



利用生物强化技术处理造纸废水

王海磊¹, 李宗义¹, 于广丽¹, 王振宇^{1,2}

(1.河南师范大学生命科学学院,河南 新乡 453007;2.中国科学院生态环境研究中心,北京 100085)

摘要:本文利用优势混合菌(*Superior mixed flora*)和SBR(Sequencing batch reactor, SBR)对造纸废水进行处理。结果发现,优势混合菌的加入,不但使好氧活性污泥提前4d成熟,而且提高了废水处理效果。强化反应器中进水COD为2864mg/L时,COD去除率为97.47%,出水COD为72.5mg/L,生物强化作用明显。同时,本文还研究了强化反应器的最佳操作工艺。

关键词:造纸废水;优势混合菌;SBR

中图分类号:X703.1

文献标识码:A

文章编号:1000-3770(2005)10-0042-03

生物强化技术(Bioaugmentation)是指为了提高废水处理系统的降解能力,在生物处理体系中投加具有特定功能的微生物来改善原有处理体系的处理效果,从而使废水的生物降解过程更具针对性、高效性。目前,对生物强化技术的研究已成为国内外研究热点。生物强化技术在废水治理中的应用也日益引起人们的关注。本研究针对造纸废水木质素含量高,可生化性差的特点,利用本实验室筛选,优化组合得到的优势菌群,在SBR中,对造纸废水进行微生物降解。并研究了利用SBR和生物强化技术工艺处理造纸废水的最佳工艺,以期为碱法制浆造纸厂废水处理提供理论依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 优势混合菌

由W10、F8和*Phanerochate chrysosporium*组成,W10、F8均为本实验室分离菌株。其中W10经鉴定为固氮细菌属(*Azotobacter* sp);F8为白腐真菌,高产漆酶。二者均具有一定的利用造纸废水中的难降解成分—木质素的能力,*Phanerochate chrysosporium*由中科院生态环境中心馈赠。

1.1.2 废水及活性污泥

接种污泥:由两部分组成,造纸厂活性污泥取自

河南省某造纸厂污水处理站沉淀池,生活污水取自河南师范大学家属院生活污水排污口。

造纸废水:取自河南省某造纸厂排污口。

1.1.3 实验器材

752紫外分光光度计(上海第三分析仪器厂)、TL-1A污水COD速测仪(承德市华通环保仪器厂)、SartoriusBS110S电子天平(北京塞多利斯天平有限公司)、101A型电热鼓风干燥箱(天津泰斯特仪器有限公司)、DH6000A型电热恒温培养箱(天津泰斯特仪器有限公司)等。SBR装置^[1]为自制。

表1 造纸废水水质

指标	COD(mg/L)	BOD(mg/L)	pH	SS(mg/L)	色度(倍)
数值	2100~3000	800~1100	7.0~8.5	1050	340

1.2 方法

1.2.1 SBR的接种

反应器分两组,实验组中接入造纸厂废水处理站沉淀池活性污泥1L、生活污水1L和优势菌群,污泥总接种量约60gVSS,优势菌群接种量为2g/L(湿重),质量比*P.chrysosporium*:F8:W10=2:5:2。对照组不接种优势菌群。

1.2.2 SBR的驯化

反应器驯化初期用人工配水(蔗糖:尿素:磷酸二氢钾=3:1:0.3),然后用造纸厂排污口废水+人工

配水,最后用造纸废水。反应器在 33℃ 恒温下进行,运行周期为 6h,工艺参数为:进水 10min,曝气 4.5h,沉降 30min,放水和闲置 50min。定时测量反应器进出水 COD、MLSS、出水 SS、SV₃₀ 等。以 COD 去除率大于 80% 作为提高废水进水浓度的标志,逐渐提高废水有机物的浓度,对 SBR 反应器中的污泥进行培养和驯化。

1.2.3 SBR 工艺的确定

驯化成熟后,确定 SBR 的最佳工艺,包括曝气时间、沉淀时间、容积负荷、进水 COD 等。

1.2.4 分析测定方法

COD^[2]: 重铬酸钾法 (COD); MLSS、出水 SS^[3]: 重量法; SV₃₀: 量筒法; pH: PHB-4 型 pH 计。

2 结果与分析

2.1 SBR 的驯化

本试验中,实验组和对照组 SBR 在 33℃ 恒温下,对反应器中的污泥进行培养和驯化。反应器运行 12d 后,发现投入的黑色污泥全部转化为黄褐色污泥,絮凝状态良好,生物强化反应器驯化 20d 后,MLSS 为 3.89g/L,出水 COD 为 201mg/L,去除率为 83.7%,且污泥沉降性能良好,沉降速度快,生物相镜检,悬浮污泥中可看到大量菌胶团,并有相当数量的固着型纤毛虫、轮虫等原、后生动物。表明生物强化反应器已驯化成熟。对照反应器经过 24d 的驯化培养,MLSS 为 4.124g/L,出水 COD 为 397mg/L,去除率达到 79%。生物相镜检可看到大量菌胶团,并有钟虫、轮虫等原、后生动物出现,此时,对照反应器也驯化结束。综合两组反应器的驯化情况并加以比较,可以看出强化反应器在驯化时间上比对照反应器提前 4d 成熟,并且 COD 去除率也高于对照反应器。这说明加入优势菌群后,生物强化作用十分明显,不但加速了好氧活性污泥的成熟,而且提高了废水处理效果。试验结果如图 1 所示。

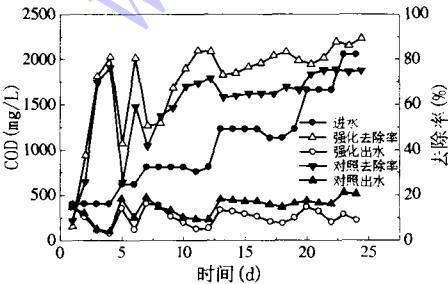


图 1 生物强化反应器与对照反应器进出水 COD 与去除率

反应器中 MLSS (混合液悬浮固体) 和出水 SS 的变化是污泥驯化过程中的重要指标。图 2 和图 3 显示,反应器驯化初期,MLSS 迅速下降,这是由于沉降性能差的污泥被快速洗出,强化反应器 MLSS 经历最低值后逐渐上升,到第 16d 时,便稳定在 3.89g/L 左右; z 出水 SS 小于 50mg/L,沉降性能良好的活性污泥和菌胶团已经形成。而对照反应器污泥沉降性能较差,到 21d 时,MLSS 值才稳定在 4.124g/L 左右;出水 SS 小于 60mg/L,污泥沉降性能良好。

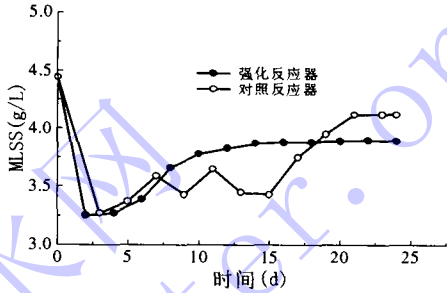


图 2 MLSS 变化曲线

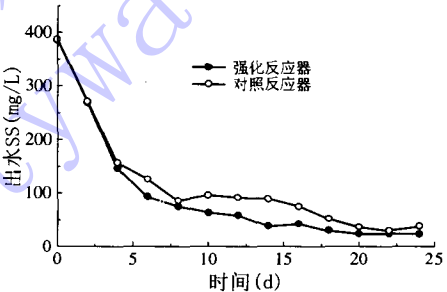


图 3 出水 SS 随时间变化

2.2 SBR 工艺的确定

2.2.1 SBR 最佳反应时间

连续测定一个周期内反应器的 COD 变化,以确定反应器的最佳反应时间。结果如图 4 所示。曝气 4.5h,生物强化反应器的 COD 去除率已达 95.36%,而对照反应器 COD 去除率仅为 89.76%,强化反应器的处理效果明显优于对照反应器,说明优势菌的加入提高了反应器的处理能力。强化反应器的出水

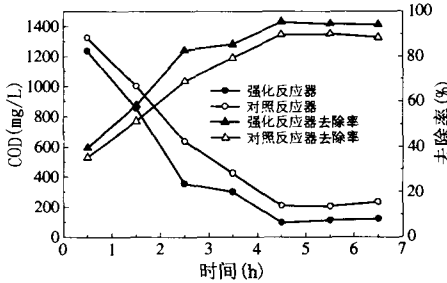


图 4 曝气时间对去除效果影响



COD小于 100mg/L,达到国家《污水综合排放标准》一级标准 (GB 8978-1996)。说明本试验设定的工艺条件比较合理。故对两者的反应时间不作调整。

2.2.2 SBR 最佳沉淀时间

由于 SBR 工艺是静置沉淀,所以沉降性能好,所需沉淀时间较短。本试验表明,反应器进入稳定运行阶段后,只需沉淀 0.5h,出水 SS 即小于 40mg/L。若沉淀时间过长,由于反硝化作用,会出现污泥上浮现象,反而会影响出水水质。可见原来确定的工艺参数是合理的,技术上是可行的。

2.2.3 SBR 的容积负荷

以造纸废水为进水,逐渐增大有机负荷,确定 SBR 处理造纸废水的容积负荷范围。如图 5 所示,进水 COD 为 0.81~3.124 kgCOD/m³·d 时,强化反应器 COD 去除率在 93%以上,波动值较小,反应器稳定运行,其中在进水 COD 为 2.864 kgCOD/m³·d 时,COD 去除率为 97.47%。可见容积负荷在 0.81~3.124 kgCOD/m³·d 范围内对 COD 去除率影响较小。容积负荷达到 3.665 kgCOD/m³·d 时,COD 去除率迅速下降。当容积负荷超过 4.024 kgCOD/m³·d 时,反应器运行状况呈恶化趋势。

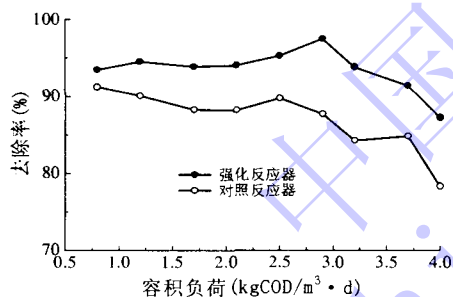


图 5 容积负荷与去除率的关系

容积负荷 0.81~2.484 kgCOD/m³·d 时,对照反

应器 COD 去除率大于 88%,波动值较小,当容积负荷超过 2.484 kgCOD/m³·d 时,COD 去除率开始下降,反应器开始恶化。所以对照反应器的适宜容积负荷为 0.81~2.484 kgCOD/m³·d。而强化反应器的适宜容积负荷为 0.81~3.124 kgCOD/m³·d,说明强化反应器比对照反应器能承受较高的进水负荷。

2.2.4 SBR 的最佳进水 COD

由图 5 可知,强化反应器中在进水 COD 为 2864mg/L 时,COD 去除率为 97.47%,出水 COD 最高浓度为 72.5mg/L,达到国家《污水综合排放标准》所规定的一级标准。因此确定强化反应器最佳进水 COD 为 2864mg/L 左右。而对照反应器在进水 COD 为 2864mg/L 时,出水 COD 浓度为 294.5mg/L,且反应器呈恶化趋势,处理效果明显不如强化反应器。

3 结 论

本文利用优势混合菌和 SBR 对造纸废水进行处理。结果发现,优势混合菌的生物强化作用明显,不但使好氧活性污泥提前 4d 驯化成熟,而且提高了废水处理效果。当强化反应器中进水 COD 为 2864mg/L 时,COD 去除率为 97.47%,出水 COD 为 72.5mg/L。经试验确定,强化反应器的最佳工艺条件为曝气 4.5h、沉降 30min、容积负荷为 0.81~3.124 kgCOD/m³·d、最佳进水 COD 为 2864mg/L。

参考文献:

- [1] Lloyd H. Ketchum J. Design and physical features of sequencing batch reactors[J]. Wat Sci Tech.,1997,25(1):11-18.
- [2] 《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法(第三版)[M].北京:中国环境科学出版社,1997.354-357.
- [3] 贺延龄.废水的厌氧生物处理[M].北京:中国轻工业出版社,1998.106-537.

PAPERMAKING WASTEWATER TREATMENT BY BIOAUGMENTATION TECHNOLOGY

Wang Hai-lei¹, Li Zong-yi¹, Yu Guang-li¹, Wang Zhen-yu^{1,2}

(1.College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China;

2.Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: Papermaking wastewater treatment by superior mixed flora in SBR is studied in this paper. The results showed that the addition of superior mixed flora not only quickened the maturation of aerobic activated sludge but also improved the treatment effect of papermaking wastewater. When the influent in the reinforced reactor COD was 2864mg/L, the removal rate of COD was 97.47% and that in the effluent water was 72.5mg/L, being better than the standard of the national wastewater comprehensive discharge.

Key words: papermaking wastewater; superior mixed flora; sequencing batch reactor