

文章编号:1005-8737(2001)02-0032-04

## 闭路养鲍水中细菌数量的变化动态

张东升, 杨 凤, 赵小红, 马燕武

(大连水产学院 养殖系, 辽宁 大连 116023)

**摘要:**报道了不同条件下闭路养鲍水中细菌数量、形态随时间的变化以及臭氧、石莼抑菌效果。实验证实, 养鲍水中细菌数量在 $(1.12\sim 43.93)\times 10^5\text{ ml}^{-1}$ 范围内变化, 比对照海水中细菌数量高1~2个数量级, 投饵养鲍水中细菌数量比未投饵养鲍水中细菌数量略高, 与 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{COD}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 没有关联度。随着闭路养鲍时间的延长, 养鲍水中细菌数量在水平方向上呈现较大幅度的波动, 细菌形态呈现有规律的交替。每间隔12 h按 $0.417\text{ mg}/(\text{h}\cdot\text{L})$ 臭氧剂量注入养鲍水中1 h能很好地抑制养鲍水中的细菌, 但石莼抑菌效果不好。

**关键词:**皱纹盘鲍; 闭路养鲍; 细菌; 水处理

**中国分类号:**S968.315

**文献标识码:**A

目前皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)的工厂化流水养殖投资大、成本高, 特别是在冬季, 升温海水供鲍越冬需要消耗大量的能量。利用闭路循环水养鲍能够大大节约能耗, 且降低环境污染, 但国内外的有关报道很少。隋兰凤<sup>[1]</sup>进行了以人造水藻净化亲鲍培育水质的实验; 聂钟庆<sup>[2]</sup>分别用生物膜、活性炭、紫外线照射等方法处理循环升温水进行稚鲍越冬实验; 张文重<sup>[3]</sup>进行了种植水上蔬菜净化杂色鲍水质的实验。但有关闭路养鲍期间, 鲍自身污染规律的系统研究尚未见报道。本研究摸索鲍自身污染的规律及闭路养鲍水中理化因子和细菌的变化规律, 为探讨臭氧、孔石莼(*Ulva pertusa*, 简称石莼)两种水处理方法对闭路养鲍循环水中细菌的抑制效果提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

实验用鲍取自大连市水产研究所人工育苗的健

康幼鲍, 暂养1周以上, 取规格相近的幼鲍做同批实验。实验用水为大连黑石礁附近的沙滤海水。

#### 1.2 实验方法

**1.2.1 鲍自身污染规律实验** 设2组, 实验基本条件见表1。第1组: 为了解闭路循环养鲍条件下水体中细菌数量的变化, 取2个洗净的玻璃缸(15 L), 分别装13 L海水, 并放波纹板, 其中1个缸以海水做为空白对照, 另1个缸放规格相近的幼鲍。将两缸放于恒温培养箱中, 在黑暗条件下培养, 培养期间养鲍缸于每天9:00取出残饵, 投入新鲜裙带菜, 每次投饵量相同。第2组: 为了比较闭路循环养殖条件下投饵和不投饵养鲍水中细菌数量的变化, 实验方法同上, 但两缸都放鲍, 其中1个缸不投饵, 另1个缸投饵, 饵料及投饵方法同上。2组实验测定细菌的方法相同, 即每天8:30无菌取样, 测定各缸水中的活菌数量。

**1.2.2 臭氧、石莼处理养鲍闭路循环水中细菌数量的变化** 处理装置见图1。将12个玻璃水槽(生产用养鲍槽240 L)分成3列, 每列4个水槽上下串联, 分为流水组、石莼组、臭氧组, 各组处理均在充气下进行。3组中, 中间2个水槽为养鲍槽, 随机地将50个大鲍、230个小鲍放置在每个水槽的同一个波纹

收稿日期:2000-10-08

基金项目:大连市科委基金资助项目

作者简介:张东升(1968-), 女, 讲师, 在读硕士, 从事微生物学研究教学。

表 1 实验水体基本条件

Table 1 Condition of water during experiment

实验号 Group	时间 Date	温度/℃ Temperature	pH	盐度 Salinity	幼鲍体重/g Body weight	幼鲍数/个 Nos of the larvae
1	01-17~01-23	17±0.5	7.9~8.0	31~32	0.21~0.39	81
2	01-26~02-13	17±0.5	7.86~8.06	31~32	0.29~3.51	108

板上;250个中等鲍放在每个水槽的另一个波纹板上,鲍的大小和数量见表2。最上层水槽流水组为沙滤海水,石莼组放680g石莼,臭氧组放洗净的沙子(约占水槽的1/3),最下层水槽,流水组放沙滤海水,石莼组放沙滤海水和泵,臭氧组同石莼组,同时与发生率为0.1g/h的臭氧发生器相连,产生的臭氧直接送入水槽底部,且水面覆盖一整块塑料板,以增加臭氧在水中的含量。

每天上午、下午流水组流水,石莼组、臭氧组开泵循环,臭氧组上、下午充臭氧各1h。定期投喂新

鲜裙带菜,每次开臭氧发生器前采样,测定各组水中活菌量。

### 1.2.3 细菌计数方法 活菌记数采用DVC法<sup>[4]</sup>

表 2 鲍的规格

Table 2 Size of abalone

规格 Size	体长/cm Body length	体重/g Body weight	数量/个 Nos.
大 Large	2.0~2.5	0.73~1.83	300
中 Middle	1.5~2.0	0.41~1.05	1 500
小 Small	1.0~1.5	0.19~0.51	1 380

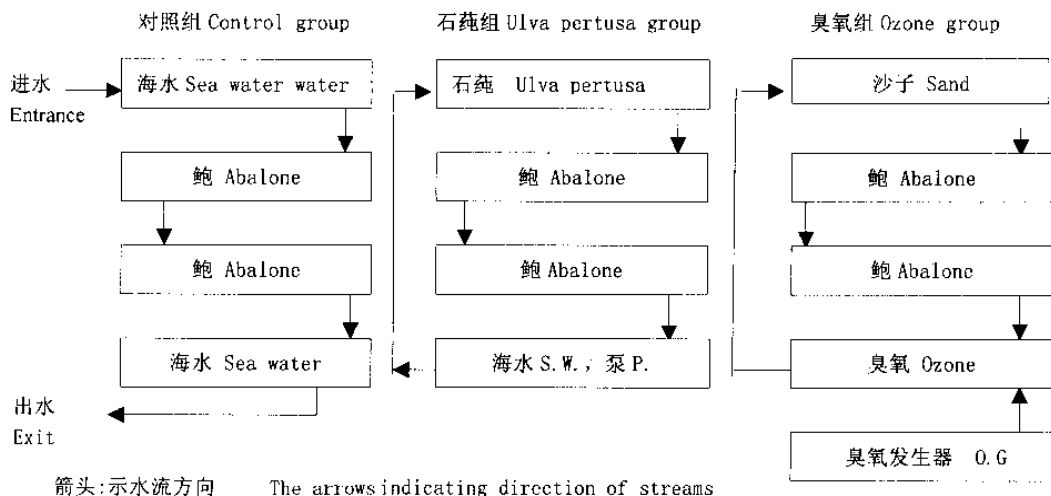


图 1 臭氧、石莼处理养鲍水装置

Fig. 1 The diagram of recirculating abalone culture treated by ozone and *U. pertusa*

## 2 结果

### 2.1 闭路养鲍期间细菌数量及形态的变化

表 3 说明对照组水中活菌数量基本保持稳定,而养鲍组,养鲍期间细菌数量 $(1.12 \sim 43.93) \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ 高于对照组 1~2 个数量级,且随养鲍时间的

推移,呈现较大幅度的波动。细菌高峰期分别出现在第 4~5 天,8~9 天,13~14 天,18~19 天。

对照组水中细菌的种群始终以杆菌为主,而养鲍水中细菌的种群随着细菌数量周期性地变化而变化,第 1 高峰期至第 4 高峰期分别以杆菌,链状杆菌,杆菌、球菌,小杆菌为主。

表3 闭路养鲍水中活细菌数量

Table 3 The viable bacterial population in water

 $\times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ 

时间/d Days	实验组(投饵) Experiment group (fed)		对照组 Control	
	细菌数量 Bacterial density	细菌形态 Bacterial morphology	细菌数量 Bacterial density	细菌形态 Bacterial morphology
1	0.145	杆菌 Bacillus	0.145	杆菌 Bacillus
2	1.251	杆菌 Bacillus		
3	18.03	杆菌 Bacillus, 链状杆菌 Streptobacillus	0.201	杆菌 Bacillus
4	22.03	杆菌 Bacillus		
5	43.93	杆菌 Bacillus	0.225	杆菌 Bacillus
6	7.421	链状杆菌 Streptobacillus, 杆菌 bacillus		
7	1.122	链状杆菌 Streptobacillus	0.188	杆菌 Bacillus
8	25.55	链状杆菌 Streptobacillus, 杆菌 Bacillus		
9	11.62	杆菌 Bacillus, 链状杆菌 Streptobacillus	0.197	杆菌 Bacillus
11	9.371	杆菌 Bacillus, 球菌 Coccus		
13	19.39	杆菌 Bacillus, 球菌 Coccus	0.213	杆菌 Bacillus
17	11.16	杆菌 Bacillus	0.186	杆菌 Bacillus
19	19.60	杆菌 Bacillus	0.204	杆菌 Bacillus

## 2.2 饵料对闭路养鲍循环水中细菌数量的影响

由图2可见,以新鲜裙带菜为饵料的养鲍水中细菌数量与未投饵养鲍水中的细菌数量分别在 $(0.59 \sim 104.70) \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ 和 $(0.59 \sim 60.68) \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ 范围内波动,两者仅在高峰时有差别。经统计分析表明,在1%和5%的显著水平上,实验期间两者细菌数量差异不显著。实验还表明,投饵和未投饵水中细菌数量与 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{COD}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 不相关(见另文)。

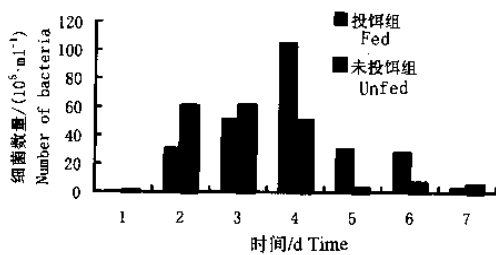


图2 投饵组和未投饵组水中细菌数量的变化

Fig.2 The comparison of viable bacterial population in water between fed and unfed abalone

## 2.3 臭氧、石莼两种水处理方法对闭路养鲍循环水中细菌数量的影响

由图3可见,活细菌数量臭氧组最低,其次为流水组,石莼组最高(平均值是前两者平均值的2倍)。经统计分析表明,在1%的显著水平上,臭氧组与流水对照组水中细菌数量差异不显著,石莼组与流水组和臭氧组差异均显著。由此说明,臭氧抑菌效果较好,石莼抑菌效果不好。

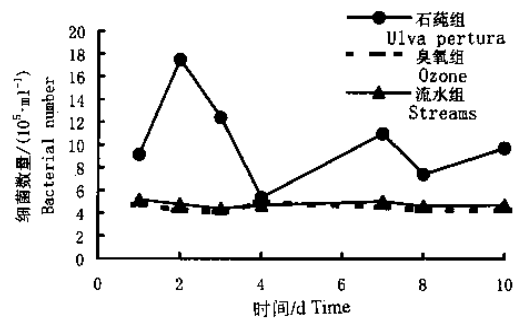


图3 石莼组,臭氧组和流水组水中细菌测定结果

Fig.3 The bacterial population in water treated by *U. pertusa*, ozone and streams

## 3 讨论

### 3.1 细菌数量及形态的变化

曾有人报道,养虾池中细菌数量波动在 $(0.40 \sim 25.7) \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$ 之间,与之相比,本研究的养鲍池中细菌数量要低1个数量级。随着养殖时间

的推移,细菌的数量在水平方向上波动,不同于养虾池呈上升趋势地波动。细菌是一种典型基质限制性生物<sup>[8]</sup>,其面积-体积比大,繁殖快,易受环境影响<sup>[9]</sup>,养鲍、养虾池水体小,理化因子变化大,势必造成细菌数量的较大波动。而两者间细菌数量上的差异及变化趋势的不同可能是由于两者水体理化因子

差别很大造成的, 实验期间养虾池<sup>[5]</sup>水温一直是上升的, 且水体中含有很多残饵、粪便或新鲜活饵料, 使水体的养分含量很高, 随着养殖时间的推移势必造成细菌数量的升高。本实验是在恒温条件下进行, 由于不换水, 又及时清理残饵等原因, 故细菌数量的变化与前者有明显的差异。

### 3.2 臭氧、石莼水处理方法对闭路循环养鲍水抑菌效果的探讨

臭氧是一种强氧化剂和杀菌剂, 近年来常被用于渔业水质改善, 适量的臭氧和适时充臭氧不但可以改善水质、杀菌<sup>[9]</sup>, 还可以提高产量<sup>[10]</sup>。但是臭氧浓度大有损于养殖生物, 成本也高; 浓度太小又起不到抑菌和改善水质的效果。合适的臭氧浓度及充臭氧时间通常与养殖种类<sup>[11]</sup>和水质条件<sup>[12]</sup>有关。日本黑泽和宽<sup>[9]</sup>利用臭氧净化牡蛎养殖水体中的细菌, 循环水每小时充以 0.015 mg/L 和 0.021 mg/L 的臭氧质量浓度, 24 h 后可以有效地抑制细菌, 高于或低于此值范围, 抑菌效果不好。本实验在室内实验的基础上, 使用每小时 0.417 mg/L 的臭氧质量浓度抑菌 2 h, 效果明显, 控制  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$  的效果也很好(见另文)。

石莼不但可以吸收水中大量的  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ , 而且还可以抑菌<sup>[13]</sup>, 在本实验中石莼吸收  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$  的效果很好(见另文), 但抑菌效果不理想, 有待于进一步研究。

#### 参考文献:

[1] 隋兰凤. 人造水藻在鲍鱼培育水体的净化作用[J]. 水产科学,

1985, 4(2):15-17.

- [2] 聂钟庆, 季梅芳. 提高皱纹盘鲍越冬成活率与加速生长的初步研究[J]. 海洋水产研究, 1992, 13:85-93.
- [3] 张文重. 密闭循环水式珍珠鲍鱼(杂色鲍)养殖新技术[J]. 养殖新技术, 1997, 21(9):21-24.
- [4] Hobbie J E, Daley R J, Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy[J]. Appl Environ Microbiol, 1997, 33:1 225-1 228.
- [5] 刘国才. 对虾池综合养殖生态系浮游细菌的数量动态[D]. 青岛: 青岛海洋大学, 1998.
- [6] Moriarty D J W. Bacterial productivity in ponds used for culture of penaeid prawns[J]. Microbiol Ecol, 1986, 12:259-269.
- [7] Visscher P T, Duerr E O. Water quality and microbial dynamics in shrimp ponds receiving bagasse-based feed[J]. World Aqua Soc, 1991, 22(1):65-76.
- [8] Lewis W M Jr. Surface/volume ration: Implication for phytoplankton morphology[J]. Science, 1976, 192:885-887.
- [9] 黑泽和宽. オゾンによるマガキおよびミナミマガキの浄化[J]. 水产养殖, 1991, 39(4):393-396.
- [10] Ajuzie C C. 臭氧对幼鳗生长的影响实验[J]. 国外水产, 1995, 4:15-17.
- [11] Reid B, Arnold C R. Use of ozone for water treatment in recirculating - water raceway systems[J]. Prog Fish-Cult, 1994, 56(10):47-50.
- [12] 白希尧, 张 健. 臭氧水及其应用研究[J]. 水处理技术, 1992, 18(60): 409-414.
- [13] 平田八郎. プリ养殖场的アオサで海水浄化实验. 緑の栽培鱼礁(バオフロート)Ⅵ期[J]. 渔村, 1989, 55(8):110-111.

## Variations of bacterial population in recirculating water for abalone culture

ZHANG Dong-sheng, YANG Feng, ZHAO Xiao-hong, MA Yan-wu  
(Dalian Fisheries College, Dalian 116023, China)

**Abstract:** The density of bacterial population in recirculating water of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) culture fluctuated between  $1.12 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$  and  $43.93 \times 10^5 \text{ ml}^{-1}$  with the lapse of cultural time, but unrelated to the  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$  and COD in water. The bacterial numbers in fed water were a little higher than that in unfed water. The bacterial morphological races exhibited regularly alternative variation. The bacteria were successfully controlled in recirculation system by injection of ozone at the dose of 0.417 mg/(h·L) sea water, but uninhibited by *Ulva pertusa*.

**Key words:** *Haliotis discus hannai* Ino; recirculating-water culture; bacteria; water treatment