

# 海水养殖水的净化处理

王亮梅

(国家海洋局杭州水处理技术研究开发中心,浙江 杭州 310012)

摘 要 本文阐述海水养殖对海洋环境的影响及海水养殖废水的净化技术。

关键词 海水养殖 净水技术 环境影响

中图分类号 X55

文献标识码 B

文章编号 :1000-3770(2005)10-0079-03

在过去许多年里,淡水养殖所占比重较大,约占 60%,而海水养殖占的比重较小,但近年来由于人们对海产品营养价值的认可,需求增加,其行情看好,尤其是海鲜产品的价格不菲,使得海水养殖以高于淡水养殖的速度增长,比重呈不断上升趋势,已占养殖产量的 35%还强。

世界各国特别是一些沿海国家,正在大力发展海水养殖业,如土耳其、日本、墨西哥及东南亚等国家,继续实行多种经营,增加优质高效的品种。目前正在解决优质品种人工繁殖问题,若获得解决,则海水养殖业将得到进一步的发展。

但是海水养殖与淡水养殖一样,不仅产生自身养殖区内的水质污染,也大大的影响了甚至破坏了周围环境。反过来又限制了自身的发展,所以,探求高效实用的水质净化技术方法已成为发展海水养殖业的关键问题。

## 1 海水养殖对海洋环境的影响

海水养殖对海洋环境的影响是有目共睹的,且越来越严重,直接影响着海水养殖业的可持续发展。主要表现在以下几个方面。

### 1.1 环境美学

海水养殖场的建立势必会打破沿海原有的环境美,如为建虾池将红树林砍伐,甚至影响某些海区功能如沿海警管区的管制工作。

### 1.2 海 流

放置在沿岸海流流域的养殖设施会影响海流的方向和流速,可能会在养殖设施附近淤积作用增强的现象

### 1.3 天然渔业

无论是泛养还是精养水产,都会产生投放饵料过剩的问题,特别是网箱养殖易导致富营养化,这些过剩饵料的沉积必然吸引大量的天然鱼群的聚集,从而影响天然鱼群的遗传特性。甚至大量人工孵化种菌的引入可能减少天然种群的遗传多样性。同样新种群的引入还会使天然种群处于竞争劣势,因而迁移出原来的栖息地,或者将一些病原生物传染给天然种群,而染病的天然鱼群又有可能将病菌传染到另一个养殖场,使得整个鱼群的抗病能力降低。

## 2 海水养殖水净化技术

在淡水养殖过程中积累了很多行之有效的净水技术。物理技术,如大量换水、曝气、过滤、沉淀、吸附、气浮等;化学技术,如絮凝、中和、络合、氧化还原、臭氧消毒;生物技术,如养殖水中添加或养殖光合细菌、芽孢菌、放线菌、多细菌复合微生物制剂、水生植物、蔬菜、花卉等。但某些技术要大量换水,不但浪费水资源,而且浪费大量能源,沉淀-过滤-加氯杀菌,虽在一般情况下保证了水的澄清和无菌,但随着渔域水源污染日趋严重,水中溶解大量的有机物和其他有害物质,对此,这种方法已无能为力。上述这些方法并不都能适用于海水养殖水净化,下面介

收稿日期 2004-09-29

基金项目 国家海洋局青年基金资助项目(2002614)

作者简介 王亮梅(1975-),女,硕士,主要从事膜分离技术研究工作,联系电话:0571-88935363,E-mail:WLMCHF@Yahoo.com.cn.

绍一些海水养殖水的一般净化技术和一些新技术。

### 2.1 pH 值的调节

海水与淡水不同,海水中存在着更多的溶解盐类,它们在水中形成的动态平衡使海水 pH 值保持稳定,基本上在 7.5~8.5。若 pH 值很高,则生物发生氨氮中毒;pH 值过低,大多数水生生物的腮组织和表皮遭到破坏,降低血液载氧能力,因而新陈代谢降低,抵抗力下降,植物的光合作用强度也减弱,硝化过程被抑制,有机物被大量累积,造成环境恶化。因此海水自身较强的缓冲能力可使水生生物免受 pH 值急剧变化带来的损害。

当 pH 值的变得过高或过低时,常采用以下方法来调节:(1)定期、定量换水;(2)将石灰投入水中,提高水体 pH 添加量应根据水中硫化氢的含量而定;(3)加入光合细菌,使其在池内繁殖,既可达到净化水质的作用,又为鱼虾提供更丰富的食物<sup>[1]</sup>。

### 2.2 臭氧杀菌

近年来臭氧杀菌技术的研究应用发展非常迅速,而且杀菌效果不错,其主要优点为:(1)臭氧具有强氧化性,可快速有效地杀死养殖水体中病毒、细菌及原生动物,是其它消毒剂无法比拟的;(2)臭氧的产物是氧气,可被养殖生物利用,不会产生二次污染;(3)臭氧在应用中更方便、安全、可靠、经济。如孙晓华等曾报道由臭氧处理的海水培养的十几种藻类饵料均接种成功,且生长状况良好,同时对太平洋牡蛎育苗、刺参育苗和鲍鱼养殖等试验均取得了良好的应用效果。

值得注意的是,海水中存在着许多微量元素,用臭氧进行处理海水时,臭氧会与这些元素特别是溴离子起反应生成次亚溴酸离子( $\text{BrO}$ )及溴酸离子( $\text{BrO}_3$ ),并可相当长时间残留于鱼体内,对鱼造成危害。经测定,残留的强氧化剂衰减一半的时间为 22h 以上。如强氧化剂浓度为 0.03 mg/L,经 20~40min 曝气处理,70~105cm 的黑绸在 50~90min 就会死亡<sup>[1]</sup>。为此必须采用硫代硫酸钠等还原剂或活性炭等将臭氧或臭氧合成物去除后再用于养殖。但日本青森县水产养殖中心在养殖试验中发现,通过活性炭后的活菌数又增加了,几乎与原来饲育水无差别,不过细菌群的成分发生了变化,属病原菌的革兰氏阴性菌减少,无病原性革兰氏阳性菌及色素产生的细菌增加,可采用紫外辐射杀死该菌。这可能是臭氧在杀菌的同时也消灭了水中的所有饵料生物,如硝化细菌等一类有用的微生物,所以他们建议

采用投加合理浓度的光合细菌以促使水体中有益微生物的生长。

目前普遍使用臭氧杀菌的地方主要是在大型海洋水族馆中,及河蟹育苗、刺海参育苗、鲍鱼育苗等。

也有人提出臭氧与生物滤池结合使用,可提高去除氨氮和有机物的效果<sup>[2]</sup>。

### 2.3 膜集成技术

由于膜净化技术具有无相变、常温操作,可以截留病毒细菌等特点,国家海洋局杭州水处理中心率先利用膜集成技术净化海水养殖废水,先用聚砜、醋酸纤维素等超滤膜将有机物、细菌和病毒等除去,而保留了海水中对养殖生物有用的盐分,然后利用紫外辐射和臭氧氧化处理,达到既杀菌又增加水中的溶解氧的目的<sup>[3]</sup>。由表 1 可以看出,超滤膜的除菌效果是非常好的。因此膜集成技术用于海水养殖水将具有广阔的前景。

表 1 不同类型膜对细菌总数的脱除率

水样	原卤水细菌总数	聚砜超滤膜出水中细菌和脱除率(%)	醋酸纤维素超滤膜出水中细菌和脱除率(%)
未加饵料水	$1.3 \times 10^5$ 个	未检出	13 个
加饵料水	$3.2 \times 10^5$ 个	24 个	$2.7 \times 10^2$ 个
		100	99.0
		99.3	91.6

注:水温 21℃,每次取样时间 2h,全过程膜未更换。

### 2.4 泡沫分离技术

泡沫分离技术的分离原理是向水中通入空气,使水中的表面活性物质被微小的气泡吸附,并借助气泡的浮力上升到水面形成泡沫,从而除去水中溶解物和悬浮物、细菌及酸性物质等<sup>[4]</sup>。根据气泡产生、气液接触及收集方式的不同,其类型主要有直流式、逆流式、射流式、涡流式和气液下沉式。

由于淡水养殖水中缺乏电解质、有机物分子与水分子之间的极性作用小,气泡形成的几率小,气泡的稳定性也差,因此泡沫分离法不适用淡水养殖,而主要用于海水养殖水水质处理<sup>[15]</sup>。但泡沫分离法也将水中有益的痕量元素一并去除,所以应随时注意水中痕量元素的变化,并加以调整。

### 2.5 海洋生物技术

虽然天然微生物制剂能够降低养殖环境中的氨氮、硫化氢、亚硝酸盐、提高溶解氧等,对养殖环境起一定的修复作用,但受环境因素的影响很大。因此目前生物修复技术正朝着构建能够快速分解某种特定污染物的工程菌的方向发展。如为清除油污染,将 TOL(甲苯)质粒导入 TOD(甲苯酸甲氧酶)降解途径中的某些关键酶的基因缺陷型菌株,使 TOD

途径的一些中间产物进入 TOL 途径,从而把假单胞菌不能完全降解的萘、甲苯和二甲苯混合物的 TOD 与 TOL 操作子途径联系起来,达到完全降解这类芳香化合物的目的。美国专家采用生物技术培育的“嗜油”超级细菌,其清除油污的能力比天然微生物高上万倍<sup>[9]</sup>。

## 2.6 沙床截留

G.L.Palacios 提出使用沙床来截留可溶性磷,磷的截留率可达 93%,而硅灰石的截留率达 98%<sup>[6]</sup>。而用生物接触氧化性填料床 A/O(缺氧/好氧)工艺进行净化处理,具有良好、稳定的净化处理效果,在适宜的水力停留时间(4h)出水的 BOD<sub>5</sub>、NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub> 等污染指标远低于罗氏沼虾育苗用水指标<sup>[7]</sup>。该技术在节约水资源、降低饵料费用、减少环境污染等方面有着重要意义。

## 2.7 混养法

采用混养养殖模式是利用养殖生物间的代谢互补性来消耗有害的代谢物,减少养殖生物对养殖水域的自身污染,不仅有利于养殖生物和养殖水域的生态平衡,而且能利用和发挥养殖水域的生产能力,增加产量具有明显经济效益<sup>[8]</sup>。

## 2.8 其它技术

### 2.8.1 加氯法

加氯杀菌虽具有一定的效果,但会产生致癌物及二次污染。

### 2.8.2 EDTA 螯合剂

EDTA 可与水中的重金属螯合,降低重金属对幼体的毒害,但其螯合物更易被生物幼体吸收,同时 EDTA 在光照下被一些生物降解后,最后产物是 CO 和 NH<sub>3</sub>,而 NH<sub>3</sub> 是影响水质的主要因素,并会产生致癌物—亚硝胺的仲胺,因此常规应用 EDTA 来螯合重金属离子并非一种好方法。

### 2.8.3 高分子吸附剂

可基本去除水中的重金属离子,而且设备简单、经济、可重复再生使用,不产生水的二次污染是一种被看好的养殖水处理。

### 2.8.4 甜菜碱

甜菜碱作为重要的饲料添加剂被大量应用于养殖业中,尤其是水产养殖业中,具有诱食、防渗剂(海水中无机盐浓度很高,甜菜碱有利于海洋生物维持体内较低的盐浓度,不断排除或补充流出细胞的水分,发挥渗透调节作用。也可以使淡水鱼适应

海水环境)、抗脂肪肝作用(甜菜碱提供甲基给氨基乙醇生成胆碱,胆碱是合成磷脂的原料,而磷脂有利于脂肪酸的消化吸收)<sup>[9]</sup>。因此甜菜碱在调节养殖生物自身抵抗力适应水质变化具有很好的作用。

但是单一技术往往并不能解决所有问题,通常将两种或两种以上技术方法结合起来,效果更佳。例如将臭氧技术与泡沫分离技术结合起来,效果比任何单一技术都好<sup>[10]</sup>。

随着世界性水荒的到来和环境污染的加剧,完善水处理技术、养殖污水的综合利用和无害化排放技术具有极大的研究开发价值和广泛的应用前景。净水技术应该是材料科学、微生物工程、信息与自动控制科学等前沿学科的结合,研究出物理过滤或吸附作用更强的滤料,提供廉价高效的化学絮凝剂,开发出处理效果更强、有害有毒物去除率更高的生物品种和物理化学、生物作用高校结合的处理工艺,应用于养殖业水处理将是今后发展的重点方向<sup>[11,12]</sup>,膜集成技术在这一方面显示出了它巨大的潜力。

## 参考文献:

- [1] 方荣楠.译.水产养殖用水的臭氧杀菌[J].渔业现代化,1998,2:10-13,35.
- [2] 苏胜齐,姚维志.水产养殖的环境问题与水产养殖环境工程技术的发展[J].贵州环保科技,2001,7(1):32-36.
- [3] 张国亮,李小燕,等.膜集成技术在海水养殖中得应用与探索[J].海洋通报,2001,20(3):72-75.
- [4] 罗国芝,谭洪新,等.泡沫分离技术在水产养殖水处理中的应用[J].水产科技情报,1999,26(5):202-206.
- [5] 黄美珍,李志堂,王月香.海洋生物技术与水产养殖生物病害防治[J].中国水产,2(1):70-71.
- [6] G L Palacios, M B Timmons.Determining design parameters for recovery of aquaculture wastewater using sand beds [J]. Aquaculture Engineering 2001,24,289-299.
- [7] 陆斌,葛景信,张芳西.水产养殖污水的净化与回用研究[J].华东工业大学学报,1997,19(1):54-58.
- [8] 温志良,温琰茂.海水养殖对环境的影响[J].环境科学动态,2000,1:29-32.
- [9] 丛玉艳,张建勋.甜菜碱在水产养殖中的应用[J].水产养殖,1998,2:26-27.
- [10] 朱学宝,谭洪新,罗国芝.封闭循环工厂化水产养殖水质净化系统的技术构成[J].内陆水产,2000,(1):24-25.
- [11] 刘利平,王武.水产养殖中水处理技术的现状与展望[J].水产科学,2002,21,(2):35-37.
- [12] 吴沧海,黄长江,张振英.水质自动监控系统在水产养殖业上的应用[J].上海环境科学,2002,21(4):254-255.