

# 酵母废水预处理的研究探讨

贾成国<sup>1</sup>, 丁力<sup>2</sup>, 彭帅<sup>3</sup>, 齐烁<sup>3</sup>, 浦跃武<sup>3</sup>

(1. 广西中粮生物质能源有限公司, 广西北海, 536000) (2. 广州广船国际股份有限公司, 广东广州 510382)

(3. 华南理工大学生物科学与工程学院, 广东广州 510006)

**摘要:** 本实验的研究目的是得到酵母废水的最佳预处理, 并探索其最佳预处理条件。通过对酵母废水进行活性污泥絮凝处理以及Ca(OH)<sub>2</sub>絮凝沉淀处理, 并通过单因素实验研究以其作为最佳预处理条件。实验结果表明, Ca(OH)<sub>2</sub>絮凝沉淀处理能够起到调节pH(从3.84到7.30)的作用, 同时对于SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>能起到比较好的去除率(23.5%~30.1%)。最后选择的Ca(OH)<sub>2</sub>添加量为1.0g/L, 对硫酸根的去除率为29.5%。

**关键词:** 酵母废水; 活性污泥; Ca(OH)<sub>2</sub>; 絮凝沉淀

文章编号: 1673-9078(2011)1-77-79

## Study of the Pretreatment of the Yeast Wastewater

JIA Cheng-guo<sup>1</sup>, DING Li<sup>2</sup>, PENG Shuai<sup>3</sup>, QI Shuo<sup>3</sup>, PU Yue-wu<sup>3</sup>

(1. Guangxi COFCO Bio-Energy Co., Ltd, Beihai 536000, China)

(2. Guangzhou Shipyard International Co., Ltd, Guangzhou 510382, China)

(3. School of Bioscience & Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 51006, China)

**Abstract:** The pretreatment of yeast wastewater were studied by activated sludge flocculation combined with Ca(OH)<sub>2</sub> flocculation in this paper. The results showed that activated sludge flocculation played a role in regulating pH and diluting influent concentration. Ca(OH)<sub>2</sub> flocculation can regulate pH (from 3.84 to 7.30) and remove SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (23.5%~30.1%). The best Ca(OH)<sub>2</sub> dosage was 1.0 g/L, with which the sulfate can be reduced to 29.1%.

**Key words:** yeast wastewater; activated sludge; Ca(OH)<sub>2</sub>; flocculation and sedimentation

酵母的生产主要以糖蜜(甘蔗糖蜜/甜菜糖蜜)为原料; 酵母的应用领域广泛, 与我们日常生活息息相关; 目前, 我国的酵母工业发展迅速, 截止2008年, 国内活性干酵母产量已经超过20万t。

以废糖蜜为主要原料的酵母废水, 废水中含约0.5%干物质, 主要成分为酵母蛋白质、纤维素、胶体物质, 以及未被充分利用的废糖蜜中的营养成分如残糖等。从酵母液体发酵罐中分离的酵母废水, COD 30000~70000 mg/L, 最高可达110000 mg/L, 并随酵母生产批次而变更<sup>[1~4]</sup>。除了有机物浓度高, 酵母废水中的焦糖化合物还使得酵母废水颜色较深, 为深褐色; 同时酵母废水中还含有高浓度的发酵过程中的微生物代谢产物、无机盐类、硫酸根等, 导致废水降解性较差<sup>[1]</sup>。

针对酵母废水高负荷、高硫酸盐、难降解的特性, 张克强等<sup>[5]</sup>采用“铁床+产酸相+空气吹脱+产甲烷相”相串联工艺处理富含硫酸盐的高浓度酵母生产废水, 张亚平等<sup>[6]</sup>采用Fenton试剂对酵母废水氧化预处理,

收稿日期: 2010-09-18

范燕文等<sup>[7]</sup>采用纳滤(NF)预处理酵母废水。这些预处理方法都切实可行, 但基本上都存在预处理成本过高的问题。所以探求一种经济、可行的预处理方案是有必要的。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

酵母废水: 来自湛江遂溪一家制药厂。

### 1.2 实验方法

COD: 重铬酸盐法; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 重量法; 总氮: 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法; pH: 玻璃电极法; 色度: 稀释倍数法; SV<sub>30</sub>: 量筒法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 酵母废水水质数据

从表1中可以看出, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>浓度是非常高的, 一般在厌氧发酵过程中约有30%和70%的COD经由H<sub>2</sub>和乙酸转化为甲烷, 而同时它们又是SRB(硫酸盐还原菌)和MPB(产甲烷菌)共同的良好底物。因此, SRB在利用H<sub>2</sub>和乙

酸时对MPB产生竞争性抑制，导致以产甲烷为目的的厌氧处理效率大幅度降低。同时SRB在代谢过程中产生的H<sub>2</sub>S毒性作用很大。原因可能在于细胞一般带负电，只有电中性的H<sub>2</sub>S分子容易接近并穿透细菌的细胞膜

进入内部，破坏蛋白质，还可以通过形成硫链干扰辅酶A和辅酶M<sup>(8)</sup>。同时对SRB和MPB产生抑制作用。为了减轻高浓度硫酸盐对厌氧处理带来的不利影响，有必要添加预处理来降低酵母废水中的硫酸根含量。

表 1 酵母废水水质情况

Table 1 Quality of the yeast wastewater

指标	COD/(mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /(mg/L)	总氮/(mg/L)	pH	色度
一级离心	32144~41995	2180~4829	1157.6	3.49~4.17	4500
二级离心	8496.2~12513	656~826	329.9~410.5	4.38~4.79	2600

2.2 酵母废水的预处理

酵母废水的预处理分为两步：第一步，活性污泥絮凝预处理；第二步，Ca(OH)<sub>2</sub>絮凝预处理。

2.2.1 活性污泥絮凝处理

取适量一级离心废水 (COD: 40875 mg/L, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 4230 mg/L) 和适量好氧出水混合，稀释成一定浓度的酵母废水。

实验组: 2.14 L 一级离心废水+1.86 L 好氧出水混合物 (SV<sub>30</sub>=30%)

对照组: 2.14 L 一级离心废水+1.86 L 蒸馏水

活性污泥絮凝预处理半小时后，取样测水质指标。

表 2 对照实验水质数据

Table 2 Water quality of samples in control experiment

指标	pH	COD/(mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /(mg/L)
对照组	3.93	21816	2074
实验组	4.42	22147	2191

从上表中可以看出，和对照组相比较，活性污泥单独絮凝预处理对 COD 和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的去除基本上没什么效果。有可能是预处理时间问题，所以下一步实验将会设置预处理时间梯度，探讨活性污泥絮凝预处理时间对预处理结果的影响。

2.2.2 活性污泥絮凝时间对处理结果的影响

取 1.86 L 好氧出水混合物 (SV<sub>30</sub>=30%) 对 2.14 L 的一级离心酵母废水进行稀释，在一小时内，每隔 10 min 取一次样。比较活性污泥絮凝预处理时间对预处理结果的影响。

从图 1 可以看出，絮凝时间的延长对 COD 和硫酸根的去除作用不是很明显。

综上，我们可以得出下述结论：活性污泥絮凝沉淀能起到调节 pH 和稀释进样浓度的作用，有利于后续的厌氧处理。但活性污泥絮凝沉淀对 COD 和 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 的去除作用有限，所以下一步实验通过加入 Ca(OH)<sub>2</sub> 来进行后续的絮凝沉淀处理。

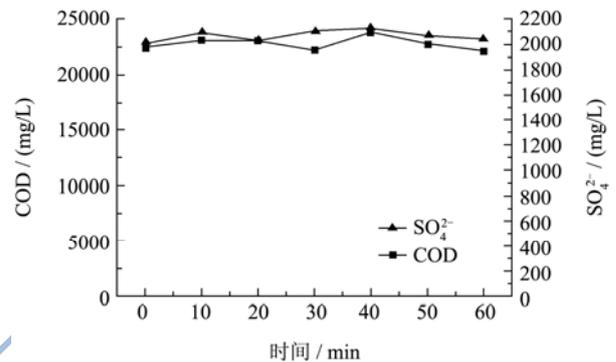


图 1 絮凝时间对水质的影响

Fig.1 Effect of flocculation time on the water quality

2.2.3 Ca(OH)<sub>2</sub> 絮凝沉淀

含高浓度硫酸根离子的废水，预处理时可采用钙盐来进行调节，Ca<sup>2+</sup> 可以与 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 进行反应产生沉淀，反应式如下：



取 6 L 的经过活性污泥絮凝沉淀后的酵母废水，探讨 Ca(OH)<sub>2</sub> 添加量对酵母废水预处理的效果。实验结果见下表。

表 3 Ca(OH)<sub>2</sub> 添加量对水质的影响

Table 3 Effect of Ca(OH)<sub>2</sub> addition on the water quality

投加量/(g/L)	pH	COD / (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 去除率/%
0	3.84	20456	1646	0
0.2	4.32	19991	1260	23.5
0.5	4.69	19991	1240.8	24.6
0.7	5.55	20533	1216	26.1
1.0	6.76	20648	1159.8	29.5
1.2	7.30	20106	1150.2	30.1

从上图中可以看出，Ca(OH)<sub>2</sub> 絮凝沉淀处理能够起到调节 pH 的作用，同时对于 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 能起到比较好的去除率 (23.5%~30.1%)，在 0.2 g/L 时，硫酸根的去除率就达到了 23.5%，继续提高 Ca(OH)<sub>2</sub> 的含量，从 0.2 g/L 到 1.2 g/L，硫酸根的去除并没有明显增加。说

明此法只能对硫酸根进行一定量的消减,处理后还是有大部分硫酸根进入厌氧体系。而且此法的最大缺陷是由于钙盐的投加,钙盐过量将会造成后续生化处理的结垢。厌氧反应器内一结垢将导致实际有效反应容积的减少,颗粒污泥钙化等;所以如果采用此法,建议是:第一,尽量减少氢氧化钙量的添加,同时絮凝后,曝气使过量钙离子沉淀下来。第二,在石灰乳的配置池和絮凝池会产生大量沉淀,需要及时清理。综上所述,最终选择 1.0 g/L 的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  作为最终添加量。

### 3 结论

采用活性污泥絮凝- $\text{Ca}(\text{OH})_2$  絮凝沉淀法对酵母废水进行预处理结果表明:活性污泥絮凝沉淀能起到调节 pH 和稀释进样浓度的作用; $\text{Ca}(\text{OH})_2$  絮凝沉淀处理能够起到调节 pH 的作用,同时对于  $\text{SO}_4^{2-}$  能起到比较好的去除率(23.5%~30.1%),综合考虑后,最后选择的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  添加量为 1.0 g/L,对硫酸根的去除率为 29.5%。可以把两种絮凝沉淀方法结合起来对酵母废水进行预处理,有利于后续厌氧处理的顺利进行。

### 参考文献

- [1] 余景芝.酵母生产与应用手册[M].北京:中国轻工业出版社,2005
- [2] Ciftci T, Ozturk I. Nine years of full-scale anaerobic-aerobic treatment experiences with fermentation industry effluents [J]. Wat. Sci. Tech, 1995, 32(12): 131-139
- [3] 高以炬.UF,NF 处理酵母废水可行性研究[J].水处理技术,1997,23(1):12-18
- [4] Van Der Merwe M, Britz TJ. Combined pre-degradation and anaerobic digestion for the treatment of a bakers yeast factory effluent [J]. Wat. Sci. Tech, 1997, 36(6-7): 295-301.
- [5] 张克强,朱文亭,张蕾,等.含硫酸盐高有机物浓度酵母生产废水两相厌氧处理[J].城市环境与城市生态,2002,15(6):42-44
- [6] 张亚平,韦朝海,吴超飞,等.酵母废水的 Fenton 试剂氧化预处理[J].华南理工大学学报(自然科学版),2005,33(12):19-24
- [7] 范燕文,谢辉玲,邹敦华,等.有机纳滤膜处理酵母废水中试实验研究[J].工业水处理,2006,26(7):57-59
- [8] 冯俊丽,马鲁铭.高浓度硫酸盐废水的厌氧生物处理[J].环境保护科学,2005,31(127):23-26