

光合细菌处理制药废水可行性研究

②
36-38

方明成 吴 珊 李桂枝

(北京工业大学 北京 100022)

X783.03

摘要 初步探讨采用光合细菌对生化制药废水进行处理的可行性。结果表明,驯化后光合细菌对此类废水可以较快适应,用其对废水进行处理是可行的;通过静态试验得出了去除该类废水 COD(化学需氧量)效果较好的光合细菌主体工艺,即厌氧酸化-半微氧半黑暗二级光合细菌处理工艺;并利用显微镜对处理过程中的优势菌种进行了计数观测,发现废水的降解是多种光合细菌共同作用的结果,其中主要以沼泽红假单胞菌和球形红假单胞菌为主。

关键词 光合细菌 制药废水 污水处理 废水处理、可降解

制药废水属较难处理的高浓度有机污水。目前常用于处理的好氧生物法工艺普遍存在占地大、处理负荷低、能耗高和运行管理复杂等问题;厌氧法虽能处理高浓度的有机废水,但启动慢,温度要求较高。本文试验所处理的污水是源自北京某制药厂的生化制药废水,由于该厂面积狭小,要求处理工艺不能占地过大,且工厂地处市区,不希望因产生沼气而增加安全方面的投资;另据有关部门要求,处理后水要回用。为此,经过反复考虑和查阅资料,决定采用光合细菌处理与超滤相结合的处理工艺。

光合细菌(Photosynthetic Bacteria,简称 PSB)是地球上最早出现的具有原始光能合成体系的原核生物,属于水圈微生物的一种。按照《伯杰细菌鉴定手册》第八版归属于红螺菌目的 PSB 能在厌氧条件下进行光合作用,且不释放氧气^[1]。其中红螺菌科的一些属(如红假单胞属)能在厌氧光照、好氧光照或好氧黑暗条件下,利用低分子有机物如有机酸、氨基酸及糖类等,迅速增殖,显示出应用于处理有机污水的可能性。以小林正泰先生

为代表的研究人员率先开发了这一 PSB 处理法,并成功地应用于某些食品加工、化工和发酵等工业废水的处理^[1,2]。该处理系统主要是以利用红假单胞菌(rhodopseudomonas)为主。根据小林正泰先生的总结,PSB 处理工艺具有如下优点:①可承受高有机负荷,且负荷越高处理效果越好;②不产生沼气、易于管理,受温度影响小;③系统有除氮能力,可处理含有高盐份、油脂和环状化合物的废水;④设备占地小,动力消耗少,投资低,可作为其它低负荷工艺的前处理;⑤处理过程中产生的菌体可回收作为各种资源加以综合利用,如饲料和肥料,不会产生二次污染。综上所述,选用 PSB 处理工艺有很强的实用性和适用性的。

1 废水水质概况

试验研究的废水取自北京某制药厂生产属非抗菌素类生化制剂的排水,废水的可生化性较好。具体水质情况为:BOD(生化需氧量)9 000 mg/L;COD(化学需氧量)20 000 mg/L;BOD/COD 为 45%;SS(悬浮固体)10 000 mg/L;pH 值 4.0;色度 100 倍。

第一作者简介:方明成,男,硕士研究生,从事污水处理研究。

2 试验材料与方法

PSB 中红假单胞菌属的许多菌株能以小分子有机物作为供氢体和碳源,具有分解和去除有机物的能力。由于一般废水的成分极其复杂,单一菌株对某些成分的利用往往是很不充分的,而混合菌株中,各菌株的营养要求和代谢方式各有不同,对有机污水中成分的利用也是多种多样的,因此混合菌株对废水的降解效果优于单一菌株。据此,试验采用由北京工业大学土木工程学系微生物室提供的 PSB 混合菌株,经鉴定其中以沼泽红假单胞菌(*R. P. palustris*)和球形红假单胞菌(*R. P. sphaeroides*)居多。

试验测定方法为:

DO:FSI OX-11 型 DO 仪;

COD:重铬酸钾法;

细菌计数:血球板计数法。

3 试验内容

鉴于国内外应用 PSB 处理生化制药废水的试验研究尚少,故本研究初期进行了两个阶段的试验,用所要处理的废水对取来的菌种进行驯化,观测其在该种废水中的生长情况;在此基础上初步摸索 PSB 处理该种废水的工艺条件,以确定使用 PSB 法处理此类制药废水的可行性。

3.1 菌种驯化试验

由于试验目的较简单,因而采用烧杯静态试验,不人为地强化培养条件。具体方法:取 1000 mL 容积烧杯 2 只,分别装入不同数量的污水与 PSB 液的混合物(见表 1),采用日光灯照射 8 h/d,照度约为 30 lx,培养温度(室温) 15℃~25℃。试验结果见图 1 和图 2。

表 1 小试培养条件

杯号	废水量/mL	PSB 液/mL	混合液 COD/(mg·L ⁻¹)	pH 值
1	300	300	9750	8
2	300	150	10500	7

由图 1 和图 2 可知,PSB 经过一段时间的驯化,可以较好地适应该类废水,生长情况

良好。由于培养条件较差,因而 COD 的去除率较低。

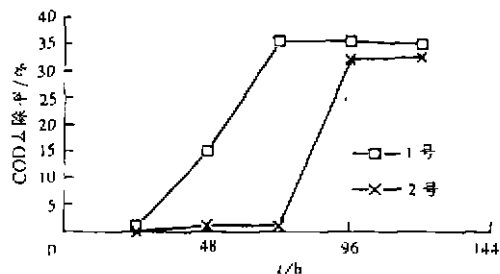


图 1 1 号和 2 号烧杯 COD 去除率

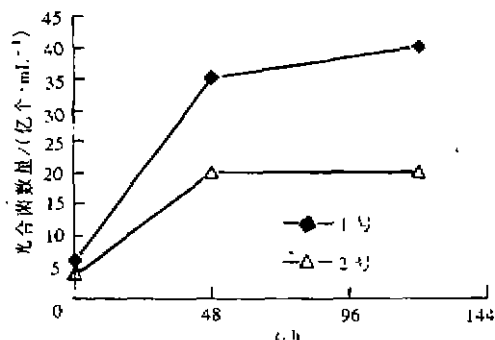


图 2 1 号和 2 号烧杯 PSB 计数结果

3.2 工艺条件的选择

尽管 PSB 可在好氧、微好氧和厌氧条件下代谢有机物,但其降解能力不同。文献[1, 2]中,考虑了节省能耗,采用厌氧和微好氧两种条件进行试验。由于 PSB 仅能利用单糖、氨基酸、挥发性脂肪酸等小分子化合物,对废水中所含的大分子必须经过可溶化预处理后才能被有效利用,而所试验废水中所含大小分子比例不详,所以试验中也需确定是否需要可溶化处理及其它方式。另外,对不同级数的 PSB 反应槽的效果也进行了试验。

3.2.1 全厌氧一级 PSB 培养

不经过可溶化处理,直接采用厌氧法,白天为自然光照,夜间黑暗。COD 容积负荷为 1.8 kg/(m³·d),进水 COD 浓度为 7200 mg/L。

试验结果表明,虽然此种培养条件接近自然状态,比较简单,未来工艺的运营成本也会很低,但 COD 去除率太低,因而无实用价值。

3.2.2 可溶化处理(厌氧酸化处理)-半微氧半黑暗一级 PSB 法

试验证明,不经可溶化预处理,废水的

COD 去除率很低,因此考虑增加可溶化预处理阶段。目前常采用的可溶化预处理方式有三种:接种异养细菌的两步培养法,利用原水中细菌的好氧培养法和对原废水进行厌氧酸化处理法。考虑所处理废水水质特点和工艺简便性,试验中选择了通过对原废水进行厌氧酸化的方法来作为可溶化预处理。因为对于复杂有机物,厌氧发酵性细菌可将其分解为丁酸、丙酸,然后产氢产乙酸细菌进一步将其分解为乙酸(研究证明 PSB 能在乙酸与丙酸共存(5:1)时达到最大增殖速率)。这些脂肪酸可刺激 PSB 固定 CO_2 ,提高其光合活性,同时又可作为 PSB 的碳源,放酸发酵后对提高 PSB 的处理效果有一定帮助。

试验中首先将废水引入酸化槽,进行厌氧酸化处理,停留时间为 24 h,出水再进入 PSB 槽。采用培养条件为夜间微好氧(黑暗好氧),控制 DO 小于 1.0 mg/L,白天自然光照厌氧。分别进行了四种负荷的试验,试验结果见表 2。

表 2 不同容积负荷下的 COD 去除率 %

时间 t/h	1号负荷 0.8kg/(m ³ ·d)	2号负荷 1.4kg/(m ³ ·d)	3号负荷 2.7kg/(m ³ ·d)	4号负荷 3.2kg/(m ³ ·d)
0	0	0	0	0
24	42.3	30.9	29.1	32.4
36	45.2	44.7	46.2	50.9
48	46.0	52.5	59.9	64.1

从表 2 中可以看出,随着 COD 容积负荷的提高,去除率也在提高,即用 PSB 法处理高浓度有机废水,负荷越高处理效果越好。

经对比试验发现,增加酸化预处理后相同 COD 负荷下去除率几乎增加了 1 倍。说明原水中含有大量 PSB 不能利用的大分子物质,也证实了酸化预处理对 PSB 工艺的强化作用。

3.2.3 可溶化处理(厌氧酸化处理)-半微氧半黑暗二级 PSB 法

在上述试验基础上,增加一级 PSB 槽,变为二级 PSB 法。具体做法为:4 号负荷(COD 容积负荷为 3.2 kg/(m³·d))在一级培养 48 h 的基础上,将出水引入二级培养槽,再培养 24 h。控制二级 PSB 槽中溶解氧略高于

一级。试验结果表明:二级 PSB 处理工艺与一级相比,可以达到更好的处理结果。

3.3 厌氧酸化处理-半微氧半黑暗一级 PSB 工艺中微生物生长情况

在试验过程中对所接种的 PSB 液中两种主要的菌株沼泽红假单胞菌和球形红假单胞菌的生长情况进行了计数观察,结果见表 3。由表 3 可见,在 PSB 对废水中有机物进行降解过程中,两种细菌利用其中的成分作为营养都在不断繁殖中。因此废水 COD 的降解应是两种 PSB 共同作用的结果,但相比较而言,球形红假单胞菌有一定的优势。

表 3 PSB 计数结果

培养时间 t/h	沼泽红假单胞菌 ①	球形红假单胞菌 ②	①/②
0	0.86×10^8	2.30×10^8	1:2.7
24	1.00×10^8	2.90×10^8	1:2.9
48	1.76×10^8	3.28×10^8	1:1.9

4 结 语

a. 经驯化 PSB 对此类生化制药废水可以较快适应。试验中如果不对废水进行预酸化处理,COD 在培养时段内保持逐步提高,虽然去除率较低,但未出现突变,说明废水中基本上不存在抑制 PSB 生长的物质,只是可供利用小分子物质比例相对较少。

b. 厌氧酸化-半微氧半黑暗二级 PSB 处理工艺可以作为该类废水 COD 的主体去除工艺。预酸化使废水的小分子物质增多,从而使 PSB 营养条件大为改善,表现为 COD 去除效率的提高。

c. 废水的降解是多种 PSB 共同作用的结果,其中主要以沼泽红假单胞菌和球形红假单胞菌为主。表现在培养期间两种 PSB 数量都有一定程度增长,但球形红假单胞菌有一定的优势。

参考文献

- 1 刘如林.光合细菌及其应用.北京:中国农业科技出版社,1991
- 2 朱玉章.光合细菌的研究及其应用.上海:上海交通大学出版社,1992

(收稿日期:1997-08-05 编辑:张志琴)