

非硫紫细菌分解高浓度有机废水的研究*

翁稣颖 史家梁 徐亚同 戚蓓蓓

(上海师范大学生物学系, 上海)

在光合细菌中,红螺菌科的微生物(通称非硫紫细菌)能够利用有机物作为光合作用的供氢体和碳源,其中不少种微生物能耐受很高浓度的有机物,并具有较强的分解、去除有机物的能力。近年来有利用这类细菌对有机废水进行好气的或厌气的处理,并对菌体加以综合利用的报道^[1-7]。这方面不仅有工业化运转的实例,而且有专利发表^[8,9]。我们根据生态分布的特点,在有机物比较丰富的生态环境中取样,并利用非硫紫细菌的富集和分离培养方法^[10,11],进行分离,先后得到 1, 4, S, Th, Thr, Thw 等六个纯培养的菌株,经初步鉴定,其中菌株 Th 属于红螺菌科(Rhodospirillaceae)、红螺菌属(*Rhodospirillum*),其余各株均为红螺菌科,红色极毛杆菌属(*Rhodopseudomonas*)。

为尽快把非硫紫细菌应用于废水处理,我们在作分离菌株鉴定的同时,用此菌进行了对豆制品废水的分解效果试验,现将初步结果报道如下。

材料与方法

一、废水来源

上海虹口区豆制品一厂在豆制品加工中的黄泔水,并已培养过白地霉,其化学耗氧量(高锰酸钾法,简称为 COD_{Mn}) 在 3000—4000 毫克/升。由于滤除菌体要加淋洗水,体积变大,其 COD_{Mn} 值实际在 2000 毫克/升。

二、试验用菌株和培养条件

用实验室分离得到的非硫紫细菌六个菌株做试验菌株;用范尼尔液体培养基培养^[10],培养温度为 28℃,光照强度为 1000 勒克司左右,培养液 pH7—7.5。

三、菌株处理废水效果比较的试验方法

把六个已分离的菌株分别在光照厌气条件下培养 48 小时,然后用该菌培养液与调正 pH 的豆制品废水以 1:1 混合,盛于磨口具塞锥形瓶中,进行厌气光照培养。测定培养前(0 点)、培养后(24、48、72 小时)的 COD_{Mn} 值。各样品以 3500—4000 转/分离心后取上清液测定其 COD_{Mn} 值。

四、菌株对不同浓度废水和不同培养时间分解效果比较试验的方法

取豆制品废水淡液(已培养白地霉后,其 COD_{Mn} 为 2200 毫克/升)和浓液(未培养白地霉,其 COD_{Mn} 为 8000 毫克/升)调正 pH 后用 4 号菌株培养液,以 1:1 与废水混合,光照厌气培养。测定不同时间的 COD_{Mn} 去除率,比较分解效果。

五、菌株在不同条件下对废水处理效果比较的试验方法

用 4 号菌株培养液,以 1:1 与废水混合后分别于厌气光照及厌气黑暗条件下培养,每隔 24 小时倾去一半混合液,添加等量废液,连续测定 COD_{Mn} 值。以厌气梭状芽孢杆菌(*Clostridium* sp.),好气萤光极毛杆菌(*P. fluorescens*)作对照,测定非硫紫细菌 4 号菌株在光照厌气,黑暗厌气和黑暗好气三种情况下对有机物的去除能力,比较 48 小时后的 COD_{Mn} 去除率。

试验结果

一、非硫紫细菌对豆制品废水的处理效果

非硫紫细菌各菌株对豆制品废水均有明显

* 周芭文、顾祖宜、开根森参加本试验工作。

表 1 非硫紫细菌对豆制品废水分解效果

结果 菌株名称 和项目	实验 次数及 处理时间	1		4		S		Th		Thr		Thw		原 水
		COD _{Mn} (毫克/ 升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/ 升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/ 升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/ 升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/ 升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/ 升)	去除率 (%)	
1	0	1900		1950		2100		1950		2400		2150		4400
	24	1210	36.32	1140	41.54	1080	48.57	1100	43.58	1220	49.17	1110	48.37	
	48	600	68.42	600	69.23	650	69.05	580	70.26	575	76.04	650	69.77	
	72	530	72.11	490	74.87	590	71.90	540	72.31	545	77.29	545	74.65	
2	0	1450		1250		1450		1400		1275		1400		3000
	24	840	42.07	620	50.4	665	54.14	950	32.14	610	52.16	900	35.71	
	48	540	62.76	440	64.8	470	67.54	530	62.14	450	64.71	480	65.71	
	72	495	65.86	465	62.8	415	71.38	395	71.79	450	64.71	455	67.50	

表 2 非硫紫细菌各菌株二次试验 COD_{Mn} 平均去除率(%)

结果 菌株名称 和值差	培养时间 (小时)	1	4	S	Th	Thr	Thw	最高与最低 值 差
24	24	39.19	45.97	51.35	37.86	50.67	42.04	13.49
	48	65.59	67.06	68.32	66.20	70.38	67.74	4.79
	72	68.98	68.83	71.64	72.05	71.00	71.08	3.22

的处理效果。结果见表 1。

结果表明,第一次试验的 24 小时去除率为 36.32—49.17%, 48 小时为 68.42—76.04%, 72 小时为 71.90—77.29%。第二次试验的去除率 24 小时为 32.14—54.14%, 48 小时为 62.14—67.59%, 72 小时为 62.80—71.79%。

二、非硫紫细菌各菌株二次试验 COD_{Mn} 平均去除率(%)

如果把各菌株对豆制品废水 COD_{Mn} 去除率的二次平均值加以比较,结果见表 2。

表 2 表明,各菌株对废水的分解能力,在开始 24 小时内差别较大,最高与最低的去除率相差达 13.49%,以后差别随培养时间增加而缩小,至 72 小时,去除率已十分接近。

三、4 号菌株对不同浓度废水和不同培养时间的废水处理效果的比较

用 4 号菌株处理不同浓度废水和不同培养时间的结果见表 3。

表 3 表明,淡液到 24 小时,去除率已达 42.46%。而处理到 36 小时去除率达 65.53%,

表 3 4 号菌株对不同浓度及不同培养时间的废水的分解效果

效果 处理时间 (小时)	废水情况 及项目	淡 液		浓 液	
		COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)
0		1425		3895	
12		1217	14.62		
24		820	42.46	2175	43.87
36		492	65.53	1438	63.14
44				850	78.06
48		375	73.68		
58				725	81.05
原 液		2200		8000	

说明 4 号菌株分解有机废物的活力仍然很强,到 48 小时去除率达 73.68%。就是说每处理 12 小时,去除率递增百分比为 14.62, 27.84, 23.07, 8.13。该菌对浓液去除有机废物的效果更佳,处理 44 小时其去除率可达 78.06%。超过淡液 48 小时的去除率。表现出对浓度高的豆制品废水不但有很强的耐受力,而且更能充分发挥其分解有机废物的能力。

表 4 非硫紫细菌 4 号菌株在不同条件下对有机物分解能力的比较

效 果 处理时间 (小时)	菌株、培养 条件及项目		红色极毛杆菌 4 号菌株						梭状芽孢杆菌		荧光极毛杆菌		原 水
			光照、厌气		黑暗、厌气		黑暗、好气		厌 气		好 气		
			COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)	COD _{Mn} (毫克/升)	去除率 (%)	
0			1930		1980		2850		2359		3733		
48			910	52.85	1360	29.53	940	52.53	1996	30.0	1919	18.65	

四、在不同培养条件下用非硫紫细菌 4 号菌株对废水处理的效果

4 号菌株在不同培养条件下处理废水的效果见表 4。

结果说明,非硫紫细菌由光合磷酸化获得能量,也通过有氧呼吸的氧化磷酸化获得能量,两者生长与代谢水平十分相近^[4]。而在黑暗厌气条件下由发酵取得能量,其水平要低得多,但与进行厌气发酵的梭状芽孢杆菌的去除效果大体相同。而 4 号菌株在光照厌气条件下,对豆制品废水在 48 小时中的 COD_{Mn} 去除率为 52.85%,比梭状芽孢杆菌高出近一倍。好气条件下生长的 4 号菌株去除率 52.53%,又比荧光极毛杆菌高出近二倍。这一结果也说明,非硫光合细菌对高浓度有机废水具有较强的分解能力。

五、4 号菌株在厌气光照和厌气黑暗条件下对有机物去除的结果

4 号菌株在厌气光照和厌气黑暗条件下,对有机物的去除能力表现出明显差别,结果见图 1。

图 1 表明,在光照条件下 24 小时,实际去除最高值为 1435 毫克/升,而在黑暗条件下 24 小时, COD_{Mn} 最高去除值为 1050 毫克/升。这一差别表明非硫紫细菌通过光合磷酸化取得的能量大大高于发酵或脱氮取得的能量。

讨 论

在厌气光照条件下,4 号菌株对废水的去除率,在培养的最初 24 小时,效果特别显著,可达 50% 以上。持续处理 4 天,去除率逐渐增加,而在厌气黑暗条件下,最初 24 小时去除率只有 10.4%,到 48 小时其去除能力才明显提高,这是否表明处于厌气光照条件下的菌株突然置于厌气黑暗条件下培养,要通过发酵取得能量,可能有一个适应过程,即代谢的调整过程。

非硫紫细菌对分解豆制品废水有较好效果,存在着利用此菌来净化豆制品废水的可能性,但需进一步摸索最佳条件和工业生产要求。而对其他高浓度有机废水处理的可能,尚在研究中。

参 考 文 献

- [1] 矢木修身: 用水と廢水, 19(8): 949—951, 1977.
- [2] Kobayashi, M. and Y. T. Tchan: *Water Res.*, 7: 1219—1224, 1973.
- [3] Kobayashi, M.: *Utilization and Disposal of Wasters by photosynthetic bacteria*, Solar Energy, Supple-

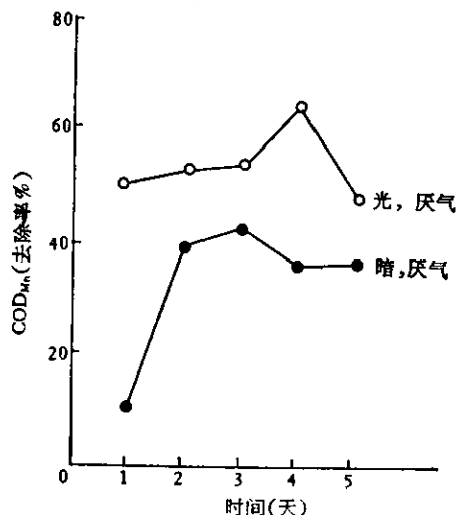


图 1 4 号菌株在不同培养条件下对豆制品废水处理效果

ment, (ed. by Schlegel, H. G., and J. Barner), Pergaman Press, Oxford, N. Y., 1977, p. 443.

- [4] 小林達治: 發酵と工業, **36**(7): 574—583, 1978.
- [5] 小林正泰: 發酵と工業, **36**(9): 753—766, 1978.
- [6] 荻野珍吉: 發酵と工業, **36**(10): 836—841, 1978.
- [7] 田中亮太郎: 發酵と工業, **36**(10): 842—848, 1978.
- [8] 富金原孝: 發酵と工業, **36**(11): 941—945, 1978.
- [9] 黒沢慶二: PPM (公害対策と技術開発), **9**(12): 16—

21, 1978.

- [10] Кондратьева, Е. Н.: «Фотосинтезирующие Бактерии», : p. 6—37, ИАН, СССР, Москва, 1963.
- [11] 日本土壤微生物研究会編: «土壤微生物实验法», p207—212, 东京株式会社養賢堂發行, 东京, 1975.
- [12] 星野八洲雄: 發酵と工業, **36**(7): 552—562, 1978.
- [13] 佐藤敏生: 發酵と工業, **36**(8): 650—657, 1978.
- [14] 北村博: 發酵と工業, **36**(8): 659—673, 1978.