

UASB 反应器处理马铃薯加工废水的研究

李娟红¹, 张贵清, 刘忻, 蒋京东, 马三剑

(1. 苏州科技学院环保应用技术研究所, 江苏苏州215011; 2. 中海发展(苏州)有限公司, 江苏苏州215011)

摘要 利用上流式厌氧污泥床 UASB 反应器在中温条件下处理高浓度马铃薯加工废水。结果表明, 当 UASB 反应器进水 COD_{Cr} 为 30 000 ng/L 时, 容积负荷可达到 30 kg/(m³·d), 水力停留时间 24 h, COD 去除率可以达到 85% 以上, 出水 COD 小于 4 500 ng/L。

关键词 升流式厌氧污泥床; 颗粒污泥; 马铃薯加工废水

中图分类号 X703 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)07-03186-02

Experimental Study on the Treatment of Potato Processing Wastewater by Using UASB Reactor

LI Juan-hong et al (Institute of Environmental Protection Application Technology, University of Science and Technology of Suzhou, Suzhou, Jiangsu 215011)

Abstract A mesophilic UASB (upflow anaerobic sludge bed) reactor was used for the treatment of wastewater from high concentration potato processing wastewater. The results showed that the volumetric load of COD could reach 30 kg/(m³·d) with HRT of 24 hours and COD removal rate of over 85% when influent COD_{Cr} of UASB reactor was 30 000 ng/L. And the effluent COD was lower than 4 500 ng/L.

Key words Upflow anaerobic sludge bed; Granular sludge; Potato processing wastewater

随着食品加工业的发展, 马铃薯深度加工技术的提高, 马铃薯加工产生的大量生产废水组分变得更加复杂多样化, 废水中含有淀粉、各种糖类、多种氨基酸、脂肪、有机酸、维生素以及酶类、茄素等, 每加工 1 t 淀粉, 需要加入 0.5~1.5 倍的软化水, 直接排入水体危害生态环境, 为此马铃薯废水处理备受环保人员的重视^[1-2]。目前国内外对于马铃薯加工废水的处理有以下几种方法: 纯氧曝气法、自然处理法及生化处理法。纯氧曝气由于成本相对较高、停留时间长, 限制了其推广; 自然处理法需要较大的用地, 且受到自然因素的影响。由于马铃薯生产废水有机物浓度较高、生化性良好, 采用生化法处理具有良好的效果, 并且应优先考虑采用厌氧生物法作为去除有机物的主要手段^[3]。厌氧处理不仅可以去除大量的有机污染物, 同时能够回收大量的沼气能量。采用 UASB 反应器(升流式厌氧污泥床)在中温条件下运行, 具有较高的负荷及去除率, 该试验旨在为处理马铃薯加工废水工业化装置提供设计依据。

1 试验装置及试验方法

1.1 试验装置 厌氧试验采用 UASB 反应器, 其系统构造见图 1, 共分为 3 个部分: 三相分离器、悬浮污泥层区和污泥区。反应器的内径 90 mm, 总有效容积为 3 L, 温度控制在(37 ± 2) °C, 废水通过定量泵由反应器底部注入, 自顶部溢流出水, 所产生的沼气流经三相分离器自反应器顶部沼气排出管排出, 经洗气瓶洗后计量。

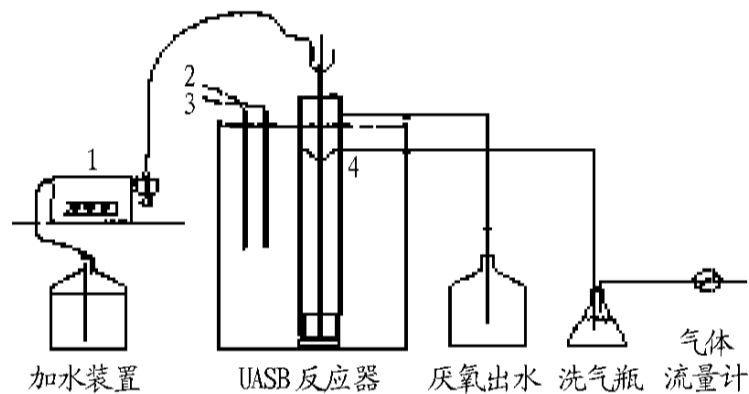
1.2 试验方法

1.2.1 污泥接种。 接种污泥为处理柠檬酸废水的颗粒污泥(含水率=90%, 密度约为 1.20 × 10³ kg/m³), 接种量为反应器容积的 1/3。

1.2.2 废水处理。 马铃薯废水水质: COD、BOD₅、NH₃-N、TP 分别为: 30 000~40 000、20 000~30 000、48~64、60~85 ng/L, pH 值为 5~6。

由于原水的水质还不能够满足 UASB 进水要求, 故需要调节 pH 值来对原水进行处理。

1.2.3 分析项目与方法。 COD 采用重铬酸钾法测定; pH 值采用玻璃电极法测定; 温度用温度计测量; 碱度采用滴定法测定。每天只对反应器的进出水 COD、pH 值、温度进行连续测定, 挥发性脂肪酸依据需要不定期地进行测定^[4]。



注: 1 为定量泵; 2 为温度计探头; 3 为加热器电阻; 4 为三相分离器。

Note: 1, Fixed displacement pump; 2, Thermometer probe; 3, Heater resistance; 4, Three-phase separator.

图 1 UASB 试验装置

Fig. 1 Experiment equipment of UASB

2 结果与分析

2.1 进出水 COD 去除率与时间的关系 由于原水的 COD 为 30 000~40 000 ng/L 且 pH 值为 5~6, 较高的有机物浓度和微偏酸性容易使微生物在厌氧处理过程中受到抑制, 为了保证反应器的稳定运行, 试验初期将马铃薯废水 COD 稀释到 5 000 ng/L, 且利用碳酸氢钠调节 pH 值为 7~8^[5], 水力停留时间控制在 24 h, 为了维持中温厌氧微生物的较高活性, 温度用温度控制器控制在(37 ± 2) °C。试验中期通过增大进水浓度来提高负荷, 整个试验进出水 COD 浓度及去除率变化曲线见图 2。

由图 2 可知, 厌氧的进水 COD 逐步由 5 000 ng/L 增加到 30 000 ng/L, 尽管反应器的进水流量不稳定, 但是整体废水 COD 的去除率一直保持在 85% 以上, 并且在该范围内, 出水的挥发酸(VFA)变化很小, 低于 3 mmol/L。由此可见, 高浓度的马铃薯废水是适合厌氧菌生长的, 接种厌氧颗粒污泥, UASB 可以实现快速启动, 并能够保持较高的厌氧效果。

2.2 进出水 pH 值变化 pH 值是影响厌氧产甲烷菌生长和

作者简介 李娟红(1984-), 女, 江苏盐城人, 硕士研究生, 研究方向: 水污染控制工程。

收稿日期 2008-12-17

繁殖的一个重要因素,由于马铃薯废水呈酸性,在系统初期的运行过程中为了保证产甲烷菌的生存环境,进水时每天加入5 g 的碳酸氢钠调节进水 pH 值为6.8~7.2,测定出水 pH 值为7.0~8.0。由图3可知,随着污泥对马铃薯废水适应性的增强,在后期运行过程中进水的 pH 值 < 6.5 ,系统的自身调节也可以实现酸碱度之间的平衡,维持了产甲烷菌的生存环境,节省药剂投加。

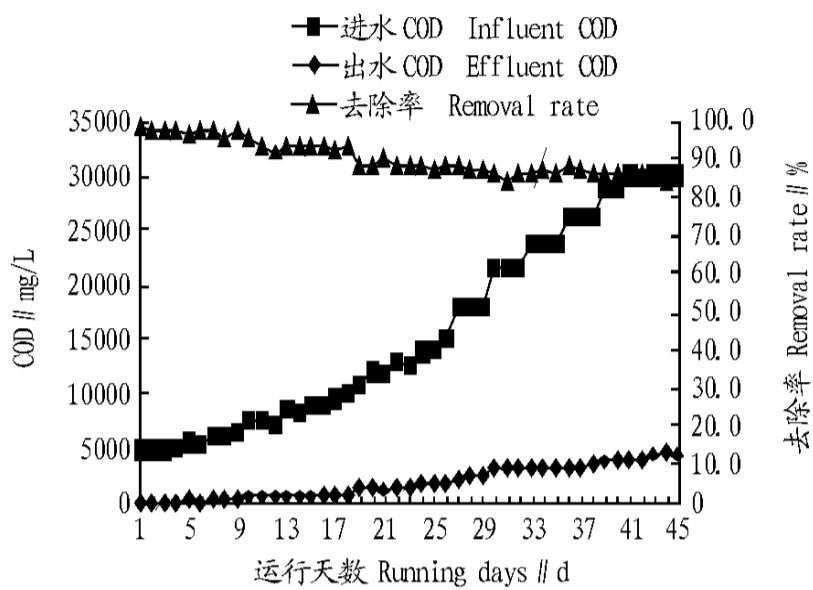


图2 UASB 进出水COD变化

Fig.2 The changes of influent and effluent COD in UASB

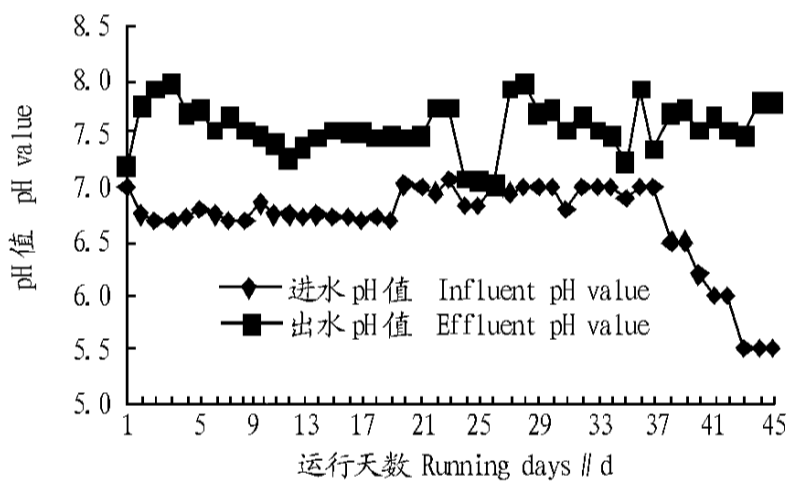


图3 进出水pH值变化

Fig.3 The changes of influent and effluent pH

2.3 容积负荷与产气量的关系 当反应器的容积负荷COD为 $5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,日产气量约为 8.8 L ,随着负荷的不断提高,日产气量也不断地增加,当UASB容积负荷COD增至 $30 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 时,产生沼气也升高到了 55.6 L/d 。由此可见,反应器内厌氧微生物生长正常,产甲烷菌活性高,产气能力较

强,对于高浓度马铃薯废水具有较好的降解效果。在 $35 \sim 40$,每去除 1 kg 的COD产生的沼气体积为 $0.60 \sim 0.69 \text{ m}^3$,大量的沼气产出也为工程应用提供了经济参考价值。容积负荷与产气量的变化关系见图4。

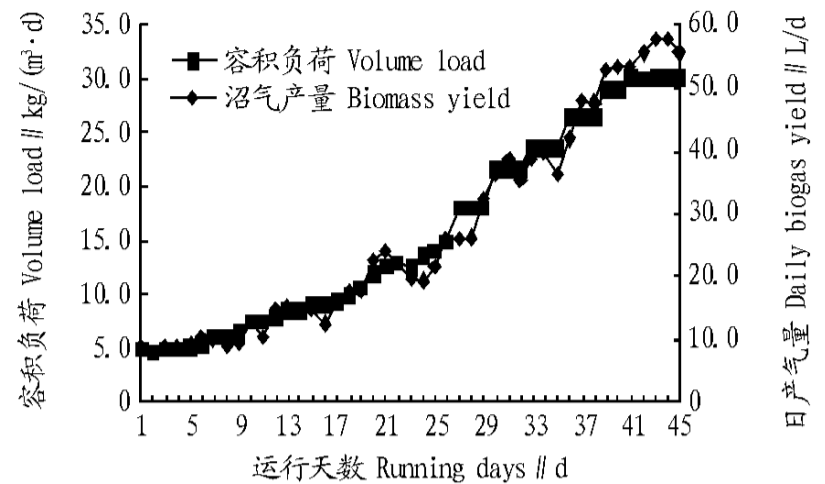


图4 UASB 容积负荷对产气量的影响

Fig.4 Effects of volume load on the biogas yield in UASB

3 结论与讨论

(1) 采用中温UASB反应器处理马铃薯加工废水,具有容积负荷高及去除率高等优点。在反应器进水浓度COD容积负荷保持在 $30 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 以上时,COD去除率仍可达到85%以上,为后续处理打下良好的基础。

(2) 马铃薯废水偏酸性,当UASB达到高的有机负荷时,厌氧反应器可以利用自身的调节作用维持碱度平衡,减少了废水调节pH值的费用。

(3) 对于该试验来说,关键在于产甲烷过程,从试验的反应情况来看,只有当产甲烷菌活性达到较高水平的情况下,COD的去除率明显提高。

(4) 通过该试验的数据分析可以用来进行厌氧系统的设计。

参考文献

- [1] 荣宏伟,崔崇威,邹茂荣.厌氧-好氧处理马铃薯加工废水实验研究[J].哈尔滨商业大学学报,2001(3):40-42.
- [2] 张泽俊,苏春元,刘期成.马铃薯淀粉场工艺废水的综合处理及利用研究[J].食品科学,2004(S1):134-137.
- [3] 胡纪萃.废水厌氧生物处理理论与技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2003:121-127.
- [4] 国家环保局.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,2002:210-215.
- [5] R.E.斯皮思.工业废水的厌氧生物技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2001:60-62.

和不偶合装药等技术措施,增加了爆方量,爆破地震得到了有效控制,减少了爆破个别飞石的飞散距离,并确保周边建筑物安全及邻近滑坡体的稳定,进行地震工况下的最小安全距离计算和稳定分析,使爆破产生次生灾害的各种因素处于人为控制的范围内,变被动防护为主动控制,为今后的滑坡治理提供了有益的借鉴。

参考文献

- [1] 李志毅,杨裕云.工程地质学概论[M].武汉:中国地质大学出版社,1994:143-146.
- [2] 赵福兴,姚尧.定向爆破治理滑坡[J].爆破与冲击,1992(3):233-238.
- [3] 吴立,闫天俊,周传波.凿岩爆破工程[M].武汉:中国地质大学出版社,2004:205-229,266-269.
- [4] 邹奕芳.预裂缝和减震槽减震效果的爆破试验研究[J].爆破,2005(2):96-99.

(上接第3107页)

统,由计算机进行参数优化模拟,提高了设计的效率和质量。

(2) 从设计到施工,历时仅1个月,与常规土石方开挖工艺相比,提前工期2个月,为避开雨季、提前恢复生产赢得了时间。

(3) 此次爆破地形和环境较好,采用的爆破方案及参数合理,获得了较好的技术经济指标:炸药单耗 $0.16 \text{ kg}/\text{m}^3$,巷道延米爆破量 $222 \text{ m}^3/\text{m}$,堵塞工程为巷道工程量的19%;总造价可节省资金150万元。

(4) 实现了安全第一的原则。爆破本身就存在危险,加之在这样特殊环境中作用,安全显得更为重要。此次爆破采用了以条形硐室加强松动爆破药包技术,利用微差爆破技术