

菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*) 大连群体 两种壳型家系生长发育比较

张跃环¹, 闫喜武^{1,*}, 杨 凤¹, 张国范²

(1. 大连水产学院生命科学与技术学院, 大连 116023; 2. 中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

摘要:通过对菲律宾蛤仔大连群体壳宽的选择,于 2006 年 5 月建立了壳宽型(WS)和壳扁型(PS)两个家系。对两种壳型亲本的鲜重、性比、产卵量及其子代的生长与存活进行了比较。结果表明:两种亲贝的鲜重差异显著($P < 0.05$),WS、PS 亲贝的雌雄比例分别为 0.88:1、0.62:1,产卵量分别为 124.19 万/粒和 408.50 万/粒;两家系子代的卵径、D 形幼虫大小、变态规格无显著差异($P > 0.05$),但单水管、双水管稚贝的大小差异显著($P < 0.05$);幼虫浮游期间(0~16 日龄),WS 和 PS 幼虫平均生长速度分别为 $(9.46 \pm 1.56) \mu\text{m d}^{-1}$ 和 $(9.60 \pm 0.38) \mu\text{m d}^{-1}$,差异不显著($P > 0.05$)。12 日龄前,WS 和 PS 幼虫存活率差异不显著($P > 0.05$),但 16 日龄时,WS 幼虫存活率明显低于 PS ($P < 0.05$)。变态期间(16~24 日龄),WS 家系的生长速度($(2.64 \pm 0.34) \mu\text{m d}^{-1}$)显著地小于 PS 家系($(3.91 \pm 0.67) \mu\text{m d}^{-1}$) ($P < 0.05$),WS 家系的变态率($5.32\% \pm 1.53\%$)也显著地小于 PS 家系($15.68\% \pm 3.06\%$) ($P < 0.01$)。PS 家系在稚贝的室内培育期间(24~60 日龄)和生态池育成阶段(60~180 日龄)的生长速度均显著地快于 WS 家系($P < 0.05$);PS 家系的存活率也均显著地高于 WS 家系($P < 0.05$)。

关键词:菲律宾蛤仔;大连群体;壳型;家系;生长发育

文章编号:1000-0933(2008)09-4246-07 中图分类号:Q143,Q178 文献标识码:A

Comparison of growth and development of two shell-shape lines of Dalian-population Manila clam

ZHANG Yue-Huan¹, YAN Xi-Wu^{1,*}, YANG Feng¹, ZHANG Guo-Fan²

¹ Institute of Life Science and Technology, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China

² Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(9): 4246 ~ 4252.

Abstract: This study compared the whole body weight, gender ratio, and fecundity of broodstocks from two lines of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) with different shell shapes (wide-shell, WS and plate-shell, PS) and the growth and survival of their offspring. The results showed that the PS broodstock was larger than the WS broodstock (15.6 vs. 11.6 g/clam) ($P < 0.05$). The broodstock ♀:♂ ratio was 0.62:1 for the PS line and 0.88:1 for WS line. Fecundity was 4.08×10^6 eggs/PS clam and 1.24×10^6 eggs/WS clam. There were no significant differences ($P > 0.05$) in sizes of eggs, D-larvae, and metamorphosed larvae between the two lines. The single-siphon juveniles of PS clams were larger ($P < 0.05$) in shell size than those of WS clams, while the double-siphon juveniles of the former were smaller ($P < 0.05$) than the

基金项目:国家 863 资助项目(2006AA10A410);辽宁省重大科研资助项目(990387)

收稿日期:2008-01-02; 修订日期:2008-05-07

作者简介:张跃环(1981~),男,吉林双阳人,硕士生,主要从事贝类养殖与繁育及遗传育种研究. E-mail: kilroy9269@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Yanxiwu2002@163.com

Foundation item: The project was financially supported by National 863 Project of China(No. 2006AA10A410); The Key Project of Liaoning Province (No. 990387)

Received date: 2008-01-02; **Accepted date:** 2008-05-07

Biography: ZHANG Yue-Huan, Master candidate, mainly engaged in shellfish culture and breeding. E-mail: kilroy9269@163.com

latter. At the pelagic larval stage (0–16 days), there were no significant differences in the daily growth rate and survival of larvae between the two lines. During the metamorphosis (16–24 days), the daily growth rate of PS line ($(3.91 \pm 0.67) \mu\text{m d}^{-1}$) was significantly greater ($P < 0.05$) than that of WS line ($(2.64 \pm 0.34) \mu\text{m d}^{-1}$). The metamorphosis rate of the former ($15.68\% \pm 3.06\%$) was also higher than that of the latter ($5.32\% \pm 1.53\%$) ($P < 0.01$). During the indoor (24–60 days) and outdoor (60–180 days) rearing periods, the PS line also grew faster and had higher survival than the WS line ($P < 0.05$). These results indicate that the PS line appears to be superior to the WS line in most production traits evaluated.

Key Words: *Ruditapes philippinarum*; dalian population; shell-shape line; growth and development

贝类壳型和生长指标作为数量性状是贝类遗传育种研究的主要内容。通过壳型与生长指标相关分析,筛选出与经济性状紧密相关的壳型,在贝类遗传改良中具有重要意义。生物在遗传上的差异及其与数量性状的关系即在研究遗传变异的同时,对数量性状进行全面的分析比较,用更多的有效参数来研究形态性状与基因变异的关系及不同群体间的差异,是现代群体遗传学研究的一个热点领域^[1]。由于菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)的壳型随环境变化很大,壳色和壳面花纹各异,分类学家曾将其定为许多不同的种^[2]。闫喜武等^[3]在对菲律宾蛤仔莆田群体与大连群体生物学比较中发现,大连群体和莆田群体在壳型上存在明显差异;刘仁沿等^[4]探讨了我国沿海6个菲律宾蛤仔群体形态性状与遗传变异的关系,发现不同地理群体菲律宾蛤仔壳型存在多态性;刘晓等^[5]在研究海湾扇贝(*Argopecten irradians*)4次引种后代的表型特征和遗传分化中发现,海湾扇贝不同群体的壳型存在比较稳定的差异;刘小林等^[6]分析了栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)壳型与体重的关系,金启增等^[7]研究了华贵栉孔扇贝(*C. nobilis*)生长指标的相互关系;钱旭阳等^[8]在泥蚶(*Tegillarca granosa*)数量性状的相关分析中发现,泥蚶壳高与壳长、壳高与壳宽、壳长与壳宽之间均具显著的正相关;杜晓东等^[9]发现广东和广西地区野生文蛤(*Meretrix meretrix*)壳型差异显著,即广西群体的个体呈扁长形,而广东群体个体稍呈圆形;Smith^[10]根据非洲东部青蛤(*Cyclina sinensis*)的壳型、壳色多态间的遗传变异关系,将其划分为14个群体;Toro & Newkirk^[11]研究了欧洲牡蛎(*Ostrea edulis*)壳长与壳高的关系,Toro等^[12]分析了智利牡蛎(*O. chilensis*)壳长和体重的关系;Sousa等^[13]分析了葡萄牙两个河口区域河蚶(*Corbicula fluminea*)的贝壳形态差异;Jorge等^[14]分析了两种生态型海螺(*Nucella lapillus*)贝壳形态的遗传进化机制。闫喜武等^[15,16]对群体内不同壳色品系的菲律宾蛤仔生长发育进行了系统比较,但是对群体内不同壳型的菲律宾蛤仔生长发育比较的研究目前尚未见报道。本研究用壳型和生长指标来共同探讨不同壳型菲律宾蛤仔亲本与后代生长发育的关系,奠定了壳型的遗传机制初步基础;从而最终达到利用壳型这一数量性状作为标记对菲律宾蛤仔生长发育、经济数量性状进行定向改良的目的。

1 材料与方法

1.1 亲贝来源与种贝选择

本实验用的菲律宾蛤仔亲贝取自辽宁省大连金州区石河镇北海滩涂养殖群体的3龄贝,该群体未经过人工选育。以壳宽为标准,从该群体中选出壳型规整的壳宽型和壳扁型各20kg,作为繁殖群体。

1.2 苗种培育、稚贝中间育成及海上养成

采用“三段法”培育菲律宾蛤仔^[16],分为室内培育阶段、生态池中间育成阶段、海上养成阶段。室内苗种培育于2006年5~7月在大连峻源海珍品有限公司育苗场进行,室外中间育成于2006年7~9月在庄河贝类育苗场的生态池中进行。

将两种亲贝分别放在两个30m³的水泥池中,采用阴干法进行催产。8h后,两种亲贝几乎同时产卵。受精卵在水温20.4℃,盐度34,pH为8.0的条件下,经过30h孵化出D形幼虫。幼虫培育在6个30m³水泥池中,密度为6~8个/ml,每种幼虫培育均设3个重复。试验用水为沙滤海水。每天换水2次,每次换水50%,

每 5d 倒池 1 次。每天投饵 2 次,前期投喂湛江等鞭金藻(*Isochrysis zhanjiangensis*),后期混合投喂湛江等鞭金藻、小球藻(*Chlorella Vulgaris*)和角毛藻(*Chaetoceros*)(1:1:1),投饵量视幼虫摄食和发育情况而定。为防止两种幼虫之间混杂,换水网箱单独使用。测量幼虫时,每次每个重复随机取 30 个。幼虫培育的水温为 19.6 ~ 21.4℃,盐度为 34 ~ 35。为了降低密度效应,定期对幼虫密度进行调整,使每个重复密度保持一致。

当稚贝出现双水管(壳长达 1.2 ~ 1.5mm),即将转入潜居生活时,将其从室内转入庄河滩涂贝类育苗场的生态池中进行中间育成。育成期水温为 22 ~ 28℃,盐度为 20 ~ 26,pH 为 7.84 ~ 8.96。中间育成采用 60 目网袋(40cm × 60cm),每袋装稚贝 500 粒,两种壳型稚贝分别装 3 袋,即有 3 个重复。为了降低密度效应,定期对稚贝密度进行调整,使每个重复密度保持一致。

1.3 指标测定

亲贝雌雄鉴别方法:将其解剖后用微吸管取性腺放入昆虫培养皿中,显微镜下观察。

卵径、幼虫大小和壳长 < 300μm 的稚贝大小在显微镜下用目微尺(100 ×)测量,300μm < 壳长 < 3.0mm 的稚贝测量在显微镜下用目微尺(20 × ~ 40 ×)进行,壳长 > 3.0mm 的稚贝和成体测量用游标卡尺。每次测量设 3 个重复,每个重复随机测量 30 个个体。

变态率为出现鳃原基、足、次生壳稚贝数与足面盘幼虫数量的比值。室内阶段稚贝存活率为转移到室外生态池进行中间育成时测得的稚贝数与 2006 年 7 月 8 日测得的变态稚贝数的比值;中间育成期阶段稚贝存活率为最后收获时的稚贝数量与转移到室外生态池进行中间育成时测得的稚贝数的比值。

1.4 数据处理

用 SPSS11.0 统计软件对数据进行分析处理,Excel 作图。

2 结果

2.1 亲贝鲜重、性比、产卵量

两种亲贝的鲜重、性比、产卵量测量结果见表 1。由表 1 可知,壳宽型亲贝的鲜重与产卵量均小于壳扁型亲贝;壳宽型亲贝的雌性比值高于壳扁型亲贝,但二者都是雄性多于雌性。

表 1 两种亲贝的鲜重、性比及产卵量
Table 1 Fresh weight, sexual ratio, and fecundity of the two type of parents

类别 Item	壳宽型 Wide-shell	壳扁型 Plate-shell
鲜重 Fresh weight (g/ind.)	11.63	15.63
性比 Gender ratio(♀:♂)	0.88:1	0.62:1
产卵量 Fecundity (10 ⁴ eggs/ind.)	124.19	408.50

2.2 卵径、受精率、孵化率、D 形幼虫大小

菲律宾蛤仔两个壳型品系卵径、受精率、孵化率、D 形幼虫大小见表 2。方差分析显示,以上指标均无显著差别($P > 0.05$)。

表 2 两个家系的卵径、受精率、孵化率及初孵 D 形幼虫大小的比较
Table 2 Comparison of two lines in egg-diameter, fertilized rate, hatching rate, and shell length of D-larvae

类别 Item	壳宽型 Wide-shell	壳扁型 Plate-shell
卵径 Egg-diameter (±SD, μm)	70.07 ± 0.82 ^a	70.12 ± 0.96 ^a
受精率 Fertilized rate (%)	98.56 ^a	99.24 ^a
孵化率 Hatching rate (%)	99.16 ^a	99.35 ^a
初孵 D 形幼虫壳长 D larvae (±SD, μm)	100.33 ± 1.05 ^a	100.47 ± 1.00 ^a

同行中具有相同字母者表示差异不显著($P > 0.05$),下同 the same letters in each row mean no significant difference ($P > 0.05$), the same as below

2.3 幼虫的生长、存活及变态

由图 1 可见,在幼虫培育过程中,10 日龄以前,壳宽型亲贝的幼虫 WS 的生长速度快于壳扁型亲贝的幼虫

PS,而后 WS 幼虫的生长速度开始慢于 PS,但统计分析表明,两种壳型幼虫大小差异不显著($P > 0.05, n = 90$)。在整个浮游期,WS、PS 幼虫的生长速度平均分别为 $(9.46 \pm 1.56) \mu\text{m d}^{-1}$ 和 $(9.60 \pm 0.38) \mu\text{m d}^{-1}$,差异不显著($P > 0.05, n = 90$)。

如图 2 所示,在 12 日龄以前,两种壳型幼虫存活率均在 80% 以上,WS 幼虫的存活率虽略高于 PS,但差异不显著($P > 0.05, n = 90$);到 16 日龄时,幼虫出现大批量死亡,存活率下降,WS 幼虫的存活率明显低于 PS ($P < 0.01, n = 3$)。

由表 3 可知,16 日龄以后,当 WS 和 PS 幼虫壳长分别达到 $(191.73 \pm 12.38) \mu\text{m}$ 和 $(199.78 \pm 9.71) \mu\text{m}$ 开始附着,进入变态期。在本试验条件下,变态期大约持续 8~9d。在变态期间,幼虫摄食量小,生长缓慢。WS 和 PS 幼虫生长速度分别为 $(2.64 \pm 0.34) \mu\text{m d}^{-1}$ 和 $(3.91 \pm 0.67) \mu\text{m d}^{-1}$,前者明显慢于后者($P < 0.05, n = 90$);WS 和 PS 幼虫变态规格分别为 $(220.89 \pm 6.64) \mu\text{m}$ 和 $(239.00 \pm 7.04) \mu\text{m}$,二者差异显著($P < 0.05, n = 90$);WS 和 PS 幼虫变态率分别为 $(5.32 \pm 1.53)\%$ 和 $(15.68 \pm 3.06)\%$,差异极显著($P < 0.01, n = 3$)(表 3)。

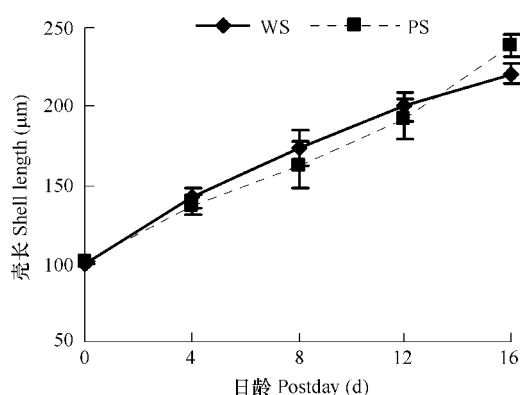


图 1 菲律宾蛤仔两个家系幼虫生长比较

Fig. 1 The larval growth of two lines

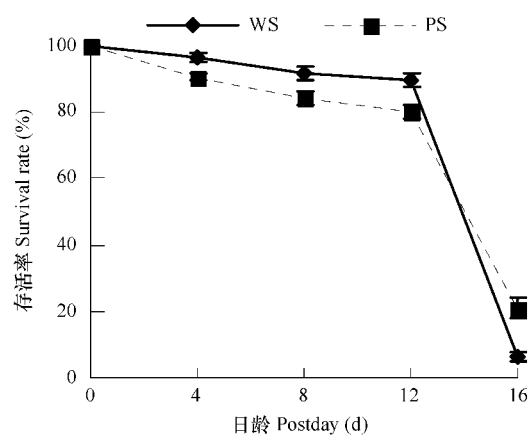


图 2 菲律宾蛤仔两个家系幼虫存活比较

Fig. 2 The larval survival of two lines

表 3 两个家系幼虫附着大小、变态率、变态规格、单、双水管稚贝大小比较

Table 3 Comparison of two lines in setting size, metamorphosis rate, metamorphic size, and single siphon and double siphon juveniles size

类别 Item	壳宽型品系 Wide-shell strain	壳扁型品系 Plate-shell strain
附着大小 Settling size ($\pm$ SD, μm)	191.73 ± 12.38^a	199.78 ± 9.71^a
变态率 Metamorphosis rate ($\pm$ SD, %)	5.32 ± 1.53^a	15.68 ± 3.06^b
变态规格 Metamorphic size ($\pm$ SD, μm)	220.89 ± 6.64^a	239.00 ± 7.04^b
单水管稚贝 Single siphon juvenile ($\pm$ SD, μm)	300.00 ± 8.21^a	318.11 ± 7.63^b
双水管稚贝 Double siphon juvenile ($\pm$ SD, μm)	1399.00 ± 47.62^a	1191.00 ± 32.84^b

表 4 菲律宾蛤仔两个家系幼虫、稚贝生长速度的比较

Table 4 The larval and juvenile growth comparison of two lines

类别 Item	壳宽型品系 Wide-shell strain	壳扁型品系 Plate-shell strain
浮游期 The pelagic stage (0—16 post-day, $\pm$ SD, $\mu\text{m d}^{-1}$)	9.46 ± 1.56^a	9.60 ± 0.38^a
变态期 The metamorphic stage (16—24 post-day, $\pm$ SD, $\mu\text{m d}^{-1}$)	2.64 ± 0.34^a	3.91 ± 0.67^b
室内培育期 The indoor stage (24—60 post-day, $\pm$ SD, $\mu\text{m d}^{-1}$)	26.92 ± 3.92^a	37.67 ± 2.83^b
室外养成期 The outdoor stage (60—120 post-day, $\pm$ SD, $\mu\text{m d}^{-1}$)	179.27 ± 17.93^a	207.93 ± 17.15^b
室外养成期 The outdoor stage (120—180 post-day, $\pm$ SD, $\mu\text{m d}^{-1}$)	81.86 ± 15.67^a	89.94 ± 12.52^b

2.4 稚贝的生长与存活

在室内培育阶段,稚贝生长快,如图 3 PS 稚贝生长速度快于 WS,生长速度分别为 (37.67 ± 2.83) 、 $(26.92$

± 3.92) $\mu\text{m d}^{-1}$, 差异显著 ($P < 0.05, n = 90$) (表 4); 在生态池中间育成阶段, 如图 4 PS 稚贝的生长速度明显高于 WS, 60 ~ 120 日龄生长速度分别为 (207.93 ± 17.15)、(179.27 ± 17.93) $\mu\text{m d}^{-1}$; 120 ~ 180 日龄分别为 (89.94 ± 12.52)、(81.86 ± 15.67) $\mu\text{m d}^{-1}$, 差异极显著 ($P < 0.01, n = 90$) (表 4)。

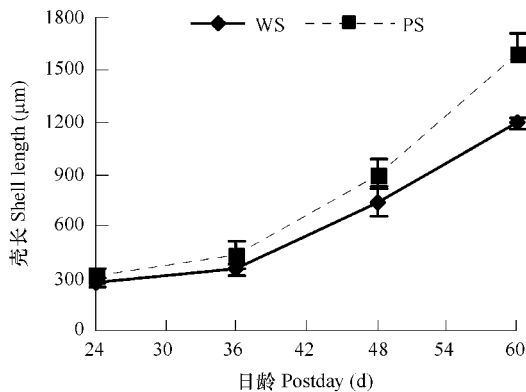


图 3 菲律宾蛤仔两个家系稚贝室内期间生长比较

Fig. 3 The juvenile growth of two lines in indoor

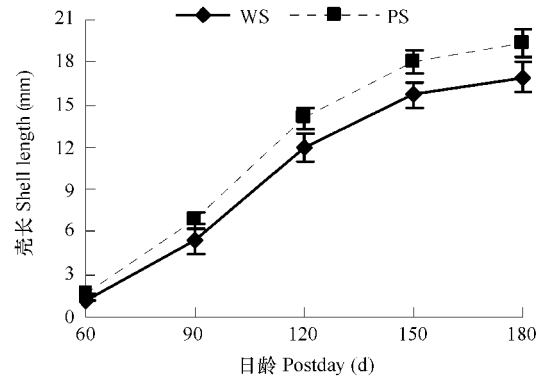


图 4 菲律宾蛤仔两个家系稚贝中间育成期间生长比较

Fig. 4 The juvenile growth of two lines in outdoor

由图 5 可见, 在室内培育过程中, 30 ~ 60 日龄 PS 稚贝存活率显著高于 WS ($P < 0.01, n = 90$)。由图 6 可知, 稚贝由室内转入生态池进行中间育成, 60 ~ 180 日龄 PS、WS 稚贝存活率分别为 $91.33\% \pm 1.15\%$ 、 $82.85\% \pm 1.87\%$, 差异显著 ($P < 0.05, n = 90$)。

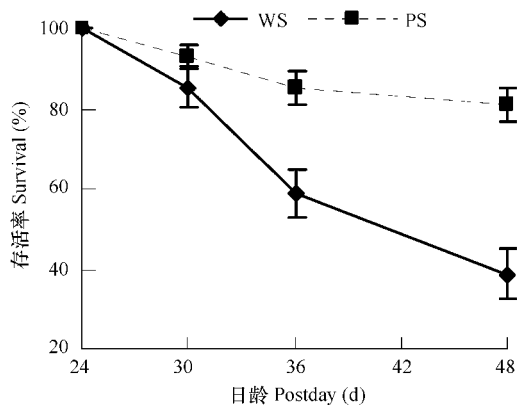


图 5 两个壳型家系稚贝室内期间存活比较

Fig. 5 The juvenile survival of two lines in indoor stage

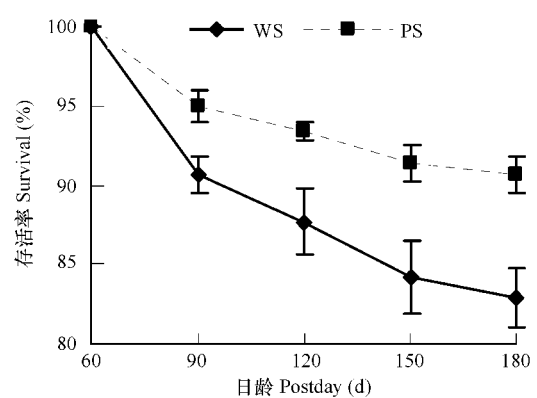


图 6 两个壳型家系稚贝中间育成期间存活比较

Fig. 6 The juvenile survival of two lines in outdoor stage

2.5 亲本与子代的壳型表现

亲本与子代的贝壳形态指标见表 5。亲本 WS、PS 蛤仔壳宽与壳长的比值分别为 0.52、0.42, 彼此间差异显著; 放射肋条数为 54 ~ 60, 96 ~ 102。子代中 WS、PS 蛤仔的 W/L 在 90 ~ 180 日龄分别为 0.42 ~ 0.48、0.33 ~ 0.39, 彼此间差异显著, 但比亲本的比值小; 此时壳长的生长快于壳宽; 但放射肋条数仍为 54 ~ 60, 96 ~ 102, 说明放射肋数目具有稳定的遗传性。

3 讨论

菲律宾蛤仔壳型随环境变化很大, 壳色和壳面花纹各异, 早期分类学家曾将其定义为许多不同的种。根据菲律宾蛤仔贝壳形态差异与其栖息环境的关系, 庄启谦^[2]将其暂定为两种生态型: 即一种是生活在潮间带中上部, 特别是在砾石、粗砂底质。贝壳较厚, 高度与长度大致相等, 放射肋粗而隆起, 壳内面常呈紫色, 与本文中的壳宽型家系相符; 另一种是生活在潮间带下部和浅海的蛤仔。贝壳通常较薄, 长度明显大于高度, 放射

表 5 亲本与子代的壳型表现

Table 5 The shell shape morphological of parents and progenies

类别 items		壳长(mm) shell length	壳宽(mm) shell width	壳宽/壳长 shell width/ shell length	放射肋(条) radial rib(strip)
亲本 parents	WS	31.27 ± 2.12	16.54 ± 1.07	0.52 ± 0.02	54 ~ 60
	PS	39.92 ± 2.26	16.91 ± 1.02	0.42 ± 0.02	96 ~ 102
子代(90 post-day) progenies	WS	5.47 ± 0.41	2.29 ± 0.16	0.42 ± 0.01	—
	PS	6.85 ± 0.58	2.26 ± 0.13	0.33 ± 0.01	—
子代(120 post-day) progenies	WS	10.24 ± 0.97	4.81 ± 0.28	0.47 ± 0.01	54 ~ 60
	PS	13.39 ± 0.48	4.82 ± 0.25	0.36 ± 0.01	96 ~ 102
子代(180 post-day) progenies	WS	16.02 ± 1.08	7.69 ± 0.38	0.48 ± 0.01	54 ~ 60
	PS	19.40 ± 1.03	7.56 ± 0.35	0.39 ± 0.01	96 ~ 102

肋较细、平,壳面多呈白色,与本文中壳扁型家系一致。这两种生活在潮间带上分布不同,生活环境有差异的蛤仔,虽然在壳型上有所差异,但放射肋的数目、水管形态、精子以及内部构造是一致的。在相同的环境条件下,两种蛤仔壳型品系子代大约在 3 ~ 5mm 就表现出壳型差异,以后随着个体的发育,逐步表现的越来越明显,即壳宽型蛤仔壳宽与壳长的比值明显大于壳扁型蛤仔;这也许与长期的区域隔离有关,由于长时间的区域隔离,导致其生殖季节发生变化,从而出现生殖隔离^[20]。生物可遗传的变异是选择育种的基础,达尔文创立的生物进化学说的中心内容是变异、遗传和选择。变异是选择的基础,提供选择所需的材料,没有变异的生物界就会一成不变,选择也就无从谈起;遗传是选择的保证,没有遗传,选择就失去了意义;有了有利的变异和这些变异的遗传,还要通过不断的选择把它们保留和固定下来^[21]。经过若干世代的繁衍,将微小的壳型差异逐渐累积起来,形成现今较明显的遗传差异,这种差异表现出稳定的遗传性,这与刘晓^[5]等对海湾扇贝的调查结果一致。此外,庄启谦将放射肋条数作为菲律宾蛤仔与杂色蛤的分类标准,认为菲律宾蛤仔 > 90 条、杂色蛤 50 ~ 70 条;菲律宾蛤仔壳宽型品系放射肋数目均在 50 ~ 70 条范围内。为此,针对大连群体,不能盲目地将放射肋条数作为菲律宾蛤仔与杂色蛤的重要分类标准,这也许与当年标本采集地点比较单一有关。亲本与子代的壳型表现说明:放射肋条数目可以稳定遗传,且不受环境因子制约;这与经典的玉米穗长度实验一致,当长穗与短穗分别自交时,其子代与亲本表现相同^[22]。故可以将放射肋的数目用来标记壳型变化,进一步将比较容易观察的壳型这一表观数量性状作为选种的标准。综上所述,菲律宾蛤仔壳型变异机制由遗传基因决定,表现形式受环境影响,这与 Jorge 等^[13,14]观点一致。

两种壳型菲律宾蛤仔雌雄比例、产卵量不同,这与性腺成熟度有关。两品系蛤仔卵径、D 形幼虫大小、变态规格无显著差异,单水管、双水管稚贝的大小差异显著。说明壳型与卵径、D 形幼虫、变态规格间没有必然联系,但与单水管、双水管稚贝的大小存在某种联系。这与闫喜武^[15]、郑怀平等^[17]在对不同壳色菲律宾蛤仔、海湾扇贝的研究结果相同。

壳型作为数量性状与生长发育、经济性状的联系可能与贝类的遗传、生理特性以及生态环境等有关^[18,19]。幼虫浮游期间(0 ~ 16 日龄),两家系幼虫生长差异不显著,12 日龄以前幼虫存活率差异也不显著,16 日龄时,壳宽型幼虫存活率低于壳扁型,且差异显著;变态期间(16 ~ 24 日龄),两家系幼虫生长缓慢,壳宽型、壳扁型变态率差异极显著。说明壳型对幼虫变态率有影响,这与闫喜武^[15]在对不同壳色菲律宾蛤仔生长发育比较的研究结果相一致。稚贝在室内培育期间(24 ~ 60 日龄),壳扁型稚贝生长速度、存活率均高于壳宽型,且差异显著。稚贝在生态池中育成阶段(60 ~ 180 日龄),壳扁型稚贝生长快,两家系稚贝存活率均在 80% 以上,以壳扁型稚贝较高,差异显著。说明生长、存活等表型性状在生活史的早期尚未表现出来,这与闫喜武^[15]、郑怀平等^[17]对不同壳色菲律宾蛤仔、海湾扇贝的研究结果是一致的。随着蛤仔的发育,生长速度、抗逆性在不同壳型之间的差异越来越明显,壳扁型品系生长更快、抗逆性更强。经过幼虫、稚贝培育等环节,2006 年 9 月份,两品系后代在生长速度、抗逆性等方面存在显著差别。这与郑怀平等^[17]对不同壳色海湾扇贝的研究结果是一致的。说明以壳型作为亲本选择的依据,筛选出与生长发育、经济性状紧密相关的壳型性状

对选种是非常必要的。本文的研究为壳型的遗传机制及以壳型为标记的菲律宾蛤仔遗传育种奠定了基础。

References:

- [1] Wang X Z, Yang Y H. Principle of population genetics. Chengdu: The Press of Sichuan University, 1992.
- [2] Zhuang Q Q. Fauna Sinica, Phylum Mollusca, Class Bivalvia, Family Veneridae. Beijing: Science Press, 2001. 278.
- [3] Yan X W, Zhang G F, Yang F, et al. Biological comparisons between putian population and dalian population of manila clams *Ruditapes philippinarum*. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(12): 3329—3334.
- [4] Liu R Y, Zhang X C, Ma C D, et al. Study on the correlation between morphological characters and genetic variation of *Ruditapes philippinarum*. Marine Environmental Science, 1999, 18(2): 5—10.
- [5] Liu X, Sun B, Zhang G F, et al. Morphology and genetic differentiation in offsprings of four transplanted bay scallop populations. Oceanologia Etlimnologia Sinica, 2006, 37(1): 61—68.
- [6] Liu X L, Chang Y Q, Xiang J H, et al. Analysis of effects of shell size characters on live weight in Chinese scallop *Chlamys farreri*. Oceanologia Etlimnologia Sinica, 2002, 33(6): 73—78.
- [7] Jin Q H, Guo C L, Li H. Study on relationship between growth indexes of *Chlamys nobilis*. In: Jin Q H. Seeding and cultivation biology of *Chlamys nobilis*. Beijing: Science Press, 1996. 90—97.
- [8] Qian X Y, Zhang Y J. The quantitative characters correlated response of *Tegillarca Granosa*. Journal of Wenzhou Nomal College, 2004, 25(2): 84—86.
- [9] Du X D, Deng Y W, Ye F L, et al. Genetic diversity of seven wild populations of *Meretrix meretrix*. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(1): 41—47.
- [10] Smith D A S. Polymorphism and selective predation in *Donax faba* Gmelin (Bivalvia: Tellinacea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1975, 17(2): 205—219.
- [11] Toro J E, Newkirk G F. Divergent selection for growth rate in the European oyster *Ostrea edulis*: response to selection and estimation of genetic parameters. Marine Ecology Progress Series, 1990. 62(3): 219—227.
- [12] Toro J E, Aguila P, Vergara A M. Spatial variation in response to selection for live weight and shell length from data on individually tagged Chilean native oysters (*Ostrea chilensis* Philippi, 1845). Aquaculture, 1996, 146(1-2): 27—36.
- [13] Sousa R, Freire R, Rufino M, et al. Genetic and shell morphological variability of the invasive bivalve *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) in two Portuguese estuaries. Estuarine Coastal and Shelf Science, 2007, 74(1-2): 166—174.
- [14] Jorge G V, Isabelle C, Thierry B, et al. The evolutionary mechanism maintaining shell shape and molecular differentiation between two ecotypes of the dogwhelk *Nucella lapillus*. Evolutionary Ecology, 2007.
- [15] Yan X W, Zhang G F, Yang F, et al. A comparison of growth and development of Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) from two pedigrees. Journal of Dalian Fisheries University, 2005, 20(4): 266—269.
- [16] Yan X W. The culture biology and technology and selective breeding in Manila clam, *Ruditapes philippinarum* Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 2005.
- [17] Zheng H P, Zhang G F, Liu X, et al. Establishment of different shell color lines of Bay scallop *Argopecten irradians* Lamarck (1819) and their development. Oceanologia Etlimnologia Sinica, 2003, 34(6): 632—638.
- [18] Raffaelli D. Recent ecological research on some European species of Littorina1. Journal of Molluscan Studies, 1982, 48(3): 342—354.
- [19] Sokolova I M, Poertner H O. Physiological adaptations to high intertidal life involve improved water conservation abilities and metabolic rate depression in *Littorina saxatilis*. Marine Ecology Progress Series, 2001, 224: 171—186.
- [20] Lou Y D. Fish breeding science. Beijing: Chinese agriculture Press, 1998. 23.
- [21] Fan Z T. Aquaculture animals breeding science. Beijing: Chinese Agriculture Press, 2005. 58.
- [22] Liu Z D. Genetics. Beijing: Higher Education Press, 2001. 256.

参考文献:

- [1] 王喜忠, 杨玉华. 群体遗传学原理. 成都: 四川大学出版社, 1992.
- [2] 庄启谦. 中国动物志, 软体动物门, 双壳纲, 帘蛤科. 北京: 科学出版社, 2001. 278.
- [3] 闫喜武, 张国范, 杨凤, 等. 菲律宾蛤仔莆田群体与大连群体生物学比较. 生态学报, 2005, 25(12): 3329~3334.
- [4] 刘仁沿, 张喜昌, 马成东, 等. 菲律宾蛤仔形态性状及与遗传变异的关系研究. 海洋环境科学, 1999, 18(2): 6~10.
- [5] 刘晓, 孙博, 张国范, 等. 海湾扇贝 4 次引种后代的表型特征和遗传分化. 海洋与湖沼, 2006, 37(1): 61~68.
- [6] 刘小林, 常亚青, 相建海, 等. 栉孔扇贝壳尺寸性状对活体重的影响效果分析. 海洋与湖沼, 2002, 33(6): 673~678.
- [7] 金启增, 郭澄联, 黎辉. 华贵栉孔扇贝生长指标相互关系研究. 金启增. 华贵栉孔扇贝育苗与养殖生物学. 北京: 科学出版社, 1996. 90~97.
- [8] 钱旭阳, 张永普. 泥蚶数量性状的相关分析. 温州师范学院学报, 2004, 25(2): 84~86.
- [9] 杜晓东, 邓岳文, 叶富良, 等. 广东和广西地区野生文蛤的遗传多样性. 中国水产科学, 2004, 11(1): 41~47.
- [15] 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. 大连水产学院学报, 2005, 20(4): 266~269.
- [16] 闫喜武. 菲律宾蛤仔养殖生物学、养殖技术与品种选育. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 2005.
- [17] 郑怀平, 张国范, 刘晓, 等. 不同贝壳颜色海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 家系的建立及生长发育研究. 海洋与湖沼, 2003, 34(6): 632~639.
- [20] 楼允东. 鱼类育种学. 北京: 中国农业出版社, 1998. 23.
- [21] 范兆廷. 水产动物育种学. 北京: 中国农业出版社, 2005. 58.
- [22] 刘祖洞. 遗传学. 北京: 高等教育出版社, 2001. 256.