

三角帆蚌产珠性能与生长性状和插片部位的关系

白志毅, 李家乐, 汪桂玲

(上海水产大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 200090)

摘要: 2003年5月, 获得鄱阳湖群体三角帆蚌 (*Hyriopsis cumingii*) 同一母蚌的后代, 同年10月插种无核珍珠, 然后在同一口池塘培育3年, 于2006年11月研究其产珠性能与生长性状和插片部位的关系。结果表明, 珍珠单颗质量、粒径、直径差百分比、产珠量和圆珠率5个指标的极差以及变异系数非常大, 说明同一亲蚌子代个体间在育珠性能方面出现较大分化, 可通过选育进行改良。各指标与单蚌产珠量的相关性由高到低依次为, 壳质量、体质量、壳高、壳宽、壳长; 各指标与珍珠粒径的相关性由高到低依次为, 壳质量 = 体质量、壳宽、壳高; 各指标与直径差百分比的相关性由高到低依次为, 壳宽、壳质量 = 体质量; 各指标与圆珠率的相关性由高到低依次为, 壳宽、壳质量、体质量。结合生产可操作性, 体质量和壳宽应作为两个最主要选育性状; 位于外套膜外侧的珍珠质量显著高于内侧 ($P < 0.05$), 但未发现左壳与右壳间珍珠质量具有显著性差异 ($P > 0.05$)。[中国水产科学, 2008, 15(3): 493-499]

关键词: 三角帆蚌; 生长性状; 插片部位; 产珠性能

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2008)03-0493-07

三角帆蚌 (*Hyriopsis cumingii*) 是中国最主要的育珠母蚌。在珍珠产量增加的同时, 养殖淡水珍珠的质量却日益退化, 筛选或选育出优良品质的三角帆蚌种质是当前亟需解决的关键问题之一, 对淡水珍珠养殖业的健康发展具有重要意义^[1]。目前, 五大湖三角帆蚌优异种质的评价与筛选工作已经开展, 但三角帆蚌的选择育种工作刚刚起步^[1-3]。确定选育性状是开展选育工作的前提, 也是制定选育计划和提高选育效率的关键。至今, 有关三角帆蚌选育性状的报道极少^[4]。

育珠性能是评价三角帆蚌种质的主要指标, 但培育珍珠周期长, 把育珠性能作为选育性状会大大限制育种的效率, 因此, 本实验设想利用三角帆蚌生长性状与无核珍珠产量和质量的相关性确定选育性状。关于海水育珠贝生长性状与产珠性能的关系已有报道^[5], 但目前国内外未见淡水育珠蚌的相关报道。另外, 本实验也研究了插片部位对无核珍珠质量和产量的影响, 以期为加快三角帆蚌的选择育种工作和改进插片技术提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 育珠蚌培育

于2003年5月27日在浙江省诸暨市王家井镇珍珠养殖场, 用三角帆蚌鄱阳湖群体一个成熟母蚌繁殖的小蚌, 同年10月26日随机选取1 000枚该批小蚌插种无核珍珠, 由同一人插种, 然后吊养于2号试验塘, 经过3年培育, 2006年11月初, 随机采取50枚试验蚌, 剖蚌采集珍珠, 现场检测珍珠质量。

1.2 测量方法

先将蚌壳表面的附着物清洗干净, 然后用电子秤称量, 测量体质量; 接着采用游标卡尺、分规、直尺等测量工具测量壳长、壳宽、壳高; 然后, 按图1所示分组取出珍珠, 用电子秤和游标卡尺分别测定每粒珍珠的质量 (W_s)、最大直径 ($d_{\max}$) 和最小直径 ($d_{\min}$), 最后去除全部内脏称取壳质量, 长度指标均精确到0.01 cm, 质量指标均精确到0.1 g^[6]。

收稿日期: 2007-07-23; 修订日期: 2007-11-16.

基金项目: 国家科技支撑计划课题 (2006BAD01A13); 上海市科委基础重大项目 (06DJ14003); 农业部农业结构调整重大技术研究专项项目 (06-05-05B); 上海市重点学科建设项目 (Y1101).

作者简介: 白志毅 (1978-), 男, 讲师, 主要从事水产种质资源与养殖生态研究.

通讯作者: 李家乐. E-mail: jlli@shfu.edu.cn

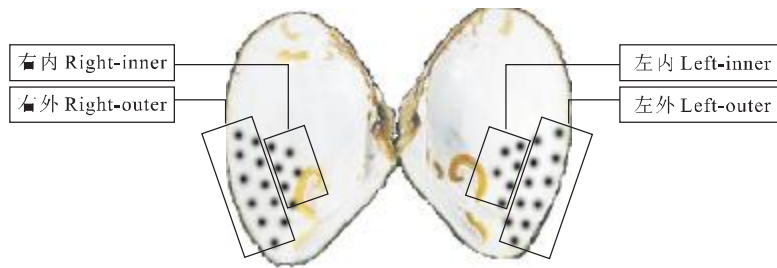


图1 三角帆蚌插片位置示意图

Fig. 1 Inserted position of mantle piece in *H. cumingii*

1.3 数据整理和统计分析

珍珠的粒径以最大直径计^[7]。

按式(1)计算直径差百分比(X),以确定珍珠的圆度, $X \leq 12$ 为圆珠^[8],并分为A₁级($X \leq 3$)、A₂级($X \leq 8$)和A₃级($X \leq 12$)。

$$X = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{\bar{d}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中: $d_{\max}$ 最大直径(mm), $d_{\min}$ 最小直径(mm), $\bar{d}$ 最大直径与最小直径平均值(mm)。

用 SPSS 11.5 for windows 统计软件进行探测

分析、相关分析和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 珍珠单颗质量、粒径和圆度的变化

利用探测分析(Explore)功能对1495粒珍珠的分布特征进行考察,探测过程形成的箱线图(Boxplots)见图2,经Kolmogorov-Smirnov正态分布测试检测(Test of normality),3项指标的观测量与预期积累分布之间存在显著差异($P < 0.05$),均不符合正态分布(图3)。

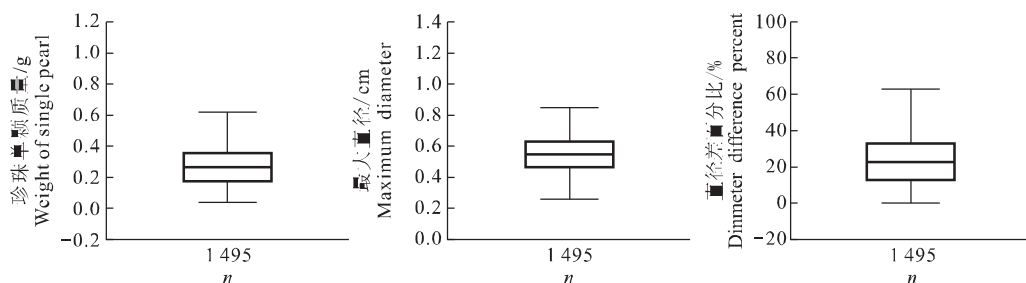


图2 淡水无核珍珠单颗质量、最大直径和直径差百分比分布的探测分析箱线图

Fig. 2 Boxplots of exploring analysis for single pearl weight, maximum diameter and diameter difference percentage of freshwater pearl without nuclear

淡水无核珍珠单颗质量平均值(图3a)为0.2938 g,最小值为0.04 g,最大值为1.06 g,极差为1.02 g,最大值比最小值高25.5倍,变异系数(Coefficient variability, CV)为53.6%。

淡水无核珍珠粒径(最大直径)平均值(图3b)为0.5478 cm,最小值为0.26 cm,最大值为1.31 cm,极差为1.05 cm,最大值比最小值高4.04倍, CV为23.5%。最大直径 ≥ 10 mm珍珠的比例

为0.3%,最大直径 ≥ 8 mm珍珠的比例为3.7%,最大直径 ≥ 6 mm珍珠的比例为27.4%。

淡水无核珍珠直径差百分比平均值(图3c)为23.9,最小值为0,最大值为85.82,极差为85.82, CV为51.7%。A₁形状级别珍珠的比例为6.8%, A₂形状级别珍珠的比例为8.8%, A₃形状级别珍珠的比例为8.3%。

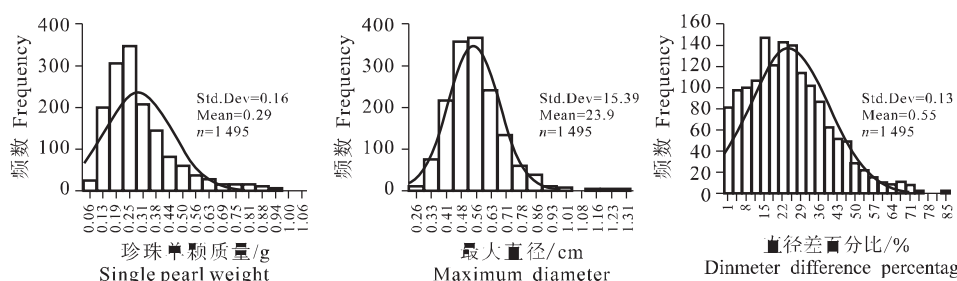


图3 淡水无核珍珠单颗质量、最大直径和直径差百分比的频数分布与非正态曲线

Fig.3 Frequency distribution with non-normal curve for weight of single pearl, maximum diameter and diameter difference percent of freshwater pearl without nuclear

2.2 三角帆蚌产珠量及其所产珍珠圆珠率的变化

对50枚三角帆蚌产珠量和圆珠率的分布特征进行探测分析,探测过程形成的箱线图见图4,经Kolmogorov-Smirnov正态分布测试检测,两指标的观测量与预期积累分布之间存在显著差异($P < 0.05$),均不符合正态分布(图5)。

三角帆蚌产珠质量平均值(图5a)为9.41 g/

ind,最小值为4.52 g/ind,最大值为22.82 g/ind,极差为18.30 g/ind,最大值比最小值高108.2%, CV为43.7%。偏斜度为 1.58 ± 0.34 ,分布曲线右偏。

三角帆蚌所产珍珠圆珠率平均值(图5b)为22.31 %/ind,最小值为0,最大值为68.75 %/ind,极差为68.75 %/ind, CV为65.3%。偏斜度为 1.08 ± 0.34 ,分布曲线右偏。

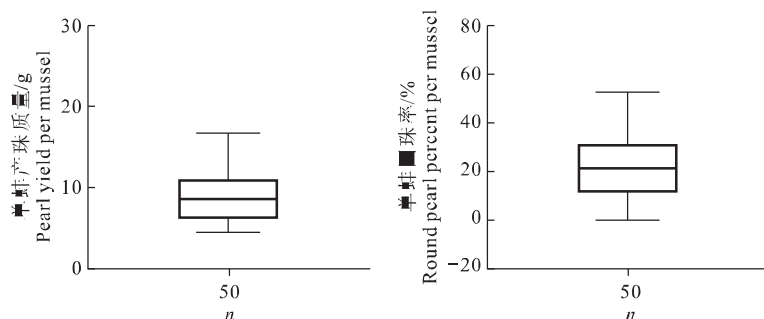


图4 三角帆蚌产珠质量及其圆珠率分布的探测分析箱线图

Fig.4 Boxplots of exploring analysis for pearl yield, round pearl percentage of *Hyriopsis cumingii*

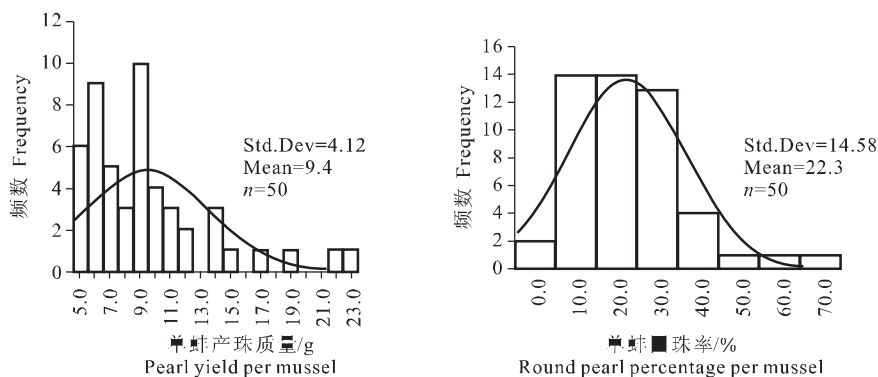


图5 三角帆蚌单蚌产珠质量及其圆珠率的频数分布与非正态曲线

Fig.5 Frequency distribution with non-normal curve for pearl yield and round pearl percentage of *Hyriopsis cumingii*

2.3 三角帆蚌生长性状与产珠性能各参数间的相关分析

表 1 所示,三角帆蚌 3 种形态指标中,壳宽与产珠量 ($P<0.01$)、平均粒径 ($P<0.01$)、直径差百分比 (负相关, $P<0.01$) 和圆珠率 ($P<0.05$) 均显著相关,壳高与产珠量 ($P<0.01$) 和平均粒径 ($P<0.05$) 显著相关,而壳长仅与产珠量显著相关 ($P<0.05$)。体质量和壳质量也分别与单蚌产珠质量 ($P<0.01$)、平均粒径 ($P<0.01$)、直径差百分比 (负相关, $P<0.01$) 和圆珠率 ($P<0.05$) 均显著相关。从相关

系数比较来看,与单蚌产珠质量的相关性由高到低依次为,壳质量、体质量、壳高、壳宽、壳长;与珍珠粒径的相关性强弱次序为,壳质量等于体质量大于壳宽大于壳高;与直径差百分比的相关性中强弱程度为,壳宽最大,壳质量等于体质量;与圆珠率的相关性从强到弱依次为,壳宽、壳质量、体质量。从表 1 还发现,产珠量、平均粒径和圆珠率 3 项参数间两两显著正相关,且分别与直径差百分比显著负相关 ($P<0.01$)。

表 1 三角帆蚌生长性状与产珠性能各参数间的 Kendall 序相关系数
Tab.1 Kendall's correlation coefficient between parameters of growth of *Hyriopsis cumingii* and parameters of pearl performance

指标 Item	壳长 Shell length	壳高 Shell height	壳宽 Shell width	体质量 Body weight	壳质量 Shell weight	产珠量 Pearl yield	平均粒径 Pearl diameter	直径差百分比 Pearl diameter difference percentage	圆珠率 Round pearl percentage
壳长 Shell length	1.000	0.488**	0.500**	0.659**	0.489**	0.246*	0.188	-0.147	0.115
壳高 Shell height	0.488**	1.000	0.292**	0.544**	0.517**	0.317**	0.217*	-0.128	0.130
壳宽 Shell width	0.500**	0.292**	1.000	0.570**	0.390**	0.286**	0.263**	-0.297**	0.250*
体质量 Body weight	0.659**	0.544**	0.570**	1.000	0.739**	0.429**	0.368**	-0.264**	0.231*
壳质量 Shell weight	0.489**	0.517**	0.390**	0.739**	1.000	0.457**	0.368**	-0.264**	0.243*
产珠量 Pearl yield	0.246*	0.317**	0.286**	0.429**	0.457**	1.000	0.673**	-0.352**	0.291**
平均粒径 Pearl diameter	0.188	0.217*	0.263**	0.368**	0.368**	0.673**	1.000	-0.405**	0.332**
直径差百分比/% Pearl diameter difference percent	-0.147	-0.128	-0.297**	-0.264**	-0.264**	-0.352**	-0.405**	1.000	-0.666**
圆珠率 Round pearl percent	0.115	0.130	0.250*	0.231*	0.243*	0.291**	0.332**	-0.666**	1.000

注: ** 代表在 0.01 水平上差异显著 (双尾检验); * 代表在 0.05 水平上差异显著 (双尾检验)。
Note: ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

2.4 插片部位对珍珠质量的影响

比较三角帆蚌不同插片部位所产珍珠的质量发现 (表 2),不论在三角帆蚌左壳还是右壳插片,均发现外套膜外侧的珍珠单颗质量、平均粒径、直径差百分比以及圆珠率显著大于内侧 ($P<0.05$),还发现外套膜外侧的珍珠单重变异系数和直径差

百分比的变异系数显著大于内侧 ($P<0.05$),未发现外套膜内外侧所产珍珠粒径的变异系数有显著差异 ($P<0.05$)。但不论在蚌壳的内侧还是外侧,均未发现左壳与右壳所产珍珠质量有显著差异 ($P>0.05$)。

表 2 三角帆蚌不同插核位置所产珍珠质量比较

Tab.2 Quality comparison of pearl formed in different location of *Hyriopsis cumingii* by Wilcoxon signed ranks test

项目 Item	左外 - 左内 Left outer-Left inner	右外 - 右内 Right outer-Right inner	左外 - 右外 Left outer-Right outer	左内 - 右内 Left inner-Right inner
珍珠单颗质量 W_s Single pearl weight	3.330**	0.497*	1.033	0.219
变异系数 (W_s) Coefficient of variation (W_s)	2.399*	2.997**	0.294	0.439
平均粒径 $\bar{d}$ Pearl diameter	4.445**	2.853**	0.293	0.912
变异系数 ($\bar{d}$) Coefficient of variation ($\bar{d}$)	0.352	1.598	0.053	0.468
直径差百分比 (X) Pearl diameter difference percent	4.465**	4.107**	1.057	1.366
变异系数 (X) Coefficient of variation (X)	2.814**	2.544*	0.951	1.434
圆珠率 Round pearl percent	3.992**	2.359*	0.482	1.746

注: ** 代表在 0.01 水平上差异显著 (双尾检验); * 代表在 0.05 水平上差异显著 (双尾检验)。

Note: ** Difference is significant at the 0.01 level (2-tailed); * Difference is significant at the 0.05 level (2-tailed).

3 讨论

本实验研究发现珍珠的质量、粒径和直径差百分比的极差以及变异系数非常大,每枚育珠蚌的产珠量和圆珠率的极差和变异系数也非常大,并且试验所用育珠蚌为同一母蚌后代,这表明同一亲蚌子代个体间在育珠性能方面出现较大分化^[9]。Gjedrem^[10]认为,可以通过选育,改良鱼类和贝类遗传分化较大的性状,如:生长、性成熟年龄。Wada^[11-12]对日本马氏珠母贝的选育实验结果表明,选择育种对提高生长速度、增加壳厚指数和提高贝壳白色珍珠质的频率非常有效。由此,笔者认为,三角帆蚌的育珠性能可以通过选择育种得到显著改良。育珠性能是评价三角帆蚌种质的主要指标,但培育珍珠周期长,把育珠性能作为选育性状会大大限制育种的效率,因而,确定合适的选育性状是提高三角帆蚌育种效率的关键所在。

海水育珠贝的研究表明:壳长与其他性状之间存在显著的正相关性,能够较好地指示育珠贝的生长速度;而增加育珠贝的凸度,即提高壳宽指标则有利于育珠手术操作和培育大规格珍珠;同时,育珠贝的壳质量与所产珍珠的质量具有正相关性,即壳质量大的育珠贝产生的珍珠质厚、珍珠优质^[5]。本研究支持上述结果,并进一步详细阐明了各生长

性状与珍珠质量和产量相关性的强弱次序。与产珠量的相关性中从强到弱依次为,壳质量、体质量、壳高、壳宽、壳长;与珍珠粒径的相关性中,壳质量 = 体质量 > 壳宽 > 壳高;与直径差百分比的相关性中,壳宽 > 壳质量 = 体质量;与圆珠率的相关性中,壳宽 > 壳质量 > 体质量。综合分析来看,壳质量和体质量与珍珠的产量和粒径的相关性最大,壳宽与珍珠圆度的相关性最大,由于测量壳质量要求杀死育珠蚌,不利于选育工作的开展,因此,体质量和壳宽最能代表育珠性能,可以作为主要选育性状。李梦军等^[4]以野生三角帆蚌为基础选育群体,也是对壳宽和体质量两个经济性状进行了遗传改良,选育群的子一代具有较为明显的综合选择优势。另外,本实验还发现产珠量、珍珠粒径和圆珠率相互间具显著正相关,三角帆蚌育珠的这种特性更有利于选育工作的开展。

目前中国养殖淡水珍珠基本上是无核珍珠,圆珠率极低,一般每千克珠中仅有几粒圆形珠,真正色好、无瑕疵的珍珠十分罕见,最常见的是椭圆形和畸形(约占 80%),馒头形、梨形、水滴形、双珠连体形等约占 15%,且大小不一^[13]。这可能与育珠蚌的育珠性能差异较大直接相关^[14]。当然,珍珠的产量和质量不仅受生物本身的影响,还受到自然

环境条件以及人为因素的影响,尤其是插片环节的影响^[15-16]。本实验研究发现珍珠的质量、粒径和直径差百分比的极差以及变异系数非常大,每枚育珠蚌的产珠量和圆珠率的极差和变异系数也非常大,并且经 Kolmogorov-Smirnov 正态分布测试判定珍珠单颗质量、粒径、直径差百分比、产珠量和圆珠率这5个指标的分布特征均不符合正态分布,劣质珠偏多,笔者认为这种现象的产生与插片操作的标准化水平低有关。插片部位是其中的一个影响因子,本实验发现位于外套膜外侧的珍珠质量明显高于内侧,但未发现左壳与右壳间珍珠质量具有显著性差异。金启增等^[17]发现用合浦珠母贝右边外套膜作小片所得珍珠层厚度和圆珠率均大于左边外套膜,本实验虽已证实三角帆蚌左右外套膜育珠性能差异不显著,但还需进一步研究左右外套膜作为细胞小片对珍珠质量的影响。淡水珍珠的优质高产是一个系统工程,其中珍珠贝本身的天然种质、手术作业的每一个环节、养殖水体的生态环境和人为的生产管理都至关重要,不过,优质育珠蚌的培育工作是重中之重^[18]。

致谢:上海水产大学2005届硕士研究生陈友明、2006届硕士研究生刘士力参与部分工作,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 李家乐,钱荣华,鲍宝龙,等.中国五大湖三角帆蚌遗传多样性的RAPD分析[J].上海水产大学学报,2005,14(1):1-5.
- [2] 汪桂玲,袁一鸣,李家乐.中国五大湖三角帆蚌群体遗传多样性及亲缘关系的SSR分析[J].水产学报,2007,31(2):152-158.
- [3] 钱荣华,李家乐,董志国,等.中国五大湖三角帆蚌形态差异分析[J].海洋与湖沼,2003,34(4):436-443.
- [4] 李梦军,杨品红.三角帆蚌选择育种技术研究[J].内陆水产,2006,31(3):38-40.
- [5] 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.
- [6] 李松荣.淡水珍珠培育技术[M].北京:金盾出版社,1997,24-26.
- [7] 谢楠,李应森,郑汉丰,等.三角帆蚌、池蝶蚌及杂交F1代养殖效果与育珠性能的比较[J].上海水产大学学报,2006,15(3):264-269.
- [8] 陆东农,陶金波,曹华松,等.GB/T 18781—2002,养殖珍珠分级[S].北京:中国标准出版社,2002,61-71.
- [9] 张国范,刘述锡,刘晓,等.海湾扇贝自交家系的建立和自交效应[J].中国水产科学,2003,10(6):441-445.
- [10] Gjerdem T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish[J]. Aquaculture, 1983, 33(1): 51-72.
- [11] Wada K T. Bivalve broodstock developments in Japan[J]. World Aquac, 1993, 24: 54-57.
- [12] Wada K T, KOnlaru A. Effect of selection for shell coloration on growth rate and mortality in the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*[J]. Aquaculture, 1994, 125: 59-65.
- [13] 邓燕华,袁奎荣.控制我国珍珠质量的因素[J].桂林工学院学报,2001,21(1):6-12.
- [14] Hector A S, Erika M F, Paul C S. A new approach to pearl oyster broodstock selection: can saibo donors be used as future broodstock? [J]. Aquaculture, 2004, 231: 205-214.
- [15] 宋中华,喻学惠,章西焕.养殖珍珠质量影响因素分析[J].宝石和宝石学杂志,2001,3(1):18-21.
- [16] Norton J H, Lucas J S, Turner I, et al. Approaches to improve cultured pearl formation in *Pinctada margaritifera* through use of relaxation, antiseptic application and incision closure during bead insertion[J]. Aquaculture, 2000, 184: 1-17.
- [17] 金启增,黎辉,何慧.珍珠生长激素在合浦珠母贝育珠中的作用[J].热带海洋,1998,17(4):44-50.
- [18] Southgate P C, Beer A C. Hatchery and early nursery culture of the blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera* L.) [J]. J Shellfish Res, 1997, 16: 561-567.

Relationship between pearl production, growth traits and the inserted position of mantle piece in triangle mussel (*Hyriopsis cumingii*)

BAI Zhi-yi, LI Jia-le, WANG Gui-ling

(Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Shanghai Fisheries University, Ministry of Education, Shanghai 200090, China)

Abstract: In May of 2003, the offsprings of one female triangle mussel (*Hyriopsis cumingii*) from Poyang Lake population were got. In October, these juvenile triangle mussels were implanted with mantle pieces. Then, these triangle mussels were cultured in the same pond for three years. In November 2006, the study on the relationships between pearl production, growth traits and the inserted position of mantle piece in triangle mussel were carried out. The results indicated that maximum difference and CV (coefficient of variability) on weight of single pearl, pearl diameter, pearl diameter difference percentage, pearl yield and round pearl percentage were large. It showed that there was differentiation on pearl performance among the offsprings of one triangle mussel. The pearl performance of triangle mussel may be improved by selection breeding. The correlation coefficient between pearl yield and growth traits was as follows: shell weight>body weight>shell height>shell width>shell length. The correlation coefficient between pearl diameter and growth traits was as follows: shell weight=body weight>shell width>shell height. The correlation coefficient between pearl diameter difference percentage and growth traits was as follows: shell width>shell weight=body weight. The correlation coefficient between round pearl percentage and growth traits was as follows: shell width>shell weight>body weight. Body weight and shell width should be as the primary trait for selection breeding, considering the feasibility in operation. The pearl from outer mantle was better than the pearl from inner mantle ($P<0.05$). There was no significant difference in quality between pearl from left shell and right shell ($P>0.05$). [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (3): 493–499]

Key words: *Hyriopsis cumingii*; growth trait; place of inserting mantle piece; pearl performance

Corresponding author: LI Jia-le. E-mail: jlli@shfu.edu.cn