

微生物降解 1, 2, 4-三氯苯试验研究

徐冬英^{1, 2}, 吕锡武²

(1 绍兴文理学院 土木工程系, 浙江 绍兴 312000 2 东南大学 土木工程学院, 江苏 南京 210096)

[摘要] 利用人工介质富集太湖水中微生物,降解梅梁湾水源地水质中外加的 1, 2, 4-三氯苯等污染物. 小试结果表明: 经低浓度水源水中 1, 2, 4-三氯苯驯化后, 当停留时间为 6 d, 1, 2, 4-三氯苯的去除率在 70% 以上, TOC 的去除率在 55% ~ 85% 之间, COD_{Mn} 的去除率在 40% ~ 60% 之间. 可见, 通过人工介质富集微生物的方法, 对太湖梅梁湾水源地水质中 1, 2, 4-三氯苯等有机污染具有较明显的改善效果.

[关键词] 人工介质, 1, 2, 4-三氯苯, 降解, 水质改善

[中图分类号] X52 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2007)04-0055-04

The Experiment Research of Degradation of 1, 2, 4- Trichlorobenzene by Microorganism

Xu Dongying^{1, 2}, Lixi Wu²

(1. Department of Civil Engineering, Shaoxing University, Shaoxing 312000, China

2. College of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract 1, 2, 4-trichlorobenzene added in Meiliang Bay was degraded through the use of enriched microbes in Taihu Lake by artificial media. The result shows that after the domestication of low organic pollutants concentration, the biodegradation efficiency of 1, 2, 4-trichlorobenzene was above 70%, when the settle time was 6 days. The biodegradation of TOC and COD_{Mn} was respectively between 55% ~ 85% and 40% ~ 60%. It is evident that the trace quantity organic pollutants of 1, 2, 4-trichlorobenzene in the source water quality from Meiliang Bay in Taihu Lake could be well degraded by enriched microbes on the artificial media.

Key words artificial media, 1, 2, 4-trichlorobenzene, degradation, water quality improvement

0 引言

生物降解环境中的微量有机物属于微生物修复的范畴, 随着生物修复技术的发展, 利用人工介质富集微生物改善水源地水质, 有着广阔的应用前景. 从生物量、生物活性和对水质改善各方面考察, 筛选出能够在自然条件下有效富集土著微生物的组合填料人工介质^[1], 对挂膜良好的人工介质进行低浓度微量有机污染物驯化后, 开展试验考察人工介质富集微生物在不同水力停留时间以及不同有机物浓度下对微量有机物的动态降解情况.

氯苯类广泛应用于有机物合成、有机溶剂、医药制剂、染料及农药合成等方面, 在水中易被生物浓缩, 对人畜健康有害, 其中氯苯、三氯苯及六氯苯已被美国环保局列入 129 种需要优先考虑的污染物名单, 我国也将氯苯列入“水中优先控制污染物黑名单”^[2]. 有关氯苯类的毒性毒理研究工作国内外均有报道^[3-5]. 微生物降解氯代苯类有机物在国外有很多报道, 且已筛选出许多能利用这些难降解物质的微生物^[6-8]. 本试验研究人工介质富集微生物降解 1, 2, 4-三氯苯的情况, 为环境中氯苯类化合物污染的治理与生态恢复提供科学依据.

收稿日期: 2007-05-13

基金项目: 科技部“十五”重大科技专项基金 (2002AA601011-03) 资助项目.

作者简介: 徐冬英 (1977-), 女, 讲师, 主要从事水处理理论及工程技术等方面的教学与研究. E-mail: xudongying1110@126.com

1 试验设备与试验方案

1.1 试验装置与试验流程

试验装置及试验流程分别如图 1 图 2 所示. 通过无堵塞自吸泵 (上海蓝鲸电机制造有限公司) 将湖水送到带搅拌器的 150L 贮水池, 在贮水池中投加 1, 2, 4-三氯苯 (neat Superlcq USA), 贮水池出水口连接硅胶管, 通过 BT00-300M 型蠕动泵 (泵头型号 TZ1515X, 河北保定兰格恒流公司) 调节流量, 湖水进入 $55 \times 45 \times 35(\text{cm}^3)$ 试验池, 内有挂膜良好的组合填料人工介质, 同时设增氧泵供氧.

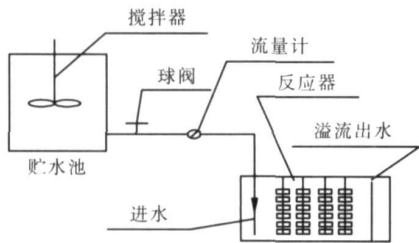


图 1 试验装置
Fig.1 Experimental instrument



图 2 微生物降解 1,2,4-三氯苯的试验流程
Fig.2 Experimental process of degradation about 1,2,4-trichlorobenzene by microorganism

1.2 动态降解试验方案

1.2.1 驯化

低浓度 1, 2, 4-三氯苯驯化过程共历时 60 d, 其停留时间 (HRT) 为 6 d, 在贮水池中投加微量 1, 2, 4-三氯苯. 同时, 经常采集不同地点的太湖底泥, 用超声波将细菌分离出来, 取上清液投加到试验池中, 以增加细菌丰度.

1.2.2 动态降解试验

该试验主要目的是考察 1, 2, 4-三氯苯浓度和停留时间的改变对 1, 2, 4-三氯苯生物降解情况的影响. 实验室内保持恒温, 通过调节蠕动泵转速控制流量, 进出水方式为下进上出. 保持 1, 2, 4-三氯苯投加浓度不变, 停留时间逐步控制在 8 d 4 d 2 d, 每次改变停留时间, 稳定运行 2~3 周后, 采试验池的进出水样, 用 GC-MS 法分析 1, 2, 4-三氯苯含量. 然后, 将停留时间保持在 6 d 改变进水浓度, 每次改变进水浓度, 稳定运行 2~3 周后, 采试验池的进出水样, 用 GC-MS 法分析微量有机物含量.

2 结果与讨论

2.1 动态降解

组合填料经水体中低浓度 1, 2, 4-三氯苯驯化后, 富集了能降解对应有机物的微生物, 因而在不同条件下均能对 1, 2, 4-三氯苯有一定降解作用. 图 3 是停留时间为 2 d 4 d 8 d 时, GC-MS 法分析 1, 2, 4-三氯苯浓度变化. 图 4 是控制停留时间为 6 d 时, GC-MS 法分析 1, 2, 4-三氯苯浓度变化.

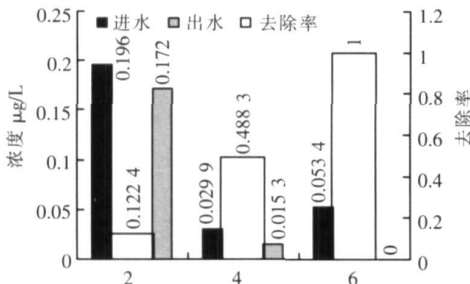


图 3 不同 HRT 进出水浓度变化
Fig.3 The concentration variation of inflow and outflow water of different HRT

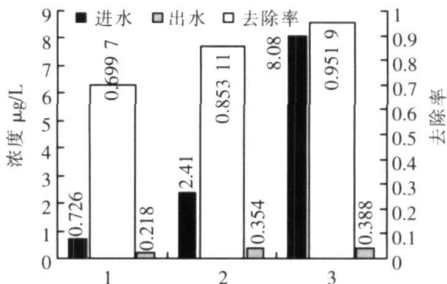


图 4 不同投加浓度进出水变化
Fig.4 The variation of inflow and outflow water of different added concentration

从图 3 可以看出, 当停留时间分别为 2 d 4 d 8 d 时, 1, 2, 4-三氯苯的去除率分别为 12%、49%、100%. 从试验结果来看, 当进水浓度在 0.029 9~0.196 μg/L 之间, HRT 分别为 2 4 8 d 时, 1, 2, 4-三氯苯的出水

浓度分别为 0.172、0.015、3 μg/L 以及未检出。随着停留时间的延长,出水中 1,2,4-三氯苯的浓度不断降低,说明提高停留时间,有助于 1,2,4-三氯苯的生物降解。

从图 4 可以看出,当停留时间为 6 d 进水浓度分别为 0.726、2.41、8.08 μg/L 时,出水浓度分别为 0.218、0.354、0.388 μg/L,去除率分别为 70%、85%、95%。通过比较试验结果,虽然进水浓度波动较大,但出水浓度已经相对比较稳定,说明停留时间为 6 d 时,经过驯化的生物膜可以有效降解一定浓度范围的 1,2,4-三氯苯。

2.2 TOC 及 COD_{Mn}

总有机碳 (TOC),是以碳的含量表示水体中有机物总量的综合指标,常被用来评价水体中有机物污染的程度。高锰酸盐指数 (COD_{Mn}),是指在酸性或碱性介质中,以高锰酸钾为氧化剂,处理水样时所消耗的量,常被作为水体受有机污染物和还原性无机物质污染程度的综合指标。在微生物的降解作用下,TOC 及 COD_{Mn} 均有一定的去除率。图 5、图 6 是 TOC 及 COD_{Mn} 的进出水变化情况。

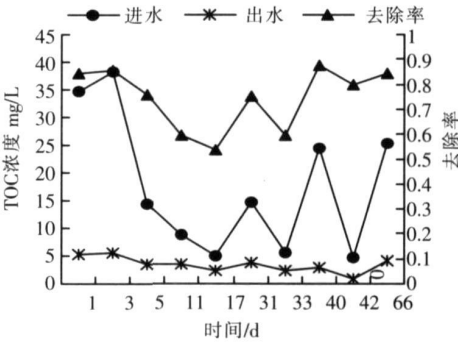


图 5 TOC 浓度变化

Fig.5 The concentration variation of TOC

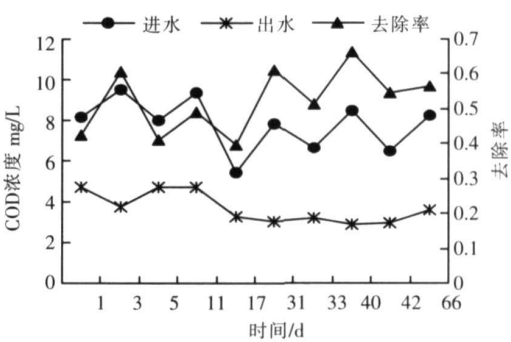


图 6 COD 浓度变化

Fig.6 The concentration variation of COD

由图 5、图 6 可以看出,TOC 和 COD_{Mn} 的相关性很好,TOC 的去除率在 55% ~ 85% 之间,COD_{Mn} 的去除率在 40% ~ 60% 之间。可见,TOC 的去除率比 COD_{Mn} 的去除率高,部分原因是因为水源水中含有更易降解的乙醇;另一方面,由于 TOC 测定采用燃烧法,能将有机物全部氧化,所以它比 BOD₅ 或 COD 更能直接表示有机物的总量^[9]。总之,从 TOC 及 COD_{Mn} 的去除率结果说明,在水体中以 1,2,4-三氯苯为主的有机类污染降解去除效果良好。

3 结语

根据上述试验结果分析,可以得出如下结论:

- (1) 经过低浓度有机物的驯化后,人工介质富集的微生物的降解作用,对水体中所含 1,2,4-三氯苯具有一定降解去除作用。
- (2) 在不同停留时间及不同 1,2,4-三氯苯投加浓度下,微生物对 1,2,4-三氯苯均有一定降解作用,而停留时间为 6 d 时,去除率较高,有机物出水浓度较稳定,降解效果最佳。
- (3) 通过 TOC、COD_{Mn} 两个有机污染综合指标,进一步证实人工介质富集微生物可去除部分有机污染物。

[参考文献] (References)

[1] 纪荣平,吕锡武,李先宁,等.三种人工介质对太湖水质的改善效果[J].中国给水排水,2005,21(6):4-7.
Ji Rongping, L. Xiwu, Li Xianning, et al. Effect of three kinds of artificial media on the improvement of Taihu Lake water quality[J]. China Water & Wastewater, 2005, 21(6): 4-7. (in Chinese)

[2] 陈伟,陈玲,范谨初,等.超声辐照降解水中氯苯的研究[J].给水排水,2001,27(2):34-37.
Chen wei, Chen ling, Fan Jinchu, et al. Study on degradation of chlorobenzene in aqueous solution by ultrasonic irradiation [J]. Water & Wastewater Engineering, 2001, 27(2): 34-37. (in Chinese)

[3] Bige W. J. Toxicity of organic chemicals to embryo-larval stages of fish. EPA-560/1-79-007[R]. US Environ Prot Agency

1979.

[4] Geke F. Effect of hexachlorobenzene on some growth parameters of chlorella pyrenoidosa[J]. Bull Environ Contam Toxicol 1976, 15(6): 670– 677.

[5] Courtney K D. Hexachlorobenzene (HCB) [J]. A Review Environ Res 1979, 20: 225– 266

[6] Reinke W, Knackmuss H J. Microbial metabolism of haloaromatic: isolation and properties of a chlorobenzene-degrading[J]. Appl Environ Microbiol 1984, 47(2): 395– 402

[7] Berry D E, Francis A J, Bollag JM. Microbial metabolism of heterocyclic and heterocyclic aromatic compounds under anaerobic conditions[J]. Microbial Rev 1987, 51(1): 43– 59.

[8] Nishino S E, Spain J C, Belcher L A, et al. Chlorobenzene degradation by bacteria isolated from contaminated groundwater [J]. Appl Environ Microbiol 1992, 58(5): 1 719– 1 726

[9] 罗日新, 李顺鹏. 邻单胞菌 L1 对氯代苯的降解特性的研究 [J]. 中国环境科学, 1998, 18(3): 272– 273
Luo Rixin, Li Shunpeng. Degradation characteristics of chlorobenzene by Plesiomonas sp. L1[J]. China Environmental Science 1998, 18(3): 272– 273 (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]

(上接第 47 页)

(3) 液位高度与换热效果有着密切的关系. 当液位高度与加热中心在同一水平线上时是该系统高效运行的最佳高度. 随着液位的升高, 换热效果随之降低, 但是当液位高于加热中心时, 液位高度与相变换热效果之间并没有过多的联系; 当液位高度低于加热中心时, 相变换热能力会随着液位高度的降低而降低.

[参考文献] (References)

[1] Delea D, Nishio S, Takano K, et al. The experimental research on microtube heat transfer and fluid flow of distilled water[J]. Int J Heat Mass Transfer 2004, 47(13): 2 817– 2 830.

[2] Lee P S, Garimella S V, Liu D, et al. Investigation of heat transfer in rectangular microchannels[J]. Int J Heat Mass Transfer 2005, 48(9): 1 688– 1 704.

[3] Li Z X, Du D X, Guo Z Y, et al. Experimental study on flow characteristics of liquid in circular microtubes[J]. Microscale Thermophysical Engineering 2003, 7(3): 253– 265.

[4] Li J, Peterson G P, Cheng P, et al. Three-dimensional analysis of heat transfer in a micro-heat sink with single phase flow [J]. Int J Heat Mass Transfer 2004, 47(19): 4 215– 4 231

[5] Ma H B, Peterson G P. Experimental investigation of the maximum heat transport in the triangular grooves[J]. ASME J Heat Transfer 1996, 118(3): 740– 746

[6] 胡学功. 高性能微槽群相变散热系统的研究 [D]. 北京: 中国科学院热物理研究所, 2005.
Hu Xuegong. A study on a micro groove phase-change cooling system with high performance[D]. Beijing: Physics Institute of Chinese Academy of Science, 2005. (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]