

马氏珠母贝 4 个壳色选系 F_1 幼虫的生长比较

王庆恒, 邓岳文, 杜晓东, 符韶

(广东海洋大学 水产学院, 广东 湛江 524025)

摘要: 2006年4月, 从湛江流沙港马氏珠母贝 (*Pinctada martensii*) 养殖群体挑选黑色、红色、黄色和白色壳色马氏珠母贝个体为亲本建立黑色、红色、黄色和白色壳色选系 F_1 。分别在受精后第8天、14天和21天, 从4个壳色系随机各取样50个幼虫, 测量每个个体的壳长与壳高, 并利用方差分析比较4个壳色系的生长差异。结果表明, 实验期间4个壳色系的平均壳长和壳高存在显著的差异 ($P < 0.05$)。在第8天、14天和21天, 黑壳色系具有最大的平均壳长, 分别为 $(105.77 \pm 6.47) \mu\text{m}$ 、 $(132.20 \pm 13.48) \mu\text{m}$ 和 $(198.17 \pm 22.61) \mu\text{m}$; 白壳色系具有最小的平均壳长, 分别为 $(94.35 \pm 4.29) \mu\text{m}$ 、 $(120.13 \pm 10.50) \mu\text{m}$ 和 $(178.25 \pm 19.61) \mu\text{m}$ 。在第8天、14天和21天, 黑壳色系具有最大的平均壳高, 分别为 $(99.47 \pm 6.22) \mu\text{m}$ 、 $(126.83 \pm 9.87) \mu\text{m}$ 和 $(187.73 \pm 7.54) \mu\text{m}$; 第8天和21天, 白壳色系具有最小的平均壳高, 分别为 $(87.33 \pm 5.02) \mu\text{m}$ 和 $(172.70 \pm 13.78) \mu\text{m}$; 在第14天, 黄壳色系具有最小的平均壳高 $(112.40 \pm 9.84) \mu\text{m}$ 。本结果初步说明在幼虫阶段马氏珠母贝壳色和生长性状可能存在着一定的相关性。本研究旨在为马氏珠母贝的壳色系列进一步选育提供基础依据。[中国水产科学, 2008, 15(3): 488-492]

关键词: 马氏珠母贝; 壳色系; F_1 幼虫; 生长比较

中图分类号: S96

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)03-0488-05

马氏珠母贝 (*Pinctada martensii*) 广泛分布于热带、亚热带的太平洋和印度洋沿岸, 是中国南方的一种主要经济贝类, 尤其是在广东、广西和海南省进行大面积养殖^[1]。其主要用途是用以培育海水珍珠。以马氏珠母贝培育的珍珠被称为“南珠”, 闻名于国内外。

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地发展, 对马氏珠母贝养殖群体性状的遗传改良显得十分必要。从2002年开始, 国内开展了马氏珠母贝遗传育种研究, 以期对养殖群体的经济性状进行改良, 从而提高珍珠质量。该研究的核心内容是杂交育种^[2]和选择育种^[3-4]。

海洋双壳类普遍具有壳色多态性现象。例如, 马氏珠母贝野生群体 (或养殖群体) 常见壳色为褐色、黑色、红色、黄色和白色等^[5]。许多研究表明海洋双壳类的不同壳色个体的生长和存活存在显著差异^[6-12]。例如, Wada等^[8]1994年曾报道了马氏珠母贝 (*P. fucata martensii*) 白色自交系在稚贝和成体阶段生长和存活率显著低于杂交系。自

2002年以来, 本课题组启动了马氏珠母贝优良品种培育研究, 其中主要包括壳色选育和群体选育。本研究对马氏珠母贝黑色、红色、黄色和白色4个壳色选系 F_1 幼虫期间生长性状的差异进行分析与探讨, 以期马氏珠母贝的壳色系进一步选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 种贝来源

2006年3月, 从在湛江流沙港海区养殖群体挑选黑、红、黄和白壳色马氏珠母贝个体为亲本, 转移至室内进行培育促熟。期间投喂足量小球藻 (*Chlorella* sp.) 和亚心形扁藻 (*Platymonas subcordiformis*), 养殖用水为砂滤海水。

1.2 壳色选系的建立

2006年4月, 从4个壳色亲本挑选性腺成熟的个体, 进行解剖和人工授精。将每种壳色系的雌、雄配子分别收集在200 L聚乙烯塑料桶中, 向每个壳色系的卵子加少量的同种壳色的精子进行人工授精。每个壳色选系所用的父本和母本数量见表1,

收稿日期: 2007-08-29; 修订日期: 2008-01-09.

基金项目: 广东省海洋与渔业局重大科技兴海 (渔) 项目 (B200208B01); 广东海洋大学博士启动项目 (E06031).

作者简介: 王庆恒 (1977-), 男, 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. Tel: 0759-2382404; E-mail: duxd@gdou.edu.cn

并参考 Manzi 等^[13]的方法计算每个壳色选系的有效繁殖群体数量。每种壳色系的受精卵平均分为 3 组,在 150 L 聚乙烯塑料桶中发育至 D 形幼虫。再将每个桶的幼虫分别转移至 1 000 L 聚乙烯塑料桶中养殖,密度约为 1 个/mL。实验水温 $(28 \pm 1) ^\circ\text{C}$,盐度 30 ± 1 。

幼虫孵化后 2~5 d 投喂球等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*),6~21 d 混合投喂等鞭金藻和湛江叉鞭金藻 (*Dicrateria zhanjiang*),投喂量随幼虫发育逐渐增加。每隔 1 天换水 500 L,第 5 天、10 天、15 天和 20 天全池换水。

表 1 马氏珠母贝每个壳色选系的父本、母本和有效繁殖群体数量

Tab.1 Numbers of female and male parents of *P. martensii* for reproduction and effective number (EN)

组别 Group	白色 White	红色 Red	黑色 Black	黄色 Yellow
雌体 Female parent	6	5	5	8
雄体 Male parent	4	4	5	3
有效繁殖群体 EN	10	9	10	9

1.3 取样及测量

在第 8 天、14 天和 21 天,分别从各实验桶内随机取 50 个幼虫,利用显微镜测量每个幼虫壳长和壳高。

1.4 数据分析

采用单因素方差 (ANOVA) 分析各生长期 4 个壳色选系壳长和壳高的差异;若差异显著,再用 Tukey 法进行各壳色选系间均值比较。采用双因素方差 (ANOVA) 分析两个因子 (选系和贝龄) 对壳长和壳高的影响。利用 SPSS11.0 进行所有统计分析,检验的显著性水平设为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

不同生长期,4 个壳色选系平均壳长和平均壳高的比较见表 2。结果显示,在第 8 天、14 天和 21

天,4 个壳色选系的壳长存在显著差异 ($P < 0.05$)。在第 8 天、14 天和 21 天,黑壳色选系具有最大的平均壳长,分别为 $(105.77 \pm 6.47) \mu\text{m}$ 、 $(132.20 \pm 13.48) \mu\text{m}$ 和 $(198.17 \pm 22.61) \mu\text{m}$;白壳色选系具有最小的壳长平均值,分别为 $(94.35 \pm 4.29) \mu\text{m}$ 、 $(120.13 \pm 10.50) \mu\text{m}$ 和 $(178.25 \pm 19.61) \mu\text{m}$ 。

在第 8 天、14 天和 21 天,4 个壳色选系的壳高存在显著差异 ($P < 0.05$)。在第 8 天、14 天和 21 天,黑壳色选系具有最大的平均壳高,分别为 $(99.47 \pm 6.22) \mu\text{m}$ 、 $(126.83 \pm 9.87) \mu\text{m}$ 和 $(187.73 \pm 7.54) \mu\text{m}$;在第 8 天和 21 天,白壳色选系具有最小的平均壳高,分别为 $(87.33 \pm 5.02) \mu\text{m}$ 和 $(172.70 \pm 13.78) \mu\text{m}$;在第 14 天,黄壳色系具有最小的平均壳高,为 $(112.40 \pm 9.84) \mu\text{m}$ 。

表 2 马氏珠母贝 4 种壳色选系平均壳长与壳高比较

Tab.2 Comparison of mean shell length and shell height among four different color lines at different ages of *P. martensii*
 $\bar{X} \pm \text{SD}; \mu\text{m}$

壳色系 Shell color line	壳长 Shell length			壳高 Shell height		
	8 d	14 d	21 d	8 d	14 d	21 d
白色 White	94.35 ± 4.29^b	120.13 ± 0.50^b	178.25 ± 19.61^b	87.33 ± 5.02^b	116.93 ± 8.70^b	172.70 ± 13.78^b
黄色 Yellow	94.98 ± 4.74^b	122.63 ± 8.48^b	179.13 ± 14.14^b	90.20 ± 3.72^b	112.40 ± 9.84^c	174.00 ± 9.69^b
红色 Red	96.17 ± 6.62^b	128.53 ± 7.76^{ab}	194.30 ± 23.09^a	92.67 ± 7.92^b	119.78 ± 12.04^b	171.77 ± 20.74^b
黑色 Black	105.77 ± 6.47^a	132.20 ± 3.48^a	198.17 ± 22.61^a	99.47 ± 6.22^a	126.83 ± 9.87^a	187.73 ± 7.54^a

注:每列具有相同字母的数值差异不显著 ($P > 0.05$)。

Note: Values with same letter mean insignificant difference ($P > 0.05$).

双因素方差分析的结果见表 3。结果表明,贝龄和选系对壳长和壳高均存在显著影响 ($P < 0.05$),

但贝龄和选系的相互作用对壳长和壳高的影响不显著 ($P > 0.05$)。

表 3 马氏珠母贝贝龄和壳色对壳长和壳高的影响

Tab.3 Effects of age and line on shell length and shell height of *P. martensii* at each sampling time

方差来源 Source of variance	自由度 df	壳长 Shell length			壳高 Shell height		
		MS	F	P	MS	F	P
贝龄 Age	2	25182.88	1151.29	0.01*	22143.69	1643.03	0.01*
壳色系 Line	3	376.53	17.21	0.01*	313.66	23.27	0.01*
贝龄 × 壳色系 Age × Line	6	35.11	1.61	0.19	25.65	1.91	0.12
误差 Error	24	21.87			13.47		

注：“*”表示差异显著 ($P<0.05$)。
Note: “*” means significant difference ($P<0.05$).

3 讨论

本研究结果表明,各生长期 4 个壳色选系马氏珠母贝幼虫的生长存在显著差异。表型性状主要由遗传因素和环境因素决定^[14]。由于本实验在相同的养殖密度和养殖条件下比较 4 个壳色选系的生长,因此造成生长差异的主要原因是这 4 个壳色选系的遗传结构差异。采用 ISSR 分子标记进一步研究表明这 4 个壳色系的遗传多样性存在明显差异(尚未发表)。

已有研究表明,贝类群体内浅色个体是基因纯合度的体现,并且具有较低的适合度^[7,15]。例如,Wolff 等^[7]报道了智利扇贝(*Argopecten purpuratus*)数量稀少的黄色个体的绝对生长率、存活率和生长指数均显著低于常见的褐紫色个体。Waloszek^[15]报道了扇贝(*Chlamys patagonia*)黄色个体的生长速度明显低于正常的黑色个体;本研究结果表明马氏珠母贝白色系幼虫的生长显著低于其他 3 种壳色系,这与其他贝类的研究结果相一致。在马氏珠母贝野生群体(或养殖群体)中白色个体的数量较少,并且由隐性基因控制,因有害隐性等位基因的纯合导致其生长速度较慢^[5,16]。

一些研究表明,贝类壳色与表型性状存在明显的相关性。例如,郑怀平等^[11]报道了海湾扇贝(*A. irradians irradians*)白色自交系在成体阶段的存活率和生长速度明显大于紫色系;闫喜武等^[12]也报道了菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinanm*)斑马蛤品系和辽宁红品系幼虫、稚贝和成体阶段的生长显著大于对照组。本研究结果表明,马氏珠母贝 4 个壳色选系在幼虫阶段的生长存在显著差异。贝类壳色与表型性状间的相关性可解释为控制壳色基因具有多效性,或者控制壳色基因与控制表型性状

基因存在紧密连锁^[17]。

利用壳色与表型性状存在明显的相关性可对壳色和表型性状进行协同选择,培育同时具有特征壳色和生长等性状的品种。贝类的壳色选育在皱纹盘鲍(*Haliotis discus discus*)^[10]、海湾扇贝^[11]和马氏珠母贝^[18]等种类取得了显著进展。养殖马氏珠母贝的主要目的是培育海水珍珠。在进行插核育珠过程中,将珠核和外套膜小片一起植入马氏珠母贝的核位^[19]。珍珠的颜色与提供外套膜小片的个体(供体)的壳色具有明显相关性。例如,Wada 等^[16]1996 年报道了以马氏珠母贝白色品系作为外套膜小片供体时,可培育出高质量的白色珍珠。本课题组已经建立了马氏珠母贝黑色、红色、黄色和白色壳色系。下一步研究将以这些壳色选系作为外套膜小片供体,以期培育出黑色、红色、黄色和白色珍珠。建立不同的壳色选系在马氏珠母贝养殖业具有非常广阔的市场前景。

参考文献:

[1] 王桢瑞. 中国动物志无脊椎动物: 第三十一卷 软体动物门无壳纲 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] 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] Wada K T, Komaru A. Inheritance of white coloration of the prismatic layer of shells in the Japanese pearl oyster *Pinctada*

- fucata martensii* and its importance in the pearl culture industry [J]. *Aquaculture*, 1990, 85 (1-4): 331.
- [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] 刘晓, 张国范, 赵洪恩. 皱纹盘鲍“中国红”品系的选育 [J]. *动物学杂志*, 2003, 38 (4): 27.
- [11] 郑怀平, 张国范, 刘晓. Comparison of growth and survival of larvae among different shell color stocks of bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck 1819) [J]. *中国海洋与湖沼学报: 英文版*, 2005, 23 (2): 183-188.
- [12] 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.
- [13] Manzi J J, Hadley N H, Dillon R T. Hard clam, *Mercenaria mercenaria*, broodstock: growth of selected hatchery stocks and their reciprocal crosses [J]. *Aquaculture*, 1991, 94: 17-26.
- [14] Falconer D S. Introduction to Quantitative Genetics [M]. New York: Longman Inc, 1981.
- [15] Variabilitaet W D. Taxonomie und Verbreitung von *Chlamys patagonica* und Anmerkungen zu weiteren Chlamys-Arten von der Suedspitze Suedamerikas [J]. *Verh Natwiss Ver Hambg*, 1984, 27: 207-276.
- [16] Wada K T, Komaru A. Color and weight of pearls produced by grafting the mantle tissue from a selected population for white shell color of the Japanese pearl oyster *Pinctada fucata martensii* (Dunker) [J]. *Aquaculture*, 1996, 142: 25-32.
- [17] Sokolova I M, Berger V J. Physiological variation related to shell color polymorphism in White Sea *Littorina saxatilis* [J]. *J Exper Mar Biol Ecol*, 2000, 245: 1-23.
- [18] 何毛贤. 马氏珠母贝红壳品系“南科珍珠红”的培育 [J]. *热带海洋学报*, 2006, 25 (1): 58.
- [19] Ikenoue H. Pearl oyster [M]// *Pinctada fucata*, Ikenoue H, Kafuku T. Modern Methods of Aquaculture in Japan: 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 1992.

Growth comparison of F_1 larvae between four shell color lines of pearl oyster *Pinctada martensii*

WANG Qing-heng, DENG Yue-wen, DU Xiao-dong, FU Shao

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

Abstract: In April 2006, the black, red, yellow and white shell color lines of pearl oyster *Pinctada martensii* were established by separately selecting black, red, yellow and white shell color breeders in Liusha stock, Zhanjiang of Guangdong. On days 8, 14 and 21, 50 individuals were randomly sampled from each of the four shell color lines and shell length and shell height of each individual were measured. Analysis of variances was conducted to evaluate growth differences among the four shell color lines. Significant differences were found in growth among the four shell color lines at each sampling time ($P < 0.05$). On days 8, 14 and 21, the black shell color line had the largest shell lengths of $(105.77 \pm 6.47) \mu\text{m}$, $(132.20 \pm 13.48) \mu\text{m}$ and $(198.17 \pm 22.61) \mu\text{m}$, while the white shell color line displayed the smallest shell length with values of $(94.35 \pm 4.29) \mu\text{m}$, $(120.13 \pm 10.50) \mu\text{m}$ and $(178.25 \pm 19.61) \mu\text{m}$; on days 8, 14 and 21, the black shell color line had the largest mean shell heights, with values of $(99.47 \pm 6.22) \mu\text{m}$, $(126.83 \pm 9.87) \mu\text{m}$ and $(187.73 \pm 7.54) \mu\text{m}$, respectively. On days 8 and 21, the white shell color line had the smallest mean shell heights, with values of $(87.33 \pm 5.02) \mu\text{m}$ and $(172.70 \pm 13.78) \mu\text{m}$, respectively. On day 14, the yellow shell line had the smallest mean shell height of $(112.40 \pm 9.84) \mu\text{m}$. The present results indicate there may exist an relationship between shell colors and larval growth of pearl oyster *P. martensii*. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (3): 488–492]

Key words: *Pinctada martensii*; shell color lines; F_1 larvae; growth

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