

# 菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*) 大连群体家系建立及生长比较\*

霍忠明<sup>1</sup> 闫喜武<sup>1</sup> 张跃环<sup>1</sup> 杨 凤<sup>1</sup> 张国范<sup>2</sup>

(1. 大连海洋大学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** 于 2008 年 6 月, 以大连野生型蛤仔为材料, 采用巢式设计即 1 个雄性亲本与 3 个雌性亲本交配的方式建立了菲律宾蛤仔 15 个半同胞家系(A, B, ..., O)和 45 个全同胞家系(A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, ..., O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>)。对各家系的壳长、壳宽、壳高、鲜重等各项指标进行了方差分析和多重比较。结果表明, 3、4、5 月龄, 菲律宾蛤仔 45 个全同胞家系的表型性状具有显著差异, 且各月龄的差异趋势基本一致。5 月龄时, 从其生长性状上看, 家系 F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub> 表现出明显的生长优势, 壳长分别提高 28.43%、24.72%、30.53%, 壳宽分别提高 21.14%、22.3%、25.58%, 壳高分别提高 30.88%、26.96%、25.25%, 鲜重分别提高 50.00%、68.42%、44.12%。从其存活上看, 家系 E<sub>3</sub> 的四个表型性状在全同胞家系中最小, 但存活数量最多为 2269 粒, 表现出很强的抗逆性; 具有生长优势的家系 F<sub>2</sub> 存活个数最少仅为 43 粒, 抗逆性相对最差。从其产量上看, 家系 N<sub>3</sub>、I<sub>1</sub>、E<sub>3</sub>、C<sub>1</sub>、N<sub>1</sub>、G<sub>2</sub> 产量较高, 分别比平均产量提高了 77.8%、75.61%、75%、69.45%、53.96%、50.19%。综合以上各项指标家系 G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>、N<sub>3</sub>、E<sub>3</sub>、I<sub>1</sub>、C<sub>1</sub>、N<sub>1</sub> 可作为优良的家系育种材料, 在下一步育种工作中可以利用家系选择及家系杂交的方法对 7 个家系进行遗传改良。

**关键词** 菲律宾蛤仔, 野生群体, 家系, 生长  
**中图分类号** S968.3

菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)是我国重要的海水养殖品种。近年来, 我国北方海区菲律宾蛤仔的健康养殖及室内大规模人工育苗技术趋于成熟, 蛤仔养殖面积逐渐扩大, 蛤仔苗种的需求量日益增多。但目前北方蛤仔苗种均为野生型, 其生长和抗逆性状并没有经过人工选育, 产量极不稳定; 为满足北方海区蛤仔养殖市场需求, 养殖户大批量购进南方苗种在北方养殖, 这给本地海域带来了群体种质资源混杂, 群体遗传变异幅度增大等一系列新问题。然而, 家系选育是解决这些问题的有效途径。

关于贝类家系选育的研究国内外已有一些报道。国外, 学者对美国东部太平洋牡蛎(*Crassostrea gigas*)的选育系和野生群体进行了生长存活比较(Davis *et al.*, 1999), 并建立了太平洋牡蛎的自交家系和杂交家

系, 同时探明了家系内杂种优势机理(Hedgecock *et al.*, 1995)。国内, 中国科学院海洋研究所建立了海湾扇贝(*Argopecten irradians irradians*)的自交家系和杂交家系, 对其自交效应及生长和存活进行了比较, 并探讨了杂种优势的机理(张国范等, 2003; 郑怀平等, 2004); 中国科学院南海海洋研究所建立了马氏珠母贝(*Pinctada martensii*)家系子一代并对其生长进行了比较(何毛贤等, 2007); 大连海洋大学对菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)不同壳色及壳型家系生长发育进行了研究(闫喜武等, 2008, 2009, 2010; 张跃环等, 2008, 2009a; 张跃环, 2008<sup>1)</sup>)。本研究从数量遗传学角度, 利用家系选育原理对大连野生群体蛤仔进行家系选育, 以期培育出适合北方海区养殖的抗逆性强、生长快的蛤仔优良品种。

\* 国家高技术研究发展计划(863)项目, 2006AA10A410 号; 国家“十一五”课题, 2006BAD09A09 号; 辽宁省重大科研项目, 990387 号; 辽宁省教育厅创新团队项目, 2007T104 号; 辽宁省科技特派团项目, 2008203005 号。霍忠明, E-mail: hzm1983@163.com

1) 张跃环, 2008. 菲律宾蛤仔壳色、壳型的品系选育及其遗传机制研究. 大连: 大连水产学院硕士学位论文

通讯作者: 闫喜武, 博士, 教授, E-mail: yanxiwu2002@163.com

收稿日期: 2009-04-13, 收修改稿日期: 2009-06-28

### 1 材料与方法

#### 1.1 亲贝来源

菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)亲贝于2008年4月采自大连黑石礁海区,随机筛选出贝壳无损伤、壳型规整、活力强、无病害的500枚野生蛤仔作为繁殖群体。亲贝在大连庄河海量水产食品有限公司育苗室内人工促熟。

#### 1.2 家系建立

2008年6月初蛤仔性腺成熟,在海水水温23℃,盐度为28,pH为7.8的条件下,亲本经过8h阴干和1h流水刺激开始产卵排精。按照常见滩涂贝类家系建立方法(闫喜武等,2008<sup>1)</sup>,采用巢式设计(表1),1个父本与3个母本交配,建立15个父系半同胞家系(A, B...O)和45个母系全同胞家系(A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>...O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>)。每个家系设置3个重复。

#### 1.3 幼虫和稚贝培育

幼虫和稚贝培育在100L塑料桶中,幼虫密度为6—8个/ml,稚贝密度为4—5粒/cm<sup>2</sup>;每天投饵3次,饵料为湛江等鞭金藻(*Isochrysis zhangjiangensis*)和小球藻(*Chlorella vulgaris*) (体积比为1:1),浮游期投喂(0.2—0.5)×10<sup>4</sup>细胞/(ml·d),稚贝期投喂(1—2)×10<sup>4</sup>细胞/(ml·d),根据幼虫和稚贝的摄食情况适当增减饵料量,保持水中有足量的饵料;每2天全量换水1次,为避免不同家系蛤仔的混杂,每组换水的筛绢网单独使用。培育期间,试验用水均为沙滤海水,水温为

19—23℃,盐度为28—29,pH为7.8—8.0。为了消除培育密度的影响,在培育阶段每3天对密度进行调整,使各个家系密度基本保持一致。各个家系分桶培育,严格隔离。

#### 1.4 幼贝养成

各家系蛤仔平均壳长至1mm左右时,分别将其从100L塑料桶中转入对角线长为700μm的筛绢网袋中,每袋中的数量为400—500粒,挂于生态池中进行中间育成。育成期间,每7天更换一次网袋,随着蛤仔的生长,逐渐更换网目为对角线为1—3mm网袋,每袋蛤仔数量调整为100—150粒继续在生态池中养成。养成期间,生态池水温为19—23℃,盐度为28—29,pH为7.8—8.0。

#### 1.5 数据测量及分析

每个家系随机测量30个个体。利用游标卡尺(0.02mm)测量每个家系3、4、5月龄的壳长,及5月龄的壳宽、壳高。使用电子天平(0.001g)称量每个家系个体的鲜重。变异系数为标准差与平均值的百分率;全同胞家系产量为各家系的蛤仔总鲜重。采用SPSS13.0软件对数据进行统计分析(ANOVA),Excel软件作图。

## 2 结果

### 2.1 全同胞家系表型性状生长比较及相关性

蛤仔全同胞家系3、4、5月龄壳长比较见图1。结果表明:45个全同胞家系3月龄与4、5月龄壳长

表1 巢式设计建立家系的方法  
Tab.1 The method of unbalanced nest design

父本	母本	家系子一代 F <sub>1</sub>	.....	父本	母本	家系子一代 F <sub>1</sub>
A	♀1	A <sub>1</sub>	♂B, ♂C, ♂D .....	♂O	♀1	O <sub>1</sub>
	♀2	A <sub>2</sub>			♀2	O <sub>2</sub>
	♀3	A <sub>3</sub>			♀3	O <sub>3</sub>

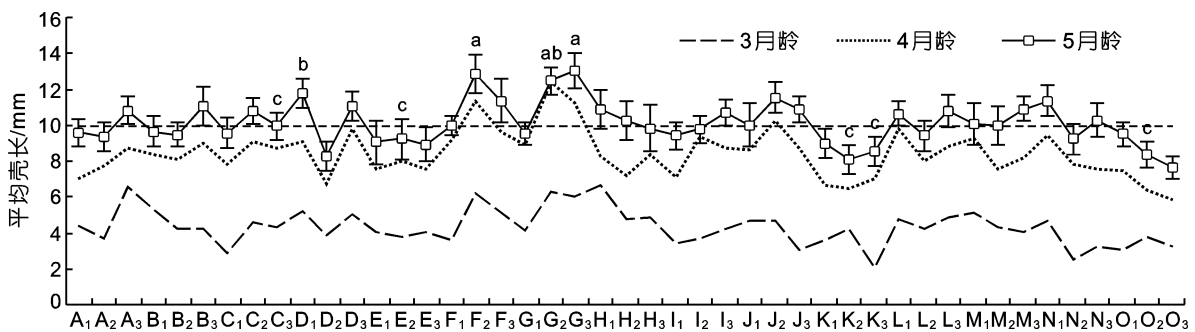


图1 3、4、5月龄全同胞家系的壳长比较

Fig.1 Comparison of the families in shell length at the ages of 3, 4, 5 months  
注: 平均壳长 = (9.99±2.10)mm, 变异系数(CV) = 21.21%

1) 闫喜武, 张跃环, 霍忠明等, 2008. 常见滩涂贝类家系建立方法. 专利公开号: CN101347104

生长比较趋势略有不同, 4月龄和5月龄壳长生长比较的趋势基本一致。5月龄 F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>壳长生长优势明显, 相对于平均壳长分别提高了28.43%、24.72%、30.53%, F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>差异不显著(P>0.05), 与其它家系差异显著(P<0.05)。G<sub>2</sub>与D<sub>1</sub>差异不显著(P>0.05)。E<sub>3</sub>壳长最小与C<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>差异不显著(P>0.05), 与其它家系差异显著(P<0.05)。

蛤仔全同胞家系5月龄壳宽生长比较见图2。结果表明: F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>壳宽生长相对于平均壳宽分别提高了21.14%、22.3%、25.58%; F<sub>2</sub>与G<sub>3</sub>壳宽差异不显著(P>0.05), G<sub>2</sub>与G<sub>3</sub>壳宽差异显著(P<0.05), F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>与其它家系差异显著(P<0.05); E<sub>3</sub>壳宽最小。以E和K为父本的三组家系壳宽偏小, 与E<sub>3</sub>差异不显著(P>0.05); 以G为父本的G<sub>1</sub>壳宽偏小与E<sub>3</sub>差异不显著(P>0.05), 而同一父本的G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>体现出生长优势。

蛤仔全同胞家系5月龄壳高生长比较见图3, 结果表明: F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>壳高生长相对平均壳高分别提高了30.88%、26.96%、25.25%; F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>壳高差异不显著(P>0.05), 与其它家系差异显著(P<0.05); E<sub>3</sub>壳高最小, 而且以E为父本的其它两个家系也偏小与E<sub>3</sub>

差异不显著(P>0.05)。

蛤仔全同胞家系5月龄鲜重比较见图4, 结果表明: F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>鲜重相对于平均鲜重分别提高了50.00%、68.42%、44.12%。F<sub>2</sub>与G<sub>3</sub>鲜重差异不显著(P>0.05), G<sub>2</sub>与G<sub>3</sub>差异不显著(P>0.05); F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>与其它家系差异显著(P<0.05); E<sub>3</sub>鲜重最小, 与D<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub>、O<sub>2</sub>差异不显著(P>0.05), 与其它家系差异显著(P<0.05)。

蛤仔5月龄壳长、壳宽、壳高, 鲜重相关分析见表2。各性状间相关性均呈正相关而且达到显著水平。鲜重与壳长、壳宽、壳高相关性均较大。壳长与壳宽相关性最大, 壳长与壳高的相关性最小。

2.2 全同胞家系产量及数量

蛤仔45个全同胞家系5月龄产量比较见图5, 结果表明: 产量高于平均产量的家系为23个, 低于平均产量的家系有22个, 两者比例接近1:1。将家系产量高于平均产量50%以上的家系定义为高产家系, 高产家系按产量由高到低的顺序排列为N<sub>3</sub>>I<sub>1</sub>>E<sub>3</sub>>C<sub>1</sub>>N<sub>1</sub>>G<sub>2</sub>, 分别比平均产量提高了77.8%、75.61%、75%、69.45%、53.96%、50.19%。

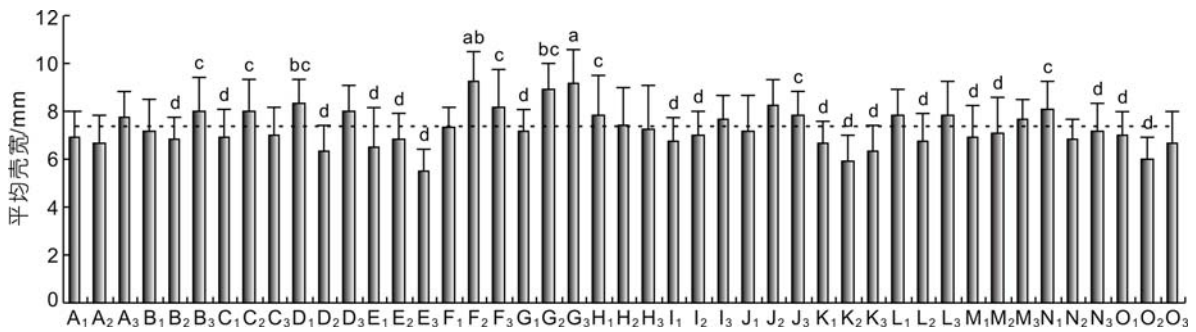


图2 5月龄全同胞家系的壳宽比较

Fig.2 Comparison of the families in shell width at the age of 5 months  
注: 平均壳宽 = (7.31±1.44)mm, 变异系数(CV) = 19.7%

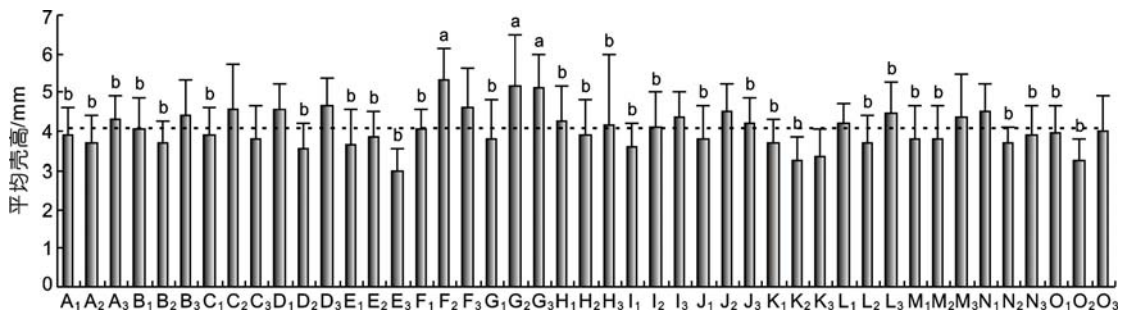


图3 5月龄全同胞家系的壳高比较

Fig.3 Comparison of the families in shell height at the age of 5 months  
注: 平均壳高 = (4.08±0.96)mm, 变异系数(CV) = 23.53%

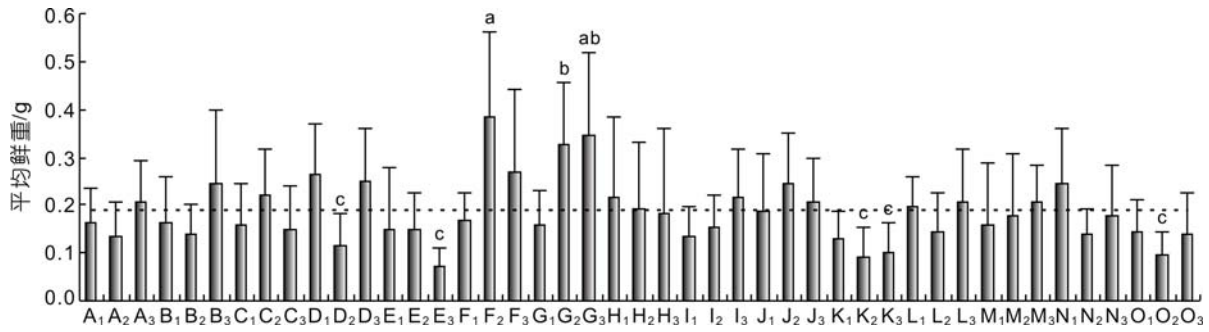


图 4 5 月龄全同胞家系的鲜重比较

Fig.4 Comparison of the families in shell weight at the age of 5 months  
注: 平均鲜重 = (0.19±0.12)g, 变异系数(CV) = 63.16%

表 2 菲律宾蛤仔北方群体 5 月龄壳长、壳宽、壳高、鲜重及表型相关

Tab.2 The correlation coefficient between the phenotype traits of Manila clam at the age of 5 months

类别	壳长	壳宽	壳高	鲜重
壳长	1	—	—	—
壳宽	0.933*	1	—	—
壳高	0.872*	0.895*	1	—
鲜重	0.912*	0.923*	0.902*	1

注: \*表示表型性状相关性极显著( $P < 0.01$ )

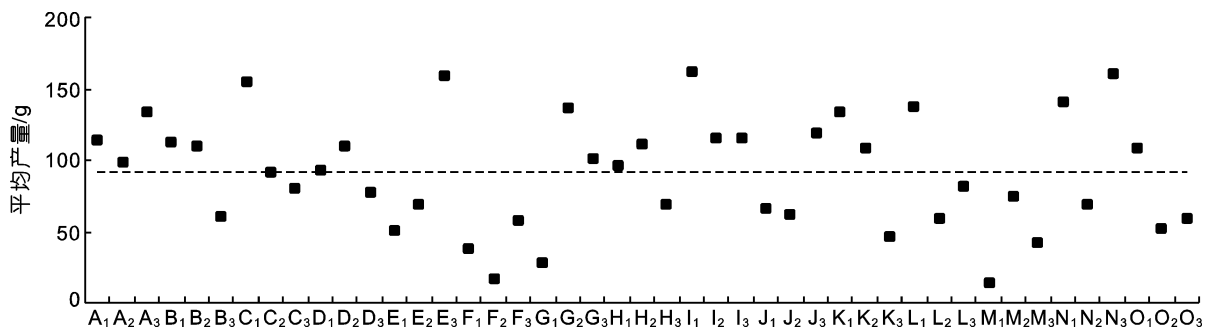


图 5 5 月龄全同胞家系的产量

Fig.5 The yield of the full-sib families at the age of 5 months  
注: 平均产量 = 91.19g

蛤仔 45 个全同胞家系 5 月龄存活个体数量见表 3, 高产家系按存活数量由高到低排列顺序为:  $E_3 > I_1 > N_3 > C_1 > N_1 > G_2$ , 具有生长优势的  $F_2$  存活数量最少。

### 3 讨论

#### 3.1 蛤仔家系生长表型性状比较及遗传分析

蛤仔的壳长、壳宽、壳高、鲜重属数量性状。数量性状由一系列微效基因控制, 这些基因无显隐性之分, 依靠基因的累加作用, 使表型性状呈现连续性变异(盛志廉等, 2001)。因此, 对表型性状进行比较分

析, 有助于了解蛤仔各家系生长基因的遗传背景(闫喜武, 2005)<sup>1)</sup>。蛤仔 45 个家系 3、4、5 月龄壳长差异趋势基本一致。这一结果说明蛤仔家系在生态池中间育成时期, 在环境因素, 基因的显性效应和上位效应的综合作用下, 各家系生长基因加性效应能够稳定表达。这与作者对菲律宾蛤仔家系早期生长发育比较研究不同, 蛤仔家系早期生长性状差异在不同日龄并不一致, 这是由于蛤仔早期要经历浮游期、变态期、单水管期和双水管期等复杂的过程, 在这个过程中蛤仔的生长与母体效应、环境因素, 遗传因素都有

1) 闫喜武, 2005. 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博士学位论文

表 3 全同胞家系 5 月龄个体数量  
Tab.3 Individuals of full-sib families at the age of 5 months

家系	数量(粒)	家系	数量(粒)	家系	数量(粒)	家系	数量(粒)	家系	数量(粒)
A <sub>1</sub>	711	D <sub>1</sub>	355	G <sub>1</sub>	178	J <sub>1</sub>	357	M <sub>1</sub>	87
A <sub>2</sub>	733	D <sub>2</sub>	954	G <sub>2</sub>	422	J <sub>2</sub>	249	M <sub>2</sub>	422
A <sub>3</sub>	641	D <sub>3</sub>	310	G <sub>3</sub>	294	J <sub>3</sub>	584	M <sub>3</sub>	203
B <sub>1</sub>	704	E <sub>1</sub>	342	H <sub>1</sub>	448	K <sub>1</sub>	1045	N <sub>1</sub>	577
B <sub>2</sub>	784	E <sub>2</sub>	458	H <sub>2</sub>	586	K <sub>2</sub>	1203	N <sub>2</sub>	493
B <sub>3</sub>	247	E <sub>3</sub>	2269	H <sub>3</sub>	379	K <sub>3</sub>	464	N <sub>3</sub>	893
C <sub>1</sub>	978	F <sub>1</sub>	222	I <sub>1</sub>	1204	L <sub>1</sub>	695	O <sub>1</sub>	765
C <sub>2</sub>	413	F <sub>2</sub>	43	I <sub>2</sub>	764	L <sub>2</sub>	413	O <sub>2</sub>	554
C <sub>3</sub>	537	F <sub>3</sub>	215	I <sub>3</sub>	532	L <sub>3</sub>	396	O <sub>3</sub>	424

关系(闫喜武等, 2009, 2010)。在对马氏珠母贝家系生长比较的研究中发现马氏珠母贝后期的生长差异基本一致, 并评定出一个生长速度快的家系(何毛贤等, 2007)。在对虾夷扇贝 33 个全同胞家系 4—12 月龄生长研究中, 指出有 5 个家系在各时期各性状上均表现出明显的生长优势, 家系遗传背景的差异是导致家系间生长差异的主要原因(张存善等, 2008)。

对菲律宾蛤仔 45 个全同胞家系 5 月龄壳长、壳宽、壳高、鲜重生长的方差分析和多重比较得出各家系生长性能差异较大。F<sub>2</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub> 具有明显的生长优势, 四个表型生长性状相对于各自平均值有不同程度的提高, 范围在 21.14%—68.42%。E<sub>3</sub> 的四个表型生长性状在全同胞家系中最小。哈代-温伯定律指出在随机交配的大群体中, 群体中基因频率和基因型频率保持不变。采用巢式设计建立蛤仔家系, 限制了蛤仔随机交配, 通过改变基因频率来改进群体的遗传性, 致使各家系的表型性状表现出生长差异。在此基础上人为的对优良家系进行有效的选择和选配, 促使那些有利基因的频率不断增加, 不利基因逐渐减少, 最终获得性状优良的新品种(王金玉等, 2004)。

在各家系的壳宽和壳高的生长比较中, 分别有 17 个和 28 个家系与 E<sub>3</sub> 差异不显著, 而在各家系的壳长和鲜重比较中, 仅有 4 个家系与 E<sub>3</sub> 差异不显著。这种各家系的壳长、壳宽、壳高、鲜重差异显著性不同, 说明在蛤仔全同胞家系子一代中壳长和鲜重相对于壳宽、壳高的生长性状遗传改良效果更加显著。蛤仔 5 月龄壳长、壳宽、壳高、鲜重相关分析, 各性状间相关性均呈正相关而且达到显著水平。鲜重与壳长、壳宽、壳高相关性均较大, 壳长与壳宽相关性最大,

因此在以后的测量中可以通过测定壳长和鲜重来了解家系生长情况, 加快育种工作进展。以 E 和 K 为父本的三组家系壳宽偏小, 与 E<sub>3</sub> 差异不显著( $P>0.05$ )。这可能与其父本的遗传背景有关系。在同一父本 G 内, G<sub>1</sub> 生长较慢, 而 G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub> 生长优势明显。这说明在同一父本内 G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub> 母本的生长基因加性效应优于 G<sub>1</sub> 的母本。在对青蛤家系研究中, 报道了同父异母的家系之间存在的差异显著, 同母异父的家系之间存在差异或差异不显著, 这种现象应归因为母体效应对青蛤家系早期生长发育的影响(杨凤等, 2008)。

### 3.2 全同胞家系产量比较分析

动物的育种目标在于使动物生产取得最大经济效益。产量作为重要的经济指标一直受到育种工作者的关注。在对太平洋牡蛎进行家系选择, 使太平洋牡蛎的产量每代获得了 10%—20% 的遗传改进(Langdon *et al*, 2003)。国外学者利用子自交家系间双列杂交的方法建立太平洋牡蛎杂交家系, 计算了各杂交家系的一般配合力和特殊配合力, 指出各家系的生长和产量存在显著的差异; 牡蛎苗种产量与成体产量相关性显著(Hedgecock *et al*, 2007)。国内的贝类育种工作者主要以壳长、鲜重等生长性状作为选育目标来间接的提高贝类的产量。虽然贝类生长性状的改良可以缩短养殖周期, 降低产业风险, 但实际上贝类产量除与生长性状有关外, 还与其产卵量、受精率、孵化率、变态率、存活率等一系列指标有密切关系, 其中产卵量、受精率、孵化率反映了亲本的繁殖力; 变态率、存活率反映了家系自身的生存力, 繁殖力和生存力是家系抗逆性评定的重要指标。

本文对蛤仔各家系产量的比较, 实际上是对蛤仔家系的生长和抗逆性状的综合评定。结果表明: N<sub>3</sub>、

$I_1$ 、 $E_3$ 、 $C_1$ 、 $N_1$ 、 $G_2$ 为高产家系。蛤仔家系在养殖阶段, 采用挂袋养殖方式, 养殖密度基本一致, 每袋蛤仔数量在 100—150 粒。 $E_3$  四个生长指标在各家系中最小, 但其产量很高, 蛤仔存活数量为 2269 粒, 这说明了  $E_3$  家系的繁殖力和生存力在 45 个全同胞家系中优势明显, 表现出很强的抗逆性。在各家系生长性状比较中  $F_2$  生长优势明显, 但其产量最低, 蛤仔存活数量仅为 43 粒, 说明其抗逆性很差。这可能是由于单对单交配蛤仔家系后代稳定性自然选择的结果, 这种选择就是把趋于极端的变异淘汰掉, 而保留中型变异, 使生物类型具有相对稳定性(王金玉等, 2004)。表型生长性状比较实质是在保证家系培养环境一致条件下, 比较各家系生长性状的遗传差异。培养环境包括水环境和养殖密度,  $F_2$  养殖密度较低, 与其它家系的培养环境并不完全一致, 因此  $F_2$  所具有的生长优势与家系遗传背景和养殖环境都有关。蛤仔高产家系存活数量由高到底排列顺序为  $E_3 > I_1 > N_3 > C_1 > N_1 > G_2$ ,  $I_1$ 、 $N_3$ 、 $C_1$ 、 $N_1$  从生长或存活等单性状考察并不属于优势性状家系。将产量作为多性状选择的总指标, 对各家系进行比较评价,  $I_1$ 、 $N_3$ 、 $C_1$ 、 $N_1$  则可入选优良家系作为蛤仔的育种材料。

### 3.3 大连野生型群体家系选育的意义

以野生型群体作为蛤仔家系选育的基础群体, 优点在于野生群体基因型丰富, 存在较多的经济性状基因。通过家系建立及生长比较可以有效的筛选出具有经济性状优良的家系。在对菲律宾蛤仔养殖生物学的研究中, 学者指出我国南北海区环境差异巨大, 由于长期的地理隔离和对环境的适应, 形成了不同的地理群体。不同地理群体之间在形态、生物学及遗传特性上均可能存在差异; 南方群体移到北方后, 其本身可能需要某些适应性变化, 而大连群体自身的遗传特点更适于北方海区生活环境(闫喜武等, 2005; 张跃环等, 2009b)。国外学者报道了 5 个大珠母贝全同胞家系在不同的盐度下生长情况不同; 其生长基因的表达受环境的影响(Kvingedal *et al*, 2008)。因此, 以大连蛤仔为基础群体建立家系, 来选育适于北方养殖的蛤仔优良品种是一条更为有效的途径。同时本研究所建立的家系也为菲律宾蛤仔的遗传图谱的构建和 QTL 定位提供了宝贵的基础材料。

### 参 考 文 献

- 王金玉, 陈国宏, 2004. 数量遗传与动物遗传育种. 南京: 东南大学出版社, 161—162
- 闫喜武, 张国范, 杨 凤等, 2005. 菲律宾蛤仔莆田群体与大连群体生物学比较. 生态学报, 25(12): 3329—3334
- 闫喜武, 张跃环, 霍忠明等, 2008. 不同壳色菲律宾蛤仔品系间双列杂交的研究. 水产学报, 32(6): 878—889
- 闫喜武, 张跃环, 金晶宇等, 2009. 大连群体两种壳型菲律宾蛤仔的双列杂交. 水产学报, 33(3): 389—395
- 闫喜武, 霍忠明, 张跃环, 2010. 菲律宾蛤仔家系建立及早期生长发育研究. 水产学报, 34(1): 32—39
- 杨 凤, 张跃环, 赵 越等, 2008. 青蛤家系建立及早期生长发育比较. 水产科学, 27(8): 390—396
- 何毛贤, 管云雁, 林岳光等, 2007. 马氏珠母贝家系的生长比较. 热带海洋学报, 26(1): 39—43
- 张存善, 杨小刚, 宋 坚等, 2008. 虾夷扇贝家系的建立及不同家系的早期生长研究. 南方水产, 4(5): 45—50
- 张国范, 刘述锡, 刘 晓等, 2003. 海湾扇贝自交家系的建立和自交效应. 中国水产科学, 10(6): 441—445
- 张跃环, 闫喜武, 杨 凤, 2008. 菲律宾蛤仔大连群体两种壳型家系生长发育比较. 生态学报, 28(9): 4246—4252
- 张跃环, 闫喜武, 王 艳等, 2009a. 不同壳型菲律宾蛤仔的家系建立及早期生长发育比较. 渔业科学进展, 30(2): 71—77
- 张跃环, 闫喜武, 霍忠明等, 2009b. 不同地理群体菲律宾蛤仔生长发育比较. 大连水产学院学报, 24(1): 34—39
- 郑怀平, 张国范, 刘 晓等, 2004. 海湾扇贝杂交家系与自交家系生长和存活的比较. 水产学报, 28(3): 267—272
- 盛志廉, 陈瑶生, 2001. 数量遗传学. 北京: 科学出版社, 9—13
- Davis C V, Barber B, 1999. Growth and survival of selected lines of eastern oysters *Crassostrea virginica* (Gmelin 1791) affected by juvenile oyster disease. Aquaculture, 178: 253—271
- Hedgecock D, Davis J P, 2007. Heterosis for yield and crossbreeding of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Aquaculture, 272: 17—29
- Hedgecock D, MaGoldrick D J, Bayne B L, 1995. Hybrid vigor in Pacific oysters: an experimental approach using crosses among inbred lines. Aquaculture, 137: 285—298
- Kvingedal R, Evans B S, Taylor J J U *et al*, 2008. Family by environment interactions in shell size of 43-day old silver-lip pearl oyster (*Pinctada maxima*), five families reared under different nursery conditions. Aquaculture, 279: 23—28
- Langdon C, Evans F, Jacobson D *et al*, 2003. Yields of cultured Pacific oysters *Crassostrea gigas* Thunberg improved after one generation of selection. Aquaculture, 220: 227—244

## FAMILY SYSTEM AND GROWTH OF DALIAN POPULATION OF MANILA CLAM *RUDITAPES PHILIPPINARUM*

HUO Zhong-Ming<sup>1</sup>, YAN Xi-Wu<sup>1</sup>, ZHANG Yue-Huan<sup>1</sup>, YANG Feng<sup>1</sup>, ZHANG Guo-Fan<sup>2</sup>

(1. *Institute of Life Science and Technology, Dalian Ocean University, Dalian, 116023;*

2. *Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071*)

**Abstract** Fifteen half-sib families and 45 full-sib families were established by using the nest design of ♂: ♀ = 1 : 3, in June 2008. Phenotypic growth traits, such as shell length, shell width, shell height, and fresh weight, were compared among different families by using the ANOVA. The results show that the shell length was significantly different among 45 full-sib families at the age of 3, 4, 5 months; however, the growth tendency of those 3-month-old ones were nearly the same. The growth traits of the 5-month ones showed strong enhancement in F<sub>2</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> having the shell length increased by 28.43%, 24.72%, and 30.53%, the shell width by 21.14%, 22.3%, and 25.58%; the shell height by 30.88%, 26.96%, and 25.25%; the fresh weight by 50.00%, 68.42%, and 44.12%, respectively. E<sub>3</sub> is best in anti-adversity having the smallest phenotypic growth traits and the largest survival rate among all the 45 full-sib families; while F<sub>2</sub> was the poorest in anti-adversity. The yields of family systems N<sub>3</sub>, I<sub>1</sub>, E<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>, and G<sub>2</sub> were improved with 77.8%, 75.61%, 75%, 69.45%, 53.96%, 50.19%, respectively. The results suggest that G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub>, N<sub>3</sub>, E<sub>3</sub>, I<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>, and N<sub>1</sub> are good candidates of breed.

**Key words** *Ruditapes philippinarum*, Wide population, Family, Growth