

文章编号: 1674 - 5566(2010) 06 - 0721 - 07

“吉奥”罗非鱼同其亲本及近缘杂交罗非鱼 形态差异比较分析

李思发¹, 陈林¹, 李先仁¹, 蔡完其¹, 简伟业²

(1. 上海海洋大学农业部水产种质资源与利用重点开放实验室, 上海 201306;

2. 伟业罗非鱼良种场, 广东 茂名 525000)

摘要: 前已报道了一种新型杂交罗非鱼——“吉奥”罗非鱼(新吉富尼罗罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)生长性能和遗传差异的评估,继续报道它们在形态上的异同。基于4个可数性状、9个可量性状及24个框架性状,采用方差分析、聚类分析、判别分析、主成分分析进行综合分析的结果表明:(1)在可数性状方面,“吉奥”同其它4种遗传型罗非鱼[新吉富尼罗罗非鱼,尼罗罗非鱼,奥利亚罗非鱼,“奥尼”(尼罗罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)]相比没有显著差别;(2)在可量性状和框架性状方面,“吉奥”同其它4种遗传型罗非鱼相比,在21个可量性状和框架结构性状方面有显著差异;(3)聚类分析和判别分析结果一致表明,“吉奥”与其母本新吉富罗非鱼的形态接近,“奥尼”则与其母本尼罗罗非鱼的形态接近,表明在形态上存在较强的母本遗传效应;(4)“吉奥”与“奥尼”是仅仅亲本在品系水平上有异的、非常接近的杂交鱼,本研究方法也能发现两者有显著差异,表明以可数性状、可量性状及框架性状为丰富内容基础的聚类分析、判别分析、主成分分析三者结合的综合分析具有高度灵敏的形态差异分析能力。

关键词: 罗非鱼; 杂交后代; 亲本; 形态差异

中图分类号: S 917 **文献标识码:** A

Comparative analysis of morphological variations among crossbred of NEW GIFT Nile tilapia ♀ × Blue tilapia ♂ , their parents and close hybrids

LI Si-fa¹, CHEN Lin¹, LI Xian-ren¹, CAI Wan-qi¹, JIAN Wei-ye²

(1. The Key laboratory of Aquatic Genetic Resources and Utilization, Ministry of Agriculture,

Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Weiyi Tilapia Seed Farm, Maoming 525000, China)

Abstract: Following the report of evaluation of growth performance of a new hybrid —— NEW GIFT Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂ , this report dealing with a comparison analysis of morphological variations among this hybrid, its close hybrid (Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂), and their three parents(NEW GIFT Nile tilapia , Nile tilapia, and blue tilapia) . ANOVA, cluster analysis, discrimination analysis and principle analysis were adopted, and 4 countable morphological parameters, 9 meristic parameters, 8 ratio parameters

收稿日期: 2010-03-15

基金项目: 罗非鱼产业技术体系(nycytx - 48 - 3); 公益性行业(农业) 科研专项(nyhyzx07 - 044 - 01)

作者简介: 李思发(1938 -), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事水产动物种质资源与种苗工程方面的研究。Tel: 021 - 61900045, E-mail: sfl@shou.edu.cn

and 24 truss network parameters were used for a systematic analysis. The results are: (1) For countable parameters, there are no significant differences among NEW GIFT Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂ and other 4 genotypes tilapia. (2) For meristic parameters and truss network parameters, there are significant differences in 21 parameters of meristic plus network. (3) Cluster analysis and discrimination analysis indicated identically that, the hybrid(NEW GIFT Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂) is much close to their material NEW GIFT, and the hybrid(Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂) is much close to their maternal side, all show a strong maternal genetic influences on morphology of hybrids. (4) For the two very close hybrids(NEW GIFT Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂ and Nile tilapia ♀ × blue tilapia ♂) which are different at brooder strains level only. This study can identify the significant difference in morphology, and it indicates that the approach of this study, e. g., combination of three kind of parameters (countable, meristical and truss network), three kind of statistical analysis (cluster, discrimination and principle analysis), can provide a strong and sensitive approach to morphological study on strain specific level.

Key words: tilapia; crossbred; parents; morphology

杂交育种是提高罗非鱼雄性率、耐盐性等经济性状的重要手段,前者如种间杂交后代“奥尼”罗非鱼(尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus* ♀ × 奥利亚罗非鱼 *O. aureus* ♂)、 “吉奥”罗非鱼(新吉富尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus* NEW GIFT ♀ × 奥利亚罗非鱼 ♂),它们除雄性率高外、还继承了母本生长优势的性状,具有生长较快等特点,成为许多养殖户喜爱的养殖对象。后者如属间杂交后代尼萨罗非鱼(新吉富尼罗罗非鱼 ♀ × 萨罗罗非鱼 ♂),即全国水产原种与良种审定委员会 2009 年审定的“吉丽”罗非鱼(GS-02-002-2009),生长上既继承了母本的生长优势,也继承了父本的耐盐优势。众所周知,父、母本的某些特定品质的优劣及其遗传能力,以及它们在杂交后代的亲和能力及重组能力,是影响杂交后代经济性状定向选育能否成功的关键。“吉奥”罗非鱼是一种新型杂交罗非鱼,其生长性能的评估^[1]、同近缘遗传型罗非鱼的遗传差异^[2]已有报道。本文从形态学方面,应用可数性状、可量性状及框架性状三类测定参数,采用聚类分析、判别分析、主成分分析三种多元分析为主、方差分析为辅的方法,以“吉奥”罗非鱼及近缘杂交罗非鱼(“奥尼”罗非鱼)以及它们的亲本(新吉富尼罗罗非鱼,尼罗罗非鱼,奥利亚罗非鱼)为材料,探讨杂交罗非鱼与其亲本群体间的形态特征的异同、亲本形态特征对杂交鱼形态特征的遗传贡献的大小。

1 材料与方法

1.1 材料

2006 年,生长性能比较试验^[3]结束后,随机选取试验鱼进行形态测量。考虑到形态学特征一般受遗传因子和环境因子交互影响而产生差异,为凸显遗传因子的影响,本研究对可能产生干扰的环境因子作了较严格的控制:一是所取的样品鱼均是在相似环境下饲养 4 个月,尽量保持饲养环境条件、饵料种类等较为接近,尽可能降低饲养可能造成的误差;二是使试验鱼的年龄,即发育阶段基本一致。尽管如此,由于 5 种遗传型罗非鱼的生长速度不同,样本大小不可能一致,为消除同龄鱼个体大小不一造成的统计学误差,计算时,可量性状均转化为比例参数,框架性状均转化为相对于全长的框架参数。

试验用 5 种遗传型罗非鱼是:①新吉富尼罗罗非鱼(♀) × 奥利亚罗非鱼(♂)的杂交种 F₁,以下简称“吉奥”(JA);②尼罗罗非鱼(♀) × 奥利亚罗非鱼(♂)的杂交种 F₁,以下简称“奥尼”(AN);③新吉富尼罗罗非鱼,以下简称“新吉富”(NJ);④尼罗罗非鱼,以下简称“尼罗”(NL);⑤奥利亚罗非鱼,以下简称“奥利亚”(AO)。每群体各测量 30 尾。其体重、全长见表 1。

表 1 实测吉奥等 5 种遗传型罗非鱼的全长、体重(平均值 ± 标准差)

鱼别	体重	全长
新吉富 NJ	321.0 ± 53.7	24.2 ± 1.2
吉奥 JA	255.9 ± 35.8	23.0 ± 0.9
尼罗 NL	228.8 ± 47.7	22.2 ± 1.7
奥尼 AN	191.0 ± 39.4	20.8 ± 1.3
奥利亚 AO	127.5 ± 17.1	18.4 ± 0.7

1.2 数据测量

对 5 种遗传型罗非鱼共测量了 5 850 个数据。形态学数据分为两类。第一类是传统形态学数据,包括可数性状和可量性状两类。可数性状有背鳍棘数、背鳍条数、臀鳍棘数及臀鳍条数,共 4 项(表 2);可量性状有全长、体长、体高、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长及尾柄高,共 9 项(表 3)。第二类为框架数据,共 24 项(表 3)。框架测量定位点的选择主要参照 Brzeski 和 Doyle^[4]、Nancy 和 Doyle^[5]、李思发等^[6],如图 1 所示。

1.3 数据处理和分析方法

1.3.1 方差分析

为消除同龄鱼个体大小不一造成的误差,先

表 2 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼 4 项可数性状(平均值 ± 标准差)

Tab. 2 Four countable characters (mean ± SD) of 5 genotypes of tilapia

性状	可数性状				
	吉奥 JA	奥尼 AN	新吉富 NJ	尼罗 NL	奥利亚 AO
背鳍棘数	16.63 ± 0.77	16.74 ± 0.44	16.17 ± 0.59	16.31 ± 0.47	16.00 ± 0.00
背鳍条数	12.86 ± 0.36	12.29 ± 0.46	12.03 ± 0.56	12.77 ± 0.63	12.23 ± 0.50
臀鳍棘数	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00	3.00 ± 0.00
臀鳍条数	9.50 ± 0.51	9.40 ± 0.50	9.63 ± 0.49	9.10 ± 0.30	9.27 ± 0.45

1.3.2 多元统计分析

分别求出各组样本每个参数的平均比例值,以此为参数作如下多元统计分析^[8]:

聚类分析:欧氏距离的最短距离系统聚类法。

判别分析:先通过逐步判别对所有形态参数予以筛选,去除判别效果不显著的形态参数后,计算判别准确率(判别正确尾数/实际判别尾数),再用典型判别法绘制判别的散点图。

主成分分析:从 8 个可量参数和 24 个框架参数通过计算机程序算出 3 个综合性指标,即主成分 1、2、3。计算主成分贡献率和累计贡献率。

上述所有数据均用 SPSS 11.0 软件进行统计

将表 3 中的 9 个可量性状转化为 8 个比例参数(表 4),将表 3 中的 24 个框架性状转化为相对于全长的 24 个框架参数(略),然后分别对 5 种遗传型罗非鱼的 4 个可数性状、8 个可量比例参数、24 个框架参数作方差分析、Duncan 及 LSD 多重比较,方法参考 Zar^[7]、张尧庭和方开泰^[8]。

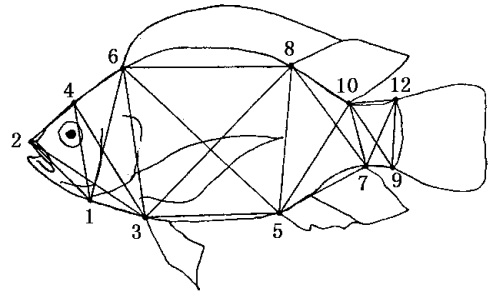


图 1 罗非鱼框架测量图

Fig. 1 Drawing of measuring truss network of tilapia

11 个定位点之间的距离为 24 个框架数据;如 D5 - 8 表示定位点 5 与 8 之间的距离。1. 定位点下颌骨最后端; 3. 腹鳍起点; 5. 臀鳍起点; 7. 臀鳍末端; 9. 尾鳍腹部起点; 2. 吻前端; 4. 额部有鳞部最前缘; 6. 背鳍起点; 8. 背鳍棘部末端; 10. 背鳍末端; 12. 尾鳍背部起点。

分析。

2 结果

2.1 基于传统形态性状的比较

2.1.1 可数性状

对“吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼的可数性状均值(表 4)的方差分析和多重比较检验表明,相互间没有显著差别($P > 0.05$)。

2.1.2 比例性状

在“吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼的 8 个比例性状参数中,除全长/体长和头长/吻长这 2 个性状参数相互没有显著差异($P > 0.05$),其它 6 个

性状参数均有极显著差异 ($P < 0.01$) (表 4)。在体长/体高、体长/头长、头长/眼间距及头长/眼径这 4 个性状参数,“吉奥”与“奥尼”有显著差异。

表 3 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼可量性状和框架性状(平均值 \pm 标准差)

Tab. 3 Measurable and truss framework parameters(mean \pm SD) of 5 genotypes of tilapia

性状	鱼别				
	吉奥 JA	奥尼 AN	新吉富 NJ	尼罗 NL	奥利亚 AO
可量性状					
全长(TL)	23.00 \pm 0.91 ^a	20.84 \pm 1.34 ^b	24.16 \pm 1.16 ^c	22.22 \pm 1.65 ^d	18.42 \pm 0.74 ^c
体长(SL)	18.11 \pm 0.78 ^a	16.61 \pm 1.03 ^b	19.04 \pm 0.82 ^c	17.41 \pm 0.99 ^d	14.64 \pm 0.59 ^c
体高(BD)	8.21 \pm 0.48 ^a	6.85 \pm 0.58 ^b	8.70 \pm 0.62 ^c	7.40 \pm 0.61 ^d	5.82 \pm 0.27 ^c
头长(HL)	6.22 \pm 0.24 ^a	5.46 \pm 0.34 ^b	6.56 \pm 0.35 ^c	5.83 \pm 0.33 ^d	4.70 \pm 0.16 ^c
吻长(SNL)	2.02 \pm 0.19 ^a	1.75 \pm 0.21 ^b	2.15 \pm 0.20 ^c	1.91 \pm 0.28 ^d	1.52 \pm 0.11 ^c
眼间距(EI)	2.49 \pm 0.13 ^a	2.26 \pm 0.17 ^b	2.75 \pm 0.15 ^c	2.48 \pm 0.17 ^a	1.77 \pm 0.09 ^d
眼径(ED)	1.23 \pm 0.07 ^a	1.73 \pm 0.04 ^b	1.28 \pm 0.08 ^c	1.24 \pm 0.07 ^a	1.06 \pm 0.05 ^d
尾柄长(CPL)	2.14 \pm 0.17 ^a	1.90 \pm 0.12 ^b	2.27 \pm 0.18 ^c	1.91 \pm 0.16 ^b	1.80 \pm 0.11 ^d
尾柄高(CPD)	3.02 \pm 0.13 ^a	2.69 \pm 0.17 ^b	3.14 \pm 0.23 ^c	2.78 \pm 0.21 ^d	2.30 \pm 0.11 ^c
框架性状					
D1-2	4.10 \pm 0.26 ^a	3.69 \pm 0.30 ^b	4.46 \pm 0.30 ^c	4.03 \pm 0.28 ^a	3.35 \pm 0.23 ^d
D1-4	4.53 \pm 0.31 ^a	4.00 \pm 0.27 ^b	4.97 \pm 0.36 ^d	4.36 \pm 0.29 ^d	3.36 \pm 0.20 ^e
D1-6	6.86 \pm 0.47 ^a	6.11 \pm 0.40 ^b	7.31 \pm 0.41 ^c	6.56 \pm 0.46 ^d	5.25 \pm 0.23 ^e
D3-1	4.21 \pm 0.24 ^{ac}	3.87 \pm 0.28 ^b	4.35 \pm 0.35 ^a	4.08 \pm 0.79 ^c	3.38 \pm 0.25 ^d
D3-2	7.72 \pm 0.25 ^a	7.11 \pm 0.46 ^b	8.25 \pm 0.49 ^c	7.40 \pm 0.49 ^d	5.97 \pm 0.34 ^e
D3-4	6.89 \pm 0.36 ^a	6.16 \pm 0.43 ^b	7.28 \pm 0.59 ^c	6.38 \pm 0.63 ^b	5.26 \pm 0.26 ^d
D3-6	7.40 \pm 0.36 ^a	6.46 \pm 0.50 ^b	7.95 \pm 0.58 ^c	6.84 \pm 0.60 ^d	5.41 \pm 0.26 ^e
D3-8	9.28 \pm 0.52 ^a	8.32 \pm 0.64 ^b	9.93 \pm 0.73 ^c	8.69 \pm 0.79 ^d	6.95 \pm 0.49 ^e
D3-5	6.23 \pm 0.56 ^a	5.83 \pm 0.57 ^b	7.18 \pm 0.37 ^c	6.26 \pm 0.65 ^a	5.21 \pm 0.34 ^d
D5-6	10.59 \pm 0.55 ^a	9.57 \pm 0.76 ^b	11.44 \pm 0.63 ^d	10.17 \pm 0.78 ^d	8.10 \pm 0.41 ^e
D5-8	7.76 \pm 0.44 ^a	6.27 \pm 0.55 ^b	7.74 \pm 0.60 ^c	6.60 \pm 0.63 ^d	5.25 \pm 0.26 ^e
D5-10	6.55 \pm 0.42 ^a	5.69 \pm 0.43 ^b	6.59 \pm 0.51 ^a	5.88 \pm 0.48 ^b	4.89 \pm 0.31 ^c
D5-7	3.93 \pm 0.29 ^a	3.39 \pm 0.30 ^b	4.06 \pm 0.33 ^a	3.69 \pm 0.40 ^c	3.01 \pm 0.22 ^d
D7-8	6.78 \pm 0.42 ^a	5.83 \pm 0.43 ^b	7.01 \pm 0.44 ^c	6.10 \pm 0.49 ^d	4.88 \pm 0.26 ^e
D7-10	3.74 \pm 0.21 ^a	3.37 \pm 0.19 ^b	3.90 \pm 0.27 ^c	3.41 \pm 0.25 ^b	2.82 \pm 0.19 ^d
D7-12	4.11 \pm 0.35 ^a	3.74 \pm 0.21 ^b	4.36 \pm 0.34 ^c	3.84 \pm 0.29 ^b	3.17 \pm 0.20 ^d
D7-9	2.58 \pm 0.29 ^a	2.33 \pm 0.19 ^b	2.65 \pm 0.22 ^c	2.25 \pm 0.19 ^b	2.23 \pm 0.21 ^b
D9-10	3.88 \pm 0.21 ^a	3.54 \pm 0.29 ^b	4.09 \pm 0.26 ^c	3.59 \pm 0.33 ^b	2.95 \pm 0.16 ^d
D9-12	3.16 \pm 0.16 ^a	2.81 \pm 0.25 ^b	3.30 \pm 0.27 ^c	2.93 \pm 0.30 ^b	2.26 \pm 0.17 ^d
D2-4	3.21 \pm 0.32 ^a	3.01 \pm 0.20 ^b	3.71 \pm 0.27 ^c	3.23 \pm 0.22 ^a	2.05 \pm 0.27 ^d
D4-6	3.30 \pm 0.34 ^a	3.02 \pm 0.29 ^b	3.37 \pm 0.27 ^c	3.09 \pm 0.25 ^b	3.03 \pm 0.33 ^b
D6-8	7.00 \pm 0.38 ^a	6.77 \pm 0.56 ^a	7.87 \pm 0.58 ^b	6.99 \pm 0.82 ^a	5.71 \pm 0.37 ^b
D8-10	4.29 \pm 0.34 ^a	3.70 \pm 0.30 ^b	4.28 \pm 0.24 ^a	3.94 \pm 0.36 ^c	3.17 \pm 0.24 ^d
D10-12	2.31 \pm 0.25 ^a	2.07 \pm 0.25 ^b	2.23 \pm 0.22 ^a	1.94 \pm 0.18 ^c	1.98 \pm 0.16 ^{bc}

注:同一行内平均值后下标字母相同者表示差异不显著($P > 0.05$),下表同此。

表 4 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼 8 项比例参数(平均值 \pm 标准差)

Tab. 4 8 meristic parameters of 5 genotypes of tilapia(mean \pm SD)

	吉奥 JA	奥尼 AN	新吉富 NJ	尼罗 NL	奥利亚 AO
全长/体长	1.27 \pm 0.01 ^a	1.26 \pm 0.02 ^a	1.27 \pm 0.02 ^a	1.28 \pm 0.06 ^a	1.26 \pm 0.01 ^a
体长/体高	2.21 \pm 0.08 ^a	2.43 \pm 0.10 ^b	2.19 \pm 0.09 ^a	2.36 \pm 0.11 ^b	2.52 \pm 0.07 ^c
体长/头长	2.91 \pm 0.05 ^a	3.04 \pm 0.08 ^b	2.91 \pm 0.09 ^a	2.99 \pm 0.11 ^c	3.12 \pm 0.06 ^d
头长/吻长	3.10 \pm 0.27 ^a	3.16 \pm 0.43 ^a	3.06 \pm 0.25 ^a	3.13 \pm 0.68 ^a	3.10 \pm 0.17 ^a
头长/眼间距	2.50 \pm 0.07 ^a	2.42 \pm 0.09 ^b	2.39 \pm 0.11 ^{bc}	2.36 \pm 0.10 ^c	2.65 \pm 0.88 ^e
头长/眼径	5.05 \pm 0.21 ^a	4.66 \pm 0.27 ^b	5.12 \pm 0.33 ^a	4.70 \pm 0.22 ^b	4.45 \pm 0.17 ^c
体长/尾柄长	8.50 \pm 0.63 ^{ab}	8.76 \pm 0.59 ^a	8.42 \pm 0.66 ^{bd}	9.14 \pm 0.68 ^c	8.14 \pm 0.53 ^d
尾柄长/尾柄高	0.71 \pm 0.06 ^a	0.71 \pm 0.05 ^{ab}	0.73 \pm 0.071 ^a	0.69 \pm 0.06 ^b	0.78 \pm 0.05 ^c

2.2 基于传统可量性状与框架数据的比较

2.2.1 方差分析

对“吉奥”等 5 个遗传型罗非鱼群体的可量性状及框架结构性状的方差分析和多重比较检验表明,除在 D3 - 1、D4 - 6、D5 - 7、D5 - 10、D8 - 10、D10 - 12,6 个性状方面吉奥和新吉富间差异不显著,在眼间距、眼径、D1 - 2、D3 - 5、D1 - 4、D6 - 8,5 个性状方面“吉奥”和尼罗间差异不显著,其它 21 个可量性状及框架结构性状方面,“吉奥”同其它 4 种遗传型罗非鱼间差异都显著。

2.2.2 聚类分析

对“吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼样本的 32 个校正参数(8 个可量比例参数和 24 个框架参数)进行聚类分析。聚类分析的距离矩阵显示,“吉奥”与“奥尼”、新吉富、尼罗、奥利亚之间的距离分别为 0.003、0.002、0.004、0.010,奥利亚与新吉富之间距离最大(0.013),尼罗与奥尼之间最小(0.001)。聚类图(图 2)进一步表明,5 种遗传型罗非鱼可以明显分为 2 大类:奥利亚单独为一类,“奥尼”与尼罗、“吉奥”与新吉富先分别聚在一起,再聚为一类;充分表明了母本的遗传影响较强。

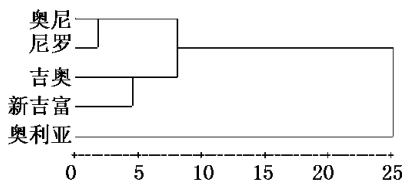


图 2 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼的聚类分析(最小距离法)

Fig. 2 Cluster dendrogram of 5 genotypes of tilapia

2.2.3 判别分析

将 8 个可量比例参数和 24 个框架参数相结合进行判别分析,对 5 种遗传型罗非鱼的判别效果都非常显著($P < 0.01$),所作散点图(图 3)也清楚地表现了它们相互关系的远近,说明这 5 种遗传型罗非鱼在形态方面存在显著差异。用逐步判别程序对这 32 个参数进行筛选,判别效果显著差($P = 0.76$)的 D3 - 1 淘汰掉,对留下判别效果显著的 31 个参数计算得到的 5 种遗传型罗非鱼判别准确率见表 5。5 种遗传型罗非鱼平均判别准确率为 93.3%,其中“吉奥”的判别准确率为 96.7%,“奥尼”的判别准确率为最低为 86.7%。

2.2.4 主成分分析

前 7 个主成分的特征值、方差贡献率等指标列于表 6。由表可知,对不同群体间总变差的贡献率在 10% 以上的,仅有主成分 I(32.77%)和主成分 II(10.61%),而两者合计仅 43.38%。表明这一方法对评述 5 种遗传型罗非鱼群体间的形态差异不很理想。

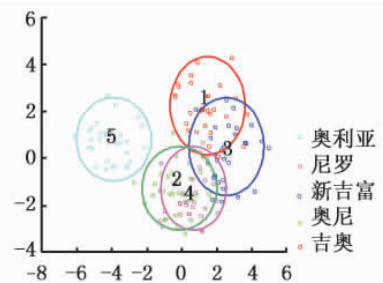


图 3 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼可量性状及框架性状参数散点图

Fig. 3 Plotting of canonical discriminant of measurable and truss framework parameters of 5 genotypes of tilapia

表 5 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼可量性状和框架性状判别结果(根据筛选出的 31 个形态参数)

Tab. 5 The discriminant results of measurable and truss frameworks characters of 5 genotypes of tilapia, based on selected 31 morphological parameters

鱼别 Fish	判入尾数(尾)					判别准确率 (%)
	吉奥 JA	奥尼 AN	新吉富 NJ	尼罗 NL	奥利亚 AO	
吉奥 JA	29	0	1	0	0	96.7
奥尼 AN	1	26	0	3	0	86.7
新吉富 AN	2	0	28	0	0	93.3
尼罗 NL	0	2	1	27	0	90.0
奥利亚 AO	0	0	0	0	30	100
综合判别准确率(%)						93.3

表 6 “吉奥”等 5 种遗传型罗非鱼前 7 个主成分的相关矩阵特征值

Tab. 6 Correlation matrix values of 7 principal components of 5 genotypes of tilapia

主成分	特征值向量	方差贡献率 (%)	累积贡献率 (%)
主成分 I	10.49	32.77	32.77
主成分 II	3.40	10.61	43.38
主成分 III	1.99	6.23	49.61
主成分 IV	1.91	5.97	55.58
主成分 V	1.46	4.56	60.14
主成分 VI	1.19	3.71	63.84
主成分 VII	1.15	3.60	67.44

3 讨论

长期以来,传统的形态学方法是借助可数性状及可量性状进行单一比较,对物种鉴定一般行之有效,但对种下的各类群体,如地理种群、人工选育品系或杂交种等的鉴别则往往无能为力。这是由于,在鱼类,传统的形态学分析方法通常是采用 Hubbs 和 Lagler^[9]提出的十几个形态学参数,主要集中在鱼体的横轴方向、头部及尾部,丢失了许多有用的信息。后来,Bookstein^[10]、McGlade 和 Boulding^[11]等学者发展了一套框架分析法,被广泛应用于鱼类的形态分析和种质鉴定,李家乐等^[1]、李思发等^[2,6,12]曾把传统形态学分析和框架分析相结合,成功地应用于鱼类种下群体间,如团头鲂地理种群间、尼罗罗非鱼品系间、“奥尼”鱼同其亲本(尼罗罗非鱼,奥利亚罗非鱼)间的形态判别研究。本研究对 5 种遗传型罗非鱼的 4 个可数性状、9 个可量性状及 24 个框架性状进行分析,发现其中有 21 个可量及框架性状对分析和判别杂交鱼吉奥、双亲及近缘杂交罗非鱼之间的形态差异较有意义,适宜作为“吉奥”罗非鱼的形态学判别指标。

本研究所构聚类图清楚地显示,5 种遗传型罗非鱼分为 2 大类:奥利亚罗非鱼单独游离为第一类,“吉奥”罗非鱼(新吉富尼罗罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)与新吉富罗非鱼聚为一支,“奥尼”罗非鱼(尼罗罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)与尼罗罗非鱼聚为另一支,再合为第二类。这清晰地反应了杂交鱼的形态主要同母系的遗传因素有更密切的关系。拿具体的指标来说,在表达体高这一较为重要的经济性性状方面,体长/体高比

是“吉奥”2.21,“奥尼”2.43;体长/尾柄长比是“吉奥”8.50,“奥尼”8.76;以上两个指标上的差异决定了“吉奥”的体型同“奥尼”相比,要高一些,短一些;究其原因,显然同其母本新吉富比“尼罗”的体型较高、较短有关(体长/体高比是新吉富 2.19,尼罗 2.36;体长/尾柄长比是新吉富 8.42,尼罗 9.14)。这进一步证明了杂交后代的体型是较多地继承了母本的性状。这同李家乐等^[1]报道的“奥尼”鱼的体型偏于母本尼罗罗非鱼一致。

“吉奥”与“奥尼”是仅仅亲本品系有异的非常接近的杂交鱼,本研究所使用的方法也能发现两者有显著差异,表明以可数性状、可量性状及框架性状为丰富内容的,聚类分析、判别分析、主成分分析三者结合的综合分析,对研究遗传上近缘的群体有强大的形态差异分析能力。

在生长性能方面,我们曾发现,“吉奥”杂交鱼较多地继承了母本生长优势^[1]。但我们也发现,在尼罗罗非鱼(♀)与萨罗罗非鱼(♂)的杂交后代,不同亲本鱼类的强势性状,如尼罗罗非鱼的快速生长、萨罗罗非鱼的高耐盐性,对杂交后代生长速度和耐盐性的影响的大小,也受环境盐度高度低的影响。对杂交后代在 15~25 盐度下的生长率,尼罗的杂种优势贡献力比萨罗的大 3~4 倍;但对杂交后代在 25 盐度下的耐盐性,尼罗的贡献力几乎为零,而萨罗的贡献力几乎为 100%^[13],表明母本对杂交后代的较强影响并非对任何经济性性状、在任何环境下都是一致的。以上复杂情况启示我们,对父、母本对杂交后代的杂种优势的贡献力的大小,不仅要注重遗传问题,也不可忽视遗传—环境的交互作用。

参考文献:

- [1] 李家乐,李思发,李勇,等. 尼奥鱼[尼罗罗非鱼(♀)×奥利亚罗非鱼(♂)]同其亲本的形态和判别[J]. 水产学报, 1999, 23(3): 261-265.
- [2] 李思发,陈林,蔡完其. 吉奥罗非鱼(新吉富罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)和 4 个近缘遗传型罗非鱼的遗传差异的 RAPD、SSR 比较分析[J]. 水产学报, 2008, 32(5): 657-664.
- [3] 陈林,李思发,简伟业,等. 一种新型杂交罗非鱼——吉奥罗非鱼(新吉富罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)生长性能的评估[J]. 上海水产大学学报, 2008, 17(3): 239-244.
- [4] Brzeski V J, Doyle R W. A morphometric criterion for sex discrimination in tilapia[C]// Pullin R S V, Bhukaswan T,

- Tongutha K, *et al.* The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceeding 15, PP623. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand and International Center of Living Aquatic Resources Managemnet, Manila, Philippines: 439 - 444.
- [5] Nancy L S, Doyle R W. The coordination of growth in juvenile tilapia (*Oreocromis mossambicus* × *O. hornorum*) [C] // Proceedings of Second Asian Fisheries Forum, 1989: 138 - 143.
- [6] 李思发, 李晨虹, 李家乐. 尼罗罗非鱼品系间形态差异分析[J]. 动物学报, 1998, 44(4): 450 - 457.
- [7] Zar J H. Biostatistical Analysis[M]. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, 1999: 929.
- [8] 张尧庭, 方开泰. 多元统计分析引论[M]. 北京: 科学出版社, 1982: 393 - 401.
- [9] Hubbs C L, Lagler K F. Fishes of the Great Lakes Region [M]. Cranbrook Institute of Science, Bull, 1947, 26: 186.
- [10] Bookstein F L. Foundation of morphometrics [J]. Ann Rev Ecol Syst, 1982, 13: 451 - 470.
- [11] McGlade J M, Boulding E G. The Truss: A geometric and statistic approach to the analysis of form in fishes [J]. Can Tech Rept Fish Aquat Sci, 1986, 1457.
- [12] 李思发, 蔡完其, 周碧云. 团头鲂种群间形态差异和生化遗传差异[J]. 水产学报, 1991, 15(3): 204 - 211.
- [13] 李思发, 颜标, 蔡完其, 等. 尼罗罗非鱼与萨罗罗非鱼正反交鱼自繁后代 F₂ 耐盐性、生长性能及亲本对杂种优势贡献力的评估[J]. 水产学报, 2008, 32(3): 336 - 341.

欢迎订阅 2011 年《上海海洋大学学报》

《上海海洋大学学报》为上海海洋大学主办,面向全国的以海洋、水产科学技术为主的综合性学术刊物。主要刊登研究论文,少量刊登综述、评述、简讯,并酌登学术动态和主要书刊评介等。目前学报是《中国科学引文数据库》来源期刊,《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊,《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录期刊,万方数据 - 数字化期刊群全文收录期刊,中国科技论文统计源核心期刊,水产渔业类中文核心期刊。

本刊为双月刊,大 16 开,国内外公开发行。每期单价: 10.00 元。国际标准刊号: ISSN 1674 - 5566, 国内统一刊号: CN31 - 2024/S。国内邮发代号: 4 - 604, 国际发行代号: 4822Q。读者可在当地邮局订阅,也可直接汇款至编辑部订阅。

编辑部联系地址: 上海市临港新城沪城环路 999 号,上海海洋大学 201 信箱

邮政编码: 201306

联系人: 张海宁

联系电话: 021 - 61900229

传 真: 021 - 61900227

E-mail: xuebao@shou.edu.cn