

海水不同品种混养的环境效应研究^{*}

杨廷宝¹, 王 博¹, 林龚娜¹, 安 东²

(1. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275;
2. 珠海市万山水产技术推广站, 广东 珠海 519000)

摘 要: 报道在珠海万山海洋开发区小蜘洲岛细洲湾进行的海洋经济鱼类和贝类的不同混合养殖模式的实验研究。通过比较各项水质指标, 分析了不同养殖模式对水体环境状态的影响。结果表明: 单养和混养养殖模式都导致水体富营养化, 单品种养殖比鱼贝混养的引起的富营养化程度更为明显。不是随意的鱼类和贝类混养都可以达到好的生态效益, 只有在大量可靠的基础研究的基础上, 科学组合混养, 才能达到好的生态和经济效益。

关键词: 混养; 养殖模式; 富营养化; 水环境

中图分类号: Q178.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2006) 01-0073-05

混养 (Polyculture), 是指在同一水体内, 饲养多个养殖品种, 以充分利用水体的生产潜力和提高产量为目标的养殖方式, 它是我国传统的养鱼增产技术的最大特点^[1]。这种混养的高产技术, 无论是在生物学、生态学以及生产管理方面, 均具有科学的理论依据和积极的现实意义。单品种养殖, 水域利用率低, 经济效益不高。一些精养池由于集约化养殖, 投饵多, 池塘中残饵和动物排泄物的积累超过养殖水体的同化能力, 常常导致水质恶化, 影响生产^[2]。选择一些适应生态环境, 而彼此习性又互补的海洋动、植物进行混养, 可提高养殖水体的利用率和维持生态平衡, 达到增产又不破坏环境的目的。

并不是随意的混养都能收到理想的经济和生态效果, 如混养不当, 反而会造成鱼类间的竟食甚至伤害现象, 导致相反结果。只有根据生物的生态习性的互补合理配置, 才能达到饲养产量高, 且生态效益好的目的^[3]。

不同的混养模式对水环境的影响是建立合理混养模式的基础性研究。我们在 2002 年 8 月份和 2003 年 3 月份在位于珠江口的小蜘洲岛的实验基地分别进行了为期两周的实验研究, 旨在通过分析不同混合模式下各项水体理化指标变化, 探讨在该海域海湾进行围网混养的可行性模式。

1 材料与方法

本实验分 2 次进行, 第 1 次是平鲷

Rhabdosargus sarba (Forskål) 单养、平鲷和蓝子鱼 *Siganus fuscescens* (Houttuyn) 混养以及平鲷、蓝子鱼和翡翠贻贝 *Perna viridis* 的混养模式的比较, 第 2 次则采用平鲷单养以及它和蓝子鱼、荔枝螺 *Thais* sp. 的混养模式的比较研究。它们均取自于珠海市小蛛洲岛细洲湾。

平鲷 *Rhabdosargus sarba* (Forskål) 是作为主养鱼类。蓝子鱼是杂食性清水鱼, 以藻类、浮游动物、小型附着性无脊椎动物和碎屑饵料为食物, 主要起“清道夫”的作用^[4]。翡翠贻贝以浮游藻类和有机碎屑为食, 也起洁净水质的作用^[5]。荔枝螺是食肉贝类, 也兼食藻类和有机碎屑。

1.1 实验设计

试验 1: 试验池为 6 个 100 cm×85 cm×80 cm 的室内玻璃水族缸 (分 A、B、C 3 组, 每组 2 个重复), 盛水的体积为 0.5 m³ 缸。

试验 2 为试验 1 的改进。本次实验在实验 1 的基础上增加了底质, 即在每个水族缸底部铺上约 8 cm 厚的玉米大小的石粒作为底质, 以沉积每天投饵和鱼的排泄残留物, 以模拟海湾的自然养殖环境。实验池大小同试验 1 (分 A、B、C 组和底质对照组, A、B、C 每组 2 个重复), 每缸水的体积每天都保持一定, 为 0.5 m³ 缸。

试验所用的海水从海湾抽取, 经三级沙滤后进缸, 每缸有独立的排水系统。24 h 充气。

1.2 鱼种放养及管理

试验 1: 共分 3 组, 分别命名为 A、B 和 C 组。

* 收稿日期: 2005-05-12

基金项目: 广东省科技计划资助项目 (2002C20312 2001C30701)

作者简介: 杨廷宝 (1963 年生), 男, 教授, 博士生导师; Email: tingbao123@163.com

各组鱼种搭配如下:

- A 组: 单养 2 000 g 平鲷 (13 条);
- B 组: 混养 1 500 g 平鲷 (10 条) + 500 g 蓝子鱼 (11 条);
- C 组: 混养 1 000 g 平鲷 (6 条) + 500 g 蓝子鱼 (10 条) + 500 g 翡翠贻贝。

试验 2 共分为 3 组, 分别命名为 A、B、C 组。各组鱼种搭配如下:

- A 组: 单养 2 000 g 平鲷 (13 条);
- B 组: 混养 1 500 g 平鲷 (9 条) + 500 g 蓝子鱼 (12 条);
- C 组: 混养 1 000 g 平鲷 (6 条) + 500 g 蓝子鱼 (11 条) + 500 g 荔枝螺。

底质对照组, 没有放养鱼, 但加了和养殖缸同样的底质。

每天上午测水质, 中午换水, 然后投饵料。饵料为小块冰鲜鱼仔, 每缸 75 g 试验 1 每天换掉 50% 的水, 试验 2 中每天换 1/3 的水。

1.3 水质及底质理化因子测定

氨氮 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亚硝酸盐 ($\text{NO}_2\text{-N}$) 和磷酸盐 ($\text{PO}_4\text{-P}$) 用意大利产哈纳 C200 多参数台式离

子浓度分析仪测定。pH 值、电导率、浊度、温度分别用上述仪器附带的 HI99100、HI8733、HI93703、Checktemp C 测定。

底质有机质的采集和底质总氮 (TN)、总磷 (TP) 的样本采集是实验结束后, 在每个缸选取对角和中间 3 个样点取样, 再将每组 3 个样混合在一起。由中山大学环境科学研究所代为分析测定。按标准方法分析, 空白对照则用刚取来做为底质的小砂石。

1.4 数据处理

实验组每组 3 个重复取平均值, 用 EXCEL 进行数据处理, 用方差分析对各实验结果进行差异显著性的检验和比较。

2 结果与讨论

2.1 试验 1 过程中各环境因子的动态变化

由图 1 知, 整个试验过程中, 各水环境因子都有波动式变化, 且 A、B、C 3 组养殖模式的波动趋势相同, 到试验末期, C 组的浊度明显低于 A、B 组, 但亚硝酸盐质量浓度却高于其他两组, 其他因子变化没明显差别。

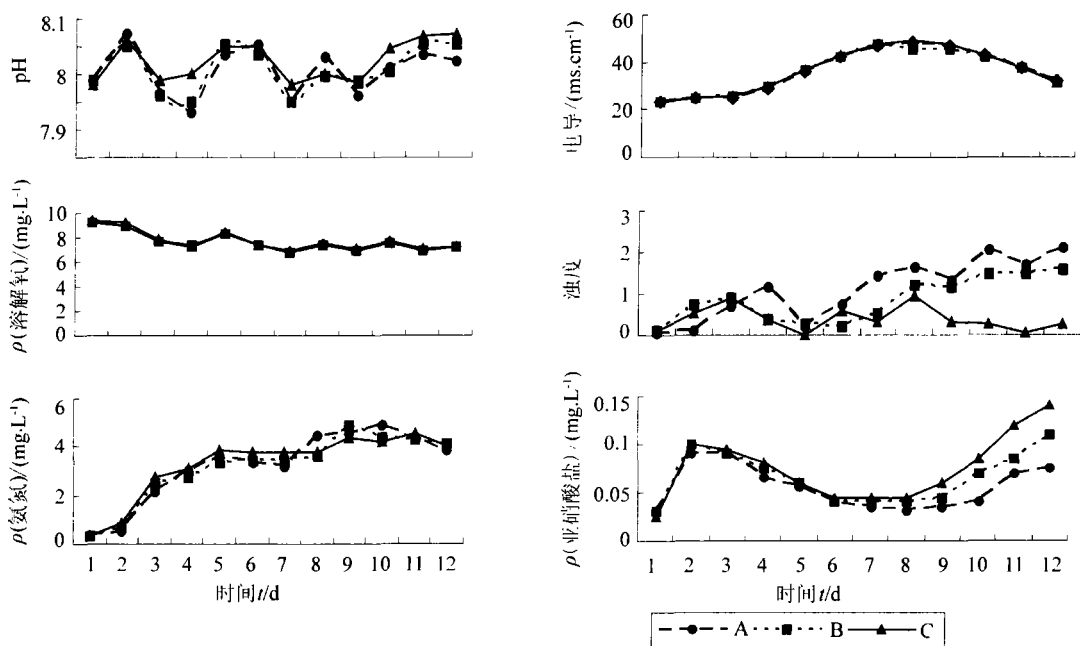


图 1 试验 1 过程中各水环境因子变化

Fig. 1 Water quality indices changes during test one

2.2 试验 2 中各水环境因子的动态变化

由图 2 的结果显示, 各个水质参数的波动基本上是与海水对照组的波动一致。组间电导率变化的差异不大; 浊度随养殖时间的增加而变动, A 组的一直比较高, B 组次之, C 组相对较低。与过滤海

水接近; 氨氮、亚硝酸盐和磷酸盐的质量浓度都随养殖时间的增加而上升, 组间比较: A 组最高, B 组次之, C 组是相对较低; 其中磷酸盐质量浓度变化表明养殖水体呈富营养化趋势, 但趋于稳定; 另外, 各组养殖水体的 pH 值都比对照组有所降低。

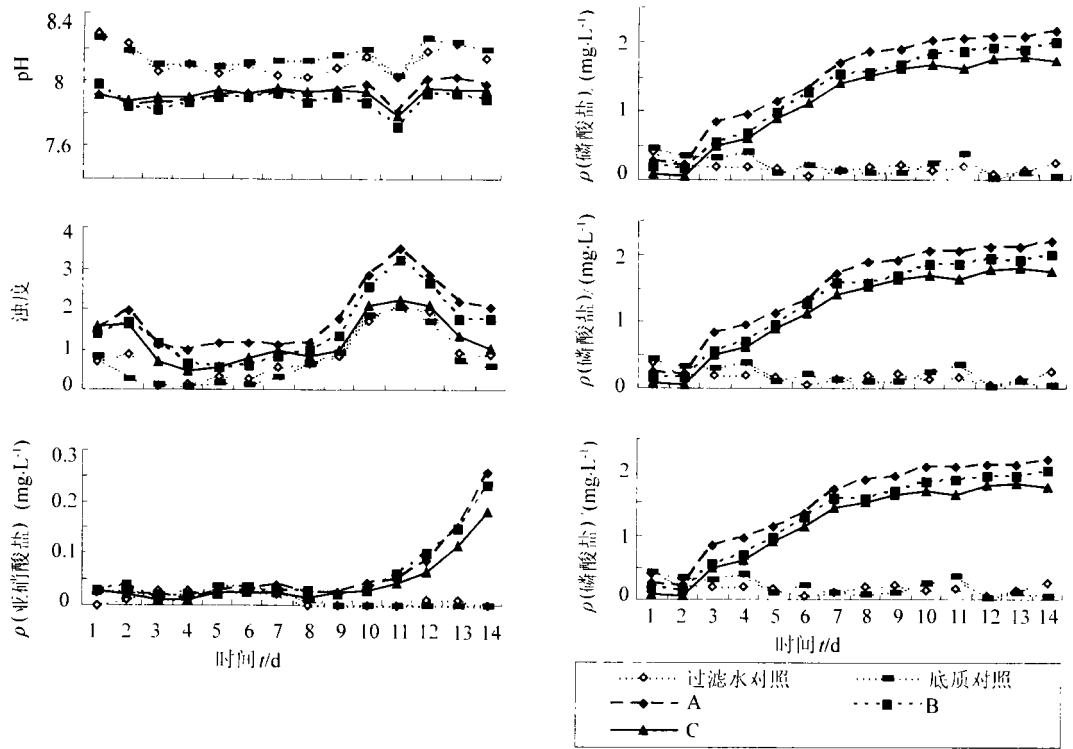


图 2 试验 2过程中各水环境因子的动态变化

Fig 2 Water quality indices changes during test two

2.3 养殖水底质的营养成分沉积分析

表 1 对照组和实验组底质的总氮、总磷和有机质质量浓度

Tab. 1 Total N P and organic substance in the substrate			
指标	$\rho(\text{总氮}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{总磷}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\rho(\text{有机质}) / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
空白对照	2.02	3.58	7.68
底质对照	2.89	4.08	23.04
A组	12.39	4.34	91.02
B组	8.30	4.22	65.66
C组	5.42	4.07	42.26

从以上数据可以看出，没有养鱼的底质对照组比较接近空白对照，虽然有机质也有所增加。实验各组的底质中，总磷变化都不大，而总氮和有机质含量则上升的很快，A组的量最高，C组的量最低。说明A组的底质较B和C组富集了较多的有机沉积物，C组富集的有机沉积物最少。

2.4 讨论

海水多品种混养可以增加主养鱼种的产量^[6]，但另一方面，集约化养殖也会给海水环境带来负面影响。海水理化环境包括非生物环境和生物环境，集约化养殖活动带来的负面影响主要是营养化沉积和水质变坏，表现为底质有机物沉积的增加、水体的氨氮、亚硝酸盐质量浓度的上升，水体的浊度增加。

pH值是重要的综合水质指标，直接影响鱼类的生理状况。本研究的结果显示，3种模式的养殖过程都导致水体的pH值比非养殖的对照组低，说明养鱼的过程对水质酸碱度的负面影响。

浊度也是一个重要且直观的水质指标。浊度的高低，可以在某种程度上说明养殖类群对水体的污染程度，从而定性分析水体富营养化程度。从2次试验结果中都可以看出，鱼贝混合养殖组（C组）的浊度是最低的，对水体中的悬浮有机物有较好的清除能力。单养组（A组）由于没有蓝子鱼和贝类对水体的过滤作用而导致有机碎屑滞留在水体中，从而导致水体很快就变得浑浊。B组中，虽然蓝子鱼也有洁净水体的作用，但效果没有贝类明显，这与贝类的虑食性习性有关。贝类主要滤食海水中的浮游生物和有机碎屑，通过其对鱼类的排泄残留物的不断过滤和利用，可在一定程度上抑制水质进一步恶化。

试验过程中，和对照组相比 NH_3^+-N 的质量浓度一直较高，这是因为鱼的排泄物中以 NH_3 为主。 NH_4^+ 和 NH_3 存在以下平衡： $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$ ，若水体呈酸性，则反应式向右移，有毒的 NH_3 就转变为 NH_4^+ ^[7]。在实验中，pH值一直高于7（略碱性），抑制反应右移，使箱内 NH_3 的浓度日益变高，容易使水体变坏而发生中毒，从而使鱼的养殖

容量和养殖环境发生改变^[8]。试验 1 中 3 组间没有明显差别, 这可能跟翡翠贻贝的食性有关。翡翠贻贝的摄食习性为被动的滤食方式, 其饵料主要是浮游植物、浮游动物和有机碎屑等。但研究表明, 在春、秋和冬 3 个季度以浮游植物为主, 夏季则以浮游动物为主^[5]。加上实验的模拟环境没有底质缓冲, 恶化了浮游植物的生存环境, 存在水体中较多的有机碎屑就成了翡翠贻贝的主要饵料, 这就会导致它对有机氮利用率的减少。而有机氮的增加能进一步分解为 $\text{NH}_4\text{-N}$, 使水体中的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 维持在比较高的质量浓度范围内^[9]。试验 1 的组间差异很小, 但试验 2 的结果显示, 鱼贝混合养殖组 (C 组) 比单养和不同种类鱼类的混养有低的氨氮质量浓度。说明合适的混养有助降低水体的氨氮质量浓度。

$\text{NO}_2\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 质量浓度一直都维持在很低的范围内, 它们不是氮的主要存在形式。从各组的数据看来, C 组是比较理想的。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 低浓度可能是由于水体中有机物的下沉和堆积, 使底质化学耗氧量增加, 加上微生物的分解作用, 氮可能逐渐成为还原态, 还原细菌将有机物氧化分解出大量 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_2\text{-N}$ ^[9]。 $\text{NO}_2\text{-N}$ 常常被认为是属于不稳定过渡态, 不可能在水环境中大量存在^[3]。实验结果表明, 在开始养殖的时候, $\text{NO}_2\text{-N}$ 不是总氮 (N) 的主要存在形态, 但是经过长时间的养殖, $\text{NO}_2\text{-N}$ 同样有致毒作用, 因此它对养殖生态系统的作用是不可忽视的。 $\text{NO}_2\text{-N}$ 的警戒质量浓度为 0.45 mg/L ^[10]。在试验 2 中的最后几天 $\text{NO}_2\text{-N}$ 浓度上升的很快, 最高点是最后一天的 A 组, 为 0.26 mg/L 。按照这样的速度, 很快就会超出警戒质量浓度了。虽然 $\text{NO}_2\text{-N}$ 毒性远低于 NH_3 , 但这并不表示它的危险性小, 原因之一是在酸性环境中 NH_3 可转变 NH_4^+ 而使毒性大大降低, 而 $\text{NO}_2\text{-N}$ 则几乎不变。它达到致死的质量浓度很难, 因为它不稳定, 但低质量浓度的 $\text{NO}_2\text{-N}$ 也会使鱼类的抵抗力降低, 易发病 (慢性中毒)^[11]。

试验 2 中, 磷酸盐质量浓度呈逐渐上升趋势, 说明富营养化程度的加剧。从各组间比较的结果来看, C 组的质量浓度都是相对最低的, 而 A 组则比较高。

底质是富营养的重要沉积地, 最终因为分解有毒物质进入水体而使水质下降。底质分析的结果表明: 各个指标均以实验组居高, 其中有机质增加最为明显。含量都偏高的是 A 组 (91.02 mg/L), 较理想的是 C 组 (42.26 mg/L), 而对照组仅为 7.68 mg/L , 说明有机质的积累是很快的。实验组的总

氮浓度比对照组也高出很多。这一现象主要是部分残饵和鱼类排泄物等逐步沉降下来所致。从氮污染组成看, 无机氮中以 $\text{NH}_4\text{-N}$ 为主, $\text{NO}_2\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 所占的比例很小, 此外的很大一部分是以有机氮形式存在, 由此表明养殖的氮污染相当一部分以残饵、粪便等悬浮物形态进入水体中^[2]。

3 结 论

综上所述, 无论是单养还是混养, 都加速了水体富营养化的进程。但多项指标都达不到显著差异的水平, 说明水体富营养化的进程是缓慢的, 没有超出海水的自净能力范围。混养比单养对水环境的影响较小。

围湾养殖也是高度集约化的养鱼方式, 有着明显的经济效益, 但围养方式也会加速水体富营养化进程。因此对于此种养鱼方式需渔业部门的宏观调控, 在其发展的同时采取相应的措施, 防止渔民见有利可图而产生的“一窝蜂”现象, 避免导致生产上的损失和生态的破坏^[12]。围湾养殖与科学混养结合起来, 是科学地发展小海湾渔业的重要手段, 这还有待更进一步的研究和探索, 研制更经济、有效的养殖模式, 以推进海洋养殖业的发展。

参考文献:

- [1] 赵同庆. 鱼类混养中应注意的问题 [J]. 农业科技通讯, 2002(4): 27.
- [2] 吴庆龙, 陈开宁, 高光, 等. 大水面网围精养对水环境的影响及其对策 [J]. 水产学报, 1995 19(4): 343 - 349.
- [3] 朱德芬. 沿海鱼池黑鲷养殖试验 [J]. 水产学报, 1993 17(1): 64 - 67.
- [4] 余德光, 谢俊, 黄志斌, 等. 南方海区鱼类网箱健康养殖技术初探 [J]. 海洋科学, 2002 26(2) 12 - 14.
- [5] 张汉华, 杨渡远. 大亚湾翡翠贻贝增养技术及效果的研究 [J]. 中国水产科学, 1997 4(2): 28 - 35.
- [6] 徐君义, 吴坚. 黑鲷、对虾、缢蛏生态混养技术 [J]. 科学养鱼, 2000(9): 44.
- [7] 王焕明, 李少芬, 陈浩如, 等. 江蓠与新对虾、青蟹的混养试验 [J]. 水产学报, 1993 17(4): 273 - 281.
- [8] 李丹萍. 氨氮对鱼类的影响 [J]. 科学养鱼, 1998(5): 41.
- [9] 王小平. 牛头岛深湾网箱养殖区底质溶液中的氮和磷 [J]. 中国水产科学, 1998 5(3): 126 - 128.
- [10] 楼台方, 夏中明. 氮与水质富营养化 [J]. 氮肥设计, 1996 34(5): 61 - 62.
- [11] 孙耀, 宋云利. 虾塘养殖水环境中氮磷营养盐的存在特征与行为 [J]. 水产学报, 1998 22(2): 117 - 123.
- [12] 邹记兴, 郭国民. 广东主要海水养殖鱼类繁养殖的现状与展望 [J]. 海洋湖沼通报, 2002(4): 83 - 93.

(下转第 90 页)

The Effects of Some Neuroendocrine Factors Administration in Diet on Growth Hormone (GH) Secretion and Growth in Juvenile Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*)

SUN Ying, LIN Hao-ran

(Institute of Economic Aquatic Animal, School of Life Sciences

Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract Compared to controls, treatment of juvenile grass carp with some neuroendocrine factors such as a mammalian GnRH analog (D-Ala⁶-Pro⁹-N-Ethylamide LHRH, LHRH-A) in diet (5 μ g/g diet), whether alone or in combination with apomorphine (APO, 1 mg/g diet), thyrotropin-releasing hormone (TRH, 5 μ g/g diet), and dopamine D-A receptor agonist (SKF, 0.5 mg/g diet) for 3 days resulted in a significant increase in serum GH levels, and for 6 weeks resulted in a significant increase in both body weight and body length. Meanwhile, the enhancement on serum GH level and body growth of LHRH-A treatment in diet along with TRH, SKF and APO is significantly higher than LHRH-A administration alone. These results demonstrated that at least part of biological active LHRH-A, TRH, SKF and APO can be absorbed intact by the alimentary tract and transferred into the blood of fish and effectively stimulate growth hormone release and body growth. These results also suggested that it is full of promise to promote the growth of juvenile cultured fish by administration some of these neuroendocrine factors in diet.

Key words grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*); growth; growth hormone; neuroendocrine factors

(上接第 76 页)

The Environmental Effect of Different Marine Culture Models

YANG Ting-bao¹, WANG Bo, LIN Gong-na, AN Dong²

(School of Life Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract The purpose of this research is to study the environmental effects of different culture models of the economical fishes and shellfishes in order to establish the best combination of different kind of polyculture. The results showed that any kind of pen aquaculture would accelerate the eutrophication and water quality deterioration. To a certain degree, the influence of single-species culture of fish on water quality will be more serious than fish polyculture. This study also indicated that not random combination of fishes and shellfishes could get good environmental effect. Only if they were cultured in mixture scientifically, could it attain a good environmental as well as economic benefit.

Key words polyculture; culture model; eutrophication; water environments