

# 尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)不同月龄性状的主成分与判别分析\*

唐瞻杨 肖俊 李莉萍 朱佳杰 罗永巨 黄姻 甘西

(广西壮族自治区水产研究所 广西水产遗传育种与健康养殖重点实验室 南宁 530021)

**提要** 采用主成分与判别分析的方法,研究尼罗罗非鱼形态性状的增长规律,并判定其最佳生长季节体格与月龄的关系。选择2—5月龄尼罗罗非鱼各100尾,测量体长、头长、躯干长、体高、尾柄长、尾柄高、体宽和体重共8个性状,并对其进行主成分与判别分析。主成分分析结果表明:尼罗罗非鱼各月龄的体型特征参数间均有不同程度的正相关( $P < 0.05$ ),体重与体长、体高的相关性最显著;不同月龄尼罗罗非鱼性状的主成分有所不同,主成分1:2—5月龄均相同为增重因子;主成分2:2—4月龄均为尾柄因子,而5月龄是躯干因子;主成分3:2月龄是头部因子,3—4月龄是躯干因子,5月龄是尾柄因子。通过建立判别式来判断错过最佳生长季节尼罗罗非鱼的体格与大小相符的月龄,判别结果表明,总的判别准确率为99.25%,其中2—4月龄尼罗罗非鱼的判别准确率为100%。

**关键词** 尼罗罗非鱼,主成分分析,判别分析

**中图分类号** Q176

罗非鱼是联合国粮农组织(FAO)向全世界推广养殖的主要对象,是我国主要水产养殖品种和出口创汇主导水产品之一。尼罗罗非鱼与奥利亚罗非鱼杂交育种获得的单性奥尼罗非鱼在养殖生产中得到了广泛应用,因此,加强尼罗罗非鱼的选育有着重要的现实意义。在尼罗罗非鱼的育种工作中,由于亲鱼个体成熟度或者亲和力存在差异,导致有些家系错过了最佳生长季节,这些家系需要通过对其个体大小所相符的月龄进行判断。通过分析不同月龄尼罗罗非鱼生长指标的变化,研究不同阶段生长指标主成分载荷因子的变化规律,有助于开展尼罗罗非鱼不同阶段的选育工作。目前,有关尼罗罗非鱼不同月龄性状的主成分分析及判别分析的研究迄今尚未见报道。

主成分分析就是利用“降维”的思想,在损失很少信息的前提下把多个指标转化为几个综合指标的统计方法(何晓群,2008)。主成分分析法已经广泛应

用于研究水产动物的形态差异、生长体征、繁殖力、鱼类生态等各领域,庆宁等(2007)应用主成分法分析华南沿海地区西部入海水系中间黄颡鱼的形态差异,华元渝等(1982)研究了鲢鱼主要的生长体征指标,杨严鸥(1999)、杨严鸥等(2000)分析了影响中华鲟繁殖力和淡水鱼类生态的主要原因,Milstein等(1985)应用主成分分析法研究了池塘中鱼种类与池塘生态环境的关系。何铜等(2009)采用主成分分析法对不同生长阶段的凡纳滨对虾各指标进行分析,结果表明凡纳滨对虾的体重、体长、体宽和体高等方面在不同生长阶段的生长速度有差异。判别分析是在分类确定的条件下,根据某一研究对象的各种特征值判别其类型归属的统计分析方法。该方法在水产生物的形态差异分析中也有较多的报道,如尼罗罗非鱼(李思发等,1998)、东黄海鲈鱼(邵锋等,2008)、日本沼虾(赵晓勤等,2006)、大西洋鲑鱼(Nicieza,1995)、鳙鱼(George *et al.*,2006)等。本研究采用主成分与判别分析的方法研

\* 国家现代农业产业技术体系项目, CARS-49号; 广西壮族自治区科技攻关与新产品试剂项目, 桂科攻1123006-1号; 广西壮族自治区青年基金项目, 2011GX NSFB018048号。唐瞻杨, 硕士, 助理研究员, E-mail: tangzhanyang123@163.com

通讯作者: 甘西, 研究员, E-mail: ganxi.cn@126.com

收稿日期: 2011-08-12, 收修改稿日期: 2011-10-10

究了不同月龄尼罗罗非鱼的性状, 寻找随月龄的增长, 尼罗罗非鱼的体长、头长、躯干长、体高、尾柄长、尾柄高、体宽和体重的相对增长的变化规律, 并推断错过最佳生长季节的尼罗罗非鱼与其大小相符的月龄, 为尼罗罗非鱼的良种选育提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本试验于 2010 年 7—11 月在广西水产研究所那马中试基地进行, 试验池塘面积  $666.7 \times 1.5 \text{ m}^2$ , 养殖数量达 2250 尾, 试验时间为 156 天。试验用尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)来源于广西南宁国家级罗非鱼良种场的美国品系尼罗罗非鱼的选育群体, 随机选取 2、3、4、5 月龄的尼罗罗非鱼各 100 尾, 并测定各项测试指标。试验期间各阶段的饲养管理水平保持一致。

### 1.2 形态参数的测量

采用游标卡尺测量体长、头长、躯干长、体高、尾柄长、尾柄高、体宽等形态性状指标, 精确到 0.01cm。再用电子天平称量体重, 精确到 0.01g。

### 1.3 数据统计分析

**1.3.1 原始数据的标准化转换** 由于原始数据的度量单位不同, 不能直接通过协方差矩阵进行主成分分析, 为此, 必须对原始数据按下式标准化处理, 这种数据转换方式不会改变各变量间的相关性。

$$x_z = (x - \bar{x}) / s$$

式中,  $x_z$  为标准化后的数据,  $x$  为原始数据,  $\bar{x}$  为原始数据的平均值,  $s$  为原始数据的标准差。

**1.3.2 主成分的选取** 用 Jacobi 法求出体长、头长、躯干长、体高、尾柄长、尾柄高、体宽和体重 8 个测试指标中的相关阵的特征值、累积贡献率及特征向量, 得出若干个综合性指标, 即互不关联的若干主

成分, 主成分贡献率和累计贡献率的计算方法参考文献(张尧庭等, 1983)。为了保留原  $P$  维空间的信息量并简化计算, 一般选择  $k$  个较大特征根, 使累计贡

献率  $A = \sum_{i=1}^k \lambda_i / \sum_{i=1}^n \lambda_i$  85% 作为入选的主成分, 并分

别计算各月龄的主成分。数据采用 SPSS.17 软件分析。

**1.3.3 判别分析** 把尼罗罗非鱼的测试指标数据按月龄分为 4 组, 用逐步判别法建立 4 个月龄尼罗罗非鱼的判别函数, 据此对所有样本进行判别。

判别准确率  $P = \text{判别正确的某月龄尼罗罗非鱼尾数} / \text{实际某月龄尼罗罗非鱼尾数} \times 100\%$

## 2 结果与分析

### 2.1 尼罗罗非鱼不同月龄表型性状参数及其相关性

鱼体表型性状是描述鱼体生长发育过程的基础, 尼罗罗非鱼各月龄表型性状参数列于表 1。由表 1 可知, 尼罗罗非鱼从 2 月龄到 3 月龄期间生长最快, 2 月龄体重为 27.33g, 3 月龄体重达 117.32g, 体重增长了 3.29 倍, 而从 4 月龄到 5 月龄期间生长最慢, 4 月龄体重为 288.99g, 5 月龄体重达 493.43g, 体重仅增长了 70.74%, 各月龄体重的标准差由大到小的顺序为: 5 月龄 > 4 月龄 > 3 月龄 > 2 月龄, 说明随着养殖时间的增加, 鱼群中的个体差异越大。

根据所测尼罗罗非鱼表型特征数据, 利用相关系数法, 获得不同月龄表型性状相关系数列于表 2。由表 2 可知, 尼罗罗非鱼各月龄的体型特征参数间均呈不同程度的正相关( $P < 0.05$ ), 体重与体长、体高的相关性最显著, 与尾柄长的相关性最弱, 其中, 2、3 月龄体重与体长的相关系数最大, 分别为 0.950、0.930; 4、5 月龄体重与体高的相关系数最大, 分别为 0.945、0.914; 2—5 月龄体重与所测的其它表型性状

表 1 尼罗罗非鱼不同月龄的表型性状参数

Tab.1 The parameter of phenotypic characters of Nile tilapia at different ages

月龄	参数	体重 $X_1$	体长 $X_2$	头长 $X_3$	躯干长 $X_4$	体高 $X_5$	尾柄长 $X_6$	尾柄高 $X_7$	体宽 $X_8$
2	平均数	27.33	9.05	2.83	5.09	3.43	0.99	1.19	1.54
	标准差	5.94	0.56	0.20	0.36	0.30	0.09	0.10	0.13
3	平均数	117.32	14.27	4.50	8.63	5.56	1.73	2.01	2.63
	标准差	19.02	0.70	0.24	0.48	0.34	0.23	0.12	0.22
4	平均数	288.99	18.59	5.76	8.44	7.92	2.31	2.82	3.98
	标准差	43.78	0.90	0.39	0.44	0.51	0.22	0.17	0.26
5	平均数	493.43	22.02	6.80	9.58	9.67	2.98	3.37	4.66
	标准差	63.22	0.82	0.38	0.45	0.54	0.19	0.18	0.31

表 2 尼罗罗非鱼不同月龄各性状间的表型相关  
Tab.2 The phenotypic correlation among traits of Nile tilapia at different ages

月龄	性状	体重 $X_1$	体长 $X_2$	头长 $X_3$	躯干长 $X_4$	体高 $X_5$	尾柄长 $X_6$	尾柄高 $X_7$	体宽 $X_8$
2	体重 $X_1$	1.000							
	体长 $X_2$	0.950**	1.000						
	头长 $X_3$	0.772**	0.789**	1.000					
	躯干长 $X_4$	0.857**	0.861**	0.707**	1.000				
	体高 $X_5$	0.841**	0.800**	0.722**	0.758**	1.000			
	尾柄长 $X_6$	0.630**	0.663**	0.544**	0.666**	0.482**	1.000		
	尾柄高 $X_7$	0.686**	0.658**	0.555**	0.663**	0.830**	0.453**	1.000	
	体宽 $X_8$	0.741**	0.694**	0.616**	0.715**	0.758**	0.473**	0.718**	1.000
3	体重 $X_1$	1.000							
	体长 $X_2$	0.930**	1.000						
	头长 $X_3$	0.667**	0.697**	1.000					
	躯干长 $X_4$	0.851**	0.854**	0.571**	1.000				
	体高 $X_5$	0.929**	0.826**	0.624**	0.742**	1.000			
	尾柄长 $X_6$	0.475**	0.517**	0.192	0.493**	0.376**	1.000		
	尾柄高 $X_7$	0.770**	0.680**	0.578**	0.587**	0.789**	0.384**	1.000	
	体宽 $X_8$	0.729**	0.609**	0.490**	0.521**	0.690**	0.320**	0.623**	1.000
4	体重 $X_1$	1.000							
	体长 $X_2$	0.895**	1.000						
	头长 $X_3$	0.772**	0.800**	1.000					
	躯干长 $X_4$	0.688**	0.686**	0.539**	1.000				
	体高 $X_5$	0.945**	0.843**	0.795**	0.595**	1.000			
	尾柄长 $X_6$	0.523**	0.597**	0.477**	0.332**	0.427**	1.000		
	尾柄高 $X_7$	0.877**	0.760**	0.738**	0.614**	0.871**	0.457**	1.000	
	体宽 $X_8$	0.865**	0.703**	0.631**	0.586**	0.838**	0.364**	0.759**	1.000
5	体重 $X_1$	1.000							
	体长 $X_2$	0.829**	1.000						
	头长 $X_3$	0.621**	0.775**	1.000					
	躯干长 $X_4$	0.609**	0.594**	0.286**	1.000				
	体高 $X_5$	0.914**	0.734**	0.658**	0.423**	1.000			
	尾柄长 $X_6$	0.526**	0.509**	0.367**	0.253*	0.477**	1.000		
	尾柄高 $X_7$	0.806**	0.670**	0.624**	0.422**	0.798**	0.439**	1.000	
	体宽 $X_8$	0.781**	0.521**	0.275**	0.539**	0.665**	0.395**	0.549**	1.000

注: \*\*表示差异极显著( $P < 0.01$ )

的相关系数相比, 体重与尾柄长最小, 分别为 0.630、0.475、0.523、0.526。

## 2.2 尼罗罗非鱼不同月龄性状的主成分分析

主成分分析的目的是将许多相关性很高的变量转化成彼此相互独立或不相关的变量, 通常是选出比原始变量个数少、能解释大部分资料中的变异的几个新变量, 即所谓主成分, 并用以解释资料的综合性指标。在主成分分析中, 特征向量揭示对复合性状作用的大小, 其绝对值体现了不同性状对此主成分的性质和贡献的大小, 累积贡献率表示各复合性状在

所有复合性状的遗传方差的百分率。不同月龄尼罗罗非鱼的 8 个表型性状参数相关矩阵的特征向量及累积贡献率见表 3。由表 3 可知, 2 月龄的尼罗罗非鱼第一主成分的特征值为 5.945, 其累积贡献率分别为 74.310%, 由于为了保留原多维空间的信息量并简化计算, 一般选择  $k$  个较大特征值, 使累积贡献率大于 85% 作为入选的主成分, 因此, 需要继续选取特征参数的第二主成分和第三主成分, 3 个主成分的累积贡献率为 88.867%, 达到了入选主成分的要求。同理, 据此获得 3—5 月龄尼罗罗非鱼性状入选的主成分的

表 3 不同月龄尼罗罗非鱼表型性状的特征值和累计贡献率  
Tab.3 Eigenvalue and cumulative contribution rate of phenotypic characters of Nile tilapia at different ages

序号	不同月龄的特征值				不同月龄累积贡献率(%)			
	2	3	4	5	2	3	4	5
1	5.945	5.506	5.849	5.135	74.310	68.825	73.115	64.194
2	0.713	0.859	0.765	0.917	83.228	79.562	82.681	75.652
3	0.451	0.574	0.521	0.711	88.867	86.732	89.198	84.545
4	0.300	0.398	0.372	0.597	92.611	91.705	93.843	92.012
5	0.274	0.367	0.219	0.302	96.030	96.287	96.574	95.792
6	0.162	0.166	0.170	0.172	98.059	98.357	98.697	97.936
7	0.112	0.104	0.072	0.129	99.458	99.655	99.601	99.554
8	0.043	0.028	0.032	0.036	100.000	100.000	100.000	100.000

特征向量, 结果如表 4 所示。

由表 4 可以看出, 2 月龄尼罗罗非鱼性状的第一主成分中特征值较大的是体重、体长, 而且由相关分析可知两者相关程度较高, 称为增重因子, 第二主成分中特征值较大的是尾柄长和尾柄高, 称为尾柄因子, 第三主成分中特征值较大的是头长, 称为头部因子; 3 月龄尼罗罗非鱼性状的第一主成分中特征值较大的是体重、体长, 为增重因子, 第二主成分中特征值较大的是尾柄长, 称为尾柄因子, 第三主成分中特征值较大的是体宽, 称为躯干因子; 4 月龄尼罗罗非鱼性状的第一主成分中特征值较大的是体重、体长, 为增重因子, 第二主成分中特征值较大的是尾柄长, 称为尾柄因子, 第三主成分中特征值较大的是躯干长, 称为躯干因子; 5 月龄尼罗罗非鱼性状的第一主成分中特征值较大的是体重、体长, 第二主成分中特征值较大的是躯干长、体宽, 称为躯干因子, 第三主成分中特征值较大的是尾柄长, 称为尾柄因子。不同

月龄尼罗罗非鱼性状特征参数的主成分, 分析结果列于表 5。

由主成分结果(表 5)可以得出: 2—5 月龄尼罗罗非鱼的第一主成分均为增重因子, 但不同月龄其特征值有所不同, 说明在尼罗罗非鱼的生长发育中, 体重的增加始终是第一位, 该结论符合尼罗罗非鱼的生长发育规律。不同月龄尼罗罗非鱼性状的第二主成分中, 2—4 月龄均为尾柄因子, 而 5 月龄是躯干因子, 说明 2—4 月龄尼罗罗非鱼体重增加的同时, 尾柄部位也在快速增长, 而 5 月龄尼罗罗非鱼的尾柄部位生长放缓, 躯干部位的生长加快。

### 2.3 不同月龄尼罗罗非鱼性状的判别分析

利用逐步判别分析的方法, 对不同月龄尼罗罗非鱼表型性状的特征值进行判别分析, 建立了不同月龄尼罗罗非鱼的判别函数, 式中的  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_7$ 、 $X_8$  分别代表体重、体长、头长、躯干长、体高、尾柄长、尾柄高、体宽。各月龄尼罗罗非鱼的

表 4 不同月龄尼罗罗非鱼入选的主成分特征向量  
Tab.4 The principal component eigenvector of Nile tilapia at different ages

月龄	主成分	体重 $X_1$	体长 $X_2$	头长 $X_3$	躯干长 $X_4$	体高 $X_5$	尾柄长 $X_6$	尾柄高 $X_7$	体宽 $X_8$
2	1	0.947	0.937	0.831	0.908	0.905	0.702	0.808	0.831
	2	0.060	0.148	0.121	0.131	-0.282	0.575	-0.409	-0.281
	3	-0.128	-0.146	-0.408	0.022	-0.036	0.382	0.285	0.134
3	1	0.975	0.936	0.737	0.861	0.922	0.537	0.827	0.757
	2	-0.018	0.065	-0.372	0.155	-0.123	0.799	-0.118	-0.159
	3	-0.004	-0.204	-0.358	-0.275	0.088	0.054	0.243	0.508
4	1	0.974	0.926	0.850	0.737	0.942	0.586	0.902	0.856
	2	-0.068	0.126	0.065	-0.164	-0.150	0.787	-0.101	-0.249
	3	-0.047	0.077	-0.152	0.649	-0.193	0.040	-0.117	-0.128
5	1	0.967	0.891	0.732	0.641	0.907	0.603	0.847	0.745
	2	0.101	-0.142	-0.544	0.544	-0.089	-0.149	-0.141	0.495
	3	-0.001	-0.160	-0.272	-0.269	0.005	0.717	-0.044	0.155

表 5 不同月龄尼罗罗非鱼性状的主成分

Tab.5 Principal component of traits of Nile tilapia at different ages

月龄	第一主成分	第二主成分	第三主成分
2	增重因子	尾柄因子	头部因子
3	增重因子	尾柄因子	躯干因子
4	增重因子	尾柄因子	躯干因子
5	增重因子	躯干因子	尾柄因子

判别公式如下:

2 月龄:  $-238.073-0.995X_1 + 27.276X_2 + 1.570X_3 + 11.270X_4 + 27.495X_5 - 3.777X_6 + 38.363X_7 + 36.285X_8$

3 月龄:  $-518.338-1.377X_1 + 34.896X_2 + 5.28X_3 + 25.075X_4 + 34.411X_5 - 0.565X_6 + 64.875X_7 + 51.506X_8$

4 月龄:  $-695.496-1.566X_1 + 55.807X_2 - 6.673X_3 - 2.892X_4 + 35.704X_5 - 4.043X_6 + 94.721X_7 + 81.738X_8$

5 月龄:  $-741.192-1.399X_1 + 59.656X_2 - 9.646X_3 - 5.991X_4 + 31.262X_5 + 1.997X_6 + 97.129X_7 + 73.514X_8$

将尼罗罗非鱼 8 个表型性状的特征值分别代入上述 4 个判别公式, 获得函数值 4 个, 将最大函数值的判别函数所对应的月龄作为该个体的月龄。依此对所有观测样本按上述判别函数进行预测分类, 结果列于表 6。观测样本的总判别准确率为 99.25%, 其中 2—4 月龄尼罗罗非鱼观测样本的判别准确率为 100%。由此说明, 错过最佳生长季节的尼罗罗非鱼与体格大小相符的月龄通过建立的判别式来判断, 总的判别准确率为 99.25%, 其中 2—4 月龄尼罗罗非鱼的判别准确率为 100%。

表 6 判别函数对观测样本的预测分类及准确率

Tab.6 Predicted classification of discriminant functions for observed specimens and their percentages of accuracy

月龄	数量	准确率 (%)	预测分类				判别准确率 (%)
			2月龄	3月龄	4月龄	5月龄	
2	100	100	100	0	0	0	99.25
3	100	100	0	100	0	0	
4	100	100	0	0	100	0	
5	100	97	0	0	3	97	

### 3 讨论

#### 3.1 主成分分析的主要因子选择

在鱼类育种工作中, 人们往往希望尽可能多地收集相关性状的数据, 以期能对选育目标有比较全面、完整的把握和认识。但是, 较多的变量会增加分析问题的复杂性, 变量之间存在一定的相关性, 导致多变量之间信息出现重叠现象, 为了克服这种相关

性、重叠性, 通常采用较少的变量代替原来较多的变量。本研究采用主成分分析的方法将尼罗罗非鱼体长、头长、躯干长、体高、尾柄长、尾柄高、体宽和体重性状转化为 3 个主要因子, 这 3 个因子包含了 8 个测试性状的 85% 以上的信息, 较好地揭示了尼罗罗非鱼增长规律。分析结果表明, 2—5 月龄的尼罗罗非鱼的性状第一主成分均为增重因子, 也就是体重和体长性状; 第二主成分有所变化, 在 2—4 月龄均为尾柄因子, 而 5 月龄是躯干因子。说明在尼罗罗非鱼的生长发育过程中, 体重的增长最快, 而尾柄部位增长次之, 但是, 随着月龄的增长, 5 月龄的尼罗罗非鱼躯干部位的生长速度加快, 超过尾柄的生长速度。因此, 在尼罗罗非鱼选育过程中, 始终应坚持以体重和体长为主选性状。

#### 3.2 影响判别分析准确性的原因

影响判别分析结果准确性的原因主要与试验误差大小和数据收集的准确性有关。本试验在尼罗罗非鱼养殖过程中, 始终保持池塘放养密度和营养管理水平一致, 有效地降低了试验的系统误差。运用判别分析的方法可以检验试验数据的准确性。在判别分析的过程中, 如果不同月龄的尼罗罗非鱼经判别分析的分组结果与尼罗罗非鱼实际所在的组别相同, 则表明判别分析的准确性较高。研究表明, 不同月龄分组的试验样本数量为 100 尾, 其中 2—4 月龄尼罗罗非鱼的判别准确率高达 100%, 5 月龄尼罗罗非鱼的判别准确率为 97%, 总的判别准确率为 99.25%, 由于不同月龄的尼罗罗非鱼试验样本通过判别分析的分组结果与尼罗罗非鱼自身所在组别的差异较小, 说明判别分析的效果较好。梁前进等(1998)对野生鲫和五个金鱼品种进行判别分析, 各品种回判正确率达 85% 以上; 刘建勇等(2009)采用判别分析的方法对我国沿海鲮鱼不同地理群体形态差异进行研究, 综合判别正确率达到 99.1%; 赵建等(2007)对珠江卷口鱼不同地理种群的形态进行判别分析, 判别正确率达到 99.2%; 霍堂斌等(2011)对白斑狗鱼与黑斑狗鱼的形态差异进行判别分析, 判别正确率达到 96.4%—100%。本试验的研究结果与以上学者的研究结果相似。

#### 参 考 文 献

- 华元渝, 胡传林, 张水元等, 1982. 主成分分析方法在鲢鱼种生长体征指标分析中的应用. 生态学报, 2(3): 267—278  
 庆宁, 吕凤义, 赵俊等, 2007. 华南沿海地区西部入海水系中间黄颡鱼的形态变异及地理分化. 动物学研究, 28(2): 207—212

- 刘建勇, 杨廷宝, 2009. 我国沿海鲢鱼(*Mugil cephalus*)不同地理群体形态差异研究. 海洋与湖沼, 40(5): 572—576
- 李思发, 李晨虹, 1998. 尼罗罗非鱼品系间形态差异分析. 动物学报, 44(4): 450—457
- 杨严鸥, 1999. 淡水鱼类生态对策的主成分分析研究. 湖北农学院学报, 19(1): 42—45
- 杨严鸥, 李林春, 操玉涛, 2000. 中华鲟繁殖力的主成分分析研究. 信阳农业高等专科学校学报, 10(1): 46—49
- 何 铜, 刘小林, 杨长明等, 2009. 凡纳滨对虾各月龄性状的主成分与判别分析. 生态学报, 29(4): 2134—2142
- 何晓群, 2008. 多元统计分析. 北京: 中国人民大学出版社, 152—153
- 张尧庭, 方开泰, 1983. 多元统计分析引论. 北京: 科学出版社, 393—401
- 邵 锋, 陈新军, 李 纲等, 2008. 东黄海鲈鱼形态差异分析. 上海水产大学学报, 17(2): 204—209
- 赵 建, 朱新平, 陈永乐等, 2007. 珠江卷口鱼不同地理种群的形态变异. 动物学报, 53(5): 921—927
- 赵晓勤, 倪 娟, 陈立侨等, 2006. 日本沼虾 4 种群的形态差异分析. 中国水产科学, 13(2): 224—229
- 梁前进, 彭奕欣, 余秋梅, 1998. 野生鲫和五个金鱼品种的判别分析和聚类分析. 水生生物学报, 22(3): 236—243
- 霍堂斌, 袁美云, 马 波等, 2011. 白斑狗鱼与黑斑狗鱼的形态差异与判别分析. 大连海洋大学学报, 26(3): 253—259
- George K, George H, George M *et al*, 2006. Phenotypic affinities on fry of four Mediterranean grey mullet species. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 6: 49—55
- Milstein A, Hopher B, Teltsch B, 1985. Principal component analysis of interactions between fish species and the ecological conditions in fish ponds: I. Phytoplankton. Aquaculture Research, 16(4): 305—317
- Nicieza A G, 1995. Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: the effects of ontogeny and habitat shift. Functional Ecology, 9: 448—456

## PRINCIPAL COMPONENT AND DISCRIMINANT ANALYSES OF TRAITS OF NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) AT DIFFERENT AGES

TANG Zhan-Yang, XIAO Jun, LI Li-Ping, ZHU Jia-Jie, LUO Yong-Ju, HUANG Yin, GAN Xi  
(Guangxi Institute of Fisheries, Guangxi Key Laboratory of Aquatic Genetic Breeding and Healthy Aquaculture, Nanning, 530021)

**Abstract** In order to research the growth of morphological traits of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and judge the age matching with the size of Nile tilapia missing the best growing season, data were collected from 100 Nile tilapia at different ages individually. The body length, head length, trunk length, body depth, caudal peduncle length, caudal peduncle depth, body width and body weight were measured. The physical characteristics were analyzed by principal component and discriminant analysis. The results showed that the characteristics parameter of traits of Nile tilapia at different ages had notable correlation ( $P < 0.05$ ), especially the relationship between body weight and body length and body depth. The principal components of Nile tilapia at different ages were different. The first principal component is body weight factor at 2—5 months. The second principal component was caudal peduncle factor at 2—4 months, but that was trunk factor at 5-month-old. The third principal component was head factor at 2-month-old, was trunk factor at 3—4 months, was caudal peduncle factor at 5-month-old. The month age closely related to the size of Nile tilapia which had missed the best growing period was deduced by established discriminant functions, the overall discriminant accuracy was 99.25%, which was 100% 2—4 months.

**Key words** Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), Principal component analysis, Discriminant analysis