

# 石鲮与牙鲆人工杂交的研究

王新成<sup>1</sup> 尤 锋<sup>1</sup> 倪高田<sup>2</sup> 张起信<sup>2</sup> 李尚友<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(<sup>2</sup> 山东寻山海洋科技股份有限公司 荣成 264316)

**摘要** 研究了石鲮(♂)与牙鲆(♀)的人工杂交,杂交后代经7个多月的养殖,许多生物学特征较牙鲆,石鲮发生了较大变异。在全长相同的情况下,杂交鱼的体高比牙鲆体高增加了6%、比石鲮体高增加了4.2%,其体质量以及成活率也都分别比牙鲆、石鲮的高。其杂种优势明显。

**关键词** 石鲮(*Kauius bicoloratus*) 牙鲆(*Pamlichthys olivaceus*) 杂交育种

**中图分类号** S961.5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)01-0001-04

远缘杂交是生物遗传育种的重要手段之一,一般来讲亲缘关系越远的不同生物种杂交所产生的后代其杂种优势越明显。但同时亲缘关系越远杂交越困难。一般情况下,不同科之间的种是很难杂交的。但作者利用石鲮[*Kauius bicoloratus*(Basilewsky)]雄鱼与牙鲆[*Pamlichthys olivaceus*(Temminck et Schlegel)]雌鱼杂交获得成功。石鲮属于鲽科、石鲮属,牙鲆属于牙鲆科、牙鲆属,同属于鲽形目。杂交鱼经7个月养殖观察,无论从成活率或生长速度都明显高于牙鲆和石鲮,其杂种优势明显。目前只见到牙鲆与星鲮的杂交试验,尚未见到石鲮与牙鲆杂交的报道。

## 1 材料与方 法

在山东寻山海洋科技股份有限公司,于2002年4月4日,将人工控温控光牙鲆成熟卵子及石鲮成熟精子用干法授精。孵化在水温15℃时,孵出仔鱼时间为75~78h。初孵仔鱼3d以后开口,用经富含高不饱和脂肪酸EPA和DHA强化剂强化过的轮虫和卤虫无节幼体作为动物饵料,至20d左右加从日本进口的人工配合微囊干饵料。微囊干饵料从250μm逐渐增大至直径1mm的湿颗粒饵料。直径1~3mm的湿颗粒饵料是作者自行研制的,多年的实践证明它比干颗粒饵料优越。育苗期间,仔鱼开口期曾发生一次大的死亡,但从正常开口摄食轮虫后至5cm的商品苗其育苗成活率达60%以上,比牙鲆育苗成活率要高得多。以后养成期间,死亡极少,成活率比同期牙鲆也高。目前尚有4000余尾已长至20~30cm。从变态以后,杂交稚鱼与同期牙鲆稚鱼体高(从背鳍基部到臀鳍基部

最宽处)明显大。至6月6日测一批杂交鱼及同期牙鲆全长与体高之比。又于2002年11月28日随机取样杂交鱼、牙鲆鱼以及长度相当的石鲮鱼进行生物学测定,并与已有的牙鲆、石鲮相应生物学数值进行比较,后者数值取自中国动物志<sup>[1]</sup>,同时对杂交鱼、牙鲆及石鲮进行了同工酶初步分析。

## 2 结 果

### 2.1 生物学测定

6月6日的测定结果是,杂交鱼测量25尾,全长范围4.5~6.5cm,全长与体高之比平均数 $\bar{x}=2.41$ ,标准差 $S=0.07$ ,测量牙鲆29尾,全长范围4.5~6.6cm, $\bar{x}=3.14$ , $S=0.18$ ,杂交鱼明显比同期相同长度的牙鲆鱼要高。11月28日生物学测定比较结果见表1。

可以看出,杂交鱼有些特征与牙鲆相似,如背鳍、臀鳍、胸鳍、腹鳍、尾鳍等,其中背鳍、尾鳍也与石鲮相似;有些特征与石鲮相似,如侧线形状无明显弯曲,眼柄长与眼高相似,即眼睛突出,而牙鲆眼睛不突出。有些特征发生变异,既不同于牙鲆也不同于石鲮,如鳃耙数,特别长弓部分上的鳃耙数,牙鲆为14~16个,石鲮为5~6个,而杂交鱼为9~10个,再如正面背部鳞的形状,牙鲆为圆鳞,用手触摸光滑感觉,石鲮为无

第一作者:王新成,出生于1941年,研究员,参加国家863计划项目:“重要海水养殖贝类苗种培育设施的工程化优化”的研究;通信地址:青岛市南海路7号,中国科学院海洋研究所,266071。

收稿日期:2002-12-10;修回日期:2002-12-17

表 1 牙鲆、石鲈及杂交鱼生物学特征比较

Tab.1 Comparison of biological characters among *Kareius bicoloratus*, *Paralichthys olivaceus* and their hybridization

种类	牙鲆	石鲈	杂交鱼
背鳍数	66 ~ 84	64 ~ 72	67 ~ 71
臀鳍数	51 ~ 63	49 ~ 54	51 ~ 55
胸鳍数	12 ~ 13	12	12 ~ 13
腹鳍数	1 ~ 5	6	1 ~ 5
尾鳍数	18	18	18
鳃耙数	(5 ~ 6) + (14 ~ 16)	(3 ~ 5) + (5 ~ 6)	(4 ~ 5) + (9 ~ 10)
体右侧(上表面)鳞形	圆鳞	无鳞,有骨板	栉鳞
口朝向	左	右	左50.3%,右49.7%, n=149
侧线形状	左右侧线在胸鳍上方呈半圆弧形	左右侧线无明显的弧状弯曲	左右侧线无明显的弧状弯曲
全长与体高之比平均数	$x = 2.80, S = 0.11$ , 全长范围18.0 ~ 22.5 cm, n = 24	$x = 2.67, S = 0.11$ , 全长范围16.0 ~ 22.2 cm, n = 25	$x = 2.40, S = 0.12$ , 全长范围16.1 ~ 22.3 cm, n = 24
眼柄长与眼高	眼柄长于眼高	眼柄长与眼高相似	眼柄长与眼高相似

注: n 为样品数, x 为平均数, S 为标准差。

鳞, 而有骨板, 杂交鱼却为栉鳞, 用手触摸有粗糙感觉。最有趣的是口的朝向, 牙鲆朝左, 石鲈朝右, 所谓“左鲆右鲈”, 这是区分鲆类和鲈类的主要特征, 而杂交鱼却有一半朝左, 一半朝右。体形也发生了变异, 全长与体高之比牙鲆最大, 石鲈次之, 杂交鱼最小。如果以体高占全长的百分比表示, 则三者分别为 35.7%, 37.5%, 41.7%, 三种鱼在全长相同条件下, 杂交鱼比

牙鲆体高增加了 6%, 比石鲈体高增加了 4.2%。但相差较大的杂交鱼与牙鲆全长与体高之比经 F 检验, 结果为  $F_a = F_{0.05} = 1.76$ ,  $F = 1.03 < 1.76$ , 差异不显著。从牙鲆、石鲈及杂交后代的全长与体质量关系图(见图 1), 可以看出, 长度相同的三种鱼, 杂交鱼最重, 石鲈次之, 牙鲆最小。杂交鱼不仅体高增加了, 而且体重也增加了。

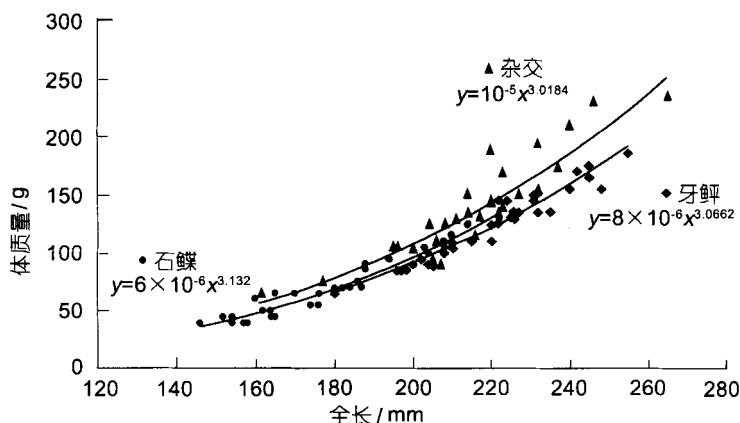


图 1 牙鲆、石鲈及其杂交后代的全长与体质量的关系

Fig.1 The relations of total length and weight in *Kareius bicoloratus*, *Paralichthys olivaceus* and their hybridization

## 2.2 同工酶分析

分别取牙鲆、石鲈和杂交鱼个体的眼睛、肌肉、心脏和肝脏四种组织，采用平板淀粉凝胶在 TC (pH = 6.9)，EBT (pH = 9.0) 两种缓冲系统中进行电泳分析。共分析了 11 种同工酶：LDH, MDH, MEP, PGM, GAPDH, ACP, ADH, SDH, GPI, GDH, CAT, 其中 LDH, MDH 和 ACP 在两种缓冲系统中都进行了分析。在确定的 22 个基因座位中，至少有 10 种同工酶的 14 个基因座位在其杂交鱼的特定组织中表达为父本和母本的杂交带形，并且杂交鱼无论口朝左的个体还是口朝右的个体，其电泳图谱基本一致，没有左右差别（详细内容将另文发表）。图 2 为 LDH (乳酸脱氢酶) 在肌肉和心脏组织中的电泳图谱。很明显牙鲆和石鲈基因座位的迁移率差异很大，具有种的特征，而杂交鱼电泳图谱包括口朝向左的个体均呈现介于两种之间的杂交图谱。同样，图 3 GAPDH (甘油-3-磷酸脱氢酶) 在肌肉组织中的酶谱也显示了相同的结果：牙鲆和石鲈的图谱完全不同，但其杂交鱼电泳图谱却明显为杂合型。

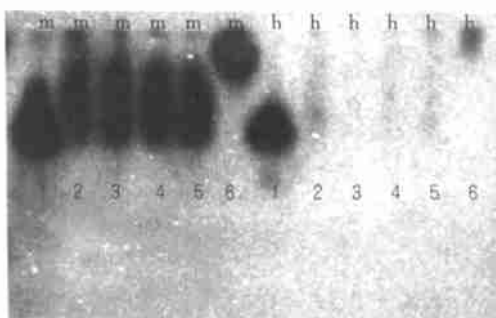


图 2 LDH 电泳图谱

Fig. 2 The electrophoretogram of Lactate dehydrogenase (LDH)  
m: 肌肉组织; h: 心脏组织; 1: 石鲈; 2~3: 杂交后代 (左偏); 4~5: 杂交后代 (右偏); 6: 牙鲆  
m: muscle; h: heart. 1: *Kauius bicoloratus*; 2~3: filial generation (left); 4~5: filial generation (right); 6: *Pamlichthys olivaceus*

## 3 讨论

杂交鱼无论从外部形态特征或同工酶分析，都明确无疑是石鲈与牙鲈杂交的后代。虽然在分类学上石鲈和牙鲈分属不同的科，但它们的染色体都是  $2n = 48$ ，其核形也都是端部着丝粒  $48t$ ，染色体臂数  $NF$  也皆为  $48^{[2]}$ ，这是它们能够杂交的基础。如果染色体数目或核形相差太大，精核与卵核融合后染色体不能配对进行细胞分裂，即使分类学上亲缘关系近一些也不

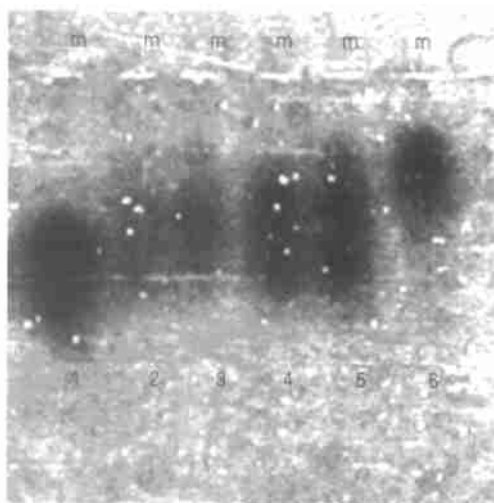


图 3 GAPDH 电泳图谱

Fig. 3 The electrophoretogram of Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH)  
m: 肌肉组织; h: 心脏组织; 1: 石鲈; 2~3: 杂交后代 (左偏); 4~5: 杂交后代 (右偏); 6: 牙鲆  
m: muscle; h: heart. 1: *Kauius bicoloratus*; 2~3: filial generation (left); 4~5: filial generation (right); 6: *Pamlichthys olivaceus*

能杂交。

杂交鱼经 6 个月的养殖观察，其育苗成活率及养殖成活率以及生长速度都具有明显的杂种优势。唯有初孵仔鱼开口困难，但从正常开口摄食后一直到其后的养殖成活率都很高，远高于牙鲈。石鲈在我国尚未形成规模化人工育苗，故无法与石鲈育苗成活率相比较。目前所养殖的石鲈皆为捕捞的野生幼鱼，养殖成活率很低，从幼鱼养至 500 g 的商品鱼平均成活率只有 30% 左右。

杂交鱼尚未达到成鱼，有些形态特征尚不能测定比较，如内部器官、能否可育？性状遗传以及分子水平上的遗传差异等，有待今后进一步研究。目前正在进一步扩大试验规模，使之早日形成规模化生产。

当前我国海水动物养殖正面临前所未有的挑战，突出的问题是种质退化和养殖环境恶化而引起病害频发、死亡加剧，养殖效益下滑，因此养殖品种改良已成当务之急。杂交育种是一种常用的快捷品种改良方法，已经做出的种内杂交（如鲍鱼、扇贝）<sup>[3,4]</sup>，属间杂交（如扇贝）等皆显示出优良的性状，特别是成活率皆有较大提高，即抗逆性和抗恶劣环境的能力增强。本次做出的是海水鱼不同科亲缘关系更远的杂交，杂种遗传变异也更多，杂种优势越加明显。由于是鲈和鲈

杂交,其杂交后代口一半朝右,一半朝左,既不能全称其为鲾,也不能全称其为鲚,初步称为“寻山鲾鲚”。

决定杂交后代优势大小的原因较多,机理也十分复杂。通常情况下,不同种(包括种群)的纯化程度越高,它们的遗传距离越大,其杂种优势也越大,不同纯系之间杂交应是理想的杂交。George streisinger 等所作的斑马鱼试验中,两纯系间杂交所产生的杂种更具活力,并认为不会产生变异。因为一些致死基因已经去掉,成活率大大提高了。为此,运用现代生物技术快速培育纯系和杂交技术相结合是育种的重要途径<sup>[5,6]</sup>。作者已经作出第一代雌核生殖的牙鲚雌性亲鱼 600 余尾,经过一代基因纯化的牙鲚与石鲾杂交试验正在进行中。

我国牙鲚养殖已形成了一个很大的产业,年产数万吨,已由原来的室内流水半工厂化养殖发展到网箱养殖和虾池及潮间带石湖池养殖,养殖范围也从我国北方发展到南方,但近几年病害频发、死亡严重,迫切需要进行品种改良,“寻山鲾鲚”的培育成功无疑对促

进养殖牙鲚改良换代有积极作用。

#### 参考文献

- 1 李思忠,王惠民. 中国动物志,硬骨鱼纲,鲾形目. 北京: 科学出版社,1995. 116 - 123, 253 - 255.
- 2 王梅林,戴继勋,权洁霞,等. 中国海洋鱼类染色体数目和核型. 见: 相建海主编. 海洋动物细胞和种群生化遗传学. 济南: 山东科学技术出版社,1999. 30 - 36
- 3 张国范,王继红,赵红恩,等. 皱纹盘鲍中国种群和日本种群的自交与杂交 F<sub>1</sub> 的 RAPD 标记. 海洋与湖沼, 2002, 33(5): 484 - 491
- 4 常亚青,刘小林,相建海,等. 栉孔扇贝中国种群与日本种群杂交一代的早期生长发育. 水产学报, 2002, 26(5): 385 - 390
- 5 王新成. 牙鲚异质克隆鱼的培育及海水养殖鱼类遗传改良. 见: “科技兴海丛书”编辑委员会. 科技兴海丛书(一),海水养殖技术. 北京: 海洋出版社, 2001. 131 - 133
- 6 Yamamoto E. Studies on sex manipulation and production of cloned populations in hirame, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). Aquaculture, 1999, 173: 235 - 246

## HYBRIDIZATION BETWEEN STONE FLOUNDER *Kareius bicoloratus* AND OLIVE FLOUNDER *Paralichthys olivaceus*

WANG Xin-Cheng<sup>1</sup> YOU Feng<sup>1</sup> NI Gao-Tian<sup>2</sup> ZHANG Qi-Xin<sup>2</sup> LI Shang-You<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

(<sup>2</sup> Shandong Xurshan Marine Science & Technology Limited Company, Rongcheng, 264316)

Received: Dec., 10, 2002

Key Words: *Kareius bicoloratus*, *Paralichthys olivaceus*, Hybrid breeding

### ABSTRACT

The hybridization between stone flounder (*Kareius bicoloratus*, ♂) and olive flounder (*Paralichthys olivaceus*, ♀) by artificial method was studied. After cultured for seven months, many biological characters of the filial generation much varied compared with those of their parents. Under the same total length, the depth of hybridization was 6% more than that of olive flounder, and 4.2% more than that of stone flounder. And also, their weights and survival rates were higher than those of olive flounder and stone flounder, respectively. Therefore, the filial generation has obvious superdominance.

(本文编辑:刘珊珊)