

菊黄东方鲀♀×红鳍东方鲀♂杂交后代早期 形态特征及生长速度的比较

范文涛¹, 刘海金^{2*}, 赵文江³, 张福崇⁴

(1. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306;

2. 中国水产科学研究院, 北京 100141;

3. 东北农业大学动物科技学院, 黑龙江 哈尔滨 150030;

4. 河北省水产研究所, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: 对菊黄东方鲀、红鳍东方鲀及其杂交后代的早期形态特征和生长速度进行了比较。在全长5 cm和10 cm时,形态上的主要差异是:(1) 菊黄东方鲀的尾鳍为浅黄色,无黑杂色;红鳍东方鲀的尾鳍为黑色,其杂交后代与菊黄东方鲀相似,尾鳍浅黄色,略带黑色;(2) 菊黄东方鲀背部皮刺无或极少超出侧线,超出部分与体背黑斑不相交;红鳍东方鲀背部皮刺超出侧线,超出部分与黑斑相交,向下延伸至腹部,其杂交后代背部皮刺超出侧线,与体背黑斑部分相交,向下未能延伸至腹部;(3) 菊黄东方鲀背部皮刺向前延伸至两眼连接线,红鳍东方鲀向前延伸至两鼻孔连接线,其杂交后代超过两眼连接线而未达鼻孔连接线。以尾鳍颜色和皮刺的分布特征可以区分幼鱼阶段的菊黄东方鲀、红鳍东方鲀及其杂交后代。在体长为5 cm及10 cm时分别选取了2个和4个框架参数建立判别函数,判别菊黄东方鲀、红鳍东方鲀及其杂交种的准确率达到96.8%和100%。经过110 d的饲养,红鳍东方鲀、杂交东方鲀以及菊黄东方鲀的平均体长分别达到 (110.24 ± 3.78) 、 (101.16 ± 6.56) 和 (82.92 ± 4.29) mm,体质量分别为 (35.68 ± 5.04) 、 (33.00 ± 6.24) 和 (20.99 ± 3.00) g,无论体长还是体质量,都是红鳍东方鲀>杂交东方鲀>菊黄东方鲀,差异极显著。研究表明,菊黄东方鲀♀与红鳍东方鲀♂杂交,其后代早期形态与母本菊黄东方鲀相似,生长比红鳍东方鲀慢,而比菊黄东方鲀快,具有显著的经济杂交价值。

关键词: 菊黄东方鲀; 红鳍东方鲀; 杂交; 形态; 生长

中图分类号: S 917.4

文献标志码: A

红鳍东方鲀(*Fugu rubripes*)和菊黄东方鲀(*Fugu flavidus*)隶属于鲀形目(Tetraodontiformes)、鲀科(Tetraodontidae)、东方鲀属(*Fugu*),在我国主要分布在黄海、渤海和东海,国外见于朝鲜半岛及日本^[1];菊黄东方鲀个体小,生长慢,市场价格比较高,主要市场在中国江苏和浙江等地,市场需求较大且价格稳定;红鳍东方鲀个体大,生长快,主要市场在日本,为高档生鱼片材料,近年国际价格波动较大。

关于东方鲀属杂交的实验研究,仅见于胡亚丽等^[2]以弓斑东方鲀(*Fugu ocellatus*)为母本,暗纹东方鲀(*Fugu obsurus*)为父本进行杂交,观察了杂交种受精卵及初浮仔鱼的形态特征。为了利用红鳍东方鲀快速生长的优良习性,而克服菊黄东方鲀生长慢的缺点,本研究以菊黄东方鲀为母本,以红鳍东方鲀为父本,进行杂交实验,研究其子代早期形态特征及生长速度,旨在为改良其遗传特性,提高生产性能奠定生物学基础。

收稿日期:2011-03-22 修回日期:2011-05-11

资助项目:河北省科技支撑项目(08240503D)

通讯作者:刘海金, E-mail: liuhaijin2005@126.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

红鳍东方鲀(以下简称红鳍鲀)和菊黄东方鲀(以下简称菊黄鲀)亲鱼均来自于河北省水产研究所实验基地,系秦皇岛沿海野生亲鱼的后代。采用人工干法授精,得到菊黄鲀♀×红鳍鲀♂(以下简称杂交鲀)的受精卵。以菊黄鲀自交和红鳍鲀自交的受精卵作为对照组。孵化和育苗工作在中国水产科学研究院北戴河中心实验站进行。

1.2 试验方法

试验鱼在玻璃钢水槽中培育。41 日龄后开始生长对照试验,实验组和 2 个对照组分别设置 3 个重复。早期饵料使用轮虫、卤虫,后期用配合饵料饲喂,各重复培育方法和饲养环境完全相同。每 20 天进行一次体长、体质量测量,每次每个重复测定 30 尾,试验持续到 110 日龄;体长精确到 0.01 mm,体质量精确到 0.01 g。实验期间每池鱼的存活率大于 95%。

1.3 数据处理

生长率按下列公式计算^[3-4]:

$$AGR(g/d) = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

式中,AGR 为绝对增重率, W_1 、 W_2 分别为第 t_1 、 t_2 天的平均体质量。

$$AGR_1(mm/d) = (L_2 - L_1) / (t_2 - t_1)$$

式中,AGR₁ 为绝对生长率, L_1 、 L_2 分别为第 t_1 、 t_2 天的平均体长。

杂种优势按下式计算^[5]:

$$H = [(h - p) / p] \times 100\%$$

式中, h 代表杂交后代某一性状的平均值, p 为两亲本某一性状的均值。若 $H > 0$,则表示有杂种优势, H 值越大,象征优势越强。本文以体质量、体长作为目标性状分析杂种优势。

本研究以 5 cm 和 10 cm 时杂交鲀的身体不同部分的长度比例及头部弧度构建了 6 个框架参数 A-K~H-I(图 1)用于判别分析。AK 为体长,为上吻前缘至尾鳍基部下缘的直线距离;BC 为眼间距,即两眼眼眶前缘之间的直线距离;DE 为体宽,即鱼体两胸鳍前缘间的直线距离;FG 为黑斑距离,即体背两黑斑之间直线距离,HI 为两黑斑圆心之间的连线,LM 为眼径,即眼眶前缘至后缘的距离;NK 为尾柄长,即背鳍基部末端到尾鳍基部下缘的连线。

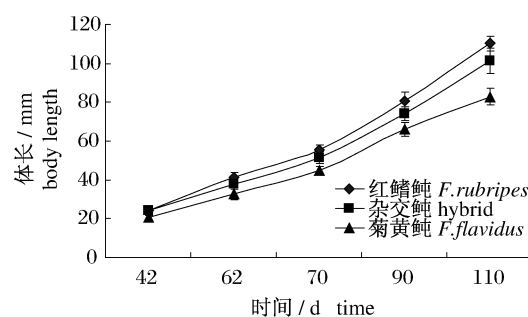


图 1 东方鲀 5 个框架结构测量图

Fig. 1 The illustration of measuring frame of *Fugu*

V1: AJ/JK; V2: ∠BAC; V3: AK/DE; V4: NK/FG; V5: BC/LM.

判别准确率 P_1 = 判别正确的尾数/实际尾数, P_2 = 判别正确的尾数/判入尾数。

$$\text{综合判别率为 } \sum_{i=1}^k A_i / \sum_{i=1}^k B_i$$

式中, A_i 为第 i 个群体判别正确的尾数, $\sum B_i$ 为第 i 个群体实际判别的尾数^[6-7]。

2 结果

2.1 形态比较

体色、皮刺 全长 5 cm 时,菊黄鲀的尾鳍颜色为浅黄色半透明,杂交鲀与菊黄鲀相似,为深黄色夹杂少许黑色(图版-1、2)。红鳍鲀的尾鳍末端为黑色或部分黑色(图版-3)。依尾鳍末端颜色可以清楚区分杂交鲀与红鳍鲀,但不能区分菊黄鲀与杂交种。

菊黄鲀和红鳍鲀及其杂交鲀在 5 cm 时均具皮刺。菊黄鲀背部皮刺分布范围极少超过侧线,超出部分下缘未能与背部黑斑相交(图版-4);杂交鲀背部皮刺超出侧线的部分与背部黑斑部分相交(图版-5);红鳍鲀背部皮刺超出两侧侧线,超出部分延伸于背部黑斑之后,与腹部皮刺相交(图版-6)。全长 10 cm 时,菊黄鲀背部皮刺明显增强,突起较高。菊黄鲀背部皮刺分布范围向前延伸至两眼连接线(图版-7),杂交鲀的背部皮刺向前延伸,超过两眼连接线而未达鼻孔连接线(图版-8),而红鳍鲀皮刺分布范围则向前延伸达到两鼻孔连接线(图版-9)。菊黄鲀两侧皮刺没有或极少超出侧线,超出部分位于侧线中部,下缘未能与体背黑斑上缘相切(图版-10、11),杂交鲀背部皮刺较明显,超出侧线部分与体背黑斑部分相交,红鳍鲀背部皮刺弱且不明显,两侧皮刺超出两侧侧

线,延伸至体侧黑斑中部及以下(图版-12),与腹部皮刺相交。通过皮刺分布特点可以区分红鳍鲀与菊黄鲀及其杂交后代。

形态判别函数 幼鱼全长 5 cm 时利用选取的框架参数 V_1 、 V_2 ,建立红鳍鲀、菊黄鲀及其杂交后代的判别函数式,分别为

$$Y_1(\text{红鳍鲀}) = 284.80 \times V_1 + 12.21 \times V_2 - 700.12$$

$$Y_2(\text{杂交鲀}) = 257.45 \times V_1 + 11.93 \times V_2 - 651.24$$

$$Y_3(\text{菊黄鲀}) = 207.33 \times V_1 + 13.44 \times V_2 - 760.57$$

判别准确率 P_1 为 90%~100%,判别准确率 P_2 为 91%~100%,综合判别率为 96.8%。 F 检验结果表明,判别效果较好($P<0.01$)。

幼鱼全长 10 cm 时选取不同框架参数 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 ,建立 3 种东方鲀的判别函数,分别为:

$$Y_1^*(\text{红鳍}) = 4.12 \times V_2 + 195.87 \times V_3 + 161.03 \times V_4 + 9.75 \times V_5 - 697.35$$

$$Y_2^*(\text{杂交}) = 3.94 \times V_2 + 177.10 \times V_3 + 127.98 \times V_4 + 1.15 \times V_5 - 550.39$$

$$Y_3^*(\text{菊黄}) = 4.34 \times V_2 + 155.63 \times V_3 + 45.32 \times V_4 + 68.33 \times V_5 - 583.96$$

判别准确率 P_1 为 100%, P_2 为 100%,综合

判别据率为 100%。 F 检验结果表明,判别效果较好($P<0.01$)。

2.2 生长速度比较

生长速度 菊黄鲀、红鳍鲀及其杂交鲀生长曲线见图 2,曲线表明整个试验期间杂交鲀的生长速度始终快于菊黄鲀,而慢于红鳍鲀。各实验组的生长速度,红鳍鲀和菊黄鲀及其杂交后代的绝对增长率与绝对增重率在各个阶段均为红鳍鲀>杂交鲀>菊黄鲀,经方差分析和多重比较,各阶段的绝对增长率与绝对增重率均有极显著差异($P<0.01$)(表 1)。

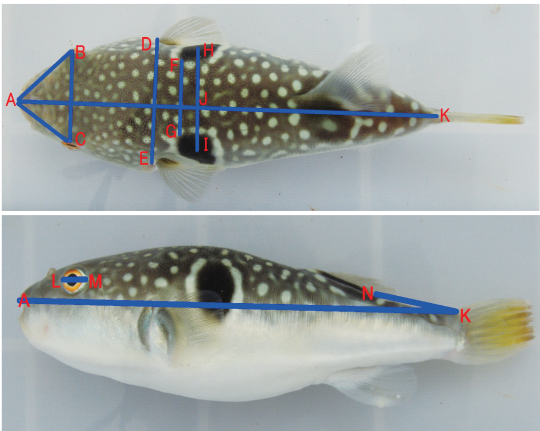


图 2 不同实验组的生长曲线
Fig.2 Growth curve of three kinds of Fugu

表 1 不同阶段各实验组生长速度
Tab.1 The absolute growth rate in different stages for different experiment groups

阶段/d stage	群体 population	平均体长/mm average length	瞬时增长率/(mm/d) absolute growth rate	平均体质量/g average weight	生长速度/(g/d) growth rate
		增长量/mm net increase		增重量/g net increase	
42~62	红鳍鲀(<i>F. rubripes</i>)	19.0±1.10 ^a	0.95	3.2±0.04 ^a	0.16
	杂交鲀(hybrid progeny)	18.2±0.91 ^b	0.91	2.6±0.10 ^b	0.13
	菊黄鲀(<i>F. flavidus</i>)	17.0±1.50 ^c	0.85	2.0±0.20 ^c	0.10
70~90	红鳍鲀(<i>F. rubripes</i>)	25.2±2.01 ^a	1.26	12.0±1.00 ^a	0.61
	杂交鲀(hybrid progeny)	22.8±1.98 ^b	1.14	10.0±0.91 ^b	0.52
	菊黄鲀(<i>F. flavidus</i>)	21.0±2.20 ^c	1.05	7.8±0.83 ^c	0.39
90~110	红鳍鲀(<i>F. rubripes</i>)	29.6±2.70 ^a	1.48	18.0±1.24 ^a	0.93
	杂交鲀(hybrid progeny)	27.0±2.14 ^b	1.35	17.0±1.12 ^b	0.88
	菊黄鲀(<i>F. flavidus</i>)	16.8±1.10 ^c	0.84	9.8±0.89 ^c	0.49

注:同列上标字母相同表示差别不显著($P>0.05$),字母不同表示差别极显著($P<0.01$)。
Notes: Values in the column with the same superscripts mean no significant differences ($P>0.05$), with the different superscripts mean significant differences ($P<0.01$).

杂种优势 经过 110 d 的实验饲养,菊黄鲀、杂交鲀以及红鳍鲀的体长分别达到(82.92±4.29)、(101.16±6.56)和(110.24±3.78) mm;体质量分别为(20.99±3.00)、(33.00±6.24)和

(35.68±5.04) g,杂交鲀的体长、体质量分别比菊黄鲀体长、体质量提高了 31.00% 和 57.22%。杂交鲀的体质量杂种优势 $H(w)$ 和体长杂种优势 $H(l)$ 值分别为 16.43% 和 4.72%,说明杂交鲀在

体质量和体长上相对于菊黄鲢,具有较强的杂种优势。

3 讨论

由于东方鲃属鱼类个体差异大,颜色花纹多种多样,在分类上有很多困难,分类学家利用种间头骨的形态特征和皮刺的有无及种的地理分布进行种类划分^[8]。在养殖或捕捞现场,应用骨骼形状鉴别东方鲃幼鱼显然是不方便的。但是,工作现场确实需要简便而又可靠的方法区分幼鱼的种类。本研究结果表明,菊黄鲢♀与红鳍鲢♂杂交后代幼鱼的体型、体色、尾鳍颜色等外部形态与菊黄鲢比较相似,但皮刺分布特征却与菊黄鲢有显著的不同,可以作为区分菊黄鲢与东方鲃的标志。由于东方鲃属鱼类在不同生长阶段也存在形态差异,故不同的生长阶段区分的指标也不尽相同。例如在 5 cm 时框架结构 V_1 在菊黄鲢中为 0.56~0.76,在红鳍鲢中为 0.79~0.96,在杂交鲢中 0.77~0.86,杂交鲢介于红鳍鲢与菊黄鲢之间并与二者有显著差异;而 10 cm 时,菊黄鲢为 0.70~0.88,红鳍鲢为 0.72~0.85,杂交鲢为 0.78~0.89,三者间皆无显著差异,所以,框架结构 V_1 只适合作为 5 cm 时的区分特征,而不适于作区分 10 cm 时的指标。本文建立了以皮刺分布特征、尾鳍颜色以及判别函数式对菊黄鲢、红鳍鲢及其杂交鲢幼鱼的方法,不但可以有效辨别菊黄鲢与红鳍鲢的幼鱼,还可以区分杂交种与亲本的差别,以免除在幼鱼时期难以区分的困惑。

利用判别分析等多元分析方法在鱼类和其他水生生物的形态差异研究上取得了较好的效果^[9-12]。HARRELL 等^[13]认为,利用形态学测量性状及可数性状作为种和杂种间分类的判别分析,以错判率小于 5% 为非常好,以错判率在 5%~10% 为良好,错判率在 10%~20% 为可接受,而错判率大于 20% 则判别无效。本研究利用逐步判别法判别菊黄鲢与红鳍鲢及其杂交后代,并建立了较为简单的判别公式 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 及 Y_1^* 、 Y_2^* 、 Y_3^* ,只须测量 5 个框架参数代入判别公式,就可以达到平均判别准确率 96.8% 和 100% 的结果,错判率小于 5%,再结合外部形态等信息分析,可以准确区分菊黄鲢、红鳍鲢及其杂交后代。

建立准确区分杂交种与亲本苗种的方法是十分重要的。对于人工养殖的成鱼,人们一般能够

准确区分,但是,由于尚未形成显著特征的苗种,往往不能准确判断相似的种类,尤其对于杂交种,就更难判断。在苗种交易时,如不能准确识别,可能购入并非所期待的对象,将对养殖效果和养殖效益产生重大影响。

从杂交优势上看,菊黄鲢♀与红鳍鲢♂的杂交后代具有显著的杂交优势。具体比较体质量与体长两性状,体质量 H 值(16.43%)要远大于体长 H 值(4.72%),说明杂交后代体质量上的杂种优势明显大于体长上的杂种优势。

在利用杂交方法提高鱼类生长速度或改善品质的尝试已经有一些报道。陈林等^[14]将新吉富罗非鱼(new GIFI *O. niloticus*)♀与奥里亚罗非鱼(*O. aureus*)♂杂交,建立了杂交种吉奥罗非鱼,杂交种在 112 d 时绝对增重率比父本高 112%,比母本低 19.4%。MELARD 等^[15]报道了杂交鲈[欧洲鲈(*Perca fluviatilis*)♀×黄金鲈(*Perca flavescens*)♂]相似的结果。李思发等^[16]将兴国红鲤(*Cyprinus carpio* var. *Singunensis*)与瓯江彩鲤(*Cyprinus carpio* var. *color*)进行杂交,其后代 F_1 (正反交合并统计)平均体质量比兴国红鲤高 14.46%,但比瓯江彩鲤低 10.58%;兴国红鲤与荷包红鲤杂交,其后代 F_1 体质量不仅比荷包红鲤高 4.49%,而且也比兴国红鲤高 17.1%。可见,杂交后代可能优于亲本,也可能劣于亲本,需视亲本种类而定。本实验结果表明,菊黄鲢与红鳍鲢的杂交后代比母本生长明显快,而且体型、体色、斑纹等特征均与母本相似,说明与母本相比具有明显的体形相似和生长优势特征,具有与菊黄鲢相似的利用价值。

综合上述比较,菊黄鲢♀与红鳍鲢♂杂交可以形成健康的后代,其后代体型、体色等方面与母本相似,可以利用皮刺的分布特征和尾鳍的颜色与父母本进行简单区分,利用框架参数计算可以进行精确区分,准确率可达 95% 以上。菊黄鲢♀与红鳍鲢♂的杂交后代,与母本相比形成较大的生长优势,而与父本相比未形成生长优势,对父母本超亲率产生较大差异的原因有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 雷霖霖,陈超,徐延康,等.红鳍东方鲃工厂化育苗技术研究[J].海洋水产研究,1992(13):63-69.
- [2] 胡亚丽,华元渝.杂交东方鲃胚胎和仔鱼的发育

- [J]. 南京师大学报,1996,19(1):59-63.
- [3] 李思发,蔡完其. 团头鲂双向选育效应研究[J]. 水产学报,2000,24(3):201-205.
- [4] 姚雪梅,黄勃,赖秋明,等. 凡纳滨对虾自交系与杂交系早期生长和存活的比较[J]. 水产学报,2006,30(6):791-795.
- [5] TAVE D. Genetics for fish hatchery managers[M]. New York: Van Nodt rand Reinhold, 1993: 212-213.
- [6] 杨维权,刘兰亭,林鸿洲. 多元统计分析[M]. 北京:高等教育出版社,1989:216-221.
- [7] 郝黎仁,樊元,郝哲欧. SPSS 实用统计分析[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002:274-303.
- [8] 成庆泰,王存信,田明诚,等. 中国东方鲀属鱼类分类研究[J]. 动物学报,1975,21(4):359-377.
- [9] TZENG T D. Morphological variation between population of spotted mackerel (*Scomber australasicus*) off Taiwan [J]. Fisheries Research, 2004,68:45-55.
- [10] 钱荣华,李家乐,董志国,等. 中国五大湖三角帆蚌形态差异分析[J]. 海洋与湖沼,2003,34(4): 436-443.
- [11] 俞菊华,夏德全,杨宏,等. 奥利亚罗非鱼(♀)×鳊(♂)杂交后代的形态[J]. 水产学报,2003,27(5): 431-435.
- [12] 谢仲桂,谢从新,张鸲. 我国华鳊属鱼类形态差异及其物种有效性的研究[J]. 动物学报,2003,24(5):321-330.
- [13] HARRELL R M, DEAN J M. Pteryiophore interdigitation patterns and morphometry of larval hybrids of Morone species [J]. Transactions of American Fisheries Scoicety,1987,116:719-727.
- [14] 陈林,李思发,简伟业,等. 吉奥罗非鱼(新吉富罗非鱼♀×奥里亚罗非鱼♂)生长性能的评估[J]. 上海水产大学学报,2008,17(3):257-262.
- [15] MELARD C, ROUGEOT C, MANDIKI R, et al. Genetic growth improvement of *Perca fluviatilis*: a review [R]. The third international percoid fish symposium, Madison, Wisconsin, USA, 2003.
- [16] 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.

**Research of morphological characteristics and growth comparison of
Fugu flavidus, *Fugu rubripes* and the hybridization
(*Fugu flavidus* ♀ × *Fugu rubripes* ♂) in early growth stages**

FAN Wen-tao¹, LIU Hai-jin^{2*}, ZHAO Wen-jiang³, ZHANG Fu-chong⁴

(1. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

2. Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China;

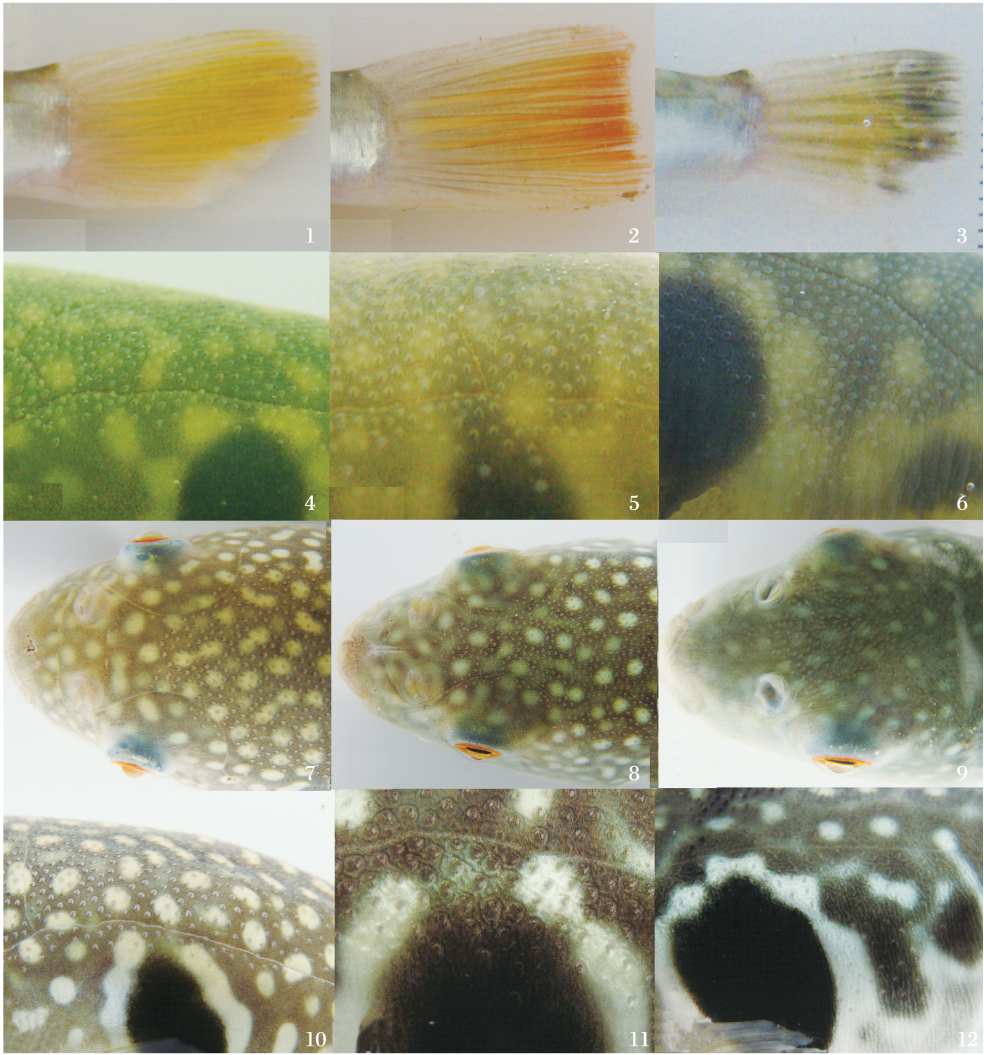
3. College of Animal Science and Technology, Northeast Agriculture University, Harbin 150030, China;

4. Hebei Fisheries Institute, Qinhuangdao 066000, China)

Abstract: In this paper, the hybridization between *Fugu rubripes* and *Fugu flavidus* was carried out, and the early morphological characteristics and growth rate of hybrid progenies (*F. flavidus* ♀ × *F. rubripes* ♂) were compared with the non-hybrids of the parents. The 5 cm-length and 10 cm-length fingerling were collected for the comparison of morphological characteristics. The main differences are described as follows: (1) The color of tail fin which is light yellow in *F. flavidus* and black in *F. rubripes*'s, the hybrid is yellow with a little bit black, similar to *F. flavidus*. (2) The distribution of aculeus on the dorsum usually is not out of the lateral line, and never intersects with black spots even if it spreads in *F. flavidus*; in the case of *F. rubripes*, the aculeus spread over the lateral line and down to the abdomen, intersecting with the black spots; the acules in hybrid progenies were similar to those of *F. rubripes*, but did not spread to the abdomen. (3) The dorsal aculeus which extend to the line between two eyes in *F. flavidus* and to the line between two nostrils in *F. rubripes*, reach the place that between the eyes and nostrils in hybrid progenies. The discriminate function was established by two and four morphological variables at 5 cm-length and 10 cm-length respectively. The integrative identification is 96.8% and 100%. Thus, we could distinguish them by the color of tail fin and the distribution of aculeus in the stage of juvenile. After 110 days, the average body lengths of *F. rubripes*, the hybrid progeny and *F. flavidus* were (110.24 ± 3.78) mm, (101.16 ± 6.56) mm, and (82.92 ± 4.29) mm, with the average body weights of (35.68 ± 5.04) g, (33.00 ± 6.24) g, and (20.99 ± 3.00) g, respectively. The results revealed that the order of the three in both body length and weight is *F. rubripes* > hybrid progeny > *F. flavidus*, of which the hybrid progeny are 31.00%, 57.22% higher than *F. flavidus* in the end of the experiment. There were significant differences between any two of them ($P < 0.01$) based on analysis of variance and multiple comparison. The hybrid progeny exhibit significantly higher growth rate than that of *F. flavidus* and similar early morphology to *F. rubripes*, indicating a great deal of economic value and market potential.

Key words: *Fugu rubripes*; *Fugu flavidus*; hybridization; morphological characteristics; growth

Corresponding author: LIU Hai-jin. E-mail: liuhaijin2005@126.com



图版 红鳍鲀、菊黄鲀与其杂交后代的皮刺分布

1. 菊黄鲀的尾鳍; 2. 杂交鲀的尾鳍; 3. 红鳍鲀的尾鳍; 4. 体长 5 cm 时菊黄鲀的侧线皮刺; 5. 杂交鲀的侧线皮刺; 6. 红鳍鲀的侧线皮刺; 7. 体长 10 cm 时菊黄鲀的背皮刺; 8. 杂交鲀的背皮刺; 9. 红鳍鲀的背皮刺; 10. 菊黄鲀侧线皮刺; 11. 杂交鲀侧线皮刺; 12. 红鳍鲀侧线皮刺。
图中虚线为眼睛与眼睛和鼻孔与鼻孔之间的连接线。

Plate The morphological comparison of the three *Fugu*

1. The tail fin of *F. flavidus*; 2. The tail fin of the hybrid; 3. The tail fin of *F. rubripes*; 4. The prickly of *F. flavidus* in body lateral lines when the body length of fingerling was 5cm; 5. The prickly of hybrid in body lateral lines; 6. The prickly of *F. rubripes* in body lateral lines; 7. The prickly of *F. flavidus* in back when the body length of fingerling was 10 cm; 8. The prickly of hybrid in back; 9. The prickly of *F. rubripes* in back; 10. The prickly of *F. flavidus* in body lateral lines; 11. The prickly of hybrid in body lateral lines; 12. The prickly of *F. rubripes* in body lateral lines.