

# 臭氧处理海水对扇贝卵的孵化 及幼虫生长的影响\*

于瑞海 孔令锋 王昭萍 田传远 王如才

(中国海洋大学水产学院 青岛 266003)

**摘要:** 主要研究了用臭氧处理海水在经过连续充气曝气 12、24 h、不经充气曝气的处理水及没经臭氧处理的正常海水,进行海湾扇贝、虾夷扇贝受精卵的孵化和幼虫培育实验。结果表明,海湾扇贝受精卵在经过 24 h 曝气的处理水中孵化率最高为 92%,其次为没经过处理的正常海水为 76%,曝气 12 h 为 16%,没经过曝气的为 0;虾夷扇贝受精卵在经过 24 h 曝气的处理水中孵化率最高为 88%,其次为没经过处理的正常海水为 85%,曝气 12 h 为 15%,没经过曝气为 0。海湾扇贝幼虫培养在没经过处理的正常海水和经 24 h 曝气的处理水中生长较快,曝气 12 h 较慢;虾夷扇贝幼虫则是没经过处理的正常海水生长最快,其次是经 24 h 曝气的处理水,而曝气 12 h 较慢,成活率方面也表现出一定的差异,从而为臭氧处理海水在贝类育苗上的应用提供一定的指导。

**关键词:** 臭氧处理海水; 受精卵孵化; 幼虫生长; 海湾扇贝; 虾夷扇贝

**中图分类号:** Q958. S968. 31 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2003)04-76-05

## Application of Ozonated Sea Water in the Seeding Process of the Bay Scallop (*Argopecten irradians*) and Japanese Scallop (*Mizuhopecten yessoensis*)

YU Rui-Hai KONG Ling-Feng WANG Zhao-Ping TIAN Chuan-Yuan WANG Ru-Cai

(Fisheries College, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

**Abstract:** This paper describes the results of an experiment designed to compare the effectiveness of hatching zygotes of Bay and Japanese scallops and raising larvae with ozonated sea water charged for 0 hour, 12 hours and 24 hours, and non-ozonated sea water. The results show that the hatching rate of Bay scallop zygotes in ozonated sea water charged for 24 hours was the highest at 92%. The hatching rate in non-ozonated sea water was 76%, 16% in ozonated sea water charged for 12 hours, and 0% in non-charged ozonated sea water. The hatching rate of Japanese scallop zygotes in ozonated sea water charged for 24 hours was the highest at 88%. The hatching rate in non-ozonated sea water was 85%, 15% in ozonated sea water charged for 12 hours and 0% in non-charged ozonated sea water. The growth rate of Bay scallop larvae in non-ozonated sea water and ozonated sea water charged for 24 hours was the highest, and was lowest in ozonated sea water charged for 12 hours.

\* 国家高新技术研究发展计划资助项目(No. 863-819-01-01);

第一作者简介 于瑞海,男,高级工程师;主要从事贝类繁育和多倍体育种研究;E-mail: yuruihai@ouc.edu.cn。

收稿日期:2003-04-20

The growth rate of Japanese scallop larvae in non-ozonated sea water was highest and was lower in ozonated sea water charged for 24 hours, and the lowest in ozonated sea water charged for 12 hours. Moreover, the survival rate of larvae of both species varied. Consequently, the results offer guidance for the application of ozonated sea water in shellfish seeding.

**Key words:** Ozonated sea water; Zygotes hatching; Larvae growing; Bay scallop; Japanese scallop

臭氧处理海水是利用臭氧的强氧化性起到杀菌等净化育苗水的作用,同时还会产生一种氧化性副产物,这种氧化物对生物有一定的毒害作用,但该产物经过一段时间的充气曝气处理后可消除;臭氧作为一种优良的水质净化剂和消毒剂,在我国工农业生产上得到越来越广泛的应用。但臭氧消毒海水技术在水产养殖业上的应用在我国起步较晚,近几年发展较快并广泛应用于鱼虾蟹育苗和养殖上,特别是在工厂化养殖上应用广泛<sup>[1-3]</sup>,而在贝类育苗上目前还未见有关报道。用臭氧处理海水会生成氧化性副产物,被称为臭氧生成氧化物(OPO),对水产养殖动物具有毒害作用。臭氧处理海水生成氧化物一经产生后分解缓慢,比较稳定,对其连续充气可以加速臭氧生成氧化物的分解。本文研究了连续充气之后这种残余氧化物对海湾扇贝和虾夷扇贝受精卵孵化及幼体生长的影响,以及在生产上充气多长时间能对贝类幼虫无毒害、起到杀菌等净化海水的作用并对孵化和幼虫生长发育有利,以达到在生产上的广泛应用。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 所用海水取自威海北海综合育苗试验基地,经沉淀、砂滤、预热池预热后使用。

臭氧发生装置:青岛洁源臭氧机,产量 10 g/h,理论上水中的浓度为 10 g/L。

本试验所用海湾扇贝均取自北海综合育苗试验基地,经 38 d 人工促熟培育即将成熟的亲贝,经自然产卵受精,取受精卵和其孵化出的 D 形幼虫进行实验。

虾夷扇贝取自北海综合育苗试验基地,经 16 d 人工促熟培育即将成熟的亲贝,自然产卵和产精,进行人工授精,取受精卵和其孵化出的

D 形幼虫进行实验。

容器:10 L 水桶 5 个,1 000 ml 烧杯 16 个。

### 1.2 方 法

**1.2.1 臭氧处理水的获得** 用 10 L 的红桶装 8 L 臭氧处理水,连续充气 24 h 为试验 1;再用 10 L 的红桶装 8 L 臭氧处理水,连续充气 12 h 为试验 2;充气结束之后再接 8 L 臭氧处理水为试验 3;未经过臭氧处理水为对照组。取 8 个 1 000 ml 的烧杯,分装上述 4 种处理海水,并重复实验一次。

**1.2.2 受精卵实验** 取培养成熟的海湾扇贝亲贝,诱导其排放精卵并受精,受精 10 min 后,把受精卵均匀放入上述 8 个烧杯中;每个烧杯中受精卵的密度为 16 个/ml,孵化水温为 22 ~ 23℃,每 30 min 搅动 1 次,达到 D 型幼虫时测其孵化率。而虾夷扇贝则取培养成熟亲贝诱导排放精卵,进行人工授精,受精 10 min 后,把受精卵均匀放入上述 8 个烧杯中;每个烧杯中受精卵的密度为 16 个/ml,孵化水温为 15 ~ 16℃,每 30 min 搅动 1 次,达到 D 形幼虫时测其孵化率。

**1.2.3 幼虫成活率和生长实验** 取孵化出的海湾扇贝和虾夷扇贝 D 形幼虫为实验材料,培养 6 d,实验观察幼虫生长和成活情况;培养幼虫期间,每天测其大小和密度,每天换水 2 次,投单胞藻饵料 4 次,每 1 h 搅动 1 次,海湾扇贝幼虫培育水温为 22 ~ 23℃,虾夷扇贝幼虫的培育水温 16℃。

## 2 结 果

**2.1 臭氧处理海水前后水质变化** 通过使用多功能水质分析仪对一般海水和臭氧处理海水进行理化指标的测量,用细菌营养琼脂培养法对二者的细菌数进行分析,结果如表 1。

从表 1,经臭氧处理并经过充气曝气的海

水,在  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、有机物耗氧量及细菌数方面显著降低,而 pH 和盐度稍微升高,但差异不明显。

因此经臭氧处理的海水可大大改善育苗水质

表 1 经臭氧处理和未经处理育苗用水的水质变化比较

组别	pH	$\text{NH}_4^+\text{-N}(\mu\text{g/L})$	盐度	有机耗氧量(mg/L)	细菌数:个/ml
试验 1	8.2	12.5	35	0.85	0
试验 2	8.2	13.3	34	0.90	0
试验 3	8.2	13.3	33.5	0.95	0
对照	8.1	19.8	33	1.20	5 600

## 2.2 臭氧处理海水对扇贝受精卵孵化率的影响

### 2.2.1 海湾扇贝受精卵的孵化率

在 22 ~ 23℃ 温度下,经过 22 h 的发育,达到 D 形幼虫,其孵化率如图 1,孵化率为两次实验的平均值。

从图 1 可看出,在海湾扇贝卵的孵化率实验中,在经充气 24 h 的臭氧处理海水中孵化率最高,说明臭氧的消毒效果是比较明显的,而且还发现在这种水中,孵化畸形率最低。

### 2.2.2 虾夷扇贝受精卵的孵化率

在 15 ~ 16℃ 温度下,经过 56 h 的发育,达到 D 形幼虫,其孵化率如图 1,孵化率为两次实验的平均值。

从图 1 可看出,在虾夷扇贝卵的孵化率实验中,在经充气 24 h 的臭氧处理海水中孵化率最高,说明臭氧的消毒效果是比较明显的,而且还发现在这种水中,孵化畸形率最低。

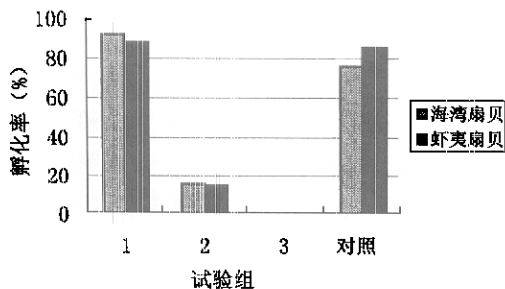


图 1 不同曝气条件下扇贝受精卵的孵化率

## 2.3 臭氧处理海水对扇贝幼虫成活率和生长的影响

### 2.3.1 海湾扇贝幼虫成活率和生长

海湾扇贝幼虫经过 6 d 的培育,各实验组成活率如图 2,生长情况如图 3。

从图 2 和图 3 看出,臭氧处理海水对海湾

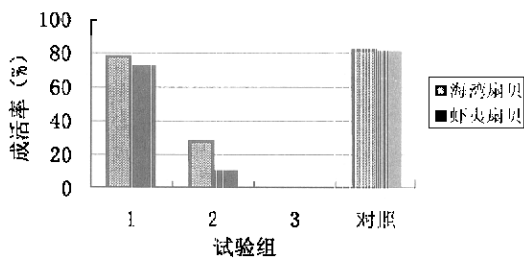


图 2 不同曝气条件下扇贝幼虫的成活率比较

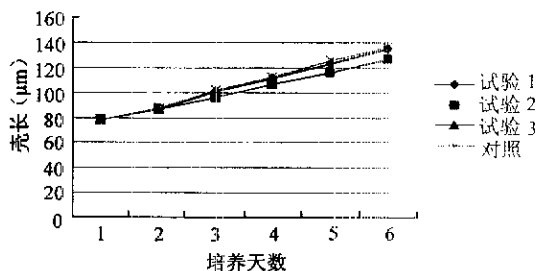


图 3 不同曝气条件下海湾扇贝的幼虫生长曲线

试验 3 因幼虫放入后立即死亡,以后幼虫大小未测量,只有开始时的大小

扇贝幼虫成活的影响是明显的,充气时间越少对贝类的影响越大,说明氧化物的浓度越大,对幼虫的毒害也越大,但在海湾扇贝幼虫生长情况的比较中,差异不是很明显,只是测成活率时,在未经充气的臭氧水中成活率为零,因此在生长测量时本组只开始测量了大小,以后因幼虫放入后死亡就未进行测量。

### 2.3.2 虾夷扇贝幼虫成活率和生长

虾夷扇贝幼虫经过 6 d 的培育,各实验组成活率如图 2,生长情况如图 4。

从图 2 和图 4 看出臭氧处理海水对虾夷扇贝幼虫成活的影响是明显的,充气时间越少对幼虫生长的影响越大,说明氧化物的浓度越

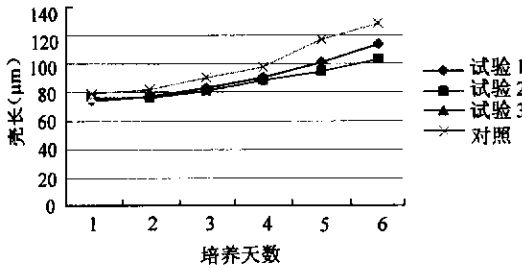


图4 不同曝气条件下虾夷扇贝的幼虫生长曲线

试验3因幼虫放入后立即死亡,以后幼虫大小未测量,只有开始时的大小

大,对贝类的毒害也越大;但在虾夷扇贝幼虫生长情况的比较中,差异较明显,这可能是由于虾夷扇贝幼虫培育水温低,臭氧的氧化物在低温下分解慢,造成与海湾扇贝实验上的差异,只在测成活率时,未经充气的臭氧水中成活率为零,因此在生长测量时本组只开始测量了大小,因幼虫放入后死亡未进行测量。

### 3 讨论

**3.1 臭氧处理水的优越性** 水是贝类幼虫生存的环境,水质的好坏关系到育苗成败的关键,在贝类育苗中,水虽然经过沉淀-砂滤等处理,但水中的一些微生物和原生动物是过滤不掉的,而臭氧处理水具有其它处理水所无法比拟的优越性<sup>[4,6]</sup>:(1)臭氧是强氧化剂,杀菌力强,杀菌谱广,不管是对细菌、病毒,还是未萌发的孢子都具有杀灭作用;(2)用臭氧处理水,可去除异味,控制色素和降低水中有害物质的浓度,而且不会产生二次污染;(3)臭氧是负离子游离状态气体,易溶于水,致使消毒不会产生死角;(4)在水体消毒中,臭氧除使用一个氧原子起作用留下一个氧分子迅速溶于水外,多余的臭氧也会迅速自行分解为氧气,并溶于水,具有很好的增氧作用,增进鱼虾贝类的活动能力,提高饵料效率,增强对疾病的抵抗能力。这对于水产养殖来说是极为理想的消毒、增氧物质。

**3.2 臭氧的作用机理及对育苗水质的影响** 臭氧(O<sub>3</sub>)是氧气(O<sub>2</sub>)的同素异构体,是一种极不稳定的强氧化剂,易分解为氧,臭氧在水中发生还原反应,产生氧化能力极强的原子氧(O)

和羟基(OH),能氧化水中有机物,杀灭细菌及浮游生物,同时臭氧还可以对水中的氨氮进行降解,其反应式为:  $2\text{NH}_3 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2$ <sup>[1-3,5,7]</sup>。育苗池水生态环境的改善主要表现在氨氮、化学耗氧量、细菌及弧菌总数等方面都处于良好状态。臭氧在降低上述水质生物指标方面起重要作用,使水质状况明显改善,这一结果与我们测量的臭氧处理水的结果相吻合,因此利用臭氧水育苗可有效地改良水体的生态环境,为贝类幼虫创造一个适宜的生活环境,使贝类育苗稳产高产。

### 3.3 臭氧处理水对扇贝受精卵和幼体的影响

臭氧在净化水质的同时,还能产生一种对水中生物有毒害作用的氧化物,但为确保水中生物的安全,杀菌处理后要保持水质不变,则臭氧处理后必须通过充气曝气及用活性炭去除氧化物,同时氧化物分解与水温高低和充气长短有关,目前大多以低浓度的臭氧直接充入饲养池,这只能改善饲养水质<sup>[9-11]</sup>。如以杀菌为目的,则必须将有效臭氧浓度作用一定时间后再去除臭氧,用于育苗和养殖用水,特别是海水养殖,必须要有去除残留氧化物的设备,将其减少到对鱼虾贝无毒性的量为止。这与我们牡蛎受精卵和幼虫培育实验的结果是一致的。

**3.4 臭氧处理水在海湾扇贝和虾夷扇贝作用上的不同** 臭氧处理水在海湾扇贝和虾夷扇贝孵化和幼虫培养上存在差异,主要是由于二者在孵化水温和幼虫培养时的的水温不同引起的,由于臭氧形成的有害氧化物分解与水温有关,温度低分解慢,温度高分解快,所以同样的臭氧处理水,在不同贝类中因受精卵、幼虫培育水温不同其作用是不同的,这是由氧化物的特性决定的。

### 参 考 文 献

- [1] 方荣楠译. 水产养殖用水的臭氧杀菌. 渔业现代化, 1998 (2): 10-13, 15.
- [2] 李宝华, 张素青. 臭氧对海水育苗中水质理化指标的影响. 现代渔业信息, 1999, 14(5): 21-25.
- [3] 孙广明, 李宝华, 杨建军等. 臭氧水处理原理及在水产养殖中的应用. 内陆水产, 1998(4): 5-7.

- [ 4 ] 孙广明, 李宝华, 李汉忠. 臭氧特性及对水质的净化作用. 渔业现代化, 2000(4): 23 ~ 31.
- [ 5 ] 孙广明, 李宝华. 臭氧在水产养殖中的应用研究. 中国水产, 1996(6): 32 ~ 33.
- [ 6 ] 于瑞海, 王如才. 臭氧处理水技术原理及其在水产养殖中的应用综述. 海洋湖沼通报, 1997(3): 0 067 ~ 0 070.
- [ 7 ] 章剑. 水产养殖用臭氧进行水净化处理新技术. 专业户, 1998(10): 26.
- [ 8 ] 朱福庆, 冯守明, 孙广明等. 河蟹臭氧水育苗的正交实验. 海洋科学, 1999(1): 17 ~ 18, 26.
- [ 9 ] Nasir K D, Allen D, Arnold C R. Effect of ozone treatment on culture of *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana*, and *Chaetoceros gracilis*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1999, 30(4): 473 ~ 480.
- [ 10 ] Rueter J, Johnson R. Use of ozone to improve solids removal during disinfection. *Aquacultural Engineering*, 1995, 14(2): 123 ~ 141.
- [ 11 ] Wagner E J, Bosaskowski T, Miller S. Evaluation of the absorption efficiency of the low head oxygenation system. *Aquacultural Engineering*, 1995, 14(1): 49 ~ 57.