

荷元鲤雌核发育后代体色和性比的初步研究

潘光碧 邹桂伟 胡德高

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 沙市 434000)

摘 要 1985-1990年作者对杂交种荷元鲤进行了连续三代人工雌核发育诱导, 对其后代体色分离、雌雄比例等性状进行了观察研究。以杂交种为诱导材料, 采用阻止第二极体释放的方法使染色体加倍, 则连续三个世代的雌核发育后代在体色方面仍出现分离。由此可见, 若要快速建立纯系或从杂交种中快速选育品种, 应采用抑制第一次有丝分裂的方法获得纯合二倍体; 杂交种则应自交到 F_2-F_3 后, 再采用雌核发育技术, 方可达到快速选育之目的。试验还表明, 雌性为同型配子的鲤鱼, 连续三代雌核发育诱导, 其后代存在不同比例的雌性个体。

关键词 荷元鲤、雌核发育、体色、性比

最早发现天然雌性发育是在帆鳍的 *Poecilia formosa*, 随后又发现银鲫也有天然雌核发育特性。而人工诱导鱼类雌核发育的第一个证据是在 1913 年 Opperman 提出的^[10]。但该领域系统的研究是 1960 年 Romashov 等^[11]以及 1963 年 Goloviskaya 等^[8]在泥鳅和鲤鱼的研究以后。由于雌核发育在基因作图、遗传育种方面的重要用途, 所以自那以后人工诱发鱼类雌核发育的研究十分活跃。进展也很快。到目前为止, 已获得近 30 多种雌核发育鱼*, 建立了草鱼全雌纯合系, 并已应用于实践^[12]。我国在这方面的研究虽然起步较晚, 但进展很快。自 70 年代中期至今, 已获得草、鲢、鲤等雌核发育鱼, 运用此技术建立了兴国红鲤纯合系, 培育出了全雌杂交鲤**, 对荷包红鲤进行了提纯复壮***, 保持和提高了荷元鲤的杂种优势。

作者于 1985 年开始对荷元鲤进行了连续三代的雌核发育诱导, 对其后代在体色、性比等性状方面的分离进行了初步研究, 以探索快速选育良种的捷径。

材 料 和 方 法

荷元鲤一代雌核发育诱导, 采用荷元鲤(荷包红鲤♀×元江鲤♂) F_1 为材料。待荷元鲤一代雌核发育鱼性成熟后, 选其性状优良者进行第二代雌核发育诱导。待第二代雌核发育鱼性成熟后再进行第三代雌核发育的诱导, 所得后代称为荷元鲤第三代雌核发育鱼。诱导所用精液均取自雄鲫鱼。本试验所用亲鱼均由本所试验场提供, 并用常规人工繁殖的方

* 夏德全等, 1985。草鱼、白鲢雌核发育的研究, 草、鲢鱼繁育体系和育种新技术鉴定材料之二。

** 吴清江等, 1989。全雌型杂交鲤的培育研究鉴定材料。

*** 冯开茂等, 1988。荷包红鲤雌核发育技术的应用及杂交子代培育研究鉴定材料。

法获得成熟卵和精液。

雌核发育的诱导方法：精子失活采用紫外线照射法。用 30W 紫外灯管 2 支，照射距离为 11cm，照射处理 9 分钟左右。由于每条鱼精子质量有差异，处理时间仍以镜检为准，以精子处于慢速运动为度。卵在“受精”后 0-5 分钟内采用低温休克（3-8℃，处理 10 分钟），抑制第二极体排出的方法获得雌核发育二倍体^[7]。

体色观察在鱼苗鱼种阶段随机抽样测定，雌雄比例确定在性成熟后进行。

结 果

(一)体色 对杂交种荷元鲤进行连续三代雌核发育诱导，每代均有不同比例的红色出现，各代体色分离情况见表 1。

表 1 荷元鲤连续三代雌核发育后代体色分离情况
Table 1 The body colour segregation of Heyuan hybrid carp posterity
by three generation gynogenesis continually

编 号 Number	抽样数(尾) Sample	红色(尾) Red	青灰色(尾) Greg	红色: 青灰色 Red: Greg	红色占 % Rate of red
荷 8511 [*]	162	13	149	1:11.5	8.0
荷 8723	108	18	90	1: 5	16.0
荷 8724	57	12	45	1: 3.75	21.0
荷 8725	55	2	53	1:26.5	4.0
荷 8726	38	13	25	1: 1.9	34.0
荷 9035	141	12	129	1:10.75	8.5
荷 9036	44	1	43	1:43	2.3

* 注：“荷”表示荷元鲤，右下角的数字，前两位数表示诱导的年份，第三位表示雌核发育世代，第4位数为试验鱼序号。

* Note: “荷8511”: “He.8511”, He. means Heyuan hybrid carp, “85” means in 1985, third “1” means the first generation gynogenesis, last “1” is tested fish No. following is as same as above.

从表 1 可看出，第二代雌核发育红色比例比第一代雌核发育有显著增高的趋势。4 尾材料鱼中有 3 尾的后代红色比例分别为 16%、21%和 34%。而第三代雌核发育又表现为红色比例下降，一尾的后代回到第一代水平，另一尾的后代则体色纯度有较大的幅度提高，红色比例仅占 2.3%。

(二)性比 雌性为同型配子的荷元鲤，连续三代雌核发育诱导，每代均有不同比例的雄性出现，各代雌雄分离比例见表 2。

从表 2 可看出，无论哪一个世代均有不同比例的雄性出现，有的雄性可高达 50% (荷 8723)，而有的可为全雌，其比例似无一定规律。

表2 荷元鲤连续三代雌核发育后代雌性比例

Table 2 Sex ratio of Heyuan hybrid carp posterity by three generation gynogenesis continually

编 号 Number	抽样尾数 Sample	雄性(尾) Male	雄性占 % Rate of male
荷 8511	30	6	20
荷 8723	20	10	50
荷 8726	18	/	/
荷 9035	60	5	8.3

讨 论

1. 关于荷元鲤的体色遗传作者早在 1983 年就作过研究^[2]。荷元鲤 F_1 自交其 F_2 的体色分离, 桔红色与青灰色之比为 1: 14.5, 即红色占 6.4% (理论上应为 1: 15, 即红色总体的 6.25%)。 F_1 与隐性纯合亲本荷包红鲤回交, 子代桔红色与青灰色之比约为 1: 3, 故其体色是由两对基因控制的, 且与性别无关。而荷元鲤 F_1 进行一代雌核发育诱导却出现了 8% 的红色后代, 比自交高 1.6%。就体色而论, 从理论上推断, 荷元鲤 F_1 基因型相同, 形成四种配子, 进行第一代人工雌核发育诱导, 四种配子各自加倍则应有 25% 的红色出现, 在人工选择的情况下, 其第二代, 第三代雌核发育后代中则红色比例应大幅度下降。然而实际值与理论值相差甚远, 第一代雌核发育后代红色比例比理论值低 17%, 而第二代雌核发育后代红色比例又出现大幅度上升。造成这一结果的原因作者认为主要是诱导方法所致。本试验是通过阻止第二极体释放而达到加倍的目的, 所得后代是杂合二倍体。杂种荷元鲤在减数分裂时染色体发生了交换。从第二代雌核发育后代红色比例如此之高和第三代仍有一定比例的红色出现的情况分析, 控制体色的基因离着丝点较远。第一代雌核发育后代由于出现了杂合子, 所以红色比例下降, 并导致第二代雌核发育后代红色比例的上升。由于选择的结果, 第三代雌核发育后代红色比例呈下降趋势。这一试验结果与 Н.Б.Церфас. (1977) 在鲤鱼雌核发育后代中鳞被分离现象相似^[14]。在 Н.Б.Церфас. 实验中, 就鳞被而言, 在 N 位点上, 雌核发育后代中杂合子个体所占比例高达 90-99.7%, 而且观察到有些基因 (如 N-n) 从雌核发育第一代及以后各代中均保持一定水平的杂合子性。

以上试验表明, 若用人工诱导雌核发育二倍体的方法, 快速建立纯系或品种选育, 必须注意两个问题: ①诱导方法。对象鲤鱼一类的特殊种类, 最好采用抑制第一次有丝分裂的方法获得纯合二倍体。这一方法虽然诱导率低, 但因所获个体是纯合体, 能快速达到预期的目的。②注意选择适当的试验材料。要从杂交种中快速选育品种, 如用人工诱导雌核发育的方法, 作者认为至少应在杂种 F_2 以后, 在 F_3 进行更好。因为经 F_2 - F_3 代自交后, 其杂合体从 100% 快速下降到 25%, 此时进行雌核发育诱导, 便不会出现本试验中发生的现象, 有利于加快纯合速度。

2. 从理论上讲雌性鲤鱼是同型配子, 雌核发育后代应为全雌鱼。然而不仅我们的试验中出现了不同比例的雄鱼, 据作者所知, 国内从事这一研究的单位亦有类似情况。日本尾城等^[7]采用与我们相似的方法诱导鲤鱼雌核发育, 结果 164 尾后代中, 雄性 47 尾,

占 28.7%，雌性 105 尾，占 65.6%，两尾性腺未分化。出现以上情况的原因，作者认为可能由以下因素所致：

①诱导方法 本试验中采用紫外线失活精子，由于紫外线穿透能力较差，加之紫外线处理还可能出现光复活作用^[9]，即紫外线引起的细胞损伤因可见光的照射而得以恢复的现象，导致精子失活不彻底，使雄性个体的某些 DNA 片段参与了遗传。丁军等^[1]报道了异育银鲫及其人工杂合种产生过程中，父本的（红鲤）DNA 片段的确可以随机地渗入到母本细胞的 DNA 中，从而产生了异精效应，使其子代生长加快，并出现父本性状。

②诱导材料 本试验所用的雄鱼均为鲫鱼，鲫鱼与鲤鱼亲缘关系较近，这可能也是产生不同比例雄性的原因之一。根据葛伟、蒋一珪报道^[3]，天然雌核发育银鲫亦有不同比例的雄性个体。亲缘关系越远，后代中雄鱼越少或没有。葛伟等在 1992 年报道^[4]，同源雌核发育银鲫精子和异源两性融合鱼类精子在雌核发育银鲫卵中具有不同的发育行为特征。同源银鲫精子进入银鲫卵后可陆续启动发育，而异源精子则不能解凝发育。精核参与银鲫早期发育的程度，与银鲫子代中的雄鱼比例之间存在着一定的相关性。所以，要获得理想的结果，最好选用亲缘关系较远的鱼类的精子作为激活源。

③日本尾城等^[7]在排除了紫外线照射精子不充分或稚鱼饲养环境影响的可能后，从性别决定基因的角度探讨了出现雄性的原因。他们认为，XY 型性别决定基因（或性染色体）不一定是一对，假设是两对，且具有两个或两个以上 Y 基因是雄性的话，雌性就有 XXXX 和 XXXY 两种类型，将这两种类型的雌鱼作为诱导雌核发育的亲鱼使用，则前者产生全雌性后代，后者产生雌雄两种性别的后代。

总之，在雌性配子同型的鱼类中，人工诱导雌核发育二倍体，出现不同比例的雄性个体并非是偶然现象，其产生的原因还有待进一步查明。

参 考 文 献

- [1] 丁军等, 1993. 异育银鲫及其人工杂合种外源遗传物质的检测分析. 水生生物学报, 17 (1): 22-25.
- [2] 张建森、潘光碧, 1983. 鲤鱼体色遗传的研究. 水产学报, 7 (4): 301-312.
- [3] 葛伟、蒋一珪, 1989. 鱼类的天然雌核发育. 水生生物学报, 13 (3): 274-286.
- [4] 葛伟等, 1992. 雌核发育银鲫的受精生物学研究—天然雌核发育银鲫繁殖方式的讨论. 水生生物学报, 16 (2): 79-100.
- [5] 楼允东, 1986. 人工雌核发育及其在遗传学和水产养殖上的应用. 水产学报, 10 (1): 111-123.
- [6] 潘光碧, 1988. 人工诱导鱼类雌核发育技术的研究. 淡水渔业, 6: 17-20.
- [7] 尾城 隆, 1988. ユイ科鱼类的全雌鱼生产. 养殖, (2): 76-80.
- [8] Golovinskyaya, K. A., Romashov, D. D. & Cherfas, N. B., 1963. Radiation-induced gynogenesis in the common carp. Tr VNIIPRKH 12, 149-167.
- [9] Ijiri, K. & Egami, N., 1980. Hertwig effect caused by UV-irradiation of sperm of *Oryzias latipes* (Teleost) and its photoreactivation. Mutation Res. 69, 241-248.
- [10] Opperman, K., 1913. Die Entwicklung von Forellenkeimern nach Befruchtung mit radiumbestrahlten Samen. Arch. Mikrosk. Anat. 83, 141-189.
- [11] Romashov, D. D., Golovinskaya, K. A., Bolyaeva, V. N., Bakulina, E. D., Pokrovskaya, G. L. & Cherfas, N. B., 1960. On radiation induced diploid gynogenesis in fishes. Biofizika, 5(4): 461-468.
- [12] Stanley, J. G., Martin, J. M. & Jones, J. B., 1975. Gynogenesis as a possible method for producing monosex grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Prog. Fish-Cult. 37(1), 25-26.
- [13] Streisinger, G., Walker, C., Dower, N., Knauber, D. & Singer, F., 1981. Production of clones of homozygous

diploid zebra fish (*Brachydanio rerio*). Nature (London) 291, 293-296.

[14] H. Б. перфас, 1977. Жеумука м. XIII, №5.

PRELIMINARY STUDIES ON BODY COLOUR, SEGREGATION AND SEX RATIO OF GYNOGENETIC POSTERITY IN HEYUAN HYBRID CARP

Pan Guangbi Zou Guiwei Hu Degao

(Changjiang Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shashi 434000)

ABSTRACT Gynogenesis of Heyuan hybrid carp (Red purse carp ♀ × Yuanjiang carp ♂) was introduced by continuous three generation from 1985 to 1990. The body colour segregation and sex ratio were studied in their gynogenetic posterity. Experiment showed that the body colour of hybrid posterity was still segregated after continuous three generation gynogenesis when second polar body was stopped to double chromosome. Although gamete of female Heyuan hybrid carp are homogametic, there were different proportion male individuals in their posterity by introducing three generation gynogenesis continually. Therefore, if homozygous line was constructed by controlling the first mitosis. After hybrid was selfed S_2 to S_3 , using gynogenesis could achieve aim to select breeding fastly.

KEYWORDS Heyuan hybrid carp, Introduced by three generation gynogenesis continually, Body colour segregation, Sex ratio