



## 水厂水处理中硝化细菌的硝化模式研究

本研究着重于模拟南方地区水厂所特有的水质硝化细菌生物模式，并施加温度、pH值处理因素，以改善水质，促进自来水中亚硝酸盐氮含量的降低，减少自来水厂生产成本，降低投氯以降低自来水高残留余氯量可能对人体造成的“三致”损伤。

### 1 材料与方法

#### 1.1 水样本处理

研究水样取自南方某水厂水处理中的不同处理阶段，包括：水源水、滤前水、滤池底砂、滤后水、出厂水、管网水。根据本实验室的前期工作所得，以滤池砂水样中 $\text{NO}_2^-$ -N含量最大且硝化细菌种类最多，在滤池砂水样中硝化和亚硝化菌株主要分别为硝化杆菌和亚硝化单胞菌，取滤池砂水样为实验水样，按1:1混合加入硝化杆菌和亚硝化单胞菌至终浓度为100 cfu/ml。

#### 1.2 材料

实验所用主要化学试剂均为国产分析纯，由南方医科大学试剂中心提供。

#### 1.3 硝化菌培养[1]

取水样各2 ml分别加入100 ml硝化培养液与亚硝化培养液中(不同水样均如此处理，滤池底沙称取2 g加入约10 ml蒸馏水中，震荡10 min后静置沉淀，取上清)，各培养液及容器均经高温灭菌消毒，试验在无菌操作台进行，注意不得污染，以棉塞及牛皮纸封口，放入恒温震荡摇床28 ℃、150 r/min培养14 d，通过二苯胺试剂与格里斯试剂初步检测断定有硝化细菌生长，再加入  $\text{NaNO}_2$ 进一步促进硝化细菌的专性生长，再通过硝化细菌固体培养基进行初步分离纯化，进一步扩大培养至100 cfu/ml，备用；通过二苯胺试剂与格里斯试剂初步检测断定有亚硝化细菌生长，再加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 进一步促进亚硝化细菌分离纯化培养至100 cfu/ml备用。

#### 1.4 水中“三氮”浓度测定

氨氮采用纳氏分光光度法、亚硝态氮采用萘乙二胺分光光度法、硝态氮采用酚二磺酸分光光度法测试。

#### 1.5 统计处理

数据采用SPSS<sub>12.0</sub>统计软件和Excel工作表分析处理。

### 2 结果

#### 2.1 温度影响水样中“三氮”变化的结果

根据文献[2]，[3]所得纯菌株的最适温度范围，确定温度变化范围为0~40 ℃，每4 d升高5 ℃，当培养至12 d，温度15 ℃时， $\text{NO}_2^-$ -N含量变化达最高值，而 $\text{NO}_3^-$ -N含量变化在15 ℃之前均十分缓慢；当培养至

20 d, 25 °C时,  $\text{NO}_3^-$ -N含量显著增加, 30~35 °C时,  $\text{NO}_2^-$ -N含量又出现增加。

## 2.2 pH值影响水样中 $\text{NO}_2^-$ -N和 $\text{NO}_3^-$ -N变化

根据文献[2], [4]所得纯菌株的最适pH值范围及水处理过程中的可能范围, 设定pH值变化范围为6.5~8.5, 每管培养液pH值差值为0.5, 培养7 d时测定N浓度。在pH7.5~8.5间, 7 d培养,  $\text{NO}_2^-$ -N出现大量积累, pH值8.0时,  $\text{NO}_2^-$ -N生成速度最大; 而 $\text{NO}_3^-$ -N生成速度则在pH值7.0, 7 d培养时达到最大(表1)。

表1 pH值对 $\text{NO}_2^-$ -N和 $\text{NO}_3^-$ -N浓度影响 ( $n=3$ )

pH	$\text{NO}_3^-$ -N(mg/L)	$\text{NO}_2^-$ -N(mg/L)
6.5	6.076±0.411	0.125±0.101
7.0	6.711±0.637	0.029±0.026
7.5	1.793±0.293	4.208±0.730
8.0	1.039±0.159	5.384±0.900
8.5	1.097±0.017	4.862±0.790

## 3 讨论

生物硝化反应在4 °C~45 °C内均可进行, 适宜温度为20~30 °C, 一般低于15 °C, 硝化速率降低。本实验证明, 温度10~15 °C时,  $\text{NO}_2^-$ -N浓度变化率达最高值, 而 $\text{NO}_3^-$ -N含量变化在20 °C之前均十分缓慢; 当培养至10 d, 25 °C时,  $\text{NO}_3^-$ -N显著增加, 30~35 °C时,  $\text{NO}_2^-$ -N又出现增加, 所以要促使高 $\text{NO}_2^-$ -N向 $\text{NO}_3^-$ -N的转化, 最适宜温度为15 °C~25 °C。

pH值是亚硝酸硝化的一个决定因素, 本研究表明, 当pH值为7.5~8.0时, 亚硝酸盐生成速率达到很高;  $\text{NO}_2^-$ -N生成速度在pH值8.0达到最大; 而当pH值为6.5~7.0时, 硝酸盐积累,  $\text{NO}_3^-$ -N生成速度在pH值7.0达到最大。所以要促使高 $\text{NO}_2^-$ -N向 $\text{NO}_3^-$ -N的转化, 最适宜pH值为7.0。

虽然很多因素会导致硝化过程中 $\text{NO}_2^-$ -N积累, 但目前对此现象的理论解释还不充分。各种控制因素之间都相互关联引起其硝化活性的改变。因此, 根据水体的水质特点综合考虑各种控制因素以控制硝化过程, 还需要进一步的研究与探索。

### 参考文献:

- [1]孙克江, 郑金来. 土壤中硝化细菌的筛选及初步鉴定[J]. 环境与健康杂志, 2002, 19(3): 210-4.
- [2]王歆鹏, 陈 坚, 华兆哲, 等. 硝化菌群在不同条件下的增殖速率和硝化活性[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(1): 64-9.
- [3]邓贤山, 周恭明. 硝化反应及其控制因素[J]. 能源环境保护, 2003, 17(2): 46-8.
- [4]周康群, 黄灿东, 李志军. 水源水及底泥中细菌总数及其优势菌群初探[J]. 上海环境科学, 2000, 19(5): 233-4.