

马氏珠母贝两个不同地理种群的形态性状 和贝壳珍珠质颜色比较分析

顾志峰^{1,2} 王 嫣² 石耀华² 方建光¹ 王清印¹ 毛玉泽¹ 王爱民^{2*}

(¹农业部海洋渔业资源可持续利用重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

(²海南大学海洋学院 热带生物资源教育部重点实验室 海南省热带水生生物技术重点实验室, 海口 570228)

摘要 在“珍珠贝育种规划(Pearl Oyster Breeding scheme, POBs)”中, 马氏珠母贝的两个地理种群——印度养殖种群和三亚野生种群正在作为两个基础群(Basic population)建立专门化品系, 通过杂交获得杂种优势, 构建杂交配套系以培育优良品种。从形态上看, 印度养殖种群个体大, 而三亚野生种群个体小; 三亚野生种群的壳宽系数为 0.18, 大于印度养殖种群的 0.15, 三亚野生种群的贝体外形较凸, 而印度养殖种群的贝体外形扁平。三亚野生种群的壳重指数(25.30)大于印度养殖种群(18.80)。通过成像色度检测分析系统分析, 每个种群都有自己的颜色特征值——三刺激值和颜色参数; 比较两个种群颜色参数 Lab 时表明, 三亚野生种群贝壳珍珠质颜色的明度(L)大于印度养殖种群, 色品比印度养殖种群更偏向绿色(-a)和黄色(b), 印度养殖种群色品偏向蓝色和红色。两个种群间贝壳珍珠质的色差(ΔE_{ab})为 10.69, 属于大色差, 感觉强烈。

关键词 马氏珠母贝 地理种群 形态性状 珍珠质颜色

中图分类号 Q959.215⁺.04 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)01-0079-08

Comparison of morphometrics and shell nacre colour between two geographical populations of pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker)

GU Zhi-feng^{1,2} WANG Yan² SHI Yao-hua² FANG Jian-guang¹
WANG Qing-yin¹ MAO Yu-ze¹ WANG Ai-min^{2*}

(¹Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

(²Ocean College, Hainan University, Key Laboratory for Tropical Biology Resources (MOE), Hainan Key Laboratory of Tropical Hydrobiology Technology, Haikou 570228)

ABSTRACT In our “Pearl Oyster Breeding scheme, POBs”, two geographical populations of pearl oyster, *Pinctada martensii* from India (IN) and Sanya (SY, China), respectively, were selected as basic populations to establish two specialized lines and to constitute a hybrid breeding system with heterosis. Morphologically, IN is larger than SY. Both the shell width and shell weight index of IN were higher than SY (0.18 versus 0.15 and 25.30 versus 18.80, respective-

国家高技术研究发展计划(863)项目(2006AA10A409)、科技部农业科技成果转化资金项目(2006GB2E200236)和国家自然科学基金资助项目(40676075、30460105)共同资助

* 通讯作者。E-mail: aimwang@163.com, Tel: (0898)66261910

收稿日期: 2007-10-30; 接受日期: 2008-01-04

作者简介: 顾志峰(1975-), 男, 博士, 副教授, 主要从事贝类遗传与养殖生态研究。E-mail: zfgu@263.net, Tel: (0898)66261910

ly). SY had a large convexity, while IN appeared a little bit flat. The Imaging and Colour—Measuring Analysis demonstrated that the colour of shell nacre from each population had unique tri-stimulus value and parameter of colour. Compared with parameters of colour (Lab) between the two populations, the lightness of SY was brighter than IN, and chromaticity in SY tended to green ($-a$) and yellow (b), while it tended to be blue and red in IN. Colour difference (ΔE_{ab}) of the shell nacre between the two populations was 10.69 and was of significant difference.

KEY WORDS *Pinctada martensii* Geographical populations Morphometrics
Shell nacre colour

我国马氏珠母贝 *Pinctada martensii* Dunker(又称为合浦珠母贝 *P. fucata*)的遗传改良工作早期主要集中在种间杂交和多倍体育种(Jiang *et al.* 1993; Shen *et al.* 1993; 魏贻尧等 1983),但由于种间杂交不成功和多倍体产业化困难,致使自20世纪以来育种的工作重点转向种群间杂交、个体选择和家系选择(何毛贤等 2007、2006; 王爱民等 2003、2007)。作者在对海南三亚、广东大亚湾和广西北海3个野生种群进行种群间杂交时发现,各组子一代并未表现出杂种优势(王爱民等 2003);由于马氏珠母贝在早期生活史中有25 d左右的浮游期,使我国不同地理种群的马氏珠母贝间存在基因的交流 and 融合,种群间遗传分化较低(Yu *et al.* 2006),可能是种群间杂交子代中无法直接表现杂种优势的主要原因;在杂交育种中,亲本的选择是关键,关系到杂种能否得到优良、高产及非加性效应大的基因,进而决定能否获得杂种优势。选择地理远缘和生态类型差异大的种群开展杂交多会获得理想的效果。作者通过对来自印度的马氏珠母贝养殖种群和我国三亚野生种群之间进行杂交,在生长速度和珍珠质量上获得了明显的杂种优势(王爱民等 2007),杂交后代已开始在海南、广东和广西推广试养。为充分利用马氏珠母贝种群间杂交获得的杂种优势,通过“珍珠贝育种规划(Pearl Oyster Breeding scheme, POBs)”,以印度养殖种群和三亚野生种群作为基础群,分别培育专门化品系,构建配套系,达到最终育成新品种的目的。本文是对基础群——印度养殖种群和三亚野生种群的形态性状和贝壳珍珠质颜色的比较结果。

1 材料和方法

1.1 材料来源

马氏珠母贝印度养殖种群(IN)由海南陵水毅珠水产养殖场提供,为该场于2000年由一印度养殖场引进并自繁的种群,贝龄为两年;三亚野生种群(SY)采自海南省三亚市亚龙湾近海。

1.2 形态测量

从印度养殖种群和三亚野生种群分别取样;用游标卡尺测量壳高(Shell high, SH)、壳长(Shell length, SL)、壳宽(Shell width, SW)和绞合线长(Hinge length, HL),精确到0.01mm;用电子天平称量壳重(Shell weight, SWT)精确到0.01g。

$$\text{壳宽指数(Shell Width Index, SWI)} = \frac{SW}{SH + HL + SW} \quad (\text{Wada } et al. \ 1991)$$

$$\text{壳重指数(Shell Weight Index, SWTI)} = \frac{SWT}{SH \times HL \times SW} \times 10^5 \quad (\text{杜晓东等 } 2002)。$$

用SPSS12.0软件处理数据,计算平均值、标准差、最大值、最小值、方差和数据分布的偏度系数、峰度系数和 t 检验。

1.3 贝壳珍珠质颜色测量

1.3.1 样品处理和颜色数据的采集

分别将印度养殖种群和三亚野生种群中的每个个体左侧贝壳顶部外缘小心锯成小片,用双面胶带贴附在白纸上并编号,测量时将此部位的贝壳小片置于 CSE-1 成像色度检测分析系统(北京理工大学研制)样品台上,在靠近顶部外缘内侧(相当于制取外套膜细胞小片的位置,见图 1)选取色彩光泽均匀的平坦位置测量,避开凹凸不平和瑕疵,采集每个贝壳外缘的图像并随机测量 3 次,记录相应的三刺激值 XYZ(CIE1931)和颜色参数 lab(CIE1976)。

1.3.2 数据处理

用 Excel 软件计算每个种群或每个个体贝壳珍珠质颜色的三刺激值 XYZ 和颜色参数 lab 的平均值。

应用 $\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ 公式 (汤顺青 1990)

式中, $\Delta L = L_1 - L_2$, $\Delta a = a_1 - a_2$, $\Delta b = b_1 - b_2$ 。

计算种群或个体之间贝壳外缘珍珠质的色差 ΔE_{ab} , L_1 , a_1 和 b_1 分别是一种群或一个个体贝壳外缘珍珠质颜色参数, L_2 , a_2 和 b_2 分别是另一种群或另一个个体贝壳外缘珍珠质颜色参数。

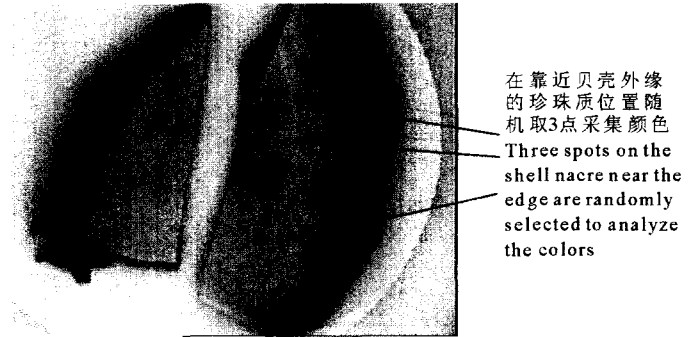


图 1 用于颜色测量的贝壳小片
Fig. 1 Shell pieces for color analysis

2 结果

2.1 形态特征

从外形上看,印度养殖种群个体大,壳前缘较长,贝体略呈长方形,壳顶突起缓慢,整体略显偏平,壳表面有较多的黑紫色斑块,贝体表面颜色较深;三亚野生种群个体相对小,壳前缘较短,贝体近似呈正方形,壳顶突起明显,整体呈凸形,壳表面多无特殊的颜色斑,呈淡黄白色。

比较印度养殖种群和三亚野生种群的壳高、壳长、壳宽和绞合线长(表 1),印度养殖种群明显大于三亚野生种群,差异极显著($P < 0.01$);在最能表现形态大小的壳高上,印度养殖种群壳高的平均值为 92.17 mm,最大壳高达到 105.70 mm;而三亚野生种群壳高的平均值仅为 68.71 mm,壳高的最大值(82.90 mm)小于印度养殖种群壳高的平均值;三亚野生种群在壳长和绞合线长的最大值同样不及印度养殖种群相应性状的平均值;虽然印度养殖种群壳宽的平均值极显著地大于三亚野生种群($P < 0.01$),但三亚野生种群壳宽的最大值(37.90 mm)大于印度养殖种群的最大值(33.90 mm),三亚野生种群壳宽的最小值(21.50 mm)与印度养殖种群的最小值基本相似(21.70 mm)。在壳重上,印度养殖种群的平均值、最大值和最小值都分别大于三亚野生种群的相应值,但三亚野生种群的最大值(46.86 g)大于印度养殖种群的平均值(37.21 g)。

印度养殖种群的壳高与壳长之比为 1.13 : 1.00,三亚野生种群的壳高与壳长之比为 1.08 : 1.00。

在壳宽指数和壳重指数上(表 1),印度养殖种群的平均值小于三亚野生种群的平均值,差异极显著($P < 0.01$),印度养殖种群壳宽指数的最大值(0.17)小于三亚野生种群的平均值(0.18)。

2.2 贝壳珍珠质颜色

将每个种群作为一个整体进行贝壳珍珠质颜色分析(表 2)表明,每个种群都有自己的颜色特征值——三刺激值和颜色参数;用颜色参数 Lab 比较两个种群时,三亚野生种群贝壳珍珠质颜色的明度(L)大于印度养殖种群,色品比印度养殖种群更偏向绿色(-a)和黄色(b),印度养殖种群色品偏向蓝色和红色。这与肉眼直接观察三亚野生种群贝壳珍珠质多为淡黄色或浅白色、印度养殖种群贝壳珍珠质多为紫红、粉红或银白色相符。两个种群间贝壳珍珠质的色差(ΔE_{ab})为 10.69,属于大色差,感觉强烈。

表1 马氏珠母贝印度养殖种群与三亚野生种群主要形态性状参数和指数比较

Table 1 Comparison of morphometric parameters and index between *Pinctada martensii* from Indian population (IN) and Sanya population (SY)

项目 Item	种群 Population	样品数 Sample size	平均值 Mean \pm S. D.	最大值 Maximum value	最小值 Minimum value	方差 Variance	偏度系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
SH (mm)	IN	66	92.17 \pm 5.30**	105.70	80.10	28.11	0.21	-0.12
	SY	106	68.71 \pm 5.09	82.90	57.90	25.86	0.26	-0.14
SL (mm)	IN	66	81.97 \pm 5.25**	94.80	68.70	27.60	0.03	-0.01
	SY	106	63.51 \pm 4.90	75.60	51.90	24.02	0.09	-0.24
SW (mm)	IN	66	29.81 \pm 2.12**	33.90	21.70	4.51	-0.72	2.01
	SY	106	26.87 \pm 2.26	37.90	21.50	5.12	1.13	4.53
HL (mm)	IN	66	72.37 \pm 5.11**	87.30	62.40	26.01	0.56	0.65
	SY	106	56.53 \pm 4.31	68.20	47.20	18.61	0.24	-0.41
SWT (g)	IN	66	37.21 \pm 4.56**	46.86	28.70	20.85	0.20	-0.77
	SY	106	26.42 \pm 4.81	41.29	16.07	23.10	0.59	0.61
SWI	IN	66	0.15 \pm 0.01**	0.17	0.11	0.00	-1.05	3.17
	SY	106	0.18 \pm 0.01	0.22	0.15	0.00	0.33	1.22
SWTI	II	66	18.80 \pm 2.08**	26.89	15.46	4.34	1.29	2.73
	SS	106	25.30 \pm 2.77	33.00	15.86	7.67	-0.23	1.10

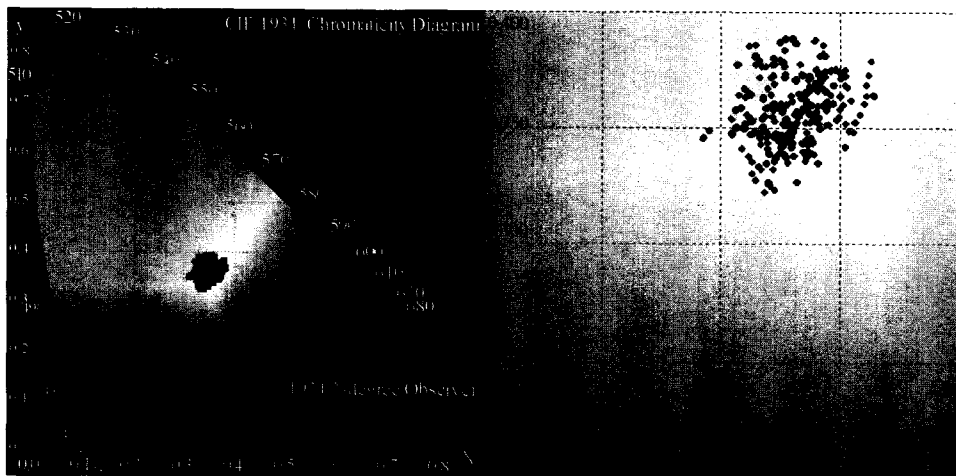
**表示印度养殖种群和三亚野生种群差异极显著

在分析的印度养殖种群中,其个体的颜色分布在色品图(图2)上,主要集中在X为0.300~0.375和Y为0.325~0.400的范围内,而三亚野生种群在色品图(图3)上,主要集中在X为0.275~0.350和Y为0.325~0.400的范围内。

表2 印度养殖种群与三亚野生种群贝壳珍珠质三刺激值和颜色参数

Table 2 Tristimulus values and colour parameters of Indian population (IN) and Sanya population (SY)

种群 Population	样品数 Sample size	三刺激值 Tristimulus value			颜色参数 Parameter of colour		
		X	Y	Z	L	a	b
IN	86	30.62	33.10	28.99	63.93	-3.11	9.55
SY	113	33.20	37.69	33.17	67.57	-9.00	9.93

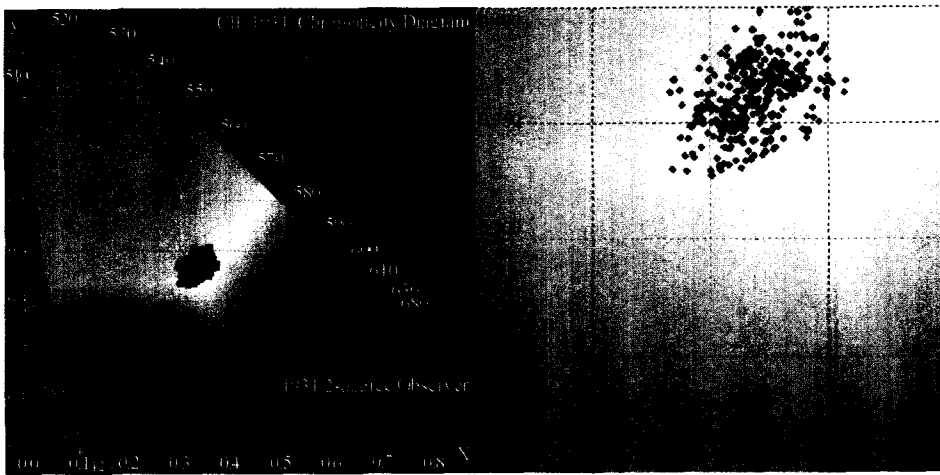


左图为色品图全貌,右图为局部放大

Left: Full-scale; Right: Local amplified

图2 马氏珠母贝印度养殖种群样品贝壳珍珠质的色品

Fig. 2 Chromaticity diagram of shell nacre from *P. martensii* India population



左图为色品图全貌, 右图为局部放大
Left: Full scale; Right: Local amplified

图 3 马氏珠母贝三亚野生种群贝壳珍珠质的色品

Fig. 3 Chromaticity diagram of shell nacre from *P. Sanya* population

随机分析每个种群中的 10 个个体(表 3)发现, 每个个体贝壳珍珠质颜色都不相同, 表现出颜色的多样性, 印度养殖种群贝壳珍珠质颜色的明度(L)在 57.17~74.75 范围内, 色品 a 在 -0.34~-16.97 绿色范围, 色品 b 在 4.34~20.06 黄色范围内; 三亚野生种群贝壳珍珠质颜色的明度(L)在 62.07~76.12 范围内, 色品 a 在 -0.35~-23.08 绿色范围, 色品 b 在 1.19~13.75 黄色范围内。

表 3 印度养殖种群和三亚野生种群 20 个个体的贝壳珍珠质三刺激值和颜色参数

Table 3 Tristimulus values and colour parameters of 20 individuals from Indian population (IN) and Sanya population (SY)

样品 Sample	三刺激值 Tristimulus value			颜色参数 Colour parameter		
	X	Y	Z	L	a	b
IN ₁	34.68	39.21	38.18	68.88	-8.67	5.31
IN ₂	27.73	31.29	30.89	62.73	-7.79	4.34
IN ₃	27.89	34.07	27.72	65.02	-16.97	12.91
IN ₄	24.37	25.72	25.06	57.76	-0.34	4.59
IN ₅	33.14	36.55	29.17	66.94	-5.60	14.05
IN ₆	30.73	30.84	29.53	62.33	5.32	5.63
IN ₇	29.94	33.61	31.94	64.64	-7.46	6.15
IN ₈	28.55	33.25	27.84	64.35	-11.59	11.73
IN ₉	21.35	25.11	22.50	57.17	-11.48	7.91
IN ₁₀	40.96	47.88	34.52	74.75	-13.49	20.06
SY ₁	43.94	50.09	44.99	76.12	-10.46	9.83
SY ₂	30.91	35.36	33.12	66.01	-9.72	6.90
SY ₃	42.27	47.17	47.67	74.30	-7.59	3.80
SY ₄	29.01	37.24	35.63	67.45	-23.08	6.03
SY ₅	30.49	34.69	32.12	65.47	-9.05	7.31
SY ₆	35.31	43.87	35.97	72.14	-20.50	13.75
SY ₇	27.40	33.16	28.66	64.28	-15.81	10.22
SY ₈	26.32	30.53	25.99	62.07	-10.77	10.56
SY ₉	38.56	40.68	41.37	69.93	-0.35	3.32
SY ₁₀	32.61	36.44	38.59	66.75	-7.31	1.19

在两个种群中,20个个体间贝壳珍珠质的色差(表4)除SY₂和SY₅为0.96小于1.5(肉眼感觉轻微)的小色差外,其他所有个体间的色差都在1.5以上,其中6.0以上(肉眼感觉强烈)的大色差占了88.95%;印度养殖种群内个体间的贝壳珍珠质色差平均值(13.65)大于两种群间的色差平均值(12.57)和印度养殖种群内个体间的色差平均值(11.76);个体间最大的色差出现在两个种群间,IN₆与SY₆之间色差为28.85;个体间最小的色差出现在三亚野生种群内,SY₂和SY₅之间色差为0.96。

表4 印度养殖种群和三亚野生种群20个个体间的色差(ΔE_{ab})比较

Table 4 Comparison of colour difference(ΔE_{ab}) in shell nacre among 20 individuals from *P. martensii*

Indian population (IN) and Sanya population (SY)

ΔE_{ab}	IN ₁	IN ₂	IN ₃	IN ₄	IN ₅	IN ₆	IN ₇	IN ₈	IN ₉	IN ₁₀	SY ₁	SY ₂	SY ₃	SY ₄	SY ₅	SY ₆	SY ₇	SY ₈	SY ₉	SY ₁₀	
IN ₂	6.28																				
IN ₃	11.90	12.77																			
IN ₄	13.90	8.96	19.96																		
IN ₅	9.46	10.81	11.59	14.19																	
IN ₆	15.44	13.17	23.60	7.34	14.53																
IN ₇	4.48	2.65	11.68	10.02	8.44	13.00															
IN ₈	8.38	8.47	5.55	14.86	6.92	18.08	6.95														
IN ₉	12.31	7.57	10.81	11.64	12.95	17.72	8.66	8.14													
IN ₁₀	16.59	20.59	12.57	26.47	12.63	26.75	18.22	13.46	21.46												
SY ₁	8.72	14.71	13.23	21.61	11.21	21.37	12.42	11.97	19.07	10.76											
SY ₂	3.44	4.59	9.47	12.70	8.31	15.53	2.74	5.44	9.07	16.24	10.55										
SY ₃	5.73	11.58	16.04	18.07	12.78	17.69	9.94	13.33	18.04	17.31	6.93	9.10									
SY ₄	14.50	16.09	9.52	24.76	19.24	28.85	15.87	13.20	15.61	18.50	15.77	13.47	17.08								
SY ₅	3.96	4.24	9.71	11.95	7.71	14.80	2.14	5.21	8.67	16.37	11.03	0.95	9.61	14.23							
SY ₆	14.90	18.40	8.00	26.40	15.79	28.79	16.85	12.01	18.43	9.79	11.49	14.17	16.44	9.39	14.73						
SY ₇	9.81	10.07	3.02	17.71	11.23	21.71	9.30	4.49	8.64	14.55	12.99	7.15	14.46	8.97	7.45	9.81					
SY ₈	8.85	6.93	7.26	12.76	7.92	16.82	6.08	2.70	5.61	16.08	14.07	5.48	14.33	14.18	5.01	14.37	5.52				
SY ₉	8.62	10.40	19.81	12.23	12.31	9.75	9.30	15.10	17.54	21.82	13.53	10.77	8.47	23.03	10.56	22.80	17.85	14.92			
SY ₁₀	4.83	5.13	15.29	11.87	12.97	14.09	5.39	11.62	12.42	21.40	13.12	6.24	7.99	16.51	6.49	18.99	12.64	11.03	7.94		

3 讨论

3.1 形态特征差异

以形态特征区分珍珠贝是传统而简便的方法。Hynd(1995)提出了9个珍珠贝壳特征指标,其中包括形态度量指标、贝壳外表的颜色和贝壳内珍珠质的颜色等;Gervis等(1992)总结了与珍珠贝生长相关的度量指标,在长度上,有背腹长、前后长、壳厚、绞合线长、绞合线宽和绞合线深6个指标,其中背腹长、前后长和壳厚分别相当于我国常用的壳高、壳长和壳宽(本文采用的);重量指标主要有壳重、总重和软体重3个。由于生活的环境差异,长期适应和进化使珍珠贝不同地理种群在形态上有明显的分化。Wada等(1984)通过研究日本32个地区的54个马氏珠母贝种群发现,在种群之间形态特征有不同程度的差异;杜晓东等(2002)对我国产马氏珠母贝大亚湾种群和北部湾种群的研究表明,北部湾的平均壳长和壳高都略大于大亚湾种群,北部湾种群的个体大,大亚湾种群个体小;作者研究的印度养殖种群和三亚野生种群分别属于印度洋和太平洋,形态学差异非常明显,印度养殖种群个体大,在测量的66个个体中,壳高大于100mm者为5个,占7.6%;壳高大于90.00

mm 者为 34 个, 占 51.5%, 二者所占测量种群的 59.1%; 而三亚野生种群个体小, 平均壳高为 68.71 ± 5.09 mm, 最大壳高仅为 82.90 mm; 体形大小的差异, 同时反映出两个不同地理种群生长速度的差异, 印度养殖种群生长速度大于三亚野生种群(王爱民等 2007); 从形态上看, 印度养殖种群体型略呈长方形, 而三亚野生种群体型呈正方形; 印度养殖种群和三亚野生种群的贝壳表面的颜色差别也较大, 前者多具深紫斑块, 颜色深, 后者多无特殊的颜色斑, 呈淡黄白色, 颜色浅。

珍珠贝双壳隆起程度关系到产生珍珠的大小, 双壳隆起显著的珍珠贝利于插大核生产大粒珍珠, 反之, 只能插小核生产小粒珍珠; 双壳隆起的程度通常以壳宽系数来表示, 壳宽系数是珍珠贝遗传育种非常重要的指标(Wada *et al.* 1986); 金启增等(1992)发现大亚湾野生种群的壳宽系数(0.141)大于北部湾野生种群(0.127), 养殖种群的壳宽系数大于野生种群; 杜晓东等(2002)的研究证实大亚湾野生种群的壳宽系数(0.1653)大于北部湾野生种群(0.1369); 本研究表明, 三亚野生种群的壳宽系数为 0.18, 大于印度养殖种群, 也大于已研究的大亚湾野生种群和北部湾野生种群; 三亚野生种群应该是国内 3 个野生种群中壳宽系数最高的种群; 大亚湾野生种群的贝体外形较凸, 而印度养殖种群的贝体外形显得扁平。

Wada 等(1996)研究发现, 马氏珠母贝贝壳重量与其作为细胞小片所产生的珍珠的重量呈正相关。本研究表明, 三亚野生种群的壳重指数(25.30)大于印度养殖群体(18.80), 大于杜晓东等(2002)研究的北部湾群体(22.626), 但低于大亚湾群体(27.961); 因此, 三亚野生种群作为细胞小片贝能够提高所产珍珠的重量和珠层厚度。

3.2 贝壳珍珠质颜色差异

珍珠贝壳内表面珍珠质色泽丰富多彩, 由于珍珠质层对光的反射和干涉而形成的特殊色彩, 包括玫瑰色、蓝色、绿色和五彩缤纷的多彩色。珍珠是由珍珠贝外套膜形成的珍珠囊分泌的珍珠质沉积而成。在人工育珠中, 提供外套膜细胞小片的珍珠贝贝壳珍珠质的颜色直接影响到珍珠的颜色(蒙钊美等 1996)。珍珠的颜色是决定珍珠质量和价格的主要因素之一, 因此, 贝壳珍珠质的颜色已经成为珍珠贝遗传育种的重要目标。Wada(1984)研究表明, 贝壳珍珠质的深黄、浅黄和白色 3 种颜色在 54 个日本的马氏珠母贝种群中呈现的频率有差异; 贝壳珍珠质的颜色已经成为马氏珠母贝(Wada 1985, 1986)和珠母贝(Acosta-Salmon *et al.* 2004)育种的重要指标。

如果把珍珠质颜色作为育种指标之一, 那么, 建立实用珍珠质颜色的测量方法非常重要。CSE-1 成像色度检测分析系统是一种把“成像”与“测色”功能合为一体的新型颜色检测及分析系统, 使我们对珍珠贝贝壳珍珠质的颜色描述的数据化和形象化, 避免了过去对颜色只能笼统地定性描述的缺陷。本研究的贝壳珍珠质颜色主要集中在贝壳顶部外缘部位, 此部位的外套膜组织通常被用于作为细胞小片提供给育珠母贝生产珍珠, 因此, 此部位珍珠质的颜色将决定外套膜细胞小片在育珠母贝中生产珍珠的颜色, 对此部位颜色的测量将能预测此贝作为细胞小片贝所产生珍珠的颜色。在三亚野生种群和印度养殖种群中每个个体的贝壳顶部外缘部位珍珠质都能呈现不同的颜色, 而且个体之间色差较大, 表现为颜色的多样性; 两个种群之间为大色差, 肉眼极易分辨; 三亚野生种群贝壳珍珠质颜色的明度大于印度养殖种群, 三亚野生种群贝壳珍珠质颜色的色品比印度养殖种群更偏向绿色和黄色, 印度养殖种群贝壳珍珠质颜色中黄色较少; 黄色珍珠在市场上属于低品质珍珠, 印度养殖种群应该比三亚野生种群更利于产生带粉红色或银白色的高品质珍珠。马氏珠母贝通过杂交或选择育种后贝壳珍珠质及珍珠颜色的变化和遗传规律应成为我们下一步研究的重点。

4 结论

马氏珠母贝印度养殖种群和三亚野生种群在形态性状和贝壳珍珠质颜色上都有明显的差异; 印度养殖种群体型大, 具有生长快的优点, 但壳宽系数低, 体略显扁平, 不利插大核, 壳重系数低, 生产珍珠的珠层薄; 三亚野生种群的壳宽系数高, 体呈凸形, 利于插大核, 壳重系数高, 生产珍珠的珠层厚, 但缺点是体型小, 生长速度慢; 在贝壳珍珠质颜色上, 两种群间色差大, 印度养殖种群贝壳顶部外缘部位珍珠质多为紫红、粉红或银白色, 三亚野生种群多为淡黄色或浅白色; 前者作为细胞小片应偏向产生银白色珍珠, 而后者作为细胞小片应偏向产生黄色珍珠。

参 考 文 献

- 王爱民, 石耀华. 2007. 马氏珠母贝的遗传改良技术. 见: 王清印主编. 海水养殖生物的细胞工程育种. 北京: 海洋出版社, 133~164
- 王爱民, 阎冰, 叶力, 兰国宝, 张栋国, 杜晓东. 2003. 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. 水产学报, 27: 200~206
- 汤顺青. 1990. 色度学. 北京理工大学, 34~123
- 何毛贤, 史兼华, 林岳光, 姜因萍. 2006. 马氏珠母贝选育子一代生长特性研究. 热带海洋学报, 25: 19~22
- 何毛贤, 管云雁, 林岳光, 黄良民. 2007. 马氏珠母贝家系的生长比较. 热带海洋学报, 26: 39~43
- 杜晓东, 李广丽, 刘志刚, 叶富良, 王如才. 2002. 合浦珠母贝两个野生种群的遗传多样性. 中国水产科学, 9: 100~105
- 金启增. 1992. 珍珠贝种苗生物学. 北京: 海洋出版社, 1~196
- 蒙钊美, 李有宁, 邢孔武. 1996. 珍珠养殖理论与技术. 北京: 科学出版社, 1~252
- 魏贻尧, 姜卫国, 李刚. 1983. 合浦珠母贝、长耳珠母贝和大珠母贝种间人工杂交的研究. I. 人工杂交和杂交后代的观察. 热带海洋, 2: 299~315
- Acosta-Salmon, H., Martinez-Fernandez, E., and Southgate, P. C. 2004. A new approach to pearl oyster broodstock selection; Can saibo donors be used as future broodstock? Aquaculture, 231: 205~214
- Gervis, M. H., and Sims, N. A. 1992. The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia; Pteridae). Overseas Development Administration (ODA) United Kingdom, London. 1~49
- Hynd, J. S. 1995. A revision of Australian pearl shells, Genus. *Pinctada* (*Lamellibranchia*). Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 6: 98~137
- Jiang, W., Li, G., Xu, G., Lin, Y., and Qing, N. 1993. Growth of the induced triploid pearl oyster, *Pinctada martensii* (D.). Aquaculture, 111: 245~253
- Shen, Y., Zhang, X., He, H. P., and Ma, L. 1993. Triploidy induction by hydrostatic pressure in the pearl oyster, *Pinctada martensii* Dunker. Aquaculture, 110: 221~227
- Wada, K. T. 1984. Breeding study of the pearl oyster, *Pinctada fucata*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 6: 79~157
- Wada, K. T. 1985. The pearls produced from the groups of pearl oyster selected for colour of nacre in the shell for two generations. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 7: 1~7
- Wada, K. T. 1986. Colour and weight of shell in the selected populations of the Japanese pearl oyster *Pinctada fucata martensii*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 9: 1~6
- Wada, K. T. 1986. Genetic selection for shell traits in the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata martensii*. Aquaculture, 57: 171~176
- Wada, K. T., and Komaru, A. 1991. Estimation of genetic variation in shell traits of the Japanese pearl oyster. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 20: 19~24
- Wada, K. T., and Komaru, A. 1996. 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). Aquaculture, 142: 25~32
- Yu, D. H., and Chu, K. H. 2006. Low genetic differentiation among widely separated populations of the pearl oyster *Pinctada fucata* as revealed by AFLP. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 333: 140~146