

文章编号: 1674-7054(2014)01-0015-05

豹纹鳃棘鲈工厂化养殖试验

王永波, 郑飞, 刘金叶, 符书源, 杨明秋, 刘天密

(海南省海洋与渔业科学院, 海南 海口 570206)

摘要: 利用闲置的鲍鱼养殖池进行豹纹鳃棘鲈工厂化养殖模式的研究。养殖池长宽高为 $9\text{ m} \times 3\text{ m} \times 2\text{ m}$, 有效水深约 1.7 m , 设3个进水口, 采用下排上溢的排水方式, 在距池底高 20 cm 处建3排6个进气管, 管上打孔增氧。在池中放置一长宽高为 $6.0\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 的网箱, 将豹纹鳃棘鲈放在网箱中养殖, 有效水体深 1.2 m 。养殖用水处理: 海边沙滤井→沉淀池→三级过滤池→紫外线消毒池→活化珊瑚石过滤→养殖池(下排上溢)→上溢养殖废水用于东风螺或双壳贝类养殖, 下排养殖废水进入污水沉淀处理池。在2011年7月放养9000尾全长 10 cm 的优质豹纹鳃棘鲈苗种, 经过约15个月的养殖, 共养成每尾平均体重约 742 g 的商品鱼 5710 kg , 养殖成活率达 85.5% , 单位产量达 $12.4\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

关键词: 豹纹鳃棘鲈; 开放式流水养殖池; 工厂化养殖

中图分类号: S 965.334

文献标志码: A

豹纹鳃棘鲈(*Plectropomus leopardus*), 又名东星斑, 属鲈形目、鮨科、石斑鱼亚科、鳃棘鲈属, 为热带珊瑚礁鱼类, 其肉白而鲜嫩, 营养丰富, 价格昂贵, 属名贵高档食用鱼类, 主要分布在西太平洋至印度洋海区。在我国台湾、海南岛及南海各岛礁海域均有豹纹鳃棘鲈分布, 野生豹纹鳃棘鲈种群数量稀少^[1-6], 加之天然海区的大量过度捕捞, 造成野生豹纹鳃棘鲈的产量急剧下降, 目前野生豹纹鳃棘鲈的市场价格约 $300\text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。在市场需求下, 我国学者对豹纹鳃棘鲈的亲鱼培育、人工催产、人工育苗、鱼种培育等技术进行了系统的研究^[7-10], 人工繁殖技术得到不断完善, 人工养殖规模也不断扩大。但是豹纹鳃棘鲈作为一种珊瑚礁鱼类, 对养殖水体的要求很高, 传统的池塘养殖模式相对不适于该鱼的养殖, 因此, 急需构建一种适宜豹纹鳃棘鲈生长的养殖模式。而工厂化养殖具有节地、环保、高产、养殖条件可控等特点^[11], 是未来水产养殖可持续发展的主要养殖模式。目前, 国内工厂化养殖已取得显著的养殖成效, 北方主要以循环水模式为主, 养殖品种有大菱鲆、半滑舌鳎; 南方的养殖品种主要有鞍带石斑鱼、棕点石斑鱼等石斑鱼类^[12]。但是循环水工厂化养殖的投入和维护费用相对较高, 因此, 笔者借鉴已有的循环水工厂化养殖模式, 结合海南当地的一些有利的气候环境和地理优势, 利用废弃的鲍鱼(*Abalone*)养殖场构建了一种适合豹纹鳃棘鲈养殖的开放式流水工厂化养殖技术模式。

1 养殖设施

本试验在海南省海洋与渔业科学院琼海科研基地进行。养殖设施使用经改造后的废弃鲍鱼养殖池, 养殖池大小长宽深为 $9\text{ m} \times 3\text{ m} \times 2\text{ m}$, 养殖水体的有效水深控制在 1.7 m 左右, 每池设3个进水口, 采用下排上溢的排水方式, 并使用原有鲍鱼养殖池增氧设施, 在距池底高 20 cm 处建3排6个进气管, 管上打孔增氧。在池中放置一长宽深达 $6.0\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 的方形网箱, 将豹纹鳃棘鲈放在网箱中养殖, 网

收稿日期: 2013-11-04

基金项目: 海南省科学事业费项目; 海洋公益性行业科研专项(201205028); 国家“十二五”科技支撑计划课题(2011BD13B11); 海南省重大科技项目(ZDZX2013009 ZDZX2013014)

作者简介: 王永波(1983-), 男, 工程师, 主要从事石斑鱼育苗与养殖方面的研究。

通信作者: 刘天密(1973-), 男, 高级工程师, 主要热带海水鱼类养殖工程方面的研究。

箱的有效水体深 1.2 m。整个养殖工艺如图 1 所示。

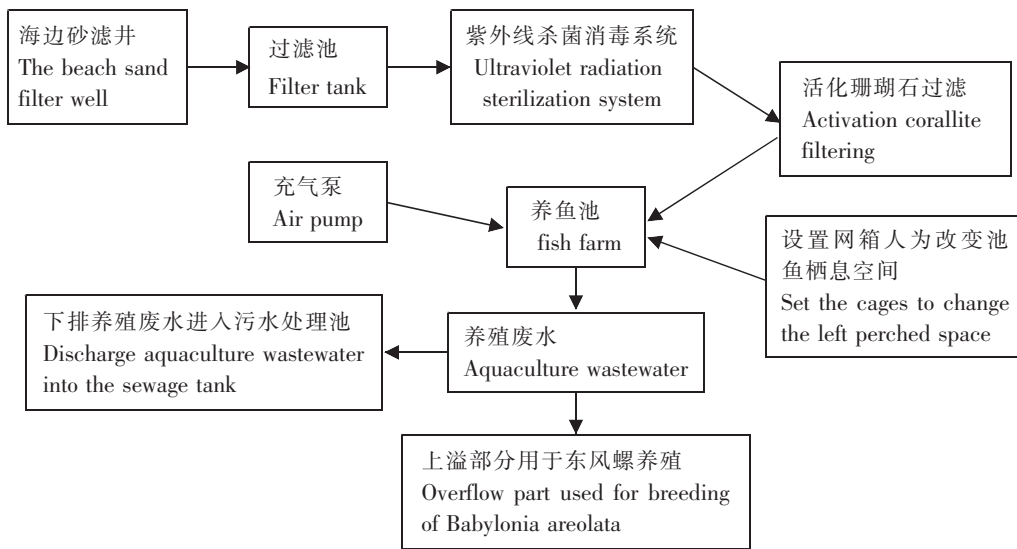


图 1 养殖工艺示意图

Fig. 1 Diagram of aquaculture technology

2 豹纹鳃棘鲈工厂化养殖用水水质综合调控技术

本试验构建的豹纹鳃棘鲈工厂化养殖模式下的养殖用水处理流程: 水源选用海南椰林湾优质海水 (海边沙滩沙滤井抽取) → 沉淀池 → 鹅卵石过滤 → 粗沙池过滤 → 细沙池过滤 → 紫外线消毒池处理 → 活化珊瑚石过滤 → 养殖池 (下排上溢) → 上溢养殖废水用于东风螺或双壳贝类养殖, 下排养殖废水进入污水沉淀处理池。该养殖模式下的水质调控如下:

(1) 沉淀池: 在沉淀池中放入部分海水植物 (如大型海藻) 等, 用于吸收海水中的营养盐, 同时增加溶氧量。

(2) 细沙过滤池: 在细沙过滤池中放入少量方格星虫, 一方面可以摄食细沙过滤层中的有机质, 另一方面可以疏松细沙过滤层, 延长清洗沙滤池的时间。

(3) 紫外线消毒池: 在养殖过程中随机检测养殖用水, 利用 2216E 细菌培养基进行养殖用水中的细菌数量测定, 测得紫外线杀菌效果均达到 80% 以上 (见表 1)。

表 1 养殖用水紫外线杀菌效果

Tab. 1 Bactericidal effect of ultraviolet rays

随机检测时间 Time of random testing	消毒前单位细菌数 Bacterial count before disinfection/(cfu · mL ⁻¹)	消毒后单位细菌数 Bacterial count after disinfection/(cfu · mL ⁻¹)	杀菌率 bactericidal rate/%
2011-10-02	870	160	81.6
2012-01-05	1060	180	83.0
2012-05-13	960	170	82.3
2012-12-10	1020	170	83.3

(4) 活化珊瑚石过滤: 在进水渠底部放置厚 10 cm 的活性珊瑚石进行生物过滤, 珊瑚石经过长时间附和光照作用其表面会长出很多附着生物, 加上珊瑚石布满细微小孔形成的好氧和厌氧有益菌区域, 两者结合可大量吸收养殖用水中的有机颗粒和溶解性有机物, 同时吞噬水中的病原生物等, 使得活化珊瑚

石过滤形成1个天然的生物过滤带,可以增加养殖用水中的溶氧量、稳定水体pH值及矿物元素的含量,使养殖用水水质更适合岛礁性鱼类豹纹鳃棘鲈的生长。

(5) 养殖池水质调控: 本实验采用的养殖池面积为 27 m^2 ,池深 1.8 m ,顶棚遮盖锡瓦,池底(距离池底 20 cm 处)装有8根直径 6.7 cm 聚乙烯充气管。水泥池较浅一侧设置一大两小3根进水管,直径分别为 26.7 cm 和 6.7 cm ;另一侧设置一大一小2个底部排水口,直径分别为 20.0 cm 和 13.3 cm ,采用下排上溢的排水方式,在养殖池中放置长宽深分别为 $5.5\text{ m}\times 2.6\text{ m}\times 1.5\text{ m}$ 的网箱,在网箱中养殖池鱼。

该养殖模式下,因池底增氧管口距池底深约 20 cm ,且增氧口朝上,导致养殖池底部的水循环变慢。在养殖过程中投喂的残饵和池鱼的粪便会沉淀在池底,故采用挂网的方式,人为改变池鱼在养殖池中的栖息环境,使池鱼生活在水质更加清澈的养殖池中上层,保证池鱼健康快速生长。实际生产中换池周期约 $25\sim 35\text{ d}$,平均每天的换水量约为 $100\%\sim 120\%$ 。

2011年9~10月,采用2216E海水培养基和TCBS弧菌选择性培养基测定了3个养殖池中1个换池周期过程中的细菌总量变化情况(见图2)。2011年7~8月,监测了4个养殖池中1个换池周期过程中的纤毛类原生动物的总数变化情况(见图3)。

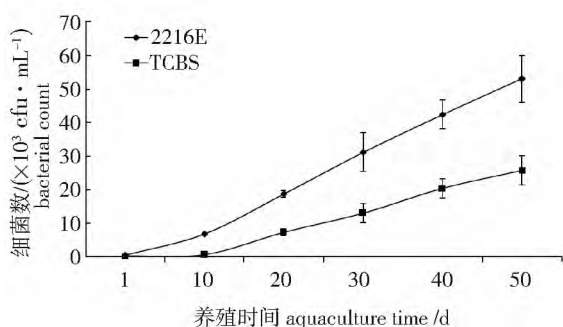


图2 1个换池养殖周期细菌总量变化

Fig. 2 Changes of total bacterial count in a breeding cycle

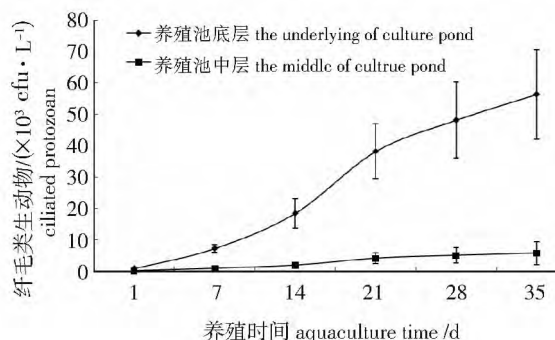


图3 1个换池养殖周期纤毛类原生动物总量变化

Fig. 3 Changes of the ciliated protozoan in a breeding cycle

3 豹纹鳃棘鲈工厂化养殖的密度和生长情况

3.1 豹纹鳃棘鲈生长情况 2011年7月,选择规格大小一致,斑点清晰,体表无擦伤,无畸形,全长约 10 cm 的豹纹鳃棘鲈苗种 $9\,000$ 尾,进行工厂化养殖试验。在养殖过程中每月初测量池鱼的体重和体长,结果见图4、5:由图4、5可知,豹纹鳃棘鲈的体重和体长在12月份至翌年2月份增长缓慢,当水温高于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,生长较快。

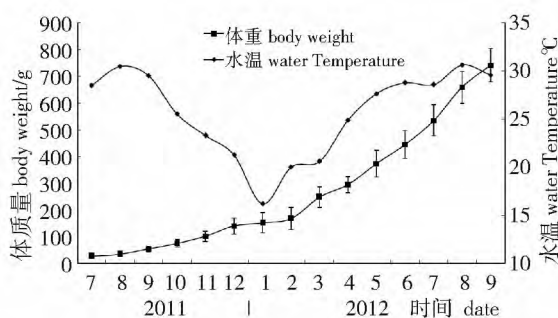


图4 豹纹鳃棘鲈体质量生长变化曲线

Fig. 4 Body weight growth curve of *Plectropomus leopardus*

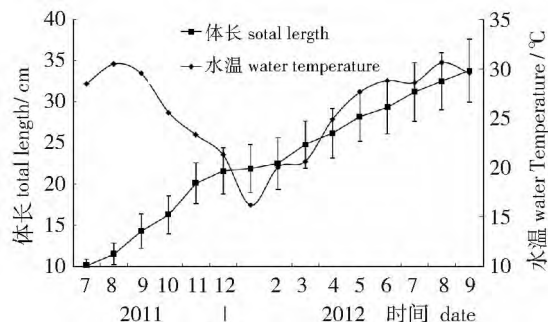


图5 豹纹鳃棘鲈体长生长变化曲线

Fig. 5 Body weight growth curve of *Plectropomus leopardus*

3.2 豹纹鳃棘鲈放养密度 豹纹鳃棘鲈的放养密度跟养殖池的形状、大小、水温、溶氧、换水量、鱼的大小等有关,不能一概而论。当养殖水温适宜、溶氧充足、盐度适宜、水质清澈、换水率达 $50\%\sim 200\%$ 时,放养密度可按 $10\sim 20\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 计算。但在鱼个体很小时,不能单靠单位水体的鱼体质量来计算,还要考虑鱼的尾数,因此具体放养密度参考数据见表2。

表2 豹纹鳃棘鲈放养密度参考数据
Tab.2 The stocking density of *Plectropomus Leopardus*

体长 Total length/cm	平均体质量 Average weight/g	放养密度 Stocking density	
		尾数 number/(尾·m ⁻³)	体质量 weight/(kg·m ⁻³)
10	7.0	150 ~ 250	1 ~ 3
15	45.0	100 ~ 200	5 ~ 12
20	85.0	80 ~ 160	8 ~ 15
25	150.0	60 ~ 100	9 ~ 15
30	280.0	40 ~ 70	10 ~ 20
35	450.0	30 ~ 60	10 ~ 20
40	650.0	20 ~ 30	10 ~ 23

4 日常管理

4.1 饲料投喂 豹纹鳃棘鲈工厂化养殖全程投喂人工配合饲料,因豹纹鳃棘鲈喜欢摄食移动的食物,在投喂过程中坚持多出手少给料的原则,一般一餐的投喂时间控制在 20 min 左右,投喂时间较其他石斑鱼类长。日投喂量根据换水率、池鱼的食欲大小来确定,一般待豹纹鳃棘鲈不主动摄食时既可停止投喂,每天上下午各投喂 1 餐,冬季水温较低时,可根据池鱼食欲适当少量投喂。

4.2 水质保持 每天养殖池的换水量保证大于 100 %。投喂时根据池鱼摄食情况调节流量,在水温稳定情况下,如果池鱼摄食量下降,则应调大流量。在喂料 3 h 后池鱼一般开始排泄,粪便呈黑灰色雾状体,随之散开溶解于水体中使池水变浑浊,浑浊的水体会滋生病原体,附着在池鱼的腮丝、体表,影响其生长。此时应进行大量流水,使浑浊物质随水流排出养殖池,从而保持水质的干净、清爽,以保持豹纹鳃棘鲈良好的养殖环境。

4.3 定期筛分 虽然豹纹鳃棘鲈在养殖过程中相互残杀现象极少出现,但也要尽量保持同一养殖池内鱼体规格一致。因为不同规格的鱼一起饲养,在摄食时大鱼比小鱼抢食凶猛,会出现鱼体规格大小不齐,为使摄食均匀,应保持池内鱼体规格一致,且养殖鱼体规格大小一致,能同时上市,故应定期进行筛分。在筛分和换池过程中,因豹纹鳃棘鲈习性暴躁,极易造成皮肤擦伤,要求捞鱼操作一定要轻柔,并选择质地柔软的捞网,必要时用丁香酚麻醉后再操作。在筛分过程中使用甲醛 + 淡水浸洗 3 ~ 5 min,可消除体表上携带的寄生虫和细菌,预防疾病发生。

4.4 注意事项 遇到连续暴雨天气时,注意养殖水体盐度变化,做到提前停水停料;遇到连续阴雨天气时,注意及时对养殖水体消毒。

5 养殖成效

于 2011 年 7 月起,相继利用 10 个养殖池,放养 9 000 尾体长 10 cm 的优质种苗进行试验。至 2012 年 9 月经过 15 个多月的养殖,共养成平均体重约 742 g 的商品鱼 5 710 kg,养殖成活率达 85.5%,单产达 12.4 kg·m⁻³,投喂人工配合饵料的饵料系数约为 1.3。

6 讨论

豹纹鳃棘鲈作为一种高档的经济鱼类,其味道鲜美、营养丰富深受消费者的好评,同时还具有抗病力强等特点,是优良的养殖品种。但是豹纹鳃棘鲈作为一种珊瑚礁鱼类,对养殖水体的水质要求较高,因此不太适合池塘养殖。随着社会生产力的发展,由传统粗放池塘养殖模式发展到工厂化车间养殖模式的转变是我国未来水产业发展的一个必然趋势。自 20 世纪 70 年代,工厂化流水养殖在我国开始兴起,到 90 年代后期在山东半岛以大菱鲆流水式工厂化养殖车间为主要特征的养殖模式得到了大力推广。因此,笔者利用海南的地理优势,结合封闭式循环水工厂化养殖模式,构建了豹纹鳃棘鲈的流水式车间养殖模式。

约2年的生产试验结果表明,在养殖过程中水质清澈,养殖成活率高达85%,说明笔者构建的流水式车间养殖模式适宜豹纹鳃棘鲈的养成。该养殖模式与封闭循环水模式相比大大地节省了生产成本,省去了封闭循环水模式水质处理中常采用的维护和使用费用相对较高的蛋白质分离器、弧形筛、生物滤池等设备^[13]。此外,流水式车间养殖模式中的养殖池水的pH、氨氮等可通过换水率来调控,溶解氧可通过充气泵调控,从而使豹纹鳃棘鲈处于适宜的生长环境。

参考文献:

- [1] LIGHT P R, JONES G P. Habitat preference in newly settled coral trout (*Plectropomus leopardus*, Serranidae) [J]. Coral Reefs. 1997, 16(2): 117–126.
- [2] FRISCH A J, ANDERSON T A. The response of coral trout (*Plectropomus leopardus*) to capture, handling and transport and shallow water stress [J]. Fish Physiology and Biochemistry 2002 23(1): 23–34.
- [3] DONG C, BRUCE D, GARRY R et al. Using otolith weight-age relationships to predict age based metrics of coral reef fish populations across different temporal scales [J]. Fisheries Research 2007 83(2/3): 216–227.
- [4] ADAMS S. Morphological ontogeny of the gonad of three plectropomid species through sex differentiation and transition [J]. Journal of Fish Biology 2003, 63(1): 22–36.
- [5] FRISCH A, ANDERSON T. Physiological stress responses of two species of coral trout (*Plectropomus leopardus* and *Plectropomus maculatus*) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology, 2005, 140(3): 317–327.
- [6] 陈军, 徐皓, 倪琦, 等. 我国工厂化循环水养殖发展研究报告 [J]. 渔业现代化 2009, 36(4): 1–7.
- [7] 符书源, 王永波, 郑飞. 豹纹鳃棘鲈高位池人工育苗试验 [J]. 科学养鱼 2009(12): 26–27.
- [8] 刘天密, 王永波, 符书源, 等. 豹纹鳃棘鲈室外大型水泥池的人工育苗技术 [J]. 海洋渔业. 2012(4): 26–27.
- [9] 符书源, 王永波, 郑飞, 等. 豹纹鳃棘鲈仔、稚、幼鱼的形态观察 [J]. 热带生物学报, 2010, 1(2): 170–174.
- [10] 杨明秋, 王永波, 符书源, 等. 温度、盐度和 pH 值对豹纹鳃棘鲈早期发育的影响 [J]. 热带生物学报, 2012, 3(2): 109–115.
- [11] 辛乃宏, 于学权, 吕志敏, 等. 石斑鱼和半滑舌鲷封闭循环水养殖系统的构建与运用 [J]. 渔业现代化 2009, 36(3): 21–25.
- [12] 宫春光. 半滑舌鲷工厂化养殖技术 [J]. 齐鲁渔业 2006 23(8): 16–18.
- [13] 孙中之, 闫永祥. 大菱鲆工厂化养殖试验 [J]. 海洋水产研究 2003 24(1): 6–10.

Industrial Aquaculture Experiment of *Plectropomus leopardus*

WANG Yongbo, ZHENG Fei, LIU Jinye, FU Shuyuan, YANG Mingqiu, LIU Tianmi
(Hainan Institute of Marine Science and Fisheries, Haikou 570206, China)

Abstract: A unused abalone aquaculture pond was used for experiment in industrial aquaculture of *Plectropomus leopardus*. The aquaculture pond was spaced 9 m long, 3 m wide and 2 m high with an effective depth of about 1.7 m, and had 3 water inlets. The water was discharged from the bottom of the pond and spilled over from the top. In the pond 6 perforated intake tubes were arranged 20 cm above the bottom to increase oxygen, and a 6.0 m × 3.0 m × 1.5 m cage was placed in the pond to farm *Plectropomus leopardus* with the effective water depth of 1.2 m. The water used for the shrimp aquaculture was treated in a way as follows: the coastal sand filter well → settling basin → triple filtration pool → ultraviolet disinfection pool → activated corallite filtering → aquaculture pond. The waste water spilled over from the top of the pond was used to farm *Babylonia* or bivalves. The aquaculture wastewater was discharged from the bottom of the pond into the settlement tank. In July 2011 9 000 quality fingerlings 10 cm long of *P. leopardus* was farmed in the cage, and 5 710 kg fishes with an average weight of about 742 g · fish were harvested in September 2012 after more than 15 months of aquaculture. The aquaculture survival rate was 85.5%, and the yield was 12.4 kg · m⁻³.

Key words: *Plectropomus leopardus*; open waterrunning aquaculture pond; industrial aquaculture