

# 番红砗磲水泥池循环水养殖模式研究

谭围<sup>1,2</sup>, 王荣霞<sup>1,3,4</sup>, 黄敏<sup>1,3,4</sup>

(1. 海南省海洋与渔业科学院, 海南海口 570203; 2. 海南省热带海水养殖技术重点实验室, 海南海口 570203; 3. 海南省热带海水养殖工程技术研究中心, 海南海口 570203; 4. 南海生物资源开发与利用协同创新中心, 广东广州 510275)

**摘要** 通过开展番红砗磲水泥池循环水养殖试验, 在室外水泥池改造的循环水系统中接种棒叶蕨藻变种藻体吸收养殖水体中的氨氮等营养盐, 利用该循环水系统净化水质, 构建相对稳定的养殖环境, 提高番红砗磲中间培育的成活率。采用循环水养殖模式可以避免带入外源病原微生物, 并实现大量节水, 达到节能减排的效果。通过建立这种循环水养殖模式, 可为番红砗磲底播增殖提供稳定的大规模苗种来源。

**关键词** 番红砗磲; 棒叶蕨藻变种; 点蓝子鱼; 循环水; 人工养殖

**中图分类号** S968.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)29-0102-02

## Study on *Tridacna crocea* Circulation Water Aquaculture Mode of Cement Tanks

TAN Wei<sup>1,2</sup>, WANG Rong-xia<sup>1,3,4</sup>, HUANG Min<sup>1,3,4</sup> (1. Academy of Marine and Fishery of Hainan Province, Haikou, Hainan 570203; 2. Hainan Provincial Key Laboratory for Tropical Seawater Aquaculture Technology, Haikou, Hainan 570203; 3. Hainan Provincial Research Center for Tropical Seawater Aquaculture Engineering Technology, Haikou, Hainan 570203; 4. South China Sea Bio-Resource Exploitation and Utilization Collaborative Innovation Center, Guangzhou, Guangdong 510275)

**Abstract** Through exploring on the development of *Tridacna crocea* circulating water aquaculture mode, in circulating water system of outdoor cement tanks, *Caulerpa sertularioides f. longipes* was used to absorb aquaculture water ammonia nitrogen and other nutrients. This circulating water system was applied on water purification, and a relatively stable breeding environment was constructed, thus the survival rate of *Tridacna crocea* was improved. The circulation water aquaculture mode, would avoid bringing exogenous pathogenic microorganisms and achieve plenty of water saving, energy saving and emission reduction. Through the establishment of the circulating water aquaculture mode, it is expected to provide a stable source of large seedlings for *Tridacna crocea* bottom sowing proliferation.

**Key words** *Tridacna crocea*; *Caulerpa sertularioides f. Longipes*; *iganus guttatus*; Circulation water; Artificial breeding

番红砗磲 (*Tridacna crocea*), 属于软体动物门瓣鳃纲帘蛤目砗磲科, 具有鲜艳的外套膜, 颜色多样, 是砗磲中最美丽的种类, 具有较高的观赏价值<sup>[1-2]</sup>。砗磲作为一种大型的双壳贝类, 可以通过鳃过滤海水中的营养物质获得营养, 同时砗磲还有一种特殊的营养方式, 就是通过外套膜上的共生虫黄藻利用海水中的营养物质进行光合作用获得营养, 这一特性使其可以直接利用热带海域的无机营养盐, 从而使养殖砗磲具有较高的生态价值<sup>[3]</sup>。番红砗磲主要分布在澳大利亚、印度尼西亚、菲律宾、汤加等国家沿海地区, 我国南海海域的珊瑚礁区域也有分布, 生活在浅层海域<sup>[1-2]</sup>, 由于其固定生活在热带浅层透明海域的习性使其极易被捕捞<sup>[3]</sup>。

砗磲在其生长过程中所体现出来的珊瑚礁修复价值以及碳汇渔业价值对于海洋开发和保护都有着极其重要的意义<sup>[3]</sup>, 随着砗磲资源量的下降, 开展砗磲的人工繁育和增殖已逐渐成为研究热点。1983年澳大利亚新南威尔士大学开始研究大砗磲的亲贝产卵、幼虫、稚贝培育等, 20世纪80年代初帕劳和澳大利亚都成功繁育苗种。1986年在澳大利亚大堡礁繁育了大规模的苗种<sup>[4-5]</sup>。20世纪90年代初, 全系列的砗磲养殖技术规程建立完整砗磲养殖技术体系。然而, 我国对砗磲的研究起步较晚, 大多为砗磲海洋资源调查等, 研究基础相对薄弱, 尤其在砗磲人工养殖方面涉及较少。罗伟<sup>[6]</sup>研究了番红砗磲幼虫的生长。李晓梅等<sup>[7]</sup>开展了长砗磲个体大小与虫黄藻数量的相关性研究。李育培等<sup>[8]</sup>在西沙海域进行

了鳞砗磲的底播养殖试验。近年来, 由于砗磲贝壳工艺品日益受到人们追捧, 非法采集砗磲贝壳猖獗, 过度非法捕捞给我国砗磲资源造成严重的破坏<sup>[3,9-11]</sup>, 因此开展砗磲苗种中间培育和资源增殖等方面的研究是十分必要的。笔者对番红砗磲室外水泥池循环水养殖模式进行了试验研究, 以期对砗磲苗种中间培育和底播增殖提供参考资料。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 番红砗磲采自三沙市西沙海域, 经消毒处理后运至海南省海洋与渔业科学院琼海科研基地进行暂养, 待其生长稳定后开始进行试验。棒叶蕨藻变种 (*Caulerpa sertularioides f. longipes*) 取自三沙市西沙海域的珊瑚礁盘上。

**1.2 设施与设备** 养殖池为室外水泥池, 规格为 10.0 m × 1.0 m × 1.2 m。水泥池上方装有透光并可以调节光照强度的遮雨棚。

将相邻的 1、2、3 号水泥池通过 PVC 管串联改造为循环水。1 号池接种棒叶蕨藻变种藻体, 2 号池接种番红砗磲, 3 号池作为倒池备用, 与 2 号池交替使用。4 号池为对照, 不做循环水处理, 5 号池作为 4 号池倒池备用。砗磲养殖池池底铺一层经消毒处理的细沙, 砗磲贝植于细沙中。

棒叶蕨藻变种接种装置: 采用 PVC 管制作长方形框架 (大小为 1.5 m × 0.9 m), 框架上面覆盖双层 PVC 网片, 藻体接种于双层网片之间。

**1.3 养殖密度** 试验组和对照组养殖密度为 10 只/m<sup>2</sup>, 每组设置 3 个平行。

**1.4 日常管理与生物学测量** 每 15 d 对番红砗磲壳体表面进行清理, 直接从试验池中取出用软毛刷清洗砗磲表面附着物后放回, 根据养殖情况每月倒池 1 次。定期清理棒叶蕨藻

**基金项目** 海南省自然科学基金项目 (20164167); 海南省科研院所技术开发专项 (KYYS-2014-55); 海南省政协项目。

**作者简介** 谭围 (1982-), 男, 湖南涟源人, 高级工程师, 从事水产经济动物繁殖生物学研究。

**收稿日期** 2016-08-24

变种接种池,及时捞取池表面的漂浮物,以免妨碍藻体进行光合作用。当藻体生长量到达一定程度时,适当移走一部分藻体。为防止棒叶藻变种藻体表面及池壁附着的大型丝状藻类过度生长,可在池中投放 3~5 条 50 g 左右的点蓝子鱼。对养殖水温、盐度、pH、光照强度、氨氮和溶解氧等砗磲养殖生长环境指标进行定期监测。

试验组和对照组各抽取 30 只规格相对均匀的番红砗磲,编号后每月定期测定其壳长、壳高、壳宽和重量。对测定数据采用生物统计方法进行统计与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水质监测结果

试验持续 6 个月,试验组和对照组水温、pH、光照强度等指标基本保持一致,水温 22.37~29.81 °C, pH 为 8.1~8.2,光照强度为 2 500~3 200 lx。

试验组在循环水模式下进行,试验的水环境条件相对稳定,对照组水体盐度、氨氮、亚硝酸盐和溶解氧等指标容易受外界环境变化的影响,试验组和对照组水体盐度、氨氮、亚硝酸盐和溶解氧等指标的变化具体见表 1。

表 1 番红砗磲养殖水质指标监测结果

Table 1 Monitoring results of water quality of *Tridacna crocea* aquaculture

组别 Groups	盐度 Salinity ‰	氨氮 Ammonia nitrogen mg/L	亚硝酸盐 Nitrite mg/L	溶解氧 Dissolved oxygen mg/L
试验组 Test group	32.43~34.65	0.001~0.248	0.005~0.019	7.05~7.45
对照组 Control group	25.35~35.31	0.107~0.448	0.008~0.020	6.59~7.17

### 2.2 生长测量结果

由表 2 可知,试验组和对照组番红砗磲的生长速率均无明显差异,试验组番红砗磲的生长速率略快于对照组。从养殖成活率来看,试验组没有出现死亡,成活率为 100%;从 6 月开始水温较高,受海南多台风暴雨等恶劣天气影响,养殖水体环境易波动,尤其受海水盐度骤降的影响,对照组砗磲贝极易发生应激反应而死亡,对照组在 6 月死亡率达到 31%,7 月全部死亡。

表 2 番红砗磲的生长指标变化

Table 2 The change of growth indicators of *Tridacna crocea*

日期 Date	平均壳长 Average shell length//mm		平均壳高 Average shell height//mm		平均壳宽 Average shell width//mm		重量 Weight//g	
	试验组 Test group	对照组 Control group	试验组 Test group	对照组 Control group	试验组 Test group	对照组 Control group	试验组 Test group	对照组 Control group
	03-01	79.07	79.12	54.94	54.96	41.80	41.90	140.10
03-30	80.74	80.71	56.76	56.73	42.05	42.02	142.73	142.62
04-30	82.50	82.30	58.14	58.08	42.22	42.17	145.12	144.92
05-30	83.92	83.63	59.86	59.71	42.47	42.47	146.90	146.10
06-30	85.82	85.12	62.42	62.22	43.36	43.13	150.83	149.43
07-30	86.36	—	64.55	—	44.10	—	155.18	—
08-30	87.41	—	67.43	—	45.06	—	158.63	—

从表 3 可以看出,随着水温的回升,养殖到 4 月份生长速度开始加快,砗磲壳长增长值为 2.26 mm,相对增长率 2.26%;壳高增长值 2.56 mm,相对增长率 4.27%;壳宽增长

值 0.89 mm,相对增长率 2.09%;5 月、6 月受海南多台风和暴雨等恶劣天气的影响,增长略有下降。

表 3 试验组番红砗磲生长指标的变化

Table 3 The change of growth indicators of *Tridacna crocea* in test group

月份 Month	平均壳长 Average shell length		平均壳高 Average shell height		平均壳宽 Average shell width	
	增长值 Growth value//mm	相对增长率 Relative growth rate//%	增长值 Growth value//mm	相对增长率 Relative growth rate//%	增长值 Growth value//mm	相对增长率 Relative growth rate//%
3	1.67	2.11	1.82	3.31	0.25	0.59
4	1.76	2.17	1.54	2.71	0.17	0.40
5	1.42	1.72	1.72	2.95	0.25	0.59
6	1.90	2.26	2.56	4.27	0.89	2.09
7	2.02	2.35	2.13	3.41	0.74	1.70
8	1.05	1.21	2.88	4.46	0.96	2.17

## 3 结论

试验水池上方装有遮阳挡雨装置,可避免因雨水进入而导致养殖水体环境波动,同时可以适当发挥遮阳的效果,避免因夏季水温过高从而影响砗磲生长,为砗磲贝营造了一个

相对稳定的生长环境。

试验组由于采用循环水养殖模式,试验过程中仅在水质条件较佳时补充少量的新鲜海水,通过循环水养殖模式可以

(下转第 106 页)

屎肠球菌和植物乳杆菌类乳酸菌能在肠道定殖与繁育,形成优势菌群,遏制大肠杆菌等有害菌,同时乳酸菌能产生乳酸、乙酸等酸性代谢产物,降低肠道 pH,这与王莹等<sup>[7]</sup>的研究结果相一致。在微生物生态研究中,微生物细胞的蛋白质含量反映细胞生长量。该试验结果表明试验组蛋鸡肠道微生物总蛋白比对照组提高了 0.02 mg/g, pH 比对照组降低了 0.27,说明双益素能将蛋鸡肠道内环境调控至最佳的生理状态,最终通过达到肠道微生态平衡来促进机体健康,发挥更好的生产性能。

**3.2 双益素对蛋鸡蛋品质的影响** 蛋品质的优劣不仅影响蛋的种用价值,而且影响蛋的运输和食用价值。国内关于添加微生态制剂对蛋品质的影响已有很多相关报道。刘爱军等<sup>[8]</sup>研究表明在蛋鸡日粮中添加乳酸菌类微生态制剂能显著提高蛋壳厚度、蛋壳强度和哈夫单位。辛娜等<sup>[9]</sup>研究表明用芽孢杆菌饲喂蛋鸡能显著降低蛋黄中水分和脂肪含量,提高蛋白含量。郑学斌等<sup>[10]</sup>研究表明益生菌能加快血清中的蛋白质在蛋中的沉积,从而提高鸡蛋中蛋白质的含量,改善蛋的品质。该试验结果表明添加双益素能显著提高蛋壳厚度和蛋壳强度( $P < 0.05$ ),显著提高蛋白质、钙和磷的含量( $P < 0.05$ ),可能是由于屎肠球菌与植物乳杆菌进入肠道后能分泌蛋白酶、淀粉酶等多种消化酶以及维生素等,优化肠道的多酶消化体系,提高蛋白质、钙、磷等营养物质的吸收率<sup>[11]</sup>,促使此类营养物质在蛋内的合成增加。

(上接第 103 页)

实现大量节水(比对照组节水 90% 以上),实现节能减排,同时养殖循环水系统水体环境相对稳定,不带来外源病原微生物,可降低发生病害的风险。对照组采用传统的流水养殖,耗水量较大,海水利用效率低,在海南地区多暴雨区域,易受水体盐度变化等因素的影响,使养殖贝类发生应激乃至死亡。通过对养殖水体水温和盐度等指标的监测发现,试验组水环境条件相对稳定,有利于砗磲贝的生长。

在循环系统中接种棒叶藻变种藻体能够吸收氨氮等营养盐,达到净化水质的效果,有利于保持养殖环境相对稳定,同时藻类通过光合作用,可维持养殖水体中较高的溶解氧。水质参数监测结果也表明,试验组氨氮和溶解氧等指标明显优于对照组。

循环水系统中藻体接种一段时间后,在池壁和藻体表面易滋生浒苔等丝状藻类,过多将影响其正常生长。除了人工清除外,还可以通过在藻体接种池投放适量的点蓝子鱼进行生物防控,利用其杂食性偏植食性特点,啃食池壁和藻体表面附着生长的丝状藻类,防止其过度生长,有利于藻类进行光合作用。但是,投放的点蓝子鱼规格和数量需严格控制,以免点蓝子鱼过度啃食,不利于藻类大量扩繁,影响净化水质的效果。

由于试验组可以获得相对稳定的养殖环境,试验组成活

## 4 结论

综上所述,日粮中添加 0.25% 双益素可以促进肠道乳酸杆菌等有益菌的增长,降低大肠杆菌的数量,有效调控肠道微生态环境,同时显著提高蛋壳厚度与蛋壳强度,降低破蛋率,显著提高蛋白质和钙含量。

## 参考文献

- [1] BEDFORD M. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: Implications and strategies to minimise subsequent problems [J]. World's poultry science journal, 2000, 56(4): 347-365.
- [2] WIERUP M. The control of microbial diseases in animals: Alternatives to the use of antibiotics [J]. International journal of antimicrobial agents, 2000, 14(4): 315-319.
- [3] 国春艳, 杜红芳, 刁其玉, 等. 乳酸菌的生理功能及在畜牧业中的应用 [J]. 饲料工业, 2006, 27(2): 55-57.
- [4] 刘晨黎, 高巍. 鸡盲肠微生物微生态调控研究进展 [J]. 中国家禽, 2000, 22(10): 30-32.
- [5] 李明实. 乳酸菌制剂在肉鸡和产蛋鸡生产中的应用研究 [D]. 延吉: 延边大学, 2007.
- [6] 李国平, 周伦江, 邵良平, 等. 日粮中添加复合菌制剂对雏鸡盲肠大肠杆菌数、肠道 pH 值、血液 SOD 和 GSH-Px 影响的研究 [J]. 中国兽医杂志, 1999, 25(8): 7-8.
- [7] 王莹, 阴正兴, 赵鹏飞, 等. 芽孢杆菌制剂对蛋鸡肠道微生物和生理指标的影响 [J]. 河南科学, 2015, 33(4): 540-546.
- [8] 刘爱军, 尹望, 李雪平. 乳酸菌类生态制剂对海兰褐鸡蛋品质、肠道微生物和养殖环境的影响 [J]. 饲料研究, 2015(21): 16-18.
- [9] 辛娜, 刁其玉, 张乃锋, 等. 蛋鸡饲喂芽孢杆菌制剂对鸡蛋品质及营养成分的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2011, 43(11): 11-15.
- [10] 郑学斌, 胡志泽, 杨晓玲, 等. 微生态制剂和中草药对产蛋鸡生产性能和蛋品质的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(1): 46-49.
- [11] 李旭, 陈阳, 章世元, 等. 益生菌在鸡养殖业中应用的最新研究进展 [J]. 家禽科学, 2011(9): 42-45.

率达到 100%, 获得了较好的培育效果, 而对照组养殖 4 个月全部死亡, 试验组具有较为明显的优势。笔者采用水泥池进行砗磲中间培育试验, 便于对砗磲的生长进行观测, 通过这种室外水泥池循环水系统进行砗磲中间培育, 可为番红砗磲的种群资源恢复开展底播增殖提供稳定的大规模苗种来源。

## 参考文献

- [1] 张素萍. 中国海洋贝类图鉴 [M]. 北京: 海洋出版社, 2008: 317-321.
- [2] 杨文, 蔡英亚, 邱雪梅. 中国南海经济贝类原色图谱 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 194-196.
- [3] 周勤, 王玉芬, 姜秀凤. 砗磲研究现状及在我国南海开展养殖的前景 [J]. 热带海洋学报, 2014, 33(2): 87-93.
- [4] HESLINGA G A, PERRON F E, ORAK O. Mass culture of giant clams (F. Tridacnidae) in Palau [J]. Aquaculture, 1984, 39(1/2/3/4): 197-215.
- [5] CRAWFORD C M, NASH W J, LUCAS J S. Spawning induction, and larval and juvenile rearing of the giant clam, *Tridacna gigas* [J]. Aquaculture, 1986, 58(3/4): 281-295.
- [6] 罗伟. 番红砗磲幼虫的生长 [J]. 热带海洋, 1991, 10(1): 71-77.
- [7] 李晓梅, 杜宇, 林炽贤. 长砗磲 (*Tridacna maxima*) 个体大小与虫黄藻数量的相关性研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 2981-2982, 2987.
- [8] 李育培, 李广毅, 李家积. 西沙群岛海域磷砗磲底播养殖试验 [J]. 科学养鱼, 2015, 34(9): 44-45.
- [9] 董杨, 李向民. 砗磲资源保护、开发及其产业化发展前景 [J]. 水产科学, 2015, 34(3): 195-200.
- [10] 李晓梅, 林炽贤, 林理. 砗磲的应用价值 [J]. 中国渔业经济, 2008, 26(5): 58-60.
- [11] 李元超, 韩有定, 陈石泉, 等. 砗磲采控对珊瑚礁生态系统的破坏: 以西沙北礁为例 [J]. 应用海洋学学报, 2015, 34(4): 518-524.