

# 斑鳢、乌鳢及其杂交种形态差异分析

刘 苏<sup>1,2</sup> 朱新平<sup>1,2</sup> 陈昆慈<sup>1</sup> 赵 建<sup>1</sup> 潘德博<sup>1</sup> 李凯彬<sup>1</sup>

1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380; 2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306

**摘要** 运用形态学和框架分析法对斑鳢(♀)、乌鳢(♂)及其杂交种的形态差异和判别进行了分析。在体色方面, 头顶部、体侧及尾鳍基部, 斑鳢与乌鳢的体色斑纹差异明显, 杂交鳢偏向于斑鳢。在 11 项可数性状中, 三者腹鳍一致, 杂交鳢胸鳍超父本偏离, 其他可数性状介于两者之间, 平均杂交指数为 53.45。对可数性状卡方检验结果表明: 斑鳢与乌鳢除胸鳍无差异外, 均达差异显著或极显著; 杂交鳢与乌鳢在尾鳍、鳃耙、侧线鳞和侧线下鳞无差异, 其他则差异极显著; 杂交鳢与斑鳢除尾鳍和鳃耙无差异外, 其他差异显著或极显著。可数性状中背鳍条数、侧线鳞和侧线上鳞可作为初步判断三者所属的指标。对 10 项可量性状参数计算的杂交指数显示, 杂交鳢可量性状偏父本(乌鳢)遗传, 其平均杂交指数为 73.90。可量性状数据和框架数据的聚类分析、判别分析和主成分分析显示, 三者形态差异明显, 杂交鳢在体型上偏向于乌鳢。判别分析建立的判别公式可以有效区分三者, 判别准确率达 100%。

**关键词** 斑鳢; 乌鳢; 杂交鳢; 形态差异; 框架分析

**中图分类号** Q 321<sup>+</sup>.3; S 917.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)04-0488-06

斑鳢(*Channa maculata*) 分布于珠江水系及海南省各水系, 而乌鳢(*Channa argus*) 则主要分布于长江及长江以北各水系。它们同属鲈形目(Perciformes)、鳢科(Channidae)、鳢属(*Channa*)<sup>[1]</sup>。相对而言, 斑鳢个体较小, 乌鳢个体较大, 但两者外形相似, 都具有适应性强、耐低氧等特点<sup>[2-3]</sup>。由于其肉味鲜美、骨刺少, 且具有生肌补血、滋补调养等功效<sup>[4-5]</sup>, 目前人工养殖量很大, 年产 30 多万 t。在养殖实践中, 人们以母本斑鳢与父本乌鳢进行杂交, 获得杂交鳢<sup>[6]</sup>。杂交鳢在养殖生产中体现出较好的杂种优势, 如生长快、易驯化及运输方便等优点<sup>[7-8]</sup>。近年来, 在珠三角地区, 杂交鳢已逐步替代乌鳢、斑鳢的养殖地位, 成为鳢科鱼类中主要的养殖品种, 并形成了较大的养殖规模, 目前还在逐步推广扩大。

由于杂交鳢的形态与父母本有一定的相似性, 容易造成混淆, 特别是杂交鳢大范围的养殖, 其逃逸到自然界, 将会导致其与乌鳢、斑鳢之间混杂。杂交鳢是可育的(另文报道), 这样会对乌鳢、斑鳢的遗传种质产生一定的影响。因此, 杂交种的鉴定就显得非常重要。笔者利用传统形态学和框架分析法对乌鳢、斑鳢和杂交鳢进行了测量分析, 以揭示杂交鳢与

其父母本之间形态上的遗传变异关系, 旨在为其种质鉴定提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

于非繁殖季节, 在广东省中山市三角镇裕荣水产苗种繁殖场采集乌鳢、斑鳢及杂交鳢样本各 30 尾。体质量 384~1 313 g, 体长 29.8~45.2 cm。

### 1.2 参数测量

试验鱼经电子天平称量(精确到 0.1 g) 后测量其传统形态学数据和框架数据。传统形态学数据包括可数性状和可量性状, 共 22 项。可数性状有背鳍条数、胸鳍条数、腹鳍条数、臀鳍条数、尾鳍条数、侧线鳞数、侧线上鳞数、侧线下鳞数、脊椎骨数、肋骨数、鳃耙数, 共 10 项; 可量性状(精确到 0.1 cm) 有全长、体长、体高、体宽、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长、尾柄高、肛前体长, 共 11 项。框架参数(精确到 0.1 cm) 共 21 项, 框架定位点<sup>[9]</sup> 如图 1 所示。

### 1.3 外形观察

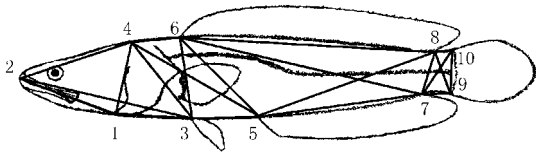
取鲜活无伤、体色正常的鱼, 观察其体形特点和体表斑纹并用数码相机(Nikon, coolpix 4500)拍照。

收稿日期: 2010-06-11

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(200903045)

刘 苏, 硕士研究生, 研究方向: 鱼类遗传育种, E-mail: ls200000@163.com

通讯作者: 陈昆慈, 副研究员, 研究方向: 鱼类遗传育种, E-mail: chenkunci@yahoo.com.cn



10 个坐标点, 共计 21 个框架数据, 如  $D_{1-2}$  为坐标点 1 和 2 之间的直线距离 Twenty-one truss parameter measurements are the distances between the two of 10 landmark points, e. g.,  $D_{1-2}$  denotes the distance between landmark point 1 and 2.

1. 下颌骨最后端 Most posterior of maxilla; 2. 吻前端 Tip of snout; 3. 腹鳍起点 Origin of pelvic fin; 4. 头背部末端 Terminus of head back; 5. 臀鳍起点 Origin of anal fin; 6. 背鳍起点 Origin of dorsal fin; 7. 臀鳍末端 Terminus of anal fin; 8. 背鳍末端 Terminus of dorsal fin; 9. 尾鳍腹部起点 Ventral origin of caudal fin; 10. 尾鳍背部起点 Dorsal origin of caudal fin.

图 1 框架示意图

Fig. 1 The truss network

### 1.4 数据分析

可数性状数据进行卡方分析, 比较种间差异显著性。为消除鱼体大小差异对可量性状和框架参数的影响, 用体长除以框架数据予以校正, 对 11 项可量性状数据取全长/体长、体长/体高、体长/体宽、体长/头长、体长/尾柄长、体长/肛前体长、尾柄长/尾柄高、头长/吻长、头长/眼径、头长/眼间距共 10 项比值并进行 LSD 显著性检验<sup>[10]</sup>。对可数性状数据和 10 项可量性状比值计算杂交鳢的杂种指数 HI (hybrid index)<sup>[11]</sup>:

$$HI = 100 \times (H_i - M_{i1}) / (M_{i2} - M_{i1})$$

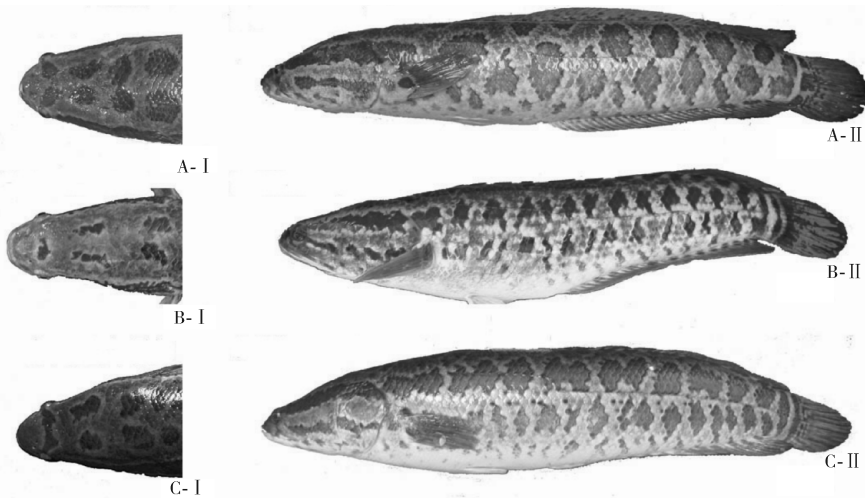
$H_i$ : 杂种平均值;  $M_{i1}$ : 母本(斑鳢)平均值;  $M_{i2}$ : 父本(乌鳢)平均值。HI 介于 45 与 55 之间属中间性状,  $HI < 45$  为偏母本性状,  $HI > 55$  为偏父本性状,  $HI > 100$  或  $HI < 0$  为超亲偏离性状。

对 21 项框架数据的校正数据和 10 项可量性状比值取自然对数后进行聚类分析、判别分析和主成分分析, 并计算群体的欧氏距离<sup>[12]</sup>。所有数据用 Excel 和 SPSS 15.0 软件<sup>[13]</sup>处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 体形特征

乌鳢、斑鳢和杂交鳢体型相似, 体前部圆筒形, 背缘、腹缘较平直; 头、体部被中等大的圆鳞; 侧线自鳃孔上角向后延至臀鳍起点上方中断或急骤下弯, 折下 1 或 2 枚鳞片宽向后沿体中部伸达尾鳍基。体色观察发现, 乌鳢、斑鳢和杂交鳢斑纹的差异主要体现在 3 个部分: 头部、体侧和尾鳍基(图 2)。乌鳢头顶前部斑纹呈“八八八”排列, 斑鳢和杂交鳢呈“一八八”排列; 乌鳢体侧黑斑跨过侧线, 斑纹交错明显, 并且单块黑斑的面积较大, 斑鳢和杂交鳢体侧黑斑不跨过侧线, 呈上下 2 行排列, 斑鳢单块黑斑比较细小, 与乌鳢差别甚远, 杂交鳢体侧单块黑斑的面积则小于乌鳢但大于斑鳢; 斑鳢尾鳍基部有 1 条或 2 条跨过整个尾鳍基部的弧形斑纹, 乌鳢无此弧形斑纹, 杂交鳢则或有或无。



A-I. 乌鳢头顶部斑纹 Vertical stripe of *C. argus*; A-II. 乌鳢侧面斑纹 Flank stripe of *C. argus*; B-I. 斑鳢头顶部斑纹 Vertical stripe of *C. maculata*; B-II. 斑鳢侧面斑纹 Flank stripe of *C. maculata*; C-I. 杂交鳢头顶部斑纹 Vertical stripe of the hybrid; C-II. 杂交鳢侧面斑纹 Flank stripe of the hybrid.

图 2 乌鳢、斑鳢和杂交鳢的外形

Fig. 2 Body shapes of *C. argus*, *C. maculata* and their hybrid

2.2 可数性状分析

乌鳢、斑鳢和杂交鳢的可数性状统计(表 1)显示,杂交鳢可数性状中的背鳍条数、胸鳍条数、臀鳍条数、尾鳍条数、侧线鳞数、侧线上鳞数、侧线下鳞数、鳃耙数处于乌鳢与斑鳢的中间范围且与两者都有重叠,在腹鳍条数上三者一致(为 6),在脊椎骨数、肋骨数上偏向于母本斑鳢且能与乌鳢区分开。经对杂交鳢各性状杂种指数(HI)的计算,显示杂交鳢的脊椎骨数和肋骨数明显属于偏母本性状(HI 分

别为 30.80 和 25.62);尾鳍条数、侧线鳞数和侧线下鳞数为明显的偏父本性状(HI 分别为 82.35、73.89、75.71);胸鳍条数明显少于父母本,偏离双亲性状;其他性状(背鳍条数、臀鳍条数、鳃耙数、侧线上鳞数)为中间性状或接近于中间性状。因胸鳍条数 HI(HI=1 133.33)偏离太远,在除去胸鳍条数 HI 后计算的杂交鳢可数性状 HI 平均值为 53.45,表明杂交鳢可数性状总体上接近理想的中间值。

表 1 乌鳢、斑鳢和杂交鳢的可数性状数据

Table 1 Meristic data of *C. argus*, *C. maculate* and their hybrid

项目 Items	数目 Number			HI
	乌鳢 <i>C. argus</i>	斑鳢 <i>C. maculate</i>	杂交鳢 Hybrid	
背鳍条 Soft ray of dorsal fin	47~52(49.25±1.48)	43~46(44.85±0.99)	44~49(46.65±1.14)	40.91
胸鳍条 Soft ray of pectoral fin	15~19(17.05±0.83)	16~19(17.20±0.696)	13~17(15.50±1.00)	1 133.33
腹鳍条 Soft ray of pelvic fin	6	6	6	/
臀鳍条 Soft ray of anal fin	30~34(32.50±1.10)	28~32(29.60±1.27)	30~32(30.90±0.718)	44.83
尾鳍条 Soft ray of tail fin	16~20(17.20±1.01)	15~17(16.35±0.67)	16~19(17.05±0.76)	82.35
鳃耙 Gill rakers	11~14(12.55±0.83)	9~13(11.05±1.00)	10~14(11.80±1.01)	50.00
侧线鳞 Lateral line scales	61~68(65.00±2.10)	53~60(56.00±1.89)	58~69(62.65±2.82)	73.89
侧线上鳞 Scales above lateral line	8~10(8.30±0.57)	5~6(5.40±0.50)	6~9(7.05±0.61)	56.90
侧线下鳞 Scales below lateral line	17~20(18.40±1.00)	13~18(14.90±1.25)	16~19(17.55±0.89)	75.71
脊椎骨 Vertebra	57~60(57.90±0.99)	52~55(53.42±0.79)	54~56(54.80±0.79)	30.80
肋骨 Rib	47~50(48.30±1.16)	44~46(44.67±0.65)	44~46(45.60±0.70)	25.62
平均数 Mean <sup>1)</sup>				161.43
平均数 Mean <sup>2)</sup>				53.45

1)可数性状总体的 HI 平均数。HI average of meristic data; 2)除去胸鳍条性状后的可数性状的 HI 平均数。HI average of meristic data except soft ray of pectoral fin.

对乌鳢、斑鳢和杂交鳢有差异的可数性状进行卡方检验,乌鳢与斑鳢间除胸鳍条数差异不显著外其他差异显著或极显著;杂交鳢与乌鳢在尾鳍条数、

鳃耙数、侧线鳞数及侧线下鳞数上差异不显著,其他都差异极显著;杂交鳢与斑鳢除尾鳍条数和鳃耙差异不显著外,其他差异显著或极显著(表 2)。

表 2 乌鳢、斑鳢和杂交鳢间可数性状的卡方值<sup>1)</sup>

Table 2 Chi-square analysis results for meristic data from *C. argus*, *C. maculate* and their hybrid

项目 Items	乌鳢-斑鳢 <i>C. argus</i> - <i>C. maculata</i>	乌鳢-杂交鳢 <i>C. argus</i> -hybrid	斑鳢-杂交鳢 <i>C. maculate</i> -hybrid
背鳍条 Soft ray of dorsal fin	40.00**	24.77**	20.24**
胸鳍条 Soft ray of pectoral fin	1.14	26.10**	29.43**
臀鳍条 Soft ray of anal fin	26.28**	19.72**	15.08**
尾鳍条 Soft ray of tail fin	10.20*	3.91	8.35
鳃耙 Gill raker	18.07**	6.87	6.81
侧线鳞 Lateral-line scales	40.00**	16.20	34.00**
侧线上鳞 Scales above lateral line	40.00**	33.05**	33.60**
侧线下鳞 Scales below lateral line	33.30**	8.64	26.17**
脊椎骨 Vertebra	22.00**	20.00**	10.71*
肋骨 Rib	22.00**	20.00**	9.06*

1) \* 表示  $P < 0.05$ , 即差异显著; \*\* 表示  $P < 0.01$ , 即差异极显著。Values \* are significantly differences ( $P < 0.05$ ), otherwise, \*\* are greater significantly differences ( $P < 0.05$ ).

### 2.3 可量性状

10 项可量性状比值的 LSD 显著性检验 ( $P < 0.05$ ) 显示, 乌鳢和斑鳢除了体长/体宽无差异外, 其他性状都差异显著。杂交鳢在体长/体高、体长/尾柄长、体长/吻长、头长/眼径上与双亲都差异显著, 在全长/体长、体长/肛前体长、尾柄长/尾柄高、头长/眼间距上与乌鳢无差异, 而与斑鳢差异显著, 在体长/头长上与斑鳢无差异而与乌鳢差异显著。在杂交指数方面, 杂交鳢的体长/尾柄长 ( $HI =$

66.98)、体长/肛前体长 (60.45)、尾柄长/尾柄高 ( $HI = 92.59$ )、头长/眼径 ( $HI = 59.27$ )、头长/眼间距 ( $HI = 86.94$ ) 均偏向父本乌鳢, 而体长/体高 ( $HI = 36.43$ )、体长/头长 ( $HI = 29.07$ ) 则偏向母本斑鳢; 杂交鳢的全长/体长 ( $HI = 164.52$ )、头长/吻长 ( $HI = 197.01$ ) 超父本偏离, 而体长/体宽 ( $HI = -54.30$ ) 则超母本偏离。杂交鳢可量性状 HI 平均值为 73.90, 显示杂交鳢传统可量性状偏父本 (乌鳢) 遗传。

表 3 乌鳢、斑鳢和杂交鳢的可量性状<sup>1)</sup>

Table 3 Proportional values of traditional metric characters of *C. argus*, *C. maculata* and their hybrid

项目 Items	乌鳢 <i>C. argus</i>	斑鳢 <i>C. maculata</i>	杂交鳢 Hybrid	HI
全长/体长 Total length/standard length	1.15 ± 0.01 a	1.16 ± 0.03 b	1.14 ± 0.01 a	164.52
体长/体高 Standard length/body depth	5.68 ± 0.44 a	4.80 ± 0.34 b	5.12 ± 0.35 c	36.43
体长/体宽 Standard length/body width	6.44 ± 0.40	6.23 ± 0.67	6.12 ± 0.47	-54.30
体长/头长 Standard length/head length	3.84 ± 0.20 a	3.61 ± 0.18 b	3.68 ± 0.16 b	29.07
体长/尾柄长 Standard length/caudal peduncle length	15.40 ± 2.07 a	10.11 ± 0.65 b	13.66 ± 1.67 c	66.98
体长/肛前体长 Standard length/length before anus	2.02 ± 0.04 a	1.94 ± 0.06 b	1.99 ± 0.06 a	60.45
尾柄长/尾柄高 Caudal peduncle length/caudal peduncle depth	0.69 ± 0.10 a	1.09 ± 0.10 b	0.72 ± 0.08 a	92.59
头长/吻长 Head length/snout length	6.71 ± 0.89 a	5.87 ± 0.59 b	7.52 ± 1.03 c	197.01
头长/眼径 Head length/eye diameter	9.90 ± 0.77 a	8.40 ± 0.43 b	9.29 ± 0.73 c	59.27
头长/眼间距 Head length/interorbital width	4.50 ± 0.33 a	3.92 ± 0.20 b	4.42 ± 0.28 a	86.94
平均值 Mean				73.90

1) 同一行数据中, 标有不同字母者有显著的统计性差异 ( $P < 0.05$ )。Values in the sameline with different superscripts are significantly differences ( $P < 0.05$ ).

### 2.4 可量性状数据与框架数据综合分析

1) 形态距离与聚类分析。对乌鳢、斑鳢和杂交鳢共 90 个个体进行总的聚类, 乌鳢除少数几个个体与杂交鳢混杂外, 三者基本上各聚一类。乌鳢、斑鳢和杂交鳢组内的平均形态距离分别为 0.557、0.527 和 0.571。在组间距离上, 乌鳢与斑鳢间最大, 为 0.941; 其次是斑鳢与杂交鳢之间, 为 0.816; 乌鳢与杂交鳢之间距离最小, 为 0.688。对三者基于欧氏距离的聚类分析显示, 杂交鳢首先与乌鳢相聚, 然后再与斑鳢相聚 (图 3)。

2) 判别分析。经判别分析得到贡献最大的 9 个参数, 分别为体长/全长、体长/尾柄长、尾柄长/尾柄高、头长/吻长、 $D_{3-6}$ 、 $D_{4-6}$ 、 $D_{6-7}$ 、 $D_{6-8}$ 、 $D_{7-9}$ 。以  $V_1 \sim V_9$  表示 9 个参数, 构建的判别公式如下:

$$(1) \text{乌鳢: } Y_1 = 5\,077.816V_1 + 1\,426.132V_2 + 1\,189.520V_3 - 85.792V_4 + 60.130V_5 + 600.341V_6 + 4\,638.169V_7 - 2\,825.623V_8 + 100.585V_9 - 3\,295.446$$

$$(2) \text{斑鳢: } Y_2 = 5\,400.618V_1 + 1\,450.514V_2 + 1\,241.561V_3 - 105.569V_4 - 17.160V_5 + 615.743V_6 + 5\,115.546V_7 - 2\,957.999V_8 + 93.275V_9 - 3\,421.179$$

$$(3) \text{杂交鳢: } Y_3 = 5\,007.361V_1 + 1\,363.192V_2 + 1\,134.071V_3 - 72.623V_4 + 31.159V_5 + 585.043V_6 + 4\,561.341V_7 - 2\,612.331V_8 + 83.476V_9 - 3\,099.050$$

上列判别公式对 3 种鱼的判别准确率达 100%, 判别效果极显著 ( $P < 0.01$ )。用于判断 3 种鱼所属时, 将所测数据经校正后代入公式, 函数值最大的即为其所属。

3) 主成分分析。经主成分分析共提取了 6 个主成分, 对变异的累积贡献率达 83.72%。在主成分 1 上载荷较大的性状有体长/尾柄长、尾柄长/尾柄高、

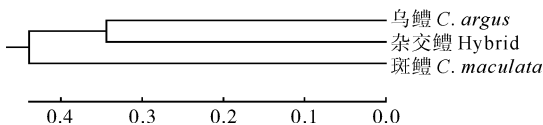


图 3 乌鳢、斑鳢和杂交鳢的形态可量性状和框架参数聚类分析图

Fig. 3 Dendrogram of clustering conducting on metric and truss network characters of *C. argus*, *C. maculata* and their hybrid

主成分 2 上载荷较大的性状是  $D_{8-10}$ , 主成分 3 上载荷较大的性状有头长/吻长、体长/体高、体长/体宽、 $D_{7-9}$ 、 $D_{3-6}$ 、 $D_{4-6}$ , 主成分 4 上载荷较大的性状是头长/吻长。主成分分析显示杂交鳊与乌鳊存在重叠, 而与斑鳊则无重叠。

### 3 讨 论

斑鳊与乌鳊分属 2 个种, 外部形态差异明显。在体表斑纹上, 乌鳊与斑鳊体侧及头部斑纹区别明显, 可以轻易地区分两者。可数性状中的背鳍条数、臀鳍条数和侧线鳞数是“鳊属种的检索表”中区分乌鳊与斑鳊的指标<sup>[1]</sup>, 从本研究的结果来看, 臀鳍条数在乌鳊和斑鳊中存在重叠, 无法很好地区分两者, 背鳍条数和侧线鳞数在两者中差异极显著且不存在重叠区, 能用来区分乌鳊和斑鳊。此外, 乌鳊和斑鳊的脊椎骨数和肋骨数也存在极显著差异且无重叠区。

对杂交鳊与斑鳊和乌鳊体表斑纹比较发现, 杂交鳊头部和体侧斑纹继承自斑鳊, 从体色上能区分杂交鳊与乌鳊。在 11 项可数性状中, 杂交鳊胸鳍条数超父本遗传。在脊椎骨数和肋骨数上, 杂交鳊偏向母本斑鳊, 与乌鳊差异极显著且无重叠。其他可数性状, 杂交鳊则呈现中间状态, 可以初步判断杂交鳊为乌鳊与斑鳊的杂合体<sup>[14]</sup>。但是, 在可量性状和框架测量分析上, 杂交鳊则偏于父本, 体现在生产中, 杂交鳊的个体和生长速度都与乌鳊相似。

杂交鳊体表斑纹近似于斑鳊, 可数性状又呈现中间性状, 而体型近似于乌鳊多数研究表明: 杂交后代受母本影响大, 多数性状更偏向母本<sup>[15]</sup>, 如荷包红鲤×元江鲤<sup>[16]</sup>、团头鲂×三角鲂<sup>[15]</sup>等。但杂交种形态的不同方面分别偏向父母本一方的情况也存在。如翘嘴鳊与斑鳊的杂交种在斑纹、体型方面接近于母本而在生长、个体大小方面接近于父本<sup>[9]</sup>, 与杂交鳊与父母本的关系相似; 翘嘴红鲌与团头鲂的杂交种可数性状略偏向父本, 可量性状属中间类型, 无明显偏向<sup>[10]</sup>; 尼罗鱼的体色和部分斑纹偏向于父本奥利亚罗非鱼而在可量性状方面更偏向于母本尼罗罗非鱼<sup>[17]</sup>。基于这些研究结果, 可以推测产生这种情况的原因可能是控制体色遗传与体型遗传的基因组合不同, 而亲本的各种基因组合在杂交后代所起的作用也不同<sup>[17]</sup>。

从体色以及一些差别大的可数性状(背鳍条数、

侧线鳞数、侧线上鳞数等)能初步区分三者所属。要精确有效地区分乌鳊、斑鳊和杂交鳊, 从体形上测量多个参数代入判别公式, 能够大大提高判别准确率。

### 参 考 文 献

- [1] 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 上海水产大学, 华南师范大学, 等. 广东淡水鱼类志[M]. 广州: 广东科技出版社, 1990: 511-514.
- [2] 王广军. 斑鳊养殖技术[J]. 水产养殖, 2003, 24(1): 12-16.
- [3] 王广军. 乌鳊的生物学特性及繁殖技术[J]. 淡水渔业, 2000(6): 10-11.
- [4] 杨四秀, 蒋艾青. 斑鳊的含肉率及肌肉营养成分分析[J]. 河北渔业, 2007(12): 10-12.
- [5] 聂国兴, 傅艳茹, 张浩, 等. 乌鳊肌肉营养成分分析[J]. 淡水渔业, 2002, 32(2): 46-47.
- [6] 刘文奎, 樊启学, 朱邦科, 等. 乌鳊养殖技术之一: 雄性乌鳊与雌性斑鳊杂交试验[J]. 中国水产, 2007(3): 37-39.
- [7] 刘苏, 朱新平, 陈昆慈, 等. 杂交鳊(斑鳊♀×乌鳊♂)及其自交后代细胞核型初步分析[J]. 动物学杂志, 2011, 46(1): 100-105.
- [8] 刘文奎, 樊启学, 杜海明, 等. 养殖密度对杂交鳊仔鱼生长与存活的影响[J]. 淡水渔业, 2007, 37(4): 45-48.
- [9] 李思发. 中国主要淡水养殖鱼类种质研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 3-10.
- [10] 顾志敏, 贾永义, 叶金云, 等. 翘嘴红鲌(♀)×团头鲂(♂)杂种 F<sub>1</sub> 的形态特征及遗传分析[J]. 水产学报, 2008, 32(4): 533-544.
- [11] NZAU MATONDO B, OVIDIO M, PONCIN P, et al. Morphological recognition of artificial F<sub>1</sub> hybrids between three common European cyprinid species: *Rutilus rutilus*, *Blicca bjoerkna* and *Abramis brama* [J]. Acta Zoologica Sinica, 2008, 54(1): 144-156.
- [12] 赵建, 朱新平, 陈永乐, 等. 珠江卷口鱼不同地理种群的形态变异[J]. 动物学报, 2007, 53(5): 921-927.
- [13] 张文彤. SPSS 统计分析高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 213-277.
- [14] 杨小强. 闽香鳊[乌鳊(♂)×斑鳊(♀)]遗传生物学研究 I. 子代和亲本形态比较[J]. 福建水产, 2004(3): 41-44.
- [15] 杨怀宇, 李思法, 邹曙明. 三角鲂与团头鲂正反杂交 F<sub>1</sub> 的遗传性状[J]. 上海水产大学学报, 2002, 11(4): 305-309.
- [16] 马仲波, 张兴忠, 仇潘如, 等. 元江鲤与荷包红鲤的生态类型及其杂交后代(荷包鲤)经济性状的分析[J]. 水产学报, 1981, 5(3): 187-198.
- [17] 李家乐, 李思发, 李勇, 等. 尼罗鱼[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.

## Morphological variations of *Channa maculata* , *Channa argus* and their hybrid (*C. maculata* ♀ × *C. argus* ♂)

LIU Su<sup>1,2</sup> ZHU Xin-ping<sup>1,2</sup> CHEN Kun-ci<sup>1</sup> ZHAO Jian<sup>1</sup> PAN De-bo<sup>1</sup> LI Kai-bin<sup>1</sup>

1. Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Fishery Academy  
of Sciences, Guangzhou 510380, China;

2. College of Life Science and Fisheries, Shanghai Ocean University,  
Shanghai 201306, China

**Abstract** The morphological variations and discriminant methods of *Channa argus* (♂), *C. maculata* (♀) and their hybrid were studied using traditional morphometrics and the truss network analysis. Body color of *C. argus*, *C. maculata* and their hybrid were observed. The results showed significant differences between *C. argus* and *C. maculata* from stripe at top of head, side and base of caudal fin, and the hybrid resembled *C. maculata* from body color. Among eleven meristic characters, the numbers of soft ray of pelvic fin were consistent in these three species, and the numbers of soft ray of pectoral fin deviated from its male parent's species. The other meristic characters were within the range of its parent's, the average hybrid index was calculated to be 53.45. The chi-square analysis of meristic characters showed that; there were significant differences ( $P < 0.05$ ) or greater significant differences ( $P < 0.01$ ) between *C. argus* and *C. maculata* except the number of pectoral fin rays; greater significant differences ( $P < 0.01$ ) between *C. argus* and the hybrid except the number of tail fin rays, gill rakers, lateral line scales and scales below lateral line; and significant differences ( $P < 0.05$ ) or greater significant differences ( $P < 0.01$ ) between *C. maculata* and the hybrid except the number of tail fin rays and gill rakers. Among meristic characters, the number of dorsal fin rays, lateral line scales and scales above lateral line can be used as preliminary indicators to determine the three species. Among ten measurable characters, the average hybrid index was calculated to be 73.90, indicating the measurable character inclined to its male parent's species (*C. argus*). Cluster analysis, discriminant analysis and principal component analysis were applied to the measurable character data and the truss network data. The results indicated that the hybrid resembled *C. argus* from body shape, and there were greater morphological differences among *C. argus*, *C. maculata* and their hybrid. Differences between them involved the entire body. Three species could be distinguished by using the 3 formulae established with discriminant analysis which the discrimination accuracy was 100.0%.

**Key words** *Channa maculata*; *Channa argus*; *C. maculata* ♀ × *C. argus* ♂; morphometric variation; truss network

(责任编辑:边书京)