化工、制药及油漆等工业中,但同时又是一种对环境污染比较严重的物质。水中苯酚质量浓度较低(0.1~0.2 mg/L)^[1,2]时,可使生长鱼的鱼肉散发怪味;而苯酚质量浓度>5 mg/L时则会导致一些鱼类中毒死亡,含酚量>10 mg/L时,鱼类等水生生物均不能生存。若用含酚量>100 mg/L的水灌溉,必将导致农作物的减产和枯死^[3]。因而,酚已成为美国国家环保局列出的129种优先控制的污染物之一。

虽然对含酚工业废水的生物处理已有较多的报道^[3~7],有人曾对耐酚能力达到915 mg/L的菌种特

性进行过一些研究,但目前对耐高含酚废水优势细菌的生态特性了解得还不多。为了更进一步探索这些优势降酚菌的适宜生态条件,本研究以本试验室筛选出耐酚能力达1760 mg/L的3个菌株为材料,进行了相应的试验研究,以期对降酚优势菌的筛选提供参考。

1 材料与方法

1.1 菌种来源

从茂名石油化工公司污水处理厂的活性污泥及生活污水中逐步筛选出3株降酚优势细菌,分别命名为W₁、W₂和M₂,其各自的基本特性见表1。

表1 筛选的3个耐酚优势菌种的基本特征

Table 1 Basic character of 3 selected bacteria with super phenol tolerance

菌株 Strain	菌落大小/mm Granule size	革兰氏反应 Gram. reaction	染色 Gram-stain	耐酚能力/(mg·L ⁻¹) Phenol tolerance	形态特征 Bacterial form
W ₁	3.0	阴性 Negative	红色 Red	1760	透明圆球 Ball
W ₂	1.2	阴性 Negative	红色 Red	1760	小杆菌 Rod
M ₂	1.5	阳性 Positive	紫色 Purple	1760	透明小球 Ball

1.2 试验处理

1.2.1 温度效应试验 将W₁、W₂和M₂3个降酚优势菌株按菌液1:10的比例接入150 mL正常营养液(正常营养液的配制:KH₂PO₄ 0.5 g, K₂HPO₄ 0.5 g, MgSO₄·7H₂O 0.2 g, CaCl₂ 0.1 g, NaCl 0.2 g, MgSO₄·H₂O 痕量, FeCl₂ 2滴, NH₄NO₃ 1 g。另称苯酚1.76 g放入1 L蒸馏水中,混合上述物质,用NaOH液调pH值为7.5,灭菌备用)中,分别放

置于15, 30, 45和50℃的培养箱中培养。从接种开始,每隔6 h取样1次,每次取样6 mL,每个样做3次重复测定,直至其降酚效率达100%。

1.2.2 pH值效应试验 试验用菌株、接种比例及营养液同试验1.2.1。将接种液各取15 mL置于pH值分别为5.5, 6.5, 7.5, 8.5和9.5的125 mL正常营养液中,30℃振荡培养,取样间隔及分析同1.2.1。

* [收稿日期] 2002-11-20

[基金项目] 茂名学院科研基金资助项目

[作者简介] 杨建设(1957-),男,山西永济人,教授,博士,主要从事环境工程研究。

1.2.3 营养效应试验 配制 3 种营养液,分别为贫营养液(正常营养物质用量的 1/2)、正常营养液(见试验 1.2.1)和富营养液(正常营养物质用量的 2 倍)。每种营养液中加入相同质量浓度(1 000 mg/L)的苯酚,将 3 种菌株各取 15 mL,接入 125 mL 以上 3 种营养液中,调节 pH 值为 7.5,30 振荡培养。隔 3 h 取样 1 次,取样体积及分析同上。

1.2.4 接种密度效应试验 试验用营养液同试验 1.2.1。采用 W_1 优势菌株,将其菌液按 1:1,1:10,1:50,1:100,1:1 000 与含酚营养液稀释后,置入 250 mL 三角瓶中,每个处理分 3 瓶,每瓶 140 mL。取样间隔及分析同上。

1.2.5 苯酚质量浓度效应 试验用菌株及营养液同试验 1.2.1。取菌株 W_1 扩繁菌液 15 mL 接入苯

酚质量浓度分别为 92.7,304.6,476.8,993.2,1 523 mg/L 的 125 mL 营养液中,取样间隔及分析同试验 1.2.1。

1.3 测定方法

挥发酚的测定采用溴化滴定法^[2]。在降酚的基础上,测定污水中菌株对其他污染物的降解效果,其中 COD 的测定采用重铬酸钾容量法^[2],硫的测定采用碘量法^[2],氨态氮的测定采用电极法^[2]。

2 结果与讨论

2.1 温度效应

于 15,30,45,50 分别测定 W_1, W_2, M_2 3 个降酚优势菌的温度效应(处理液苯酚的质量浓度为 569.07 mg/L),其结果见图 1。

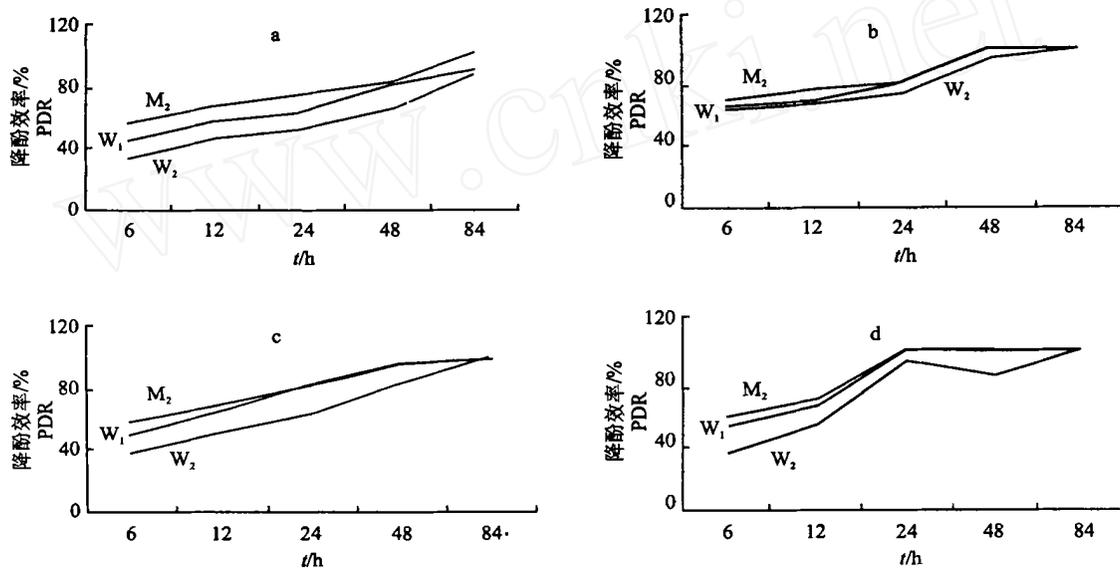


图 1 15,30,45 和 50 时 3 种菌株的降酚效果

Fig 1 Phenol decomposing rates (PDR) of super-bacteria under various temperatures
a 15 ; b 30 ; c 45 ; d 50

由图 1 可知,30 下 6 h 时,3 个菌株均降酚 70% 左右,而且 3 条降酚曲线相互紧贴,说明 30 适宜菌种的生长。 M_2 在 15~50 时表现出较高的降酚活力,说明 M_2 较适宜于温度变化较大的环境。 W_1 在 12 h 以后,降酚效率即与 M_2 持平,说明 W_1 对温度变化较敏感,但有一段适应期。在 50 时,3 个菌株于 24 h 之前降酚效果均达 100%;而在 15 时,24 h 内 3 个菌株中降酚最快的 M_2 的降酚效果也只有 70% 左右,说明在 15~50 时,温度越高,菌种的生长活力越强。

2.2 pH 值效应

pH 值为 4.5~9.5 时, W_1, W_2, M_2 3 种降酚优势菌 pH 值效应(处理液苯酚质量浓度为 569.07 mg/L)的测定结果列于表 2。由表 2 可知,优势菌株 W_2 降酚很快,pH 值为 7.5 时降酚可达 100%,证明 W_2 较适宜于酸碱度变化大的环境。pH 为 6.5 和 8.5 时,3 个菌株在 24 h 内的降酚效率都达到了 83% 以上,说明 pH 为 6.5~8.5 较为适宜菌种的生长。 W_1 降酚效率随时间的增长而加快,说明其对酸碱变化的环境也很敏感。

表 2 不同 pH 值条件下优势降酚菌的降酚效率

Table 2 Phenol decomposing rates of super-bacteria under various pH values

<i>t</i> /h	pH	W ₁	W ₂	M ₂	<i>t</i> /h	pH	W ₁	W ₂	M ₂
6	5.5	53	61	48	24	5.5	78	84	73
	6.5	62	68	55		6.5	90	86	83
	7.5	73	79	71		7.5	99	100	91
	8.5	67	75	62		8.5	94	100	88
	9.5	52	63	50		9.5	75	85	79

2.3 营养效应

在苯酚质量浓度为 1 000 mg/L 的溶液中, 3 个降酚优势菌营养效应的测定结果见图 2。由图 2 可知, 菌株在富营养液中降酚速度最快, W₁ 与 M₂ 在 48 h 内就降酚完毕; 而在贫营养液中同一时间降酚

不到 50%, 说明营养水平高的环境更有利于菌株降酚效能的发挥。3 个菌株中 W₁ 降酚总是最快, 说明 W₁ 在营养水平变化较大的环境中降酚性能较为稳定。

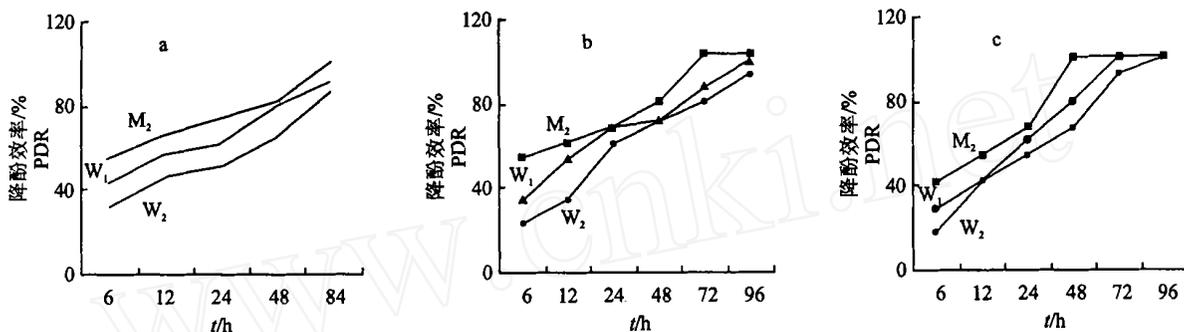


图 2 不同营养液中各菌种的降酚效果

a 贫营养液; b 正常营养液; c 富营养液

Fig 2 Phenol decomposing rates of super-bacteria under various nutrients

a Poor nutrient; b Normal nutrient; c Rich nutrient

2.4 接种密度效应

降酚优势菌 W₁ 的接种密度效应(处理液中苯酚质量浓度为 1 760 mg/L)的测定结果见表 3。由表 3 可以看出, 以接种量为 1 : 1 时的降酚速度最快, W₁ 菌株在 9 h 内就可降酚 100%, 但其需要的菌种

量多, 不经济。相对来说, 以接种量为 1 : 10 的降酚效应比较理想, 24 h 内降酚 100%, 且其可操作性强。因而, 在以后的接种操作中, 采用菌液比 1 : 10 较为合适。

表 3 W₁ 在不同接种密度时的降酚效率

Table 3 Phenol-decomposing rates of W₁ under various vaccination densities

<i>t</i> /h	接种量 Vaccination densities				
	1 : 1	1 : 10	1 : 50	1 : 100	1 : 1 000
3	40.76	25.93	18.52	7.41	0
6	51.72	48.15	35.56	11.11	5.75
9	100	52.37	41.36	22.47	11.49
12	-	53.62	44.81	29.56	15.32
15	-	54.97	45.96	36.24	18.99
18	-	89.11	50.24	47.90	25.40
21	-	97.67	65.79	61.90	32.45
24	-	100	90.67	71.23	40.10

2.5 苯酚质量浓度效应

以优势降酚菌 W₁ 为例, 测定苯酚质量浓度效应, 其结果见图 3。由图 3 可知, 当苯酚质量浓度较低(92.7 mg/L)时, 降酚优势菌种 W₁ 在 6 h 内降酚

率达 100%。而苯酚质量浓度较高(1 523 mg/L)时, 在 6 h 内降酚效率却不到 50%, 说明苯酚质量浓度越低, 越有利于提高菌株的降酚效率。相反, 苯酚质量浓度越高, 完成降酚需要的时间越长。

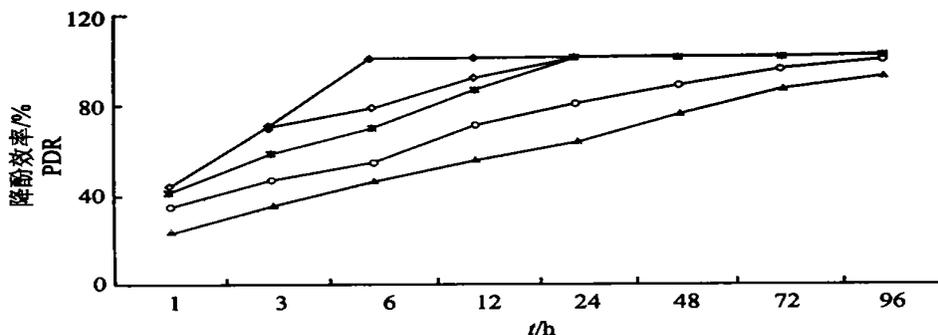


图 3 不同苯酚质量浓度对菌株W₁ 降酚效率的影响

Fig 3 Decomposing rates of W₁ under various phenol densities

- - - 92.7 mg/L; - - - 304.6 mg/L; - * - 476.8 mg/L; - - - 993.2 mg/L; - - - 1523 mg/L

2.6 降酚菌对其他污染物的降解效应

在 500 mg/L 苯酚质量浓度的贫、正常、富 3 种营养液水平下,同时测定了 3 个优势降酚菌对其他污染物(COD、硫化物、氨氮等)的降解能力,其结果

如图 4 所示。由图 4 可以看出,降酚菌在降解苯酚的同时,也能降解一些其他污染物,并且在富营养水平时的效果最为显著。比较 3 个菌种的综合生态特性,仍以 W₁ 为优。

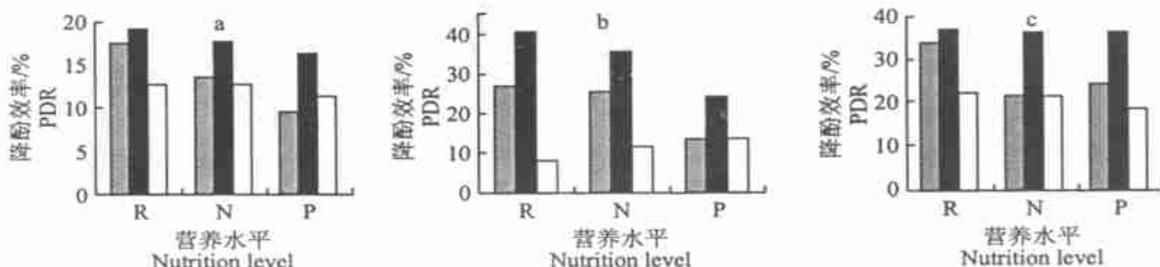


图4 3株降酚菌对COD、硫化物、氨氮的降解能力

a. COD; b. 硫化物; c. 氨氮; R. 高营养液; N.正常营养液; P.贫营养液
□. M₁; ■. W₁; □. W₂

Fig.4 Decomposing rate of 3 super-bacteria for other pollutants
a. COD; b. Suffocates; c. Amino-N; R. Rich nutrient; N. Normal nutrient; P. Poor nutrient
□. M₁; ■. W₁; □. W₂

3 结 论

1) 试验温度为 15~ 50 时,温度越高,3 种菌株的降酚速率越快。但 M₂ 对温度反应较为迟钝,而 W₁ 对温度反应较为敏感。

2) 当 pH 为 6.5~ 8.5 时,比较有利于菌株的生长,其中 W₂ 对酸碱度反应较为迟钝。

3) 在不同营养水平下,W₁ 菌降酚速率最快;低的营养水平会使降酚菌的降酚效率延缓,降酚时间

延长,而富营养环境更能促进菌株的生长发育并提高菌株的降酚性能。

4) 菌种接种密度较大时,有利于加速菌株对污染物的降酚效果;接种母菌液与处理液的比例为 1:10 时较为经济合理。

5) 处理液中苯酚的质量浓度越低时,越有利于提高菌株降解污染物的速率;而处理液中苯酚浓度越高时,其降解污染物的速率越慢,所需时间越长。

6) 在降酚的同时,3 株降酚菌对 COD、硫、氨氮等其他污染物也有一定的降解效果。

[参考文献]

- [1] 国家环保局 水和废水监测分析方法[M]. 中国: 环境科学出版社, 1990
- [2] 《水质分析大全》编写组 水质分析大全[M]. 北京: 水利电力出版社, 1984
- [3] 章 健, 刘庆都, 汪茂斌, 等. 降酚细菌的分离驯化及其降酚能力研究[J]. 安徽农业大学学报, 1997, 24(2): 193- 196
- [4] 吴 辉, 郑师章. 肠杆菌属一降酚菌株的降酚效果及其机理[J]. 复旦大学学报(自然科学版), 1992, 12(4): 123- 136
- [5] 杨彦希, 尹 萍, 杨惠芳. 一株高效脱酚菌麦芽糖假丝酵母 10-4 的研究[J]. 微生物学报, 1995, 22(4): 208- 212
- [6] 孙 燕, 谭立扬. 用于生物降酚类毒物的固定化细胞性能改进的研究[J]. 环境科学研究, 1999, 11(1): 178- 198
- [7] 陶兰芬. 提高生化脱酚效率的途径[J]. 梅山科技, 1997, (4): 14- 16

Research on proper eco-characteristics of super bacterium for phenol decomposition

YANG Jian-she, LI Xiao-xia, JIANG Ming-yu,
WU Yu-yan, CUI Qun-ci, TAN Dan-ning

(Department of Environment Engineering, Maanling College, Maanling, Guangdong 525000, China)

Abstract: The proper eco-characteristics of phenol decomposition for super bacterium W_1 , W_2 , M_2 , which have the viabilities at 1760 mg/L of the phenol density, were studied. The results show that within the scope of 15 ~ 50 , the rates of phenol decomposition for three super bacterium W_1 , W_2 and M_2 increased greatly with the temperature rising, but M_2 is not sensitive to it. Within the pH 4.5~ 9.5, the vitality of W_1 is higher, and its phenol decomposing rate would reach to 100% in 24 hours at pH 7.5. Rich nourishment conditions other than poor nourishment could not only increasingly promote the decomposition rate of the phenol, but also that of sulphur, nitrogen, COD, etc in the polluted water. When the phenol density is low, the phenol decomposition for W_1 , W_2 , M_2 can be completed in 6 hours. The W_1 gives a stronger ability of phenol decomposition at higher phenol density. At 1-10 of the inoculation density, each of the super bacterium can grow well and has a good practical economy result.

Key words: phenol decomposition; super bacterium; eco-characteristics