厌氧–好氧组合工艺处理制药废水的试验研究

李静[1]，姚传忠[2]，季民[1]，孟玢[3]

（1. 天津大学环境工程与科学学院，天津 300072；2. 辽宁工程技术大学土木建筑学院，辽宁 阜新 123000；
3. 天津市排水管理处机电安装维修管理所，天津 300072）

［摘要］采用上流式厌氧污泥床反应器–移动床生物膜反应器串联装置，处理含有大量氨基酸和皂素的制药废水。系统的总 COD 去除率平均在 86%左右。当厌氧反应器的 COD 容积负荷为 10~21 kg/(m³·d)，COD 去除率平均为 70%左右；好氧反应器的 COD 容积负荷率为 2.48~2.87 kg/(m³·d)，COD 去除率为 59%。

［关键词］氨基酸废水；皂素废水；混凝；上流式厌氧污泥床反应器
［中图分类号］X703.1 ［文献标识码］A ［文章编号］1005–829X(2004)01–0024–03

Experimental studies on the treatment of medical wastewater by combined anaerobic and aerobic processes

Li Jing[1], Yao Chuanzhong[2], Ji Min[1], Meng Bin[3]

(1. *Department of Environmental Engineering Technology and Science, Tianjin University, Tianjin* 300072, *China*; 2. *Civil Engineering Department, Liaoning Technical University, Fuxin* 123000, *China*;
3. *Tianjin Drainage Manager Electromechanical Assemblage and Maintenance Manager, Tianjin* 300072, *China*)

Abstract: The medical wastewater, which is composed of a large quantity of amino acids and saponin, is treated by upward anaerobic sludge bed reactor(UASB)–moving biofilm bed united reactor (MBBR) processes, The total removal rate of COD is 86% in the system. The removal rate of COD of UASB is 70%, while the capacity of COD load is 10~15 kg/(m³·d); The removal rate of COD of MBBR is 59%, while the capacity of COD load is 2.48~2.87 kg/(m³·d).

Key words: amino acid wastewater; saponin wastewater; coagulation; upflow anaerobic sludge blanket reactor

氨基酸生产工艺中大多是将毛发酸化（硫酸）水解提取氨基酸，其生产废水中大多是生产原料和生产工艺中的冲洗废水，水中含有高浓度 COD、BOD、小分子肽、黑色素、氨基酸、硫酸和盐等物质[1]，皂素生产工艺排放的废液以盐酸和糖类为主。这两种废水都属于高有机物、高 COD 的酸性废水，尤其是氨基酸生产废水中含有高浓度的氨氮和硫酸根，用一般处理方法不易处理。针对废水的特点，本试验尝试采用 pH 调节–厌氧–好氧生物处理的组合工艺，探讨对含氨基酸和皂素的制药废水处理的可行性。

1 试验装置与实验方法

1.1 试验装置及运行条件

试验流程见图 1。

先采用烧杯试验将试验废水的 pH 调节到适当值，再进行氨氮吹脱。即向废水中加入氢氧化钙调节 pH，沉淀后，取上清液进行吹脱，将吹脱后的废水打入高位水箱中，进入生物处理系统。

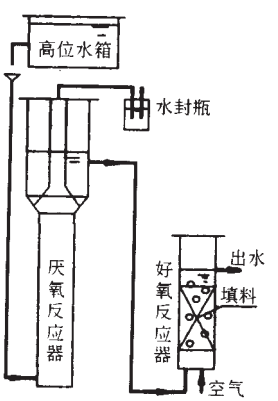

图 1 试验流程

生物处理系统由中温上流式厌氧污泥反应器(UASB)和好氧移动床生物膜反应器(MBBR)顺序

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

组成。中温上流式厌氧污泥反应器:内径为 D25 mm 的有机玻璃柱制成,反应区高 1 000 mm,有效容积 2.0 L,分离区设置高 350 mm 的三相分离器,反应区外做加热套管,用热水循环加热保持恒温(35±1) ℃。好氧移动床生物膜反应器:内径为 D80 mm 的有机玻璃柱制成,高 750 mm,有效容积为 3.35 L。好氧反应器中投加轻质移动填料,填料为直径 D10 mm,高 10 mm 的聚乙烯材质的空心圆柱体,密度小于 1 g/cm^3,填料的投配比为 60%。

UASB 中的接种污泥取自某个正在运行的 EGSB 反应区的成型颗粒污泥,MBBR 接种污泥为天津市某污水处理厂的回流污泥。

1.2　废水水质

试验污水取自天津市某制药公司排放的废水,主要是氨基酸生产废水和皂素生产废水,氨基酸废水呈黑绿色,皂素废水呈红褐色,均有难闻气味。废水中主要污染物的浓度范围见表 1。

表1　废水水质

水样	COD_{Cr}/(mg·L^{-1})	BOD/(mg·L^{-1})	硫酸根/(mg·L^{-1})	氨氮/(mg·L^{-1})	pH	色度/倍	BOD/COD
氨基酸废水	25 000 ~ 27 600	12 000 ~ 12 780	9 884	3 977	1 ~ 2	1 500	0.463
皂素混合水	7 480 ~ 17 820	4 000 ~ 4 440	/	/	3 ~ 4	1 750	0.249

1.3　监测项目和分析方法

主要监测项目有:COD_{Cr},MLSS,SS,pH,曝气量,溶解氧量,氨氮,温度,色度。

COD_{Cr} 采用微量水样重铬酸钾测试法[3],其他监测方法均采用国家水质标准分析方法[4]。

2　试验结果及讨论

2.1　pH 调节及氨氮吹脱

用氢氧化钙调节皂素废水的 pH 到 7 ~ 8。

用氢氧化钙调节氨基酸生产废水的 pH 为 12,快速搅拌 10 min(150 r/min),生成硫酸钙沉淀,沉淀 30 min 后,取上清液曝气 15 h,硫酸根和氨氮的去除率均在 58%左右。

2.2　厌氧反应器处理效果

本试验中,UASB 每天进水 2.8 L,控制水力停留时间为 17 h,反应器的 pH 控制在 8 左右。试验运行开始阶段,以自来水稀释化学处理后的废水作为 UASB 的进水,在运行过程中,随时间逐渐减少原水的稀释倍数直至以原水为进水,所以厌氧生物反应器容积负荷的提高主要是依靠提高进水浓度而达到的。

厌氧反应器的实验结果见图 2,随着进水 COD 浓度增大,增加了反应器中的有机物基质浓度,使污水向颗粒污泥的传质推动力增大,提高传质速率,从而 COD 的去除率得到提高。从图 2 中的进出水 COD浓度来看,虽然进水 COD 浓度逐渐增大,但出水 COD 质量浓度基本稳定在 2 500 ~ 3 000 mg/L 之间,说明该反应器对进水浓度的提高有较好的适应能力和很大的降解潜力。

从图 2 中也可分析出,随着厌氧反应器的进水容积负荷的提高,其 COD 的去除率也有明显增加。表明在一定范围中提高进水容积负荷有助于提高微生物活性,增强反应器的处理能力,当 UASB 的容积负荷达到 10 ~ 21 kg/(m^3·d) 时,COD 去除率平均为 70%左右,最高 COD 去除率可达到 82.9%。

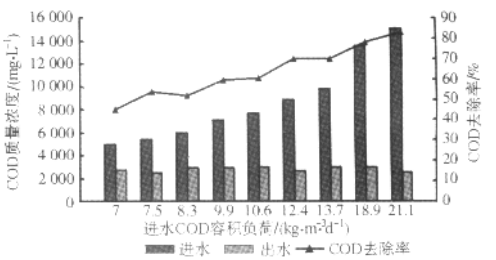

图 2　UASB 的 COD 去除率随进水浓度及容积负荷的变化

因为试验中以自来水稀释试验废水,所以运行过程中进水的氨氮浓度同 COD 浓度一样,也是不断升高。由图 3 可分析出,厌氧反应器出水氨氮浓度高于进水氨氮浓度,说明在厌氧过程中有机氮被转化成氨氮[4]。并由整个反应器运行过程中 COD 去除率不断升高的情况,可以说明颗粒污泥经过驯化后可以逐渐适应高浓度氨氮的环境。

2.3　好氧反应器处理效果

常温下,以 UASB 出水直接作为好氧反应器的进水,进水 COD 质量浓度为 2 500 ~ 3 500 mg/L,水力停留时间为 24 h,水中溶解氧维持在 2.5 mg/L 以上。处理效果见图 4,COD 去除率随好氧反应器的

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

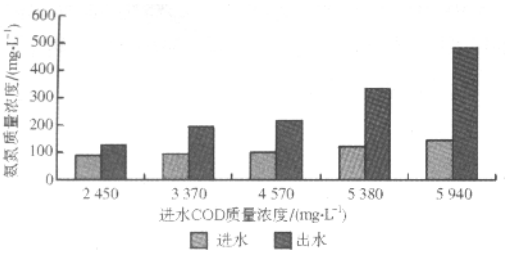

图 3　UASB 进出水氨氮浓度变化

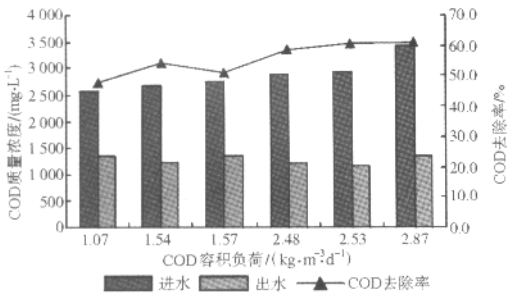

图 4　MBBR 的 COD 容积负荷对 COD 去除率的影响

COD容积负荷增大而增大,在 COD 负荷为 2.48～2.87 kg/(m³·d)时,COD 的去除率稳定在 59%左右,出水 COD 质量浓度稳定在 1 100～1 300 mg/L 之间,随进水的 COD 浓度变化很小,说明出水的可生化性已经很差,无法再进行降解,出水可排入城市污水管道中。

2.4　厌氧/好氧系统对 COD 去除率的贡献分析

在不同的进水 COD 浓度下,厌氧/好氧系统的 COD 去除率构成分解见图 5,在厌氧/好氧系统运行过程中,当进水 COD 质量浓度为 6 000～15 000 mg/L 时,系统的总 COD 平均去除率为 86%,最高 COD 去除率可达到 91%。其中厌氧反应器对 COD 的去除率占总 COD 去除率的 60%以上;好氧反应器只占 30%左右,并且随进水 COD 浓度的升高好氧反应器的去除率没有什么变化,说明在组合工艺中厌氧反应器起了主要的处理作用。从图 6 中也可以看到,随着 COD 的总容积负荷的提高,厌氧反应器的去除负荷急剧增大,说明 UASB 具有很大的负荷能力和处理潜力;而好氧反应器的去除负荷随着总容积负荷的增大没有太大变化,即厌氧 UASB 反应器能处理废水中的大部分 COD。

3　结论

(1)通过调节 pH 和氨氮吹脱处理,氨基酸废水的硫酸根和氨氮的去除率达到 58%以上。

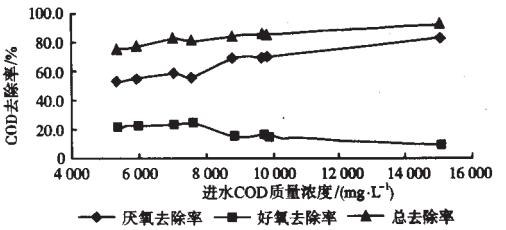

图 5　系统 COD 去除率构成图

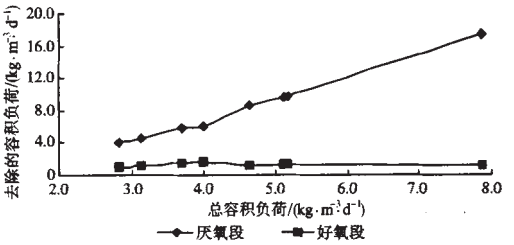

图 6　系统容积负荷与去除负荷的关系

(2)厌氧 UASB 反应器,当 COD 容积负荷在 10~21 kg/(m³·d)的范围之间时,COD 去除率平均在 70%左右,最高 COD 去除率可达到 82.9%。

(3)好氧移动床生物膜反应器,当 COD 容积负荷率为 2.48～2.87 kg/(m³·d) 时,COD 去除率在 59%左右,出水 COD 在 1 100～1 300 mg/L 之间,处理水可排入城市污水管道。

(4)当进水 COD 质量浓度为 6 000～15 000 mg/L 时,UASB 和好氧移动床生物膜反应器处理系统的 COD 平均去除率为 86%,最高可达到 91%,其中厌氧反应器对 COD 去除率占总去除率的 60%以上。

[参考文献]

[1]沈炳琳,等. 采用质谱场解析法从氨基酸废水中发现肽类物质,氨基酸杂志,1994,(4):47－49

[2]刘春. 皂素生产废水污染特点及治理对策探讨[J]. 环境保护科学,2001,27(3):22－24

[3]美国公共卫生协会. 水和废水标准检验法(第十五)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995. 45－49

[4]国家环保局. 水和废水监测分析方法[M]. 第 3 版. 北京:中国环境科学出版社,1989. 248－250

[5]贺延龄. 废水的厌氧生物处理[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001. 235－239

[作者简介] 李静(1977—),1999 年毕业于天津大学建工学院,现为在读硕士研究生。E-mail:lj7744@eyou.com。

[收稿日期] 2003－05－20

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net