

# 低温工厂化养殖水体氨氮处理微生物的初步研究

陈中祥, 曹广斌, 刘永, 蒋树义, 韩世成

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

**摘要:** 为了研究低温环境下工厂化养殖水体氨氮处理微生物, 用平板菌落计数法和最大几率法对处理养殖水体的生物滤池中的微生物数量进行了跟踪检测, 同时测定实验组和对照组养殖水体的理化性质。结果显示在实验过程中, 硝化细菌和亚硝化细菌的数量持续上升, 后期达到稳定; 初期系统中没有反硝化细菌, 后期数量开始逐渐增加。实验组与对照组的养殖水体的氨氮、硝酸盐和亚硝酸盐浓度的测定结果证明了生物滤池中的硝化——反硝化系统在发挥作用。实验表明经过低温环境的驯化和诱导, 在 12℃ 的低温条件下, 微生物处理仍然是工厂化养殖水体中氨氮的有效处理手段。实验验证了在冷水鱼工厂化低温养殖中使用生物滤池处理氨氮的可行性。

**关键词:** 低温养殖; 氨氮处理; 微生物; 生物滤池

**中图分类号:** S949

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2005)08-0132-05

陈中祥, 曹广斌, 刘永, 等. 低温工厂化养殖水体氨氮处理微生物的初步研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 132-136

Chen Zhongxiang, Cao Guangbin, Liu Yong, et al. Preliminary study on ammonia nitrogen treatment of microorganism in industrialized culture water at cold temperature[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(8): 132-136 (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

工厂化水产养殖是应用现代工业技术、现代生物学技术和自动控制技术进行水产养殖的工业化生产方式。随着社会的发展, 水资源短缺威胁着不少地区和城市的生产和生活。传统的水产养殖生产方式与人类争夺水资源, 污染水资源, 而且受到种种因素的限制和制约。集约化的工厂化水产养殖技术以高氧、适温为基础, 以水体再循环的方式运行, 养殖密度高, 生长快, 饵料系数低, 病害少, 不但排除了环境及外界水质污染的干扰和影响, 又不污染水资源, 是水产养殖技术发展的必然趋势<sup>[1,2]</sup>。

发展工厂化水产养殖技术的关键是循环系统的水处理技术。微生物处理去除养殖水体中的氨氮是一种经济、有效的方法。通过硝化——反硝化过程, 使废水中的有毒物质氨氮转化为氮气并从水体中释放出来。由于废水本身所含有的有机物有可能被利用作为反硝化过程的碳源, 可以减少或不用外加碳源, 除碳和除氮同时进行, 废水得到净化可以循环使用, 达到节约水资源和处理费用的目的<sup>[3-8]</sup>。

相关研究表明, 一般情况下细菌的最适生长温度在 37℃ 左右, 在 20℃ 以上仍有一定的作用, 但是在 15℃ 以下基本丧失作用<sup>[9]</sup>。而水产养殖所要求的温度却远远超

出这个范围, 尤其是冷水性鱼类, 它们生长在低温环境, 通常是 20℃ 以下, 甚至几度。在低温养殖条件下微生物能否有效地去除养殖水体中的氨氮是当前研究的一个难点, 这也是工厂化养殖冷水性鱼类必要的前提条件。本实验结果证明了经过低温环境的驯化, 在低温条件下, 微生物处理手段仍然是养殖水体中氨氮处理的有效方法之一。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

1) 虹鳟(Rainbow trout): 体长 10~12 cm, 每个养殖罐 100 尾, 实验起始养殖密度 16.2 kg·m<sup>-3</sup>。

2) 养殖罐: 8 个直径 1.8 m 的玻璃钢罐, 每罐盛水体 1 m<sup>3</sup>。

3) 生物滤池滤料: 直径 2~5 mm 聚乙烯小球。

4) 硝化细菌和亚硝化细菌培养基: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2.0 g, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.25 g, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 0.01 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.75 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.03 g, CaCO<sub>3</sub> 5.0 g, H<sub>2</sub>O 1000 mL。

5) 反硝化细菌培养基: 酒石酸钾钠 20 g, KNO<sub>3</sub> 2.0 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.03 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.5 g, H<sub>2</sub>O 1000 mL, pH 7.2。

### 1.2 实验方法

实验设置了 6 个实验组和 2 个对照组。实验组用循环水体养殖, 循环的养殖水体经过生物滤池的过滤处理。对照组用静水养殖, 养殖水体在原池用水泵曝气, 没有生物滤池的处理<sup>[10]</sup>。其余操作相同。

#### 1) 挂膜

实验前进行了生物活性滤料自然挂膜。挂膜从 2004 年 1 月 28 日开始, 在低密度下应用循环水进行养殖。本实验从 2 月 18 日开始, 每天采实验组和对照组的

收稿日期: 2004-10-20 修订日期: 2005-04-05

基金项目: 科技部科研院所公益研究专项基金项目

作者简介: 陈中祥(1979-), 江苏大丰人, 助理研究员, 从事渔业水域生态环境监测与保护研究。哈尔滨 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 150070。Email: chenzhongx@126.com

通讯作者: 曹广斌(1957-), 山东金乡人, 研究员, 从事渔业工程研究。哈尔滨 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 150070。

Email: laocao@hotmail.com



水样进行检测, 同时每 3d 对生物滤池中的微生物计一次数。

### 2) 养殖水体理化因子的检测

检测项目包括温度、pH 值、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、COD 和 BOD。测定方法按照文献[11]进行。

因为亚硝化细菌、硝化细菌和其它细菌的生长产生大量  $\text{H}^+$ , 使水体 pH 值不断下降, 所以必须每天用  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{NaOH}$  来调整养殖水体的 pH 值, 使之维持在微生物正常生长所需的范围内。实验期间设置一段时间 pH 值低于 7.0, 其目的是研究低温条件下 pH 值对微生物生长的影响。

### 3) 生物滤池中微生物数量的测定

取 1g 带菌小球, 加入到装有 10mL 无菌水的试管中, Vertex 振荡 2 min, 再用超声波仪振荡 5 min, 然后立即用无菌水逐级稀释至  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$  和  $10^{-3}$ , 共 4 个稀释度。

细菌总数、放线菌和真菌的计数按照平板菌落计数法<sup>[12]</sup>的方法进行。

亚硝化细菌和硝化细菌的计数: 取  $10^{-1}$  到  $10^{-3}$  这 3 个稀释度各 1 mL 接种于含 10 mL 硝化细菌和反硝化细菌培养基的试管中, 每一稀释度接种 3 管, 28℃ 培养 10 d 后, Griess 试剂反应出现红色者为亚硝化细菌阳性管, 二苯胺试剂反应出现蓝色者为硝化细菌阳性管, 最后用 MPN 指数法计数。

反硝化细菌的计数: 接种方式与硝化细菌相同, 接种于反硝化细菌培养基, 30℃ 培养 7 d 后, 杜氏小管中聚集了气体的为阳性, 没有气体的为阴性<sup>[13, 14]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 养殖水体化学特性

实验体系的温度保持在 12℃。实验组和对照组养殖水体化学特征检测结果见表 1。首先看同期实验组和对照组养殖水体化学特性的对比。尽管每天都在用  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{NaOH}$  将实验组的 pH 值调高, 但是对照组的 pH 值都比同期实验组的 pH 值要高, 而且变化幅度不大。说明对照组作用的细菌要比实验组少的多。除第 1 d 以外, 对照组水体的氨氮浓度都比同期实验组水体的氨氮浓度要高得多, 而且差距随着时间越来越大。说明实验组中不但存在去除氨氮的能力, 而且其随着时间逐步提高。比较对照组和实验组的亚硝酸盐浓度, 实验组的亚硝酸盐的浓度随时间有上升的趋势, 而对照组的亚硝酸盐浓度变化没有规律。除了第 1 d, 第 2 d 和第 5 d 以外, 实验组的亚硝酸盐浓度都要高于对照组。这说明实验组的亚硝酸盐在不断积累, 而对照组不明显, 这从一个侧面说明了生物滤池中亚硝化细菌的存在。实验组的硝酸盐浓度远大于同期的对照组, 而且也是差距越来越大。这说明实验组的生物滤池中硝化细菌的存在, 而且在前 7 d 数量在不断增加。对照组的悬浮物都大于同期实验组, 证明了生物滤池除了去除氨氮, 还有很好的过滤悬浮物的作用。第 7 d 后, 对照组养殖水体氨氮浓度远大于鱼类养殖水质标准, 鱼开始死亡, 对照实验终止。实验组和对照组的对比可以证明实验组生物滤池中存在硝化系统, 而对照组中不存在。也说明了生物滤池硝化系统的存在是工厂化养殖所必须的。

表 1 实验组和对照组养殖水体化学特征

Table 1 Chemical features of experimental team and controlled team

时间/d	pH 值		氨氮 /mg·L <sup>-1</sup>		亚硝酸盐 /mg·L <sup>-1</sup>		硝酸盐 /mg·L <sup>-1</sup>		溶氧 /mg·L <sup>-1</sup>		COD /mg·L <sup>-1</sup>		BOD /mg·L <sup>-1</sup>		悬浮物 /mg·L <sup>-1</sup>	
	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组
1	7.39	7.40	0.022	0.011	0.023	0.054	0.026	0.023	9.80	9.86	3.35	—	2.56	—	63	75
2	7.47	7.64	0.127	1.843	0.019	0.030	0.914	0.023	9.88	9.69	3.23	—	3.54	—	74	78
3	7.53	7.57	0.171	2.328	0.032	0.016	1.761	0.022	9.16	9.36	3.98	—	2.97	—	47	75
4	7.37	7.51	0.233	3.304	0.036	0.026	2.955	0.035	8.83	8.66	6.00	—	3.20	—	64	81
5	7.24	7.41	0.801	4.405	0.046	0.075	3.290	0.052	8.50	7.40	5.46	—	3.24	—	73	82
6	6.89	7.22	1.408	5.193	0.065	0.027	4.839	0.052	8.02	7.21	6.58	—	3.96	—	60	99
7	6.41	7.31	2.526	7.677	0.150	0.042	6.459	0.075	7.93	6.79	8.11	—	3.51	—	74	113
8	6.85	—	3.447	—	0.071	—	12.111	—	7.71	—	8.69	—	3.94	—	74	—
9	6.51	—	4.226	—	0.077	—	11.984	—	7.83	—	8.54	—	3.81	—	76	—
10	6.52	—	5.121	—	0.234	—	12.965	—	8.33	—	8.64	—	3.60	—	85	—
11	7.26	—	4.831	—	0.118	—	16.218	—	7.25	—	9.00	—	3.78	—	82	—
12	7.05	—	3.640	—	0.163	—	19.256	—	7.10	—	8.98	—	3.92	—	84	—
13	7.12	—	1.733	—	0.160	—	18.859	—	7.31	—	9.53	—	3.62	—	98	—
14	7.02	—	0.684	—	0.135	—	17.402	—	6.71	—	9.51	—	3.84	—	106	—
15	7.28	—	0.241	—	0.095	—	14.079	—	6.84	—	9.06	—	3.75	—	106	—

其次, 对实验组内部不同时间的每一个指标进行了比较。pH 值在实验过程中控制在硝化细菌、亚硝化细菌和反硝化细菌生长繁殖所要求的范围内。表 1 中实验组的 pH 值已经是控制调整后的 pH 值。氨氮浓度在第

1 d 到第 10 d 是持续上升的, 从第 11 d 开始急剧下降。说明从第 11 d 开始硝化系统降解氨氮的速率超过了氨氮生成的速率。亚硝酸盐的浓度从第 1 d 到第 12 d 中, 除了在第 7 d 和第 10 d 数值有点偏高, 基本上都是上升

趋势的,从第 13 d 开始下降。硝酸盐浓度在第 1 d 到第 12 d 间,除了第 8 d 有点偏高,基本都是上升的。也是从第 13 d 开始下降。亚硝酸盐和硝酸盐浓度的降低说明了反硝化系统开始发挥作用。COD 从第 1 到第 13 d 除了极个别外,整体是上升趋势的,从第 14 d 开始下降。BOD 值在整个实验期间除了第 1 d 和第 3 d,其余都在 3.0~4.0 范围内波动。实验组各指标随时间的变化说明了生物滤池硝化系统在实验期间有一个上升期,然后到达平稳期,开始稳定高效地发挥去除氨氮的作用,保证了工厂化养殖系统的正常运行。

## 2.2 生物滤池中的微生态系统及其数量变化

生物滤池属于生物膜型生物反应器,生物膜的形成是其中的关键。生物滤池挂膜的目的就是使微生物能附

着、生长富集到滤料表面,形成具有一定活性的生物膜。这种生物膜实际上就是微生物细胞及其胞外分泌物和进水中各种胶体颗粒所构成的不规则的膜状结构的微生态系统。主要的微生物种类是细菌,还包括放线菌、真菌和原生动物等<sup>[15,16]</sup>。

由表 2 可以看出在系统运行过程中,细菌、放线菌和真菌的数量基本维持在一个数量级水平。细菌在  $1.13 \times 10^6 \sim 1.85 \times 10^6$  个  $\cdot g^{-1}$ ;放线菌在  $1.26 \times 10^5 \sim 1.70 \times 10^5$  个  $\cdot g^{-1}$ ;真菌在  $2.01 \times 10^3 \sim 3.42 \times 10^3$  个  $\cdot g^{-1}$ 。虽然总数没有很大的变化,但是种群内部发生了很大的变化,尤其是细菌,硝化细菌、亚硝化细菌和反硝化细菌的数量发生了很大的变化。

表 2 微生物数量变化

Table 2 Changes of amount of microbes

日期 /月-日	细菌 / $10^6$ 个 $\cdot g^{-1}$	放线菌 / $10^5$ 个 $\cdot g^{-1}$	真菌 / $10^3$ 个 $\cdot g^{-1}$	亚硝化细菌 / $10^4$ 个 $\cdot g^{-1}$	硝化细菌 / $10^3$ 个 $\cdot g^{-1}$	反硝化细菌 / $10^2$ 个 $\cdot g^{-1}$
02-18	1.13	1.70	2.01	0.043	0.20	—
02-21	1.25	1.31	2.50	0.075	0.75	—
02-24	1.55	1.26	2.74	0.24	0.93	—
02-27	1.60	1.34	2.88	0.46	1.50	0.36
03-01	1.47	1.52	2.13	1.10	4.60	2.00
03-03	1.85	1.36	3.42	1.10	4.60	7.50

## 2.3 硝化系统微生物数量的变化

### 1) 亚硝化细菌数量变化

亚硝化细菌的数量变化曲线见图 1,在实验初期,亚硝化细菌的数量在  $0.043 \times 10^4 \sim 0.46 \times 10^4$  个  $\cdot g^{-1}$ 。低数量的亚硝化细菌还不能很好的处理养殖水体中的  $NH_4^+ - N$ ,其结果是氨氮不断积累,数量直线上升。从第 11 d 开始,氨氮的数量开始下降,亚硝化细菌的数量在第 13 d 左右达到  $1.10 \times 10^4$  个  $\cdot g^{-1}$ ,而且数量基本稳定,这两者基本吻合。氨氮的去除主要是由亚硝化细菌来完成的,所以,当  $NH_4^+ - N$  的量开始下降,就说明亚硝化细菌的数量已经基本稳定,而且亚硝化细菌对氨氮去除的速度超过了氨氮产生的速度。在挂膜初期,水中的氨氮为亚硝化细菌的生长繁殖提供了足够的营养。随着亚硝化细菌数量的上升,水中的营养水平变成亚硝化细菌生长的限制因素,亚硝化细菌的数量趋于稳定,氨氮的去除率也趋于缓和。

### 2) 硝化细菌数量变化

硝化细菌在硝化系统中的作用是将亚硝化细菌处理  $NH_4^+ - N$  后的  $NO_2^- - N$  转化为  $NO_3^- - N$ 。硝化细菌的数量变化曲线见图 2,在实验初期, $NO_2^- - N$  浓度比较低,不足以提供硝化细菌充足的能源,所以硝化细菌的数量仅仅在  $0.20 \times 10^3 \sim 1.50 \times 10^3$  个  $\cdot g^{-1}$ 。第 13 d 左右,硝化细菌的数量达到最大,稳定在  $4.60 \times 10^3$  个  $\cdot g^{-1}$ 。在硝化细菌达到或接近最大稳定量时,亚硝酸盐的量开始下降。

## 2.4 反硝化细菌数量变化

反硝化细菌的数量变化曲线见图 3,在实验的 7 d

中没有发现反硝化细菌,分析其原因,第一是在实验初

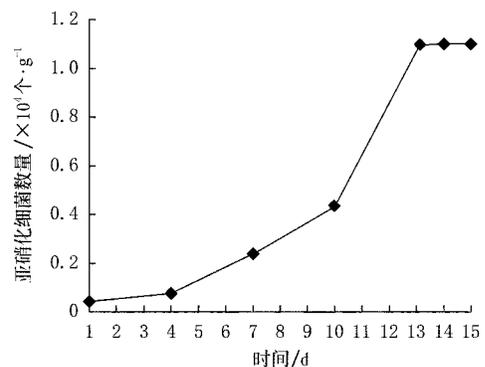


图 1 亚硝化细菌数量变化

Fig 1 Changes of the amount of nitrosobacteria

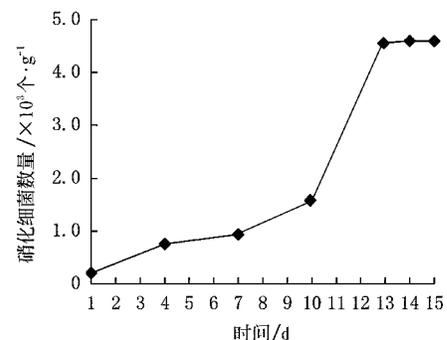


图 2 硝化细菌数量变化

Fig 2 Changes of the amount of nitrobacteria

期,  $\text{NO}_2^- \text{-N}$  和  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  的浓度都比较低, 反硝化细菌的营养物质不是很充分; 另外就是实验初期, 生物滤池的透水性比较好, 没有大量的悬浮物聚集在滤料空隙中, 所以整个滤池中氧气比较充足, 反硝化细菌不能够发挥作用。

随着实验的进行, 亚硝化细菌和硝化细菌提供了充足的营养物质, 大量的悬浮物质聚集在生物滤池中使得滤池中局部产生了厌氧区。这些条件提供了反硝化细菌良好的生长环境, 数量持续上升, 从第 10 d 的  $0.26 \times 10^2$  个  $\cdot \text{g}^{-1}$  增加到第 15 d 的  $7.50 \times 10^2$  个  $\cdot \text{g}^{-1}$ , 硝酸盐的转化能力也在增强。

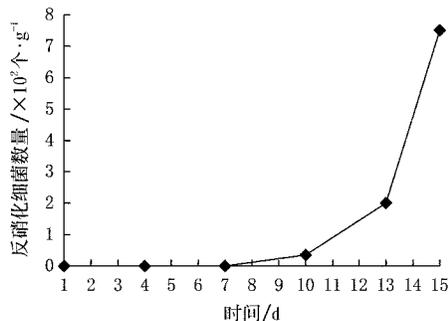


图 3 反硝化细菌数量变化

Fig 3 Changes of the amount of denitrifying bacteria

## 2.5 pH 值对微生物生长的影响

由表 1 可以看到, 在 2 月 23~27 日(第 6~10 d)期间, 我们对 pH 值没有调整到原来的水平, 目的就是研究 pH 值对微生物生长的影响。实验结果表明 pH 值的下降会对微生物产生很大的影响, 这可以从图 1 和图 2 上第 6 d 到第 10 d 的曲线可以看出这段时间微生物生长缓慢, 当 pH 值调整到 7 以上后, 从第 11 d 开始又直线上升, 恢复到快速增长水平。这也是我们需要不断调整 pH 值使之维持在一个适当范围的原因。

## 2.6 温度对硝化——反硝化系统的影响

温度是影响细菌活动的重要环境条件之一。在温度低至一定值时, 细胞膜呈凝胶状态, 营养物质的跨膜运输受阻, 细胞会因“饥饿”而停止生长。硝化细菌和反硝化细菌都属于中温细菌。大多数菌株的生长温度范围为 5~35, 最适生长温度为 25~30。

在 20℃ 条件下, 自然挂膜需要 18 d 左右<sup>[17]</sup>。本实验的温度是 12℃, 挂膜从 1 月 28 日开始, 到 3 月 1 日达到稳定菌群, 共 31 d。

通常情况下, 12℃ 生长温度下, 硝化——反硝化系统的运作效率是极其低的, 基本上不起作用。但是本实验中硝化——反硝化系统在这样的温度下仍然能够有效地发挥作用。分析原因可能是因为环境条件的驯化, 从而使菌株获得较好的低温适应能力, 在低温下也能表现出很高的效率。

从生化角度来讲, 细菌的生长温度与其细胞膜的组成密切相关。实验体系硝化系统中的亚硝化细菌、硝化细菌和反硝化细菌在环境温度降低的时候, 可能会调整细胞膜的组成, 增加细胞膜中短链不饱和脂肪酸的比

例<sup>[18,19]</sup>。

## 2.7 关于生物滤池中微生物之间相互关系的讨论

生物滤池中的亚硝化细菌、硝化细菌、反硝化细菌等微生物类群之间有着密切的联系, 它们相互影响、互相依赖, 共同组成了一个微生态系统。

实验中可以观测到亚硝化细菌、硝化细菌和反硝化细菌之间的互生 (synergism) 关系, 亚硝化细菌的代谢产物亚硝酸盐为硝化细菌的生长提供了营养源, 硝化细菌为亚硝化细菌解除了产物抑制。硝化过程中产生的亚硝酸盐和硝酸盐可以作为反硝化细菌的营养物质, 从而它们之间表现为互生关系。

随着它们数量的增大, 在各个类群内部, 细菌之间又会为争夺同一营养而互相竞争, 竞争关系限制了它们的无限生长。

## 3 结 论

1) 低温环境的诱导和驯化, 可以使亚硝化细菌、硝化细菌和反硝化细菌获得很好的低温适应能力, 从而使生物滤池中硝化——反硝化系统在 12℃ 低温条件下仍然能够有效运作, 能够显著地降低氨氮的浓度, 同时又不会造成亚硝酸盐和硝酸盐的积累, 达到了工厂化养殖水体处理的要求。

2) 在低温条件下, 生物滤池自然挂膜所需的时间比正常温度要长。在 12℃ 时, 大约需要 31 d 左右。在生物滤池的运行中, 需要对 pH 不断的进行调整使之保持在 7.0 以上。

总之将生物滤池处理氨氮应用于工厂化低温养殖是可行的。本文的研究成果实现了冷水性鱼类工厂化低温养殖中应用生物处理养殖水体的基本条件, 拓展了工厂化养殖技术在低温养殖中的应用空间。

## [参 考 文 献]

- [1] 宋协法, 宋伟华, 田树川, 等. 集约化养殖水处理系统研究 [J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2003, 22(1): 35-39
- [2] 刘芳, 白植庆. 一种工业化水产养殖的水质处理装置 [J]. 渔业现代化, 2002, 3: 26-28
- [3] 黄骏, 陈建中. 氨氮废水处理技术研究进展 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(1): 65-68
- [4] 肖琳, 杨柳燕, 尹大强, 等. 环境微生物实验技术 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004: 202-206
- [5] Ruiza G, Jeisonb D, Chamy R. Nitrification with high nitrite accumulation for the treatment of wastewater with high ammonia concentration [J]. Water Research, 2003, 37: 1371-1377.
- [6] Chen S, Juaw C, Cheng S. Nitrification and denitrification of high strength ammonium and nitrite wastewater with biofilm reactors [J]. Water Science Technology, 1991, 23(7): 1417-1425
- [7] Sung-Koo Kim, Insoo Kong, Byung-Hun Lee, et al. Removal of ammonium-N from a recirculation aquacultural system using an immobilized nitrifier [J]. Aquacultural Engineering, 2000, 21: 139-150

- [8] 陈欢林 环境生物技术与工程[M] 北京: 化学工业出版社, 2003: 226- 255
- [9] Yoo H, Ahn K, Lee H, et al Nitrogen removal from synthetic wastewater by simultaneous nitrification and denitrification (SND) via nitrite in an interm ittently aerated reactor[J]. Water Research, 1999, 33(1): 146- 154
- [10] 马文林 封闭式循环流水养鱼系统水质循环过滤单元概述[J]. 渔业现代化, 2004, 4: 26- 28
- [11] 喻 林 水质监测分析方法标准实务手册[S] 北京: 中国环境科学出版社, 2002
- [12] 马 放, 任南琪, 杨基先 污染控制微生物学实验[M] 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2002
- [13] 陈金声, 史家梁, 徐亚同 硝化速率测定和硝化细菌计数考察脱氮效果的应用[J]. 上海环境科学, 1996, 15(3): 18- 20
- [14] 马悦欣, 许兵玲, 何 洁, 等 牙鲆自净式养殖槽中异养细菌和硝化细菌数量及硝化速率[J]. 中国水产科学, 2001, 8(1): 33- 36
- [15] 乔铁军, 于 鑫, 张晓健 生物滤池中微生物的生长研究[J]. 重庆环境科学, 2003, 25(4): 26- 28
- [16] 娄金生, 谢少波, 何少华 生物脱氮除磷原理及应用[M] 长沙: 国防科技大学出版社, 2002
- [17] 谢曙光, 张晓健, 王占生 曝气生物滤池的低温挂膜研究[J]. 中国给水排水, 2003, 19(13): 58- 59
- [18] 韩晓云, 姜安玺, 何丽蓉 低温菌及其在环境工程中的应用[J]. 东北林业大学学报, 2003, 31(2): 33- 35
- [19] 郑 平, 徐向阳, 胡宝兰 新型生物脱氮理论与技术[M] 北京: 科学出版社, 2004

## Preliminary study on ammonia nitrogen treatment of microorganism in industrialized culture water at cold temperature

Chen Zhongxiang, Cao Guangbin, Liu Yong, Jiang Shuyi, Han Shicheng

(Heilongjiang River Fishery Research Institute of Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China)

**Abstract** To study the microorganism for treating ammonia nitrogen in industrialized culture water at cold temperature, plate count method and most probable number were applied for quantitative detection of microorganism of the biological bead filter for treating ammonia nitrogen in a recycle culture system. At the same time, physical and chemical features of experimental team and controlled team were measured. The result showed that the amounts of nitrobacteria and nitrosobacteria increased continuously and they reached a stable level at anaphase. There were no denitrifying bacteria at the beginning of the experiment; its amount began to increase at anaphase. Comparing the concentrations of ammonia nitrogen, nitrate and nitrite of experimental team with that of controlled team, we can conclude that the biological bead filter for treating ammonia nitrogen runs well at 12 . The experiment results indicate that the microorganism treatment, which is domesticated and induced at low temperature condition, is still a feasible approach to treat ammonia nitrogen in industrialized rainbow trout culture water at 12 , which was deviated from the optimum microorganism growth temperature.

**Key words:** cold temperature culture; treatment of ammonia nitrogen; microorganisms; biological bead filter