

姚茹,黎祖福,饶科. 牡蛎生态净化技术研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):286-288.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.103

# 牡蛎生态净化技术研究

姚茹<sup>1</sup>,黎祖福<sup>2</sup>,饶科<sup>2</sup>

(1. 广东省海洋工程职业技术学校,广东广州 510320;2. 中山大学,广东广州 510275)

**摘要:**通过在贝类养殖过程中投放微藻、益生菌等微生物制剂,测定生态制剂对贝类养殖环境、重金属、病原微生物等有害物质含量差异的影响。结果表明,微生态制剂显著改善了养殖水质,试验组氨态氮、亚硝酸盐、化学需氧量的含量显著低于对照组( $P < 0.05$ ),其移除率分别达到21%~38%、26%~44%、11%~25%。经过3个月的净化,试验组近江牡蛎体内重金属含量显著下降,其增肥率则显著高于对照组( $P < 0.05$ )。因此贝类生态净化技术能有效地降低水中氨态氮、亚硝酸盐、化学需氧量的含量,同时降低牡蛎体内重金属含量,提高其增肥率,提升牡蛎品质。

**关键词:**近江牡蛎;养殖水质;重金属含量;微藻;益生菌

**中图分类号:** S968.31 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)04-0286-03

我国水产养殖产量居世界第一位,而贝类在我国水产养殖业中占有十分重要地位。据统计,2010年我国海水贝类养殖产量1 108.23万t,占全国海水养殖产量的74.76%。海水贝类养殖面积130.8万 $\text{hm}^2$ ,占全国海水养殖面积的62.86%<sup>[1]</sup>。因此,贝类养殖的好坏关系到我国水产养殖业的成败。

虽然近几十年来我国海水贝类养殖业得到了长足的发展,然而随着我国沿海地区经济的迅速发展,沿海水域环境污染日益严重,贝类受污染的问题越来越严重。这一问题不仅制约了我国贝类养殖业的健康发展,使我国贝类养殖业遭受了巨大的经济损失,也带来了一系列的公众食品安全问题。例如,1989年上海就有30万人因食用受病毒污染的贝类而患病<sup>[2]</sup>,欧盟则因为我国出口贝类的食品安全问题自1997年起便终止了进口中国贝类产品。

一般而言,污染贝类物质的来源可以分为3类:来源于工业污染物的重金属、农药、石油烃等;来源于生活污水的微生物污染物;来源于赤潮的生物性毒素污染物<sup>[3]</sup>。其中,来源于工业污染物的重金属不仅具有生物富集、放大性、持久性等特点,而且特别容易积累在牡蛎和贻贝等滤食性动物中。因此近年来贝类的重金属污染已受到人们越来越多的关注<sup>[4-5]</sup>。王增焕等通过1997—2010年对广东沿海近江牡蛎金属含量的监测发现,近江牡蛎体内的Cu、Zn含量分别达到了72.3、203.0 mg/kg,远远超过了其他生物体内的含量<sup>[4]</sup>。程华胜通过累积和排除试验发现近江牡蛎对Cu、Pb、Zn、Cd 4种金属的积累是净累积型,其体内金属含量与暴露时间长短有显著的正相关<sup>[6]</sup>。

随着城市污水排放的增加,我国沿海贝类受来源于生活污水的微生物污染情况也不断加重。蔡友琼等在1998—2001年通过对江苏、浙江、福建和青岛等沿海地区贝类微生

物污染的调查发现,青岛贝类大肠杆菌超标率高达90%,其细菌总数在 $10^4 \sim 10^6$ 之间,浙江、福建等地的贝类细菌总数也达到了 $10^4$ 左右<sup>[3]</sup>。

除了重金属污染之外,近年来随着近岸海水富营养化程度的不断加重以及越来越频繁赤潮的发生,生物性毒素污染也日益威胁到贝类的食品安全。当贝类滤食有毒微藻时,微藻产生的毒素便会累积在贝类体内。例如,世界上分布最广的麻痹性贝类毒素PSP便是来源于产生赤潮的有毒甲藻,贝类通过摄食这些甲藻的细胞和胞囊,毒素在其体内累积并沿着食物链向高营养级的生物传递<sup>[7]</sup>。

综上所述,贝类污染不仅严重威胁到人民群众的食品安全而且还制约着我国贝类养殖的健康发展;因此,研究牡蛎净化技术提高贝类品质有着重大的社会和经济意义。目前贝类净化采取的方法主要是针对微生物污染所采取的臭氧法、紫外线法、氯消毒法等物理化学方法<sup>[2,8-9]</sup>,针对重金属污染以及从根本上改善养殖水质的净化技术却鲜有研究。为更好地解决上述问题,本试验通过筛选、扩大培养微藻和益生菌并将其投入到近江牡蛎(*Crassostrea rivularis*)养殖水体中,同时监测养殖水体中水质状况以及近江牡蛎净化后重金属含量、细菌含量、增肥率的变化。

## 1 材料与与方法

### 1.1 净化工艺流程

引入鱼塭海水→经网滤→净化室→接入藻种和益生菌→放养瘦蚝→每周补充藻种和益生菌→收获肥蚝。

### 1.2 微藻益生菌制剂的来源

试验所用浓缩微藻由笔者所在研究组自广东省阳东县一景园蚝苗良种场池塘中分离、筛选、培养研制而成。微藻包含亚心形扁藻、小球藻、金藻以及角毛藻。益生菌则使用广州绿海生物技术有限公司生产的虾蟹宝以及南海牌利生素。

### 1.3 试验方法

试验于2013年11月至2014年2月于广东省阳东县一景园蚝苗良种场4个室内试验池中进行,每个试验池面积均为 $30 \text{ m}^2$ 。试验设置1个试验组和1个对照组,试验组有3个

收稿日期:2014-05-09

基金项目:广东省海洋渔业科技推广专项(编号:A201101G01)。

作者简介:姚茹(1963—),女,广东广州人,高级工程师,主要从事水产养殖研究。E-mail:gdgzao@yeah.net。

平行。2013年11月15日4个试验池放入牡蛎之后开始试验。每个试验池中放入大小相似的近江牡蛎250个,随后3个试验组试验池中分别加入益生菌和微藻,其中益生菌制剂虾蟹宝的使用量为10 mg/L,利生素的使用量为2 mg/L,再分别加入亚心形扁藻、小球藻、金藻以及角毛藻,使微藻的数量达到150万/mL。对照组试验池的微藻及有机碎屑来源于鱼塢水体,数量约为10万/mL。在4个试验池底部持续进行鼓气充氧。此后每周均补种1次,维持试验池微藻和益生菌的浓度。每半个月换水1次,换水前测定4个池塘中氨态氮、亚硝酸盐、化学需氧量、溶解氧的浓度。其中氨态氮的测定采用靛酚蓝分光光度法,亚硝酸盐的测定采用盐酸萘乙二胺分光光度法,化学需氧量(COD)的测定采用碱性高锰酸钾法,溶解氧的测定采用溶解氧电极法。

#### 1.4 近江牡蛎样品检测

在净化试验前后分别采样1次,在每个试验池中随机取3个近江牡蛎,现场用海水冲洗表面,去除表面污损物后,用百分天平(精确到0.01g)称量近江牡蛎的总质量,随后小心去掉贝壳,称量近江牡蛎的软体质量,并计算增肥率。解剖出的软体组织-20℃保存,解冻后制成匀浆测定各项指标。按GB 17378.6—2007《海洋监测规范 第6部分 生物体分析》8.2检测镉、铬、汞、铅、铜、锌等含量,按GB 4789.3—2010《食品安全国家标准 食品微生物检验 大肠菌群计数》检测大肠杆菌。

#### 1.5 数据统计与分析

各月份试验组水质指标与对照组水质指标的比较,牡蛎重金属含量的比较均采用 $t$ 检验,显著指标为 $P < 0.05$ 。数据分析和作图使用Excel软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 微藻益生菌的海水净化效果

2.1.1 海水氨态氮浓度的变化 如图1所示,从2013年11月到2014年2月无论是试验组还是对照组氨态氮浓度都有上升的趋势,这可能是因为随着牡蛎的成长,其排氨量不断升高。然而这一段时间内,试验组氨态氮浓度都显著低于对照组氨态氮浓度( $P < 0.05$ ),在2014年1月微藻和益生菌的效果更为明显。因此可以看出微藻和益生菌的投放对降低池塘氨态氮浓度效果显著。

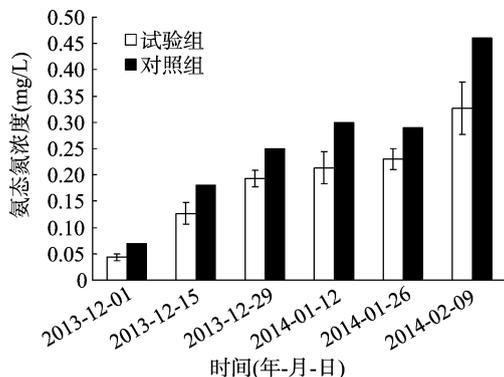


图1 试验池氨态氮浓度的变化

2.1.2 亚硝酸盐变化 如图2所示,2013年11月至2014年2月间,试验池的亚硝酸盐变化没有很明显的规律,这可能是

因为试验池的亚硝酸盐含量易受引入海水的影响。在此期间,试验组亚硝酸盐浓度显著低于对照组( $P < 0.05$ ),其中第3次采样试验组的亚硝酸盐浓度与对照组差异极显著( $P < 0.01$ )。

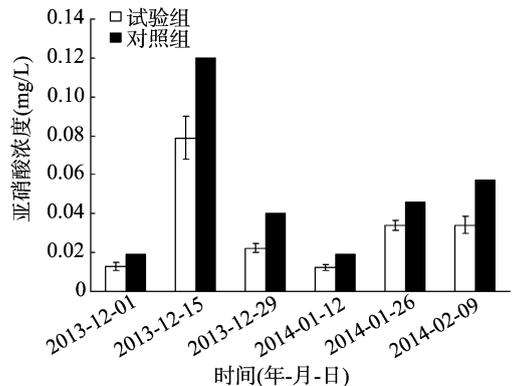


图2 试验池亚硝酸盐浓度的变化

2.1.3 化学需氧量(COD)的变化 无论是试验组的试验池还是对照组的试验池,其化学需氧量(COD)的变化均较小(图3),其中试验组试验池的COD基本保持在2.0~2.5 mg/L,而对照组试验池保持在2.5~3.3 mg/L, $t$ 检验结果表明试验组COD浓度始终显著小于对照组的COD浓度( $P < 0.05$ )。

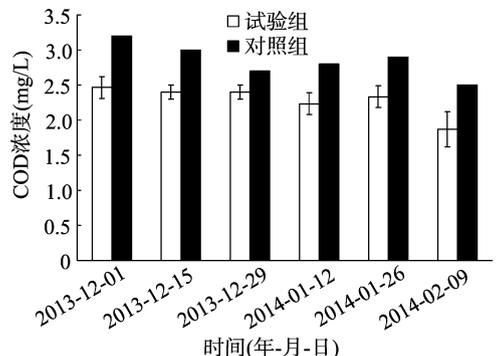


图3 试验池化学需氧量的变化

2.1.4 溶解氧浓度 与上述水质指标不同的是,试验组和对照组的溶解氧浓度无显著性差异( $P > 0.05$ ),且各采样间溶解氧差异也不大(图4),这可能是因为持续充氧使试验池溶解氧浓度保持在较高水平。

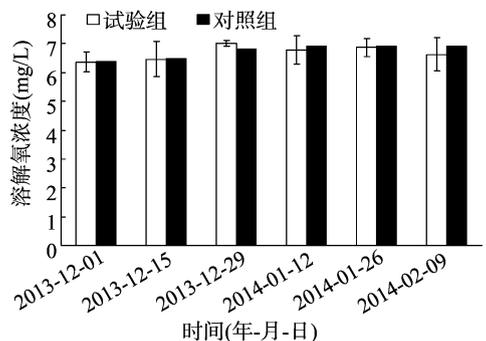


图4 试验池溶解氧浓度的变化

### 2.2 牡蛎的生态净化效果和增重效果

微生物制剂对牡蛎的生态净化效果如表1所示。由表1

可知,对照组的锌、镉、铅、铜、汞含量在养殖过程中都有不同程度的上升,而铬以及大肠杆菌的含量有所下降。相较于对照组,试验组无论是金属元素还是大肠杆菌含量都显著下降( $P < 0.05$ ),试验组铬元素的含量甚至低于检出限。此外,试验组牡蛎增肥率显著大于对照组( $P < 0.05$ ),因而生态净化在净化和增肥方面都达到了理想的效果。

表1 牡蛎生态净化和增重效果

净化指标	试验前	试验后	
		试验组	对照组
锌 Zn(mg/kg)	361 ± 5.44	40 ± 6.94	400 ± 7.44
镉 Cd(mg/kg)	0.91 ± 0.21	0.59 ± 0.12	1.5 ± 0.25
铅 Pb(mg/kg)	4.3 ± 1.11	0.95 ± 0.54	5.6 ± 1.82
铜 Cu(mg/kg)	174 ± 6.77	2.9 ± 1.53	150 ± 6.43
铬 Cr(mg/kg)	0.7 ± 0.11	<0.04	0.43 ± 0.17
汞 Hg(mg/kg)	0.024 9 ± 0.01	0.015 ± 0.01	0.05 ± 0.02
大肠杆菌(MPN/g)	9.30 ± 0.98	2.30 ± 0.35	6.00 ± 0.63
增肥率(%)		12.25 ± 2.64	9.04 ± 0.97

### 3 讨论

#### 3.1 微藻益生菌对水质的改善

冯俊荣等通过向养殖水体、饲料中投放含芽孢杆菌、乳酸菌的微生物制剂,发现微生物制剂可以显著降低水中氨态氮、亚硝酸盐以及化学需氧量的含量<sup>[10]</sup>。本试验与上述试验结果相似,试验组的氨态氮、亚硝酸盐以及化学需氧量都显著低于对照组。其中试验组微藻益生菌制剂对氨态氮的移除率为21%~38%,对亚硝酸盐的移除率为26%~44%,对化学需氧量的移除率为11%~25%。因此微生物制剂对牡蛎养殖水质起到了很好的净化效果。

在池塘养殖系统中,氨态氮、亚硝氮和硝态氮是氮元素的主要存在形态,3种形态通过微生物的氧化、硝化、反硝化、氨化、固氮等一系列生理活动进行相互转化。在这3种形态中,氨态氮与亚硝氮的高浓度会对鱼类、贝类产生严重的毒害作用。此外,水中化学需氧量反映了水体受还原性物质污染的程度,而水中还原性物质的多少会对水生生物的呼吸等生理活动产生影响。因此降低水体中氨态氮、亚硝氮以及化学需氧量的浓度是改善水质重要的技术措施。王彦波等通过在养虾池中加入光合细菌、芽孢杆菌等微生物制剂发现水体氨态氮、亚硝氮、COD的浓度显著下降<sup>[11]</sup>。王芳等在菲律宾蛤仔育苗池中添加一株分离自近岸海水的紫色非硫菌科红假单胞菌,不仅提高了幼苗的存活率和变态率,而且还显著降低了养殖水体中的氨态氮含量<sup>[12]</sup>。刘丽等研究了红假单胞菌和枯草芽孢杆菌对皱纹盘鲍生长和免疫指标的影响,皱纹盘鲍的成活率、壳长、壳长日增长量和体重分别提高了27.5%、1.46 mm、25 μm、14.06 mg,同时各项免疫指标也有所提高<sup>[13]</sup>。与上述试验结果相似,本试验通过加入微生物制剂将水体中的氨态氮、亚硝酸盐和部分有机物质分解成了CO<sub>2</sub>、硝酸盐等无毒物质,加入的微藻还能吸收利用氮、磷以及金属污染物<sup>[14-15]</sup>。除了净化水质以外,试验组贝类还可以通过滤食人工培育的微藻和益生菌获得更多的可以用于生长的养分。因而试验组的牡蛎增肥率要显著高于对照组。

#### 3.2 微藻益生菌对贝类的净化

随着工农业的发展,广东沿海海域环境污染越来越严重,海水中有毒物质以及重金属含量不断升高。作为一种滤食性底栖动物,有害物质在双壳贝类体内大量积累,因而通过测定它们体内重金属的含量可以方便地指示出水域受重金属污染的情况<sup>[16]</sup>。但是贝类是我国重要的食用海产品,积累在贝类中的重金属随着食物链会不断富集,如果人类食用了重金属含量超标的贝类则会出现重金属中毒现象<sup>[2]</sup>,降低贝类体内重金属含量具有重大的社会效益。程华胜在近江牡蛎的重金属累积和排出试验中发现近江牡蛎对重金属的累积是净累积型,提高盐度投喂扁藻、小球藻有利于近江牡蛎重金属的排除<sup>[6]</sup>。与上述试验结果相似,本研究应用含微藻及益生菌的生态制剂显著降低了试验组近江牡蛎中重金属等有害物质的含量,因而利用微藻及益生菌生态制剂净化贝类具有现实可行性。

#### 参考文献:

- [1]农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴:2010[M]. 北京:中国农业出版社,2011.
- [2]李学鹏,励建荣,段青源. 贝类净化与保藏研究进展[C]//食品安全监督与法制建设国际研讨会暨第二届中国食品研究生论坛论文集:下. 浙江绍兴,2005:657-671.
- [3]蔡友琼,乔庆林,徐捷. 我国贝类卫生现状及贝类净化概况[J]. 渔业现代化,2002(6):7-9.
- [4]王增焕,贾晓平,林钦,等. 广东沿海近江牡蛎重金属含量特征及其风险分析[J]. 农业环境科学学报,2012,31(3):607-612.
- [5]王静凤. 重金属在海产贝类体内的累积及其影响因素的研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2004.
- [6]程华胜. 重金属在近江牡蛎体内的动力学及其生理效应研究[D]. 广州:暨南大学,2004.
- [7]傅萌,颜天,周名江. 麻痹性贝毒对海洋贝类的影响及加速贝毒净化的研究进展[J]. 水产学报,2000,24(4):382-387.
- [8]陈坚,柯爱英,洪小括. 泥蚶与牡蛎净化工艺优化初探[J]. 上海海洋大学学报,2012,21(1):132-138.
- [9]陈栋,陈慧燕,吴跃进. 牡蛎净化方法及其效果研究[J]. 中国消毒学杂志,2010,27(5):564-566.
- [10]冯俊荣,陈营,付学军,等. 微生物制剂对养殖水体水质条件的影响[J]. 海洋湖沼通报,2005(4):104-108.
- [11]王彦波,邓岳松. 微生物制剂对虾池水质影响的研究[J]. 水利渔业,2003,23(2):16-17.
- [12]王芳,李筠,盛军,等. 一株光合细菌菌株RPD-1的生物学特性及其在菲律宾蛤仔育苗中的应用[J]. 海洋科学,2010,34(7):1-7.
- [13]刘丽,蔡俊鹏. 一种微生物制剂在皱纹盘鲍育苗生产中的应用[J]. 广东农业科学,2012,39(17):125-127.
- [14]温俊. 枯草芽孢杆菌在水产动物中的应用[J]. 饲料研究,2008(2):61-62.
- [15]袁爱群,翔金彩,黄增蔚,等. 光合细菌制剂改良养殖水环境的试验[J]. 水产科技情报,2005,32(3):121-122.
- [16]Liang L N, He B, Jiang G B, et al. Evaluation of mollusks as bio-monitors to investigate heavy metal contaminations along the Chinese Bohai Sea[J]. Science of the Total Environment, 2004, 324(1/2/3):105-113.