

硬壳蛤形态性状与体质量、软体质量及肥满度的相关性和通径分析

陈雅琦, 梁 健, 郭永军, 李永仁

(天津农学院 水产学院, 天津市水产生态及养殖重点实验室, 天津 300384)

摘要: 为研究硬壳蛤形态性状对体质量(Y)、软体质量(Y₁)及肥满度(K)的影响, 测量硬壳蛤的壳长(X₁)、壳宽(X₂)、壳高(X₃)、体质量(Y)和软体质量(Y₁)等指标, 并进行相关性分析、多元回归分析和通径分析。结果表明: 体质量变异系数最高, 壳宽与体质量相关系数最高(0.970)、壳长与软体质量相关系数最高(0.946)、壳长与肥满度相关系数最高(0.203)。壳宽对体质量直接作用最大(0.145)、壳长对软体质量直接作用最大(1.113)、壳长对肥满度直接作用最大(1.752)。形态性状与体质量、软体质量及肥满度的多元回归方程分别为 $Y = -46.359 + 0.288X_1 + 1.723X_2 + 0.640X_3$, $R^2 = 0.949$; $Y_1 = -6.607 + 0.301X_1 + 0.157X_2 - 0.161X_3$, $R^2 = 0.901$; $K = 3.159 + 0.173X_1 + 0.008X_2 - 0.179X_3$, $R^2 = 0.072$ 。壳宽是影响硬壳蛤体质量的主要因素, 壳长是影响硬壳蛤软体质量的主要因素, 各性状与肥满度回归关系不显著, 个体间肥满度差异大。研究结果可为硬壳蛤选育及苗种繁育提供参考。

关键词: 硬壳蛤; 形态性状; 体质量; 相关性分析; 通径分析

中图分类号: X834 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2022)10-0122-07

DOI: 10.11759/hyhx20211016002

硬壳蛤(*Mercenaria mercenaria*)属软体动物门(Mollusca)、帘蛤目(Lamellibranchia), 是自然分布于美国东海岸浅海和滩涂的主要经济贝类之一^[1]。硬壳蛤最早于1997年由中国科学院海洋研究所张福绥院士引进中国^[2], 其对温度及盐度适应范围广、生长速度快、味道鲜美且提取物在抑制肿瘤生长方面具有一定作用, 因此, 迅速成为中国重要的养殖贝类之一^[3]。

体质量、软体质量及肥满度是贝类育种的主要目标性状, 形态性状与体质量、软体质量及肥满度的关系对育种指标选择具有重要的指导意义。目前, 已针对多种贝类开展了相关研究: 王冲等^[4]探究了不同群体毛蚶(*Scapharca subcrenata*)形态性状对重量性状的影响; 闫喜武等^[5]研究了四角蛤蜊(*Macra veneriformis*)形态性状对重量性状的影响效果; HUO 等^[6]讨论了菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)形态性状间的关系以及对体质量的影响; 王成东等^[7]分析了薄片镜蛤(*Dosinia corrugate*)野生群体主要经济性性状间的相互影响; 杜美荣等^[8]探讨了栉孔扇贝(*Chlamys farreri*)形态性状与湿质量之间的关系; 李朝霞等^[9]比较了海湾扇贝(*Argopecten irradians irradians*)自交与杂交子代的生长特征并分析了各养殖时期影响体质量的主要因素; DENG 等^[10]

研究了马氏珍珠贝(*Pinctada martensi*)选育组和对对照组的生长特征及生理参数。已有报道对硬壳蛤形态性状进行研究, 用以设计机械加工设备^[11], 另有研究对硬壳蛤的形态性状与体质量进行相关性分析^[12]。但是, 硬壳蛤的软体质量及肥满度是决定其品质与经济价值的重要因素, 而针对硬壳蛤的形态性状与软体质量及肥满度之间相关性的研究尚未见报道。本研究以池塘养殖的硬壳蛤为样本, 应用回归分析、通径分析以及相关性分析的方法研究其壳长、壳宽、壳高对体质量、软体质量和肥满度的影响, 以期对硬壳蛤选育及苗种繁育工作中的亲贝选择提供参考。

收稿日期: 2021-10-16; 修回日期: 2022-02-23

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0901404); 天津市海水养殖产业技术体系创新团队项目(ITTMR2021003); 现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS49); 天津市科技计划项目(21ZYCGSN00350)

[Foundation: National Key R&D Program of China, No.2018YFD0901404; Tianjin Modern Agro-indurty Technology Research System Aquaculture Shellfish Breeding Positions, No. ITTMR2021003; Earmarked Fund for Modern Agro-indurty Technology Research System, No. CARS-49; Tianjin Project of Science and Technology, No. 21ZYCGSN00350]

作者简介: 陈雅琦(2000—), 女, 河北唐山人, 硕士研究生, 主要从事海水养殖技术研究, E-mail: 870554354@qq.com; 李永仁(1978—), 通信作者, E-mail: lyr1018@163.com

1 材料与方 法

1.1 试验材料

硬壳蛤样本于 2020 年 10 月初采自天津滨海新区南部的海水养殖池塘, 放置在 70 cm×50 cm×30 cm 的蓝色培养箱中暂养, 充气并维持溶氧量 6~8 mg/L, 温度 15~19 ℃。

1.2 试验方 法

1.2.1 数据测定

暂养 2 d 后, 随机选取硬壳蛤 496 只, 清洗壳表, 使用游标卡尺测量壳长、壳宽和壳高, 精度为 0.01 mm, 测量 3 次取平均值, 使用电子天平称量体质量, 精度为 0.01 g。解剖, 分离贝壳与软体部, 称量壳质量、软体质量, 贝壳与软体部放入烤箱, 80 ℃ 烘干 11 h, 分别称量壳干质量和软体干质量。

1.2.2 数据分析

计算硬壳蛤各形态性状的平均值、标准差和变异系数, 计算肥满度, 肥满度=软体干质量/(软体干质量+壳干质量)×100%。应用 SPSS(v20.0)检验壳长(X_1)、壳宽(X_2)和壳高(X_3)与体质量(Y)、软体质量(Y_1)和肥满度(K)的相关性。对硬壳蛤的形态性状与体质量、软体质量和肥满度进行通径分析和决定程度分析, 建立硬壳蛤形态性状与体质量、软体质量及肥满度的回归方程并制图(显著水平为 $P<0.05$, 极显著水平为 $P<0.01$)。

2 结果与分 析

2.1 参数分 析

由表 1 可见, 硬壳蛤各性状的变异系数排序为: 体质量>软体质量>壳宽>肥满度>壳高>壳长, 其变异系数最大的为体质量(66.214%), 最小的为壳长(23.952%)。在形态性状中, 壳宽的变异系数最大(27.766%)。

表 1 硬壳蛤形态性状的描述性统计量

Tab. 1 Descriptive statistics of morphological characters of *Mercenaria mercenaria*

性状	壳长	壳宽	壳高	体质量	软体质量	肥满度
平均值	43.922	23.844	37.693	31.514	4.289	4.23
标准差	10.520	6.621	9.371	20.866	2.817	1.06
变异系数/%	23.952	27.766	24.861	66.214	65.679	24.984

2.2 相关性分 析

2.2.1 形态性状与体质量、软体质量和肥满度的相关性分析

根据表 2, 硬壳蛤各形态性状均显著相关。在形态性状中, 相关系数的排序为: 壳高与壳长>壳宽与壳高>壳宽与壳长。形态性状与体质量相关系数的排序为: 壳宽>壳高>壳长, 与软体质量相关系数的排序为: 壳长>壳宽=壳高, 与肥满度相关系数的排序为: 壳长>壳宽>壳高。

表 2 硬壳蛤形态性状间的相关系数

Tab. 2 Correlation coefficient among morphological characters of *Mercenaria mercenaria*

性状	壳长	壳宽	壳高	体质量	软体质量	肥满度
壳长	1.000	0.977**	0.992**	0.965**	0.946**	0.203**
壳宽		1.000	0.979**	0.970**	0.935**	0.186**
壳高			1.000	0.967**	0.935**	0.178**
体质量				1.000	0.937**	0.164**
软体质量					1.000	0.389**
肥满度						1.000

注: ** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关

2.2.2 形态性状与体质量、软体质量和肥满度的通径分析

通径分析结果如表 3, 由 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y 的通径分析为: $r_{1y}=P_{1y}+r_{12} \times P_{2y}+r_{13} \times P_{3y}=0.145+0.977 \times 0.547+0.992 \times 0.288=0.965115$ 。 X_1 、 X_2 、 X_3 对 Y_1 的通径分析为: $r_{1y_1}=P_{1y_1}+r_{12} \times P_{2y_1}+r_{13} \times P_{3y_1}=0.987+0.977 \times 0.387-0.992 \times 0.423=0.945423$ 。由 X_1 、 X_2 、 X_3 对 K 的通径分析为: $r_{1y_2}=P_{1y_2}+r_{12} \times P_{2y_2}+r_{13} \times P_{3y_2}=1.752+0.977 \times 0.053-0.992 \times 1.612=0.203453$, 与相关系数一致。根据相关系数的组成, 形态性状与体质量的相关系数 r_{ij} 分为各形态性状的直接作用 P_i 和各性状通过其他性状的间接作用 $r_{ij}P_j$ 两部分, 即 $r_{iy} = P_i + \sum r_{ij}P_j$ 。

形态性状对体质量的直接影响中, 壳宽的直接作用最大, 壳宽通过壳高对体质量的间接作用最大。形态性状对软体质量的直接影响中, 壳长的直接作用最大, 壳高通过壳长对软体质量的间接作用最大。形态性状对肥满度的直接影响中, 壳长的直接作用最大, 壳高通过壳长对肥满度的间接作用最大。

在表 4 中, 壳宽对体质量的决定系数最高, 壳宽和壳高共同对体质量的决定系数最大。壳长对软体质量的决定系数最高, 壳高和壳长共同对软体质量的决定系数最大。壳长对肥满度的决定系数最高, 壳高和壳长共同对肥满度的决定系数最大, 与通径分析结果一致。

表 3 硬壳蛤形态性状对体质量、软体质量和肥满度影响的途径分析

Tab. 3 Path analysis of the effects of morphological traits on body weight, soft body weight and fattening degree of *Mercenaria mercenaria*

形态性状影响	性状	相关系数	直接作用	间接作用			
				Σ	X_1	X_2	X_3
形态性状对体质量影响	X_1	0.965	0.145	0.820		0.534	0.286
	X_2	0.970	0.547	0.424	0.142		0.282
	X_3	0.967	0.288	0.679	0.144	0.536	
形态性状对软体质量影响	X_1	0.946	1.113	-0.167		0.359	-0.526
	X_2	0.935	0.367	0.569	1.087		-0.519
	X_3	0.935	-0.530	1.463	1.104	0.359	
形态性状对肥满度影响	X_1	0.203	1.752	-1.547		0.052	-1.599
	X_2	0.186	0.053	0.134	1.712		-1.578
	X_3	0.178	-1.612	1.790	1.738	0.052	

注：表格中的空白表示没有壳长(壳宽、壳高)与壳长(壳宽、壳高)之间的间接作用

2.3 回归分析

2.3.1 多元回归分析

多元线性回归分析表明，硬壳蛤的形态性状与体质量、软体质量和肥满度极显著相关($P < 0.01$)。形态性状与体质量的多元回归方程为： $Y = -46.359 + 0.288X_1 + 1.723X_2 + 0.640X_3$, $R^2 = 0.949$ ；形态性状与软体质量的多元回归方程为： $Y_1 = -6.607 + 0.301X_1 + 0.157X_2 - 0.161X_3$, $R^2 = 0.901$ ；形态性状与肥满度的多元回归方程为： $K = 3.159 + 0.173X_1 + 0.008X_2 - 0.179X_3$, $R^2 = 0.072$ 。

2.3.2 单一性状回归分析

形态性状与体质量之间的曲线拟合见图 1，壳长与体质量的曲线拟合方程为： $Y = 2.163 \times 10^{-4} X_1^{3.097}$ ，相关指数 $R^2 = 0.986$ ；壳宽与体质量的曲线拟合方程为： $Y = 5.744 \times 10^{-3} X_2^{2.664}$ ，相关指数 $R^2 = 0.982$ ；壳高与体质量的曲线拟合方程为： $Y = 5.430 \times 10^{-4} X_3^{2.975}$ ，相关指

数 $R^2 = 0.985$ 。

形态性状与软体质量之间的曲线拟合见图 2，壳长与软体质量的曲线拟合方程为： $Y_1 = 2.070e-005 X_1^{3.187}$ ，相关指数 $R^2 = 0.950$ ；壳宽与软体质量的曲线拟合方程为： $Y_1 = 6.841 \times 10^{-4} X_2^{2.703}$ ，相关指数 $R^2 = 0.932$ ；壳高与软体质量的曲线拟合方程为： $Y_1 = 5.515e-005 X_3^{3.052}$ ，相关指数 $R^2 = 0.936$ 。以上自变量回归系数及截距回归系数差异极显著($P < 0.01$)，回归关系差异极显著($P < 0.01$)。

形态性状与肥满度之间的曲线拟合见图 3。壳长与肥满度的曲线拟合方程为： $K = -0.001 X_1^2 + 0.065 X_1 + 2.415$ ，相关指数 $R^2 = 0.047$ ；壳宽与肥满度的曲线拟合方程为： $K = -0.002 X_2^2 + 0.139 X_2 + 2.298$ ，相关指数 $R^2 = 0.046$ ；壳高与肥满度的曲线拟合方程为： $K = -0.001 X_3^2 + 0.107 X_3 + 1.935$ ，相关指数 $R^2 = 0.043$ 。各性状与肥满度之间回归关系不显著，个体间肥满度差异大。

表 4 硬壳蛤形态性状对体质量、软体质量和肥满度的决定系数

Tab. 4 Determinants of morphological traits on body weight, soft body weight and fattening degree of *Mercenaria mercenaria*

项目	性状	X_1	X_2	X_3	综合决定系数
形态性状对体质量	X_1	0.021	0.155	0.083	0.259
	X_2		0.299	0.308	0.763
	X_3			0.083	0.474
形态性状对软体质量	X_1	1.239	0.798	-1.170	0.867
	X_2		0.135	-0.381	0.552
	X_3			0.281	-1.270
形态性状对肥满度	X_1	3.070	0.181	-5.604	-2.353
	X_2		0.003	-0.167	0.017
	X_3			2.599	-3.172

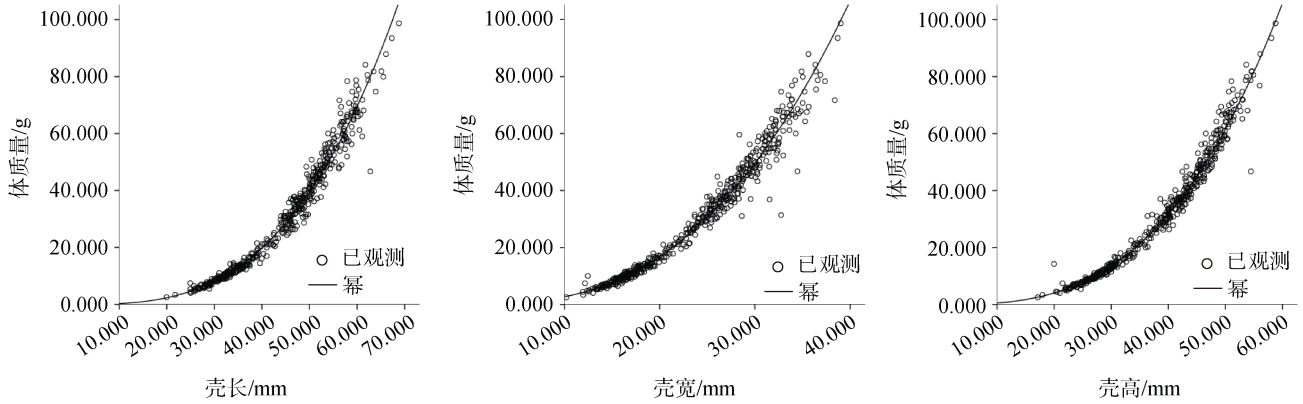


图 1 形态性状与体质量的曲线拟合

Fig. 1 Curve fitting between morphological traits and body weight

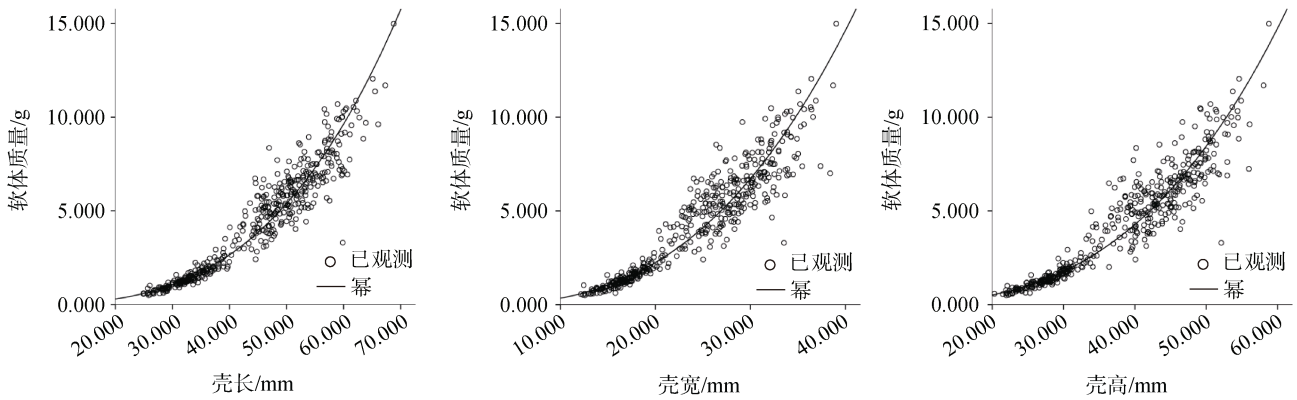


图 2 形态性状与软体质量的曲线拟合

Fig. 2 Curve fitting between morphological traits and soft body weight

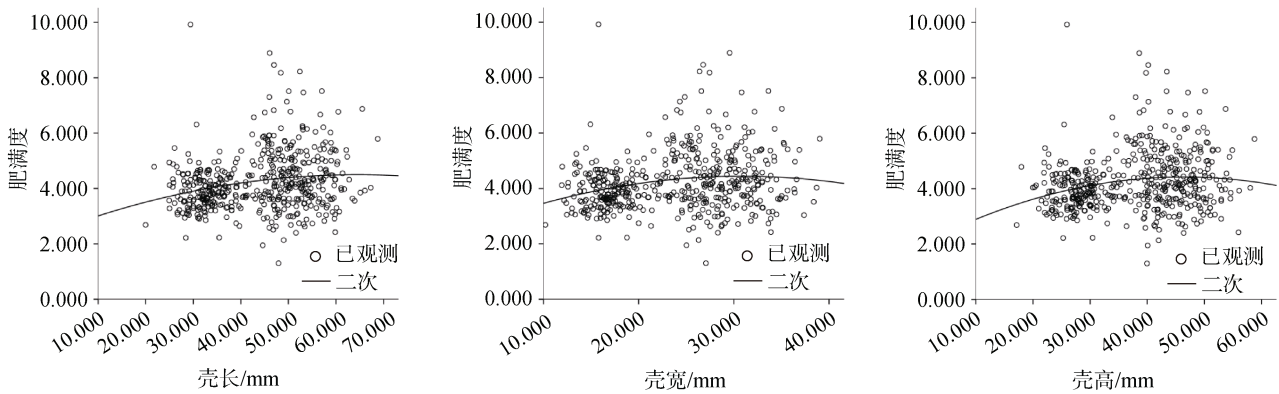


图 3 形态性状与肥满度的曲线拟合

Fig. 3 Curve fitting between morphological traits and fattening degree

3 讨论

3.1 各性状特征

贝类形态性状和体质量的变异系数通常比较大的是体质量^[4-10], 其次是软体质量。可能是其体质量更容易随着外界因素的改变而改变, 不同时期其体

质量增长的速度也不同。宋坚等^[12]采用相关分析和通径分析分别分析了 4、16、28 月龄 3 种规格硬壳蛤的形态性状与体质量, 其中变异系数最大的也是硬壳蛤的体质量, 与本研究结果一致。在王冲等^[4]对不同群体毛蚶形态性状对软体质量影响的研究中发现, 滨州港群体中软体质量的变异系数仅次于体

质量,亦与本研究结果一致。这说明变异系数反映的是一组数据离散程度的大小,变异系数大的性状更能获得较好的选育效果。因此对硬壳蛤进行培育时,可以优先考虑活体质量,其次是软体质量。在形态性状中壳宽性状具有相对较大的选择潜力。

3.2 各性状相关性和通径分析

在体质量方面,相关系数最大的是壳宽。根据通径系数,壳宽通过壳长、壳高的间接作用占比分别为65.1%、78.9%,在壳长、壳高与体质量相关系数中占比分别为55.3%、55.4%,均超过50%,说明壳宽对体质量的影响最大,并说明还与其他因素有关,可能是两壳的绞合角度和表面积以及水环境因子等。但宋坚等^[12]的研究表明壳长是影响硬壳蛤体质量的主要因素,分析原因为硬壳蛤的生长受环境影响较大,底质、温度以及营养条件均可能造成壳形的差异^[1],另外,贝壳表观性状的测量标准和取样的数量也有可能对其相关性造成影响。

在软体质量方面,相关系数最大的是壳长。根据通径系数,直接作用最大的是壳长,王中霞等^[13]发现小刀蛭(*Cultellus attenuatus*)壳长与软体质量的相关系数最大,与本研究结果一致。但也有研究表明,壳高对青蛤软体部重的影响最大^[14],壳长和壳宽是影响黄边糙鸟蛤(*Trachycardium flavum*)软体部质量的主要性状^[15],这与不同双壳类生物学特性有关,也可能由生活环境不同导致^[16]。并且在繁殖期,其性腺包围整个内脏团,因此软体质量中包括了部分的性腺重,随着季节的变化,性腺也在不断发生变化,软体质量也随之受到影响。

本研究中,壳长与肥满度相关系数最高,但形态性状对肥满度的相关指数均小于0.85,说明除形态性状外,其他某些条件也是影响肥满度的重要因素。相关研究表明,影响厚壳蛤肥满度的主要因素之一是性腺^[17]、盐度及饵料。通过相关分析及通径分析发现硬壳蛤的形态性状对肥满度之间的影响作用极小,所以通过观测形态性状难以估算肥满度。

3.3 形态性状的回归分析

通过多元线性回归方程反映出贝壳形态性状与体质量、软体质量、肥满度的关系,可以作为硬壳蛤的测度指标。单一性状与体质量及软体质量之间均呈幂函数关系,壳长与体质量及软体质量曲线拟合方程的 R^2 均最高(0.986和0.950),并且曲线拟合结果

均达到了显著水平($P<0.05$),说明曲线拟合方程均有统计学意义,也在一定程度上证实了硬壳蛤的形态性状与体质量和软体质量之间可以互相影响并且有一定规律性的联系。张超等^[18]在对2~3龄毛蚶(*Scapharca subcrenata*)的研究中发现,以壳宽为自变量的回归方程决定系数最高,与本研究结果不一致,这可能与贝类的种间差异有关。也有研究表明,不同贝龄蚶仔影响体质量的主要因素不同^[19]。

肥满度方面,多元线性回归方程的 R^2 极小,单一性状与肥满度曲线拟合方程的拟合度不高且误差平方和较大,结果不可靠。结合通径分析可知,仅研究某单一性状不足以充分解释肥满度的变化,说明通过活体测量的数据难以与肥满度建立显著的联系。

本试验所用硬壳蛤均采自海水养殖池塘,养殖环境对其生长具有重要影响:越接近最适生长水温,其酶系统活力越强,从而促进其生长;饵料生物的繁殖与生长、酸碱度的变化,亦间接影响硬壳蛤的生长^[20]。本试验的研究结果反映了在相似养殖环境下的特征。在实际生产过程中,应全面考虑各种环境因子对硬壳蛤的影响,以繁育及养殖优质的硬壳蛤。

参考文献:

- [1] 杨辉,王婧,鄂春宇,等.硬壳蛤的生物学特性及养殖技术初探[J].水产科技情报,2005,6:271-272.
YANG Hui, WANG Jing, E Chunyu, et al. Preliminary study on biological characteristics and breeding technology of *Mercenaria mercenaria*[J]. Aquatic Science and Technology Information, 2005, 6: 271-272.
- [2] 中国科学院海洋研究所.海洋所硬壳蛤产业化育苗、养殖与加工技术研究取得进展[J].江西饲料,2015,4:45.
Institute of Oceanography, Chinese Academy of Sciences. Progress in the research on industrialized breeding, breeding and processing technology of *Mercenaria mercenaria* in the Institute of Oceanography[J]. Jiangxi Feed, 2015, 4: 45.
- [3] 鄂春宇,余君同.美国硬壳蛤生物学特性及池塘养殖技术[J].中国水产,2005,12:78-79.
E Chunyu, SHE Juntong. Biological characteristics and pond culture technology of American *Mercenaria mercenaria*[J]. China Fisheries, 2005, 12: 78-79.
- [4] 王冲,孙同秋,王玉清,等.不同群体毛蚶形态性状对重量性状的影响效果分析[J].海洋渔业,2015,37(5):427.
WANG Chong, SUN Tongqiu, WANG Yuqing, et al. Analysis on the effect of morphological traits on weight

- traits of different populations of *Scapharca subcrenata*[J]. Marine Fisheries, 2015, 37(5): 427.
- [5] 闫喜武, 王琰, 郭文学. 四角蛤蜊形态性状对重量性状的影响效果分析[J]. 水产学报, 2011, 35(10): 1513-1518.
YAN Xiwu, WANG Yan, GUO Wenxue. Analysis on the effect of morphological traits on weight traits of *Maetra veneriformis*[J]. Journal of Fisheries, 2011, 35(10): 1513-1518.
- [6] HUO Z M, YAN X W, ZHAO L Q, et al. Effects of shell morphological traits on the weight traits of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*)[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(5): 251-256.
- [7] 王成东, 聂鸿涛, 鹿瑶, 等. 薄片镜蛤野生群体主要经济性状间的相关性及通径分析[J]. 大连海洋大学学报, 2015, 30(4): 380-385.
WANG Chengdong, NIE Hongtao, LU Yao, et al. Correlation and path analysis of main economic characters of wild population of the *Dosinia corrugate*[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2015, 30(4): 380-385.
- [8] 杜美荣, 方建光, 高亚平, 等. 不同贝龄栉孔扇贝数量性状的相关性和通径分析[J]. 水产学报, 2017, 4: 103-110.
DU Meirong, FANG Jianguang, GAO Yaping, et al. Correlation and path analysis of quantitative traits of *Chlamys farreri* at different ages[J]. Journal of Fisheries, 2017, 4: 103-110.
- [9] 李朝霞, 王春德. 海湾扇贝自交与杂交子代的生长比较和通径分析[J]. 中国农学通报, 2009, 25(8): 282-285.
LI Zhaoxia, WANG Chunde. Growth comparison and path analysis of self cross and hybrid offspring of *Argopecten irradians irradians*[J]. Chinese Agronomy Bulletin, 2009, 25(8): 282-285.
- [10] DENG Y W, YU Z N, DU X D, et al. Growth performance and physiological parameters of the second generation selected and control groups of *Pinctada martensii*[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2011, 30(2): 120-125.
- [11] OLUGBENGA A F. Size-based physical properties of hard-shell clam (*Mercenaria mercenaria*) shell relevant to the design of mechanical processing equipment[J]. Aquacultural Engineering, 2020, 89: 1-7.
- [12] 宋坚, 张伟杰, 常亚青, 等. 硬壳蛤形态性状对活体质量的影响效果分析[J]. 安徽农业大学学报, 2010, 37(2): 273-277.
SONG Jian, ZHANG Weijie, CHANG Yaqing, et al. Analysis on the effect of morphological characteristics of *Mercenaria mercenaria* on living quality[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2010, 37(2): 273-277.
- [13] 王中霞, 孟晶, 陈树荣. 小刀蛭壳性状与活体质量、软体部重的相关分析[J]. 水产养殖, 2017, 38(10): 28-33.
WANG Zhongxia, MENG Jing, CHEN Shurong. Correlation analysis between shell characteristics of *Cultellus attenuatus Dunker* and living body mass and soft body weight[J]. Aquaculture, 2017, 38(10): 28-33.
- [14] 高玮玮, 袁媛, 潘宝平, 等. 青蛤(*Cyclina sinensis*)贝壳形态性状对软体部重的影响分析[J]. 海洋与湖沼, 2009, 40(2): 166-169.
GAO Weiwei, YUAN Yuan, PAN Baoping, et al. Analysis on the influence of shell morphological characteristics on soft body weight of *Cyclina sinensis*[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 2009, 40(2): 166-169.
- [15] 郭华阳, 陈明强, 王雨, 等. 黄边糙鸟蛤野生群体主要经济性状间的相关性及通径分析[J]. 南方水产科学, 2013, 9(2): 1-8.
GUO Huayang, CHEN Mingqiang, WANG Yu, et al. Correlation and path analysis of main economic traits of wild population of *Trachycardium flavum*[J]. Southern Fisheries Science, 2013, 9(2): 1-8.
- [16] 梁健, 王俊杰, 郭永军, 等. 不同地理群体菲律宾蛤仔表型性状的相关性与通径分析[J]. 水产科学, 2020, 39(1): 40-47.
LIANG Jian, WANG Junjie, GUO Yongjun, et al. Correlation and path analysis of phenotypic traits of *Ruditapes philippinarum* in different geographical populations[J]. Aquatic Science, 2020, 39(1): 40-47.
- [17] 程亮, 徐善良, 刘飞, 等. 厚壳贻贝性腺不同发育时期肥满度与生化成分分析[J]. 海洋学研究, 2013, 31(4): 68-73.
CHENG Liang, XU Shanliang, Liu Fei, et al. Analysis of the plumpness and biochemical components of the gonads of *Mytilus coruscus Goyld* at different developmental stages[J]. Oceanographic Research, 2013, 31(4): 68-73.
- [18] 张超, 李永仁, 郭永军, 等. 毛蚶天津群体形态性状对体质量的影响研究[J]. 海洋通报, 2019, 38(4): 400-404.
ZHANG Chao, LI Yongren, GUO Yongjun, et al. Study on the influence of morphological traits on body mass of Tianjin population of *Scapharca subcrenata*[J]. Ocean Bulletin, 2019, 38(4): 400-404.
- [19] HUO Z M, WU Y, GAO Z Y, et al. Effects of shell morphological traits on the weight trait of the orange strain of the Manila clam[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(2): 75-78.
- [20] 包永波, 尤仲杰. 几种环境因子对海洋贝类幼虫生长的影响[J]. 水产科学, 2004, 12: 39-41.
BAO Yongbo, YOU Zhongjie. Effects of several environmental factors on the growth of marine shellfish larvae[J]. Aquatic Science, 2004, 12: 39-41.

Correlation and path analysis between morphological traits and body weight, soft body weight, and plumpness of *Mercenaria mercenaria*

CHEN Ya-qi, LIANG Jian, GUO Yong-jun, LI Yong-ren

(Tianjin Key Laboratory of Aqua-ecology and Aquaculture, College of Fisheries, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China)

Received: Oct. 16, 2021

Key words: *Mercenaria mercenaria*; morphological traits; weight; correlation analysis; path analysis

Abstract: To study the effects of morphological traits of *Mercenaria mercenaria* on Y , Y_1 , and K , the shell length, shell width, shell height, weight, and soft weight of *Mercenaria mercenaria* were measured. Furthermore, correlation analysis, multiple regression analysis, and path analysis were conducted. The results demonstrated that the largest coefficient of variation was weight, the largest correlation coefficient between morphological traits and weight was shell width (0.970), the largest correlation coefficient with soft weight was shell length (0.946), and the largest correlation coefficient with plumpness was shell length (0.203). The most direct effect of morphological traits on weight was, namely, shell width (0.145), shell length (1.113), and shell length (1.752). The multiple regression equation between morphological traits and weight was $Y = -46.359 + 0.288X_1 + 1.723X_2 + 0.640X_3$, $R^2 = 0.949$; the multiple regression equation with soft weight is $Y_1 = -6.607 + 0.301X_1 + 0.157X_2 - 0.161X_3$, $R^2 = 0.901$; the multiple regression equation with plumpness is $K = 3.159 + 0.001\ 173X_1 + 0.008X_2 - 0.179X_3$, $R^2 = 0.072$. Shell width was found to be the principal factor affecting the weight of *Mercenaria mercenaria*, whereas shell length was determined as the chief factor affecting the soft weight of *Mercenaria mercenaria*. The regression relationship between morphological traits and plumpness was not found to be significant, and there were substantial differences in plumpness among individuals. The research concluded that results can be used as a reference for case studies in variety breeding and seedling breeding of *Mercenaria mercenaria*.

(本文编辑: 谭雪静)