

好氧性活性污泥对氯苯吸附与富集的研究*

戴玉春, 湛含辉, 刘敏, 王湘英

(湖南工业大学化学化工系, 湖南 株洲 412007)

摘要:用氯苯驯化污泥,发现经过短期的驯化,好氧活性污泥难以形成对氯苯的高效降解菌群,对氯苯的去除主要是污泥的物理吸附和生物吸附作用.实验结果表明,污泥吸附氯苯不但与污泥表面的孔隙有关,而且还与氯苯参与细菌菌胶体的形成有关.处于生长繁殖时期的污泥比处于非繁殖期的污泥吸附氯苯的能力更强.

关键词:氯苯;驯化污泥;好氧性污泥;吸附

中图分类号: X783

文献标识码: A

氯苯广泛存在于基本有机合成、染料、塑料、香料、农药等生产的废水中,有较大的毒性,被美国EPA列为优先污染物.在天然环境中,一般微生物缺乏降解氯苯的酶或酶系统,难以生物降解.研究氯苯的生物可降解性,提高生物处理效率,开展经济有效的氯苯降解技术的研究尤为迫切,许多学者在这方面做了大量的工作^[1-2].作者利用某污水处理厂浓缩池内提取的活性污泥进行去除氯苯的实验,结果发现污泥去除氯苯主要是物理吸附和生物吸附.

1 实验方法

1.1 实验药品和原料

活性污泥取自湖南株洲霞湾污水处理厂;培养液由牛肉膏、氯化钠和磷酸二氢钾等组成,COD约为350 mg/L,用氢氧化钠调pH 7.0~7.4.

1.2 氯苯驯化污泥实验

在1000 ml锥形瓶中加入400 ml培养液,然后再加一定量的污泥和氯苯,污泥起始含量为3 g/L,氯苯起始含量为10 mg/L,最后放在HZ-24回旋振荡摇床(转速160 r/min,温度30℃)内好氧振荡培养.以3天为一个周期,每3天一次取出多余的污

泥,同时加入新鲜培养液.氯苯浓度每个周期增加10 mg/L,直到50 mg/L,一直保持不变.污泥含量保持3 g/L.将每次取出的污泥在离心机上以800 r/min离心10 min,取其上清液(废水),测量残留氯苯的含量.

1.3 氯苯测定方法

用气相色谱法测定氯苯的含量,气相色谱条件为:柱长2.1 m,柱温190℃,汽化室温度230℃,载气(N₂)流速70 mL/min.

2 结果和讨论

2.1 驯化时间对污泥去除氯苯的影响

50天内氯苯驯化污泥的效果如图1所示.由图1可知,在36天内,废水中残留的氯苯含量都保持较低的水平,平均值约为3.6 mg/L,说明在36天内,污泥对氯苯有较好的处理效果.但在第39天,残留氯苯含量升高,达18.71 mg/L,同时还观察到污泥出现部分解离、上浮.第42天,水中残留氯苯含量高达30.98 mg/L,解离的污泥更多,大量的污泥上浮.第45天几乎所有的污泥都上浮,与第42天相比,水中残留氯苯的浓度没有下降.说明污泥的生态

收稿日期:2009-01-15

* 基金项目:国家自然科学基金项目(20876307)

作者简介:戴玉春(1962-),女,广西柳州人,高级讲师,学士.

系统几乎崩溃,失去了作用。

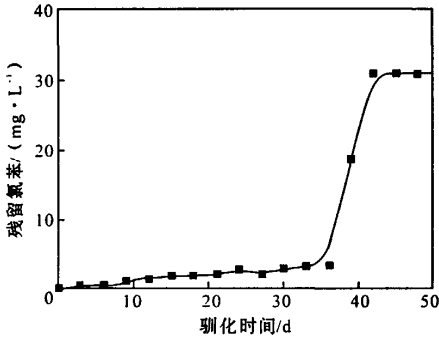


图1 50天内氯苯驯化污泥效果

Fig.1 Treatment effect of chlorobenzene by activated sludge within 50 days

为了探明污泥是否对氯苯有生物降解作用,又进行了对比实验。即在上面实验的基础上,从第39天开始,停止向污泥系统中加氯苯,其它条件不变进行实验,实验结果如图2所示。从图2可看出,在第39天以后不加氯苯,水中残留的氯苯含量仍维持较高的水平,如在第60天时,仍有8.3 mg/L 氯苯,直至第63天,降至4.43 mg/L,第66天氯苯含量为3.28 mg/L。这一实验结果说明,污泥对氯苯没有降解作用,如果氯苯被降解了,在进水不加氯苯的情况下,水中不应该有残留的氯苯。

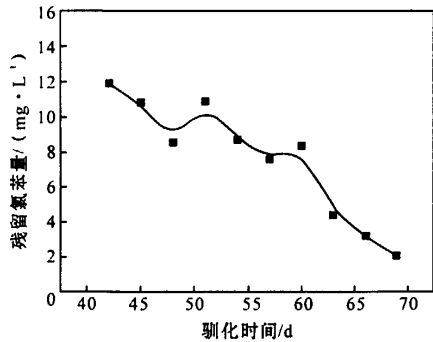


图2 39天后不加氯苯驯化时间对残留氯苯的影响

Fig.2 Effect of domestication time without addition of chlorobenzene in 39 days on remnant chlorobenzene

氯苯是人工合成的物质,在自然界中一般微生物没有分解氯苯的酶类,生物如果通过变异和自然

选择,产生出具有降解氯苯酶类的细菌需要经过很长的时间,进化出高效降解的菌群过程就更加漫长^[3]。氯苯对生物没有诱导变异的作用,而颗粒污泥表面有许多空隙^[4],对物质有较好的吸附作用^[5]。这说明污泥对氯苯没有生物降解作用,污泥对氯苯的去除主要是污泥的吸附作用,这和实验结果是一致的。驯化第39天后进水不加氯苯,而水中残留氯苯的含量仍维持一段时间的高水平,是由于污泥解体,被吸附的氯苯逐渐释放出来的结果。

2.2 驯化的污泥去除氯苯

分别取上述实验(50天内氯苯驯化污泥实验)中经过氯苯驯化了不同时间的污泥(经离心机以800 r/min 离心10 min)1 g,用50 mg/L 氯苯溶液配成污泥含量为3 g/L的混合体系,放在摇床上振荡培养1 h,测废水中残留氯苯含量,结果如图3所示。

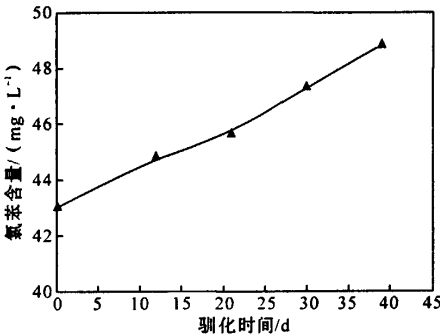


图3 经过不同时间驯化的污泥对去除氯苯的影响

Fig.3 Relationship between acclimated sludge and removal of chlorophenyl

从图3可看出,污泥驯化时间越长,废水中残留氯苯含量越高,即去除氯苯的能力越低,未驯化的污泥对氯苯的去除量最高。随着驯化时间的延长,污泥从环境中吸附的氯苯越来越少,驯化至第39天的污泥对氯苯的吸附接近饱和状态,菌群中大部分微生物死亡,污泥的生态系统发生崩溃,对氯苯已经没有去除能力。

氯苯的化学性质较稳定,不溶于水,溶于有机溶剂,在生物体内主要存在于脂肪中,是非反应性有机物,它对生物的毒性与它在生物体内的运转有关^[6]。细胞的膜系统主要由磷脂双分子层构成,磷脂分子的疏水端在双分子层的中间,氯苯可以在此聚集,到

达一定量后影响细胞膜系统的功能。颗粒污泥主要由菌类构成,许多细菌的细胞壁和荚膜上的杂多糖、果胶、脂质和蛋白质通过范德华力、疏水缔合等力的作用形成菌胶体把菌类连接成颗粒状^[7]。在细菌生长繁殖连接成颗粒状的过程中,氯苯可能参与了菌胶体的形成,使生长繁殖过程中的污泥对氯苯的吸附量比不繁殖的污泥大大增加。实验中发现,接触过一段时间氯苯的污泥,其细菌之间的粘连性较好,不易分开。因此,污泥对氯苯的吸附不仅有物理的吸附作用,还应该有生物的吸附作用。

2.3 驯化污泥对氯苯的吸附作用

在氯苯驯化污泥的实验中,将离心处理后的污泥用去离子水洗涤,测定洗脱出的氯苯含量。具体方法为:取0.1 g驯化36天的干污泥放入200 ml的锥形瓶中,加去离子水至100 ml,加盖密封,适当摇匀混合,在800 r/min下离心,离心后的上清液即为第一次洗涤液,测第一次洗涤液中氯苯含量。离心后的污泥加100 ml去离子水,加盖密封,用磁力搅拌器搅拌30 min,取其液体在800 r/min下离心10 min,离心后的上清液即为第二次洗涤液,测第二次洗涤液中氯苯含量。

经检测,第一次洗涤液中氯苯含量为2.02 mg/L,第二次洗涤液中氯苯含量为4.67 mg/L。第二次洗脱出的氯苯比第一次洗脱出的氯苯还多,说明第一次洗脱的是污泥颗粒表面的氯苯,第二次洗脱的是污泥颗粒内部菌胶体结构中的氯苯。通过计算,0.1 g污泥颗粒表面吸附的氯苯的量是0.1212 mg,内部结构吸附的氯苯量是0.2802 mg,两者合计吸附氯苯为0.4014 mg。根据污泥总量可以计算出,全部污泥共吸附氯苯59.6 mg,而废水中仅含氯苯3.6

mg/L,进一步说明污泥对氯苯有吸附富集的作用。污泥颗粒的表面孔隙不仅吸附氯苯,而且细菌在形成菌胶体颗粒结构时也吸附氯苯。

3 结 论

经过短时间的驯化,好氧活性污泥难以形成对氯苯高效降解的菌群,对氯苯的去除主要是污泥的物理吸附和生物吸附作用。污泥对氯苯的吸附作用,一方面是由于颗粒污泥的多孔隙结构,另一方面是由于细菌菌胶体结构对氯苯也有较强的吸附能力。处于生长繁殖时期的污泥比不处于繁殖期的污泥吸附的氯苯多。

参考文献:

- [1] 王妍春,左剑恶,肖晶华,等. EGSB反应器处理含氯苯有机废水的实验研究[J]. 环境科学, 2003, 24(2): 116-120.
- [2] 王永强,毕贵芹,张洪林,等. 氯苯降解菌筛选及其降解特性的研究[J]. 工业用水和废水, 2003, 34(6): 35-36.
- [3] 刘祖洞. 遗传学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [4] 陈雪松,夏四清,刘贵春,等. SBR好氧颗粒污泥的理化性质研究[J]. 中国给水排水, 2007, 23(9): 99-102.
- [5] 杨学耀,李进,李久义,等. 好氧颗粒污泥吸附重金属Cd(II)的研究[J]. 工业用水与废水, 2007, 38(1): 28-31.
- [6] VERHAAR H J, VEITH G D. Classifying environmental pollutants(I) structure-activity relationships for prediction of aquatic toxicity[J]. Chemosphere, 1992, 25: 471.
- [7] 王镜岩,朱圣庚,徐长法,等. 生物化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.

Research of adsorption and enrichment of aerobic activated sludge on chlorobenzene

DAI Yu-chun, ZHAN Han-hui, LIU Min, WANG Xiang-ying

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: It has been found that, after short-term domestication of aerobic sludge by chlorobenzene, aerobic sludge is difficult to form highly efficient degradation flora for chlorobenzene and the removal of chlorophenyl is mainly by sludge physical and biological adsorption. The experimental result shows that: the reasons of chlorophenyl absorption relate to not only the surface pores but also the formation of colloidal that chlorobenzene and the bacterial strains involved. Bacteria in a period of growth and reproduction has more chlorobenzene absorption capacity than which is not in the breeding season.

Key words: chlorobenzene; acclimated sludge; aerobic sludge; adsorption