

文章编号:1000-0615(2009)04-0597-07

大口黑鲈形态性状对体重的影响效果分析

何小燕^{1,2}, 刘小林², 白俊杰¹, 李胜杰¹, 樊佳佳^{1,3}

(1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 中国水产科学研究院热带亚热带鱼类选育与
养殖重点开放实验室, 广东 广州 510380;

2. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100;

3. 大连水产学院生命科学与技术学院, 辽宁 大连 116023)

摘要:对大口黑鲈全长、体长、体高、体宽、眼间距、头长、吻长、尾柄长、尾柄高和体重共10个性状进行测定,运用相关分析、通径分析和多元回归分析,剔除与体长存在显著共线性的全长、体高、头长、尾柄高及回归方程中不显著的吻长和尾柄长,计算以体宽、体长、眼间距3个形态性状为自变量,体重为依变量的相关系数、通径系数、决定系数及相关指数,定量分析大口黑鲈形态性状对体重的影响效果。结果显示,3个形态性状与体重的相关系数(0.942, 0.979, 0.928)均达到极显著水平($P < 0.01$);通径分析中,3个形态性状对体重的通径系数亦达到极显著水平($P < 0.01$),它们是直接影响体重的重要指标,其中体宽($P_4 = 0.599$)对体重的直接影响最大。所选形态性状与体重的相关指数 $R^2 = 0.980$,说明所选性状是影响体重的主要形态性状。应用逐步多元回归分析建立了以体重为依变量(Y),体宽(X_4)、体长(X_2)和眼间距(X_5)为自变量的回归方程: $LgY = 1.065 + 0.765 LgX_2 + 1.441 LgX_4 + 0.543 LgX_5$ 。以上形态性状对体重影响效果相关数据的获得为大口黑鲈选育测量指标的确定提供了理论依据。

关键词:大口黑鲈;形态性状;相关分析;多元回归

中图分类号:S 917

文献标识码:A

大口黑鲈(*Micropterus salmoides* Lacépède)俗名加州鲈,属鲈形目(Perciformes)、鲈亚目(Porcoidei)、太阳鱼科(Ceetrachidae)、黑鲈属(*Micropterus*)。原产于北美密西西比河流域,自上世纪80年代引入我国后,因其生长快,肉质鲜美,已成为我国淡水养殖业的一种重要经济鱼类^[1-2],养殖面积在6 670 hm²以上,年产量达16 × 10⁴ t。然而引种以来因生产单位不注重亲本留种所须遵守的操作规范,也没能定期从原产地补充和引进亲本,已使大口黑鲈养殖群体出现不同程度的种质退化^[3]。为保证大口黑鲈养殖业可持续发展,对其进行遗传改良势在必行。体重增加是众多动物遗传改良的目标之一,然而当体重遗传力较低时^[4-5],直接进行遗传改良较难取得预期效果,若能通过其它相关性较高的目标性状加

以间接选择则能达到更好的选育效果。

相关分析和多元回归分析已广泛应用于畜牧选育目标性状的确定^[6-8]。在水产动物上,特别是虾^[9]、蟹^[10]、贝^[11]、鱼类^[12-18]亦已有不少报道。但通常以表型相关分析为主,在揭示自变量和依变量的真实关系时还存在一定的局限性。本研究拟采用表型相关分析、通径分析和多元回归分析给出影响大口黑鲈体重的主要形态性状及其直接和间接作用的大小,建立估计体重的多元回归方程,旨在为大口黑鲈选育指标的确立提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物

选择广东省佛山市顺德南水大口黑鲈养殖基

地 2007 年 4 月 3 日孵化的大口黑鲈,在 15 m² 的仔稚鱼培育池中饲养到 5 月 13 日,分苗到 3 335 m² 的成鱼养殖池塘。此时试验鱼体长约为 4 cm。每日以冰鲜野杂鱼投喂两次,投饲量适时调整。到同年 12 月 3 日上市。随机抽取体重为 431.0 ~ 967.5 g 的大口黑鲈 114 尾作为试验测定群。测定其体重(Y)、全长(X₁)、体长(X₂)、体高(X₃)、体宽(X₄)、眼间距(X₅)、头长(X₆)、吻长(X₇)、尾柄长(X₈)、尾柄高(X₉)共 10 项指标。

1.2 测量和分析方法

用 100 mg/L 鱼定安(MS-222)使鱼体麻醉,进行体重和形态性状的测定。电子天平称量活体重(精确到 0.1 g),依据测量标准^[19]用游标卡尺测定形态性状(精确到 0.02 mm)。运用 Excel2003 和 SPSS 15.0 软件对试验数据进行处理分析。为使大口黑鲈形态性状和体重测定结果满足正态分布或近似正态分布,本文以 Log₁₀对原始数据进行转换,以转换后的数据进行分析。获得各项表型参数估计值之后分别进行表型相关分析(person 相关)、形态性状对体重的通径分析和决定系数计算,剖析各性状对体重的直接影响和间接影响,并运用逐步多元线性回归法建立形态性状对体重的回归方程。person 相关系数计算公式为^[20]

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

通径系数(P_{y.x},简称为 P_i)即标准化的回归系数,在多个变量情况下,就是标准化的偏回归系数。一个自变量到依变量通径系数的平方称为该自变量到依变量的决定系数(d_{y.x_i})。两个自变

量间的相关系数与它们各自到依变量的通径系数的乘积的 2 倍称为该两个自变量共同对依变量的决定系数(d_{y.x_ix_j}),多个自变量对依变量的决定系数为 R²。通径系数和决定系数用公式表示如下^[21-22]:

$$P_{y.x} = b_{y.x} \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$d_{y.x_i} = P_{y.x_i}^2$$

$$d_{y.x_i x_j} = 2r_{x_i x_j} P_{y.x_i} P_{y.x_j}$$

$$R^2 = \sum P_i^2 + 2 \sum r_{ij} P_i P_j$$

2 结果与分析

2.1 大口黑鲈所测性状的表型参数估计值

所测大口黑鲈形态性状和体重的数据经对数转换后的表型统计量见表 1。由此可知吻长的变异系数最大,然后依次是眼间距、尾柄高、体宽、全长和体长的变异系数较小。

2.2 性状间的相关系数

大口黑鲈形态性状和体重两两之间的相关系数(person 相关系数)见表 2。由表 2 左下角可知,形态性状与体重之间的 person 相关系数均达到了极显著水平(P < 0.01)。相关系数依次为体宽 > 体高 > 尾柄高 > 体长 > 全长 > 眼间距 > 头长 > 尾柄长 > 吻长。可见体宽对体重的相关系数最大,吻长对体重的相关系数最小。各形态性状之间的相关系数亦达到极显著水平(P < 0.01),呈现强相关,很有可能存在不同程度的多重共线性问题。故下文分析中,运用了通径分析以解决此问题,并用逐步多元回归建立了体重与形态性状的回归方程。

表 1 所测性状的表型统计量
Tab.1 The apparent statistics of various traits

性状 traits	体重/Y BW	全长/X ₁ TL	体长/X ₂ SL	体高/X ₃ BH	体宽/X ₄ BWD	眼间距/X ₅ IW	头长/X ₆ HL	吻长/X ₇ SNL	尾柄长/X ₈ CPL	尾柄高/X ₉ CPD
平均值 means	6.1047	3.3747	3.2437	2.1219	1.4821	0.7784	2.1085	0.3764	1.6238	1.1834
标准差 standard deviation	0.3611	0.1026	0.1090	0.1495	0.1501	0.1255	0.1083	0.1499	0.1186	0.1307
偏度 skewness	0.1670	0.2500	0.2290	0.4960	0.1530	-0.0590	-0.3050	0.2100	-0.0260	0.2160
峰度 kurtosis	0.0530	0.3650	0.3490	0.1760	-0.0530	-0.0490	0.4340	-0.1190	0.3000	-0.0480
变异系数(%) CV	5.92	3.03	3.36	7.05	10.13	16.12	5.14	39.82	7.3	11.04

注:体重 BW: body weight; 全长 TL: total length; 体长 SL: standard length; 体高 BH: body height; 体宽 BWD: body width; 头长 HL: head length; 吻长 SNL: snout length; 眼间距 IW: interorbital width; 尾柄长 CPL: caudal peduncle length; 尾柄高 CPD: caudal peduncle depth

Notes: BW. body weight; TL. total length; SL. standard length; BH. body height; BWD. body width; HL. head length; SNL. snout length; IW. interorbital width; CPL. caudal peduncle length; CPD. caudal peduncle depth

表 2 性状间的相关系数
Tab. 2 The correlation coefficient between the traits

性状 traits	体重/Y BW	全长/ X_1 TL	体长/ X_2 SL	体高/ X_3 BH	体宽/ X_4 BWD	眼间距/ X_5 IW	头长/ X_6 HL	吻长/ X_7 SNL	尾柄长/ X_8 CPL	尾柄高/ X_9 CPD
体重/Y BW	1									
全长/ X_1 TL	0.937**	1								
体长/ X_2 SL	0.942**	0.996**	1							
体高/ X_3 BH	0.964**	0.956**	0.959**	1						
体宽/ X_4 BWD	0.979**	0.906**	0.911**	0.946**	1					
眼间距/ X_5 IW	0.928**	0.871**	0.871**	0.885**	0.898**	1				
头长/ X_6 HL	0.906**	0.945**	0.948**	0.912**	0.873**	0.861**	1			
吻长/ X_7 SNL	0.788**	0.800**	0.796**	0.798**	0.773**	0.754**	0.815**	1		
尾柄长/ X_8 CPL	0.802**	0.855**	0.859**	0.830**	0.766**	0.776**	0.800**	0.640**	1	
尾柄高/ X_9 CPD	0.945**	0.946**	0.947**	0.960**	0.925**	0.889**	0.905**	0.774**	0.836**	1

注: **表示差异极显著

Notes: ** Show very significant difference ($P < 0.01$)

2.3 3 个形态性状对体重的通径系数

根据通径分析原理,通过统计软件 SPSS 15.0,得到各形态性状对体重的通径系数,经显著性检验,保留了达到显著水平的体宽、体长和眼间距 3 个变量。体宽的通径系数为 0.599,体长和眼间距分别为 0.231 和 0.189。通径系数能反应自变量对依变量的直接影响大小,可知大口黑鲈形态性状中体宽对体重的直接影响最大,眼间距对体重的直接影响最小。

2.4 3 个形态性状对体重的作用

根据相关系数 ($r_{x,y}$) 的组成效应可将大口黑

鲈形态性状与体重的表型相关系数剖分为两部分:形态性状对体重的直接作用(通径系数 P_i) 和通过其他形态性状对体重的间接作用($\sum r_{x_i p_j} P_j$),即 $r_{xy} = P_i + \sum r_{x_i p_j} P_j$ (表 3)。

由表 3 可以看出,体宽对体重的直接作用(0.599)大于间接作用,而体长和眼间距对体重的间接作用(0.711,0.739)远远大于直接作用。体宽对体重的直接作用远远大于其它二项指标,且大于体长和眼间距对体重直接作用之和(0.420)。

表 3 大口黑鲈 3 个形态性状对体重的影响

Tab. 3 The effects of three morphometric traits on weight of largemouth bass

性状 traits	相关系数 correlation coefficient	直接作用/ P_i direct effect	间接作用 $r_{x_i p_j} P_j$ indirect effect			
			总和/ Σ total	体宽/ X_4 BWD	体长/ X_2 SL	眼间距/ X_5 IW
体宽/ X_4 BWD	0.979	0.599	0.380		0.210 4	0.169 7
体长/ X_2 SL	0.942	0.231	0.711	0.545 7		0.164 6
眼间距/ X_5 IW	0.928	0.189	0.739	0.537 9	0.201 2	

2.5 3 个形态性状对体重的决定程度分析

根据单个性状对体重的决定系数和两个性状对体重的共同决定系数,计算出形态性状对体重的决定系数(表 4)。位于对角线上的数据是每个形态性状单独对体重的决定系数,对角线左下方的是两两性状协同作用下对体重的决定系数。通过表 4 可知,体宽、体长、眼间距对大口黑鲈体重的决定程度由大到小依次为 35.88%、5.34%、3.57%。两两性状对体重的决定程度中,体宽和体长对体重影响最高,为 25.21%,对眼间距和体长的影响最小,为 7.61%。3 个性状共同作用对体

重的决定程度为 97.98%。

表 4 大口黑鲈 3 个形态性状对体重的决定系数

Tab. 4 The determinant coefficients of three morphometric traits on the weight of largemouth bass

性状 traits	体宽/ X_4 BWD	体长/ X_2 SL	眼间距/ X_5 IW
体宽/ X_4 BWD	0.358 8		
体长/ X_2 SL	0.252 1	0.053 4	
眼间距/ X_5 IW	0.203 3	0.076 1	0.035 7

2.6 复相关分析和回归统计

根据所测数据进行了复相关分析和逐步回归

分析(表5)。

复相关系数反映了所有自变量和依变量关系的密切程度,变量越多,复相关系数越大。由表5可知,3个自变量对体重的复相关系数为0.990,校正相关指数为0.979。误差概率 $P = 0.000 < 0.01$,达到了极显著的水平,进一步说明体宽、体长和眼间距是影响体重的主要形态性状。依据自变量对体重贡献率的大小及标准偏回归系数的显著性,通过逐步多元回归分析,剔除了对体重影响不显著的吻长、尾柄长和与体长存在共线性的全长、头长、体高和尾柄高这6个自变量。逐步多元回归分析步骤见表6与表7。

表5 大口黑鲈3个形态性状与体重的复相关分析

Tab.5 The multiple-correlation coefficients of three morphometric traits to the weight of largemouth bass

复相关分析 analysis multiple-correlation	1个自变量	2个自变量	3个自变量
	1 variables	2 variables	3 variables
复相关系数 multiple R	0.979	0.987	0.990
相关指数 square R	0.959	0.973	0.980
校正相关指数 adjusted R	0.959	0.973	0.979
标准误差 standard error	0.074	0.060	0.052
F统计值 F stat	2 615.440	59.280	34.086
误差概率 Sig. F stat	0.000	0.000	0.000

表6 多元回归方程的方差分析表

Tab.6 Analysis of variance of multiple regression equation

自变量个数 No. of variables		方差 SS	自由度 df	均方 MS	F
1个自变量 1 variables	回归 regression	14.126	1	14.126	2 615.442 **
	残差 residual	0.605	112	0.005	
	总计 total	14.731	113	7.169	
2个自变量 2 variables	回归 regression	14.337	2	0.004	2 017.848 **
	残差 residual	0.394	111	4.81	
	总计 total	14.731	113	0.003	
3个自变量 3 variables	回归 regression	14.43	3	4.810	1 757.575 **
	残差 residual	0.301	110	0.003	
	总计 total	14.731	113		

注: ** 表示差异极显著

Notes: ** Show very significant difference ($P < 0.01$)

表7 偏回归系数和回归常数的显著性检验表

Tab.7 Test significant of partial regression and constant

回归步骤 regression step	变量 variables	回归系数 coefficients		标准偏回 归系数 standardized coefficients	T统计 量 T-stat	误差 概率 P-value	95% 下限 lower 95 %	95% 上限 upper 95 %
		系数 B	标准误 Std. error	系数 β				
第一步 step 1	回归常数 constant	2.641	0.069		38.099	0.000	2.478	2.750
	体宽/ X_4 BWD	2.355	0.046	0.979	51.141	0.000	2.264	2.447
第二步 step 2	回归常数 constant	0.439	0.288		1.527	0.130	-0.131	1.01
	体宽/ X_4 BWD	1.719	0.091	0.715	18.964	0.000	1.54	1.899
	体长/ X_2 SL	0.961	0.125	0.290	7.699	0.000	0.714	1.208
第三步 step 3	回归常数 constant	1.065	0.274		3.881	0.000	0.521	1.609
	体宽/ X_4 BWD	1.441	0.093	0.599	15.546	0.000	1.258	1.625
	体长/ X_2 SL	0.765	0.115	0.231	6.673	0.000	0.538	0.992
	眼间距/ X_5 IW	0.543	0.093	0.189	5.838	0.000	0.359	0.728

2.7 多元回归方程的建立

由 person 相关分析可知,大口黑鲈所测形态性状与体重均达到了极显著相关 ($P < 0.01$)。

运用通径分析和多元逐步回归分析,剔除回归方程中不显著的吻长、尾柄长及与回归方程中自变量存在严重共线性的全长、头长、体高及尾柄高,

建立了以体重为依变量,体宽、体长、眼间距为自变量的多元回归方程: $LgY = 1.065 + 0.765 LgX_2 + 1.441 LgX_4 + 0.543 LgX_5$ 。

经多元回归关系的显著性检验和各个标准偏回归系数的显著性检验表明,回归常数和所有的标准偏回归系数均达到极显著水平($P < 0.01$),校正复相关指数为 0.979。经回归预测,估计值和实际值差异不显著,说明该回归方程可以应用于实际生产中。

3 讨论

3.1 相关分析和通径分析的特点及多元回归方程的建立

相关分析中自变量和依变量的表型相关可剖分为自变量对依变量的直接作用和间接作用。直接作用是自变量对依变量的直接影响,而间接作用是自变量通过其它变量对依变量的间接影响。本研究所得体重和形态性状两两之间的表型相关系数均达到显著或极显著水平,这是由于未排除其它变量的干扰。为量化形态性状与体重之间真实关系及消除回归方程中自变量共线性问题,本文运用通径分析进一步来探讨所测形态性状与体重之间相互关系。结果显示,体宽、体长和眼间距与体重的标准偏回归系数极显著。逐步回归分析中剔除了与体长存在严重共线性的全长、头长、体高和尾柄高及回归方程中不显著的吻长和尾柄长,建立了回归方程。此回归方程的建立量化了体重和体宽、体长和眼间距的相关关系。

3.2 影响大口黑鲈体重主要形态性状的确定

本文通过相关分析和通径分析,所选入回归方程中的 3 个自变量(体宽、体长、眼间距)对体重的共同决定系数为 0.979 8,说明大口黑鲈体重的 97.98% 变异是由此 3 个自变量决定的,还有 2.02% 的变异是因未检测的因素以及随机误差所引起。在通径分析中体宽对体重的直接作用远远大于其它二项指标(体长、眼间距)对体重的直接作用,并且大于这二项指标对体重的直接作用之和。

3.3 鱼类数量性状的选择育种

体重是鱼类选育中重要的目标性状之一,量化形态性状对体重影响是良种选育的基础工作。因体重和全长、体长、体高等形态性状同属于数量性状,又因基因连锁和基因多效性的存在^[4],体

重与形态性状存在着不同程度的相关性。在鱼类育种实践中,当鱼类体重遗传力较低时,直接选育效果并不好,若通过对与体重存在较高遗传相关的形态性状的选育,则能达到较好选育效果。佟雪红等^[18]研究发现建鲤和黄河鲤的杂交后代体长和体高在影响体重的增长方面具有决定作用。李思发等^[4]研究结果表明红鲤的体重主要受全长、体长等主要长度性状决定。由上述可知体长对所研究的鱼类体重的增加具有重要影响。本研究结果表明体宽、体长和眼间距与大口黑鲈体重的正相关极显著,是直接或间接影响大口黑鲈体重的主要形态性状。类似研究所造成的差异可能是所选形态性状的不同及不同鱼类不同的形态性状对其体重增加的决定程度不同。目前有关各个时期的大口黑鲈体重、体长和体宽等形态性状的遗传力及体重和形态性状两两之间的遗传相关未见报道。对大口黑鲈体重的直接选育是否能够取得较大的遗传改进,不仅仅取决于对体重的直接选择,还需要以某些与体重存在显著相关的形态性状作为间接选择。笔者认为大口黑鲈体重选育过程中体宽、体长和眼间距可作为重要的测量指标。

参考文献:

- [1] 刘家照, 冼焱彬, 叶 星, 等. 大口黑鲈人工繁殖和胚胎发育[J]. 淡水渔业, 1990, (1): 15-16.
- [2] 谭肖英, 刘永坚, 田丽霞. 饲料中碳水化合物水平对大口黑鲈 *Micropterus salmoides* 生长、鱼体营养成分组成的影响[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2005, 44(增刊): 258-263.
- [3] 梁素娴, 白俊杰, 叶 星, 等. 养殖大口黑鲈的遗传多样性分析[J]. 大连水产学院学报, 2007, 22(4): 260-263.
- [4] 李思发, 王成辉, 刘志国, 等. 三种红鲤生长性状的杂种优势与遗传相关分析[J]. 水产学报, 2006, 30(2): 175-180.
- [5] 李加纳. 数量遗传学概论[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 2007: 166.
- [6] 周洪松, 赵益贤, 刘旭光, 等. 雏鸡血清蛋白含量与生长性状间相关的通径分析[J]. 畜牧兽医学报, 1994, 25(4): 301-305.
- [7] 易建明, 李树聪, 虞 良, 等. 乳牛产乳量与几项系统因子间的回归关系及其应用[J]. 畜牧兽医学报, 2002, 33(3): 239-242.

- [8] 贺晓宏, 张涛, 张亚妮, 等. 绒山羊体尺、绒毛性状与经济性状的多元统计分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(1): 85-89.
- [9] 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, 24(4): 857-862.
- [10] 耿绪云, 王雪惠, 孙金生, 等. 中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*)—龄幼蟹外部形态性状对体重的影响效果分析[J]. 海洋与湖沼, 2007, 38(1): 49-54.
- [11] 刘小林, 常亚青, 相建海, 等. 栉孔扇贝壳尺寸性状对体重的影响效果分析[J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(6): 673-678.
- [12] Deboski P, Dobosz S, Robak S, et al. Fat level in body of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), and sea trout (*Salmo trutta* L.), and method of estimation from morphometric data [J]. Archives of Polish Fisheries, 1999, 7(2): 237-243.
- [13] Hong K P, Lee K J. Estimation of genetic parameters on metric traits in *Oreochromis niloticus* at 60 days of age [J]. Journal of the Korean Fisheries Society, 1999, 32(4): 404-408.
- [14] Myers J M, Hershberger W K, Saxton A M, et al. Estimates of genetic and phenotypic parameters for length and weight of marine net-pen reared Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch* Walbaum) [J]. Aquaculture Research, 2001, 32(4): 277-285.
- [15] Neira R, Lhorente J P, Araneda C, et al. Studies on carcass quality traits in two populations of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): phenotypic and genetic parameters [J]. Aquaculture, 2004, 241: 117-131.
- [16] Vandeputte M, Kocour M, Mauger S, et al. Heritability estimates for growth-related traits using microsatellite parentage assignment in juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.) [J]. Aquaculture, 2004, 235: 223-236.
- [17] Wang C H, Li S F, Xiang S P, et al. Genetic parameter estimates for growth-related traits in Oujiang color common carp (*Cyprinus carpio* var. *color*) [J]. Aquaculture, 2006, 259: 103-107.
- [18] 佟雪红, 董在杰, 缪为民, 等. 建鲤与黄河鲤的杂交优势研究及主要生长性状的通径分析 [J]. 大连水产学院学报, 2007, 22(3): 159-163.
- [19] 孟庆闻, 苏锦祥, 缪学祖. 鱼类分类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 29-30.
- [20] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 51.
- [21] 李 宁. 动物遗传学[M]. 北京: 农业出版社, 2003: 178.
- [22] 顾万春. 统计遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 320.

Mathematical analysis of effects of morphometric attribute on body weight of largemouth bass (*Micropterus salmoides*)

HE Xiao-yan^{1,2}, LIU Xiao-lin², BAI Jun-jie¹, LI Sheng-jie¹, FAN Jia-jia^{1,3}

(1. Key Lab of Tropical & Subtropical Fish Breeding & Cultivation of Chinese Academy of Fishery Sciences, Pearl River Fisheries Research Institute of Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China;

2. College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

3. College of Life Science and Technology, Dalian Fisheries University, Dalian 116023, China)

Abstract: The effects of morphometric attributes on body weight of largemouth bass were analyzed. Data of total length (X_1), standard length (X_2), body depth (X_3), body width (X_4), interorbital distance (X_5), head length (X_6), snout length (X_7), caudal peduncle length (X_8), caudal peduncle depth (X_9) and body weight (Y) were collected from culture pond in this study. Correlation analysis, path analysis and multiple regression were used. The correlation coefficients among the morphometric attributes were calculated, then the total length, body depth, head length and caudal peduncle depth were eliminated from the variable data, because all of them were co-linear with standard length. Snout length and caudal peduncle length were also kicked out from the variable data because of no significance in multiple regression equation. The three morphometric attributes (X_2, X_4, X_5) were used as independent variables, and body weight (Y) was used as a dependent variable for path analysis. Path coefficients ($P_{y,x}$), determination coefficients ($d_{y,x}$) and correlation index (R^2) were calculated in path analysis. The results showed that the three independent variables significantly affect body weight with correlation coefficient 0.942, 0.979, 0.928 ($P < 0.01$) respectively. The path coefficients ($P_{y,x}$) of the body width, standard length and interorbital distance to the body weight have all reached a level of significance. These attributes were very indicative of determining the body weight, among them the body width weighted the most ($P_4 = 0.599$) to the body weight, it was a key effective factor, and standard length and interorbital distance weighted the second and the third ($P_2 = 0.231, P_5 = 0.189$). Judged from the results of high correlation index ($R^2 = 0.980$), the main variables (X_2, X_4, X_5) have been selected. We have obtained the multiple regression equation to estimate the body weight as $LgY = 1.065 + 0.765 LgX_2 + 1.441 LgX_4 + 0.543 LgX_5$. This paper provides theoretical evidence and perfect measure target for selective breeding of largemouth bass.

Key words: largemouth bass (*Micropterus salmoides*); morphometric attribute; correlation analysis; multiple regression