

doi: 10.7541/2013.83

## 赣昌鲫(日本白鲫♀×兴国红鲤♂)的性腺结构观察

陈道印<sup>1</sup> 李 达<sup>2</sup> 欧阳敏<sup>3</sup> 陈 博<sup>1</sup> 马保新<sup>4</sup>

(1. 南昌莲塘鱼病防治所, 南昌 330200; 2. 江西生物科技职业学院, 南昌 330200;  
3. 江西省水产技术推广站, 南昌 330046; 4. 江西省水产科学研究所, 南昌 330039)

**摘要:** 在繁殖季节与非繁殖季节采取解剖观察、组织切片等方法, 研究赣昌鲫(*Carassius cuvierius*♀×*Cyprinus carpio* var. *singuonensis*♂)的性腺发育。经 126 尾鱼的解剖, 结果显示: 赣昌鲫的性腺发育比较特殊, 性腺多为一侧发育或两侧不对称发育。在赣昌鲫的性腺部位大致有下列三个类型: (1)无性腺型(脂肪型): 占 24.6%, 为脂肪状, 没有性腺组织; (2)精巢型(包括以精巢为主体的两性嵌合体): 占 46.83%, 精巢小叶内分布有许多精子细胞, 或在曲细精管间隙中填充有多个不同发育阶段的卵母细胞, 大多数精子细胞发育异常、退化, 只有极少数正常成熟精子, 但挤压腹部, 始终没有精液流出, 显示为雄性不育; (3)卵巢型(包括以卵巢为主体的两性嵌合体): 占 28.57%, 卵细胞能发育到第Ⅲ时相, 到第Ⅳ时相时逐渐退化, 成熟的卵细胞少, 或在各发育时相卵细胞间隙中填充有精原细胞和败育的初级精母细胞, 解剖和挤压腹部始终观察不到排卵和卵粒流出, 同样表现为雌性不育。在精巢型与卵巢型的性腺中, 两性嵌合体型占总解剖数的 36.51%, 其中以精巢为主的占 25.4%、卵巢为主的占 11.11%。

**关键词:** 赣昌鲫; 性腺; 显微结构; 超微结构

**中图分类号:** S965.117 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2013)04-0698-07

国内外对鲫(*Carassius auratus*)鲤(*Cyprinus carpio*)杂交进行了许多研究, 从报道的材料看, 鲤鲫杂交后代的性腺发育情况比较复杂, 多数是雄性不育, 雌性部分可育<sup>[1]</sup>。最早日本学者松井佳一<sup>[2]</sup>认为鲤鲫杂交一代是不育的, 前苏联学者的报道<sup>[3]</sup>也认为鲤鲫杂交一代不育。可刘筠等<sup>[4]</sup>用红鲫♀与湘江野鲤♂杂交, 获得的湘鲫有部分是可育的, 并繁殖了多代, 其 F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub> 是二倍体, F<sub>3</sub>-F<sub>8</sub> 是四倍体。但用四倍体湘鲫♂与日本白鲫♀杂交, 后代是三倍体, 即湘云鲫, 却是不育的<sup>[5]</sup>, 分析其性腺结构为精巢型、卵巢型和脂肪性, 精子细胞和卵母细胞呈退化现象, 没有看到成熟精子和成熟卵子。张克俭等<sup>[6]</sup>报道, 兴淮鲫(白鲫♀×散鳞镜鲤♂)精巢和卵巢既有发育正常或基本正常的, 也有非正常发育的, 还有无性腺个体和两性嵌合体, 但没有观察到能繁殖的。波兰学者 Stanislaw<sup>[7]</sup>用鲤鱼作母本, 鲫鱼作父本杂交所获得的后代雌雄都能育, 并获得了 F<sub>2</sub> 代。鲤属(*Cyprinus*)

和鲫属(*Carassius*)鱼类的杂交后代, 具有明显的杂交优势<sup>[1]</sup>。我们从 1994 年开始以日本白鲫(*Carassius auratus cuvieri*)为母本, 以兴国红鲤(*Cyprinus carpio* var. *singuonensis*)为父本进行杂交, 获得杂交后代赣昌鲫(曾称远缘鲫)<sup>[8]</sup>。试验表明兴国红鲤与白鲫杂交亲和力强, 杂交后代生长快、个体大、味美、抗病力强, 克服了白鲫味道差、易患病和兴国红鲤起捕难的缺点, 有明显的杂交优势<sup>[8]</sup>。在长期的试验和生产实践中, 从未发现赣昌鲫在春季有发情产卵迹象。繁殖季节解剖 2—3 龄的赣昌鲫时发现性腺有各种异常征状。

杂交鲫的育性, 直接影响到自然条件下养殖的遗传安全性, 如果杂交鲫后代可育, 其一, 可通过有性繁殖方式, 使杂交基因漂移至土著群或近缘物种, 造成野生基因库污染; 其二, 杂交鱼的所获性状可能使其具有生存和竞争优势, 易形成优势种群, 引起鱼类群落结构改变, 甚至影响生物多样性, 导

收稿日期: 2012-09-08; 修订日期: 2013-03-17

基金项目: 南昌市“521”学科带头人专项基金(2008hf254)资助

通信作者: 陈道印(1962—), 男, 江西永修人; 研究员; 主要从事鱼类遗传育种及病害研究。E-mail: chen.daoyin@163.com

致水生态系统失衡。因此,为了深入了解赣昌鲫的性腺发育和育性问题,我们对赣昌鲫的性腺进行了解剖观察,并通过光镜和电镜手段进行性腺超微结构分析,为赣昌鲫生态安全养殖提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验用鱼分别取自南昌县莲塘水产场与南昌市五星农场天子庙水产苗种繁育基地。

从 1999—2009 年间,共解剖池塘养殖的赣昌鲫(2—3 龄)126 尾,体重 335—1580 g,同时解剖部分池塘养殖的日本白鲫(♀)与兴国红鲤(♂)进行比较分析。

### 1.2 性腺解剖观察

先测定每尾赣昌鲫体重和体长,再解剖取出性腺,观察并记录其特征,对性腺进行称重,并计算其性腺成熟指数。

### 1.3 组织结构观察

1999—2009 年,在鲤鲫鱼繁殖季节和非繁殖季节,不定期取池塘养殖的 2 龄和 3 龄赣昌鲫活鱼 5—10 尾,去头、尾,留躯干段,解剖观察性腺。

光镜样本:取具有雌雄性腺特征的杂交鲫性腺部位的材料,用 Bouin 氏液固定 4h,系列酒精脱水,二甲苯透明固定,石蜡包埋,切片 4—6  $\mu\text{m}$ ,HE 染色,OLYMPUS 生物显微镜观察,测量并摄影。

电镜样本:取精巢部位的材料,剪碎成 1  $\text{mm}^3$  见方的组织块,4℃下用 4%的戊二醛溶液和 1%的锇酸双重固定,丙酮脱水,Epon812 包埋处理后,用美国 AO 公司超薄切片机进行超薄切片,切片厚度 400—700  $\text{\AA}$ ,醋酸双氧铀和柠檬酸铅双重染色,日本 H-600 透射电镜观察并摄影。

## 2 结果

### 2.1 精巢观察

**精巢解剖观察** 解剖 2—3 龄的赣昌鲫精巢型个体为 59 尾,其中性腺发育较正常的为 12 尾,占解剖数的 20.34%;性腺发育异常的为 47 尾,占解剖数的 79.66%。观察发现精巢部位有大量的黏稠物,颜色为肉红色,呈带状,精巢多数发育界于 II-III 期,明显发育不良。部分个体的精巢,外观发育较明显(图 I-1),但在繁殖季节挤压雄鱼腹部时,始终未发现有精液流出的个体。繁殖季

节(4 月份)同期解剖 2 龄的雄性日本白鲫和兴国红鲤,精巢均发育良好,呈乳白色,均有精液流出。计算 59 尾赣昌鲫雄性个体的性体指数(GSI)平均值为  $2.23 \pm 0.23$ 。

**精巢观察** 光镜观察:赣昌鲫精巢发现,精巢内分布有很多精小叶,精小叶内分布有精小囊,精小囊内有精子细胞。在不同的精小囊中,这些精子细胞处在不同的发育时期(图版 II-1)。

**电镜观察** 通过透射电镜观察,精子细胞形态大多不规则,出现畸形,有的精子细胞内出现空泡,呈现出退化的征状,如大核精子细胞(图版 II-2),这种精子细胞无法过渡成正常的精子。退化的精子细胞,其细胞内的物质逐渐解体、消失,直至为空泡(图版 II-3)。观察到有少数正常发育的精子细胞和发育正常的成熟精子(图版 II-1, 4)。初级精母细胞中,线粒体出现丢失,高尔基体发育不良,细胞器发育停留在精原细胞期。染色体不规则浓缩,减数分裂阶段出现不等分裂,精母细胞发育呈现败育(图版 II-5, 6)。

### 2.2 卵巢观察

**卵巢解剖观察** 解剖 2 龄的赣昌鲫雌性卵巢型个体 36 尾,其中性腺发育较正常的有 13 尾(图版 I-2),占解剖数的 36.11%,发育异常的为 23 尾,占解剖数的 63.89%。性腺发育明显的不对称(图版 I-4),一侧大,一侧小,卵粒稀疏,性腺从前往后,卵巢逐渐变细,最后缩成细线状。卵粒大小不一,不饱满,界限不清。同期解剖 2 龄日本白鲫雌性个体,卵巢发育正常。计算 36 尾杂交鲫雌性个体的 GSI,平均值为  $3.25 \pm 0.42$ 。

**卵巢光镜观察** 光学显微镜下观察,卵细胞出现以下情况:(1)卵细胞发育不一致,同时存在 I、II、III、IV 时相的卵母细胞,但第 IV 时相的卵母细胞少,有些第 III 时相的卵母细胞明显偏小,显示发育不良(图版 III: 1);(2)卵母细胞发育到第 III 时相时开始发育受阻,表现为细胞质发育出现迟缓,甚至滤胞膜松弛脱落(图版 III: 2);(3)卵母细胞发育到第 III、IV、V 时相,液泡增多,液泡几乎充满卵质,卵黄积累少,甚至消退(图版 III: 2, 3, 4)。

### 2.3 两性嵌合体

包括以精巢为主的两性嵌合体和以卵巢为主的两性嵌合体两种类型。

以精巢为主体的两性嵌合体 对性腺为精巢

型的 59 尾标本, 经解剖观察、光镜与电镜观察: 有 14 尾是两性嵌合体(Hermaphroditie mosaic)(图 I -3), 占总数的 11.11%。经组织学研究证实有两性嵌合体的特征: 有明显的曲细精管结构, 管壁由精原细胞和败育的初级精母细胞组成; 在曲细精管间隙中填充有多个不同发育阶级的卵母细胞, 稀疏的分布在曲细精管的间隙中(图 III-5), 精原细胞可以进行有丝分裂, 但精原细胞停止有丝分裂后进入生长期的初级精母细胞, 其细胞核几乎有明显的固缩现象, 不能进行正常的减数分裂, 也就是说不可能形成精子细胞。

**以卵巢为主体的两性嵌合体** 外观性腺似卵巢型的 36 尾标本, 经细胞学研究发现: 有 32 尾两性嵌合体(图 I -4), 占总数的 25.4%。其结构特征为: 性腺中有部分正常发育的 I、II、III、IV 时相的卵细胞, 在各个发育时相卵细胞的间隙中填充有精原细胞和败育的初级精母细胞(图 III-6)。可见精原细胞和败育的初级卵母细胞, 其核形成不同程度的固缩状, 似乎都不能达到生长期进入减数分裂, 呈现的均属败育的细胞结构。

#### 2.4 无性腺个体观察

解剖到有 31 尾未观察到有性腺细胞特征的迹象, 占总解剖数的 24.6%, 该类个体性腺部位全为脂肪状(图 I -5), 取样置于固定液中, 样品均浮于固定液表面。

### 3 讨论

#### 3.1 关于赣昌鲫性腺发育异常的原因分析

**双亲组合核质相容性分析** 绝大多数属间以上的杂交相容性(Compatill-ty)都很低<sup>[9]</sup>, 一般情况双亲染色体的数目不同, 基因组数目和性质也就不同, 但有些杂交组合的亲本的染色体数目虽然相同, 但是染色体组型不同, 同样也会引起两亲本中某些等位基因组合的紊乱, 基因调控的紊乱致使胚胎发育受阻。事实上, 生殖细胞发育的每个步骤, 都受制于若干基因的调控, 都可能影响生物个体的育性<sup>[13]</sup>。近几年的研究也从分子水平揭示了当鲤的 *SGnRH* 表达被反义转基因技术阻遏时, 其血清中的 *GtH-II* 水平严重下降, 且其性腺发育也随之受阻<sup>[14]</sup>。日本白鲫(♀)与兴国红鲤(♂)的杂交组合就是这种情况, 日本白鲫与兴国红鲤的染色体数目虽然相同, 但染色体组型却不尽相同。因赣昌鲫的双亲有关酶的基

因座位与表达的时空顺序存在差异<sup>[10]</sup>, 而酶的不相容性就会导致杂种胚胎组织的诱导和器官形成时空对调, 于是性腺产生畸形征状<sup>[11, 12]</sup>。

**染色体丢失现象分析** 曹伏君<sup>[2]</sup>认为是减数分裂不对等, 导致有的细胞染色体数不一。刘少军等<sup>[5]</sup>在分析三倍体湘云鲫性腺不育时, 也认为是染色体配对和分离时出现紊乱所致。赣昌鲫肾细胞中有 15.75% 出现染色体丢失<sup>[15]</sup>, 可以推断在性细胞中, 染色体丢失的可能性会更大。赣昌鲫染色体组型中出现奇数的 sm 和 t 类型的染色体<sup>[8]</sup>, 因而在配子形成过程中, 染色体减数分裂时不能对等分配, 形成众多的异数性配子。由此推断, 这种现象是导致性腺非正常发育的直接因素。

#### 3.2 关于赣昌鲫性腺细胞特征的分析

雄性精巢前期发育程序似乎基本正常, 可以产生精子细胞, 但绝大多数精子细胞无法实现精子的变态, 仅有极少数的可以发育为精子。解剖发现一般性腺异常的精巢部位都有大量的黏稠物。雌性卵巢发育至第 III、IV 时期即显现白腥的败育现象, 即使是正常的第 IV 时期的卵巢, 亦未观察到细胞核有典型的偏移现象, 即未发现有生理成熟的卵巢细胞。这与李传武<sup>[9]</sup>研究的芙蓉鲫性腺发育的结果基本一致; 对赣昌鲫的脂肪型性腺进行形态学观察, 结果无任何生殖细胞特征迹象。

#### 3.3 关于赣昌鲫的育性分析

肉眼观察, 赣昌鲫性腺成不对称发育, 繁殖季节, 其雌雄性腺指数明显低于同期解剖的日本白鲫和兴国红鲤。赣昌鲫的卵细胞发育至第 III、IV 时相时表现为退化状, 只有极少数性腺能正常的发育到第 IV 时相, 但不能成熟, 这与兴淮鲫<sup>[6]</sup>卵巢结构稍有不同, 从我们多年的生产实践中, 繁殖季节选择 2-3 龄的赣昌鲫雌性个体挤压其腹部, 始终未见有卵子流出。虽有部分的雄性个体有可能产生极少量的精子, 表明与三倍体湘云鲫<sup>[5]</sup>精巢结构有不同之处, 但解剖发现精巢部位有大量的黏稠物, 可能导致这些极少量的精子也不能排出体外, 在长期的试验研究过程中, 也从未发现过赣昌鲫有能排出精液的个体, 这与张克俭等<sup>[6]</sup>研究的性腺发育情况极为相似。而此时的 2 龄兴国红鲤(♂)与日本白鲫(♀)无论个体大小, 只要挤压腹部均有乳白色精液或卵子排出体外。因此, 根据赣昌鲫性腺结构分析和研究实践, 证明日本白鲫(♀)与兴国红鲤(♂)的杂交后代—

赣昌鲫呈现为不育现象。

### 参考文献:

- [1] Lou R D. Fishes Breeding (1rd edition) [M]. Beijing: China Agriculture Press. 1999, 86—92 [楼允东. 鱼类育种学(1版). 北京: 中国农业出版社. 1999, 86—92]
- [2] Cao F J. Ultrastructure of testis of F<sub>1</sub> hybrids between *Carassius auratus* (♀) and *Cyprinus carpio* (♂) [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2000, **46**(4): 366—371 [曹伏君. 鲫(♀) 鲤(♂) 杂交 F<sub>1</sub> 代精巢超微结构的研究. 动物学报, 2000, **46**(4): 366—371]
- [3] Tang H M. The Soviet fishes breeding [J]. *Fisheries Science & Technology Information*, 1985, **12**(2): 30 [汤惠明. 苏联鱼类育种. 水产科技情报, 1985, **12**(2): 30]
- [4] Liu Y, Zhou G J. Cytological study on the gonadal development of F<sub>1</sub> hybrid produced by crossing *Carassius auratus* (♀) with *Cyprinus carpio* (♂) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1986, **10**(2): 102—108 [刘筠, 周工建. 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, 1986, **10**(2): 102—108]
- [5] Liu S J, Sun Y D, Li S F, et al. Analysis of gonadosomatic indexes of the triploid crucian carp [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2002, **26**(2): 111—114 [刘少军, 孙远东. 黎双飞, 等. 三倍体湘云鲫性腺指数分析. 水产学报, 2002, **26**(2): 111—114]
- [6] Zhang K J, He Y M, Zhang J L, et al. Studies on the gonadal development of the Xinghuai hybrid crucian carp (*Carassius auratus cuvieri* (♀) with *Scattered mirror carp*(♂)) [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1995, **19**(1): 58—64 [张克俭, 河玉明, 张景龙, 等. 兴淮鲫(白鲫♀×散鳞镜鲤♂)性腺发育的研究. 水产学报, 1995, **19**(1): 58—64]
- [7] Stanislaw. Investigation on crucian carp F<sub>2</sub> hybrids obtained from F<sub>1</sub> males and females [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1981, (1): 73—86
- [8] Chen D Y, Li D. Comparative study on genetic characters of distant hybridization crucian (*Carassius auratus cuvieri*(♀)×*Cyprinus carpio* var. *singuonensis*(♂)) and its parents [J]. *Biotechnology*, 2008, **18**(3): 24—26 [陈道印, 李达. 远缘鲫(白鲫♀×兴国红鲤♂) 与其亲本若干遗传性状比较. 生物技术, 2008, **18**(3): 24—26]
- [9] Li C W, Wang J L, Zeng C F. Gonadal structure histology and reproduction performance of Furong crucian carp (*Cyprinus capio furong*. ♀×*Carassius auratus red* var.♂) [J]. *Freshwater Fisheries*, 2010, **40**(3): 8—14 [李传武, 王金龙, 曾春芳. 芙蓉鲤鲫(芙蓉鲤♀×红鲤♂)的性腺组织学及繁殖性能研究. 淡水渔业, 2010, **40**(3): 8—14]
- [10] Chen D Y, Ouyang M, Li D. Study on isozymes of Ganchang hybrid crucian carp (*Carassius cuvieri*♀×*Cyprinus carpio* var. *singuonensis*♂) and its parents [J]. *Freshwater Fisheries*, 2010, **40**(5): 9—13 [陈道印, 欧阳敏, 李达. 赣昌鲫(白鲫♀×兴国红鲤♂)及其双亲同工酶的研究. 淡水渔业, 2010, **40**(5): 9—13]
- [11] Wu Q J, Gui J F. Project of Fishes Genetic and Breeding [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. 1999, 239—241 [吴清江, 桂建芳. 鱼类遗传育种工程. 上海: 上海科学技术出版社. 1999, 239—241]
- [12] Liu S J, Hu F, Zhou G J, et al. Gonadal structure of triploid crucian carp produced by crossing allotetraploid hybrids of *Carassium auratus red* var. (♀)×*Cyprinus carpio*(♂) with Japanese crucian carp (*Carassius auratus cuvieri* T. et S) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2000, **24**(4): 301—306 [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—306]
- [13] Gui J F, Zhou L. Genetic basis and breeding application on clonal diversity and dual reproduction modes in polyploid *Carassius auratus gibelio* [J]. *Science China: Life Sciences*, 2010, **40**(2): 97—103 [桂建芳, 周莉. 多倍体银鲫克隆多样性和双重生殖方式的遗传基础和育种应用. 中国科学: 生命科学, 2010, **40**(2): 97—103]
- [14] Gui J F, Zhu Z Y. Molecular basis and genetic improvement of economically important traits in aquaculture animals [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2012, **57**(19): 1719—1729 [桂建芳, 朱作言. 水产动物重要经济性状的分子基础及其遗传改良. 科学通报, 2012, **57**(19): 1719—1729]
- [15] Chen D Y. Chromosome studies of the distant hybridization crucian (*Carassius auratus cuvieri*♀×*Cyprinus carpio* var. *singuonensis*♂) [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 1999, **11**(4): 73—76 [陈道印. 远缘鲫(白鲫♀×兴国红鲤♂) 染色体组型的研究. 江西农业学报, 1999, **11**(4): 73—76]

## THE ULTRASTRUCTURE OF GONAD IN GANCHANG HYBRID CRUCIAN (*CARASSIUS CUVIERIUS* ♀×*CYPRINUS CARPIO* VAR. *SINGUONENSIS* ♂)

CHEN Dao-Yin<sup>1</sup>, LI Da<sup>2</sup>, OUYANG Min<sup>3</sup>, CHEN Bo<sup>1</sup> and MA Bao-Xin<sup>4</sup>

(1. Fish Disease Prevention and Control Center of Liantang in Nanchang County, Nanchang 330200, China; 2. Jiangxi Biotechnology Vocational College, Nanchang 330200, China; 3. Fisheries Technical Extension Station of Jiangxi Province, Nanchang 330046, China; 4. Fisheries Research Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330039, China)

**Abstract:** The anatomical observation and histological section were used to investigate the development of gonad in 126 Ganchang hybrid crucian (*Carassius cuvierius* ♀×*Cyprinus carpio* var. *singuonensis* ♂) in reproduction season. The results showed that the development of gonad in Ganchang hybrid crucian was quite unique, in most cases demonstrating one-side or two-side dissymmetric. Three types of gonad structure of Ganchang hybrid crucian were found and observed under light and electron microscope. The first type was free-gonad type (fat tissue type), which accounted for 24.6% of the total. Only two strips of fat tissue located at the gonadal place, neither testis nor ovary was observed. The second type was testis type, which accounted for 46.83%. It consisted of many lobules, where numerous spermatides existed. Most degenerated or abnormal spermatides were found, and only very small number of mature spermatozoons were observed. However, after abdominal compression, semen outflow was always not found, indicating male sterility. The third type was ovary type, which accounted for 28.57%. The gonad consisted of oocytes, which could develop to phase III and gradually degraded in phase IV. Mature egg, ovulation and egg outflow were not observed by dissection and extrusion, showing female sterility. The testis-type gonad and ovary-type gonad were different in ambisexuality, and testis-dominated gonad and ovary-dominated gonad had the ambisexuality proportion of 25.4% and 11.11%, respectively.

**Key words:** Ganchang hybrid crucian; Gonad; Microstructure; Ultrastructure

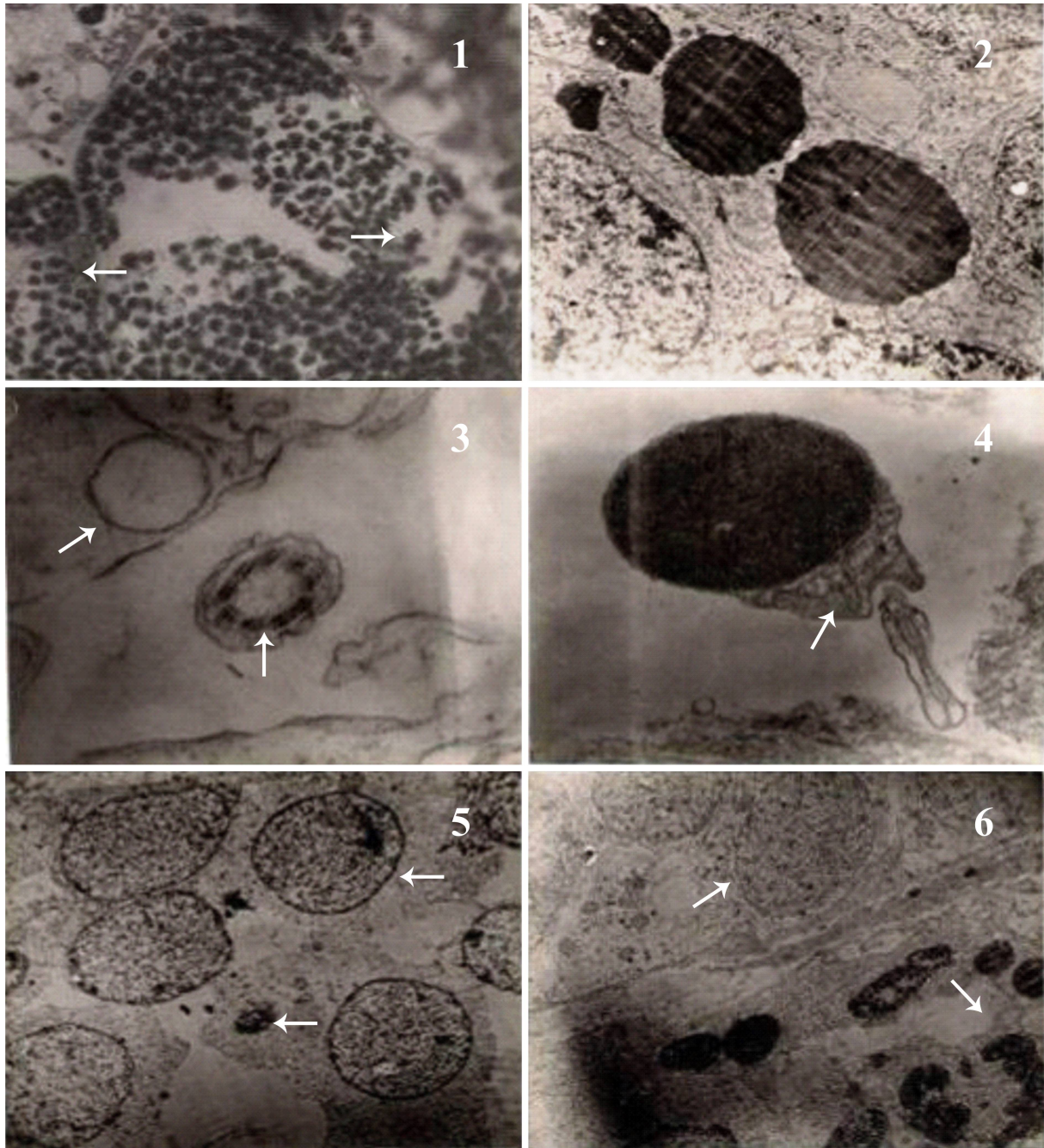


图版 I 繁殖季节的赣昌鲫性腺

Plate I The gonad of Ganchang crucian in propagation season

1. 精巢; 2. 卵巢; 3. 以精巢为主的两性嵌合体; 4. 以卵巢为主的两性嵌合体; 5. 脂肪型性腺

1. testis; 2. ovary; 3. amphoterich chimera dominated by testis; 4. amphoterich chimera dominated by ovary; 5. fatty-type gonad

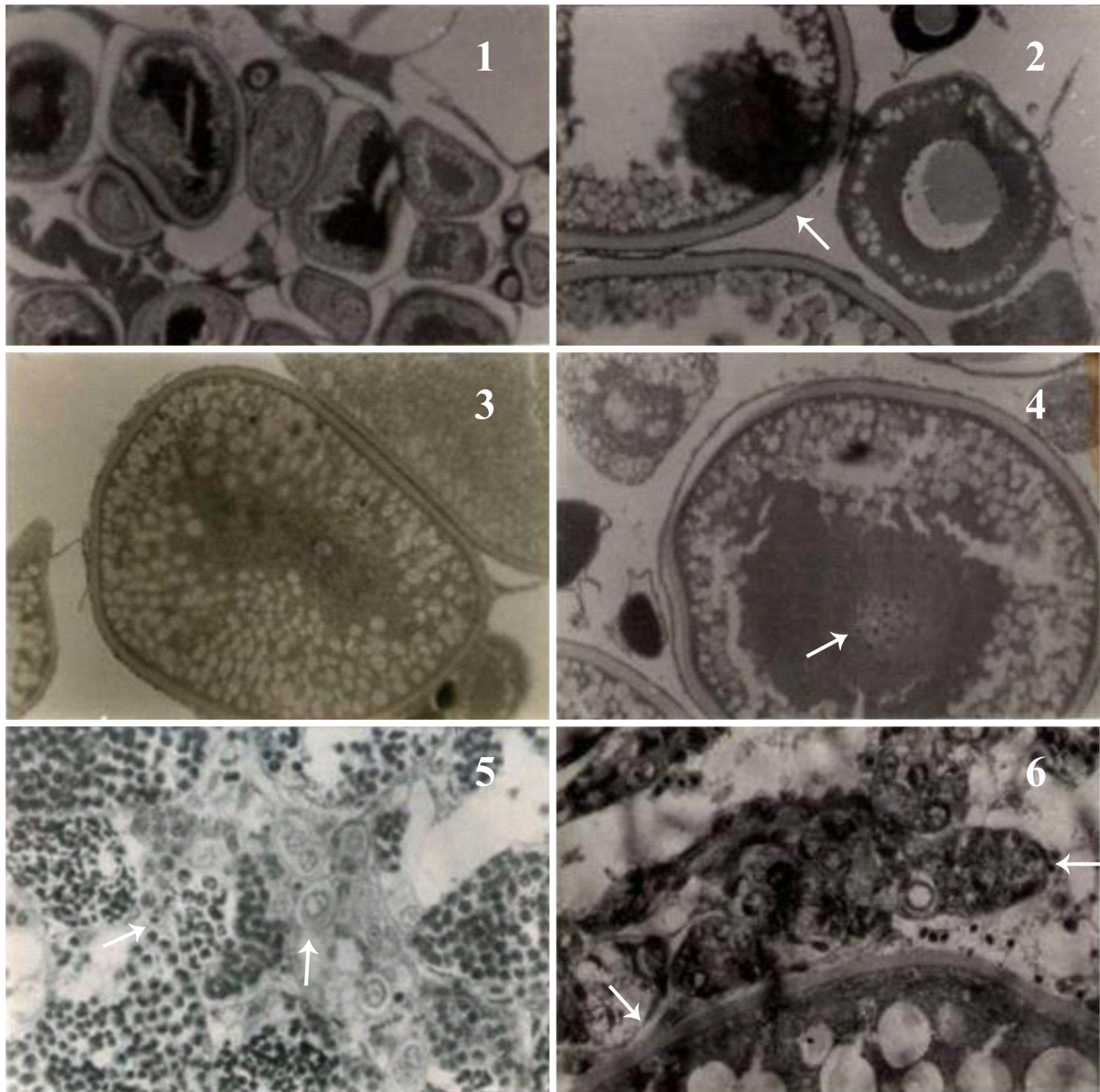


图版 II 赣昌鲫精巢切片观察

## Plate II The slice observation of testis in Ganchang hybrid crucian

1. 赣昌鲫精巢中发育到不同时期精子细胞。左箭头所视为部分正常发育成熟的精子, 右箭头所视为败育的精子细胞( $\times 1750$ ); 2. 大核精子细胞( $\times 10000$ ); 3. 左箭头所视为退化的精子细胞解体成空泡, 右箭头所视精子尾部横切面超薄切片亚显微结构。箭头所指鞭毛的排列结构( $\times 80000$ ); 4. 赣昌鲫精子头部和尾部超薄切片亚显微结构, 箭头所视线粒体( $\times 15000$ ); 5. 上箭头示初级精母细胞, 下箭头示拟染色小体( $\times 5000$ ); 6. 左箭头所示初级精母细胞, 右箭头所示初级精母细胞在减数分裂阶段出现不等分裂( $\times 5000$ )

1. sperm cells at different developmental stages of Ganchang crucian testis. Part of the normal mature sperms (left arrowhead), the abortive spermatids ( $\times 1750$ ) (right arrowhead); 2. spermatids with big nucleus ( $\times 10000$ ); 3. the degenerated spermatids were disintegrated into empty vacuoles (left arrowhead), the ultrastructure of the ultrathin transverse section of sperm tail (right arrowhead). The structure arrangement of flagellum ( $\times 80000$ ); 4. the ultrastructure of ultrathin section of the head and tail of Ganchang crucian spermatids, mitochondrion ( $\times 15000$ ) (arrowhead); 5. primary spermatocyte (up arrowhead) and howell-jolly body ( $\times 5000$ ) (down arrowhead); 6. primary spermatocyte (left arrowhead), unequal division formed by primary spermatocyte in meiosis ( $\times 5000$ )



图版 III 赣昌鲫卵巢切片观察

Plate III The slice observation of ovary in Ganchang hybrid crucian

1. 2 龄(雌性)赣昌鲫性腺, 可见 I、II、III、IV 时相的卵母细胞( $\times 70$ ); 2. 箭头示 III 时相卵母细胞, 滤泡膜脱落松弛, 卵质发育停滞, 卵黄消退出现明显的败育现象( $\times 800$ ); 3. 1 冬龄初级卵母细胞( $\times 400$ ); 4. 卵母细胞发育到 IV 时相, 箭头所示为灯刷染色体( $\times 500$ ); 5. 赣昌鲫外观是精巢的两性嵌合体, 左箭头所示败育精原细胞; 右箭头所示为卵原细胞( $\times 400$ ); 6. 赣昌鲫外观是卵巢的两性嵌合体。右箭头所示卵细胞之间夹杂有精原细胞和卵原细胞; 左箭头所示卵母细胞( $\times 1600$ )

1. female Ganchang crucian gonad (2 years old), oocyte at the I, II, III, IV phase ( $\times 70$ ); 2. the oocyte at phase III (arrow), the obvious abortive phenomenon such as the relaxant or shed follicular membrane, arrested development among ooplasm and the regression of yolk ( $\times 800$ ); 3. primary oocyte in the first winter year ( $\times 400$ ); 4. oocyte at the IV phase, lampbrush chromosome (arrow) ( $\times 500$ ); 5. Ganchang crucian amphoterich chimera in the guise of testis, the abortive spermatogonia (left arrow); ovogonium (right arrow) ( $\times 400$ ); 6. Ganchang crucian amphoterich chimera in the guise of ovary. Oocyte and spermatogonia (right arrow), oocyte (left arrow) ( $\times 1600$ )