

文章编号:1000-0615(2009)05-0790-07

## 马氏珠母贝黄壳色选系 $F_1$ 与对照组耗氧率和排氮率的比较

王庆恒, 张善发, 杜晓东, 邓岳文, 黄荣莲

(广东海洋大学水产学院, 广东 湛江 524025)

**摘要:**2006年4月,从流沙港马氏珠母贝养殖群体中挑选11个纯黄壳色个体为繁殖群体建立了黄壳色选系  $F_1$ 。同时,随机选取了50个个体作为繁殖群体建立了对照组。2007年10月,从两个组分别选取相同规格的个体,比较了不同温度和盐度条件下两个组的耗氧率(OCR)和排氮率(NR)。结果表明:(1)在15~30℃,两个组的耗氧率和排氮率均随温度升高而增大。黄壳色选系的OCR和NR变化范围分别为0.117~1.009 mg/(g·h)和0.013~0.028 mg/(g·h),对照组的OCR和NR变化范围分别为0.142~0.827 mg/(g·h)和0.016~0.028 mg/(g·h)。(2)在15℃,对照组OCR和NR大于黄壳色选系,差异不显著( $P>0.05$ );在20、25和30℃条件下,黄壳色选系OCR和NR大于对照组,其中30℃时二者耗氧率差异显著( $P<0.05$ )。(3)在15~30℃,黄壳色选系OCR和NR的 $Q_{10}$ 平均值为4.87和1.91;对照组OCR和NR的 $Q_{10}$ 平均值分别为3.54和1.46;两个组的氧氮比平均值分别为20.50和19.56。(4)在20~36盐度条件下,两个组的OCR和NR均随盐度增加而先上升再下降,在盐度28时出现最大值。黄壳色选系的OCR和NR变化范围分别为0.435~0.678 mg/(g·h)和0.011~0.027 mg/(g·h),对照组的OCR和NR变化范围分别为0.233~0.671 mg/(g·h)和0.014~0.025 mg/(g·h)。(5)在盐度20、24、28、32和36条件下,黄壳色选系耗氧率大于对照组,其中在盐度20、24和36时二者差异显著( $P<0.05$ );在盐度28和32条件下,黄壳色选系排氮率大于对照组,在盐度20、24和36条件下,对照组的排氮率大于黄壳色选系,差异不显著( $P>0.05$ )。(6)在20~36盐度条件下,黄壳色选系和对照组的氧氮比平均值分别为34.50和25.01。研究结果表明经过一代壳色选育后黄壳色选系与对照组的生理指标存在明显差异,为马氏珠母贝的黄壳色系进一步选育提供依据。

**关键词:**马氏珠母贝;黄壳色选系  $F_1$ ;耗氧率;排氮率

**中图分类号:**S 968.31

**文献标识码:**A

马氏珠母贝(*Pinctada martensii*)属于软体动物门(Mollusca),瓣鳃纲,珍珠贝科,珍珠贝属<sup>[1]</sup>。在我国,马氏珠母贝主要分布在广东、广西、海南和福建东山沿海。目前,马氏珠母贝育珠产量占整个海水珍珠产量的95%以上。近年来,我国“南珠”的质量出现明显滑坡,严重地削弱了在国际市场上的竞争力。为了使我国海水珍珠业健康持续地发展,对马氏珠母贝养殖群体性状的遗传改良是十分必要的。从2002年开始,国内开展了

马氏珠母贝遗传育种研究,对养殖群体的经济性状进行改良,从而提高珍珠质量。该研究的主要手段是杂交育种<sup>[2]</sup>、选择育种<sup>[3-4]</sup>和分子标记辅助育种<sup>[5]</sup>。

贝类的壳色具有明显多态性。马氏珠母贝养殖群体常见的壳色为褐色、黑色和红色,黄壳色和白壳色个体数量极少。自2003年以来,我们陆续建立了马氏珠母贝黑、红、黄和白壳色选系,并对这4个壳色系的形态性状、生长和耗氧率等生理

收稿日期:2008-12-24 修回日期:2009-04-01

资助项目:国家科技支撑计划(2007BAD29B01);农业部公益性行业科研专项经费(nyhyzx07-047);广东省海洋与渔业局重大科技兴海(渔)项目(A200708C01)

通讯作者:杜晓东, Tel:0759-2382404, E-mail:duxd@gdou.edu.cn

指标进行了初步研究<sup>[6-7]</sup>,发现黄壳色选系的壳重与壳重量指数显著大于养殖群体。本实验对不同温度和盐度条件下黄壳色选系  $F_1$  与对照组的耗氧率和排氨率的差异进行了研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

2006年4月,从流沙港马氏珠母贝养殖群体挑选黄壳色个体(雌:雄=8:3)为亲本繁殖黄壳色选系  $F_1$ 。同时,随机选取了50个个体(雌:雄=28:22)为亲本建立了对照组。按照常规技术进行选系和对照组的幼体、稚贝培育和成贝养殖。

2007年10月,从黄壳色选系  $F_1$  和对照组分别选取100个壳长为6.0~7.0 cm的个体进行实验。实验前清除贝体表面的附着物,在1 000 L塑料桶中暂养7 d。暂养期间连续充气,每日两次投喂足量小球藻(*Chlorella* sp.)和亚心形扁藻(*Platymonas subcordiformis*)及100%换水1次,水温26℃,盐度30,pH 8.1。

### 1.2 实验设计

温度设15、20、25和30℃共4个梯度,采用恒温水浴水槽进行控温。盐度设为20、24、28、32和36共5个梯度。

经过7 d的暂养后,将其分为4组和5组进行温度和盐度驯化。温度驯化时,每天升降幅度为2℃,达到设定的温度后暂养7 d。盐度驯化时,每天升降幅度为3,达到设定的盐度后暂养7 d。

### 1.3 实验方法

实验前停饵1 d,从每个组中分别随机取2个贝移入装满用0.45 μm微孔滤膜过滤的新鲜海水1 000 mL的广口瓶中,塑料薄膜封口。广口瓶放入恒温水浴水槽中,水温变化幅度±0.5℃。实验在白天进行,时间持续2 h。每组实验分别设置3个重复组和1个空白对照组。分别用

Winkler 碘量法和次溴酸盐氧化法测定实验前后水体中溶氧量和氨氮含量。

根据实验前后呼吸瓶内水中的溶氧和氨氮含量,计算耗氧率(OCR)和排氨率(NR):

$$OCR = (DO_0 - DO_t) \cdot V / (W \cdot t)$$

$$NR = (N_0 - N_t) \cdot V / (W \cdot t)$$

式中,OCR为单位体重耗氧率[ $\text{mg} / (\text{g} \cdot \text{h})$ ], $DO_0$ 和 $DO_t$ 分别为实验开始和结束时水中DO含量( $\text{mg} / \text{L}$ );NR为单位体重排氨率[ $\text{mg} / (\text{g} \cdot \text{h})$ ], $N_0$ 和 $N_t$ 分别为实验开始和结束时水中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量( $\text{mg} / \text{L}$ ); $V$ 为呼吸瓶中水的体积(L), $W$ 为实验贝软体部干重(g), $t$ 为呼吸时间(h)。

用 $Q_{10}$ 值评估温度对代谢影响的强度,计算公式如下:

$$Q_{10} = (M_2 / M_1)^{10 / (t_2 - t_1)}$$

式中, $Q_{10}$ 为温度对贝类代谢影响强度, $M_1$ 和 $M_2$ 分别为温度 $t_1$ 和 $t_2$ 时个体的代谢率。

实验结束后,用游标卡尺测量每个个体的壳长、壳宽和壳高,取软体部于65℃干燥箱中烘干至恒重,并用精确至0.01 g的电子天平称量。

### 1.4 数据分析

采用 $t$ -检验比较黄壳色选系  $F_1$  与对照组实验个体的平均壳长、壳宽、壳高和软体重;并比较不同温度和盐度条件下黄壳色选系  $F_1$  与对照组耗氧率(OCR)和排氨率(NR)差异。利用SPSS 11.0软件进行数据分析,显著性水平设为 $P < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 两个组实验个体的性状差异

黄壳色选系  $F_1$  与对照组实验个体的平均壳长、壳宽、壳高和软体部干重没有显著差异( $P < 0.05$ )(表1)。

表1 两个组的生物学测量

Tab.1 The biology data of two groups used in the experiment

实验组 experimental group	壳高(mm) shell height	壳宽(mm) shell width	壳长(mm) shell length	软体部干重(g) soft body weight
黄壳色选系 $F_1$ yellow shell color line $F_1$	63.29 ± 1.49 <sup>a</sup>	25.68 ± 1.80 <sup>a</sup>	58.72 ± 3.96 <sup>a</sup>	1.74 ± 0.30 <sup>a</sup>
对照组 the control population	64.08 ± 2.68 <sup>a</sup>	25.66 ± 1.91 <sup>a</sup>	59.69 ± 2.57 <sup>a</sup>	1.73 ± 0.16 <sup>a</sup>

注:每列内具有相同字母数值差异不显著( $P > 0.05$ )

Notes: Within the same line, mean values with the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ )

## 2.2 不同温度下两个组的耗氧率和排氨率比较

在 15~30 °C 温度范围内, 马氏珠母贝两个组的耗氧率和排氨率均随温度升高而增大。黄壳色选系的耗氧率和排氨率变化范围分别为 0.117~1.009 mg/(g·h) 和 0.013~0.028 mg/(g·h), 对照组的耗氧率和排氨率变化范围分别为 0.142~

0.827 mg/(g·h) 和 0.016~0.028 mg/(g·h)。在 15 °C, 对照组的耗氧率和排氨率均大于黄壳色选系, 差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 在 20、25 和 30 °C, 黄壳色选系的耗氧率和排氨率均大于对照组, 其中 30 °C 时二者耗氧率差异显著 ( $P < 0.05$ ) (表 2)。

表 2 不同温度下两个组的耗氧率和排氨率比较

Tab.2 Oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of two groups at different temperatures

温度(°C) temperature	耗氧率[mg/(g·h)] OCR		排氨率[mg/(g·h)] NR	
	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>	对照组 the control group	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>	对照组 control group
15	0.117 ± 0.032 <sup>a</sup>	0.142 ± 0.034 <sup>a</sup>	0.013 ± 0.004 <sup>a</sup>	0.016 ± 0.003 <sup>a</sup>
20	0.362 ± 0.031 <sup>a</sup>	0.275 ± 0.046 <sup>a</sup>	0.025 ± 0.002 <sup>a</sup>	0.021 ± 0.007 <sup>a</sup>
25	0.678 ± 0.019 <sup>a</sup>	0.671 ± 0.091 <sup>a</sup>	0.027 ± 0.003 <sup>a</sup>	0.025 ± 0.002 <sup>a</sup>
30	1.009 ± 0.014 <sup>b</sup>	0.827 ± 0.021 <sup>a</sup>	0.028 ± 0.003 <sup>a</sup>	0.028 ± 0.005 <sup>a</sup>

注: 每项每行内具有相同字母数值差异不显著 ( $P > 0.05$ )

Notes: Within the same line and item, mean values with the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ )

黄壳色选系 F<sub>1</sub> 耗氧率和排氨率的  $Q_{10}$  值最大值分别为 9.56 和 3.70, 最小值分别为 2.21 和 1.08, 平均为 4.87 和 1.91; 对照组耗氧率和排氨

率的  $Q_{10}$  最大值分别为 5.95 和 1.72, 最小分别为 1.23 和 1.25, 平均为 3.54 和 1.46 (表 3)。

表 3 不同温度下两个组耗氧率和排氨率的  $Q_{10}$  系数

Tab.3  $Q_{10}$  values for oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of two groups

温度(°C) temperature	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>		对照组 control group	
	OCR <sub>T</sub>	NR <sub>T</sub>	OCR <sub>T</sub>	NR <sub>T</sub>
15~20	9.56	3.70	3.75	1.72
20~25	3.51	1.17	5.95	1.42
25~30	2.21	1.08	1.23	1.25
15~30	4.20	1.67	3.23	1.45
平均值	4.87	1.91	3.54	1.46

两个组的氧氮比(O:N)均随着温度升高而增加, 在 30 °C 黄壳色选系 F<sub>1</sub> 和对照组氧氮比分别为 36.04 和 29.53。在 15 和 25 °C, 对照组的氧

氮比大于黄壳色选系 F<sub>1</sub>, 而在 20 和 30 °C, 黄壳色选系 F<sub>1</sub> 的氧氮比大于对照组 (表 4)。

表 4 不同温度下两个组的氧氮比

Tab.4 Ratio of O and N (atomicity O:N) of two groups at different temperatures

温度(°C) temperature	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>	对照组 control group
15	6.38	8.75
20	14.48	13.10
25	25.11	26.84
30	36.04	29.53
平均值	20.50	19.56

### 2.3 不同盐度下两个组的耗氧率和排氨率比较

在 20~36 盐度条件下,两个组的耗氧率和排氨率均随盐度增加而先上升再下降,均在盐度 28 时出现最大值。黄壳色选系 F<sub>1</sub> 的耗氧率和排氨率变化范围分别为 0.435~0.678 mg/(g·h) 和 0.011~0.027 mg/(g·h),对照组的耗氧率和排氨率变化范围分别为 0.233~0.671 mg/(g·h) 和 0.014~0.025 mg/(g·h)。在 20、24、28、32

和 36 盐度条件下,黄壳色选系 F<sub>1</sub> 的耗氧率大于对照组,其中在 20、24 和 36 盐度时,两者差异显著( $P < 0.05$ )。在 20、24、28、32 和 36 盐度条件下,两个组的排氨率没有显著差异( $P > 0.05$ );在 20、24 和 36 盐度时,对照组具有较高的排氨率,而在 28 和 32 盐度时,黄壳色选系 F<sub>1</sub> 具有较高的排氨率,差异均不显著( $P > 0.05$ )(表 5)。

表 5 不同盐度下两个组的耗氧率和排氨率

Tab.5 Oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of two groups at different salinities

盐度 salinity	耗氧率 OCR[mg/(g·h)]		排氨率 NR[mg/(g·h)]	
	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>	对照组 control group	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>	对照组 control group
20	0.435 ± 0.053 <sup>a</sup>	0.233 ± 0.064 <sup>b</sup>	0.011 ± 0.003 <sup>a</sup>	0.014 ± 0.003 <sup>a</sup>
24	0.575 ± 0.007 <sup>a</sup>	0.460 ± 0.068 <sup>b</sup>	0.019 ± 0.006 <sup>a</sup>	0.021 ± 0.002 <sup>a</sup>
28	0.678 ± 0.019 <sup>a</sup>	0.671 ± 0.091 <sup>a</sup>	0.027 ± 0.003 <sup>a</sup>	0.025 ± 0.002 <sup>a</sup>
32	0.592 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.550 ± 0.079 <sup>a</sup>	0.017 ± 0.007 <sup>a</sup>	0.016 ± 0.002 <sup>a</sup>
36	0.513 ± 0.055 <sup>a</sup>	0.354 ± 0.044 <sup>b</sup>	0.012 ± 0.006 <sup>a</sup>	0.014 ± 0.001 <sup>a</sup>

注:每项每行内具有相同字母数值差异不显著( $P > 0.05$ )

Notes: Within the same line and item, mean values with the same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ )

在盐度 20~36 范围内,对照组的氧氮比(O:N)随着盐度的增加先升高再下降,在 32 时出现最大值,黄壳色选系 F<sub>1</sub> 的氧氮比随着盐度增

加先下降再升高,在 32 时出现最小值。在盐度 20、24 和 36 时,黄壳色选系 F<sub>1</sub> 氧氮比明显大于对照组(表 6)。

表 6 不同盐度下马氏珠母贝氧氮比

Tab.6 Ratio of O and N (atomicity O:N) of two groups at different salinities

盐度 salinity	黄壳色选系 F <sub>1</sub> yellow shell color line F <sub>1</sub>	对照组 control group
20	39.55	16.64
24	30.26	21.90
28	25.11	26.84
32	34.82	34.38
36	42.75	25.29
平均值 mean	34.50	25.01

## 3 讨论

### 3.1 温度对耗氧率和排氨率的影响

贝类是变温动物,温度是影响贝类生理活动的重要环境因子。在适温范围内,随着温度升高,贝类的生理代谢水平升高,单位体重的耗氧率和排氨率呈连续上升;而当温度超过适温范围时,耗氧率和排氨率均呈下降趋势<sup>[8]</sup>。本研究结果表明,在设定温度范围内,马氏珠母贝耗氧率和排氨率均呈上升趋势,没有出现拐点,这说明 15~30

℃是马氏珠母贝生存的适温范围,与自然海区的观测结果一致<sup>[9]</sup>。这与珠母贝属其它物种的研究结果相一致。珠母贝(*P. mazatlanica*)耗氧率在 18~33℃持续上升,且具有显著的线性关系<sup>[10]</sup>;珠母贝和大珠母贝(*P. maxima*)耗氧率和排氨率在 19~32℃均未出现拐点<sup>[11]</sup>。

$Q_{10}$ 值反映贝类代谢率随温度变化的强度,贝类的  $Q_{10}$ 值一般介于 1.0~2.5,平均为 2.0<sup>[12-13]</sup>。从本研究的结果看,在 15~30℃,马氏珠母贝对照组和黄壳色选系的排氨率  $Q_{10}$ 值分别为 1.45 和

1.67,这与以前的研究相一致。然而,对照组和黄壳色选系的耗氧率  $Q_{10}$  值分别为 3.23 和 4.20,高于上述平均值,说明马氏珠母贝对于温度变化较为敏感。在菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinana*) 和栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 等贝类研究中也发现类似情况<sup>[14]</sup>。

氧氮比(O:N)表示生物体内蛋白质与脂肪和碳水化合物分解代谢的比率,O:N 数值大,表明动物消耗的能量较小部分由蛋白质提供,多数由脂肪和糖类提供。Mayzald<sup>[15]</sup>、Ikeda<sup>[16]</sup>、Conover 等<sup>[17]</sup>先后提出,如果完全由蛋白质供能,O:N 约为 7;如果是蛋白质和脂肪供能,O:N 约为 24;如果完全由脂肪和(或)碳水化合物供能,O:N 将变为无穷大。本研究结果表明,在 15~30℃ 温度范围内,马氏珠母贝黄壳色选系和对照组 O:N 值分别为 6.38~36.04 和 8.75~29.53,平均值分别为 19.56 和 20.50,说明在设定温度范围内马氏珠母贝由蛋白质和脂肪混合供能,但随温度升高,蛋白质氧化供能的比例减小。

### 3.2 盐度对耗氧率和排氨率的影响

盐度是海水养殖中重要的环境因子之一,它的变动对贝类的生理代谢具有明显的影响。在盐度 10~30 范围内,贻贝 (*Mytilus edulis*) 和栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 的耗氧率随盐度的降低而减少<sup>[18-19]</sup>;Farmer 等<sup>[20]</sup>报道在合适盐度范围内 *Acartia tonsa* 具有最低的耗氧率和排氨率,当盐度降低或升高时耗氧率和排氨率均升高;在合适盐度范围内,毛蚶 (*Scapharca subcrenata*)<sup>[21]</sup>、缢蛏 (*Sinonovacula constricta*)<sup>[22]</sup> 和方斑东风螺 (*Babylonia areolata*)<sup>[23]</sup> 的耗氧率和排氨率均随盐度增加而上升。本结果表明:在盐度 20~36 范围内,马氏珠母贝的耗氧率和排氨率随盐度增加而上升,在盐度 28 时达到最大值,然后耗氧率和排氨率随盐度增加而下降。这一结果与上述其它贝类研究结果相似。可能的原因是低盐和高盐胁迫环境条件促使贝类各项生命活动减缓,从而从海水中获取溶解氧及向海水中排氨都较少的缘故。

### 3.3 贝类不同壳色个体生长与生理差异

贝类不同壳色个体的生长与生理等存在显著差异。王庆恒等<sup>[7]</sup>比较了马氏珠母贝黑、红、黄、白壳色选系  $F_1$  幼虫生长,结果表明 4 个壳色选系的平均壳长和壳高均具有显著差异;Zheng 等<sup>[24]</sup>报道了海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 白色自交

系在成体阶段的成活率和生长速度明显大于紫色系;闫喜武等<sup>[25]</sup>报道了菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinana*) 斑马蛤品系和海洋红品系幼虫、稚贝和成体阶段的生长显著大于对照组;黄璞祎等<sup>[26]</sup>比较了皱纹盘鲍 (*Haliotis discus hannai*) 红壳色家系与正常壳色家系的代谢和吸收效率,结果表明红壳色家系与正常壳色家系的耗氧率和排氨率存在显著差别。本研究结果表明,在设定温度和盐度条件下马氏珠母贝两组间耗氧率和排氨率存在明显差异。这种生理的差异与遗传有关,控制壳色基因具有多效性或控制壳色基因与决定生理性状基因紧密连锁<sup>[27]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 王桢瑞. 中国动物志无脊椎动物, 软体动物门, 双壳纲, 珍珠贝亚目[M]. 第三十一卷. 北京: 科学出版社, 2002: 68-98.
- [2] 王爱民, 阎冰, 叶力, 等. 马氏珠母贝不同地理种群内自繁和种群间杂交子一代主要性状的比较[J]. 水产学报, 2003, 27(3): 200-206.
- [3] 王爱民, 石耀华, 阎冰. 选择对不同系列马氏珠母贝第二代幼虫生长的影响[J]. 高技术通讯, 2004, 14(8): 94-97.
- [4] 何毛贤, 史兼华, 林岳光, 等. 马氏珠母贝选育子一代生长特性研究[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(1): 19-22.
- [5] 吕林兰, 杜晓东, 王嫣, 等. 马氏珠母贝 3 个野生种群及种群间杂交后代遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 水生生物学报, 2008, 32(1): 26-32.
- [6] 邓岳文, 张善发, 符韶, 等. 马氏珠母贝黄壳色选系  $F_1$  和非选育系形态性状比较[J]. 广东海洋大学学报, 2007, 27(6): 77-80.
- [7] 王庆恒, 邓岳文, 杜晓东, 等. 马氏珠母贝 4 个壳色选育系  $F_1$  幼虫生长比较[J]. 中国水产科学, 2008, 15(3): 488-492.
- [8] 郭海燕. 大西洋浪蛤摄食和代谢的基础研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006.
- [9] 邓陈茂, 童银洪. 南珠养殖和加工技术[M]. 北京: 农业出版社, 2005: 19-21.
- [10] Saucedo P E, Ocampo L, Monteforte M, et al. Effect of temperature on oxygen consumption and ammonia excretion in the Calafia mother-of-pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) [J]. Aquaculture, 2004, 229: 377-387.
- [11] Yukihiro H, Lucas J S, Klumpp D W. Comparative effects of temperature on suspension feeding and

- energy budgets of the pearl oysters, *Pinctada margaritifera* and *P. maxima* [J]. *Mar Ecol Prog Ser*, 2000, 195: 179-188.
- [12] Griffiths C L, Griffiths J S. *Animal Energetic* [M]. New York: Academy Press, 1987:1-88.
- [13] Wilbur A E, Hilbish T J. Physiological energetics of the fibbed mussel *Geukensia demissa* (Dillwyn) in response to increased temperature [J]. *J Exp Mar Biol Ecol*, 1989, 131: 161-170.
- [14] 王芳,董双林,李德尚. 菲律宾蛤仔和栉孔扇贝的呼吸与排泄研究[J]. *水产学报*, 1997, 21(3): 252-257.
- [15] Mayzald P. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton IV. The influence of starvation on the metabolism and biochemical composition of some species [J]. *Mar Biol*, 1976, 37: 47-58.
- [16] Ikeda T. Nutrition ecology of marine zooplankton [J]. *Mem Fac Fish Hokkaido Univ*, 1974, 22: 1-77.
- [17] Conover R J, Corner D S. Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles [J]. *Mar Biol*, 1968, 48: 49-75.
- [18] Stickle W B, Sabourin T D. Effects of salinity on the respiration and heart rate of the common mussel, *Mytilus edulis* L., and the black chiton, *Katherina tunicata* (Wood) [J]. *J Exp Mar Biol Ecol*, 1979, 41: 257-268.
- [19] Yang H S, Wang P, Zhang T, et al. Effects of reduced salinity on oxygen consumption and ammonia excretion of *Chlamys farreri* [J]. *Chin J Oceanol Limnol*, 1999, 17(3): 207-211.
- [20] Farmer L, Reeve M R. Role of the amino acid pool of the copepod *Acartia tonsa* in adjustment to salinity change [J]. *Mar Biol*, 1978, 48: 311-316.
- [21] 史宝,徐涛,马甦. 盐度对毛蚶呼吸与代谢的影响[J]. *海洋湖沼通报*, 2008, (1): 104-108.
- [22] 范德朋,潘鲁青,马甦,等. 盐度和 pH 对缢蛏耗氧率及排氨率的影响 [J]. *中国水产科学*, 2002, 9(3): 234-238.
- [23] 刘建勇,绍杰,卓健辉. 盐度对方斑东风螺耗氧率和排氨率的影响 [J]. *热带海洋学报*, 2005, 24(4): 35-40.
- [24] Zheng H P, Zhang G F, Liu X. Comparison of growth and survival of larvae among different shell color stocks of bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck 1819) [J]. *Chin J Oceanol Limnol*, 2005, 23(2): 183-188.
- [25] 闫喜武,张国范,杨凤,等. 菲律宾蛤仔莆田群体两个壳色品系生长发育的比较 [J]. *大连水产学院学报*, 2005, 20(4): 266-269.
- [26] 黄璞祎,周一兵,刘晓,等. 不同温度下皱纹盘鲍“中国红”与各家系代谢和吸收效率的比较 [J]. *大连水产学院学报*, 2008, 23(1): 37-41.
- [27] Sokolova I M, Berger V J. Physiological variation related to shell color polymorphism in white sea *Littorina saxatilis* [J]. *J Exp Mar Bio Eco*, 2000, 245: 1-23.

## Comparison of oxygen consumption rate and NH<sub>3</sub> excretion rate of the first-generation yellow shell color and control groups at different temperatures and salinities

WANG Qing-heng, ZHANG Shan-fa, DU Xiao-dong, DENG Yue-wen, HUANG Rong-lian  
(Fishery College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

**Abstract:** In April of 2006, the first-generation selected group (SG) was established by selecting eleven breeders with yellow shell color in Liusha Bay stock of pearl oyster *Pinctada martensii*. A control group (CG) was also obtained by randomly selecting fifty mature individuals in the same stock as breeders. In October of 2007, the individuals with the uniform size were separately sampled from the SG and CG groups and differences in physiological indices such as oxygen consumption rate and NH<sub>3</sub> excretion rate between the two groups were evaluated at different temperature and salinity levels. The results obtained from this experiment included (1) oxygen consumption rate (OCR) and NH<sub>3</sub> excretion rate (NR) were positively correlative to the temperature. Under the test temperatures, the increasing OCR and NR values of the SG covered the range of 0.117–1.009 mg / (g · h) and 0.013–0.028 mg / (g · h), while those of the CG were 0.142–0.827 mg / (g · h) and 0.016–0.028 mg / (g · h). (2) No significant differences of OCR and NR were found in the two groups at 15 °C ( $P > 0.05$ ). At 20, 25 and 30 °C, however, the SG displayed higher oxygen consumption rate and NH<sub>3</sub> excretion rate than the CG, with significant differences observed in oxygen consumption rate at 30 °C ( $P < 0.05$ ). (3)  $Q_{10}$  respiration and  $Q_{10}$  excretion of the SG were 4.87 and 1.91 respectively; while those of the CG were 3.54 and 1.46. The average O/N ratios of the SG and CG were observed at 20.50 and 19.56. (4) At test salinity of 20–36, OCR and NR of the two groups increased with the increasing salinity, and reached the peak value at salinity of 28, and then the values decreased beyond 28. The OCR of the SG was in range of 0.435 to 0.678 mg / (g · h) while that of the CG was 0.233 to 0.671 mg / (g · h). The NR value of the SG covered the range of 0.011 to 0.027 mg / (g · h), and that of the CG 0.014–0.025 mg / (g · h). (5) At salinity 24, 28, 32 and 36, the SG had higher oxygen consumption rate than the CG, with significant differences observed at salinity 20, 24 and 36 ( $P < 0.05$ ). The SG had higher NH<sub>3</sub> excretion rate than the CG at salinity 28 and 32, while the SG had lower NH<sub>3</sub> excretion rate than the CG at salinity 20, 24 and 36. (6) At salinity 20–36, the average O/N ratios of the SG and the CG were 34.50 and 25.01 respectively. The present results indicate that there exist evident differences in physiological indices between the SG and CG after one generation selection for yellow color, which will provide some useful information for further breeding in the groups.

**Key words:** *Pinctada martensii*; yellow shell color line F<sub>1</sub>; oxygen consumption rate(OCR); NH<sub>3</sub> excretion rate(NR)