不同试验条件下硝基苯的生物降解研究

徐冬英[1,2], 吕锡武[2]

(1. 绍兴文理学院 土木系, 浙江 绍兴 312000;
2. 东南大学 环境工程系, 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硝基苯污染物. 小试结果表明: 经过驯化的生物膜可以有效去除一定浓度范围的微量有机物, 当停留时间为 7 d时, 硝基苯的去除率在 66.2% ~ 75.6% 的范围内, 在温度为 25℃左右、pH为 6~ 9之间, 微量有机物的去除效果最佳. 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硝基苯等有机污染具有较明显的改善效果.

[关键词] 人工介质, 硝基苯, 降解, 水质改善

[中图分类号] X52 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2010) 04-0105-04

Research of Degradation About Nitrobenzene by Microorganism on Different Experiment Condition

Xu Dongying[1,2], Lü Xiwu[2]

(1. Department of Civil Engineering, Shaoxing University of Arts and Science, Shaoxing 312000, China;
2. Department of Environmental Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Artificial media were used to enrich microbe and improve the water resource quality, therefore trace quantity organic pollutants were biodegraded. The result of the test showed that, after domestication, the micro association enriched in the assembled medium could remove corresponding trace quantity organic pollutants in some concentration. At the same time, the congener trace quantity organic pollutants could be biodegraded. When the settle time was 7 days, the removal of trace quantity organic pollutants was between 66.2% ~ 75.6%. When the temperature was 25 degree centigrade, the pH was between 6 and 9, the effect was the best about the removal on trace-quantity-organic pollutants water. It is evident that the trace quantity organic pollutants of Nitrobenzene in the source water quality from Meiliang Bay in Taihu Lake can be well degraded by enriched microbes on the artificial media.

Key words: artificial-media, Nitrobenzene, degradation, water quality improvement

梅梁湾系太湖北部的一个湖湾, 是无锡市著名的风景旅游区, 也是该市赖以生存的水源地. 近年来发现大量化学合成的有机化合物通过各种渠道和途径进入水体, 其中很多化合物在水体中长期滞留. 在围绕这一环境问题进行的各种研究工作中, 有机物的生物降解性研究是当前重要的课题之一. 该研究目的在于通过人工介质对湖水中的土著微生物进行有效的富集, 在介质表面形成一层生物膜[1,2], 通过微生物的降解作用来降解湖泊中所含微量有机物, 为在示范工程区内有风浪、透明度小、无底泥淤积等难于恢复水生植物的区域内应用该技术提供参数.

硝基苯(Nitrobenzene, NB)是一种重要的化工原料和精细化工中间体, 主要用于催化还原制造苯胺[3], 是难以生物降解的剧毒化学品且具有弱致突变性, 长期接触硝基苯对人体及动植物的危害极大[4]. 硝基苯进入水体后引起水质感官性状严重恶化、地面水自净困难, 危害人们的健康. 因此, 硝基苯被归于世界"环境优先控制有毒有机污染物"前列[5,6], 其在环境水体中的行为日益受到关注.

收稿日期: 2010-08-30.
基金项目: 科技部"十五"重大科技专项.
通讯联系人: 徐冬英, 讲师, 研究方向: 水处理理论及工程技术. E-mail: 542117942@qq.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

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,反应器内有挂膜良好的组合填料人工介质,在贮水池内投加微量硝基苯,贮水池出水口连接硅胶管,通过蠕动泵调节流量.

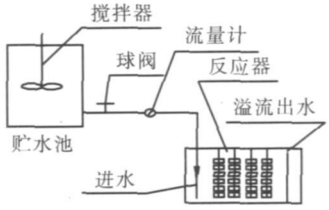


图 1　试验装置

Fig.1　Experiment equipment

图 2　微生物降解硝基苯的试验流程

Fig.2　Experiment process of degradation about Nitrobenzene

1.2　试验仪器与有机药剂

55×45×35(cm^3)试验池; 25W ZB1.5-201无堵塞自吸泵(上海蓝鲸电机制造有限公司);带搅拌器的150 L贮水池; BT00-300M 型蠕动泵,泵头型号 TZ1515X(河北保定兰格恒流公司);增氧泵;硝基苯(AR,上海试剂一厂).

1.3　硝基苯降解试验方案

1.3.1　驯化

低浓度硝基苯驯化过程共历时 60 d,其水力停留时间(HRT)为 5 d,在试验池中置放人工介质,其中一个试验池投加硝基苯,另一个贮水池作为对照.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.

1.3.2　动态降解试验

该试验主要目的是考察微量有机物浓度和水力停留时间的改变对微量有机物生物降解情况的影响.实验室内采用空调恒温,通过调节蠕动泵转速控制流量.进出水方式为下进上出.保持微量有机物投加浓度不变,水力停留时间逐步控制在 5 d、7 d.每次改变停留时间,稳定运行 2~ 3周后采每个试验池的进出水样用 GC-MS法分析微量有机物含量.

1.3.3　静态降解试验

在灭菌的三角瓶中加入含微量硝基苯的水,依次调节溶液为相应 pH 值,然后放入培养箱中,并保持充分光照效应及供氧泵充分供氧,测定不同试验条件下的降解效果,隔 6 d后测定有机物浓度,每次取 3组重复样,测定结果取平均值.

2　结果与讨论

2.1　动态条件下硝基苯浓度变化的降解性能

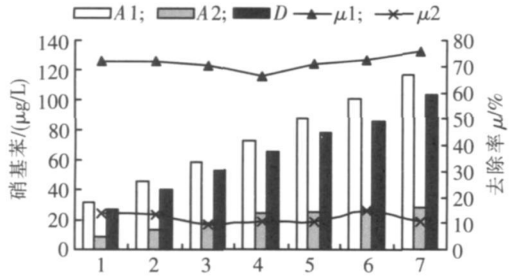
人工介质经水体中低浓度硝基苯驯化后,富集了能降解对应有机物的微生物,因而在不同条件下均能对硝基苯有一定降解作用.GC-MS法分析硝基苯含量,硝基苯的动态降解结果如图 3和图 4所示.

从图 3、图 4可以看出,停留时间为 7 d和 5 d时,试验池中去除率比较稳定,分别在 66.2% ~ 75.6%和 52.7% ~ 64.2%的范围内.对照池中去除率有所提高,分别在 9.7% ~ 14.8%和 5.8% ~ 10.0%的范围内.从硝基苯进出水浓度看,试验池中硝基苯出水浓度明显低于对照池中硝基苯出水浓度,如硝基苯进水浓度为 31.3和 87.6 μg/L时,在 HRT= 7d的情况下,试验池和对照池的硝基苯出水浓度分别为 8.8和 26.9 μg/L, 25.5和 78.4 μg/L,说明在停留时间内,经过驯化的生物膜可以有效降解一定浓度范围的硝基苯.硝基苯进水浓度为 45.7和 116.3 μg/L时,在 HRT= 5d的情况下,试验池和对照池的硝基苯出水浓度分别为 19.6和 41.7 μg/L, 49.3和 109.6 μg/L,说明在停留时间为 7 d和 5 d内,经过驯化的生物膜可以有效降解一定浓度范围的硝基苯,且 HRT= 7d的去除效果明显优于 HRT= 5d的去除效果.

2.2　静态条件下不同温度的降解性能

温度是影响微生物生长代谢的一个重要因素,根据试验中不同培养温度(5℃、10℃、15℃、20℃、25℃、

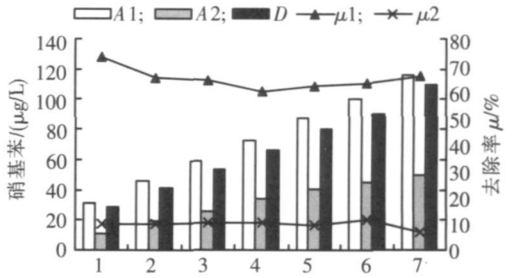
© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



A1,进水浓度; A2,出水浓度; D,对照池; μ1,实验池去除率; μ2,对照池去除率

图 3 HRT=7d 硝基苯降解

Fig.3 Degradation about Nitrobenzene of HRT=7d



A1,进水浓度; A2,出水浓度; D,对照池; μ1,实验池去除率; μ2,对照池去除率

图 4 HRT=5d 硝基苯降解

Fig.4 Degradation about Nitrobenzene of HRT=5d

30℃、35℃)时的降解液定时取样的有机物测试浓度和去除率的数据,绘制它们的历时曲线,如图 5所示.

由图 5可知,温度对细菌降解硝基苯能力的影响很大,细菌降解硝基苯的最适温度为 25℃左右. 在温度范围(20~ 25℃)内,去除效果非常显著. 从起始浓度的 72.9 μg/L, 20℃时去除为 24.5 μg/L, 去除率为 66.4%; 25℃时去除为 22.9 μg/L, 去除率为 68.6%. 而 10~ 15℃时,降解速率比较缓慢,去除率分别为 28.9%、40.1%. 而在 5~ 10℃时, 降解能力有限, 30℃以上时,降解能力又受到抑制. 说明温度过高或过低均不利于硝基苯的降解.

2.3 静态条件下不同 pH 值的降解性能

图 6为不同 pH 下组合介质对硝基苯的降解效果.

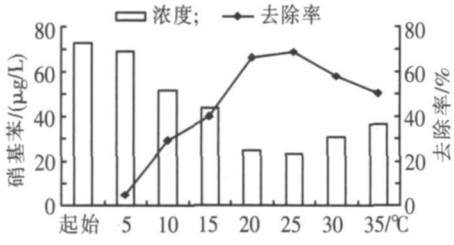


图 5 不同温度下硝基苯的降解

Fig.5 Degradation about Nitrobenzene on different temperature

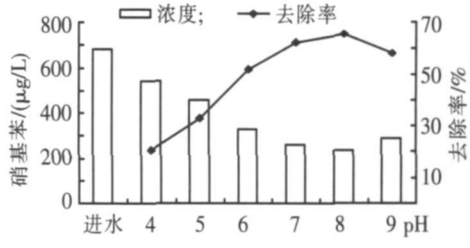


图 6 不同 pH 下硝基苯的降解

Fig.6 Degradation about Nitrobenzene on different pH

由图 6可以看出,在 HRT = 6 d, pH 为 6~ 9之间,硝基苯具有较高的去除率,最适宜的 pH 在 7~ 8之间. 从起始浓度的 682.3 μg/L, pH 为 7时去除为 258.6 μg/L, 去除率 62.1%; pH 为 8时去除为 234.8 μg/L, 去除率 65.6%. 在碱性或酸性过高的情况下,硝基苯的去除率都有所下降,但在碱性条件下下降得较慢,可见微生物适应碱性的能力比适应酸性的能力强.

pH 值对硝基苯类化合物的毒性有明显影响,这是因为有些硝基苯类化合物,如硝基酚类、硝基苯酸类在不同 pH 值条件下呈现不同的状态. pH 值较低时主要以化合态存在,而在 pH 值较高时主要以游离态存在. 一般认为,游离态硝基苯类化合物的毒性比化合态更大. 因此在细菌生长允许的范围内适当提高 pH 值有利于硝基苯类化合物的生物降解[7-9].

3 结论

依据上述试验结果和分析,可以得到如下结论:

(1) 通过人工介质富集的微生物的降解作用,对水体中所含硝基苯具有一定降解去除作用. 当停留时间为 7 d时,硝基苯的去除率在 66.2% ~ 75.6%的范围内,且 HRT = 7d的去除效果明显优于 HRT = 5d的去除效果.

(2) 温度对有机物的去除影响很大,去除硝基苯的最适温度为 25℃左右. 在试验的温度范围 20~ 25℃内,去除效果非常显著;而在 5~ 10℃时,去除能力有限; 30℃以上时,去除能力又受到抑制.

(3) pH 在 6~ 9之间,硝基苯具有较高的去除率,最适宜的 pH 在 7~ 8之间, pH 为 7时去除率为 62.1%, pH 为 8时去除率为 65.6%. 在碱性或酸性过高的情况下,硝基苯的去除率都有所下降,但在碱性

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

条件下下降得较慢,即适应碱性的能力比适应酸性的能力强.

[参考文献](References)

[1] 徐冬英,吕锡武, 王志雄. 微生物降解阿特拉津试验研究[J].绍兴文理学院学报, 2005, 25(10): 38-41.
Xu Dongying, Lü Xiwu, Wang Zhixiong. An experimental research in degradation of atrazine by microorganism[J]. Journal of Shaoxing University, 2005, 25(10): 38-41. (in Chinese)

[2] 徐冬英,吕锡武.微生物降解 1, 2, 4-三氯苯试验研究[J]. 南京师范大学学报:工程技术版, 2007, 7(4): 55-58.
Xu Dongying, Lü Xiwu. The experiment research of degradation of 1, 2, 4-trichlorobenzene by microorganism[J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2007, 7(4): 55-58. (in Chinese)

[3] 徐冬英,吕锡武,吴敏,等. 微生物降解硝基苯、酞酸酯类有机物试验研究[J].净水技术, 2006, 25(1): 52-54.
Xu Dongying, Lü Xiwu, Wu Min, et al. The experiment research of degradation of nitrobenzene and phthalic acid esters paes by microorganism water[J]. Purification Technology, 2006, 25(1): 52-54. (in Chinese)

[4] 王晓燕,尚伟.水体有毒有机污染物的危害及优先控制污染物[J].首都师范大学学报:自然科学版, 2002, 23(3): 73-78.
Wang Xiaoyan, Shang Wei. The harm of organic micro-pollutant on water body and priority pollutants[J]. Journal of Capital Normal University: Natural Science Edition, 2002, 23(3): 73-78. (in Chinese)

[5] Ye J, Singh A, Ward O P. Biodegradation of nitroaromatics and other nitrogen-containing xenobiotics[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2004, 20(2): 117-135.

[6] 李俊生,徐靖,罗建武,等. 硝基苯环境效应的研究综述[J].生态环境学报, 2009, 18(1): 368-373.
Li Junsheng, Xu Jing, Luo Jianwu, et al. A review on the research of environmental effects of nitrobenzene[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(1): 368-373. (in Chinese)

[7] 尤宏,吴东海,姚杰,等. 水中硝基苯光降解研究[J].安全与环境学报, 2008, 8(4): 16-19.
You Hong, Wu Donghai, Yao Jie, et al. Photo-degradation of the nitrobenzene in water[J]. Journal of Safety and Environment, 2008, 8(4): 16-19. (in Chinese)

[8] 卢桂兰,郭观林,王世杰,等. 水体中硝基苯厌氧降解微生物的筛选及其降解特性研究[J].农业环境科学学报, 2010, 29(3): 556-562.
Lu Guilan, Guo Guanlin, Wang Shijie, et al. Screening and biodegradation of anaerobic microorganisms for nitrobenzene in water[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2010, 29(3): 556-562. (in Chinese)

[9] 吴锦华,韦朝海,李平. 金属离子及盐度对硝基苯厌氧生物降解过程的影响[J].环境科学研究, 2009, 22(1): 99-102.
Wu Jinhua, Wei Chaohai, Li Ping. The effect of metal ions and salinity on anaerobic biodegradation of nitrobenzene[J]. Research of Environmental Sciences, 2009, 22(1): 99-102. (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net