

UASB-MBR 联合工艺处理亚麻沤制废水的实验研究

康海笑, 陈建中, 周明罗

(昆明理工大学环境科学与工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要 亚麻沤制废水是高浓度有机废水。由于木质素等难降解物质的存在, 给亚麻沤制废水的处理带来了很大难度。实验研究表明, 采用 UASB-MBR 联合工艺对其进行处理, 在适当的条件下, 出水中有机物质浓度和 SS 达到当地废水排放标准, 木质素类物质去除率在 84.9% 以上, 从而得到很好的环境效益和社会效益。

关键词 亚麻沤制废水; 上流式厌氧污泥床; 膜生物反应器; 废水处理

中图分类号: X703 文献标识码: B 文章编号: 1004-693X(2006)02-0071-03

Study on flax retting wastewater treatment using UASB-MBR method

KANG Hai-xiao, CHEN Jian-zhong, ZHOU Ming-luo

(Department of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract Flax retting wastewater is organic wastewater of high concentration. Treatment of flax retting waster has always been a difficult topic because of refractory organics such as lignin. Experiments using UASB-MBR showed that the concentrations of organic matter and SS were up to the wastewater discharge standard, and the removal rate of lignin was over 84.9%. The technique will help to increase the production of flax with better environmental and social benefits.

Key words flax retting wastewater; upflow anaerobic sludge blanket (UASB); membrane bioreactor; wastewater treatment

1 实验装置与方法

1.1 废水的组分

实验用废水取自云南某亚麻公司, 废水组分见表 1。除水温为现场监测值外, 其余指标为实验室分析值。

表 1 亚麻沤制废水性能指标

项目	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{木质素})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	pH 值	水温/ ℃
实验值	6000~6800	3000~3500	140~180	600~700	5.5~6.5	28~32
平均值	6588	3248	155		6.5	

1.2 分析方法

主要监测项目为 COD_{Cr} , BOD_5 , 木质素, SS 和 pH 值。除木质素外其余指标的监测方法均为国家标准

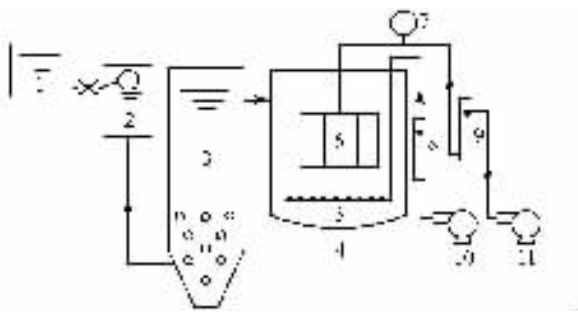
方法^[1]; 木质素质量浓度用木质素的特征值吸收波长 280 nm 来测定^[2]。

1.3 实验装置

上流式厌氧污泥床和膜生物反应器的实验装置及流程见图 1。

上流式厌氧污泥床: 自行设计, 有效容积 15 L; 膜生物反应器曝气池: 钢制容器, 有效容积 5 L; 膜组件: 中空纤维膜, 膜材料是聚砜, 膜孔径 0.05 μm , 组件长度 0.35 m, 过滤面积 2 m^2 ; 曝气泵: ACO-004 型电磁式空气泵, 功率 58 W, 曝气量 70 L/min, 压力 0.035 MPa, 广东省日生集团有限公司产品; 出水泵: 1ZDK-14 型自吸清水泵, 功率 330 kW, 最大流量 6 m^3/h , 吸程 6~8 m, 昆明乐泰电机制造有限公司产品。

作者简介: 康海笑(1980—), 男, 甘肃武山人, 硕士研究生, 研究方向为水污染控制与污水处理。E-mail: smilingsea29@163.com



1—高位水箱 2—液位恒定器 3—UASB 4—生物反应器 5—微孔曝气器 6—膜组件 7—真空表 8—气体流量计 9—液体流量计 10—曝泵 11—出水泵

图 1 UASB-MBR 工艺处理亚麻废水实验装置

1.4 实验方法

本实验主要利用膜生物反应器来处理亚麻沤制废水。膜生物反应器(MBR)是结合了膜分离技术和传统活性污泥法的一种高效污水处理技术。为保证膜生物反应器的出水水质较好,在膜生物反应器前采用上流式厌氧污泥床(UASB)对亚麻沤制废水作前期处理。UASB 停留时间为 12 h,经 UASB 处理后废水浓度适合 MBR 的进水要求。MBR 将中空纤维膜置于生物反应器中,采用空气压缩机在反应器底部曝气,利用负压抽吸出水,实验连续运行,每天取样分析。膜组件定期用物理方法清洗。

2 结果与分析

2.1 UASB 的实验运行

2.1.1 UASB 的主要工艺参数

停留时间为 12 h, COD_{Cr} 容积负荷为 0.4 ~ 0.45 $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 实验运行温度为 24 ~ 27 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.2 实验结果

UASB 反应器在稳定运行期间的各项指标见表 2。由表 2 可以看出,作为 MBR 处理高浓度有机废水的前期处理工艺,UASB 对有机物有一定的降解作用,当实验运行稳定时,出水 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 1 700 ~ 2 200 mg/L , $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 720 ~ 1 000 mg/L , 木质素质量浓度 90 ~ 130 mg/L , 而且出水有机质浓度变化幅度较小,符合膜生物反应器的进水要求。

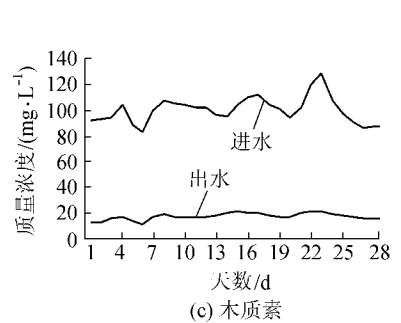
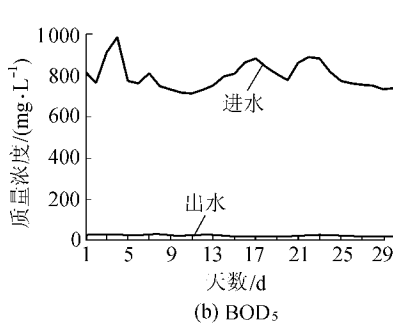
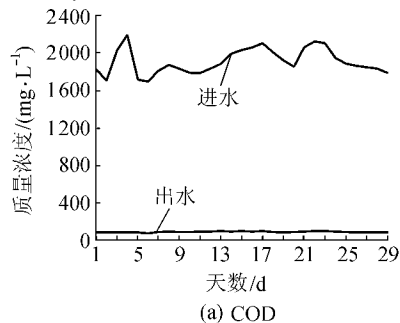


图 2 MBR 处理能力

表 2 上流式厌氧污泥床进出水指标

项目	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{BOD}_5)$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{木质素})$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值
进水	6000 ~ 6800	3000 ~ 3500	140 ~ 180	5.5 ~ 6.5
平均值	6588	3248	154.8	6.1
出水	1698.55 ~ 2123.19	713.14 ~ 987.52	83.38 ~ 129.12	5.8 ~ 6.8
平均值	1907.84	800.58	99.50	6.70
去除率/%	64.6 ~ 75.1	67.1 ~ 79.6	7.8 ~ 48.6	
平均值/%	71.1	75.4	35.7	

2.2 MBR 的实验运行

2.2.1 MBR 的主要工艺参数

生物反应器有效容积 5 L,水力停留时间 4 h,膜孔径 0.05 μm ,膜组件长度 0.35 m,过滤面积 2 m^2 。

2.2.2 实验结果

UASB 出水作为 MBR 的进水,MBR 对 COD_{Cr} , BOD_5 和木质素的处理情况见图 2。

由图 2(a)和图 2(b)可以看出,尽管进水有机物浓度较大, $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 1 698.55 ~ 2 123.19 mg/L , $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 713.14 ~ 987.52 mg/L ,但出水中有机物浓度较低, $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 74.15 ~ 99.37 mg/L ,MBR 对 COD 的去除率保持在 92% 之上, $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 16.86 ~ 28.32 mg/L , BOD_5 的去除率在 97% 以上,出水水质稳定。原因可能有三方面,一是生物反应器中膜组件的固液分离功能使反应器中活性污泥一直保持较高水平,从而提高了生物反应器的处理能力;二是膜组件表面所形成的凝胶层能够截留水中可溶性大分子物质^[3],使其在活性污泥系统中有足够的停留时间,从而得到比较充分的降解;三是膜组件的截留作用,使水中大分子物质和生物难降解有机物质能在反应器中有足够的停留时间,同时 MBR 中富集了大量难降解有机物分解菌,这些微生物和有机物的作用时间大于 MBR 水力停留时间,从而大大提高了有机质的去除率。

由图 2(c)可以看出,MBR 对木质素类物质的去除效果很好,木质素质量浓度从 83.38 ~ 129.12 mg/L 下降到 11.06 ~ 21.04 mg/L ,去除率在 74% 以上。这是因为在厌氧阶段木质素类物质在废水本身所含有

的微生物和厌氧污泥的作用下有一定的降解,形成相对简单的有机物,进入 MBR 后,膜组件对木质素类物质的截留作用在 60% 左右^[4],同时足够的曝气量使得木质素类物质的降解始终保持在一个较高水平;另外生物处理中木质素类物质及其中间产物的降解明显受到中间产物浓度的限制,其极限浓度为 700 mg/L 左右^[5],当浓度高于这一极限值时,木质素的降解受到抑制。显然,本实验用水中此类物质浓度低于这个限值,因此木质素类物质的去除效果很好。

2.2.3 MBR 对 SS 和色度的去除

出水中几乎检测不到 SS,对色度有很好的去除效果,这主要是因为膜的截留作用。

3 结论

a. 亚麻沤制废水中有机物浓度高, $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 6000 ~ 6800 mg/L, $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 3000 ~ 3500 mg/L。采用 UASB-MBR 联合工艺处理,出水 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为 74.15 ~ 99.37 mg/L, $\rho(\text{BOD}_5)$ 为 16.86 ~ 28.32 mg/L, COD_{Cr} 的去除率在 98% 之上, BOD_5 的去除率在 99% 以上。出水水质稳定,水质达国家废水排放标准。

(上接第 32 页)

时,曝气水样 COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 的去除率分别比不曝气水样下降 30.2%、6.7%、27.8%。由此可见,相同 BZ 剂投量下,不曝气水样的污染物去除效果优于曝气水样。分析原因在于,曝气水样中溶解氧充分,促使水样中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 在亚硝化菌及硝化菌的作用下被转化为 NO_3^- ,但由于环境中有分子氧的存在,无法进行反硝化作用,故水样中的 pH 值不断下降,同样会使 BZ 剂中复合酶失去活性,最终导致污染物去除率降低。

3 结论

a. BZ 剂投加量在 0.1 ~ 0.8 mg/(L·d) 范围内,最佳投量为 0.4 mg/(L·d),水样在稳定阶段 COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 的平均去除率分别达 25.0%、77.6%、26.1%。

b. 相同 BZ 剂投量下,对水样进行曝气并没有增加水样中污染物的去除效果,反而降低水质净化效果。BZ 剂投加量为 0.4 mg/(L·d) 时,曝气水样 COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 的去除率分别比不曝气水样下降 30.2%、

b. 亚麻沤制废水中木质素类物质质量浓度在 140 ~ 180 mg/L 之间,采用 UASB-MBR 联合工艺处理后出水木质素质量浓度为 11.06 ~ 21.04 mg/L,去除率在 84.9% 以上,而且出水水质稳定。

c. 采用 UASB-MBR 联合工艺处理处理亚麻沤制废水,出水中几乎检测不到 SS,该系统对 SS 去除率几乎达 100%,同时对色度有很好的去除效果。

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002:210,227,102,88,102.
- [2] 蒋挺大.木质素[M].北京:化学工业出版社,2001:12.
- [3] 林喆.膜分离活性污泥法研究[J].城市环境与城市生态,1997,(1):6-9.
- [4] 黄江丽,徐农,施汉昌,等.用膜分离技术处理草浆黑液[J].化工环保,2004,(24):224-226.
- [5] 张朝升,张可方,迟军.高浓度有机废水处理过程中单宁、木质素的降解机理[J].环境污染治理技术与设备,2004,5(6):36-38.
- [6] 于德爽,彭永臻,凌云,等.水解酸化—气浮—SBR 工艺处理亚麻废水[J].给水排水,2002,(4):32-33.

(收稿日期 2004-10-23 编辑 高渭文)

6.7%、27.8%。

c. 利用 BZ 剂治理城市污染水体是可行的。

d. 从处理效果看,在投加复合酶污水净化剂试验中,BZ 剂最佳投量为 0.4 mg/(L·d),且无需对水样进行曝气。

参考文献:

- [1] 徐亚同,史家樑,袁磊.上奥塘水体生物修复试验[J].上海环境科学,2000,(9):480-484.
- [2] 陈金霞,徐王华,张小莉.生物修复技术在污染治理中的应用[J].上海化工,2000,(9):4-7,20.
- [3] 康冰,罗明典.生物净化剂[J].精细与转用化学品,2002,24:15-20.
- [4] 郭薇.复合酶污水净化剂提高水体自净能力[N].中国环境报,2004-11-23(4).
- [5] 邓建绵.污染河流生物修复技术研究[J].环境科学与技术,2003,(1):55-57,76.

(收稿日期 2004-12-10 编辑 高渭文)