

# 屠宰废水驯化降解过程中指标检测及 微生物菌群变化研究

何义国<sup>a</sup>, 赵兴秀<sup>b</sup>, 方春玉<sup>b</sup>, 屈鹏<sup>b</sup>

(四川理工学院 a. 化学与制药工程学院; b. 生物工程学院, 四川 自贡 643000)

**摘要:**采用 SBR 工艺用屠宰废水对生活污水处理曝气池中的活性污泥进行驯化,对进出水的 COD、氨氮进行监测,测量污泥特性。通过分离培养污泥微生物,对不同时期污泥菌群和菌落计数分析,结果表明:在驯化初期部分菌群被淘汰,驯化中、后期部分菌群适应废水,数量增加;驯化结束时,污泥中微生物组成基本稳定,细菌为主要菌群,COD 和氨氮的去除率分别为 89% 和 98%,含量均达到了一级排放标准。

**关键词:**屠宰废水;活性污泥;驯化

**中图分类号:**X522

**文献标志码:**A

屠宰行业是我国的一个主要产业,每年我国用于屠宰的废水就达数亿吨,相当于西部地区全年的用水量的一半<sup>[1]</sup>。由于屠宰废水中氮类和脂类物质含量较高,对周边环境严重,在一些比较大的城市,屠宰废水经过初步的处理才能得到排放。然而,在大部分中小城市,屠宰废水却没有经过任何处理就直接排放,致使城市周边河流污染严重<sup>[2-3]</sup>,因此,有必要对屠宰废水进行处理,以达到排放标准。

目前对于废水处理的方法较多,有 SBR 法、延时曝气活性污泥法、传统活性污泥法、氧化沟工艺 A/O 法和 A<sup>2</sup>/O 法<sup>[4-5]</sup>。本试验采用 SBR 法工艺,结合延时曝气活性污泥法和传统活性污泥法的优点,对屠宰废水进行一定程度的处理,取得了较好的效果,为进一步深化处理屠宰废水提供参考数据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 仪器和试剂

#### 1.1.1 仪器

SBR 反应器,生化培养箱(SHP,北京中兴伟业仪器有限公司),紫外可见分光光度计(WFJ7200,尤尼柯仪

器有限公司),COD 光度测定仪(DR2800,承德市华通环保仪器有限公司)。

#### 1.1.2 试剂

活性污泥(自贡市自来水厂),污水(自贡马吃水屠宰场),牛肉膏(BR),蛋白胨(BR),其它试剂均为分析纯。

### 1.2 培养基

牛肉膏蛋白胨培养基(%):牛肉膏 0.3,NaCl 0.05,蛋白胨 1,pH 7.2~7.6,琼脂 2。

高氏 1 号培养基(%):淀粉 2,NaCl 0.05,KNO<sub>3</sub> 0.1,K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·3H<sub>2</sub>O 0.05,MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.05,FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.001,琼脂 2,pH 7.4~7.6。

马铃薯培养基(%):马铃薯 20,葡萄糖 2,琼脂 2。

察氏培养基(%):蔗糖 3,NaNO<sub>3</sub> 0.2,K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.1,KCl 0.05,MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.05,FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.001,琼脂 2。

### 1.3 方法

采用 SBR 反应器,加入活性污泥 2 L,初始参数设置为:进水 10 min,曝气 12 h,静置 20 min,出水 8 min,闲置 0 h。

#### 1.3.1 出水 COD、氨氮、污泥浓度、污泥指数的测定

COD 测定采用重铬酸钾经典法<sup>[6]</sup>。

氨氮测定采用纳氏试剂光度法<sup>[6]</sup>。

收稿日期:2013-04-02

基金项目:四川省教育厅项目(11ZB244);酿酒生物技术及应用四川省重点实验室项目(NJ2012-16);四川理工学院科研项目(2012PY08);大学生创新基金项目(cx20120408)

作者简介:何义国(1976-),男,四川达州人,实验师,硕士,主要从事应用微生物技术方面的研究,(E-mail)512091173@qq.com

污泥浓度 (MLSS) 和指数 (SVI) 测定参考陈坚的方法<sup>[7]</sup>。各种测定方法均设三个重复,取其平均值作为测定结果。

### 1.3.2 污泥中微生物的测定

取活性污泥样本,用稀释涂布平板法分离活性污泥中的混菌,通过显微观察,对不同菌落形态进行描述、分类及计数。

## 2 结果与分析

### 2.1 进出水 COD 检测结果

试验全程监测进出水 COD,第 1 天 COD 为 300 mg/L,第 8 天,进水 COD 为 600 mg/L,分别在第 15 天和第 40 天进原浓度废水,其进水 COD 分别为 1000 mg/L 和 900 mg/L。

将进水 COD、出水 COD 和 COD 去除率绘制成图 (图 1),从图 1 可知,第 1 天至第 7 天,出水 COD 在下降,第 8 天 COD 第一次上涨,9~14 天下降,第 15 天第二次上涨,第 22 天涨到最大值,第 23 天开始下降,到第 40 天第三次上涨,第 43 天开始下降到低水平。第二次和第三次上涨可能是因为进原浓度废水所致,从图 1 还可以看出,COD 去除率都在 74% 以上,说明去除效果明显。

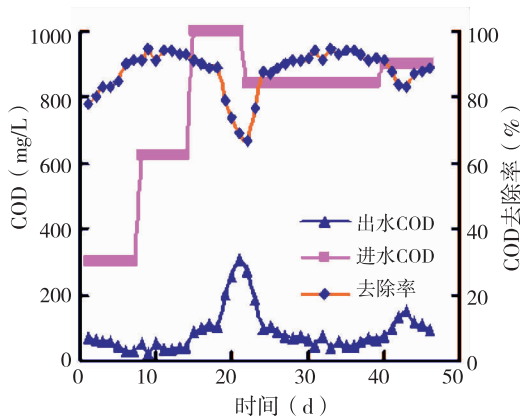


图 1 COD 变化情况

### 2.2 出水氨氮检测结果

将出水氨氮含量和氨氮去除率绘制成图 (图 2),从图 2 可知,驯化菌群至第 12~14 天时,出水的氨氮在较低水平,从第 15 天开始第一次上涨,到第 23 天开始下降,第 30 天时,含量降到极低水平,第 40 天上涨,第 42 天开始下降,并降到较低水平。

从图 1 和图 2 可以看出,出水 COD 与氨氮随时间的变化趋势是一致的。前 14 天对 COD 的检测表明,COD 去除率能达 74%,氨氮去除率最低为 79%。第 15 天开始进原浓度废水,从图 1 和图 2 可以看出 COD、氨氮在出水中含量呈明显的上升趋势,COD 去除率降低至 67%,氨氮在出水中的含量与进水比较还有所增加;观察发现

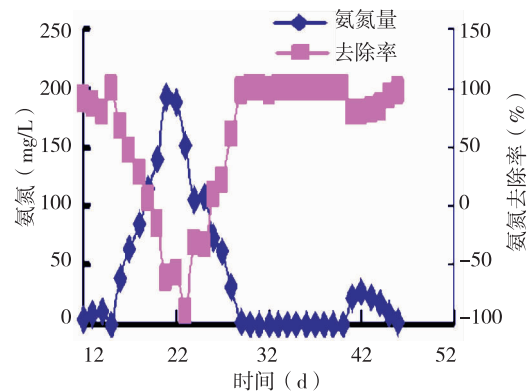


图 2 出水氨氮变化情况

经静置后的出水很浑浊,即使延长曝气与静置时间,出水仍很浑浊,这很可能是由于进水中总氮(特别是有机氮)含量较高,进行氨化的细菌数量猛增,而这些细菌善于利用高浓度的有机氮废水,进行高效的氨化作用,导致氨化速率高于硝化速率,从而出水氨氮浓度比进水浓度高。

第 22 天,对参数与进水浓度进行了调整:曝气时间延长至 20 h,闲置时间设为 2 h,进水 COD 在 800 mg/L 左右,氨氮在 80 mg/L 左右。在第 30 天,出水 COD 和氨氮含量分别为 40 mg/L 和 0.8 mg/L,达到一级排放标准,表明适量增加闲置期,会使污泥中主体微生物处于“饥饿”状态,有利于增强对废水的处理效果。

### 2.3 污泥浓度和污泥指数检测结果

用屠宰废水对生活污水处理厂的活性污泥进行驯化,随着驯化的不断深入,活性污泥的浓度、指数逐渐改变,到驯化后期,污泥特性相对稳定(图 3)。从图 3 中可以看出,25 天前,污泥浓度与污泥指数的波动都较大,这可能是第一次进原废水,驯化条件突然改变,导致活性污泥中微生物演变剧烈,25 天后两者逐渐趋于相对平稳,污泥浓度在 6.0 g/L 左右,污泥指数在 140 mL/g~160 mL/g 之间。此时的活性污泥对原浓度废水的处理能力增强,COD 的去除率从 67% 提高到 89%,氨氮的去除率从负值(出水高于进水)提高到 99%,污泥的沉降性能增强。

### 2.4 菌群结构组成

在污泥驯化试验中,共取样 17 次,分离得到 33 种菌,其中细菌 30 种,霉菌 3 种,没有发现酵母菌和放线菌。在试验过程中,随着废水浓度的不断加大,发现菌悬液的浓度越高,微生物种类越多,这可能是污泥中微生物对废水的不断适应,数量增加,含量较少的细菌检出的概率增大,在平板上生长的细菌种类增多,菌落数就越多。

### 2.5 菌落动态变化

试验利用稀释涂布平板法,通过对不同菌落形态微生物计数的方式,观察菌落数量上的变化趋势,判断活

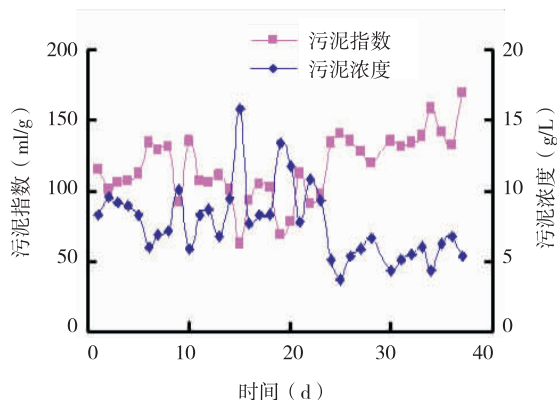


图3 污泥特性的变化情况

性污泥中主体微生物的动态变化情况。将细菌2(图4)、9(图5)、11(图6)、12(图7)、13(图8)、22(图9)、25(图10)、31(图11)、33(图12)进行计数,结果见表1。从表1可以看出,细菌2、12、13、31的菌落数量呈减少趋势,其中细菌12、13降为零后不再出现,说明两者被淘汰或数量极少,这可能是原始活性污泥的主体微生物适应于生活污水,而屠宰废水中氮、油脂等含量较高,导致原主体微生物不适应而被淘汰;细菌2、31的数量降到较低后,仍以较少的数量出现,是被抑制的细菌;细菌2在第10次出现一次猛增,它很可能就是一种氨化细菌,对原浓度废水中的高有机氮能快速利用,从而在数量上快速增加,在后续试验中将进一步验证。从表1还可以看出,细菌9、11、22、25、33的菌落数量呈增加趋势。其中细菌22、25以波动的形式增加,这可能是随着驯化的进行,二者不断适应驯化条件,随着废水浓度的提高,营养更为丰富,数量开始大量增加,逐渐成为主体菌群。细菌9、11、33是在第九次取样中出现的,很可能是随着废水浓度的提高,驯化压力的增强,进而出现的进化性适应菌。

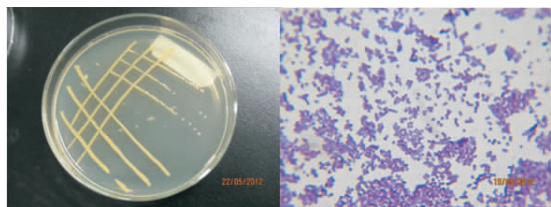


图4 细菌2的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

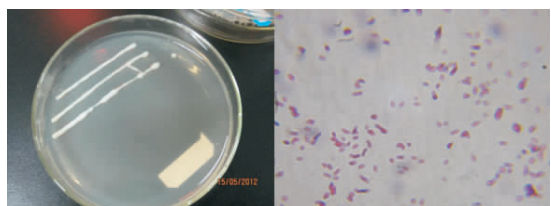


图5 细菌9的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

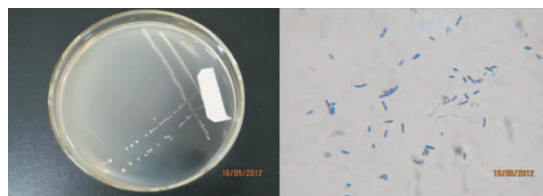


图6 细菌11的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

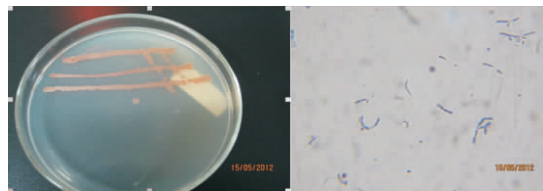


图7 细菌12的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

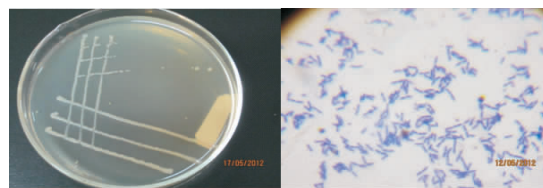


图8 细菌13的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

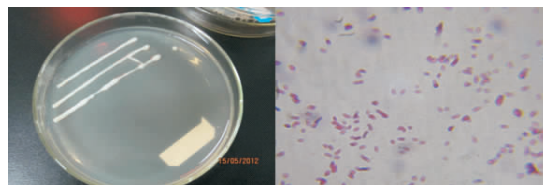


图9 细菌22的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

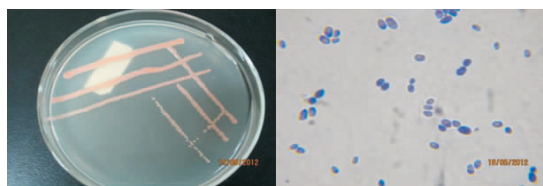


图10 细菌25的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)



图11 细菌31的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)



图12 细菌33的菌落形态(左)及镜检(右)(10×100)

表 1 菌落总数动态变化表

| 取<br>样<br>次<br>数 | 不同菌类菌落数( $10^5$ 个) |              |              |              |              |             |              |              |              |
|------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                  | 总体增长菌落             |              |              |              |              | 总体减少菌落      |              |              |              |
|                  | 细<br>菌<br>9        | 细<br>菌<br>11 | 细<br>菌<br>22 | 细<br>菌<br>25 | 细<br>菌<br>33 | 细<br>菌<br>2 | 细<br>菌<br>12 | 细<br>菌<br>13 | 细<br>菌<br>31 |
| 1                | 0                  | 0.1          | 0            | 0.2          | 0            | 10          | 8.5          | 17.6         | 44           |
| 2                | 0                  | 0            | 0.1          | 0.7          | 0            | 4           | 2            | 9.6          | 16           |
| 3                | 0                  | 0            | 0            | 0.4          | 0            | 1           | 0.6          | 4            | 1            |
| 4                | 0                  | 0            | 0.1          | 0.6          | 0            | 1           | 0.2          | 0.8          | 2            |
| 5                | 0                  | 0.2          | 0.8          | 0.3          | 0            | 0           | 0.1          | 0.6          | 0            |
| 6                | 0                  | 0            | 0            | 1.5          | 0            | 0           | 0.1          | 0            | 1            |
| 7                | 0                  | 0            | 0.2          | 1.2          | 0            | 1           | 0            | 0            | 1            |
| 8                | 0                  | 0            | 0.6          | 0.8          | 0            | 1           | 0            | 0            | 2            |
| 9                | 0                  | 0.5          | 1            | 4.5          | 0            | 1           | 0.1          | 0            | 0            |
| 10               | 0                  | 3.2          | 0.7          | 5.8          | 0            | 40          | 0            | 0            | 1            |
| 11               | 0                  | 0            | 0.3          | 3.8          | 3            | 8           | 0            | 0            | 2            |
| 12               | 0                  | 0            | 1.5          | 6            | 8            | 2           | 0            | 0            | 4            |
| 13               | 0                  | 4.8          | 1.3          | 9            | 80           | 3           | 0            | 0            | 0            |
| 14               | 10                 | 10.8         | 0.8          | 2            | 26           | 2           | 0            | 0            | 2            |
| 15               | 30                 | 10           | 1.4          | 4            | 150          | 3           | 0            | 0            | 0            |
| 16               | 24                 | 8.3          | 1.9          | 8            | 24           | 2           | 0            | 0            | 3            |
| 17               | 38                 | 3.2          | 1.4          | 3            | 32           | 1           | 0            | 0            | 1            |

### 3 讨论

宰废水是城市污水的主要来源之一,如果不进行处理而直接排放,对城市水质污染非常严重,直接影响广大市民的健康,长远来讲,使经济无法持续增长。唐玉斌<sup>[8]</sup>等对中小河流污水修复的研究表明,采用生物膜法可显著去除氨氮(去除率达70%)。魏海娟等<sup>[9]</sup>用移动床生物膜反应器处理生活污水,实验结果证明,随着C/N的增加,系统 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率在73%以上。张寒冰等<sup>[10]</sup>采用生物膜法处理养殖废水得到去除水体中有机物、有害氮化物的效率高的结论。本试验采用了较为先进的SBR工艺,用屠宰废水对活性污泥中微生物

进行驯化,进而降低屠宰废水中的COD和氨氮含量,达到了国家一级排放标准,方法相对简单,得到了较好的试验效果。试验还分析总结了废水不同处理阶段的微生物种类和菌数,也进行了形态学上的分类,主要是细菌和放线菌,对微生物进行分子生物学分类和不同微生物在不同时期的作用将在后续试验中完成。

### 参考文献:

- [1] 沈琳.我国水资源污染的现状、原因及对策[J].生态环境,2009,2(3):183-184.
- [2] 张寿,金黄巍.中国水资源的可持续利用研究[J].中国人口资源与环境,1999,9(2):21-25.
- [3] 王先甲,胡振鹏.水资源持续利用的支持条件与法则[J].自然资源学报,2001,16(1):9-12.
- [4] 管秀琼,徐伟涛,刘春.SBR处理APP制浆废水[J].环保与综合利用,2009,28(3):25-27.
- [5] 朱海霞,陈林海,张大伟,等.活性污泥微生物菌群研究方法进展[J].生态学报,2007,27(1):36-38.
- [6] 国家环境保护总局编委会.水和废水检测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [7] 陈坚.环境生物技术[M].北京:中国轻工业出版社,1999.
- [8] 唐玉斌,宏陆柱.中小河流水质特征及修复方法探讨[J].水处理技术,2004,30(3):136-139.
- [9] 魏海娟,张永祥,施同平.移动床生物膜系统同步硝化反硝化脱氮研究[J].水处理技术,2009,35(1):50-53.
- [10] 张寒冰,黄凤莲,周艳红,等.生物膜法处理养殖废水的研究[J].生态环境,2005,14(1):26-29.

## Study on the Indexes Detection and Microbe Groups Change in the Degradation Processes of the Domestication by Slaughter House Wastewater

HE Yi-guo<sup>a</sup>, ZHAO Xing-xiu<sup>b</sup>, FANG Chun-yu<sup>b</sup>, QU Peng<sup>b</sup>

(a. School of Chemical and Pharmaceutical Engineering; b. School of Biotechnology Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** The activated sludge from wastewater treatment is domesticated by the SBR process with slaughter house wastewater, the COD and ammonia-nitrogen contents are determined, by which the sludge characteristics are measured. The sludge bacteria groups and colonies in different periods are counted and analyzed by separating and culturing sludge microorganisms. The result of the experiment shows that a few of the microbe groups are eliminated in the early days, and the quantity of part of the microbe groups increase in the mid late period because of they gradually adapt to the wastewater. At the end of domestication, the microorganisms of the activated sludge keep stable and most of them are bacterium, the removal rates of COD and ammonia-nitrogen are 89% and 98% respectively. Both the contents meet the first grade standard of China.

**Key words:** slaughter house wastewater; activated sludge; domestication