

# 杂交鲫(白鲫♀×散鳞镜鲤♂)及其 双亲染色体组型的研究

张克俭 高 健

(上海水产大学, 200090)

张景龙 何玉明 王维善

(江苏省淮阴市水产科学研究所, 223001)

**摘 要** 采用 PHA 和秋水仙素体内注射法制备杂交鲫( $F_1$ )及其双亲的染色体。结果表明, 白鲫染色体的  $2n=100$ , 其组型是  $2n=20m+28sm+38st+14t, NF=148$ ; 散鳞镜鲤的  $2n=100$ , 组型是  $2n=20m+26sm+30st+24t, NF=146$ ; 杂交鲫的  $2n=100$ , 组型是  $2n=20m+27sm+34st+19t, NF=147$ 。经分析比较证实, 杂交鲫的染色体是由双亲各提供一组单倍体而组成的。此外, 在受检的 20 尾杂交鲫中存在一尾三倍体( $3n=150\pm 3$ )的个体。

**关键词** 白鲫, 散鳞镜鲤, 杂交鲫, 杂交, 染色体组型

国内已做了上百例鱼类杂交组合的试验研究[王祖熊等, 1986]。有些杂种鱼具有较明显的杂种优势, 其中又以鲤不同品种间的杂交效果为最好, 如丰鲤、岳鲤、荷元鲤等[叶玉珍等, 1989]。此外, 以鲤、鲫为双亲的鱼类属间远缘杂交后代也具有某些杂种优势[刘思阳, 1987]。在鱼类杂交育种广泛研究的基础上, 人们对杂种后代的细胞遗传学的研究也随之开展起来, 其中之一就是研究杂种的染色体组成、与双亲染色体组型的差异以及杂种鱼染色体的归宿等[刘筠、周工健, 1986]。自 1988 年开始, 我们进行了以白鲫(♀)和散鳞镜鲤(♂)为杂交组合的育种研究, 获得具有双亲某些优良经济性状的  $F_1$  代——杂交鲫。本文仅就杂交鲫及其双亲的染色体组型的研究进行报导, 同时也讨论  $F_1$  代中染色体的来源。

## 1 材料和方法

实验鱼均取自江苏省淮阴市水产科学研究所养殖场。杂交鲫为 20 尾, 双亲各用 5 尾, 鱼龄为 1—2 龄, 体重 150—200 克。活鱼经注射 PHA 每克体重 10 微克, 20 小时后再注射秋水仙素每克体重 4 微克。秋水仙素注射 2 小时后取鱼的肾脏, 然后以常规方法制成染色体滴片, 经 Giemsa 染液染色, 气干。最后用 Olympus 显微镜观察并摄影。杂交鲫的每尾鱼滴片取 5 个分散良好、长度适中、形态清晰的中期分裂相的染色体拍照, 白鲫和散鳞镜鲤则每尾鱼各以同样方法取 8 个中期分裂相的染色体。照片放大后按 Levan[1964]等的命名和分类标准编制出它们的染色体组型, 并将计算的各染色体的有关数据进行分析。

## 2 结果

### 2.1 杂交鲫及其双亲的染色体数目

从图版—1,3,5 计数分析结果表明,白鲫、散鳞镜鲤及它们的杂种一代的染色体数目相同, $2n=100$ 。但从表 1 还可看出,大多数杂交鲫体细胞的染色体为二倍体,可是在 20 尾被检测的杂交鲫中发现 1 尾鱼的体细胞为三倍体,即  $3n=150\pm 3$ 。表明在杂种一代中存在少量的三倍体个体。

此外,在对以上鱼的染色体分析中均未发现具有次缢痕和带有随体的染色体。

表 1 杂交鲫及其双亲的染色体数目

Table 1 Chromosomes counts of hybrid crucian carp and its parents  
(white crucian carp scattered mirror carp)

白 鲫	染色体数	97	98	99	100	101	102	103	150±	众数百分比(%)
	分裂相数	2	7	9	79	2		1		
散 鳞 镜 鲤	染色体数	97	98	99	100	101	102	103		82
	分裂相数	2	5	7	82	1	3			
杂交鲫	染色体数	97	98	99	100	101	102	103	150±	83
	分裂相数	5	3	7	83	2				

### 2.2 杂交鲫及其双亲的染色体组型

#### 2.2.1 白鲫的染色体组型

根据对 10 个中期分裂相的染色体各种数据的测量和分析,表明白鲫的染色体由 10 对中部着丝粒染色体、14 对亚中部着丝粒染色体、19 对亚端部着丝粒染色体及 7 对端部着丝粒染色体组成,其染色体组型为  $2n=20m+28sm+38st+14t$ 。总臂数(NF)=148。图版—2 表明,白鲫的第一对中部着丝粒染色体最大,其相对长度达 3.84,为同组其它染色体的近 1.5 倍或超过 1.5 倍。所以,差异特别明显。在亚中部着丝粒染色体中,第 11 和第 12 对染色体也较大。其余的各组染色体相邻对间的大小呈递减趋势排列,大小无明显差异。

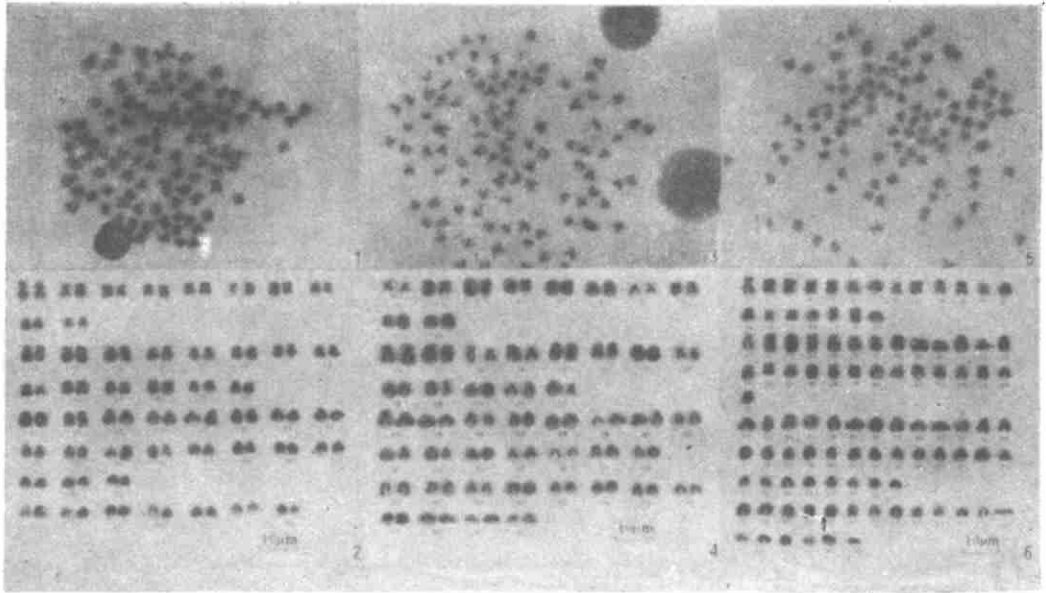
#### 2.2.2 散鳞镜鲤的染色体组型

散鳞镜鲤的 100 个染色体分别由 10 对中部着丝粒染色体,13 对亚中部着丝粒染色体,15 对亚端部着丝粒染色体及 12 对端部着丝粒染色体组成,其染色体组型  $2n=20m+26sm+30st+24t$ ,总臂数(NF)=146。散鳞镜鲤的 10 对中部着丝粒染色体间无明显差异,其亚中部着丝粒染色体组中的第 11—13 对较大,为散鳞镜鲤中最大的 3 对染色体。亚端部着丝粒染色体组中的编号为 24 的 1 对也比同组其它染色体大,差异明显。所以,编号为 11、12、13 及 24 的 4 对染色体为散鳞镜鲤染色体组中最具特征的染色体(图版—4)。

#### 2.2.3 杂交鲫的染色体组型

正如表 1 所示,大多数杂交鲫的体细胞染色体为二倍体, $2n=100$ ,同时也发现个别杂交鲫的体细胞为三倍体, $3n=150\pm 3$ 。经分析研究后确认,二倍体杂交鲫是由 20 个中部着丝粒染色体、27 个亚中部着丝粒染色体、34 个亚端部着丝粒染色体及 19 个端部着丝粒染色体组成。由此可见,杂交鲫( $F_1$ )的染色体为非同源染色体,无法进行常规的配对。所以,杂交鲫的染色体组

型为  $2n = 20m + 27sm + 34st + 19t$ , 其总臂数(NF) = 147, 为奇数。对仅发现一尾三倍体杂交鲫的染色体组型, 因染色体数量多而小, 且分散不尽理想, 只做了计数的统计。



图版 plate

1. 白鲫的染色体; 2. 白鲫的染色体组型; 3. 散鳞镜鲤的染色体;  
4. 散鳞镜鲤的染色体组型; 5. 杂交鲫的染色体; 6. 杂交鲫的染色体组型

### 3 讨论

#### 3.1 杂交鲫的染色体组成分析

在鱼类远缘杂交中可能产生单倍体、二倍体、多倍体以及雌核发育、雄核发育等多种情况 [Chevassus, 1983]。白鲫与散鳞镜鲤的杂交组合为属间的远缘杂交, 它们的  $F_1$  代属哪一种类型? 其染色体的组成情况如何? 为解决这些问题, 我们研究了杂交鲫及其双亲的染色体组型, 并从  $F_1$  代的染色体组型中分辨出哪些来自母本, 哪些又是由父本提供的。然而在这一分析过程中, 如果要仔细辨认  $F_1$  代的每条染色体的来源, 以目前的染色体制备方法可能性较小。此外, 鲤、鲫的染色体数目多, 且大约半数的染色体属亚端部或端部着丝粒类型, 这些类型的染色体在形态、大小等方面的差异较小。因此, 要弄清双亲每条染色体的归宿则困难更大。但是, 从双亲染色体中挑出某些具有明显特征性标志的染色体在  $F_1$  代中出现与否, 以及各种类型染色体存在的数目多少等的比较研究中也得出正确的结论。刘思阳 [1987] 对草鲂杂种三倍体的证实及双亲染色体的归宿, Beck 和 Biggers [1980] 证实草鱼与鱮杂种承受了两份母本(草鱼)染色体和一份父本(鱮)染色体的结论多是以此来分析的。在分析和比较了双亲和杂交鲫的染色体组型后, 发现在杂交鲫的染色体中有几条具明显特征的标志性染色体分别是属于母本和父本的, 而且在  $F_1$  代的染色体中也无法找出与之配对的同源染色体。如白鲫的第 1 对中部着丝粒染色体及第 11—13 等 3 对亚中部着丝粒染色体都与同组的染色体有明显差异, 这些染色

体都以单条染色体的方式出现在杂交鲫的染色体中。又如散鳞镜鲤,其中部着丝粒染色体均无明显特征性标志,但它的第11—13对亚中部着丝粒染色体在形态和大小上具较明显的差异,它们也分别以单条的形式出现在 $F_1$ 代的染色体中。所以从图版—3的杂交鲫染色体组型图中可看出,第1号特别明显的标志性染色体来自母本,且仅此1条。第21—26号的6条亚中部着丝粒染色体分别来自双亲。同时,从杂交鲫的染色体总数及每组类型的染色体数目与双亲的单倍体数目之和是完全吻合的。这表明,杂交鲫不是单倍体,也不是多倍体,而是二倍体的杂种鱼。但它既非雌核发育而成,也不是雄核发育而来,而是精卵经过正常受精程序发育而成的杂种二倍体。

### 3.2 鱼类杂交育种中亲本的选配

在鱼类杂交育种中,双亲组合选配的不同会产生不同的结果。如草鱼♀×兴国红鲤♂(或镜鲤♂)[楼允东和李元善,1989],鲢(♀)×鲤(♂)(或鲫♂)[楼允东和李元善,1989]等的杂交组合的杂种胚胎发育畸形,不能孵化出苗。但上述各杂交组合的反交结果却表明,杂种胚胎均能正常发育并孵化出苗。通常认为,鱼类杂交不亲和性产生的原因是双亲间基因组间的矛盾,即双亲的核型愈相近,杂交愈能成功,双亲间核型差异越大,杂交不亲和性越强,胚胎发育愈难正常进行[王祖熊等,1986]。桂建芳等[1993]也认为,鱼类远缘杂交的亲亲和性还与亲本间的基因组大小密切相关。叶玉珍等[1989]指出,草、鲤杂交不能获得鱼苗,发现雌、雄核单倍体、非整倍体的根本原因可能是两亲本的核质不完全相容及核质的分裂节奏不同所致。正是上述种种原因导致不同杂交组合的正反交的截然不同的结果。所以,这些不同组合的鱼类杂交育种研究,对开展鱼类的杂交育种工作具有实践性和理论性意义。为了获得在理论上,特别是生产实践中具有经济效益的鱼类杂种后代,我们选择了白鲫(♀)×散鳞镜鲤(♂)的杂交组合。这两种不同属的鱼类,在基因组的大小、核型等方面的差异均较小。因此该杂种一代的胚胎可以正常发育直至出苗,而且 $F_1$ 代获得了双亲的某些优良性状,成为具有经济效益的杂交种鱼。本研究再次提示我们,若要获得具有良好经济效益的鱼类杂交种,在亲本的选配上,特别是决定雌雄亲本的组合时必须从核型、亲和性、核质可容性等多方面予以考虑,然后进行适当的组配。当然,若是进行遗传育种基础理论的研究则另当别论。

### 3.3 三倍体杂交鲫的发生

鱼类杂交中或自然界中存在天然多倍体鱼类的现象并不少见。而产生多倍体的机理有保留第二极体、核内有丝分裂、杂交雌核发育等等成因[王祖熊等,1986]。我们认为在杂交鲫( $F_1$ )中出现个别三倍体个体,可能是卵子在受精时第二极体被保留在受精卵中导致了三倍体的形成。据推测,第二极体未能排出可能与受精时温度的变化或部分卵子自身的成熟度有关。Beck和Biggers[1980]与Yamamoto和Ingalls[1972]对此早已有阐述。

## 参 考 文 献

- [1] 王祖熊等,1986. 鱼类杂交不亲和性的研究. 水生生物学报, 10(2): 171—179.
- [2] 叶玉珍等,1989. 草鱼和鲤杂交的细胞学研究——鱼类远缘杂交核质不同步现象. 水生生物学报, 13(3): 234—239.
- [3] 刘 筠、周工健,1986. 红鲫(♀)×湘江野鲤(♂)杂交一代生殖腺的细胞学研究. 水生生物学报, 10(2): 101—108.
- [4] 刘思阳,1987. 三倍体草鲂杂种及其双亲的细胞遗传学研究. 水生生物学报, 11(1): 52—58.
- [5] 桂建芳等,1993. 鱼类远缘杂交正反交杂种胚胎发育差异的细胞遗传学分析. 动物学研究, 14(2): 171—177.

- [6] 楼允东、李元善, 1989. 鱼类育种学, 57. 百家出版社(沪).
- [7] Beck, M. L. and C. J. Biggers, 1980. Karyological analysis of *Ctenopharyngodon idellus*, *Aristichthys nobilis* and their F<sub>1</sub> hybrid. *Trans Am. Fish. Aquac.*, **33**: 433-438.
- [8] Chevassus, B., 1983. Hybridization in fish. *Aquaculture*, **33**: 245-262.
- [9] Levan, A. *et al.*, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas Band*, **52**(2): 201-220.
- [10] Yamamoto, M. and T. H. Ingalls, 1972. Delayed fertilization and chromosome anomalies in the hamster embryo. *Science*, **176**: 516-521.

## STUDY ON KARYOTYPES OF HYBRID CRUCIAN CARP (WHITE CRUCIAN CARP × SCATTERED MIRROR CARP) AND ITS PARENTS

Zhang Kejian and Gao Jian

(Shanghai Fisheries University, 200090)

Zhang Jinglong, He Yuming and Wang Weishan

(Huaiyin Fisheries Institute of Jiangsu Province, 223001)

**ABSTRACT** The karyotypes of hybrid crucian carp and its parents were studied. The chromosomes were prepared from kidney cell after PHA and colchicine injection in vivo and with air-drying method. There are two types of the chromosomes of the hybrid crucian carp (F<sub>1</sub>): diploid and triploid. The karyotype of the diploid is  $2n = 20m + 27sm + 34st + 19t$ , combined with a maternal set and a paternal set of chromosomes. The triploid hybrid has a chromosome number of  $150 + 3$ . But only one fish was found to be triploid in 20 hybrid fishes. The parents, white crucian carp (♀) and scattered mirror carp (♂), have a chromosome number of 100 respectively. The maternal karyotype is  $2n = 20m + 28sm + 38st + 14t$  and the paternal,  $2n = 20m + 26sm + 30st + 24t$ . The results obtained from these studies indicate that all of 3 fishes have no visible evidence of satellites and heteromorphic chromosomes.

**ABSTRACT** white crucian carp, scattered mirror carp, hybrid crucian carp, hybridization, karyotypes