

深水红娘鱼的形态特征参数及其相关性比较分析

胡晓亮, 陈庆余, 谈佳玉

(农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 国家水产品加工装备研发中心, 上海 200092)

摘要: 采集怒江水系100尾深水红娘鱼样本, 测量其体长、全长、头长、头高、体高、体厚、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重共12个形态特征指标。采用方差分析、偏相关分析、通径分析及回归分析, 研究深水红娘鱼各形态特征参数间的相关关系, 确定影响深水红娘鱼体质量的主要形态特征参数。结果表明: 深水红娘鱼的头长、头高、体高、体厚、眼径、眼后头长、尾柄高、体重与体长呈指数相关 ($P<0.01$); 而全长、吻长、尾柄长则与体长呈线性相关 ($P<0.01$)。深水红娘鱼体长和体重的拟合方程为: $y=0.0231x^{2.8265}$ ($R^2=0.9852$); 深水红娘鱼的b值为2.8265, 小于3, 为负异速增长, 即体长的增长速度要高于体重。头长、头高、体高、眼后头长、尾柄长对深水红娘鱼体质量的影响存在显著关系; 对深水红娘鱼体质量的直接作用影响大小依次为: 头长 (0.184**) > 尾柄长 (0.154**) > 头高 (0.136**) > 体高 (0.099**) > 眼后头长 (0.026**), 建立了深水红娘鱼体质量的最优回归数学模型: $y=-89.799+3.711x_1+9.975x_2+11.996x_3+6.112x_4+7.499x_5$ 。

关键词: 深水红娘鱼; 形态特征; 相关分析; 多元回归方程

文章编号: 1673-9078(2012)12-1627-1631

Comparative Study on Biological Characteristics and Correlation

Analysis of Morphological Characteristics of *Lepidotrigla abyssalis*

HU Xiao-liang, CHEN Qing-yu, TAN Jia-yu

(Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture, Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, National R & D Branch Center For Aquatic Product Processing Equipment, Shanghai 200092, China)

Abstract: 100 *Lepidotrigla abyssalis* samples were collected from Nujiang River. Its morphological characteristics were measured, including standard length, total length, head length, head depth, body depth, body width, proboscis length, eye diameter, postorbital length of head, caudal length and caudal depth weight. The correlation between the morphological characteristics and the main morphological parameters affecting the body mass were studied by analysis of variance, partial correlation analysis, path analysis and regression analysis. The results showed that head length, head depth, body depth, body width, eye diameter, caudal depth, weight and body length were exponentially related ($P<0.01$). Total length, standard length, caudal length and body length showed a linear correlation ($P<0.01$). The fitting equation between standard length and weight was: $y=0.0231x^{2.8265}$ ($R^2=0.9852$). The value of b was 2.8265 (less than 3), being of negative allometric growth. The growth rate of the length were higher than that of the weight. Head length, head depth, body depth, postorbital length of head and caudal length were significant related to the weight of *Lepidotrigla abyssalis*. The sequence of direct effect quality were as follows: head length (0.184**) > caudal length (0.154**) > head depth (0.136**) > body depth (0.099**) > postorbital length of head (0.026**). The optimal multiple regression equation were: $y=-89.799+3.711x_1+9.975x_2+11.996x_3+6.112x_4+7.499x_5$.

Key words: *Lepidotrigla abyssalis*; morphological characteristics; correlation analysis; multiple regression equation

深水红娘鱼 (*Lepidotrigla abyssalis*) 隶属于鲉形目 (*Scorpaeniformes*), 鲂鲂科 (*Triglidae*), 红娘鱼属 (*Lepidotrigla*), 分布于西北太平洋区, 包括中国台湾、

收稿日期: 2012-07-15

基金项目: 国家863科技计划项目 (2011AA100803)

作者简介: 胡晓亮(1987-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事水产品加工与保鲜技术方面的研究

日本、南中国海域^[1]。深水红娘鱼主要栖息于底质多岩石清水江河的下层, 是我国怒江水系特有的鱼种。其体成圆筒形, 吻端两侧有能上下活动的吻小叶, 小叶竖立如双角, 故而得名。深水红娘鱼市场需求大, 群体产量高, 生长繁殖速度快且体色诱人、营养丰富、口感鲜嫩且经济价值高而在我国的云南、广东、台湾及东南亚、南亚、中东等国家和地区备受青睐, 是我

国主要的淡水经济鱼类之一^[2]。研究者已对深水红娘鱼的分类和分布、人工繁殖、摄食特性、营养成分等方面开展了相关研究^[3-6]，然而对深水红娘鱼的形态特征、形态结构参数以及各参数间的相关关系分析却未见报道。

鱼体结构是鱼类生理功能的基础，而结构和功能关系一直是鱼类生理生态学的热点研究领域^[7]。本文对深水红娘鱼的外部形态、内部结构进行了研究，测量了多个深水红娘鱼形态特征参数，分析考察各参数与鱼体体长的关联及不同形态特征参数间的相关关系，探究对深水红娘鱼体重影响较大的形态特征参数，建立深水红娘鱼体重和其他形态特征参数之间的数学预测模型，旨在丰富深水红娘鱼基础生物学资料，为深水红娘鱼的系统分类学的研究、种质标准的制定及深水红娘鱼的育种学研究提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验鱼来源

2011年5~7月，分别两次挑选从怒江水域捕获的、体表完好、体色均匀、形态发育正常、健康无病的野生深水红娘鱼共100尾。带回实验室作为试验鱼进行测量。体长范围：11.90~22.55 cm，体重范围：10.94~79.86 g。

1.2 测定和计算方法

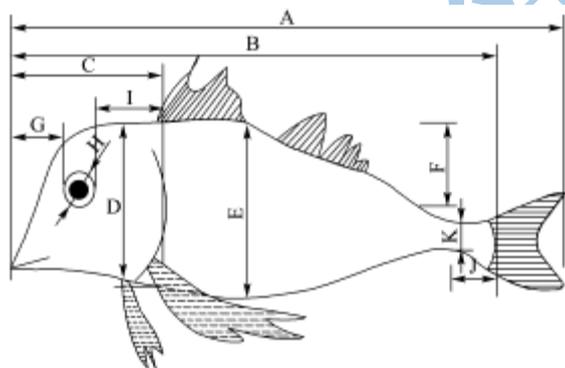


图1 深水红娘鱼外形图

Fig.1 Outline of *Lepidotrigla abyssalis*

注：A：全长；B：体长；C：头长；D：头高；E：体高；F：体厚；G：吻长；H：眼径；I：眼后头长；J：尾柄长；K：尾柄高。

试验采用常规测量方法对深水红娘鱼体表形态特征参数进行测量：用游标卡尺（ ± 0.1 mm）测定每尾鱼的全长（吻端到尾鳍末端的直线长度）、体长（吻端到尾椎终端的直线长度）、头长（吻端到鳃盖骨后缘的直线长度）、头高（头部最大垂直高度）、体高（背鳍起点到腹面的垂直高度）、体厚（前后腹部的最大垂直高度）、吻长（吻端到眼前缘的直线长度）、眼径（眼

眶前缘到眼眶后缘的直线长度）、眼后头长（眼眶后缘到鳃盖骨后缘的直线长度）、尾柄长（臀鳍基部后端到尾鳍基部的直线长度）、尾柄高（尾柄部最低处的垂直高度）等11个形态指标（如图1所示），用电子天平（ ± 0.01 g）称量深水红娘鱼体重。

1.3 数据分析

使用SPSS 17.0统计分析进行数据处理，对测量数据进行方差分析、显著性检验及多元回归分析。

2 结果与分析

2.1 外部形态特征

深水红娘鱼体形细长，前端近圆筒状，后端侧扁。头小。吻圆钝，两侧各有一可活动的三角形小侧叶，吻皮向腹面扩展，盖住上颌，边缘成流苏状。口下位；上唇消失；下唇与下颌分离，前缘腹面有一横带，上被小乳突。两颌具薄角质缘。须2对；吻须位于吻侧沟的始端，较眼半径长；口角须颇小，隐于口角内。鼻孔周围有白色小颗粒，疏密不一。侧线鳞36~38个。体背和侧部青灰色，杂云纹斑，腹部灰白。背鳍上部和臀鳍中部灰黑；尾鳍下缘黑色，其余浅灰色。眼为红色。

2.2 形态特征参数与体长的关系分析

分析比较深水红娘鱼的形态特征参数（表1），可以发现随着深水红娘鱼体长的生长，鱼体全长、体高、体重和其他形态参数均有所增大，但不同的形态特征参数增加的幅度和趋势各不相同。以体长为因变量，其他形态特征参数为自变量，分别选用直线方程和指数方程两种曲线进行拟合，探讨各形态特征参数和体长的关系^[8]。拟合结果见表2。结果表明：深水红娘鱼的头长、头高、体高、体厚、眼径、眼后头长、尾柄高、体重与体长呈指数相关（ $P < 0.01$ ）；而全长、吻长、尾柄长则与体长呈线性相关（ $P < 0.01$ ）。试验测定的12个深水红娘鱼形态特征参数中，全长、体重与体长存在极显著相关关系（ $P < 0.01$ ）；头长、头高、体高、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长与体长存在显著相关关系（ $P < 0.05$ ）。

2.3 形态特征参数间的相关关系分析

分析同深水红娘鱼体长相关性显著的形态特征参数：头长、头高、体高、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长、体重8个参数间的偏相关关系，如表3所示。结果表明：与其他特征参数存在最多的偏相关关系的是头高，它与所有的7个参数均显著相关；而吻长、尾柄长与其他特征参数的偏相关关系最差，吻长只与头长、头高、眼径显著相关，尾柄长只与头高、体高、体重显著相关。

表 1 深水红娘鱼身体形态特征数值分布表 (平均值±标准偏差)

Table 1 Morphological characters of *Lepidotrigla abyssal* (mean ± standard error)

体长分组/cm	10.00~11.99	12.00~13.99	14.00~15.99	16.00~17.99	18.00~19.99	合计
N	12	32	42	10	4	100
体长/cm	11.41±0.2	13.05±0.2	14.52±0.1	17.01±0.3	18.63±0.1	15.83±0.3**
全长/cm	13.12±0.1	14.83±0.1	16.41±0.2	19.17±0.2	20.52±0.3	17.59±0.2**
	11.90~14.91	13.42~15.87	14.94~18.63	17.61~22.91	18.96~22.55	11.90~22.55
头长/cm	2.14±0.1	2.52±0.1	2.87±0.1	3.51±0.2	3.85±0.2	2.99±0.2*
	1.80~2.60	2.20~3.00	2.30~3.20	3.10~3.70	3.70~4.50	1.80~4.50
头高/cm	1.15±0.1	1.42±0.1	1.45±0.1	2.21±0.2	2.47±0.1	1.62±0.1*
	1.02~1.29	1.21~1.53	1.43~1.69	1.68~2.56	1.83~2.72	1.02~2.72
体高/cm	1.32±0.1	1.60±0.2	1.69±0.1	2.55±0.2	2.87±0.1	1.85±0.2*
	1.16~1.42	1.28~2.08	1.48~1.80	2.29~2.92	2.72~2.90	1.16~2.92
体厚/cm	1.22±0.1	1.51±0.2	1.75±0.2	1.94±0.3	2.24±0.1	1.81±0.3
	1.15~1.39	1.29~1.75	1.53~2.06	1.74~2.21	2.02~2.48	1.15~2.48
吻长/cm	0.72±0.1	0.83±0.0	0.96±0.0	1.16±0.1	1.23±0.0	0.99±0.1*
	0.64~0.86	0.71~0.99	0.86~1.12	0.94~1.26	0.99~1.48	0.64~1.48
眼径/cm	0.33±0.0	0.38±0.0	0.41±0.1	0.43±0.1	0.48±0.0	0.41±0.1*
	0.29~0.35	0.31~0.40	0.33~0.44	0.35~0.46	0.39~0.51	0.29~0.51
眼后头长/cm	0.95±0.0	1.08±0.1	1.14±0.1	1.32±0.0	1.43±0.2	1.16±0.2*
	0.78~1.16	0.85~1.21	0.95~1.34	1.08~1.49	1.25~1.68	0.78~1.68
尾柄长/cm	1.53±0.1	1.61±0.1	1.74±0.1	1.82±0.2	1.89±0.1	1.77±0.2*
	1.41~1.68	1.51~1.76	1.55~1.93	1.66~1.98	1.76~2.21	1.41~2.21
尾柄高/cm	1.12±0.1	1.18±0.0	1.25±0.1	1.34±0.0	1.41±0.1	1.28±0.1
	1.02~1.24	1.09~1.36	1.18~1.44	1.26~1.59	1.30~1.68	1.02~1.68
体重/g	13.94±1.1	21.62±2.4	29.24±2.2	59.35±6.0	76.41±2.5	33.05±5.5**
	10.94~16.50	16.42~28.07	25.20~38.41	49.31~71.25	72.94~79.86	10.94~79.86

注：数据用平均值±标准偏差表示。体长为单因素方差分析，其余形态特征参数均以体长为协变量作单因素方差分析。*表示 P<0.05；**表示 P<0.01。

表 2 深水红娘鱼形态特征参数与体长的拟合方程

Table 2 Curve fitting equation of morphological characters and body length in *Lepidotrigla abyssalis*

	y=a+bx	R ²	y=ax ^b	R ²
全长 L _l	y=1.1142x+0.4352	0.9845	y=1.2287x ^{0.9254}	0.9812
头长 H _l	y=0.2531x-0.5571	0.9540	y=0.2847x ^{0.7849}	0.9627
头高 H _d	y=0.1438x-0.5473	0.9627	y=0.2269x ^{1.0347}	0.9637
体高 B _d	y=0.1615x-0.4917	0.9859	y=0.4287x ^{1.1416}	0.9862
体厚 B _w	y=0.1187x+0.1362	0.8796	y=0.4301x ^{0.7123}	0.8847
吻长 P _l	y=0.0458x+0.3334	0.8456	y=0.1341x ^{0.7258}	0.8612
眼径 E _d	y=0.0243x+0.1026	0.8514	y=0.1478x ^{0.5647}	0.8599
眼后头长 P _{lh}	y=0.0689x+0.1123	0.8869	y=0.1047x ^{0.7958}	0.8976
尾柄长 C _l	y=0.0985x+0.2321	0.9124	y=0.0874x ^{0.9958}	0.9247
尾柄高 C _d	y=0.0903x-0.1327	0.9364	y=0.0479x ^{1.2369}	0.9158
体重 W	y=5.0327x-42.164	0.9884	y=0.0231x ^{2.8265}	0.9852

表 3 深水红娘鱼形态特征的偏相关系数 (y=a+bx, b 值)

Table 3 Partial correlation of morphological characters in *Lepidotrigla abyssalis*

	头长 H _l	头高 H _d	体高 B _d	吻长 P _l	眼径 E _d	眼后头长 P _{lh}	尾柄长 C _l
头长 H _l							
头高 H _d	0.31**						
体高 B _d	0.32**	0.32**					
吻长 P _l	0.42**	0.21*	0.06				
眼径 E _d	0.29**	0.32**	0.13*	0.16*			
眼后头长 P _{lh}	0.17*	0.25**	0.08	0.07	-0.07		
尾柄长 C _l	-0.03	0.22*	0.17*	0.08	0.11	0.03	
体重 W	0.43**	0.51**	0.45**	0.06	-0.02	0.40**	0.48**

2.4 形态特征参数对体重的关系分析

2.4.1 形态特征参数对深水红娘鱼体重影响的通径分

析

由表 3 可知, 深水红娘鱼头长、头高、体高、眼后头长、尾柄长对深水红娘鱼体重的影响存在显著关系, 与体重的偏相关系数大小依次为: 头高>尾柄长>体高>头长>眼后头长。在完成深水红娘鱼形态特征参数对体重的偏相关关系分析基础上, 进一步采用通径分析来研究上述 5 个形态特征参数对深水红娘鱼体重影响的作用大小 (见表 4)^[9]。结果表明: 5 个特征参数对深水红娘鱼体重的直接作用都存在极显著影响 ($P<0.01$), 其中对深水红娘鱼体重的直接作用影响大

小依次为: 头长>尾柄长>头高>体高>眼后头长, 对深水红娘鱼体重的间接作用影响大小依次为: 眼后头长>头高>体高>尾柄长>头长。可知深水红娘鱼头长对体重的直接作用最大, 而间接作用最小, 说明头长主要通过直接作用对体重产生影响; 深水红娘鱼眼后头长对体重的间接作用远大于直接作用, 表明眼后头长主要是通过间接作用来影响深水红娘鱼的体重, 此外 5 个特征参数对深水红娘鱼体重的间接作用均远高于其对体重的直接作用。

表 4 深水红娘鱼形态特征对体重影响的通径分析

Table 4 Path analysis of the effects of phenotype traits on body weight

形态特征	相关系数	直接作用	间接作用					
			Σ	H _l	H _d	B _d	P _{lh}	C _l
头长 H _l	0.43**	0.184**	0.253		0.071	0.026	0.107	0.049
头高 H _d	0.51**	0.136**	0.369	0.144		0.039	0.113	0.073
体高 B _d	0.45**	0.099**	0.357	0.117	0.044		0.154	0.042
眼后头长 P _{lh}	0.40**	0.026**	0.380	0.161	0.052	0.021		0.146
尾柄长 C _l	0.48**	0.154**	0.324	0.152	0.083	0.037	0.052	

2.4.2 深水红娘鱼体重的多元回归方程建立

表 5 多元回归方程的方差分析

Table 5 Analysis of variance of multiple regression equation

模型	平方和	df	均方	F	显著性
回归	3220.170	5	644.034	128.807	**
残差	361.608	95	3.806		
总计	3581.778	100			

表 6 回归系数的显著性检验

Table 6 The test of the significance of coefficients

模型	非标系数		t	显著性
	B	标准偏差		
常数	-89.799	2.641	-29.102	**
头长	3.711	0.279	11.375	**
尾柄高	9.975	0.912	9.356	**
头高	11.996	2.218	4.628	**
眼后头长	6.112	1.314	3.978	**
体高	7.499	2.487	2.580	**

根据深水红娘鱼形态特征的偏相关系数的分析结果, 剔除对深水红娘鱼体重影响较小的吻长、眼径, 保留头长、头高、体高、眼后头长及尾柄长 5 个对深水红娘鱼体重影响显著的特征参数, 进行回归分析 (见表 5、6) 建立估计深水红娘鱼体重的最优多元回归数学模型^[10]:

$$y = -89.799 + 3.711x_1 + 9.975x_2 + 11.996x_3 + 6.112x_4 + 7.499x_5$$

式中: y-体重 (g), x₁-头长 (cm), x₂-尾柄长 (cm), x₃-

头高 (cm), x₄-眼后头长 (cm), x₅-体高 (cm)。

经方差分析, 头长、尾柄高、头高、眼后头长、体高对深水红娘鱼体重的回归系数及回归常数均达到了显著水平 ($P<0.01$)。

3 讨论

3.1 深水红娘鱼形态特征参数与体长的关系

深水红娘鱼的头长、头高、体高、体厚、眼径、眼后头长、尾柄高、体重与体长呈指数相关 ($P<0.01$); 而全长、吻长、尾柄长则与体长呈线性相关 ($P<0.01$), 说明深水红娘鱼形态特征参数主要表现为负异速生长, 体长的增长速度要高于体重^[11]。研究中常使用指数方程表示鱼体重和体长的关系, 通常指数 b 值在 2.5~4 之间, 该值与鱼体各部分生长速度的相对大小有关, 对于体长、体高及体厚等速增长的鱼类, b 值约为 3^[12]。深水红娘鱼的 b 值为 2.8265, 小于 3, 为负异速增长。本试验中深水红娘鱼的形态特征参数比例要略大于 Rosa 等^[13]的研究结果, 产生这些差异的可能原因同采集鱼体海域的地理位置不同、深水红娘鱼的生长环境、水体温度、盐度、饵料等存在一定的差异有关, 此外试验结果还与样本大小、样本数量、样本的养殖方式及人为因素均有一定的关系。

3.2 深水红娘鱼形态特征参数间的相关关系

比较分析深水红娘鱼不同形态特征参数间的相关关系可以发现, 吻长、眼后头长、眼径与头长显著相关, 这是由于鱼体形态结构决定的, 即体长较大的

深水红娘鱼吻长、眼后头长、眼径也相对较大,这与皱雄等^[4]研究点篮子鱼形态性状结果一致。试验数据还表明,在体长一定的情况下,深水红娘鱼的体重与头高呈正相关,即体型高的深水红娘鱼有较大的体重。可能的原因在于,深水红娘鱼较大的头部有利于扩大捕食范围,增加了摄食量从而增加了营养物质的摄取,集中表现为体重的增长。深水红娘鱼营养物质优先保证头部器官的生长发育可能是深水红娘鱼显著的适应特性。此外关于深水红娘鱼体重同尾柄长的相关关系是否说明深水红娘鱼体重与游泳能力存在某种相关性还有待进一步研究论证。

3.3 深水红娘鱼形态特征的选育

开展水产品的人工选育研究是当前科研工作的研究热点之一。形态特征选育的生长指标一般分为两类,即长度指标和重量指标。运用多元分析和通径分析对淡水鱼、虾类及贝类进行形态特征选育的研究报道较多,但针对深水红娘鱼等小杂鱼进行形态特征选育的相关研究目前国内仍是空白。王新安等^[5]通过大菱鲆外部形态特征参数对体重影响的效果分析,得出大菱鲆重量估计的最优回归模型。耿绪云等^[6]研究了影响中华绒螯蟹体重的多个外部形态参数,建立了以体重为因变量,多个具有显著性影响的形态特征参数为自变量的多元回归方程。本实验通过分析多个深水红娘鱼形态特征参数间的偏相关关系后发现深水红娘鱼体重与多个形态特征参数存在显著性关系,可见以深水红娘鱼的体重特征参数进行选育具有较大的潜力,但如果只根据深水红娘鱼的体重直接选育,周围的环境因素可能会给选育结果带来一定的系统误差。在显著影响深水红娘鱼体重大小的5个形态特征参数中,通过通径分析和多元回归分析得出了影响深水红娘鱼体重的最优回归数学模型: $y = -89.799 + 3.711x_1 + 9.975x_2 + 11.996x_3 + 6.112x_4 + 7.499x_5$,旨在给深水红娘鱼的育种学研究提供实践依据。

4 结论

试验采集100尾深水红娘鱼样本,测量其体长、全长、头长、头高、体高、体厚、吻长、眼径、眼后头长、尾柄长、尾柄高、体重共12个形态特征指标。采用方差分析、偏相关分析、通径分析及回归分析,研究深水红娘鱼各形态特征参数间的相关关系,确定影响深水红娘鱼体质量的主要形态特征参数。结果表明:深水红娘鱼的头长、头高、体高、体厚、眼径、眼后头长、尾柄高、体重与体长呈指数相关($P < 0.01$);而全长、吻长、尾柄长则与体长呈线性相关($P < 0.01$)。深水红娘鱼体长和体重的拟合方程为: $y =$

$0.0231x^{2.8265}$ ($R^2 = 0.9852$);深水红娘鱼的b值为2.8265,小于3,为负异速增长,即体长的增长速度要高于体重。头高与其他特征参数的相关性最高;而吻长、尾柄长与其他特征参数的偏相关关系最差,吻长只与头长、头高、眼径显著相关,尾柄长只与头高、体高、体重显著相关。头长、头高、体高、眼后头长、尾柄长对深水红娘鱼体质量的影响存在显著关系;对深水红娘鱼体质量的直接作用影响大小依次为:头长(0.184^{**}) > 尾柄长(0.154^{**}) > 头高(0.136^{**}) > 体高(0.099^{**}) > 眼后头长(0.026^{**}),深水红娘鱼体质量的最优回归数学模型: $y = -89.799 + 3.711x_1 + 9.975x_2 + 11.996x_3 + 6.112x_4 + 7.499x_5$ 。

参考文献

- [1] 伍献文.中国鲤科鱼类志[M].上海:上海科技出版社,1964
- [2] 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
- [3] 彭姜岚,曹振东,付世建.鲑鱼形态特征参数与体长关系及变异分析[J].重庆师范大学学报,2007,24(1):69-71
- [4] Ecoutin J M, Albaret J J, Trape S. Length-weight relationships for fish populations of a relatively undisturbed tropical estuary: The Gambia [J]. Fisheries Research, 2005, 72: 347-351
- [5] 吕耀平.唇鱼骨1龄鱼和2龄鱼形态特征参数及其相关性比较分析[J].上海水产大学学报,2008,17(2):170-174
- [6] 丁瑞华.四川鱼类志[M].成都:四川科学出版社,1994
- [7] 林婉玲,关熔,曾庆孝,等.彩鲷和普通罗非鱼不同部位营养及质构特性的研究[J].现代食品科技,2011,27(1):16-21
- [8] 刘春雷,常玉梅,梁利群,等.转大麻哈鱼生长激素基因鲤表型性状与体质量的相关性及通径分析[J].应用生态学报,2011,22(7):1893-1899
- [9] 王彩理,郭晓华,苑德顺,等.不同生长阶段大菱鲆的氨基酸评价分析[J].现代食品科技,2012,28(1):104-107
- [10] Zhao H, Zhang ZB, Shao HB, et al. Genetic correlation and path analysis of transpiration efficiency for wheat flag leaves [J]. Environmental and Experimental Botany, 2008, 64: 128-134
- [11] 廖锐,区又君,勾效伟,等.黄唇鱼、大黄鱼、丁氏鱼或和棘头梅童鱼的形态差异和判别分析[J].大连水产学院学报,2009,24(4):305-310
- [12] 谢仲桂,谢从新,张鸷.我国华鳊属鱼类形态差异及其物种

- 有效性的研究[J].动物学研究,2003,24(5):321-330
- [13] Rosa A, Menezes G, Melo O, et al. Weight-length relationships of 33 demersal fish species from Azores archipelago [J]. Fisheries Research, 2006, 80: 329-332
- [14] 敏雄,庄平,章龙珍,等.点篮子鱼形态特征及其相关性参数分析[J].海洋渔业,2010,32(4):395-400
- [15] 王新安,马爱军,许可,等.大菱鲆幼鱼表型形态性状与体重之间的关系[J].动物学报,2008,54(3):540-545
- [16] 耿绪云,王雪惠,孙金生,等.中华绒螯蟹一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

现代食品科技