

生长适温下马氏珠母贝黄壳色选系 F₁ 与养殖群体消化酶活力的比较

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马氏珠母贝(*Pinctada martensii*)黄壳色选系 F₁ (SG₁)。同时,随机选取养殖群体中50个个体作为繁殖群体建立了对照组(CG)。2007年10月,从2个组分别选取相同规格的个体,比较了生长适温(15~30℃)下2个组的消化酶活力。结果表明:(1)马氏珠母贝肝胰脏中具有淀粉酶、纤维素酶和蛋白酶活力,在15~30℃条件下,三者活力由高到低依次为淀粉酶、纤维素酶、蛋白酶。(2)在15~30℃范围内,马氏珠母贝淀粉酶活力随温度升高先上升再下降,在温度25℃时达到最大值;SG₁组和CG组淀粉酶活力变化范围分别为3.51~5.09 μg·min⁻¹·mg⁻¹和2.53~4.04 μg·min⁻¹·mg⁻¹;各反应温度下,SG₁组淀粉酶活力均高于CG组,在15℃和20℃时,二者差异显著(P<0.05)。(3)在15~30℃范围内,马氏珠母贝纤维素酶活力随温度上升而上升,在温度30℃时达到最大值;SG₁组和CG组纤维素酶活力变化范围为(2.44~3.22) μg·min⁻¹·mg⁻¹和(2.07~3.12) μg·min⁻¹·mg⁻¹;各实验温度下,SG₁组纤维素酶活力均高于CG组,但差异均不显著(P>0.05)。(4)在15~30℃范围内,马氏珠母贝蛋白酶活力随温度上升而升高,在温度30℃时达到最大值;SG₁组和CG组蛋白酶活力变化范围为(0.075~0.296) μg·min⁻¹·mg⁻¹和(0.067~0.455) μg·min⁻¹·mg⁻¹。在15℃时,SG₁组蛋白酶活力大于对照组,差异不显著(P>0.05);在20℃、25℃、30℃时,CG组蛋白酶活力显著大于SG₁组(P<0.05)。本研究结果表明,经过一代壳色选育后黄壳色选系与对照组的消化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。[中国水产科学,2010,17(2):252-257]

关键词: 马氏珠母贝; 黄壳色选系 F₁; 消化酶活力; 养殖群体

中图分类号: S968.31

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2010)02-0252-06

马氏珠母贝 [*Pinctada martensii* (Dunker)] 又称合浦珠母贝,隶属于软体动物门,瓣鳃纲,珍珠贝科,珍珠贝属^[1],在中国广东、广西、海南3省大面积养殖。用马氏珠母贝培育的“南珠”占海水珍珠产量的95%以上。近年来,中国“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。为了使中国海水珍珠业健康持续发展,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,中国大陆开展了马氏珠母贝遗传育种研究,对养殖群体的经济性性状进行改良,从而提高珍珠质量。该研究的主要手段是杂交育种^[2]、选择育

种^[3-4]和分子标记辅助育种^[5]。

海洋双壳类普遍具有壳色多态性现象,许多研究表明,贝类壳色与生长等表型性状存在显著相关性^[6-9]。马氏珠母贝养殖群体常见的壳色为褐色、黑色和红色,黄色和白壳色个体数量极少。自2003年以来,本课题组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、生长和代谢率等生理指标进行了初步研究。研究发现4个壳色选系的平均壳长和壳高均具有显著差异,黄壳色选系的壳质量与壳质量指数显著大于养殖群体^[10-11]。本实验对生长适温条件下黄壳色选系 F₁ 与养殖群

收稿日期: 2009-04-28; **修订日期:** 2009-07-28.

基金项目: 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)。

作者简介: 王庆恒(1977-),男,硕士,讲师,从事海洋无脊椎动物研究. E-mail: wangqingheng@163.com

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

体对照组的消化酶活力差异进行研究,以期了解壳色品系培育过程中贝体的消化生理变化,为马氏珠母贝的黄壳色系培育提供更充分的依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

2006年4月,从湛江市流沙港马氏珠母贝养殖群体挑选黄壳色个体(雌、雄比8:3)为亲本以繁殖黄壳色选系 F₁。同时,随机选取该养殖群体50个个体(雌、雄比28:22)为亲本建立对照组。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 F₁ 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1000 L塑料桶中暂养2 d后各分为4组进行温度驯化。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。暂养和驯化期间连续充气,每日2次投喂足量小球藻(*Chlorella* sp.)和亚心形扁藻(*Platymonas subcordiformis*)及全量换水1次,海水盐度30, pH(8.0±0.1)。实验前停止投饵1 d。

实验前将贝置冰盘内解剖,取出肝胰脏,剔除多余的组织块,用重蒸水冲洗后,加入5倍体积(W/V)预冷的重蒸水(0~4℃),冰浴匀浆10~15 min,将组织匀浆液在4℃下以10000 r/min离心20 min,取上清液作为酶液。酶液在0~4℃下保存,在24 h内分析完毕。

1.2 实验设计

实验设置15℃、20℃、25℃和30℃共4个梯度,采用恒温水浴水槽进行控温。测定淀粉酶、纤维素酶和蛋白酶时的pH值分别为7.0、5.5和5.0,以上3个数值均为预备实验测得的马氏珠母贝淀粉酶、纤维素酶和蛋白酶的最适pH值。每个实验温度下分别测定黄壳色选系 F₁ 和对照组各10个个体的消化酶活力。实验设5个重复组。

1.3 实验方法

淀粉酶活力测定:以2%可溶性淀粉为底物,在设定温度和pH下糖化30 min,以DNS溶液显色,分光光度计540 nm处测定OD值,于标准曲线上查

出对应的还原糖浓度。定义每分钟生成1 μg还原糖为1个活力单位U(μg·min⁻¹)。

纤维素酶活力:以0.5%羧甲基纤维素钠为底物,实验方法同淀粉酶活力测定。定义每分钟生成1 μg还原糖为1个活力单位U(μg·min⁻¹)。

蛋白酶活力测定:以1%干酪素为底物,在设定温度和pH下消化30 min,福林-酚试剂法显色,分光光度计680 nm处测定OD值,于标准曲线上查出对应的酪氨酸浓度。定义每分钟水解干酪素产生1 μg酪氨酸为一个活力单位U(μg·min⁻¹)。

蛋白含量测定:以0.1 mg·mL⁻¹小牛血清蛋白溶液为标准物,采用考马斯亮蓝G-250染色法测定单位粗酶液的蛋白含量(mg·mL⁻¹)。

实验结束后,用游标卡尺测量每个个体的壳长、壳宽和壳高,用精确至0.01 g的电子天平称量软体部质量。

1.4 数据处理

以活力单位除以总蛋白得消化酶比活力(μg·min⁻¹·mg⁻¹)。

采用 t -检验比较黄壳色选系 F₁ 与对照组实验个体的平均壳长、壳宽、壳高和软体质量;采用 t -检验比较不同温度条件下黄壳色选系 F₁ 与对照组淀粉酶、纤维素酶和蛋白酶比活力差异。利用SPSS11.0软件进行数据分析,显著性水平设为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 实验个体的性状差异

黄壳色选系 F₁ 与对照组实验个体的平均壳长、壳宽、壳高和软体部质量没有显著差异($P<0.05$) (表1)。

2.2 不同温度下淀粉酶活力比较

在15~30℃范围内,马氏珠母贝淀粉酶活力随温度升高先上升再下降,在25℃时达到最大值。黄壳色选系 F₁ 和对照组淀粉酶活力变化范围分别为3.51~5.09 μg·min⁻¹·mg⁻¹和2.53~4.04 μg·min⁻¹·mg⁻¹。各实验温度下,黄壳色选系 F₁ 淀粉酶活力均高于对照组。在15℃和20℃时,二者差异显著($P<0.05$) (表2)。

表1 马氏珠母贝黄壳色选系 F₁ 和养殖群体对照组的生长性状测量Tab. 1 Growth traits of first generation yellow shell color selected and control groups of pearl oyster *P. martensii*n=10; $\bar{x} \pm SD$

分组 Group	壳高/mm Shell height	壳宽/mm Shell width	壳长/mm Shell length	软体质量/g Soft body weight
黄壳色选系 F ₁ F ₁ of yellow shell color selected group	69.26 ± 2.43 ^a	25.61 ± 1.81 ^a	65.31 ± 3.74 ^a	14.40 ± 2.86 ^a
对照组 Control	70.08 ± 2.47 ^a	25.02 ± 1.13 ^a	67.20 ± 2.46 ^a	14.61 ± 2.27 ^a

注: 每列内具有相同字母数值差异不显著(P>0.05)。

Note: Within the same line, values with the same letter mean not significantly different (P>0.05).

表2 不同温度下马氏珠母贝黄壳色选系 F₁ 和养殖群体对照组淀粉酶活力Tab. 2 Amylase activity of the first generation yellow shell color selected and control groups of pearl oyster *P. martensii* at different temperaturesn=10; $\bar{x} \pm SD$; $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$

分组 Group	温度/°C temperature			
	15	20	25	30
黄壳色选系 F ₁ F ₁ of yellow shell color selected group	3.51 ± 1.32 ^b	3.97 ± 1.24 ^b	5.09 ± 1.58 ^a	4.12 ± 1.04 ^a
对照组 Control	2.53 ± 0.75 ^a	3.21 ± 0.82 ^a	4.04 ± 0.63 ^a	3.91 ± 0.76 ^a

注: 每列内具有相同字母数值差异不显著(P>0.05)。

Note: Within the same line, values with the same letter mean not significantly different (P>0.05).

2.3 不同温度下纤维素酶活力比较

在 15 ~ 30 °C 范围内, 马氏珠母贝纤维素酶活力随温度上升而上升, 在温度 30 °C 时达到最大值。黄壳色选系和对照组纤维素酶活力变化范围为

2.44 ~ 3.22 $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ 和 2.07 ~ 3.12 $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ 。各实验温度下, 黄壳色选系 F₁ 纤维素酶活力均高于对照组, 但差异均不显著 (P>0.05) (表 3)。

表3 不同温度下马氏珠母贝黄壳色选系 F₁ 和养殖群体对照组纤维素酶活力Tab. 3 Cellulase activity of the first generation yellow shell color selected and control groups of pearl oyster *P. martensii* at different temperaturesn=10; $\bar{x} \pm SD$; $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$

分组 Group	温度/°C temperature			
	15	20	25	30
黄壳色选系 F ₁ F ₁ of yellow shell color selected group	2.44 ± 0.43 ^a	2.95 ± 0.46 ^a	3.11 ± 0.34 ^a	3.22 ± 0.31 ^a
对照组 Control	2.07 ± 0.58 ^a	2.69 ± 0.32 ^a	2.91 ± 0.34 ^a	3.12 ± 0.36 ^a

注: 每列内具有相同字母数值差异不显著(P>0.05)。

Note: Within the same line, values with the same letter mean not significantly different (P>0.05).

2.4 不同温度下蛋白酶活力比较

在 15 ~ 30 °C 范围内, 马氏珠母贝蛋白酶活力随温度上升而上升, 在温度 30 °C 时达到最大值。黄壳色选系 F₁ 和对照组蛋白酶活力变化范围为 0.075 ~ 0.296 $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ 和 0.067 ~ 0.455

$\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ 。在 15 °C 时, 黄壳色选系 F₁ 蛋白酶活力大于对照组, 差异不显著 (P>0.05); 在 20 °C、25 °C、30 °C 时, 对照组蛋白酶活力大于黄壳色选系 F₁, 差异均显著 (P<0.05) (表 4)。

表 4 不同温度下马氏珠母贝黄壳色选系 F₁ 和养殖群体对照组蛋白酶活力Tab. 4 Protease activity of the first generation yellow shell color selected and control groups of pearl oyster *P. martensii* at different temperatures

分组 Group	温度/℃ temperature			
	15	20	25	30
黄壳色选系 F ₁ F ₁ of yellow shell color selected group	0.075 ± 0.043 ^a	0.125 ± 0.069 ^a	0.198 ± 0.073 ^a	0.296 ± 0.091 ^a
对照组 Control	0.067 ± 0.018 ^a	0.154 ± 0.061 ^b	0.279 ± 0.091 ^b	0.455 ± 0.112 ^b

n=10; $\bar{x} \pm SD$; $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ 注: 每列内具有相同字母数值差异不显著($P>0.05$)。Note: Within the same line, values with the same letter mean not significantly different ($P>0.05$).

3 讨论

3.1 温度对消化酶活力的影响

消化酶活性的高低决定贝类对营养物质消化的能力,决定贝类生长发育的速度。而温度是影响生物酶活性非常重要的一个因素。本实验表明,在 15 ~ 30 ℃,马氏珠母贝淀粉酶、纤维素酶、蛋白酶活力呈现不同的变化趋势。淀粉酶活力随温度上升先上升再下降,在 25 ℃时达到最大值;纤维素酶和蛋白酶活力均呈上升趋势,没有出现拐点,二者体外实验的最适温度高于 30 ℃,超出马氏珠母贝的生长适温范围。

这种消化酶最适温度与物种生存环境不一致,甚至有极大差别的现象在贝类研究中已经得到证实。范德朋等^[12]报道,缢蛏(*Sinonovacula constricta* Lamarck)淀粉酶、纤维素酶和蛋白酶最适温度分别为 65 ℃、45 ℃和 55 ℃;杨蕙萍等^[13]测定皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai* Ino)的蛋白酶最适温度为 50 ℃。出现这种现象的原因,很可能是因为在体外和规定时间、条件下进行测定,不能完全反映贝体在正常生理条件下的消化过程。实际上,由于贝类属于变温动物,外界环境温度的改变,不仅会影响消化酶活力,还会明显影响其生理机能,造成消化酶分泌量的变化。

3.2 食性与消化酶活力的关系

贝类消化酶活力与其食性是密切相关的,通常摄食大型定生海藻的贝类纤维素酶活力相对较高,

淀粉酶活力较低,摄食浮游和底栖藻类的贝类则相反。黄勃等^[14]报道了杂色鲍(*Haliotis diversicolor* Reeve)纤维素酶的活力随体长的增大而增强,淀粉酶的活力随体长的增大而减弱,并认为这与杂色鲍的食性转换相适应,鲍苗摄食含淀粉较多的底栖硅藻和绿藻,随着体长的增大,鲍摄食含纤维素较多的大型藻类。

马氏珠母贝为滤食性贝类,其食物以浮游植物为主,如绿藻、硅藻和甲藻等,也摄食少量小型浮游动物,如甲壳动物的无节幼虫、担轮幼虫、面盘幼虫等。本实验结果表明,在马氏珠母贝内脏团中具有淀粉酶、纤维素酶和蛋白酶活力,而且三者的活力值不同。总体上看,其活力由高到低依次为淀粉酶、纤维素酶、蛋白酶,这与马氏珠母贝食物构成是相符的。

3.3 贝类不同壳色个体生长与生理差异

贝类不同壳色群体(或家系)生长、存活、生理和遗传结构等存在显著差异。郑怀平等^[15]报道了海湾扇贝(*Argopecten irradians irradians* Lamarck)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^[16]报道了菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinam* Reeve)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;邓岳文等^[17]研究发现华贵栉孔扇贝(*Chlamys nobilis* Reeve)桔黄壳色群体平均壳长、壳宽、壳高、体质量、淀粉酶活力、纤维素酶活力等均显著大于紫褐壳色群体;黄璞祎等^[18]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,在设定温度条件下,马氏珠母贝黄壳色选系 F_1 和对照组消化酶活力存在明显差异。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^[19]。

可用3种模型解释贝类快速生长的原因:1)生长较快的个体单位时间内获得较多的食物,从而增加能量吸收;2)快速生长来源于合理比例的能量分配,提高了用于生长的能量,减少了其他能量需求;3)快速生长来源于较高的生长效率^[20-22]。本实验材料来自按照壳色目标进行选育的群体。经过一代壳色选择以后选系成贝期的壳色纯化率达到90%以上,而且选系的壳质量指数和肥满度指数明显大于对照养殖群体^[10]。前期研究表明,生长适温下黄壳色选系 F_1 与对照组排氨率无显著性差异^[23],本研究结果表明,不同温度条件下黄壳色选系 F_1 的淀粉酶的活力显著大于对照养殖群体,这些研究结果均表明黄壳色选系 F_1 具有较高的生长效率。

参考文献:

- [1] 王桢瑞. 中国动物志无脊椎动物(第三十一卷),软体动物门,双壳纲,珍珠贝亚目[M]. 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] Deng Y W, Fu S, Du X D, et al. Realized heritability and genetic gain estimates of larval shell length in the Chinese pearl oyster *Pinctada martensii*, at three different salinities [J]. North Am J Aqu,2009,71: 302-306.
- [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] Beukema J J, Meehan B W. Latitudinal variation in linear growth and other shell characteristics of *Macoma balthica* [J]. Mar Biol, 1985,90: 27-33.
- [7] Wolff M, Garrido J. Comparative study of growth and survival of two color morphs of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck) in suspended culture [J]. J Shellfish Res, 1991, 10: 47-53.
- [8] Wada K T, Komaru A. Effect of selection for shell coloration on growth rate and mortality in the Japanese pearl oyster *Pinctada fucata martensii* [J]. Aquaculture, 1994, 126: 59-65.
- [9] Alfonsi C, Perez J E. Growth and survival in the scallop *Nodipecten nodosus* as related to self-fertilization and shell colour [J]. Bol Inst Oceanogr Venez, 1998,37(1-2): 69-73.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 范德朋,潘鲁青,肖国强,等. 温度、pH对缢蛏消化酶活力的影响[J]. 海洋湖沼通报,2003,4: 70-74.
- [13] 杨蕙萍,童圣英,王子臣. 皱纹盘鲍蛋白酶的研究[J]. 水产学报, 1997,21(2): 129-133.
- [14] 黄勃,王林桂,李二超. 杂色鲍与九孔鲍消化酶活力的比较[J]. 水产学报,2003,27(2): 119-123.
- [15] 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]. 中国海洋与湖沼通报: 英文版,2005,23(2): 183-188.
- [16] 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.
- [17] 邓岳文,张凌飞,杜晓东,等. 华贵栉孔扇贝两种壳色群体生长和消化酶活力比较[J]. 广东海洋大学学报,2008,28(3): 20-24.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] Bayne B L, Hedgecock D, McGoldrick D, et al. Feeding behaviour and metabolic efficiency contribute to growth heterosis in Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) [J]. J Exp Mar Bio Eco, 1999, 233: 115-130.
- [21] Bayne B L, Sevansson S, Nell J A. The physiological basis for faster growth in the Sydney Rock oyster *Saccostrea commercialis* [J]. Biolog Bull, 1999, 197: 377-387.
- [22] Bayne B L. Relations between variable rates of growth, metabolic costs and growth efficiencies in individual Sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*) [J]. J Exp Mar Bio Eco, 2000, 251: 185-203.
- [23] 王庆恒,张善发,杜晓东,等. 马氏珠母贝黄壳色选系 F_1 与对照组耗氧率和排氨率的比较[J]. 水产学报,2009,33(5): 790-796.

A comparative analysis of digestive enzyme activities of first generation yellow shell color and cultivated stocks of *Pinctada martensii* at suitable growth temperatures

WANG Qingheng, ZHAN Shanfa, DU Xiaodong, DENG Yuewen, HUANG Ronglian

(Fisheries College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

Abstract: The first-generation selected group (SG₁) was established by eleven breeders with yellow shell color selected from Liusha Bay stock of pearl oyster *Pinctada martensii* in April 2006. A control group (CG) of fifty mature individuals was also obtained by randomly selecting from the same stock as breeders. In October 2007, the individuals with uniform sizes were selected from SG₁ and CG groups, and then amylase, cellulose and protease activities between the two groups were compared at 15 °C, 20 °C, 25 °C and 30 °C. The results were as follows: (1) The activity of amylase was the highest, followed by cellulose and protease activities at different temperature. (2) At the temperature range of 15 °C to 30 °C, the amylase activity of the two groups increased with the increasing temperature, reaching peak value at 25 °C, and then decreased beyond 25 °C. The amylase activities of SG₁ and CG varied from 3.51 to 5.09 μg · min⁻¹ · mg⁻¹ and from 2.53 to 4.04 μg · min⁻¹ · mg⁻¹, respectively. At 15 °C, 20 °C, 25 °C and 30 °C, the amylase activity of SG₁ was higher than that of CG, but with significant differences observed only at 15 °C and 20 °C ($P < 0.05$). (3) In the experiment temperatures range, the cellulose activity were positively correlated to the ambient temperature, with values of 2.44–3.22 μg · min⁻¹ · mg⁻¹ in SG₁ and 2.07–3.12 μg · min⁻¹ · mg⁻¹ in CG, respectively. No significant difference was observed in the two groups ($P > 0.05$). (4) At 15–30 °C, the protease activity showed a positive correlation to the ambient temperature. The protease activities of SG₁ were much higher than that of CG at 15 °C, with insignificant differences observed ($P > 0.05$). On the contrary, the CG exhibited higher protease activities than SG₁ at 20 °C, 25 °C and 30 °C. The results from the present study indicate evident differences in physiological indices between SG₁ and CG, which will provide much more useful information for further breeding. [Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17 (2): 252–257]

Key words: *Pinctada martensii*; yellow shell color line F₁; digestive enzyme activities

Corresponding author: DU Xiaodong. E-mail: duxd@gdou.edu.cn