

文章编号: 1004-7271(2001)04-0303-04

暗纹东方鲀过滤水槽中硝化细菌 对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的转化效率

邢旭文, 谢 骏

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081)

摘 要:通过对暗纹东方鲀水槽中硝化细菌对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转化率的测定, 定量了解了硝化细菌的硝化率。结果表明: 过滤水槽的沙粒中硝化细菌数量平均比水中要高 21 倍, 高出对照组 10 倍; 沙粒的硝化率为水体的 100 倍; 影响硝化细菌对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转化的主要因素为温度、溶解氧和细菌数量。说明了过滤水槽的装置可以大大加强养鱼池的自净能力。

关键词:暗纹东方鲀; 过滤水槽; 硝化细菌; 硝化率

中图分类号: S912; S965.225 文献标识码: A

The conversion rate of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ by nitrifying bacteria in filtering troughs of *Takingfugu obscurus*

BING Xu-wen, XIE Jun

(Freshwater Fisheries Research Centre, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China)

Abstract: The measurement on the conversion rate of nitrifying bacteria to $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ were determined in the filtering troughs of *Takingfugu obscurus*. The nitrifying rate of nitrifying bacteria was understood quantitatively. The results showed that the quantity of the nitrifying bacteria in the sands of the filtering trough was 21 times greater than that in the normal water, 10 times greater than that in the controlled group. The nitrifying rate of the sands was 100 times greater than the normal water. The major factors affecting the nitrifying bacteria to $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ are temperature, DO and biomass bacteria. Therefore, it is indicated that filtering troughs can effectively self-purify the fish pond environment.

Key words: *Takingfugu obscurus*; filtering trough; nitrifying bacteria; nitrifying rate

近年来,随着水产养殖集约技术的进步,工业化循环水养殖越来越受到重视。我国最早应用循环水工厂化养殖主要是在海水品种上,如牙鲆、红鳍鲷、真鲷等,目前技术已趋于完善,主要养殖鱼类在系统中的负载量可达到 $50\text{kg}/\text{m}^3$ 以上。人们对海水中细菌在参与氮循环过程中的作用与机理研究较多^[1-3]。细菌在淡水生态系中的研究也多为湖泊和养鱼池塘的淤泥中进行^[4-8],而对淡水工厂化养殖中自净设施的细菌自净机理研究甚少。通常认为,水体中的细菌除了具有饵料价值外,主要起着物质分解者和能量传递者的作用^[4,9]。水中的氨化细菌、亚硝化细菌、硝化细菌和反硝化细菌利用沉积在水体

收稿日期: 2001-02-26

基金项目: 江苏省科工委资助项目“黄鳍集约化养殖”(BE99637)

第一作者: 邢旭文(1968-),男,江苏无锡人,助理研究员,主要从事特种水产养殖研究。

底层的生物残骸排泄物和其它有机碎屑等有机氮,作为细菌代谢活动的能源,把有机氮转化成各种形式的无机氮- NH_4^+-N (氨化作用);而无机氮通过硝化细菌在水体中的硝化作用又转变为 NO_3^--N ,再经过细菌反硝化作用,转化为 N_2O 和 N_2 排出水体,完成整个生物过滤的过程^[7]。因此,定量测定工厂化养殖中自净设施中的硝化细菌对 NH_4^+-N 转化率,可以了解自净设施的净化能力,为研究淡水生态系中的氮循环提供理论依据,同时对工厂化养殖发展的理论研究和生产实践具有指导意义。本文对暗纹东方鲀过滤水槽中的硝化细菌对 NH_4^+-N 的转化率进行测定,定量了解了水与沙粒中硝化细菌的硝化率,讨论了影响硝化率的主要因素。

1 材料与方法

1.1 过滤水槽的安置

暗纹东方鲀的水泥池为 100m^2 ,共6个,1~4#水泥池上方设置一过滤水槽。过滤水槽长8m,宽0.8m,高0.3m,水槽底部铺一层80目筛绢网,网上铺厚20~30mm的活性炭,活性炭上铺70~80mm的石英砂(粒径3~5mm)。水泥池内的养殖水通过导管和水泵把养殖池内的底层水打到水槽内,水槽过滤后,再流入养殖池内。5#、6#水泥池不设水槽,作为对照组。过滤水槽事先熟化15d。

1.2 试验材料

暗纹东方鲀为张家港市联峰特种水产养殖场自己土池养殖,平均规格125g/尾,放养密度为38尾/ m^2 ,水深0.8m,每天投饵两次,投饵量为暗纹东方鲀体重的2.5%,饲料为成鳊料。水温控制在 20°C 。

1.3 样品采集和处理

待生物膜熟化后,用自制的柱状有机玻璃管(直径5cm)采泥器,于1999年12月至2000年3月多次取过滤水槽中沙粒进行测定,即将采集到的沙粒30g加在270mL无菌蒸馏水中,振荡30min后作为实验样品。

1.4 水和沙粒中硝化细菌数量及硝化率的测定

水和沙粒中硝化细菌的数量的测定用MPN法^[10]。

水和沙粒中硝化率的测定:取50mL沙样,分别加入装有450mL营养液的4个三角瓶中,迅速摇匀后立即取出100mL水,测定它们的初始 NH_4^+-N 浓度后,置 18°C 摇床培养24h,再测定其最终 NH_4^+-N 浓度,沙样硝化率公式为 $R = (P_t - P_0)V / (W \cdot N \cdot T)$,其中: R 为硝化细菌对 NH_4^+-N 的转化率, P_t 、 P_0 分别代表 T 时和初始的 NH_4^+-N 浓度, V 为培养物的体积, W 为沙样重量, N 为细菌数量, T 为试验时间。对照组直接测定水中硝化细菌对 NH_4^+-N 的转化率。测定方法参见环境污染分析方法^[11]。

1.5 不同温度、溶氧量和细菌量对铵氮转化率影响的测定

将采集到11个三角瓶含有10g沙粒加90mL营养液,迅速摇匀,添加铵盐,使 NH_4^+-N 浓度达 10mg/L 左右后,进行下列三种处理。

处理1。将3个三角瓶水样设置在温度 15°C 、 20°C 和 25°C ,分别测定它们的铵氮转化率。

处理2。将2个三角瓶水样用充气沙头充分氧1d,水中溶氧量保持在 8.0mg/L ;另2个三角瓶水样未充氧用塞子封闭1d后,使水体溶氧自然下降至 1mg/L 以下,分别测定它们的铵氧转化率。

处理3。在2个三角瓶水样添加硝化细菌1d后,测定硝氮变化;另2个三角瓶水样不添加硝化细菌作为对照组。

2 结果与讨论

2.1 暗纹东方鲀生长情况

试验期间每20d换一次水,水质和鱼体状况均良好,30d平均增重44%。而5#、6#对照组中有机

物的氧化分解只能靠水体中微生物的作用,转化速率较慢,尽管每 7d 换一次水,水质还是较差,且细菌性病害时有发生,鱼体生长缓慢,30d 平均增生 28%。

2.2 水和沙粒中硝化细菌数量

在过滤水槽的石英砂上生物膜熟化后(养殖水的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 均降至 0.5mg/L 以下),水和沙粒中硝化细菌数量见表 1。从表 1 可看出,沙粒中硝化细菌数量平均比水中要高 21 倍,高出对照组 10 倍,这比方秀珍等^[6]报道的鱼池淤泥中硝化细菌数量略高。这表明了在有循环过滤装置的养殖水中硝化细菌数量比对照组和养鱼池中都少得多,硝化作用主要是在吸附表面积大、能形成生物膜的沙粒上进行的,而少量在水体中进行。由于水体和生物膜中还存在着氨化细菌和反硝化细菌的作用^[12],因而在实验期间 1# ~ 4# 池中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 均低于 0.05mg/L ,说明 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 能及时被细菌转化,很少积累。

表 1 水和沙粒中硝化细菌数量
Tab.1 Numbers of nitrifying bacteria in water and sand (ind/mL)

采样日期 月 日	1#		2#		3#		4#		5#	6#
	水	沙	水	沙	水	沙	水	沙		
12-10	8	125	6	223						
12-15	9	154	5	188						
12-28					6	96	8	132		
12-29					8	125	7	144		
01-20	5	164							12	16
02-10			7	184					15	18
03-06					4	156			9	12

2.2 水和沙粒的硝化率

表 2 是水和沙粒在 18°C 下不同日期测定的硝化率,从表 2 中可看出,1#、2# 沙粒的硝化率为 $9.45 \times 10^{-2} \sim 8.05 \times 10^{-1} \text{mg}/(\text{ind}\cdot\text{d})$,这比方秀珍等^[4]报道的鱼池淤泥中的硝化率略高,其主要原因为本文测的是净化沙粒上细菌潜在的硝化率,而文献^[1]是自然硝化率,因此会有差异。表明了人工培养下沙粒上可以生长功能很强的硝化作用菌群。而水中的硝化率为 $1.12 \times 10^{-3} \sim 7.85 \times 10^{-3} \text{mg}/(\text{ind}\cdot\text{d})$,平均仅为沙粒的 1/100。这表明了过滤水槽装置可以大大加强养鱼水体的自净能力。

表 2 水和沙粒中的硝化率
Tab.2 Nitrifying rate in water and sand (mg/ind·d)

采样日期 月 日	1#		2#		5#	6#
	水	沙	水	沙		
12-10	1.12×10^{-3}	8.05×10^{-1}	5.52×10^{-3}	5.38×10^{-1}		
12-28	2.37×10^{-3}	6.15×10^{-1}	2.88×10^{-3}	4.05×10^{-1}		
01-20	1.38×10^{-3}	9.45×10^{-2}			7.45×10^{-3}	5.23×10^{-3}
02-10			5.65×10^{-3}	3.57×10^{-1}	4.33×10^{-3}	7.85×10^{-3}

2.4 不同温度、溶氧量和细菌量对铵氮转化率的影响

从表 3 中可以看出,随着温度的提高,硝化细菌对铵氮转化率也明显加大, 25°C 时的铵氮转化率分别是 15°C 和 20°C 的 194% 和 111%,表明了温度是影响硝化率的一个重要因素。由于硝化作用是一个耗氧过程,提高水体的含氧量,可促使硝化类细菌的硝化率^[1]。从 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转化实验的结果来看,水体溶氧提高(8.0mg/L),铵氮转化率提高 11.07% ~ 29.57%。(见处理 2)。在有氧条件下,细菌量增加 100 倍,铵氮转化率增加 32.65%。由此可见,细菌对水中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的转化作用在很大程度上受水中溶氧量及细菌数量的影响,这个结果与其它学者在湖泊和鱼池中测定的结果相似^[4,7,8]。建议在工厂化养殖生

产中需要升温、增氧,可以有效提高过滤水槽的净化能力。

表 3 不同处理的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转化率的试验结果
Tab.3 Results of conversion rate of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ by different treatment

处 理	水 体 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度/(mg/L)		
1 温度	15℃	10.22	8.37
	20℃	10.58	7.23
	25℃	10.01	6.50
2 溶氧	8.0mg/L	9.98	4.98
	8.0mg/L	10.74	6.55
	1.0mg/L	9.65	7.62
	1.0mg/L	9.88	7.12
3 细菌数量	$5.0 \times 10^3/\text{mL}$	10.87	3.15
	$4.5 \times 10^3/\text{mL}$	10.23	4.87
	$2.5 \times 10^3/\text{mL}$	10.66	7.54
	$2.5 \times 10^3/\text{mL}$	9.67	6.88

参考文献:

- [1] 马悦欣,洪明焜,何 洁,等.牙鲆自净式水槽氨化细菌数量及氨化速率[J].中国水产科学,2000,7(3):115-116.
- [2] 谭烨辉,李江文,雷衍之.养鲍自污染水净化处理的初步研究[J].热带海洋,1999,18(2):204-208.
- [3] 孙国铭,万夕和,许 璞,等.海水循环式养殖系统 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2 - \text{N}$ 转化及其水质管理[J].水产养殖,1999,(4):12-14.
- [4] 方秀珍,谢 俊,郁桐炳,等.池塘淤泥中细菌对含氮物质转化效率的研究[J].大连水产学院学报,1999,14(1):113-117.
- [5] 方秀珍,郭贵楨,王继坤,等.高产鱼池中异养细菌的初步研究[J].水产学报,1989,13(2):101-109.
- [6] 方秀珍,郁桐炳,谢 俊,等.鱼池淤泥中参与氮循环的细菌和淤泥活性[J].水产学报,1993,17(2):137-145.
- [7] Berg P, Rosswall T. Ammonium oxidizer numbers, potential and actual oxidation rate in two Swedish arable soils[J]. Biol Fert Soils, 1985, (1):131-140.
- [8] Odde K W, Ronald D J. Potential rates of nitrification in an oligotrophic freshwater sediment system[J]. Microb Ecol, 1987, 14:91-100
- [9] Wetze R G. Limnology (2nd ed)[M]. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1983.
- [10] 陈绍铭,郑福寿.水生微生物实验法[M].北京:海洋出版社,1985.15-239.
- [11] 环境污染分析方法科研协作组.环境污染分析法[M].北京:科学出版社,1987.355-387.
- [12] 刘文御.水产养殖用水之应用与处理[M].台北:台湾福明印刷出版有限公司,1987.75-118.