

凡纳滨对虾净肉质量的影响因素分析

李刚¹, 刘小林¹, 黄皓², 崔朝霞³

(1. 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 海南南疆生物技术有限公司, 海南 三亚 572000; 3. 中国科学院 海洋研究所 实验海洋生物学开放实验室, 山东 青岛 266071)

摘要: 选择 5 月龄凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 1 200 尾, 测定净肉质量、去头质量、全长、体长、第 1 腹节背高、第三腹节背高、第 1 腹节背宽和头胸甲长共 8 个性状, 采用相关分析和通径分析的方法, 计算了以形态性状和去头质量为自变量对净肉质量作依变量的通径系数、决定系数及相关指数, 定量地分析了形态性状和去头质量对净肉质量的影响效果。研究表明, 凡纳滨对虾 6 个形态性状和去头质量与净肉质量的相关系数除头胸甲长外均达到极显著水平 ($P < 0.01$); 所选性状与净肉质量的复相关指数 $R^2 = 0.958$; 多元回归分析建立了去头质量、全长、头胸甲长对净肉质量的回归方程, 为对虾的良种选育提供了理论依据。

关键词: 凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*); 形态性状; 生产性能; 相关分析

中图分类号: Q31 文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2007)06-0070-05

在凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 的遗传育种和种苗繁育研究中生长性状和体质量是重要的衡量指标, 也是最直接的育种目标性状。然而, 对虾的体质量和净肉质量之间差异很大, 且净肉质量代替体质量作为重要的育种指标更具有现实意义, 所以利用多元回归分析, 弄清影响净肉质量的主要因素具有非常重要的意义。多元分析已广泛应用于水产养殖的方案优化和产量估计。国外 Turker 等^[1] 利用小龙虾体脂肪和净肉组织导电性的差异, 建立了用体导电性估计净肉质量、脂肪、蛋白质、水分、粗灰分的回归分析方法; Caputi 等^[2] 用多元回归分析根据叶状幼体和稚虾丰富度指数预测西方岩龙虾的捕获量; Rhodes 和 Holdich^[3] 分析了淡水龙虾体长与体质量的关系, 全长与甲壳长的相关性, 肌肉生产量与甲壳长度以及体脂肪、碳水化合物、蛋白质的关系。Harue^[4] 等利用多元相关分析进行了红海鲤科养殖鱼类标准体长、体质量对脂肪含量的估计; Deboski^[5] 等用多元回归方法对大西洋鲑鱼形态学特征估计脂肪含量; Ahmed^[6] 等利用多元相关分析了鱼、鲸和贝类幼龄期体长、体质量相关的生长参数; Yang 等^[7] 报道了烟台筏养栉节扇贝生长性状与环境因素的相关关系; 国内, 陈炎辉、洪心^[8] 和王渊源、方丽珊等^[9] 研究了养殖长毛对虾的体长和体质量的关系; 黄鸿基等^[10] 研究了墨吉对虾体长和体质量的关系及其在生产上的应用; 吴琴琴等^[11] 对养殖斑节对虾体长和体

质量的关系进行了研究。这些研究多为孤立的简单相关分析, 没有考虑目标性状是受多种因素影响, 利用多元回归进行分析的, 多数研究没能区分自变量对依变量的直接作用和间接影响。作者对凡纳滨对虾的净肉质量和多个形态性状进行分析, 利用相关分析、通径分析、回归分析方法, 阐明影响凡纳滨对虾净肉质量的主要形态性状和直接、间接作用的大小, 建立多元回归方程, 为对虾的选育提供理论依据。

1 材料与 方法

1.1 实验动物的选择

本试验在海南省南疆生物技术有限公司东方市板桥镇对虾养殖基地完成。随机抽取相同的饲养条件下的 20 个同样大小的高位养殖池养殖的 1 200 尾 5 月龄对虾作为实验材料。

收稿日期: 2006-09-03; 修回日期: 2007-03-28

基金项目: 中国科学院海洋研究所实验生物学重点实验室开放基金; 国家 863 计划项目(2006AA10A406)

作者简介: 李刚(1981), 男, 陕西宝鸡人, 在读硕士研究生, 主要从事海洋生物遗传育种研究; 刘小林, 通讯作者, 教授, 博士后, 现主要从事海洋生物遗传育种研究, 电话: 029-87092158, E-mail: xiaolinliu2000@sina.com

1.2 测量方法

数码相机拍照后,用 Photoshop 结合 Winmeasure 软件测量全长、体长、第一腹节背高、第三腹节背高、第一腹节背宽、头胸甲长。

2 结果

2.1 各性状表型参数的估计量

从表 1 所示的简单结果可以看出所测对虾的偏

斜较小,均接近于 0,说明各组数据近似满足正态性要求,进行下面的相关、回归和通径分析结果可靠性强。结果显示变异系数最大的是头胸甲长(19.650%),最小的是全长(5.792%),他们之间相差较大,说明该厂的凡纳滨对虾个体生长性状间的差异较大,选育提高有较大潜力。

表 1 所测性状的表型统计量

Tab. 1 The apparent statistics of various traits

性状	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
均值	6.267	7.945	12.065	10.341	1.457	1.526	1.313	3.580
标准差	1.153	1.444	0.699	0.660	0.112	0.113	0.098	0.703
变异系数	18.399	18.173	5.792	6.383	7.711	7.396	7.453	19.650
正态分布偏度	0.046	-0.072	-0.072	-0.122	0.023	-0.009	-0.010	1.067
正态分布峰度	-0.186	-0.268	-0.335	-0.240	-0.057	-0.418	-0.239	-0.029

注:Y 为净肉质量(g);X₁为头质量(g);X₂为全长(cm);X₃为体长(cm);X₄为第一腹节背高(cm);X₅为第三腹节背高(cm);X₆为第一腹节背宽(cm);X₇为头胸甲长(cm)

2.2 性状间的相关系数

凡纳滨对虾各形态性状及去头质量与净肉质量相互之间的表型相关系数见表 2。由表 2 可见,所列性状间的表型相关大部分呈极显著水平,其大小依次是: $r_{1y} > r_{2y} > r_{3y} > r_{6y} > r_{5y} > r_{4y}$, 表明对所选性状进行相关分析是很有意义的,头胸甲长对净肉质量的相关程度很小。从相关程度的强弱来看,除头胸甲长以外,其他性状间均表现强的正相关。头胸甲长和净肉质量、去头质量之间为负相关。

表 2 性状间表型相关系数

Tab. 2 The phenotypic correlation coefficient between the morphometric traits

性状	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Y	0.981 0**	0.853 3**	0.841 0**	0.655 7**	0.674 7**	0.772 5**	-0.053 5
X ₁	1.000 0	0.858 3**	0.845 3**	0.661 0**	0.676 4**	0.774 7**	-0.080 7**
X ₂		1.000 0	0.888 5	0.676 6**	0.708 5**	0.752 3**	0.016 4
X ₃			1.000 0	0.668 4**	0.690 0**	0.773 6**	0.080 0**
X ₄				1.000 0	0.661 8	0.618 6**	0.043 6
X ₅					1.000 0	0.613 3**	0.020 1
X ₆						1.000 0	0.163 1**
X ₇							1.000 0

注:** 表示差异极显著($P < 0.01$, 后同)

2.4 形态性状对净肉质量的作用

根据通径系数为标准偏回归系数,即自变量的标准差和因变量的标准差的比值和自变量的偏回归

系数的乘积。自变量与因变量的相关系数 $r_{xi,y}$ 可剖分为直接作用 $p_{xi,y}$ 和间接作用 $r_{xi,xj}p_{xj,y}$ 两部分,即 $r_{xi,y} = p_{xi,y} + \sum r_{xi,xj}p_{xj,y}$ 。推算结果见表 3。

Tab. 3 The effects of morphometric traits on net meat weight

性状	$r_{xi,y}$	$p_{xi,y}$	$r_{xi,y}P_{xj,y}$			
			$\sum r_{xi,xj}P_{xj,y}$	X_1	X_2	X_7
X_1	0.981 0**	0.948 5**	0.029 9		0.031 5	- 0.001 5
X_2	0.853 3**	0.036 7**	0.814 4	0.814 1		0.000 3
X_7	- 0.053 5	0.019 1**	- 0.076 0	- 0.076 6	0.000 6	

由表 3 可见,全长对净肉质量的间接作用大于直接作用,它主要是通过影响去头质量来间接地影响净肉质量;与净肉质量相关系数很大的去头质量对净肉质量的直接作用很大,而间接作用很小;头胸甲长对净肉质量的直接作用和间接作用都较小,且间接作用是负效应,它是影响净肉质量的次要因素。

2.5 复相关分析和回归统计

根据资料进行复相关分析和多元回归分析,由于体长、第一腹节背高、第三腹节背高、第一腹节背宽对净肉质量的偏回归系数不显著,运用逐步回归剔除第一腹节背高、第三腹节背高、体长、第一腹节背宽 4 个变量,再次进行回归分析,结果见表 4。仅留 3 个变量的最终结果见表 5, 6。

表 4 凡纳滨对虾形态性状与净肉质量的复相关分析

Tab. 4 The multiple correlation coefficients of the morphometric traits to the net meat weight of *Litopenaeus vannamei*

复相关分析	7 个变量	6 个变量	5 个变量	4 个变量	3 个变量
复相关系数	0.977	0.977	0.977	0.978	0.978
相关指数	0.954	0.955	0.955	0.956	0.957
校正相关指数	0.953	0.954	0.955	0.956	0.957
标准误差	0.220 8	0.220 4	0.220 2	0.22	0.218 9

表 5 多元回归方程的方差分析

Tab. 5 Analysis of variance of multiple regression equation

指标	回归	残差	总计
自由度	3	103 6	1 039
偏差平方和	1 099	50	1 148
均方	366	0.048	
F	7 625**		

表 6 偏回归系数和回归常数的显著性检验

Tab. 6 Test significant of partial regression and intercept

量	偏回归系数	标准误差	t	误差概率
常量	- 0.551 9**	0.172 4	- 3.201 6	0.001 4
X_1	0.756 0**	0.009 9	76.489 5	0.000 0
X_2	0.058 3**	0.019 6	2.969 5	0.003 1
X_7	0.028 6**	0.009 9	2.886 6	0.004 0

2.6 多元回归方程的建立

根据多元相关分析和通径分析结果可知,所保留的性状对净肉质量的通径系数均达到了极显著水平。因此可以对净肉质量进行回归,建立去头质量、全长、头胸甲长对凡纳滨对虾净肉质量的多元回归方程。回归方程为 $Y = - 0.551 9 + 0.756 0X_1 + 0.058 3X_2 + 0.028 6X_3$, 其中 Y 为净肉质量, X_1 为去头质量, X_2 为全长, X_3 为头胸甲长。

经多元回归关系和各个偏回归系数的显著性检验表明,回归关系达到极显著 ($P < 0.01$) 水平,所有的偏回归系数也达到极显著水平 ($P < 0.01$)。经回归预测,估计值与实际观察值差异不显著,说明该方程是符合实际生产的,具有一定的指导意义。

3 讨论和分析

3.1 自变量的选择

在表型相关分析的基础上,进行通径系数分析和决定系数分析时,只有当相关指数 R^2 或各自变量对依变量的单独决定系数及两两共同决定系数的总和

$\sum d$ (在数值上 $R^2 = \sum d$) 大于或等于 0.85(即 85%) 时,才表明影响依变量的主要自变量已经找到。本研究中, $R^2 = \sum d = 0.958$ 这说明影响净肉质量的主要因素已经找到。

3.2 自变量的显著性检验

通径分析结果表明 6 个形态性状中 4 个性状的通径系数显著性检验达不到显著水平,而剩下的全长和头胸甲长两个性状的直接通径系数均远小于去头质量的直接通径系数,所以影响凡纳滨对虾净肉质量的主要因素是去头质量,单纯通过形态性状来衡量净肉质量的方法是行不通的。

3.3 影响净肉质量重要性状的确定

有的自变量和依变量的相关系数很大,但它对依变量的直接影响并不一定很大,因为相关系数是两个变量间的相互关系的综合表现,包含了两者的直接关系和通过其它变量的间接关系,而直接作用反映两者的本质关系。本研究表明体长是净肉质量最主要的影响因素^[12]。

3.4 原始资料的基本处理方法

在进行通径分析之前,必须对资料进行正态性检验,只有在资料符合正态分布或近似正态分布条件下,相关、回归和通径分析结论才可靠。在通径分析中,若存在对依变量作用不显著的自变量(性状),必须逐个地予以剔除,直至方程中保留的自变量都显著为止。因为在显著和不显著的自变量并存时,常会产生似是而非或难以解释的情况(“不显著的”不一定真不显著,“显著的”有时也不一定真显著)以致不能作出正确推断^[13]。

参考文献:

[1] Turker H, Eversole A G. Evaluation of nondestructive method for determining body composition of crayfish[J]. **Journal of Shellfish Research**, 1998, **17**(1): 339.

[2] Caputi N, Brown R S, Phillips B F. Predicting catches of the western rock lobster (*Panulirus cygnus* se-

lective) based on indices of peurulus and juvenile abundance[J]. **ICES**, 1995, 287-293.

[3] Rhodes C P, Holdich D M. Length weight relationship, muscle production and proximate composition of the freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) [J]. **Aquaculture**, 1984, **37**(1): 107-123.

[4] Harue K, Mutsuyshi T, Katsuya M, et al. Estimation of body fat content from standard body length and body weight on cultured Red Sea bream[J]. **Fisheries Science**, 2000, **66**(2): 365-371.

[5] Deboski P, Dobosz S, Robak S, et al. 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[J]. **Archives of Polish Fisheries**, 1999, **7**(2): 237-243.

[6] Ahmed M, Abbas G. Growth parameters of finfish and shellfish juveniles in the tidal waters of Bhanbhore, Korangi Greek and Miani Hor Lagoon[J]. **Pakistan Journal of Zoology**, 2000, **32**(1): 21-26.

[7] Yang Hongsheng, Zhang Tao, Wang Jian, et al. Growth characteristics of *Chlamys farreri* and its relation with environmental factors in intensive raft culture areas of Sishiliwan Bay, Yantai[J]. **Shellfish Res**, 1999, **18**(1): 71-76.

[8] 陈炎辉,洪心. 养殖长毛对虾虾体对体重关系式研究[J]. 福建水产, 1996, 4: 11-14.

[9] 王渊源,方丽珊,陈世稀. 池养长毛对虾体长与体重的关系[J]. 台湾海峡, 1996, **15**(1): 5-14.

[10] 黄鸿基,吴琴琴,蒋静南. 墨吉对虾体长与体重关系的计算及其在生产中的应用[J]. 湛江水产学院学报, 1990, **10**(1): 52-58.

[11] 吴琴琴,黄鸿基,叶妃轩,等. 养殖斑节对虾体长体重的关系[J]. 热带海洋, 1992, **11**(3): 53-56.

[12] 刘小林,吴长功,张志怀,等. 凡纳对虾形态性状对体重的影响效果分析[J]. 生态学报, 2004, 4: 854-862.

[13] 任家松,朱家辉,杨斌,等. Excel 在通径分析种的应用[J]. 农业网络信息, 2006, 3: 90-92.

Mathematical analysis of the factors affecting the net weight of *Litopenaeus vannamei*

LI Gang¹, LIU Xiaolin¹, HUANG Hao², CUI Zhaoxia³

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest Agriculture Forest University, Yangling, 712100, China; 2. Nanjiang Marine Biotechnology Company Limited, Sanya 572000, China; 3. Experimental Marine Biology Laboratory, Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Sep. , 3, 2006

Key words: *Litopenaeus vannamei*; morphometric attribute; correlation analysis

Abstract: The effects of morphometric attributes on net weight for *Litopenaeus vannamei* were analyzed. Data for this study were collected from five month old 1 200 *L. vannamei* in Banqiao Village of Dongfang City, Hainan Province. The body weight except for head(X_1), whole body length(X_2), body length(X_3), first first abdominal segment depth(X_4), third abdominal segment depth(X_5), first abdominal segment width(X_6), carapace length(X_7) and net weight(Y) were measured. The correlation coefficients among the attributes were calculated. Path coefficient (pi), determination coefficients (di) and correlation index (R^2) were calculated in path analysis. The results showed that six correlation coefficients between each morphometric attribute and the weight achieved very significant difference ($P < 0.01$) levels. The path coefficient analysis revealed a truthful relationship between the independent variables and the dependent variable. Judging from the result of high correlation index ($R^2 = 0.958$), the main variables (X_1, X_2, X_7) have been selected. The multiple regression equation of body weight except for head, whole body length, carapace length to the net weight is obtained to estimate the net weight. This paper provides a theoretical tool to measure breeding shrimps in aquaculture.

(本文编辑: 刘珊珊)