

处理焦化污水和化纤污水的活性污泥中的主要微生物群系

中国科学院林业土壤研究所污染生态室*

(辽宁,沈阳)

在处理焦化污水和化纤污水的过程中,我们研究了所用的活性污泥和生物膜中的微生物组成。因为它们的组成及其功能是污水处理成功与否的关键。

物的曝气池中^[2]。污泥颜色为金黄色,镜检观察菌胶团紧密,絮凝性良好,无膨胀现象,丝状菌极少。图2为活性污泥菌胶团的电子显微镜照片。

材料和方法

一、样品来源

1. 生物膜样品: 采自含酚、氰污水的生物转盘(1, 2, 3级)上生长的生物膜^[1]。观察到有扇形片状、指状、分枝状、垂丝状及花朵状的菌胶团。图1是垂丝状的菌胶团。



图1 垂丝状菌胶团(放大100倍)



图2 活性污泥菌胶团(放大8000倍)

3. 菌胶团的破碎: 菌胶团细菌主要丛生在菌胶团中,为了得到菌株,我们对菌胶团进行了破碎。具体做法是:以0.01%焦磷酸钠溶液作解絮凝剂^[3],取少量生物膜样品置无菌乳钵中

2. 活性污泥样品: 采自处理丙烯腈和氰化

* 王秀珍同志参加了实验工作。

研磨,然后用无菌水稀释成适当浓度的溶液,供分离菌株用。此外,我们还采用 0.01% 焦磷酸钠及 0.1% 柠檬酸钠溶液作解絮凝剂,以超声波破碎法处理样品,然后用无菌水稀释,供分离菌株用。

二、实验方法

1. 微生物的分离: 采用平板涂布法。所用培养基同分离普通微生物的培养基。不同的是培养基灭菌后冷至 45—50℃ 时,补加一定量的酚、氰和丙烯腈。即在分离生物膜中的细菌时,在培养基中补加 200 毫克/升的酚和 50 毫克/升的氰。分离活性污泥中的细菌在培养基中补加 50 毫克/升的氰和 1% 的丙烯腈。细菌基础培养基是肉汁、蛋白胨、琼脂。放线菌基础培养基为高泽一号。真菌基础培养基为土豆汁琼脂。分离出的细菌菌株按文献^[4]鉴定到属。

2. 酚、氰的降解: 降解酚、氰采用摇瓶液体培养法。其培养基组分为(%): 葡萄糖 0.1; 蛋白胨 0.02; KNO₃ 0.02; K₂HPO₄ 0.01; MgSO₄·7H₂O 0.005; pH 自然。培养基灭菌后接种振荡培养 48 小时。然后加酚和氰(按每升培养基加酚 40 毫克、氰 20 毫克)于培养液中继续振荡培养,以后每隔 24 小时取样分析酚和氰的去除率。酚的去除率测定采用蒸馏比色法。氰的测定采用硝酸银滴定法。以加酚、氰而不接种微生物的液体为对照。当酚和氰的去除率达 70% 以上时,再加酚和氰使其浓度分别提高到 60 毫克/升和 40 毫克/升。继续培养,直至去除率不变为止。

实验结果

一、生物膜中的细菌

从处理焦化污水的生物转盘上生长的生物膜中总共分离到 56 株细菌。其中一级转盘中 14 株;二级转盘中 29 株;三级转盘中 13 株。这些细菌的主要群系及分布见表 1。

从表 1 看出,在上述生物转盘上生长的生物膜细菌主要是革兰氏阴性细菌。其中以假单胞杆菌属的细菌数目最多。其次是无色细菌属和短杆菌属。此外还有少数芽胞杆菌。

二、生物膜中细菌的去除酚、氰的能力

将分离到的细菌分别接种在摇瓶里进行去除酚、氰能力的实验。结果见表 2。

从表 2 可知,一级转盘生物膜中的细菌脱酚脱氰能力最强,而且多数菌株既能脱氰也能脱酚,脱酚菌株数占该级菌株总数的 28.6%;脱氰菌株占总数的 42.9%。二级转盘生物膜中的脱酚菌株占该级总菌株数的 17.2%,脱氰菌株占总数的 31%。三级转盘生物膜细菌的脱酚、脱氰能力最差。只有两株既能脱酚,又能脱氰,占该级总菌数的 15.4%。

三、活性污泥中的细菌

从抚顺化学纤维厂三次采集的污泥样品中共分离到 50 株细菌,2 株放线菌,3 株真菌和 1 株酵母。活性污泥中的主要细菌群系列于表 3。

表 3 表明,在处理丙烯腈污水的活性污泥中以无色细菌属和产碱杆菌属占优势。

表 1 生物膜中主要的细菌群系及其分布

主要细菌群系	一 级 转 盘		二 级 转 盘		三 级 转 盘	
	菌株数	占总菌数 (%)	菌株数	占总菌数 (%)	菌株数	占总菌数 (%)
假单胞杆菌属(<i>Pseudomonas</i>)	6	42.9	18	62.1	8	61.5
无色细菌属(<i>Achromobacterium</i>)	4	28.6	3	10.3	1	7.7
短杆菌属(<i>Brevibacterium</i>)	2	14.3	3	10.3	1	7.7
芽胞杆菌属(<i>Bacillus</i>)	1	7.1	2	6.9	1	7.7
八叠球菌属(<i>Sarcina</i>)	0	0	1	3.5	0	0
微球菌属(<i>Micrococcus</i>)	0	0	2	6.9	1	7.7
未定菌株	1	7.1	0	0	1	7.7
合计	14	100.0	29	100.0	13	100.0

表 2 生物膜中细菌的脱氯脱酚能力*

菌 株 号	氯 的 去 除 率 (%)**					脱氯菌占 总菌数百 分 比	酚的去除率(%)**			脱酚菌占 总菌数的 百分比
	氯的加入浓度(毫克/升)						酚的加入浓度(毫克/升)			
	20	40	75	120	160		40	60	100	
A _{1a}	—	—	96.00	97.20	—	42.9	—	—	—	28.6
A _{1b}	76.00	86.89	98.47	—	77.14		99.00	98.00	—	
A ₃	—	85.34	95.20	89.20	70.71		100.00	97.00	—	
A ₆	100.00	96.91	96.27	73.30	—		—	—	—	
A ₇	—	81.21	87.20	98.10	—		—	79.50	—	
A ₈	82.40	98.00	78.13	—	—		98.28	—	—	
B ₂	69.60	77.70	78.60	—	—	31.10	—	—	—	17.2
B ₁₁	—	86.65	87.73	69.30	—		100.00	—	—	
B ₁₅	—	76.40	97.30	84.00	—		93.69	100.00	—	
B _{18a}	—	—	—	86.86	—		73.29	—	95.36	
B _{20a}	84.80	89.96	80.80	92.30	—		98.52	—	—	
B _{18c}	—	—	93.07	99.00	—		85.50	—	100.00	
B _{9a}	—	—	72.53	—	—		—	—	—	
B _{13a}	69.59	—	—	—	—		—	—	—	
B _{13b}	71.93	—	—	—	—		—	—	—	
C _{2b}	—	69.75	—	—	—	15.4	98.33	—	—	15.4
C ₇	—	68.17	—	—	—		98.90	—	—	

* 表中只列出去除率在 68% 以上的菌株。菌株号上注 A 的代表一级转盘中的菌；注 B 的代表二级转盘中的菌，注 C 的代表三级转盘中的菌。

** 去除率的计算已减去对照的挥发量。

表 3 处理丙烯腈污水活性污泥中的主要细菌群系

主 要 细 菌 群 系	取 样 次 数 和 结 果					
	二 次		三 次		四 次	
	菌株数	占总菌数的 百分比	菌株数	占总菌数的 百分比	菌株数	占总菌数的 百分比
无色细菌属(<i>Achromobacter</i>)	4	36.4	7	29.2	3	18.8
产碱杆菌属(<i>Alcaligenes</i>)	2	18.2	5	20.8	5	31.3
假单胞杆菌属(<i>Pseudomonas</i>)	1	9.1	4	16.7	0	0
黄杆菌属(<i>Flavobacterium</i>)	1	9.1	2	8.4	1	6.25
丛毛单胞菌属(<i>Comamonas</i>)	1	9.1	1	4.2	0	0
不动细菌属(<i>Acinetobacter</i>)	0	0	2	8.4	1	6.25
八叠球菌属(<i>Sarcina</i>)	0	0	0	0	1	6.25
芽孢杆菌属(<i>Bacillus</i>)	0	0	0	0	1	6.25
未定属革兰氏染色阳性细菌	2	18.2	3	12.5	4	25.0
合 计	11	100.00	24	100.00	16	100.00

四、生物膜细菌与活性污泥细菌优势群系的主要特征

生物膜细菌与活性污泥细菌优势群系的主要特征见表 4。

生物膜细菌和活性污泥细菌的实验结果表明，革兰氏染色阴性无芽孢杆菌是构成两种不

同类型菌胶团的主要群系。只是不同类型的菌胶团的优势菌群不同。生物膜以假单胞杆菌属的菌占优势，活性污泥中以无色细菌属和产碱杆菌属的细菌占优势。革兰氏染色阳性杆菌在两类样品中都占少数。在生物膜样品中没有分离到真菌和放线菌；而在活性污泥样品中却分

表 4 菌胶团中优势细菌群系的主要特征

特征 指标	细菌名称	假单胞杆菌属	无色细菌属	产碱杆菌属	黄杆菌属	丛毛单胞菌属	短杆菌属
菌体形状		杆状	杆状	杆状	杆状	杆状	杆状
革兰氏染色		—	—	—	—	—	—
鞭毛染色		极生	周生	周生或无	周生或无	极生	周生或无
芽孢染色		无	无	无	无	无	无
荚膜染色		有或无	有或无	有或无	有	无	有或无
色素		奶油色、无色、绿色荧光	污白或无色	乳白	杏黄或黄色	乳白	乳白或淡黄
明胶穿刺		多数生长,少数不生长	多数不生长,少数生长	多数不生长,少数生长	不生长	不生长	生长
葡萄糖氧化/发酵*		+	+/-	—	—	—	+
乳糖氧化/发酵*		+或—	+/-或—	—	—	—	—
硝酸盐还原		还原	多数还原,少数不还原	—	—	—	还原
淀粉水解		不水解	不水解	—	—	—	不水解
石蕊牛奶		多数酸性,脓化,少数不变或碱性	酸性,少沉淀,有的凝固	碱性	脓化	不变或碱性	多数碱性
接触酶		阳性	阳性,少数阴性	阳性,少数阴性	阳性或阴性	阳性	阳性

* 糖氧化/发酵: “+/-”表示只氧化,不发酵;“+”:表示既氧化又发酵;“—”表示对糖无作用。

离到少数几株真菌和放线菌。在我们的实验中,没有分离到动胶杆菌 (*Z. ramigera*)。这个结果与 Роговская^[3], Uede 等^[4], Dias^[5] 的报道相似。

讨 论

以 0.01% 焦磷酸钠作解絮凝剂并用超声波破碎后,菌胶团在极短时间表现出较好破碎效果,但放置不久又絮凝在一起,因此破碎处理后应当立即稀释接种。

关于解絮凝剂的选择, Gayford 等人^[6]认为用 0.01% 的焦磷酸钠和同一浓度的非离子表面活性剂 (Luorol W) 联合作用效果最好。Jensen^[7]认为焦磷酸钠和柠檬酸钠对细菌细胞有轻微的毒害作用。

参 考 文 献

- [1] 本溪钢铁公司钢铁研究所、中国科学院林业土壤研究所: 含酚、氰焦化污水生化处理试验初步总结。《环境保护生物监测与治理资料汇编》(湖北水生生物研究所编辑), 科学出版社, 北京, 1978 年, 97—108 页。
- [2] 抚顺市化学纤维厂、抚顺市腈纶纤维筹建处、中国科学院林业土壤研究所: 表面加速曝气池处理丙烯腈含氰污水试验报告。《环境保护生物监测与治理资料汇编》(湖北水生生物研究所编辑), 科学出版社, 北京, 1978 年, 第 83—96 页。
- [3] Роговская, П. И. и М. Ф. Лазарева: *Микробиол.* 28(4):565—573, 1959.
- [4] Uede, S. and L. E. Richard: *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 18(3): 239—248, 1972.
- [5] Dias, F. F. and J. V. Bhat: *Appl. Microbiol.*, 12(5): 412—417, 1964.
- [6] Gayford, C. G. and J. P. Richards: *Appl. Bact.*, 33: 343—349, 1970.
- [7] Jensen, V.: *Z. Bakt., Parasitkde Band*, 116: 13—32, 1962.