

# 企鹅珍珠贝(*Pteria penguin*)主要经济性状 对体重的影响效果分析\*

栗志民 刘志刚 王辉 唐西岳

(广东海洋大学水产学院 湛江 524025)

**提要** 采用多元线性回归和通径分析方法,研究企鹅珍珠贝主要经济性状对体重的影响效果。结果表明,6个性状间的相关系数均达到极显著水平( $P < 0.01$ );通径分析表明各经济性状对体重的直接影响效果为软体部重(0.726)>壳长(0.146)>壳高(0.107)>闭壳肌重(0.058)>壳宽(0.049),壳长、壳高、闭壳肌重和壳宽对体重的影响主要通过软体部重实现的,其间接作用依次为0.459、0.371、0.431和0.462;各经济性状对体重的直接决定效应依次为软体部重(0.527)>壳长(0.021)>壳高(0.011)>闭壳肌重(0.003)>壳宽(0.002),壳长通过软体部重对体重的间接决定效应最大为0.134。经多元回归分析,采用逐步回归方法,剔除了偏回归系数不显著的壳宽,建立了壳长、壳高、闭壳肌重和软体部重对体重的最优回归方程: $Y = -26.211 + 0.557X_1 + 0.257X_2 + 0.668X_3 + 1.429X_4$ ,  $R^2 = 0.921$  ( $P < 0.01$ )。

**关键词** 企鹅珍珠贝, 体重, 经济性状, 相关系数, 通径分析, 决定系数

**中图分类号** S966.22

企鹅珍珠贝(*Pteria penguin* Röding)隶属于软体动物门(Mollusca)、瓣鳃纲(Lamellibranchia)、翼形亚纲(Pteromorpha)、珍珠贝目(Pterioida)、珍珠贝科(Pteriidae)、珍珠贝属(*Pteria*),是热带和亚热带的热带海产经济贝类,主要分布于我国广东、广西、海南、台湾沿海,日本九州的南部、琉球群岛,直至菲律宾等地(蔡英亚等,1995)。该贝不仅是培育大型高品质珍珠的理想母贝,而且其硕大的闭壳肌也是一种美味的海珍品。近年来,企鹅珍珠贝养殖规模逐年增大,被认为极具珍珠养殖前景。目前国外学者先后报道了企鹅珍珠贝的毒素A、B和C的决定作用(Takada *et al.*, 2001);研究了企鹅珍珠贝生殖细胞的发生(Arijarasirikoon *et al.*, 2004),以及该品种凝集素的分离、鉴定和分子进化(Naganuma *et al.*, 2006)。而国内学者对企鹅珍珠贝的研究主要集中在人工育苗(余祥勇等,2000)、母贝养成(符韶等,2007;梁飞龙等,2001)、附壳珍珠(符韶等,2000)和游离珍珠(毛勇等,2004)的人

工培育,以及该贝的同工酶谱特征和遗传分析(余祥勇等,2004)的研究。迄今,企鹅珍珠贝选择育种方面的基础研究资料尚缺乏,这不利于该品种通过主要经济性状的选育来培育高品质的珍珠。

在贝类选择育种中,将体重性状作为良种选育最直接的目标性状,进而直接反映贝类的生产性能,备受许多学者的关注。刘小林等(2002)研究了栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)壳尺寸性状对活体重的影响,得出壳高是影响活体重的主要因素;刘志刚等(2007)研究了马氏珠母贝(*Pinctada martensii* Dunker)经济性状对体重的决定效应,表明该贝育种目标性状的选择策略为首选壳长、二选壳高、三选壳宽,并提出加大壳宽的选择强度以培育大型珍珠的观点;王辉等(2007)调查了南海毛蚶(*Scapharca subcrenata*)形态特征与体重的相关性,得出壳厚和壳高是影响体重的最主要因素。高玮玮等(2009)研究了青蛤(*Cyclina sinensis*)贝壳形态性状对软体部重的影响,表明壳高

\* 热带海产无脊椎动物养殖工程研究中心建设项目, GCZX-A0909号;农业部“948”项目“优质南洋珍珠生产关键技术引进与开发利用”, 2010-Z33号。栗志民, 博士, E-mail: lizhimin811@163.com

通讯作者: 刘志刚, 教授, E-mail: lzg919@21cn.com

收稿日期: 2010-05-19, 收修改稿日期: 2010-07-21

对青蛤软体部重的影响最大。本文利用通径分析方法研究企鹅珍珠贝不同经济性状对体重的真实效应, 以确定各经济性状对体重的重要性, 为该品种育种目标性状的选择提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

企鹅珍珠贝(*Pteria penguin*)于 2009 年 11 月 20 日采自湛江市雷州覃斗镇近海珍珠贝养殖区, 该贝系经两年养成且来自同一批种苗的养殖群体。从该群体中随机抽取 25 串(12 枚/串), 把抽取的全部实验贝混合均匀, 然后随机抽取 186 枚进行各形态和重量性状的测量。

### 1.2 方 法

**1.2.1 数据测定** 测定 186 枚企鹅珍珠贝的壳长、壳高、壳宽、闭壳肌重、软体部重和体重(以活体重表示) 6 个经济性状, 测定前把贝体表面附着生物和淤泥洗刷干净。测定标准如下: 壳长为贝壳主体前后与铰合线平行的最大距离; 壳高为从壳顶至腹缘与铰合线垂直的最大距离; 壳宽为捏紧两边贝壳使壳宽不再变小时, 测量壳左右两侧间与铰合线垂直的最大距离; 体重为倒去壳内海水, 用纱布吸去表面及壳缘水分后的重量; 软体部重为取出软体部, 用纱布吸去表面水分的重量; 闭壳肌重为从软体部中分离出闭壳肌, 用纱布吸去表面水分的重量。壳形态性状以游标卡尺测量(精度为 $\pm 0.02\text{mm}$ ), 测定标准如图 1

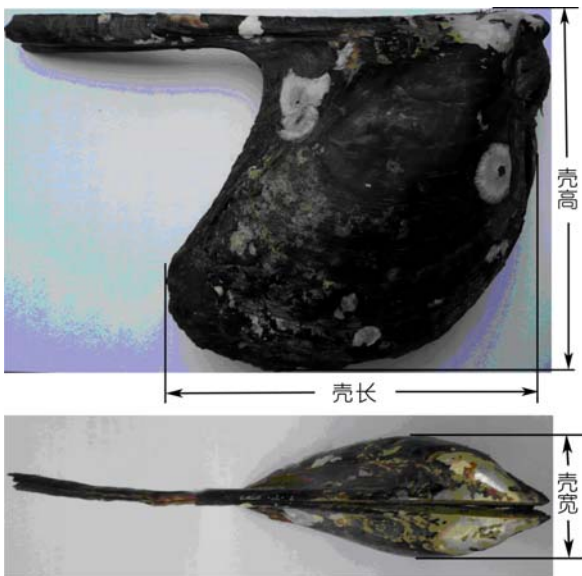


图 1 企鹅珍珠贝形态测量标准

Fig.1 Morphological measurement of *P. penguin*

所示。重量性状用 SHIMADZU AUY120 电子天平(精度为 $\pm 0.1\text{mg}$ )称量。

**1.2.2 分析方法** 用 SPSS13.0 统计软件对实验数据进行处理, 分别对各经济性状进行统计描述、表型相关分析, 通过主要经济性状对体重的通径分析和决定系数计算, 剖析各经济性状对体重的直接作用和间接作用的效应及其大小。通过逐步剔除偏回归系数不显著的性状, 建立最优多元回归方程, 并对方程进行显著性检验, 该方法的具体过程参考 Stevens (2001)、Joseph 等(1998)和刘志刚等(2009)。其相关系数( $r_{xy}$ )、通径系数( $P_i$ )、直接决定系数( $d_i$ )、间接决定系数( $d_{ij}$ )、总决定系数( $d$ )、各性状对体重的总决定系数( $R_i^2$ )的计算公式分别为:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}};$$

$$P_i = R_{xx}^{-1} R_{xy}; d_i = P_i^2; d_{ij} = 2P_i r_{ij} P_j;$$

$$d = \sum_{i=1}^n d_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij}; R_i^2 = d_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n d_{ij}$$

式中,  $r_{xy}$  为  $x$  性状对  $y$  性状的相关系数;  $P_i$  为通径系数;  $R_{xx}^{-1}$  为  $x$  性状间的相关矩阵的逆矩阵;  $R_{xy}$  为  $x$  对  $y$  的相关矩阵;  $d_i$  表示第  $i$  个性状对体重的直接决定系数;  $d_{ij}$  为第  $i$  个性状通过第  $j$  个性状对体重的间接决定系数,  $d$  为所有性状的总决定系数,  $R_i^2$  为各性状对体重的总决定系数,  $r_{ij}$  为  $i$  性状对  $j$  性状的相关系数,  $i, j = 1, \dots, n, i \neq j, n$  为经济性状的个数;  $P_i, P_j$  为相应的通径系数。

## 2 结 果

### 2.1 各经济性状的描述统计

如表 1 所示, 在企鹅珍珠贝主要经济性状描述统计量中, 各性状的变异系数差异较大, 3 个形态性状中壳长、壳高和壳宽的变异系数相对较小, 而 3 个重量性状中闭壳肌重、软体部重和体重的变异系数相对较大, 其中闭壳肌重的变异系数最大, 为 0.272。所有经济性状的标准误均较小, 表明所取样本各参数对总体的估计较接近, 可靠性高。

### 2.2 各经济性状的表型相关

企鹅珍珠贝各经济性状间的表型相关系数见表 2, 这些相关均为皮尔逊相关。由表 2 可见, 各主要经济性状间的表型相关均为正相关, 且都有统计学意

义( $P < 0.01$ )。各经济性状与体重之间的相关系数的大小关系为软体部重(0.939) > 壳长(0.717) > 闭壳肌重(0.679) > 壳宽(0.653) > 壳高(0.598), 且前 4 个性状相关系数明显大于后 1 个性状, 说明软体部重对体重有最大决定效应, 壳长其次。但在多变量情况下, 某两个变量间的皮尔逊相关不能完全反映变量间真实的相关程度, 因为其中含有其它变量的间接影响或效应。通径分析是解决多变量情况下变量相对重要性问题的更有效途径。

### 2.3 通径系数和方差膨胀因子

由表 3 所示, 壳长、壳高、壳宽、闭壳肌重、软体部重与体重之间存在极显著( $P < 0.01$ )的线性关系, 可以对体重进行通径分析。将壳长、壳高、壳宽、闭壳肌重、软体部重对体重的影响效应剖分为直接作用和间接作用, 结果表明壳长、壳高、闭壳肌重、软体部重的通径系数有统计学意义, 呈现极显著( $P < 0.01$ )或显著( $P < 0.05$ )水平, 而壳宽对体重的直接作用(通

径系数)没有统计意义( $P > 0.05$ )。在作为自变量的主要经济性状中, 软体部重对体重的直接作用大于间接作用, 其余的性状为间接作用大于直接作用; 各经济性状对体重的直接影响效果为软体部重(0.726) > 壳长(0.146) > 壳高(0.107) > 闭壳肌重(0.058) > 壳宽(0.049), 壳长、壳高、壳宽和闭壳肌重对体重的影响主要通过软体部重实现的, 其间接作用依次为 0.459、0.371、0.431 和 0.462。由表 3 所示, 各经济性状对体重的方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, *VIF*)数值都没有超过经验值( $VIF < 10$ ), 表明各性状效应的估计和模型建立没有受到复共线性影响, 因而是可靠的。

### 2.4 各主要经济性状对体重的决定程度

表 4 显示企鹅珍珠贝各经济性状对体重的决定程度分析。结果表明, 所有性状总决定系数为 0.921, 因此可以认为壳长、壳高、壳宽、闭壳肌重、软体部重是影响体重的主要经济性状, 而其它影响因素在该样本中较小, 仅为 0.079, 基本可以被排除; 壳长、

表 1 各经济性状的表型统计量  
Tab.1 Apparent statistics of various economic traits ( $n=186$ )

指标	壳长(mm)	壳高(mm)	壳宽(mm)	闭壳肌重(g)	软体部重(g)	体重(g)
平均值	70.667	90.508	35.026	7.489	40.284	98.988
标准差	5.850	9.040	3.041	2.038	10.445	20.271
标准误	0.429	0.663	0.223	0.149	0.766	1.486
变异系数	0.083	0.100	0.087	0.272	0.260	0.205

表 2 各经济性状间的表型相关  
Tab.2 Phenotype correlation coefficients between economic traits

指标	壳高(mm)	壳宽(mm)	闭壳肌重(g)	软体部重(g)	体重(g)
壳长	0.469**	0.608**	0.561**	0.632**	0.717**
壳高		0.481**	0.465**	0.511**	0.598**
壳宽			0.554**	0.594**	0.653**
闭壳肌重				0.636**	0.679**
软体部重					0.939**

注: \*\*表示相关极显著( $P < 0.01$ )

表 3 各经济性状对体重的通径分析  
Tab.3 Path analysis of the effects of economic traits on body weight

指标	相关系数	直接作用 (通径系数)	间接作用					<i>VIF</i>	
			壳长	壳高	壳宽	闭壳肌重	软体部重		
壳长	0.717**	0.146**	0.571	—	0.050	0.030	0.033	0.459	2.024
壳高	0.598**	0.107**	0.491	0.068	—	0.024	0.027	0.371	1.502
壳宽	0.653**	0.049	0.604	0.089	0.051	—	0.032	0.431	1.927
闭壳肌重	0.679**	0.058*	0.621	0.082	0.05	0.027	—	0.462	2.256
软体部重	0.939**	0.726**	0.213	0.092	0.055	0.029	0.037	—	1.917

注: \*表示差异显著( $P < 0.05$ ), \*\*表示差异极显著( $P < 0.01$ )

壳高、壳宽、闭壳肌重、软体部重对体重的总决定系数分别为 0.189、0.101、0.047、0.057 和 0.527, 可得出各经济性状对体重决定程度大小排列为软体部重>壳长>壳高>闭壳肌重>壳宽; 各经济性状对体重的直接决定效应依次为软体部重(0.527)>壳长(0.021)>壳高(0.011)>闭壳肌重(0.003)>壳宽(0.002), 与通径分析呈现一致的变化趋势, 软体部重和壳长对体重的共同决定效应最大, 为 0.134。另外, 在通径分析(表 3)中直接作用显著的壳长、壳高、闭壳肌重和软体部重 4 个性状对体重的总决定系数(表 4)的和达到 0.874,

说明了这 4 个性状是影响体重最主要的性状。

### 2.5 回归模型的建立与检验

根据多元相关和通径分析, 以体重为依变量, 其它性状为自变量对主要经济性状进行多元回归分析。通过剔除偏回归系数不显著的壳宽, 建立以壳长、壳高、闭壳肌重和软体部重为自变量, 体重为依变量最优多元回归方程为:  $Y = -26.211 + 0.557X_1 + 0.257X_2 + 0.668X_3 + 1.429X_4$ , 其中,  $R^2 = 0.921$ ,  $X_1$  壳长,  $X_2$  为壳高,  $X_3$  为闭壳肌重,  $X_4$  为软体部重。方差分析结果显示, 线性回归关系达到极显著水平( $P < 0.01$ ) (表 5)。

表 4 各主要经济性状对体重的决定系数  
Tab.4 Determinant coefficients of economic traits on body weight

指标	壳长(mm)	壳高(mm)	壳宽(mm)	闭壳肌重(g)	软体部重(g)	各性状总决定系数
壳长(mm)	0.021	0.015	0.009	0.010	0.134	0.189
壳高(mm)		0.011	0.005	0.006	0.079	0.101
壳宽(mm)			0.002	0.003	0.042	0.047
闭壳肌重(g)				0.003	0.054	0.057
软体部重(g)					0.527	0.527
所有性状总决定系数						0.921
剩余项的决定系数						0.079

表 5 自变量与依变量关系的方差分析表  
Tab.5 ANOVA table for relationships between independent variables and dependent variable

变异来源	总平方和	自由度 <i>df</i>	均方	<i>F</i> 值	显著性
回归	70013.809	4	17503.452	527.523	0.000
残差	6005.666	181	33.180		
总计	76019.475	185			

## 3 讨论

### 3.1 利用通径分析和多元回归分析探明企鹅珍珠贝主要经济性状对体重的影响

通径分析是由数量遗传学家 Sewall Wright 提出来, 经遗传育种学者不断改进和完善形成的一种多元统计技术(Sewall, 1921), 它通过对自变量和因变量之间的相关分解来研究因变量(性状)的相对重要性。近年来, 通径分析已广泛应用于水产经济动物的鱼类(Debowski *et al*, 1999; Henderson *et al*, 1994)、虾类(董世瑞等, 2007; Caputi *et al*, 1995)和贝类(金启增, 1996)。在本研究中, 从各经济性状的描述统计来看(表 1), 形态性状中壳长、壳高和壳宽的变异系数相对较小, 而重量性状中闭壳肌重、软体部重和体重的变异系数相对较大, 而以闭壳肌重的变异系数最大,

为 0.272。许多学者在它种贝类中也发现类似的现象, 如栉孔扇贝(刘小林等, 2002)、华贵栉孔扇贝(刘志刚等, 2009)和马氏珠母贝(刘志刚等, 2007)。刘志刚等(2007)认为重量性状受生理状况干扰较大, 而形态性状均为贝壳性状, 其量值对同一个体而言不因生理而变化, 只存在个体间的差异。相关分析表明企鹅珍珠贝各经济性状之间关系密切, 且性状间的表型相关均为正相关, 呈极显著水平( $P < 0.01$ ), 说明所选经济性状对体重都产生一定程度的影响(表 2)。在此前提下, 弄清各经济性状对体重影响程度的大小而进行的以体重为依变量, 其余经济性状为自变量的多元回归和通径分析具有实际意义。

由于表型相关分析只是简单的估测了两个变量之间的相关系数, 但在多变量情况下, 某两个变量间的皮尔逊相关不能完全反映变量间真实的相关程度, 因为其中含有其它变量的间接影响或效应。而通径分析是把相关系数剖分成直接和间接影响部分。其中直接影响部分即是通径系数, 其不受其它有关变量的影响, 从而可以通过通径分析来探明两个性状之间的真实关系(盛志廉等, 1999)。在本实验中通过相关分析得出各经济性状与体重之间的相关系数的大小关系为软体部重>壳长>闭壳肌重>壳宽>壳高, 且前 4

个性状相关系数明显大于后1个性状,说明前4个性状对体重有较大决定效应。各经济性状对体重的直接影响效果为软体部重>壳长>壳高>闭壳肌重>壳宽,表明壳长、壳高、壳宽和闭壳肌重对体重的影响主要通过软体部重实现的,其间接作用依次为0.459、0.371、0.431和0.462(表3)。因此,采用通径分析既可以分析计算出各个自变量与依变量之间的直接关系和间接关系,而且可以发现各个自变量之间存在相互制约关系。此外,通径分析的结果表明壳长、壳高、闭壳肌重和软体部重对体重的通径系数达到极显著水平( $P<0.01$ )。而壳宽对体重的通径系数不显著,说明该经济性状对体重的影响较小。在对主要经济性状进行了多元回归分析时发现,壳宽的偏回归系数不显著,在建立回归方程时应予以剔除,说明在本实验中回归分析和通径分析的结果也呈一致的趋势。本结论与刘志刚等(2009)相似。

### 3.2 采用决定系数分析诠释企鹅珍珠贝的选育目标

通过企鹅珍珠贝各经济性状对体重的决定系数分析,所有性状总决定系数为0.921,较接近于1,而其它影响因素在该样本中较小,仅为0.079(表4),说明影响体重的主要经济性状已经找到,其它影响体重的因素较小,基本可以被排除。在通径分析(表3)中直接作用显著的壳长、壳高、闭壳肌重和软体部重性状对体重的总决定系数(表4)的和达到0.874,说明了这4个性状是影响体重最主要的性状。因此,选育目标性状可将这4个性状作为考虑对象。从4个性状对体重的决定系数看,软体部重是决定体重最主要的因素,其次是壳长,再者为壳高,最后是闭壳肌重。并且软体部重对体重的影响主要通过直接影响,其余性状通过间接影响来实现的,这与通径分析的结果一致。上述分析结果与刘小林等(2002)的研究结果有所不同,后者在考察栉孔扇贝形态特征对其体重的影响效果时,得出壳高是影响活体重的主要因素;刘志刚等(2007)在研究马氏珠母贝经济性状对体重的决定效应时,得出壳长对体重的决定效应最大。而本实验结果为软体部重对体重的影响程度最大,其原因应与贝类的种类选择不同有关。

在贝类选择育种中,体重性状是良种选育最直接的目标性状,也是直接反映贝类的生产性能的重要指标,因此,在对企鹅珍珠贝的选育过程中,为获得较高产量,应优先考虑的性状为软体部重,其次是壳长。但由于软体部重的测量在实际操作中有一定的困难,因此不太适合作为育种目标性状。而壳长为易

测性状,且对体重的通径系数和总的决定系数在所有形态性状中最大,是影响体重的最重要的形态性状,因此,其可以作为第一目标性状加以选育。同理,可把壳高作为第二目标性状对壳长加以辅助选育,以达到最佳的选育效果。

### 参 考 文 献

- 王 辉, 刘志刚, 符世伟, 2007. 南海毛蚶形态特征对体重的相关分析. 热带海洋学报, 26(6): 58—61
- 毛 勇, 梁飞龙, 符 韶等, 2004. 企鹅珍珠贝彩虹珠的研究初报. 动物学杂志, 39(1): 100—102
- 刘小林, 常亚青, 相建海等, 2002. 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, 33(6): 673—678
- 刘志刚, 王 辉, 孙小真等, 2007. 马氏珠母贝经济性状对体重决定效应分析. 广东海洋大学学报, 27(4): 15—20
- 刘志刚, 章启忠, 王 辉, 2009. 华贵栉孔扇贝主要经济性状对闭壳肌重的影响效果分析. 热带海洋学报, 28(1): 61—66
- 余祥勇, 王梅芳, 叶富良, 2000. 企鹅珍珠贝个体发生及人工育苗的研究. 海南大学学报, 18(3): 266—269
- 余祥勇, 王梅芳, 刘 永等, 2004. 企鹅珍珠贝同工酶谱特征及其遗传分析. 水产学报, 28(4): 375—381
- 金启增, 1996. 华贵栉孔扇贝育苗与养殖生物学. 北京: 科学出版社, 90—98
- 高玮玮, 袁 媛, 潘宝平等, 2009. 青蛤(*Cyclina sinensis*)贝壳形态性状对软体部重的影响分析. 海洋与湖沼, 40(2): 166—169
- 盛志廉, 吴常信, 1999. 数量遗传学. 北京: 中国农业出版社, 16—26
- 符 韶, 邓陈茂, 梁飞龙等, 2007. 企鹅珍珠贝人工养殖及育珠的研究. 广东海洋大学学报, 27(1): 34—37
- 符 韶, 梁飞龙, 2000. 企鹅珍珠贝附壳珍珠培育的中间试验. 海洋科学, 24(2): 12—14
- 梁飞龙, 符 韶, 余祥勇, 2001. 企鹅珍珠贝亲贝培育与诱导催产的研究. 海洋湖沼通报, 2: 41—45
- 董世瑞, 孔 杰, 万初坤等, 2007. 中国对虾形态性状对体重影响的通径分析. 海洋水产研究, 28(3): 15—22
- 蔡英亚, 张 英, 魏若飞, 1995. 贝类学概论. 上海: 上海科学技术出版社, 209
- Arijarasirikoon U, Kruatrachue M, Sretarugsa P, 2004. Gametogenic process in the pearl oyster, *Pteria penguin* (Roeding, 1798) (Bivalvia, Mollusea). Journal of Shellfish Research, 23(2): 403—409
- Caputi N, Brow N R S, Philliph B F, 1995. Predicting catches of the western rock lobster (*Panulirus Cygnus selective*) based on indices of peurulus and juvenile abundance. ICES, Copenhagen (Denmark), 287—293
- Debowski P, Dobosz S, Robak S *et al*, 1999. Fat level in body of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), and sea trout (*Salmo trutta M. trutta* L.), and method of estimation from morphometric data. Archives of Polish Fisheries, 7(2): 237—

- 243
- Henderson P A, Seaby R M H, 1994. On the factors influencing juvenile flatfish abundance in the lower Severn Estuary. *Neth J Sea Res*, 32(3—4): 321—330
- Joseph F, Hair J R, Rolph E A *et al*, 1998. Multivariate data analysis. 5<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 389—410
- Naganuma T, Ogawa T, Hirabayashi J *et al*, 2006. Isolation, characterization and molecular evolution of a novel pearl shell lectin from a marine bivalve, *Pteria penguin*. *Molecular Diversity*, 10(4): 607—618
- Sewall Wright, 1921. Correlation and caution. *Journal of Agricultural Research*, 20(7): 557—585
- Stevens J P, 2001. Applied Multivariate statistics for the social sciences. 4th ed, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates: 315—364
- Takada N, Umemura N, Suenaga K *et al*, 2001. Structural determination of pteriatoxins A, B and C, extremely potent toxins from the bivalve *Pteria penguin*. *Tetrahedron Letters*, 42(20): 3495—3497

## EFFECTS OF MAIN ECONOMIC TRAITS ON BODY WEIGHT OF *PTERIA PENGUIN*

LI Zhi-Min, LIU Zhi-Gang, WANG Hui, TANG Xi-Yue

(Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang, 524025)

**Abstract** Body weight is both an important objective trait and a direct reflection of performance of production for selective breeding. However, body weight variability is often lead to deviation of trait selection; therefore, the purpose of this study is to find breeding objective traits which possess stable phenotype and with greatest correlation to body weight trait. Effects of main economic traits on body weight of *Pteria penguin* were studied by adopting multiple regression analysis and path analysis. The results showed that the corresponding path coefficients between the 6 main economic traits were highly significant ( $P < 0.01$ ). By path analysis, the direct effects of various economic traits on body weight were edible-part weight (0.726) > shell length (0.146) > shell height (0.107) > adductor weight (0.058) > shell width (0.049). And the economic traits including shell length, shell height, adductor weight, and shell width have indirect effects on body weight through mainly the edible-part weight. Their indirect effects were 0.459, 0.371, 0.431, and 0.462, respectively. The direct determination effects of various economic traits on body weight were edible-part weight (0.527) > shell length (0.021) > shell height (0.011) > adductor weight (0.003) > shell width (0.002). Shell length has the maximum indirect determination effects (0.134) on body weight through the edible-part weight. The shell width, with insignificant partial regression coefficient, was excluded, so the best multiple regression equation, viz. the relation of body weight to shell length ( $X_1$ ), shell height ( $X_2$ ), adductor weight ( $X_3$ ), and edible-part weight ( $X_4$ ) was established as  $Y = -26.211 + 0.557X_1 + 0.257X_2 + 0.668X_3 + 1.429X_4$ ,  $R^2 = 0.921$  ( $P < 0.01$ ).

**Key words** *Pteria penguin*, Body weight, Economic trait, Correlation coefficient, Path analysis, Determination coefficient