

文章编号:1005-0523(2015)01-0121-05

硝化细菌净化养殖水体中氨氮实验

槐创锋, 陈 华

(华东交通大学机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:污染养殖水体的主要因素是氨/铵($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$)和亚硝酸根离子(NO_2^-),用固定化粉末硝化细菌、浓缩液态硝化细菌对养殖用水污染源进行处理,比较各种处理对养殖用水中 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 的降解效果。实验证明硝化细菌能有效调节水环境pH,降低 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 的浓度,分解有机质,调节水环境的微生态平衡,水体中的 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 全程都控制在 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,符合鱼虾类养殖规范的要求。

关键词:硝化细菌;净化;养殖水体;实验

中图分类号:X524

文献标志码:A

高密度养殖水体中因饵料及排泄物分解导致氨氮含量增高,是引起鱼类和其它水生生物中毒死亡的重要原因^[1],因此去除氨氮对养殖用水、改善水质有很大意义。为应对水产养殖品残留抗生素的危机,世界范围内关注水产养殖业的可持续发展,大力推广健康养殖方式。硝化细菌因具有能利用小分子有机物(如氨氮、有机酸等)而快速生长且本身又无毒无害的特性,因而在净化水质、改善水环境、减少预防疾病的药物使用量、保证水产品的安全质量等方面正发挥着重要的作用,近年来被广泛用于有机污水的处理及资源化过程中,其活菌制剂用于水产养殖也取得了积极效果^[2-7]。

众所周知, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 对人和其它生物具有毒害作用,而 NO_3^- 则是微毒。对养殖水体调查结果表明,水体中 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 浓度过高是近年来鱼病频繁发生的不可忽视的原因,当水中 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 超过 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,即会使鱼类的血液结合氧能力降低,呼吸机能下降;超过 $3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可在24~96 h内使其死亡。而 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上的 NO_2^- 可使鱼类红细胞数量和血红蛋白数量逐渐减少,血液载氧能力逐渐丧失,使其生理机能紊乱,严重时导致高铁血红蛋白症,使鱼类中毒死亡^[6]。硝化细菌可通过 $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^-$ 这一过程将 NO_2^- 转化为 NO_3^- 。

对养殖水体中 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 的降解实验数据进行比较分析,试验过程中,选取合格养殖水体作为实验用水,在3组样本中分别加入模拟污染源,研究不同处理方式下硝化细菌对水体中 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 NO_2^- 的降解能力,并结合水中 NO_3^- 的变化作为参考数据。

1 实验材料和方法

1.1 菌种

硝化细菌菌种培养和固定化技术现在已经比较成熟,实验直接选取市场中成熟的固定化及浓缩液态硝化细菌菌种。

1.2 水质测定

实验检测项目包含 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- 和 NO_3^- 3项,实验采用纳氏比色法。

收稿日期:2014-06-06

基金项目:国家自然科学基金项目(51265011);江西省教育厅科学基金项目(Gjj13347)

作者简介:槐创锋(1981—),男,副教授,博士,研究方向为机械设计、机器人技术和节能环保。

1.3 模拟实验设计

分别取3份样本水各2 500 ml,分装于3个有效容积为4 L的白色塑料桶中(编号1~3),摆放在阳光充足的实验室内,使用相同的水妖精进行水循环过滤,第1组为空白对照组,第2组一次性加入一定量的固定化粉末硝化细菌,第3组一次性加入相同量的浓缩液态硝化细菌。将河虾放置在一个汽水瓶中,加入约1/3的自来水,等待虾的自然死亡和腐败,在高温缺氧情况下,河虾很快死亡。这些污染水作为本实验的模拟污染源。摇匀后在每个桶里各加入了5 ml此污染液。3 h后,在未作任何处理的情况下测试了第一次水质状况。第一天(未加入硝化细菌前)自然温度25 ℃,3个桶水质测试结果:氨/铵全部为4.0 mg·L⁻¹,NO₂⁻全部为2.0 mg·L⁻¹,NO₃⁻全部为10 mg·L⁻¹。每天取样,分别测定NH₃/NH₄⁺,NO₂⁻和NO₃⁻。

2 结果与分析

由于自然蒸发和每日测试时的水样抽取,桶内的水位已经有了明显的下降,实验分别在第11天、23天完成测试后给每个桶内补充500 ml样本水。同样,由于连续数日数据都比较稳定,第19天在每个桶内加入0.5 g相同的普通鱼饲料,用来模拟养殖水体内的残饵,并作为持续的污染源以判断是否建立了稳定的硝化细菌系统。

在实验组加入固定化粉末硝化细菌或浓缩液态硝化细菌12 h后分别测定包括对照组在内的水质参数,作为初始值。其它取样为每24 h采样1次,共测定30次,测定结果见表1。

表1 不同实验组别氨氮的变化

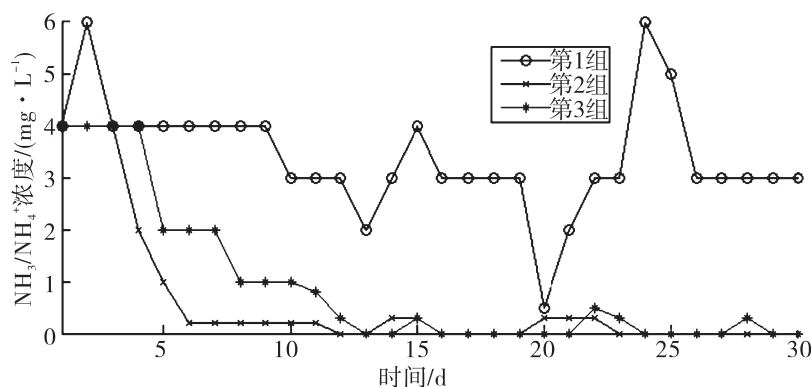
		mg·L ⁻¹									
检测项	组	测量时间/d									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NH ₃ /NH ₄ ⁺	1	4.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0
	2	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	3	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0
NO ₂ ⁻	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	2	2.0	2.0	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5	1.6	0.0	0.0
	3	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5
NO ₃ ⁻	1	10.0	10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0
	2	10.0	10.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	50.0	40.0
	3	10.0	10.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	40.0	40.0	30.0
检测项	组	测量时间/d									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NH ₃ /NH ₄ ⁺	1	3.0	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.5
	2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
	3	0.8	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NO ₂ ⁻	1	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0	10.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3
	3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NO ₃ ⁻	1	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0	5.0	5.0	10.0	10.0	20.0
	2	40.0	30.0	30.0	30.0	30.0	20.0	30.0	40.0	30.0	40.0
	3	40.0	30.0	30.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0

续表 1

检测项	组	测量时间/d									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$	1	2.0	3.0	3.0	6.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
NO_2^-	1	10.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	5.0
	2	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NO_3^-	1	5.0	5.0	5.0	0.0	5.0	10.0	5.0	0.0	0.0	0.0
	2	40.0	30.0	30.0	30.0	40.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
	3	60.0	40.0	40.0	30.0	60.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0

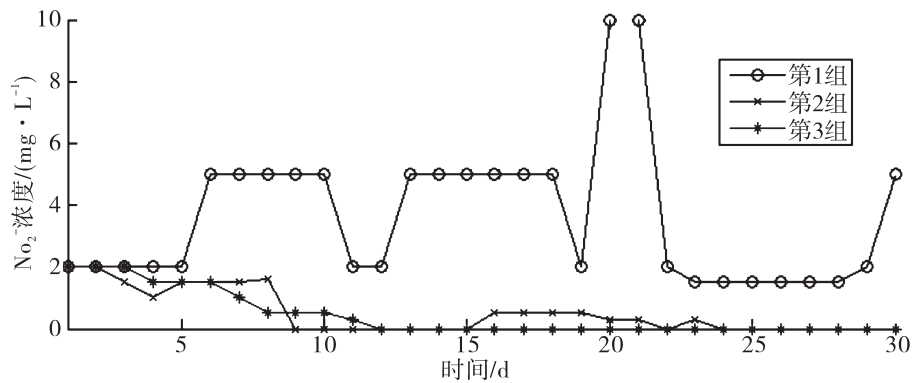
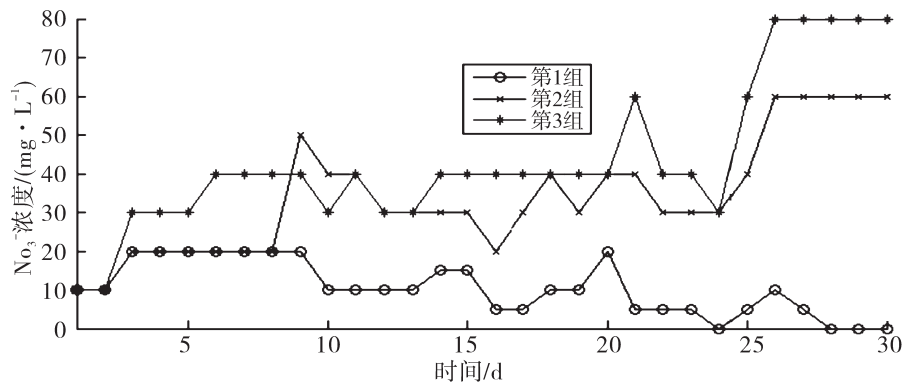
2.1 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 的去除

如图1所示,第1组(对照组)的 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 浓度一直保持在 $4.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,从第10天开始有所下降,到第20天有大幅下降。但由于在第19天加投了有机物,从第21天开始大幅升高,并在第25天再次下降。说明自第20天(约3周)起,在未添加任何硝化细菌的情况下,自然建立了初步的硝化系统,并发挥了一定作用(亚硝化),但仍不稳定,添加有机物后波动剧烈,直到第30天仍没有达到最佳效果。基本验证了相关文献中自然硝化系统完全建立需要4~6周的研究结果。第2组(固定化粉末硝化细菌)和第3组(浓缩液态硝化细菌)的 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 浓度均在第4天开始大幅下降,并从第5天开始一直维持在较低的水平,即使中途添加有机物后波动也不大,说明这两组在第5天左右即已建立了稳定的硝化系统并能够持续发挥作用。使用硝化细菌后,第2组 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 在1周的模拟试验中下降了95%,第3组平均氨氮去除率达75%,而在自然条件下只下降了25%。通过以上数据可以看出,硝化细菌尤其是固定化粉末硝化细菌具有明显的去除氨氮、有机质的作用,其在净化水质方面具有非常明显的优越性。

图1 不同实验组别 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 的去除效果Fig. 1 Removing of $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ in different samples

2.2 NO_2^- 的降解

如图2和图3所示,第1组的 NO_2^- 一直维持在较高水平,直到第23天才降到2.0以下,说明此时自然产生的硝化系统已初步发挥硝化作用。第2组和第3组能将 NO_2^- 控制在较低水平,并保持稳定,在第12天就降到最低,基本检测不出来,即使在第19天加投了有机物, NO_2^- 的浓度也波动很小,说明硝化系统已经建立并起到了明显作用。第1组 NO_2^- 一直处于较低水平,说明试验期间没有更多的 NO_2^- 被降解为 NO_3^- 。第2组和第3组的 NO_3^- 一直呈现缓慢上升的趋势,说明水体中的 NO_2^- 被降解为 NO_3^- 。

图2 不同实验组别的 NO_2^- 去除效果Fig. 2 Removing of NO_2^- in different samples图3 不同实验组别 NO_3^- 的变化Fig. 3 Changes of NO_3^- ammonia nitrogen in different samples

3 结果和讨论

通过实验,发现第1组在不人工添加任何硝化细菌的情况下,在第20天才有了初步的硝化系统功能,并处于不稳定状态,直到第30天仍未完全建立。而第2,3组在第5天开始硝化系统即完全发挥了作用,并一直较为稳定,即使中途添加有机物也未造成任何波动。因此,实验证明了人工添加硝化细菌确实能够起到提前建立稳定硝化系统的作用。第2,3组实验结果表明这两种硝化菌制剂经过一定时间的活化(5天左右),硝化系统可以稳定运行。但有几个现象仍值得关注,液态硝化细菌并不是入水即生效,而是仍然需要几天以后才开始发挥作用。

硝化细菌对养殖水质的净化和生态调控作用已得到充分肯定^[8],然而在使用游离硝化细菌时,必须定期、定量地加入养殖池中才能稳定地发挥功用。固定硝化细菌则不同,它不仅能在鱼池中长期保留而且还可以在固定化过程中人为地调控颗粒的含菌量,并能筛选高效微生物,优化包埋条件,使硝化细菌始终处于优势地位,稳定地发挥净化水质作用。

参考文献:

- [1] 周娟,李君文,郑金来. 亚硝酸细菌研究进展[J].环境科学与技术,2001(S2):8-10.
- [2] 黄正,范玮,李谷,等. 固定化硝化细菌去除养殖水体中氨氮的研究[J].华中科技大学学报:医学版,2002,30(1):18-21.
- [3] 杨春燕,刘丽,冯晓昕,等. 固定化硝化细菌去除废水中氨氮的效果观察[J].解放军预防医学杂志,2006,24(3):192-193.

- [4] 杨波,杨志恒,胡文容,等. 亚硝化细菌处理氨氮废水的研究[J].武汉理工大学学报,2007,29(3):63-66.
- [5] 高金伟,张海红,陈瑞楠,等. 硝化细菌与枯草芽孢杆菌对养殖水质调控作用研究[J].天津农学院学报,2014,21(1):5-8.
- [6] 高金伟,张海红,陈瑞楠,等. 硝化细菌对淡水水族箱水质和异养细菌数量的影响[J].江苏农业科学, 2013,41(6):346-349.
- [7] 聂发辉,刘荣荣,刘占孟. 富营养化景观水体的处理技术及相关研究进展[J]. 华东交通大学学报,2014,31(2):72-78.
- [8] 孔娜,薛泉宏,朱留伟,等. 砖质固定化硝化细菌对氨气及铵态氮的转化效果[J].西北农业学报,2011,20(7):196-200.

Experimental Study on Purifying Ammonia Nitrogen from Fishery Water by Immobilized Nitrifying Bacteria

Huai Chuangfeng, Chen Hua

(School of Mechatronical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The main factors of water pollution in aquaculture are $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ and nitrite ion. In this paper, the nitrifying bacteria which had been well enriched and cultured were used to degrade $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ and ammonia nitrogen in simulated fishery water. Results showed that there was a significant effect of nitrobacteria on decreasing the concentration of $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ and ammonia nitrogen. It could keep the community structure of heterotrophic bacteria steady and adjust the balance of the micro-ecology in water, and then maintained $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ and ammonia nitrogen under $0.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, which was safe for fish and shrimp aquaculture.

Key words: immobilized nitrifying bacteria; purifying; fishery water; experiment

(责任编辑 刘棉玲)

(上接第 109 页)

Treatment of Lunar Crater Edge Based on the Partial Features

Jiang Xiangang, Hu Yulin, Hu Chuanxiu, Zhang Panpan

(School of Science, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Aiming at lunar crater edge detection, it mainly studies the edge detection method by multidirectional Sobel operator based on the partial statistic feature. According to the characteristics of the crater model, it eliminates the interference of noise on edge by attribute morphology. Then it puts forward a method of self-adaptive weighted multidirectional Sobel operators to enhance edge of craters, which removes pseudo boundary from the image and keeps useful week boundary concurrently by implementing pixel's partial statistic features. The proposed treatment can keep the important details of the crater image's periphery and features.

Key words: Sobel operator; local characteristics; attribute morphology; crater edge detection

(责任编辑 王建华 李萍)