

萍乡肉红鲫的性腺发育研究

吴会芳¹ 盛军庆¹ 洪一江¹ 王军花¹ 刘田欣¹ 桂建芳²

(1. 南昌大学生命科学学院, 南昌 330031; 2. 中国科学院水生生物研究所, 淡水生态与生物技术国家重点实验室, 武汉 430072)

摘要:萍乡肉红鲫 (Pingxiang red-transparent crucian carp, *Carassius auratus* L.) 是在江西省萍乡地区分布的天然三倍体鲫突变体经人工选育后获得的遗传性状基本稳定的后代, 具有两性生殖和雌核生殖两种生殖方式。研究以 F5 代萍乡肉红鲫为材料, 自孵化后每满 1 个月开始取性腺, 观察了其卵巢 1 周年性成熟和精巢的发育过程, 结果表明萍乡肉红鲫的性腺为 1 年成熟类型。卵巢发育进程可以分为 6 个时期, 卵母细胞发育相应可分为 6 个时相。统计了卵巢成熟系数周年变化, 体重为 95 g 左右的雌性萍乡肉红鲫, 其成熟卵巢的成熟系数约为 (11.73 ± 2.8)%, 成熟的卵母细胞内充满卵黄, 相对怀卵量为 (3018 ± 310) 粒/g。萍乡肉红鲫精巢属于小叶型, 在精小叶中可观察到不同发育阶段的生殖细胞。由精原细胞分裂而来的初级精母细胞经分裂增殖, 产生次级精母细胞并最终发育成为精子。萍乡肉红鲫的精巢发育程序与普通鲫鱼和鲤鱼相似, 卵巢和精巢的发育过程基本同步, 孵化后 50 日龄内性腺分化不明显, 到 70 日龄左右开始出现雌雄分化, 3 月龄发育为第 1 期, 4—5 月龄发育为第 2 期, 6—7 月龄发育至第 3 期, 7—10 月龄可见第 4 期卵巢, 1 年即可成熟产卵, 精巢可排出精液。结果表明, 该鲫鱼突变体的性腺发育与普通二倍体鲤 (鲫) 鱼的性腺发育方式类似。

关键词:萍乡肉红鲫; 卵巢; 精巢; 成熟系数; 性腺发育

中图分类号: Q174 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2009)06-1185-08

性腺发育是鱼类繁殖的基础, 国内外对鱼类性腺发育等做了许多研究^[1-3], 所涉及的种类包括我国主要的经济养殖鱼类。如青、草、鲢、鳙鱼, 选育品种如兴国红鲤、玻璃红鲤、荷包红鲤和彭泽鲫等, 另外还有人工异源三倍体如水晶彩鲫、湘云鲫等人工品种^[4-9], 以及从国外引进的小型淡水鱼类如蓝太阳鱼^[10]; Morinaga 对 Medaka (*Oryzias latipes*)^[11], Nagahama 对虹鳉 (*Poecilia reticulata*) 和海鱼 (*C. aggregata*) 的精巢结构和发育规律进行了研究, 为人工繁殖技术奠定了基础。目前对鱼类性腺发育调控机制与卵母细胞最后成熟调控的研究已经非常深入, 包括细胞周期, 细胞周期蛋白的周期性变化与激素的相互关系, 激素水平^[12, 13]等; 最近 Felip, et al. 还研究了外界环境持续光照对雄性 *Dicentrarchus labrax* 性成熟的影响^[14]。

萍乡肉红鲫属鲤科鲫属, 是新近发现的天然普通野生鲫的一个三倍体突变种群, 已经初步确定可

以行有性生殖和雌核生殖两种生殖方式^[15, 16], 类似于银鲫。2008 年 1 月被全国水产原良种审定委员会审定为新品种, 命名为萍乡红鲫。经过 7 年人工选育, 我们已经获得遗传性状基本稳定的后代, 针对这一具有特殊遗传性状的品种, 本研究旨在掌握其性腺发育过程, 了解其性腺发育的规律和特点, 以期为鱼类的发育遗传学提供具有重要参考价值的基础资料, 并为萍乡肉红鲫的繁殖、养殖和良种进一步选育提供生产指导的理论依据。

1 材料与方法

实验材料取自江西省萍乡市水产科学研究所, 繁殖用亲本的体重 100—115 g/尾, 体长 10—18 cm, 外观健壮, 体表无黑色素, 全身橘红 (半) 透明。

性腺成熟系数由下式求得: 成熟系数 = 性腺重 / 体重 (去内脏后体重) × 100%

繁殖方法同前文^[15]。性腺发育观察材料从孵

收稿日期: 2008-06-23; 修订日期: 2009-05-10

基金项目: 国家自然科学基金 (30660143); “973”项目 (2004CB117401); 江西省教育厅项目 (2003); 淡水生态与生物技术国家重点实验室项目 (2008FB004) 资助

作者简介: 吴会芳 (1983—), 女, 安徽人; 硕士研究生; E-mail: wuhuifang637@163.com

通讯作者: 洪一江, 教授, 博士生导师; 研究方向为水产动物遗传育种学。Tel: 0791-3969530; E-mail: yj hong2008@163.com; 桂建芳, E-mail: jfgui@ihb.ac.cn

化后满 1 个月开始进行取材并固定, 每批相隔 15 天取材一次, 自孵化后 20d 以后每满 1 个月取一次材料, 共 12 个月。每次 20 尾, 共对 15 批材料进行了观察。剖腹仔细剥离卵巢, 测量其长度、宽度和厚度 (3 个月以后), 并统计了 12 月龄鱼的相对怀卵量, 计算方法为: 计数每克卵巢的卵粒数, 共统计 6 尾, 计算其平均值。所有材料均用 Bouin's 固定液进行固定, 按常规方法进行包埋, 切片厚 6—7 μm , H. E 染色, 在 Leica DM5000B 型显微镜下观察并照相。精巢则是取成熟个体用于观察, 方法同上。

2 结果

2.1 精巢的组织结构

萍乡肉红鲫的精巢属于小叶型, 位于腹部两侧, 左右对称。腹面有一沟状纵向凹陷, 其中有血管分布, 输精管从此纵沟的中部伸出。在精巢的后端, 左右两条输精管平行排列并向鱼体后端延伸。成熟的精巢呈条块状, 乳白色, 轻挤其腹部, 有白色的精液从泄殖孔流出。

观察纵切面和横切面, 可见在精巢的内部有许多管状精小叶 (壶腹) 分布, 呈盲管状, 为基膜所包被, 从精巢的腹侧向背侧辐射。壶腹腔开口于腹侧的输出管, 其内壁由生殖细胞和支持细胞组成。支持细胞立方形, 细胞核弱嗜碱性, 靠近核膜的染色质较密集。由支持细胞包绕着生殖细胞构成精小囊 (精胞), 同一精胞内的生殖细胞发育基本同步。精巢的发育过程与普通鲫鱼的过程完全类似, 且成熟

的壶腹腔中充满精子 (图版)。

2.2 卵巢发育及组织结构

雌性个体卵巢成对的位于鱼腹的两侧, 左右对称。根据外形可分为 6 期。在第 1 期卵巢中 (图版 -9、10), 除少量卵原细胞外, 主要有 1 时相卵母细胞。卵原细胞呈圆形或椭圆形, 胞质和胞核均透亮; 1 时相卵母细胞质呈弱嗜酸性, 核染色较深, 位于细胞中央, 胞核占很大的比例, 染色质均匀分布。第 2 期卵巢中 (图版 -11), 2 时相卵母细胞占 70%—80%, 这是处于初级卵母细胞小生长期的细胞, 卵母细胞大多近圆形, 细胞质呈嗜碱性, 细胞膜外周有滤泡细胞。第 3 期卵巢的早期 (图版 -12), 卵母细胞质出现一层表面窝泡, 胞质由强嗜碱性向弱嗜酸性过渡, 这是处于生长期的初级卵母细胞, 卵母细胞大多近圆形或椭圆形, 胞质的嗜酸性进一步增强, 滤泡细胞层由单层变为多层。第 4 期卵巢 (图版 -13) 中, 以 4 时相卵母细胞为主, 卵母细胞体积增大, 卵黄颗粒形成并逐渐充满整个卵子。第 5 期卵巢 (图版 -14) 中以 5 时相卵母细胞为主, 其细胞质中充满了粗大的卵黄颗粒, 细胞核偏向动物极。

卵巢的长度和重量是逐步增长的, 从 80 日龄后开始卵巢进入一个发育高峰期, 此阶段卵巢内的卵母细胞进入快速增殖期, 从 110 日龄左右由于卵巢中有 2 时相卵母细胞形成, 卵巢的重量增加较快 (图 1)。卵巢长度的增加则与体长的增加同步, 未见长度生长高峰或快速生长 (表 1、图 2)。

表 1 孵化后 130 日龄幼鱼卵巢的发育

Tab. 1 The ovary development of juvenile Pingxiang red transparent crucian carp after 130d from hatching

日龄 (天) Days	测定 尾数 Quan- tities	卵巢重量 Weight of ovary (g)		卵巢长度 Length of ovary (cm)		卵巢宽度 Width of ovary (cm)		发育期 Develop- mental stages
		全距 All data	均值 Means	全距 All data	均值 Means	全距 All data	均值 Means	
		25	20	0.0005—0.0015	0.0013 \pm 0.0005	0.21—0.38	0.28 \pm 0.09	
40	20	0.0010—0.0030	0.0022 \pm 0.0013	0.30—0.60	0.44 \pm 0.22	未测量		未分化
55	20	0.0012—0.0035	0.0028 \pm 0.0064	0.42—0.88	0.65 \pm 0.42	未测量		未分化
70	20	0.0025—0.0050	0.0035 \pm 0.0021	0.55—0.95	0.88 \pm 0.35	未测量		卵原细胞增殖
85	20	0.0035—0.030	0.013 \pm 0.010	0.76—1.20	0.98 \pm 0.55	0.050—0.10	0.080 \pm 0.045	
100	20	0.025—0.080	0.065 \pm 0.022	0.90—1.65	1.22 \pm 0.42	0.050—0.12	0.095 \pm 0.032	-
115	20	0.060—0.250	0.125 \pm 0.009	1.10—1.88	1.40 \pm 0.35	0.06—0.20	0.125 \pm 0.035	-
130	20	0.080—2.200	0.465 \pm 0.102	1.25—2.10	1.65 \pm 0.67	0.10—0.35	0.220 \pm 0.105	

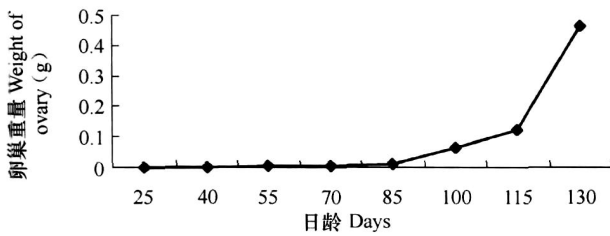


图1 萍乡肉红鲫孵化后130日幼鱼卵巢发育的重量变化

Fig. 1 Changes of ovary weight of Pingxiang red transparent crucian carp cultivated for 130d after hatching

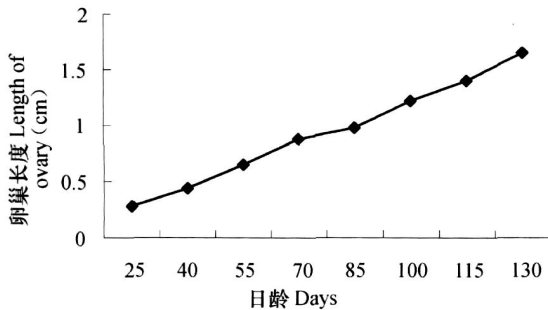


图2 萍乡肉红鲫孵化后130日幼鱼卵巢发育长度的生长

Fig. 2 Diagram of the growth of the ovary length after 130d from hatching of Pingxiang red transparent crucian carp

卵巢第一次性周期的发育顺序,第 期卵巢从孵化后 85日龄可直至 3月龄,第 期卵巢可从孵化后 100日龄到 5月龄,从 5月龄至 8月龄为第 期卵巢,8—11月龄均有第 期卵巢的出现,11—12月龄是第 期卵巢的出现域。因而,随着卵巢发育的个体差异,在卵巢发育从第 期至第 期皆有一定的重复域。

成熟时的卵巢呈松软状态,桔黄色,轻挤其腹部,可见卵粒从泄殖孔排出。体重为 95 g左右的 12个月龄的萍乡肉红鲫,其卵巢在孵化后 12月龄可完全到达性成熟;卵巢重量可达 8—14 g,成熟系数可达 10.0%—15%,每克卵巢含卵粒为 (3018 ±310) 粒左右。卵巢的发育有两个快速期,一个是 4—8月龄,另一个在 10—12月龄间,卵巢的发育加速,而在 8—10月龄的生长减缓(图 3)。

图3 萍乡肉红鲫卵巢发育过程中成熟系数的增长曲线

Fig. 3 Growth curve of maturity coefficient in the process of ovary development of Pingxiang red transparent crucian carp

3 讨论

3.1 关于第一次性周期内卵巢发育的顺序和性成熟年龄

生殖适应性是受环境因子的调控。环境因子多种多样,包括气象水文因子、水体化学因子^[17]、水体生物因子、营养^[18]、产卵基质和人为因子^[19,20]等。因子间相互作用,对鱼类的生殖过程产生有利和不利影响^[21]。在硬骨鱼类生殖周期中,雌性个体的性腺发育受多种因素干扰,而雄性个体却很少受环境制约,雌鱼卵巢中的卵原细胞增殖,卵黄积累,卵母细胞发育成熟及其带卵和产卵,其中每一个环节都必须准确、协调才能确保在最恰当的时间里产生具有受精能力的卵母细胞,并使受精卵和仔鱼在最佳的环境条件下存活下来^[22]。鱼类的这种生殖策略是种群在长期的进化过程中获得的。

萍乡肉红鲫雌体在孵化后 55d以前为性腺未分化期。70日龄起性腺开始出现雌雄分化,孵化 3—4月龄,性腺发育为第 期,少数个体就延迟到 5月龄。月龄 5—8月性腺发育为第 期。第 期由 8月龄到 11月龄皆有个体存在,大多数个体卵巢的发育是在 11—12月龄(时值 3—4月)卵母细胞可发育成为 4时相卵母细胞,到 12月龄,开始产卵,卵巢处于第 期,产卵后为 期。在性成熟年龄问题上,鱼类种群间并无明显的遗传性差异,而决定因素是环境,其中年积温可能与之关系非常密切^[23]。萍乡肉红鲫一年即可成熟并产卵,但并非所有雌鱼都会成熟,一些个体的体重和体长达不到完全性成熟的水平。尽管萍乡肉红鲫是 1年成熟就可繁殖的鱼类,成熟系数超过 10%,为了选育需要可作为选育雌性亲鱼,但是如果积温不够,性腺的发育可能不是完全的,在将来的良种选育中,应确定选用的雌鱼的性成熟年龄为 2周龄,其卵巢平均重量和成熟系数会相应增加,对良种的优良性状培育和遗传性状的稳定有帮助。

在第一次性周期的发育中,还显示另一个特点,就是无论是第 期卵巢,第 期卵巢,第 或第 期卵巢,皆有一个时间范围。而且发育的开始与末尾有一定的重复域,这可能由于萍乡肉红鲫第一次性周期发育时间较短,而鱼体又存在个体差异的缘故,这一点与第一次性周期发育较长的草鱼是有区别的,而与兴国红鲤和荷包红鲤相似^[2,24]。

此外,卵巢中存在明显的顺序发育过程。在性成熟后每年的 3月到 5月,7月和 10月都具产卵的

生物学基础,即成熟系数在 10%以上,卵巢中晚期的 4时相卵母细胞所占比例较多,显示出多次产卵类型的卵巢特点,实践也证明萍乡肉红鲫可以多次产卵,但 4—5月是盛产期,这与兴国红鲤、荷包红鲤相同,而与草鱼^[25]有所区别。

3.2 生殖细胞的形态与性腺的分化

鱼类卵子的发生都要经过增殖、生长和成熟这几个时期,随着季节的变化和性周期的运转,在卵巢的发育过程中,可以观察到处在不同发育阶段(1—6时相)的生殖细胞。通过对萍乡肉红鲫的雌性个体卵巢组织结构的观察,萍乡肉红鲫的卵巢发育与普通的鲤、鲫鱼相似,也可以分为 6个时期,卵母细胞分为 6个时相。

鱼类性腺中原始生殖细胞的形态,已有许多学者^[26]在不同鱼类中作过描述,其特点是细胞体积较大,细胞质着色淡而清晰,细胞核着色良好,结构清晰。萍乡肉红鲫的性腺在孵化 55d前处于未分化阶段,此时性腺中的性细胞为原始生殖细胞,比一般体细胞大得很多,细胞核所占比例也较大,具有一个核仁。在 4时相和 5时相的卵母细胞中充满了大量的卵黄,而且在 5时相时卵黄已经融合呈液胶化。卵黄泡形成和卵细胞内部结构合成呈现一定的相关性,卵黄发生首先是卵黄泡形成,然后卵黄球形成,糖蛋白合成和卵黄泡的形成均是内源的,能量或脂肪储存是卵黄发生的必要物质条件,脂肪积累标志着内源卵黄发生的开始。因此,卵黄发生是卵子发育过程中极为重要的代谢活动,是卵细胞是否发育成熟的关键所在^[27]。研究表明,尽管萍乡肉红鲫具有雌核生殖和两性生殖两种生殖方式,其卵巢发育仍遵从类似二倍体鱼性腺发育的模式进行,与银鲫的生殖方式类似^[28]。

3.3 精巢的结构特点

根据精巢内生殖细胞的分布和发育特点,一般将硬骨鱼类的精巢结构分为两种类型:小叶型和小管型^[29]。大多数硬骨鱼类的精巢为小叶型,其特点为初级精原细胞在精小叶的所有部位都可存在;而小管型精巢的初级精原细胞只在小管的盲端分布。迄今为止的研究表明,属于小管型精巢的鱼类仅在银汉鱼目的一些种类中发现,如花鳍属的 *Poecilia reticulata* 和扁鳍花鳍 (*Poecilia latipinna*)^[21, 29]等鱼,这些鱼都属于体内受精型的硬骨鱼类,而且可观察到精小叶从精巢的腹侧向背侧辐射,分布极有规律。而小叶型结构特点并非仅在其顶端才分布生殖细胞,初级精母细胞分布于整个精小叶,所有的精小叶

皆与位于腹侧的输出管相通,成熟精子从小叶腔进入输出管。从萍乡肉红鲫的精巢结构我们可以认定是小叶型,并且精巢能够发育成熟,其精子发生过程正常,经过减数分裂,能产生正常的精子。这与三倍体黑龙江银鲫的精巢结构相似^[28, 30]。

综上所述,尽管已知萍乡肉红鲫具有雌核生殖和两性生殖两种方式^[16],其性腺发育过程和特征仍与普通两性生殖方式的鲤鱼和鲫鱼相同,表明萍乡肉红鲫在生殖方式方面具有较为灵活的选择,对环境的适应性更强,在较为不利的生存环境中使种群得以延续。鉴于该鱼具有较为特殊的遗传性状,因此对其生殖细胞发育的机制仍在进一步研究中。

参考文献:

- [1] Liu Y, Zhou G J. Cytological study on the gonadal development of F₁ hybrid produced by crossing *Carassius auratus* L. () with *Cyprinus carpio* () [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1986, 10(2): 102—108 [刘筠,周工健. 红鲫 × 湘江野鲫杂交一代生殖腺的细胞学研究. 水生生物学学报, 1986, 10(2): 102—108]
- [2] Lin G H, Zhang F W. Studies on the ovarian development of Singuo Red Carp (*Cyprinus carpio* var. *singuonensis*) [J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 1988, 12(03): 57—69 [林光华,张丰旺. 兴国红鲤卵巢发育的研究. 南昌大学学报(理科版), 1988, 12(03): 57—69]
- [3] Shi Q F. Recent advances in the studies on gonad development in fishes [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1988, 12(3): 248—258 [施泉芳. 鱼类性腺发育研究新进展. 水生生物学报, 1988, 12(3): 248—258]
- [4] Gui J F, Xiao W H, Chen L, et al. Gonadal development in artificial triploid transparent colored crucian carp [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 1991, 37(3): 297—304 [桂建芳,肖武汉,陈丽,等. 人工三倍体水晶彩鲫的性腺发育. 动物学报, 1991, 37(3): 297—304]
- [5] Zhang Y G, Luo Q S, Zhong M C. Studies on the developmental stages of testis, spermatogenesis and spermatoleosis in *Leiocassis longirostris* [J]. *Zoological Research*, 1992, 13(3): 281—287 [张耀光,罗泉笙,钟明超. 长吻 精巢发育的分期及精子的发生和形成. 动物学研究, 1992, 13(3): 281—287]
- [6] Zhang Y G, Luo Q S, He X F. Studies on the development and annual changes in the ovary and the breeding habits of a freshwater catfish (*Leiocassis longirostris*) [J]. *Zoological Research*, 1994, 15(2): 42—48 [张耀光,罗泉笙,何学福. 长吻 的卵巢发育和周年变化及繁殖习性研究. 动物学研究, 1994, 15(2): 42—48]
- [7] Gui J F, Chen L, Liang S C, et al. Light microscope investigation on meiotic chromosome pairing in artificial triploid fishes with blocked ovaries [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1995, 19(3):

- 223—226 [桂建芳,陈丽,梁绍昌,等. 卵巢发育阻滞的人工三倍体鱼减数分裂染色体配对的光镜观察. 水生生物学报, 1995, **19**(3): 223—226]
- [8] Liu S J, Hu F, Zhou G J, *et al.* Gonadal structure of triploid Crucian carp produced by crossing Allotetraploid hybrids of *Carassius auratus* red var. () × *Cyprinus carpio* () with Japanese Crucian carp (*Carassius auratus caviere* T. ET S) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2000, **24**(4): 301—308 [刘少军,胡芳,周工建,等. 三倍体湘云鲫繁殖季节的性腺结构观察. 水生生物学报, 2000, **24**(4): 301—308]
- [9] Yin H B, Sun Z W, Pan W Z, *et al.* Study on gonadal development of triploid catfish (*Silurus asotus* L.) [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2000, **31**(2): 123—129 [尹洪滨,孙中武,潘伟志,等. 三倍体鲢鱼的性腺发育研究. 海洋与湖沼, 2000, **31**(2): 123—129]
- [10] Cao Y C, Li W S, Ye W, *et al.* Gonadal development in green sunfish, *Lepomis cyanellus*. A histological study [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2008, **43**(1): 88—95 [曹运长,李文笙,叶卫,等. 蓝太阳鱼第一次性周期期性腺发育的组织学. 动物学杂志, 2008, **43**(1): 88—95]
- [11] Morinaga C, Tomonaga T, Sasado T, *et al.* Mutations affecting gonadal development in Medaka, *Oryzias latipes* [J]. *Mechanisms of Development*, 2004, **121**(7—8): 829—839
- [12] Angshuman Biswas, Sumedha Roy, Jhuma De, *et al.* Variations in hepatic estradiol-17 receptor concentrations during the annual reproductive cycle of diploid and triploid female catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch) [J]. *Life Sciences*, 2007, **80**, 1777—1783
- [13] Eduarda M. Santos a, Gregory C. *et al.* Gonadal transcriptome responses and physiological consequences of exposure to oestrogen in breeding zebrafish (*Danio rerio*) [J]. *Aquatic Toxicology*, 2007, **83**: 134—142
- [14] Felip A, Zanuy S, Muriach B, *et al.* Reduction of sexual maturation in male *Dicentrarchus labrax* by continuous light both before and during gametogenesis [J]. *Aquaculture*, 2008, **275**: 347—355
- [15] Hong Y J, Wang J, Wang J H, *et al.* Observation on sperm penetration and embryonic development of triploid Pingxiang red-transparent crucian carp [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2005, **29**(5): 518—523 [洪一江,王静,王军花,等. 三倍体萍乡肉红鲫的精子入卵及胚胎发育观察. 水生生物学报, 2005, **29**(5): 518—523]
- [16] Hong Y J, Yu Z J, Zhou L, *et al.* A population of red-transparent, triploid *Carassius auratus* [J]. *Journal of Fish Biology*, 2005, **67**(4): 1139—1143
- [17] Zhang Z B, Hu J Y. Effects of p, p'-DDE exposure on gonadal development and gene expression in Japanese medaka (*Oryzias latipes*) [J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2008, **20**: 347—352
- [18] Xie J H, Liu X C, Long J, *et al.* Effects of Coarse LHRH-A by Dietary Administration on Gonadotropin Secretion and Ovarian Development in *Carassius auratus* Red Variety [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2007, **46**(1): 91—94 [谢嘉华,刘晓春,龙进,等. 投喂 LHRH—A 粗品对雌性金鲫促性腺激素分泌和卵巢发育的作用. 中山大学学报, 2007, **46**(1): 91—94]
- [19] Fang Y Q, Zhang W M, Weng Y Z. Action mechanisms of estradiol-17 to promote gonadal development of grey mullet: localization of estrogen receptors [J]. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 2003, **22**(4): 422—425 [方永强,张为民,翁幼竹. 17-雌二醇促进鲢鱼性腺发育的作用机制: 雌激素受体的定位. 台湾海峡, 2003, **22**(4): 422—425]
- [20] Wen R S, Fang Z Q, Chen W T. Effects of 17 α -estradiol on vitellogenin inducement and gonad development in male *Tanichthys albonubes* [J]. *Zoological Research*, 2008, **29**(1): 43—48 [温茹淑,方展强,陈伟庭. 17-雌二醇对雄性唐鱼卵黄蛋白原的诱导及性腺发育的影响. 动物学研究, 2008, **29**(1): 43—48]
- [21] Jobling M, Johnsen H K, Petersen G W, *et al.* Effect of temperature on reproductive development in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) [J]. *Journal of Thermal Biology*, 1995, **20**: 157—165
- [22] Wen H S, Lin H R. Effect of environmental factors on gonadal maturation as well as its ovulation and spawning in teleosts [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, **12**(1): 151—155 [温海深,林浩然. 环境因子对硬骨鱼类性腺发育成熟及其排和产卵的调控. 应用生态学报, 2001, **12**(1): 151—155]
- [23] Li S F, Wu L Z, Wang Q. Study of the genetic resources of Silver carp, bighead and grass carp from Changjiang, Zhujiang and Heilongjiang Rivers [M]. Shanghai Scientific & Technical Publishers. 1990 [李思发,吴力钊,王强. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究. 上海科学技术出版社. 1990]
- [24] Lin G H, Weng S C, Zhang F W. Studies on the gonadal development of *Cyprinus carpio* var. wuyuanensis during breeding season [J]. *Journal of Jiangxi University (Natural Science)*, 1982, **6**(3): 44—50 [林光华,翁世聪,张丰旺. 繁殖季节荷包红鲤性腺发育的研究. 江西大学学报(自然科学版), 1982, **6**(3): 44—50]
- [25] Lin G H, Weng S C, Zhang F W. Studies on the ovarian development in the first sexcycle of the Chinese kide. (*Ctenopharyngodon idella*) [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1981, **12**(4): 372—382 [林光华,翁世聪,张丰旺. 草鱼卵巢在第一次性周期内发育的研究. 海洋与湖泊, 1981, **12**(4): 372—382]
- [26] Samia M, Lariviere K E, Rochon M H. Seasonal cyclicity of secretogranin expression and its modulation by sex steroids and GnRH in the female goldfish pituitary [J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2004, **139**(3): 198—205
- [27] Constantinos C. Mylbas, Yonathan Zohar. Endocrine regulation and artificial induction of oocyte maturation and spermiation in basses of the genus *Morone* [J]. *Aquaculture*, 2001, **202**: 205—220
- [28] Gui J F. Genetic evaluation and biological basis of the triploid silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) resources [A]. Abstract Collection of the 2006 Academic Science Annual Meet-

- ing and Symposium of Hubei and Jiangxi Genetics Society. [桂建芳. 三倍体银鲫资源的遗传评价及其生物学基础. 湖北省遗传学会、江西省遗传学会 2006年学术年会暨学术讨论会论文摘要集]
- [29] Billard R, Christien R, Cosson M P, *et al.* Biology of the gametes of some teleost species [J]. *Fish Physiology and Biochemistry*, 1986, 2: 115—120
- [30] Yang J, Chen W X, Wu H D, *et al.* Comparative study on the spermary histological structure of triploid and diploid *Carassius auratus gibelio* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2008, 32 (1): 21—26 [杨洁, 陈伟兴, 吴宏达, 等. 三倍体和二倍体银鲫精巢组织学的比较. 水产学报, 2008, 32 (1): 21—26]

GONADAL DEVELOPMENT IN NATURAL WILDNESS TRIPLOID MUTANT PINGXIANG RED-TRANSPARENT CRUCIAN CARP, *CARASSIUS AURATUS* L.

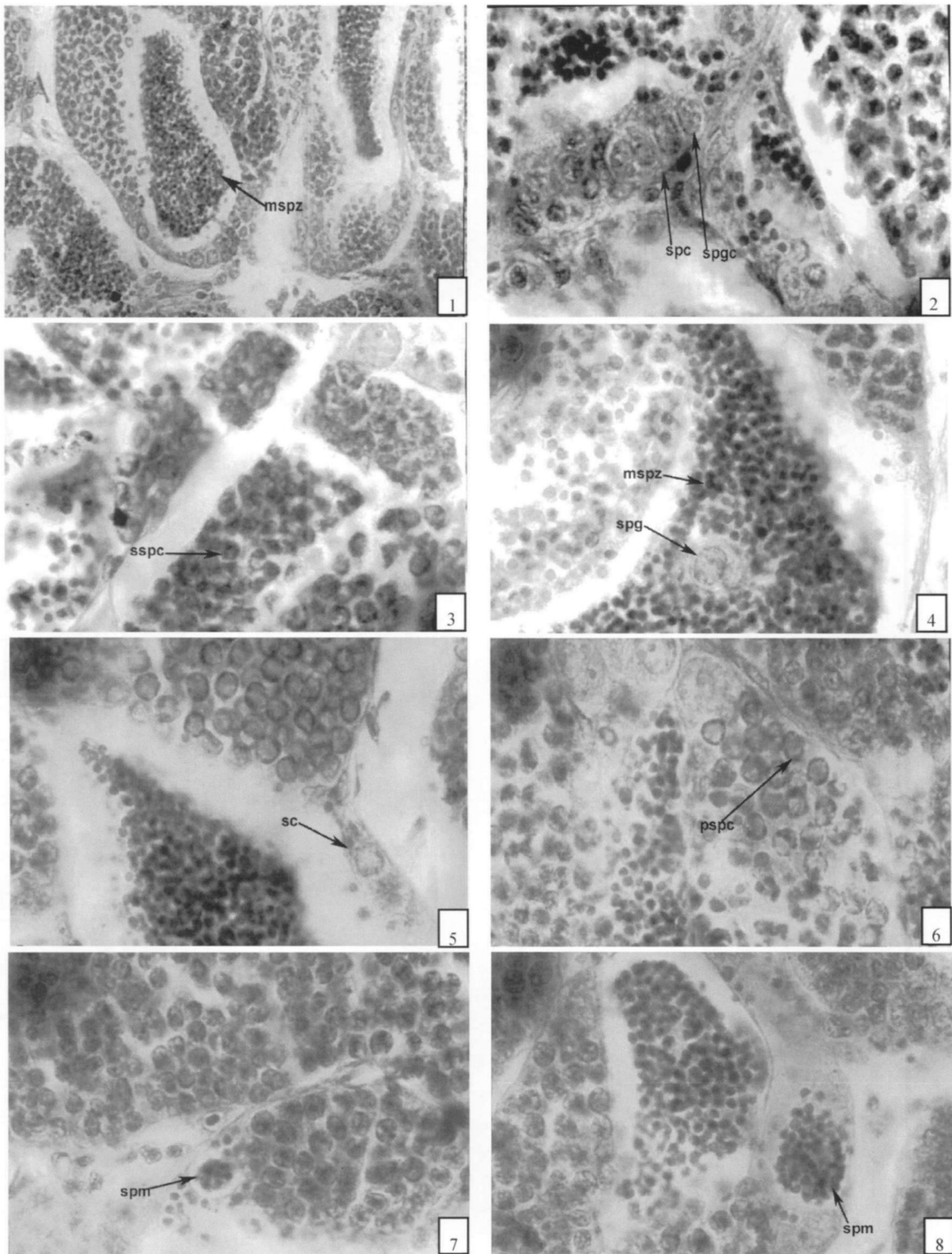
WU Hui-Fang¹, SHENG Jun-Qing¹, HONG Yi-Jiang¹, WANG Jun-Hua¹, LIU Tian-Xin¹ and GUI Jian-Fang²

(1. Life Science College of Nanchang University, Nanchang 330031;

2. State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract: The Pingxiang red-transparent crucian carp, *Carassius auratus* (L.), which was approved for a new kind of breed by the National Fisheries thoroughbred Examining Committee in January 2008, is a wildness natural triploid crucian carp mutant distributed in the area of Pingxiang in Jiangxi Province. It takes bi-sexual and gynogenetic reproduction mode which is similar to the Silver crucian carp, *Carassius auratus gibelio* (Bloch). In response to this particular genetic traits of the species, this study aimed to master its gonadal development process and understand its gonadal development rules and characteristics, with a view to provide important reference value of the basic data for the developmental genetics of fish and the theoretical basis for guiding production for the breeding, raising and further improved breeding of the Pingxiang red-transparent crucian carp. The gonad development of the mutant of its F5 offspring was studied by sampling every month since hatching. We sampled a total of 12 months, each 20, and carefully stripped the ovarian section each time, measured their lengths, widths and thicknesses (3 months later), and statisticed the relative bearing-egg volume of the 12-month-old fish. The calculation method was as follows: the number of eggs per gram of ovary was counted, then its average was statisticed based on a total of six time random-count. All materials were fixed using Bouin's solution, paraffin embedded according to conventional methods, sectioned and stained with haematoxylin and eosin. The slices were observed and took photos under the Leica DM5000B microscope, whereas, the mature individuals testis were selected for observation (the methods as above). Result indicated that the normal sexual maturation period was about one year. The process of development of the ovary could be classified as 6 stages and the oocyte could be divided into 6 phases. The annual variation of the maturation coefficient of the ovary was also counted. For a female fish with an average body weight of around 95 g, the maturation coefficient of its ovary was about (11.73 ± 2.8)%. The mature ovary was full of yolks. The number of eggs per gram of ovary was about (3018 ± 310) eggs. There were two rapid growth period for ovary, one was 4—8 months old and the other was 10—12 months old. The spermary was lobular type. Different developmental phases of germ cells could be observed in Semiferous lobules. The primary spermatocytes mitosised from spermatogonia reproduce to the secondary spermatocytes and develop into spermatids at last. The testis development process of Pingxiang red transparent crucian carp was similar to the common carp. Most experimental individuals could achieve to sex maturation. The developmental course of the reproductive organs (ovary and testis) was basically synchronous. Differentiation of the gonad was not distinct 50 days after hatching, but began to show male and female distinction around 70 days after hatching. It developed into the first stage after 3 months, to the second stage after 4—5 months, and to the fourth ovary stage after 7—10 months. The gonad of the fish became mature in one year. The result indicated the gonadal development in natural wildness triploid mutant Pingxiang red-transparent crucian carp, which had been known for its gonochoristic and gynogenetic reproduction manners, was similar to the diploid common carp.

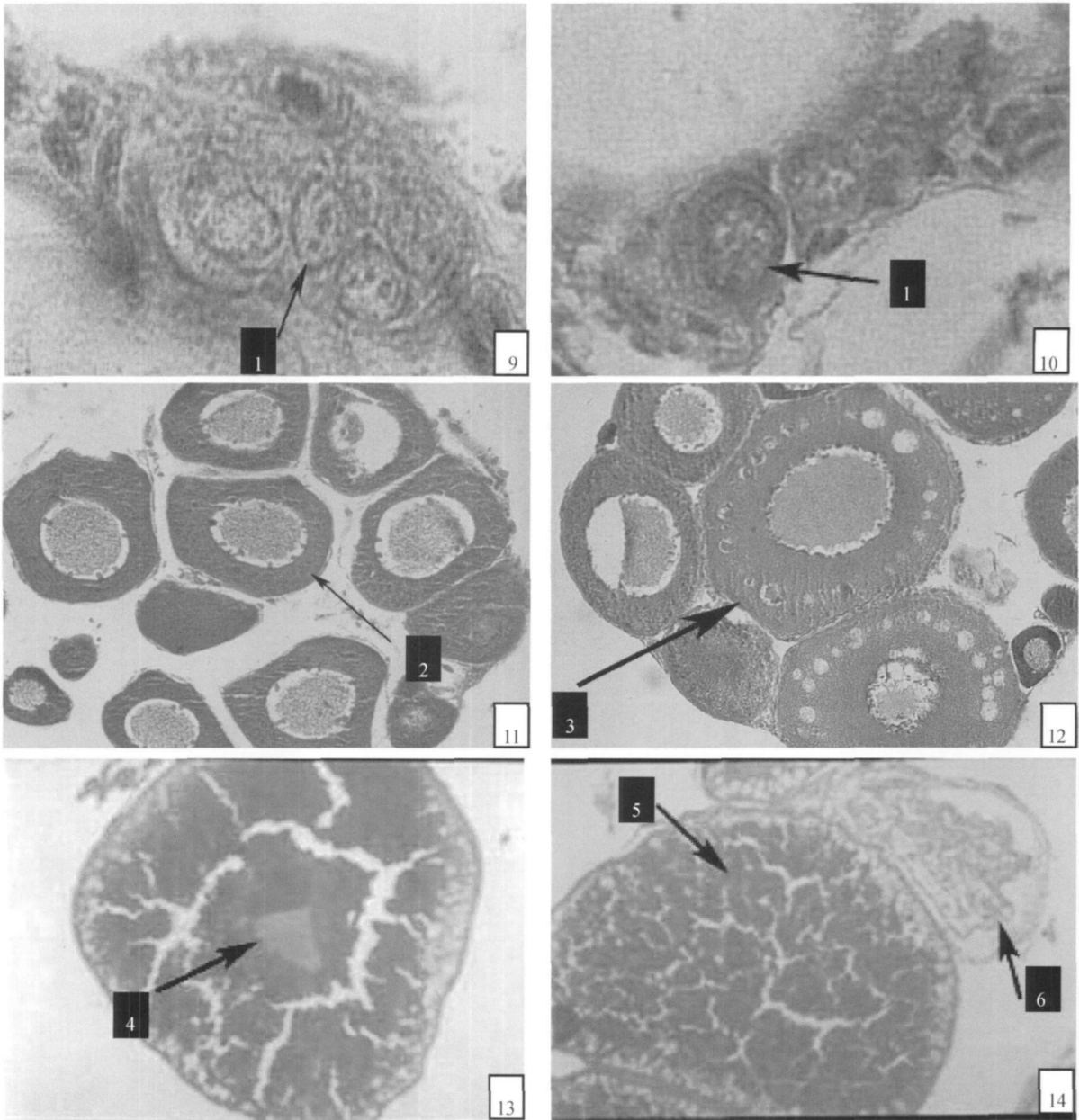
Key words: Pingxiang red-transparent crucian carp; Ovary; Testis; Maturation coefficient; Gonad development



图版 示萍乡肉红鲫成熟精巢的组织结构

Plate The histological structure of mature testis in Pingxiang red-transparent crucian carp

- 1. 精巢精小叶结构大量成熟精子 Showing large numbers of mature spermatozoa in the seminiferous lobules of spermary ×400; 2. 四个细胞组成精胞结构 Showing four spermatocytes constitute a spermatogenic cyst ×1000; 3. 次级精母细胞 Showing secondary spermatocytes ×1000; 4. 大量成熟精子和一个精原细胞 Showing large numbers of mature spermatozoa and one spermatogonia ×1000; 5. 支持细胞 Showing sertoli cells ×1000; 6. 初级精母细胞 Showing primary spermatocytes ×1000; 7、8. 示精子细胞 Showing spermatids ×1000 mspz:成熟精子 mature spermatozoa; spc:精细胞 spermatocytes; spgc:精胞 spermatogenic cyst; sspc:次级精母细胞 secondary spermatocytes; spg:精原细胞 spermatogonia; sc:支持细胞 sertoli cells; pspc:初级精母细胞 primary spermatocytes; spm:精子细胞 spermatids



图版 示萍乡肉红鲫卵巢的组织结构

Plate The histological Structure of ovary in Pingxiang red-transparent crucian carp

- 9、10. 期卵巢,示卵原细胞增殖时期(1时相卵母细胞) Ovary of stage , showing oogonia proliferation phase, bar shows the 1 phase oocytes $\times 400$; 11. 期卵巢,示2时相卵母细胞 Ovary of stage , bar shows the 2 phase oocytes $\times 400$; 12. 期卵巢,示3时相卵母细胞 Ovary of stage , bar shows the 3 phase oocytes $\times 400$; 13. 期卵巢,示充满卵黄的4时相卵母细胞 Ovary of stage , bar shows the 4 phase oocytes full of yolk granules $\times 400$; 14. 期卵巢,示5时相和6时相卵母细胞 Ovary of stage , Bar show the 5 and 6 phase oocytes $\times 400$