

光照强度对番红砗磲外套膜颜色变化的影响

刘二田¹, 何园园¹, 顾志峰¹, 石耀华¹, 王爱民^{1,2}, 刘春胜¹

(1. 海南大学 海洋学院, 海南 海口 570228; 2. 海南大学 南海海洋资源利用国家重点实验室, 海南 海口 570228)

摘要: 以蓝色、棕黄色和绿色三种不同外套膜颜色的番红砗磲 (*Tridacna crocea*) 为实验对象, 设置 5 000 lx、10 000 lx 和 15 000 lx 三组光照强度, 探究了番红砗磲外套膜颜色变化与光照强度的相关性。结果表明: (1) 在不同光照强度下, 蓝色个体外套膜颜色加深, 棕黄色个体颜色变化不大, 而绿色个体外套膜颜色变浅。(2) 蓝色个体在光照刺激 2 周后外套膜颜色即出现显著变化, 0~2 周色差为 13.81~21.59; 在不同光照强度刺激下, 棕黄色和绿色个体的外套膜颜色的色差随时间延长而逐渐增强, 4~6 周外套膜颜色色差最大。(3) 番红砗磲原外套膜颜色类别对其外套膜颜色红绿特征数值(*a*) 和黄蓝特征数值(*b*) 影响显著 ($P < 0.05$); 光照强度对番红砗磲外套膜颜色黄蓝特征数值(*b*) 影响显著 ($P < 0.05$); 光照强度和番红砗磲原外套膜颜色类别的交互作用对红绿特征数值(*a*) 的影响显著。上述结果可为定向培育外套膜颜色鲜艳的番红砗磲以及解析砗磲环境适应机制提供参考。

关键词: 番红砗磲; 光照强度; 外套膜颜色; 色差

中图分类号: S917.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2021)01-0070-06

DOI: 10.11759/hyxx20200424002

砗磲是软体动物门瓣鳃纲砗磲科生物的统称, 多栖息于浅海区珊瑚礁中。砗磲主要分布于西太平洋至印度洋非洲东海岸的热带海域^[1-3]。砗磲具有色泽鲜艳的外套膜, 并在外套膜内与虫黄藻建立了共生关系, 因而它可以通过外套膜内共生虫黄藻的光合作用和滤食性摄食两种方式来获得营养^[4]。同时, 砗磲因具有色泽鲜艳的外套膜, 而成为海洋观赏水族的重要物种, 目前国际上外套膜颜色鲜艳的砗磲售价可达 100~150\$/只。

已有研究表明, 砗磲外套膜颜色变化与环境密切相关^[5-6]。Ghoshal 等^[7]发现, 长砗磲 (*Tridacna maxima*) 和无鳞砗磲 (*T. derasa*) 可基于外界环境变化, 调整体内色素细胞数量和结构, 继而改变外套膜颜色; Todd 等^[8]发现约占 63.4% 的番红砗磲 (*T. crocea*) 个体外套膜颜色与其栖息环境颜色密切相关, 相关系数 r 为 0.528~0.641; 付正伟等^[9]利用薄层色谱法分析了蓝色和红棕色番红砗磲外套膜色素, 表明两种外套膜色素组成存在差异。笔者在前期研究中发现不同光照条件下, 砗磲出现一定比例的外套膜变色现象, 推断光照可能影响砗磲外套膜颜色变化。

基于上述推断, 本实验以不同外套膜颜色的番红砗磲为对象, 设置了不同光照强度, 探讨番红砗

磲外套膜颜色变化与光照强度的相关性, 以期培养高品质观赏砗磲和解析砗磲环境适应机制提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

番红砗磲(壳长 71.68 mm±12.93 mm)个体采自南海西沙海域。番红砗磲运送至三亚珊瑚礁国家级自然保护区西岛实验站开展相关实验。挑选无损伤活力好的, 且外套膜颜色为蓝色、棕黄色和绿色的个体作为实验对象, 每种外套膜颜色番红砗磲 45 只。实验前先将番红砗磲放入循环水养殖池中暂养一周, 并将砗磲外壳表面的附着物清洗干净, 贴上防水标签予以区分。

收稿日期: 2020-04-24; 修回日期: 2020-05-26

基金项目: 海南省自然科学基金项目(417004, 317029); 海南省重点研发计划项目(ZDYF2019153); 国家重点研发计划项目(2018YFD0900704)

[Foundation: Natural Foundation of Hainan Province, No. 417004, No. 317029; Key Research and Development Project of Hainan Province, No. ZDYF2019153; National Key Research and Development Plan, No. 2018 YFD0900704]

作者简介: 刘二田(1995-), 女, 山西吕梁人, 硕士研究生, 主要从事水产养殖学研究, E-mail: 601840695@qq.com; 何园园(1994-), 共同第一作者, 男, 贵州盘州人, 硕士研究生, 主要从事水产养殖学研究, E-mail: 291807274@qq.com; 刘春胜, 通信作者, 副教授, E-mail: lcs5113@163.com

1.2 实验条件

前期实验结果表明, 番红砗磲最适光照强度约 15 000 lx^[10]。因此, 在本实验中设置 15 000 lx、10 000 lx 和 5 000 lx 三个光照梯度, 研究光照强度对番红砗磲外套膜颜色变化的影响。将蓝色、棕黄色和绿色外套膜颜色番红砗磲随机分成三组, 每组 15 只, 分别放置于 5 000 lx、10 000 lx 和 15 000 lx 三种光照强度下照射, 实验为期 6 周。各组分别命名为 5 000 lx-B 组、5 000 lx-Br 组、5 000 lx-G 组、10 000 lx-B 组、10 000 lx-Br 组、10 000 lx-G 组、15 000 lx-B 组、15 000 lx-Br 组和 15 000 lx-G 组。光照强度通过全光谱卤素灯(光周期 12 h : 12 h)控制。所用养殖池为长×宽×高为 3 m×1.2 m×1 m 的水泥池, 常流水, 水流速度为 300 L/h(砗磲可通过共生虫黄藻光合作用获取能量, 无须投饵)。实验所用海水为经沙滤的自然海水, pH 为 7.8~8.2, 盐度 32~34, 水温 23~24℃。实验期间每天监测水体温度、光照强度、溶解氧等指标。养殖 6 周后, 15 000 lx 和 10 000 lx 光照组几乎无死亡, 5 000 lx 光照组死亡率为 26.7%。

1.3 图像采集

实验期间每 2 周采集一次外套膜图像。图片采集方法参照何园园等^[1], 将砗磲依次放置于实验室自主研发的砗磲外套膜图像采集装置中, 待砗磲外套膜完全舒展后拍照, 每只砗磲拍照三次, 选取最佳的图片进行后续分析。砗磲外套膜图像采集装置中光源为全光谱卤素灯, 光照强度 8 000 lx, 光线与水平面呈 30°角, 相机型号为佳能 EOS6D。拍照参数为快门速度 1/15, 光圈 5.0, 感光度 200, 放大倍数 3 倍。

1.4 番红砗磲外套膜颜色测定

外套膜颜色数据获取: 用 Photoshop 软件截取得待测番红砗磲外套膜图片, 然后将待测图片导入 CSE-1 成像色度检测分析系统(北京理工大学研制),

随机选取 5 个点, 获得其 L 、 a 、 b 值和 X 、 Y 、 Z 值。计算这五个点 Lab 和 XYZ 值的平均值, 分别作为该砗磲的外套膜颜色参数和三刺激值, 同时根据三刺激值 XYZ 计算色度坐标 x 和 y 。

不同颜色组之间的色差 ΔE 按下式计算:

$$\Delta E_{ab}=[(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2]^{1/2}$$

式中, 明度差为 $\Delta L=L_1-L_2$; 色度差为 $\Delta a=a_1-a_2$, $\Delta b=b_1-b_2$; L_1 、 a_1 和 b_1 是一个颜色组外套膜颜色各参数平均值, L_2 、 a_2 和 b_2 是另一个颜色组外套膜颜色各参数平均值。

1.5 数据统计分析

实验结果以平均值±标准差(Means±SD)表示。数据处理采用 Microsoft Excel 2010 与 DPS 软件进行。同一处理组番红砗磲不同光照时间外套膜颜色色差变化采用单因素方差分析(One-way ANOVA)。各处理组番红砗磲外套膜颜色色差、光照强度及原外套膜颜色类别与番红砗磲外套膜颜色变化的相关性均采用双因素方差分析(Two-way ANOVA)。差异显著水平为 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 不同光照强度下各组番红砗磲外套膜颜色的色度分布变化

在不同的光照强度下, 各组番红砗磲外套膜颜色呈现一定的变化规律(图 1)。蓝色组番红砗磲外套膜颜色在三种不同光强下, 均向左下方蓝原色区域移动; 且高光强组(15 000 lx)番红砗磲颜色变化明显大于低光强组(5 000 lx 和 10 000 lx)。棕黄色组番红砗磲外套膜颜色在 10 000 lx 和 15 000 lx 光照下向黄原色区域移动, 而在 5 000 lx 光照下, 颜色无明显变化。绿色组番红砗磲外套膜颜色在 10 000 lx 光照下向左下方蓝原色区域移动, 在 5 000 lx 和 15 000 lx 光照下无明显变化。

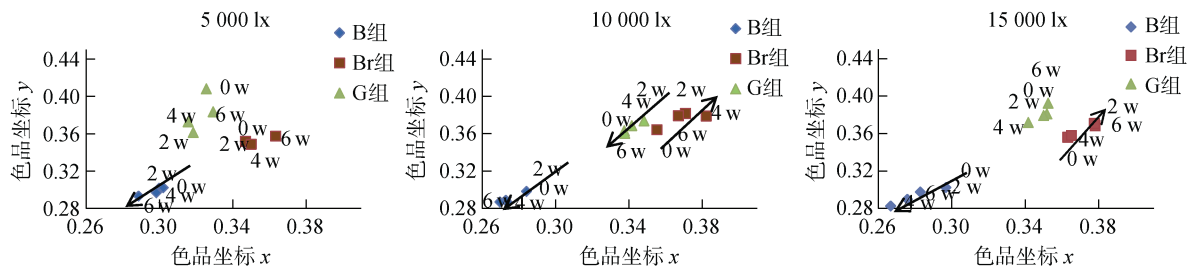


图 1 不同光强下各组番红砗磲外套膜颜色的变化规律

Fig. 1 Variation in the mantle color of *T. crocea* in different groups under different light intensities

注: 0W、2W、4W、6W 分别指在相应光照下照射 0、2、4、6 周后的外套膜颜色。下同

图 2 直观展示了不同光强下各组番红砗磲在不同取样时间下的外套膜颜色。蓝色组番红砗磲外套膜颜色加深,棕黄色组颜色变化不大,而绿色组番红砗磲外套膜颜色变浅。

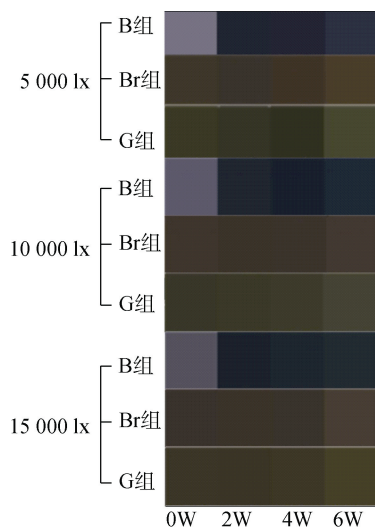


图 2 不同光照强度及刺激时间下各组番红砗磲外套膜颜色
Fig. 2 Mantle color of *T. crocea* in different groups under different light intensities and stimulation times

如表 1 所示,蓝色组番红砗磲在不同光强下,0~2 周的色差为 13.81~21.59,显著高于 2~4 周和 4~6 周 ($P<0.05$)。棕黄色组番红砗磲在各时间段色差均小于 6,其中 5 000 lx 光照强度下,棕黄色组各时间间隔色差无显著差异;10 000 lx 和 15 000 lx 光照强度下,4~6 周色差显著大于 0~2 周 ($P<0.05$)。绿色组番红砗磲在不同光强下,4~6 周的色差均显著高于 2~4 周和 0~4 周 ($P<0.05$)。光照刺激后 0~2 周,各颜色组番红砗磲外套膜色差随光照强度增强而逐渐减小,5 000 lx 光强下色差变化幅度显著高于 10 000 lx 和 15 000 lx 光强下的变化幅度 ($P<0.05$);光照刺激后 2~4 周,除蓝色组 5 000 lx 光强外,同一颜色不同光强组番红砗磲外套膜色差无显著差异;光照刺激后

4~6 周,绿色组在 5 000 lx 光强下色差值显著高于 10 000 lx 和 15 000 lx 组 ($P<0.05$)

表 1 不同光照强度下各组番红砗磲外套膜颜色之间的色差(平均值 $\pm$ 标准差)

Tab. 1 Differences in the mantle colors of *T. crocea* in each group under different light intensities (Means $\pm$ SD)

ΔE	0~2 周	2~4 周	4~6 周
5 000 lx B 组	21.59 $\pm$ 6.25 ^{a/A}	0.23 $\pm$ 0.09 ^{c/C}	3.58 $\pm$ 0.10 ^{bc/B}
5 000 lx Br 组	1.79 $\pm$ 0.25 ^{cd/A}	2.30 $\pm$ 0.44 ^{a/A}	4.05 $\pm$ 1.12 ^{b/A}
5 000 lx G 组	3.75 $\pm$ 0.81 ^{c/B}	1.35 $\pm$ 0.88 ^{ab/B}	7.86 $\pm$ 4.67 ^{a/A}
10 000 lx B 组	15.03 $\pm$ 3.11 ^{b/A}	1.59 $\pm$ 0.25 ^{ab/B}	2.39 $\pm$ 0.41 ^{c/B}
10 000 lx Br 组	0.86 $\pm$ 0.12 ^{c/B}	1.22 $\pm$ 0.31 ^{ab/AB}	3.05 $\pm$ 0.78 ^{bc/A}
10 000 lx G 组	1.55 $\pm$ 0.14 ^{cd/B}	1.02 $\pm$ 0.13 ^{bc/B}	2.52 $\pm$ 0.43 ^{c/A}
15 000 lx B 组	13.81 $\pm$ 2.90 ^{b/A}	0.80 $\pm$ 0.07 ^{c/B}	1.68 $\pm$ 0.24 ^{c/B}
15 000 lx Br 组	1.67 $\pm$ 0.23 ^{cd/B}	1.67 $\pm$ 0.11 ^{ab/B}	5.42 $\pm$ 0.49 ^{ab/A}
15 000 lx G 组	0.72 $\pm$ 0.05 ^{d/B}	0.86 $\pm$ 0.12 ^{c/B}	4.09 $\pm$ 0.61 ^{b/A}

注: 同列和行中不同上标小写和大写字母分别表示各组间存在显著差异 ($P<0.05$)

2.2 光照强度与番红砗磲外套膜颜色的相关性

光照强度、番红砗磲外套膜颜色以及两因素之间的交互作用对明度(L)对应的 F 值分别为 1.500 7、1.401 7、1.116 1, P 值分别为 0.326 4、0.252 3、0.355 0, 无显著差异。光照强度对红绿特征(a)对应的 F 值为 1.637 8, $P=0.302 3>0.05$, 无显著差异;而番红砗磲外套膜颜色和两因素之间的交互作用对红绿特征(a)对应的 P 值分别为 0.007 5、0.008 3, 有显著差异 ($P<0.05$)。光照强度、番红砗磲外套膜颜色对黄蓝特征(b)对应的 F 值为 10.643 8、4.115 3, P 值分别为 0.025 0、0.020 0, 有显著差异 ($P<0.05$)。而两因素之间的交互作用对黄蓝特征(b)对应的 $F=1.195 7$, $P=0.319 4>0.05$, 无显著差异(表 2)。

表 2 番红砗磲原外套膜颜色及光照强度与外套膜颜色 Lab 参数变化相关性

Tab. 2 Correlation between the change in mantle color of *T. crocea* and light intensity

变异来源	L		a		b	
	F	P	F	P	F	P
光照强度	1.500 7	0.326 4	1.637 8	0.302 3	10.648 3	0.025 0
原外套膜颜色	1.401 7	0.252 3	5.215 3	0.007 5	4.115 3	0.020 0
光照强度 $\times$ 原外套膜颜色	1.116 1	0.355 0	3.691 2	0.008 3	1.195 7	0.319 4

3 讨论

本文的番红砗磲均为在南海西沙海域自然种群中随机抽取所得, 研究结果表明, 光照强度能对番红砗磲外套膜颜色产生影响。在不同的光照强度下, 随着照射时间的延长, 蓝色番红砗磲外套膜颜色加深, 棕黄色颜色变化不大, 而绿色番红砗磲外套膜颜色变浅。各处理组外套膜颜色色品图分析结果亦表明蓝色番红砗磲在三种光照下均呈现向左下方(深蓝色)移动; 棕黄色个体在三种光强下均呈现向右上方(亮黄色)移动, 但移动幅度不大; 绿色组在三种光强下均呈现向左下方(深蓝色)移动, 该结果与肉眼观察基本一致。通过比较番红砗磲原外套膜颜色及光照强度与外套膜颜色 Lab 参数变化相关性, 表明光照强度仅影响黄蓝特征(b)($P=0.025\ 0$), 与之相比, 番红砗磲原外套膜颜色显著影响其黄蓝特征(b)($P=0.020\ 0$)和红绿特征(a)($P=0.007\ 5$)。因此, 各颜色组番红砗磲外套膜呈现了不同变化趋势。

关于番红砗磲的颜色变化机制相关报道较少, 但普遍推测与光保护有关^[12-13], 即番红砗磲通过颜色转变以保护自身或共生虫黄藻免受强光和紫外线的伤害。番红砗磲主要分布在水深为 0.5~3.5 m 的珊瑚礁海区, 其主要获能方式为内共生虫黄藻的光合作用^[8, 14-15]。有研究报道, 库氏砗磲(*T. gigas*)外套膜色素细胞内部聚集的色素晶片可吸收波长 0~400 nm 左右的蓝紫可见光, 用以实现共生虫黄藻光合作用^[16]。在形态上, 其外套膜内精细结构有利于维持最大限度的虫黄藻共生关系^[17-18]。大量文献证明光照强度与虫黄藻含量密切相关, 低光照强度下砗磲通过增加外套膜内虫黄藻密度以满足能量需求^[8, 18-22], 这为砗磲外套膜颜色与光照具有相关性提供了直接证据。

砗磲外套膜组织自身的色素细胞和内共生虫黄藻的色素细胞共同决定了砗磲的外套膜颜色。一般由宿主色素细胞内色素晶片所控制的颜色变化发生时间较短, 如颜色受其体表色素细胞控制的金乌贼(*Sepia esculenta*)在防御敌害时的喷墨现象就是瞬时完成的^[23]。本研究发现在不同光照强度下蓝色番红砗磲颜色变化趋势在 0~2 周较为明显, 其他两种颜色在 0~2 周无明显变化, 因此推断蓝色番红砗磲外套膜颜色或许主要受其外套膜虹彩细胞所控。此外, 有报道称, 砗磲外套膜颜色的变化与共生虫黄藻色素变化有关^[12, 16]。笔者之前的研究也证实了番红砗磲外套膜色素组分复杂, 不同颜色的外套膜含有不

同色素组分^[9]。本文发现, 绿色和棕黄色番红砗磲外套膜颜色变化, 在实验 6 周后色差最大, 这与外套膜内色素晶片快速调节机制不同, 说明砗磲外套膜及虫黄藻色素组成调节相对滞后。

基于上述, 笔者推测光照强度对番红砗磲外套膜颜色产生影响的主要原因为: ① 光照影响了番红砗磲外套膜色素细胞内色素晶片排列或色素含量变化; ② 光照影响了番红砗磲外套膜内共生虫黄藻的色素组成。如果利用这一特性, 在进行砗磲人工繁育的过程中, 通过调控光照, 有可能获得颜色更加鲜艳、更具观赏性的番红砗磲。目前, 蓝色、绿色外套膜颜色的砗磲观赏价值较高, 在实际养殖中将这两种外套膜颜色的番红砗磲置于高强度光强下, 有可能培育出颜色纯正且鲜艳的个体。

参考文献:

- [1] Huelsken T, Keyse J, Liggins L, et al. A novel widespread cryptic species and phylogeographic patterns within several giant clam species (Cardiidae: *Tridacna*) from the Indo-Pacific Ocean[J]. PLoS ONE, 2013, 8(11): e80858.
- [2] Othman A Y, Gideon H S G, Peter A T. The distribution and status of giant clams (family Tridacnidae)—A short review[J]. The Raffles Bulletin of Zoology, 2010, 58(1): 103-111.
- [3] 张素萍. 中国海洋贝类图鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2008, 317-320.
Zhang Suping. Seashells of China[M]. Beijing: Ocean press, 2008, 317-320.
- [4] 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.
Zhou Qin, Wang Yufen, Jiang Xiufeng. Giant clam research and prospect of aquaculture in the South China Sea[J]. Journal of Tropical Oceanography, 2014, 33(2): 87-93.
- [5] Endler J A. A predator's view of animal colour patterns. Evolutionary Biology, 1978, 11: 319-364.
- [6] Endler J A. Progressive background matching in moths, and a quantitative measure of crypsis. Biological Journal of the Linnean Society, 1984, 22: 187-231.
- [7] Ghoshal A, Eck E, Morse D E. Biological analogs of RGB pixelation yield white coloration in giant clams. Optica, 2016, 3(1): 108-111.
- [8] Todd P A, Lee J H, Chou L M. Polymorphism and crypsis in the boring giant clam (*Tridacna crocea*): potential strategies against visual predators. Hydrobiologia, 2009, 635(1): 37-43.
- [9] 付正祯, 刘二田, 顾志峰, 等. 番红砗磲外套膜色素提取

- 条件优化及成分分析[J]. 海洋科学, 2019, 43(6): 71-77.
- Fu Zhengyi, Liu Ertian, Gu Zhifeng, et al. Optimization of extraction conditions of pigments in *Tridacna crocea* mantle and its composition analysis[J]. Marine Sciences, 2019, 43(6): 71-77.
- [10] 刘春胜, 刘小霞, 汪浩, 等. 光照强度和光色对番红砗磲(*Tridacna crocea*)氮氮、活性磷酸盐及氧代谢的影响[J]. 海洋与湖沼, 2018, 49(2): 313-318.
- Liu Chunsheng, Liu Xiaoxia, Wang Hao, et al. Effects of light intensity and spectra on metabolism of ammonia, active phosphates, and oxygen consumption in *Tridacna crocea*[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 2018, 49(2): 314-318.
- [11] 何园园, 刘二田, 顾志峰, 等. 番红砗磲外套膜颜色多态性及其与生长性状相关性研[J]. 渔业科学进展, 2020, 41(2): 176-182.
- He Yuanyuan, Liu ertian, Gu Zhifeng, et al. Color polymorphism of *Tridacna crocea* mantle and its correlation with growth traits [J]. Progress in Fishery Sciences, 2020, 41(2): 176-182.
- [12] Mercier A, Hamel J F. The secret of the giant clam [J]. Freshwater and Marine Aquarium, 1996, 19(5): 112-113.
- [13] Weingarten R A. Tridacna-the giant clam. Freshwater and Marine Aquarium, 1991, 14(2): 101-106.
- [14] Yasin Z, Tan S H. Quantitative and qualitative effects of light on the distribution of giant clams at the Johore Islands in South China Sea [J]. Phuket Marine Bio-logical Center Special Publications, 2000, 21(1): 113-118.
- [15] Davies P S. Effects of day light variation on energy budgets of shallow water corals[J]. Marine Biology, 1991, 108: 137-144.
- [16] Griffiths D J, Winsor H, Luongvan T, et al. Iridophores in the Mantle of Giant Clams[J]. Australian Journal of Zoology, 1992, 40(3): 319-326.
- [17] Norton J H, Shepherd M A, Long H M, et al. The Zooxanthellal Tubular System in the Giant Clam[J]. The Biological bulletin, 1992, 183(3): 503-506.
- [18] Braley R D. The giant clam: Hatchery and nursery culture manual[G]. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1992, 1-144.
- [19] Gula R L, Adams D K. Effects of symbiodinium colonization on growth and cell proliferation in the giant clam *Hippopus hippopus*[J]. Biological Bulletin, 2018, 234(2): 130-138.
- [20] 惠伯棣. 类胡萝卜素化学及生物化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004, 68-70.
- Hui Bodi. Carotenoid chemistry and biochemistry[M]. BeiJing: China Light Industry Press, 2004, 68-70.
- [21] 李晓梅, 杜宇, 林焱贤. 长砗磲(*Tridacna maxima*)个体大小与虫黄藻数量的相关性研[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(6): 2981-2982.
- Li Xiaomei, Du Yu, Lin Zhixian. Research on relationship between body size and zooxanthellae number of *Tridacna maxima*[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(6): 2981-2982.
- [22] Suzanne S, Mingoa M. Photoadaptation in juvenile *Tridacna gigas*[G] //Copland J W, Lucas J S. Giant clams in Asia and the Pacific. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1988, 145-150.
- [23] Yasuda J. Some ecological notes on the cuttlefish, *Sepia esculenta* Hoyle[J]. Nippon suisan gakkaiishi, 1951, 16(8): 350-356.

Effect of light intensity on the change in mantle color of the boring giant clam *Tridacna crocea*

LIU Er-tian¹, HE Yuan-yuan¹, GU Zhi-feng¹, SHI Yao-hua¹, WANG Ai-min^{1, 2},
LIU Chun-sheng¹

(1. Ocean College, Hainan University, Haikou 570228, China; 2. State Key Laboratory of Marine Resource Utilization in South China Sea, Hainan University, Haikou 570228, China)

Received: Apr. 24, 2020

Key words: *Tridacna crocea*; Light intensity; Mantle color; Correlation

Abstract: The boring giant clam *Tridacna crocea* (*T. crocea*) is one of the most colorful giant clam species. In this study, *T. crocea* with three different mantle colors (blue, brown–yellow, and green) were cultured at three light intensity levels (5 000 lx, 10 000 lx, and 15 000 lx) to evaluate the relation between the change in mantle color and light intensity. Results show that (1) the mantle color of the blue group darkened under three light intensity levels, the mantle color of the brown–yellow group did not change, and the color of the green group lightened. (2) The color change of the blue *T. crocea* was the greatest after two weeks of light stimulation ($\Delta E=13.81-21.59$), whereas the highest ΔE values for the brown–yellow and green groups could be observed between the fourth and sixth weeks of stimulation. (3) The original mantle color of *T. crocea* considerably affected the red–green characteristic value (a) and the yellow–blue characteristic value (b) ($P<0.05$) of the obtained mantle color. The yellow–blue characteristic value (b) was considerably promoted with the increasing light intensity ($P<0.05$), whereas the red–green characteristic value (a) of the mantle color was considerably affected by the interaction between the light intensity and the original mantle color. The results of this study can serve as a reference for culturing *T. crocea* with a bright mantle color and will also facilitate analyses of the environmental adaptation of *T. crocea*.

(本文编辑: 康亦兼)