

# 蓝太阳鱼第一次性周期性腺发育的组织学

曹运长 李文笙 叶卫 林浩然\*

(中山大学水生经济动物研究所 广东省水生经济动物繁殖重点实验室 广州 510275;  
南华大学生化与分子生物学教研室 衡阳 421001; 广东省番禺国家级罗非鱼良种场 广州 511453)

**摘要:** 蓝太阳鱼 (*Lepomis cyanellus*) 是广东省于 1997 年从北美引进的小型淡水鱼类, 本文采用组织切片技术对蓝太阳鱼的性腺发育进行了研究。蓝太阳鱼的性腺发育程序可以分为 5 个时期。在 1 月龄, 卵巢和精巢处于第 1 期; 2~3 月龄时, 卵巢和精巢发育到第 2 期; 4 月龄时发育到第 3 期; 5~6 月龄时发育到第 4 期; 7~8 月龄时达到性成熟第 5 期。越冬时, 卵巢退化到第 1~2 期, 而精巢仍停留在第 3 期。成熟卵巢的成熟系数为 2.80%~8.10%, 成熟精巢的成熟系数为 1.45%~3.45%。精巢和卵巢发育都为不完全同步型, 且精巢发育比卵巢稍快。蓝太阳鱼的繁殖期在广州地区为 3~11 月, 为多次产卵类型。本文从生殖和生长的关系上对蓝太阳鱼生长缓慢的原因进行了初步探讨, 并将蓝太阳鱼作为一种鱼类实验动物的可行性进行了分析。

**关键词:** 蓝太阳鱼; 精巢; 卵巢; 性腺发育

**中图分类号:** Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)01-88-08

## Gonadal Development in Green Sunfish, *Lepomis cyanellus*: A Histological Study

CAO Yun-Chang LI Wen-Sheng YE Wei LIN Hao-Ran\*

(Institute of Aquatic Economical Animal & Guangdong Provincial Key Laboratory for Aquatic Economical Animal, Zhongshan University, Guangzhou 510275; School of Life Sciences & Biotechnology, University of South China, Hengyang 421001; National Tilapia Breeding Farm of Guangdong Province, Guangzhou 511453, China)

**Abstract:** Green Sunfish, *Lepomis cyanellus*, is a kind of small fresh-water fish introduced by Guangdong Province in 1997 from North America. Gonadal development of this species was studied by light microscopy. The developmental chronology of gonad is composed of 5 stages. At the age of 1 month, ovaries and testes were at stage 1, and both gonads developed to stage 2 at the age of 2 - 3 months. Ovaries and testes developed to stage 3 and stage 4 respectively by 4 months and 5 - 6 months. The first maturity age was 7 - 8 months. During the winter, ovaries degenerated to stages 1 - 2, and testes still stayed at stage 3. The maturation coefficient of matured ovaries was 2.80% - 8.10%, and that of matured testes was 1.45% - 3.45%. The development of ovaries and testes was asynchronous. This species spawn repeatedly and the spawning period lasts from March to November in Guangzhou region. The reason for this species' slow growth and the feasibility of *L. cyanellus* as an experimental model animal were discussed in this paper.

**Key words:** *Lepomis cyanellus*; Testis; Ovary; Gonadal development

基金项目 广东省科技计划项目 (No. 2002B21508);

\*通讯作者, E-mail: ls32@zsu.edu.cn;

第一作者介绍 曹运长, 男, 博士; 研究方向: 鱼类受精细胞学和分子生物学; E-mail: caoyunchang@tom.com.

收稿日期: 2007-06-12, 修回日期: 2007-11-03

蓝太阳鱼 (*Lepomis cyanellus*) 又称为绿色太阳鱼, 属鲈形目鲈总科棘臀鲈科太阳鲈属, 是广东省于 1997 年从北美引进的小型淡水经济鱼类。该鱼主要生活在北美内陆河流与湖泊, 作为食用商品鱼、饵料鱼和体育垂钓鱼<sup>[1]</sup>。蓝太阳鱼生长适应温度广, 在 10~38 都能进行摄食生长, 因此在广东等亚热带地区几乎全年都能生长。国外对该鱼的研究报道主要集中在它的环境生物学、毒理学上<sup>[2~4]</sup>, 而繁殖生物学特征方面的资料较少, 其性腺发育尚未见报道。广东省将蓝太阳鱼作为一种经济鱼类引进, 目前在广东、广西等地区已得到了推广养殖。在生产实践中发现其生长缓慢, 导致大规模养殖经济效益较低。作者曾以该鱼作材料, 进行过分子生物学研究<sup>[5]</sup>。为了解蓝太阳鱼的生殖生长特点, 作者观察了蓝太阳鱼的性腺发育情况, 并将蓝太阳鱼作为一种实验动物的可行性进行了初步分析。

## 1 材料与方法

在广东省广州市番禺国家级罗非鱼良种场取得蓝太阳鱼性腺材料, 取样从 2002 年 4 月中旬 (即第一批受精卵孵化后第 1 个月) 开始, 每月取材一次, 每个时期样品取 8~15 尾实验鱼, 直至 2003 年 3 月。性腺用 Bouin's 液固定 (成熟卵及卵巢用 Smith's 液固定), 系列酒精脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 连续切片厚度为 6~8  $\mu\text{m}$ , Delafield 苏木精-曙红 (H. E) 染色, 中性树脂封片, Olympus 显微镜观察并对部分材料进行显微摄影。使用 Olympus 显微镜测微尺测定卵径和核径。性腺分期参照鲤科鱼类和其他鲈形目鱼类的分期标准<sup>[6~8]</sup>。性腺成熟系数由下式求得: 成熟系数 = (性腺重/净体重)  $\times 100\%$ 。

## 2 结果

**2.1 性成熟年龄和体重** 在广州地区, 一般 7~8 月龄蓝太阳鱼性腺即已发育成熟, 性成熟的雄鱼平均体重为  $(26.3 \pm 16.3) \text{ g}$  ( $n=32$ ), 体长为  $(9.45 \pm 2.12) \text{ cm}$ ; 性成熟的雌鱼平均体重为  $(22.4 \pm 12.4) \text{ g}$  ( $n=47$ ), 体长为  $(8.75 \pm 2.23)$

cm。雄鱼性成熟时间比雌鱼稍早, 部分 (15.6%) 6 月龄的雄鱼即可挤出精液。该鱼在广州地区的繁殖季节为 3~11 月, 性成熟的雌鱼腹部有明显的膨胀, 腹部颜色为浅黄或白色。性成熟的雌雄鱼身体背部会出现翠绿的彩虹色。

**2.2 卵巢的发育程序** 对不同月龄的蓝太阳鱼性腺进行外形观察和切片镜检。雌性个体的卵巢是一对延长的囊状结构, 前段分离, 位于鳔腹壁两侧、肝胰脏背方, 左右对称, 后段末端汇合成一短的呈“Y”字型输卵管通泄殖孔, 外有极薄的腹膜包裹, 它们通过卵巢系膜与体腔壁层相连。卵巢颜色随卵巢发育阶段不同而异, 从浅灰色到黄色至半透明的亮黄色。在孵化后 2~3 个月即可分辨出卵巢和精巢。卵巢在发育早期比较致密坚硬, 呈棒形, 而成熟卵巢质地松软, 清亮呈圆柱形, 轻轻挤压鱼的腹部, 可见透明的卵粒从泄殖孔排出。参照鲤科鱼类和鲈形目鱼类性腺发育的分期标准<sup>[6~8]</sup>, 蓝太阳鱼卵巢的发育可以分为 5 期, 卵巢的发育为不完全同步型。

1 月龄, 卵巢发育到第 1 期, 此时卵巢呈透明细丝状, 浅灰色, 外观上难以分辨雌雄。切片观察卵巢, 其中以卵原细胞和第 1 时相卵母细胞为主, 部分卵原细胞成束排列, 胞质透亮着色浅, 胞核染色较深且占较大比例 (图版 1:1)。

2~3 月龄, 卵巢发育到第 2 期, 此时的卵巢呈棒状, 半透明, 浅黄色。肉眼尚看不清卵粒, 生殖上皮及结缔组织突入卵巢腔形成产卵板, 以第 2 时相卵母细胞 (初级卵母细胞) 为主, 也有少量卵原细胞。此时卵母细胞进入小生长期, 大多近椭圆形, 部分形态不规则, 胞核在中央, 卵径在 50~150  $\mu\text{m}$  之间。第 2 时相卵母细胞最显著的特点是: 在细胞中出现卵黄核; 细胞质含量增长较快, 细胞质呈强嗜碱性反应, 被苏木精深染成紫蓝色, 胞质外周出现一层滤泡细胞。蓝太阳鱼第 2 时相的卵母细胞具备以上大部分特征, 但未见到卵黄核 (图版 1:2)。

4 月龄卵巢进入第 3 期: 卵巢呈黄色, 体积有所增大, 卵巢外膜上的血管明显且呈分支状,

分布于卵巢外膜,透过卵巢膜可见到卵粒,但不易分离脱落。卵巢成熟系数为 0.95% ~ 1.58%。卵巢组织中,以第 时相卵母细胞为主,但第 时相的卵母细胞也较多。第 时相卵母细胞大多近圆形或椭圆形,处于由小生长期转入大生长期的过渡阶段。初级卵母细胞体积增大明显,卵径约为 160 ~ 340  $\mu\text{m}$ 。在第 时相的卵母细胞中,靠近质膜的胞质外周出现几层小液泡,靠近核的胞质内侧出现较大的脂肪滴,8 ~ 12 核仁分布于细胞核内膜的边缘,此时卵母细胞的胞质嗜碱性减弱,从第 期的紫蓝色变为浅紫红色(图版 :3)。以后小液泡逐渐增多,几乎充满整个胞质,同时胞质中开始出现染色红黑色的卵黄颗粒,并向胞质外周扩散。

5 ~ 6 月龄卵巢,发育到第 期:卵巢呈亮黄色半透明,卵巢体积明显增大,卵巢外膜的血管发达,粗大且分支,呈深红色。卵巢壁薄,卵粒饱满,易分离脱落,此时用力挤压鱼腹部可挤出未成熟的卵母细胞。成熟系数 1.46% ~ 3.58%。以 时相卵母细胞为主,细胞个数占 20% 以上,亦有较多的第 、第 时相卵母细胞。 时相卵母细胞大多近圆形,初级卵母细胞进入卵黄积累的大生长期,体积显著增大。根据卵母细胞大小、卵黄颗粒充满程度和胞核位置的变化可分为早、中、晚三个时期。早期:卵母细胞椭圆形,细胞直径约为 300 ~ 380  $\mu\text{m}$ ,核径约为 116 ~ 153  $\mu\text{m}$ ,卵核位于卵细胞中央,卵黄颗粒数量较少且颗粒直径较小,核仁数量减少且紧贴在核膜上。卵膜厚约 8  $\mu\text{m}$ ,出现放射带(图 :4)。中期:细胞呈圆形,胞质中卵黄颗粒进一步积累,细胞直径约为 420 ~ 520  $\mu\text{m}$ ,核径约为 131 ~ 162  $\mu\text{m}$ ,核膜呈波纹状。此时核中的核仁已外排,核膜内侧未见到有核仁。卵黄颗粒大量充满,放射带两层,染色较深而较难区分。卵膜厚约 10  $\mu\text{m}$ ,滤泡膜仍为双层结构(图 :5)。晚期:细胞直径约 530 ~ 650  $\mu\text{m}$ 。细胞核周围卵黄颗粒密集,卵黄颗粒直径增大,几乎充满整个卵母细胞的核外空间。卵核开始向动物极移动,即所谓的核偏位。卵膜厚约 15

$\mu\text{m}$ ,两层滤泡细胞膜仍存在(图 :6)。

7 ~ 8 月龄卵巢发育到第 期:卵巢呈亮黄色,发育到最大,占据腹腔大部分体积。卵巢松软,富有弹性,挤压腹部,即有透明成熟的卵子从泄殖孔排出。成熟系数为 2.80% ~ 8.10%。卵巢以第 时相和 时相末期卵母细胞为主,同时也有第 时相和第 时相早中期的卵母细胞。第 时相成熟卵子直径一般在 0.6 ~ 0.8 mm 之间。卵子透明,核膜消失,核质与胞质融合,卵母细胞内充满松散排列的卵黄颗粒(图版 :7)。排卵时成熟卵由滤泡中释放,游离地储集于卵巢腔中等待产出。

1 年龄过冬鱼的卵巢退化到第 ~ 期:此时卵巢松软如空袋状,表面皱缩,卵巢充血呈肉红色,不透明。卵巢中除了大量和 时相卵母细胞外,还有一些退化吸收的卵(图版 :8)。

**2.3 精巢的发育程序** 雄性个体精巢是双叶型结构,前段分离位于鳔腹壁两侧,左右对称,后段末端汇合成一短的呈“Y”字型输精管通泄殖孔,精巢外面由腹膜包裹,并通过腹膜与腹腔侧壁相连。在其发育早期,精巢纤细呈线状,为半透明的灰白色,繁殖季节的精巢因充满精子而膨大呈条块状,乳白色,轻轻挤压其腹部,即有白色精液从泄殖孔流出。精巢属小叶型,有结缔组织将其分隔形成许多生精小叶,每个精小叶由许多精小囊所构成,生精细胞在精小囊中发育。蓝太阳鱼精巢的发育也可分为 5 期,精巢的发育也为不完全同步型。

1 月龄精巢呈透明的细丝带状,浅灰色,血管不发达。肉眼无法分辨雌雄。切片观察到精巢中精原细胞开始增殖使其数量增多,并成束排列,构成实心的精小叶。细胞较大,胞质染色浅,核较小,为弱嗜碱性,着色浅。此时精巢处于第 期。

2 ~ 3 月龄精巢发育到第 期:为细线状,灰白色。体积较小,精小叶中可见精原细胞和初级精母细胞,精原细胞大量增值且聚集成束,精小叶中无腔隙或腔隙较小,精小囊内初级精母细胞同步发育,细胞体积比精原细胞要小,但

核直径显著增大且为强嗜碱性(图版 :1)。

4月龄精巢发育到第 期:为扁带状,呈浅白色。体积进一步增大,精小叶中出现管腔。在一个精小叶的管腔内,精母细胞的发育表现出不同步性发育,除少数的精原细胞外,大多数为初级精母细胞和少量的次级精母细胞,此为精母细胞生长阶段。小叶腔中出现数量较少的次级精母细胞,排列无规律性,为成堆排列。次级精母细胞为完成了第一次减数分裂的细胞,细胞核比初级精母细胞小(图版 :2)。

5~6月龄精巢,发育到第 期:精巢为条块状,呈灰白色,表面有明显的血管分布。精巢体积继续增大,精小叶中存在有精原细胞、初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞,同时有少部分已完成变态的精子,呈不同步发育,主要以初级精母细胞、次级精母细胞和精子细胞为主。精子细胞无明显的细胞质,只含有强嗜碱性的细胞核。这些不同发育阶段的各类精母细胞在一个精小叶内往往是以同型的细胞群成堆排列,精小叶的腔隙开始增大。有的精子细胞开始变态,精小叶中出现少量已完成变态的精子(图版 :3)。成熟系数为 1.13%~2.38%。

7~8月龄精巢发育到第 期:呈乳白色,精巢表面的血管更加明显,呈鲜红色。精巢体积非常肥厚柔软,此时主要由精子细胞和成熟的精子组成。轻压鱼腹有大量乳白色精液流出。成熟系数为 1.45%~3.45%。精小叶中的腔隙变大,精子细胞进入腔隙。精小叶的小叶腔中充满大量成熟精子,小叶腔壁变得非常薄。精子头部为圆颗粒状,直径为 1.8~2.2  $\mu\text{m}$ (图版 :4)。在低倍镜下观察纵切的8月龄精巢,可看到精巢分支成许多精小叶,每个精小叶分布着许多由精子细胞聚集成的精小囊,精小囊呈较规则的辐射状排列。精子细胞发育成熟后,精小囊外的薄层结缔组织被膜破裂,精子细胞或精子释放到精小叶间的腔隙中(图版 :5)。

1年龄过冬鱼的精巢并不退化,切片观察精巢仍停留在第 期(图版 :6),挤压鱼腹仍可见到精液流出。

### 3 分析与讨论

蓝太阳鱼的性腺发育非常迅速,在1月龄左右性腺处于第 期,2~3月龄卵巢和精巢即已发育到第 期,4月龄发育到了第 期,5~6月龄时卵巢发育到 期,此时的精巢中已有完成变态的精子,部分雄鱼挤压腹部有白色的精液流出。7~8月龄时精巢和卵巢都已发育成熟,因此在广州地区,2~3月生产的蓝太阳鱼在当年就可以达到性成熟,可进行人工催产受精,这可能与广州地区的气候有关。蓝太阳鱼在10~38 都可以进行摄食,因此在这个地区几乎全年都可以摄食生长。过冬后或经过一个性成熟周期后,精巢还是停留在第 期,并未退化到 期或 期,在整个精巢发育过程中,精母细胞发育不同步。过冬后卵巢退化到 ~ 期,整个卵巢的卵母细胞发育也呈现不同步,特别在第 期、第 期、第 期卵巢中,每个时期中为主要的卵母细胞占整个卵母细胞的比例都在50%以下,这也为蓝太阳鱼是多批产卵类型鱼类<sup>[9]</sup>提供了佐证。

鱼类的生长与许多因子有关,有外源的因子(水温、光周期、含氧量、盐度等)和内源的因子,性腺发育被认为是影响个体生长的内源因子之一<sup>[10]</sup>。作者认为,蓝太阳鱼生长较为缓慢、个体较小,在很大程度上是由于其性腺发育较快的原因,同时又为多批产卵类型,平均8~10 d产卵一次(产卵2000~10000枚/年,数据根据广东番禺国家级罗非鱼良种场一年中蓝太阳鱼人工孵化批次及每批产卵量所得),导致其把绝大部分能量用于生育繁殖,而用于躯体生长的能量减少,特别是性腺发育达到性成熟后,鱼体的生长率下降非常明显<sup>[11]</sup>。通过多倍体育种得到不育的三倍体鲫鲤(triploid crucian carp, *Carassius auratus*),其生长速度和最终个体大小比二倍体鲫鲤显著增加<sup>[12, 13]</sup>。性成熟时间的长短与硬骨鱼类个体的最终大小也有很大的关系,例如个体较大的鲤科鱼类草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*),初次性成熟时间为7~8年;个体最大的淡水硬骨鱼之一——中华

鲟 (*Acipenser sinensis*), 其初次性成熟所需的时间更是长达 8~26 年<sup>[14]</sup>。

目前我国淡水鱼类中正在研究开发作为模式动物的有金鱼 (*Carassius auratus*)、红鲫 (*C. auratus*)、稀有鮡鲫 (*Gobiocypris rarus*)、剑尾鱼 (*Xiphophorus hellri*) 等<sup>[15]</sup>。作为实验动物研究的实验鱼, 其基本特征至少有几点: 成鱼个体小、性成熟周期短、产卵量较多、多批产卵、遗传生态背景清楚、抗病耐低氧能力强、易于养殖等。蓝太阳鱼成鱼个体小 (一般 20~200 g)<sup>[11]</sup>, 初次性成熟时间为 7~8 个月, 为多批产卵类型<sup>[9]</sup>, 产卵量 2 000~10 000 枚/年。在生产实践中发现, 其在溶氧低、浊度高的水域中依然能存活生长, 在实验室用鲈鱼饲料即可饲养。因此, 蓝太阳鱼具备实验模式鱼的大多数特征, 是一种比较理想的候选鱼类实验动物。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] Moyle P B. Inland Fishes of California. Berkeley: University of California Press, 1976, 405.
- [ 2 ] Marking L L. Toxicity of 2-(digeranylamino)-ethanol, a candidate selective fish toxicant. *Trans Am Fish Soc*, 1974, **103**(4): 736~742.
- [ 3 ] Coello W F, Khan M A Q. Protection against heavy metal toxicity by mucus and scales in fish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 1996, **30**(3): 319~326.
- [ 4 ] Sargent J C, Galat D L. Fish mortality and physicochemistry in a managed floodplain wetland. *Wetlands Ecology and Management*, 2002, **10**(2): 113~119.
- [ 5 ] 曹运长, 李文笙, 叶卫等. 蓝太阳鱼生长激素全长 cDNA 的克隆与序列分析. *水产学报*, 2004, **28**(5): 589~593.
- [ 6 ] 刘筠. 中国养殖鱼类繁殖生理学. 北京: 农业出版社, 1993, 22~30.
- [ 7 ] 方永强, 翁幼竹, 周晶等. 大黄鱼性早熟问题的研究. 网箱养殖鱼性腺发育状况. 台湾海峡, 2000, **19**(3): 354~360.
- [ 8 ] 赵会宏, 刘晓春, 刘付永忠等. 斜带石斑鱼雌鱼卵巢发育与血清性类固醇激素的生殖周期变化. *中山大学学报(自然科学版)*, 2003, **42**(6): 56~59, 63.
- [ 9 ] 郑惠芳, 王健辉, 陈汉等. 蓝鳃太阳鱼繁殖与苗种培育试验. *淡水渔业*, 2002, **32**(1): 14~15.
- [ 10 ] Lodeiros C J M, Himmelman J H. Identification of factors affecting growth and survival of the tropical scallop *Eivola (Pecten) ziczac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 2000, **182**: 91~114.
- [ 11 ] 曹运长, 李文笙, 叶卫等. 外源生长激素基因在蓝太阳鱼中的整合、表达和遗传. *动物学报*, 2005, **51**(2): 299~307.
- [ 12 ] 周工健, 程献, 康学. 3 种鲫鱼养殖对比试验小结. *内陆水产*, 1999, **3**: 20.
- [ 13 ] 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.
- [ 14 ] 陈细华, 危起伟, 杨德国等. 养殖中华鲟性腺发生与分化的组织学研究. *水产学报*, 2004, **28**(6): 633~639.
- [ 15 ] 吴端生, 王宗保. 鱼类实验动物开发与应用研究的现状及展望. *中国实验动物学杂志*, 2000, **10**(2): 103~109.

## 图版 说明

蓝太阳鱼卵巢的发育时序 (标尺 = 50 μm)

1. 第 1 期卵巢, 示卵母细胞进入小生长期并聚集束, ×800; 2. 第 2 期卵巢, 示第 1 时相早期的初级卵母细胞, ×200; 3. 第 3 期初期卵巢, 箭头示胞质中出现脂肪滴, ×200; 4. 第 4 期初期卵巢, 示卵母细胞胞质卵黄颗粒积累, ×100; 5. 第 5 期中期卵巢, 示波纹状核膜, ×50; 6. 第 6 期晚期卵巢, 示核偏位, ×50; 7. 第 7 期初期卵巢, 示第 2 时相末的初级卵母细胞, ×50; 8. 1 年龄过冬时的卵巢, ×200。

Nu: 核仁; ZR: 放射带; Y: 卵黄; FM: 滤泡膜; Co: 卵原细胞; Oc: 卵母细胞; V: 液泡。

## 图版 说明

蓝太阳鱼精巢的发育时序 (标尺 = 50 μm)

1. 第 1 期精巢, ×600; 2. 第 2 期精巢, ×600; 3. 第 3 期精巢, ×600; 4. 第 4 期精巢, 示成熟的精子, ×600; 5. 第 5 期末精巢的纵切面, 示精小囊以辐射状排列, ×50; 6. 1 年龄过冬时的精巢, ×50。

Sg: 精原细胞; Ps: 初级精母细胞; Ss: 次级精母细胞; St: 精子细胞; Sp: 精子。

### Explanation of Plate

Developmental chronology of ovaries in *Lepomis cyenallus* (Bar = 50  $\mu\text{m}$ )

1. The ovary at the stage , showing a few oocytes at stage began to grow and gather; 2. The ovary at stage , showing early phase oogonia; 3. The ovary at early stage . Arrow showing fat droplet; 4. The ovary at early stage showing yolk accumulation; 5. The ovary at middle stage , showing the undulant membrane of nuclei; 6. The ovary at later stage , showing the polarization of nuclei; 7. The ovary at early stage , showing oocytes at later phase ; 8. The ovary during the winter.

Nu :Nucleolus ; ZR :Zona radiata ; Y :Yolk ; FM :Follicle membrane ; Oo :Oogonia ; Oc :Oocytes ; V :Vesicles.

### Explanation of Plate

Developmental chronology of testis in *Lepomis cyenallus* (Bar = 50  $\mu\text{m}$ )

1. The testis at stage ; 2. The testis at stage ; 3. The testis at stage ; 4. The testis at stage , showing matured spermatozoa; 5. The straight-cut testis at later stage , showing radiate arrangement of spermatogenic cyst; 6. The testis during the winter.

Sg :Spermatogonia ; Ps :Primary spermatocytes ; Ss :Secondary spermatocytes ; St :Spermatids ; Sp :Spermatozoa.

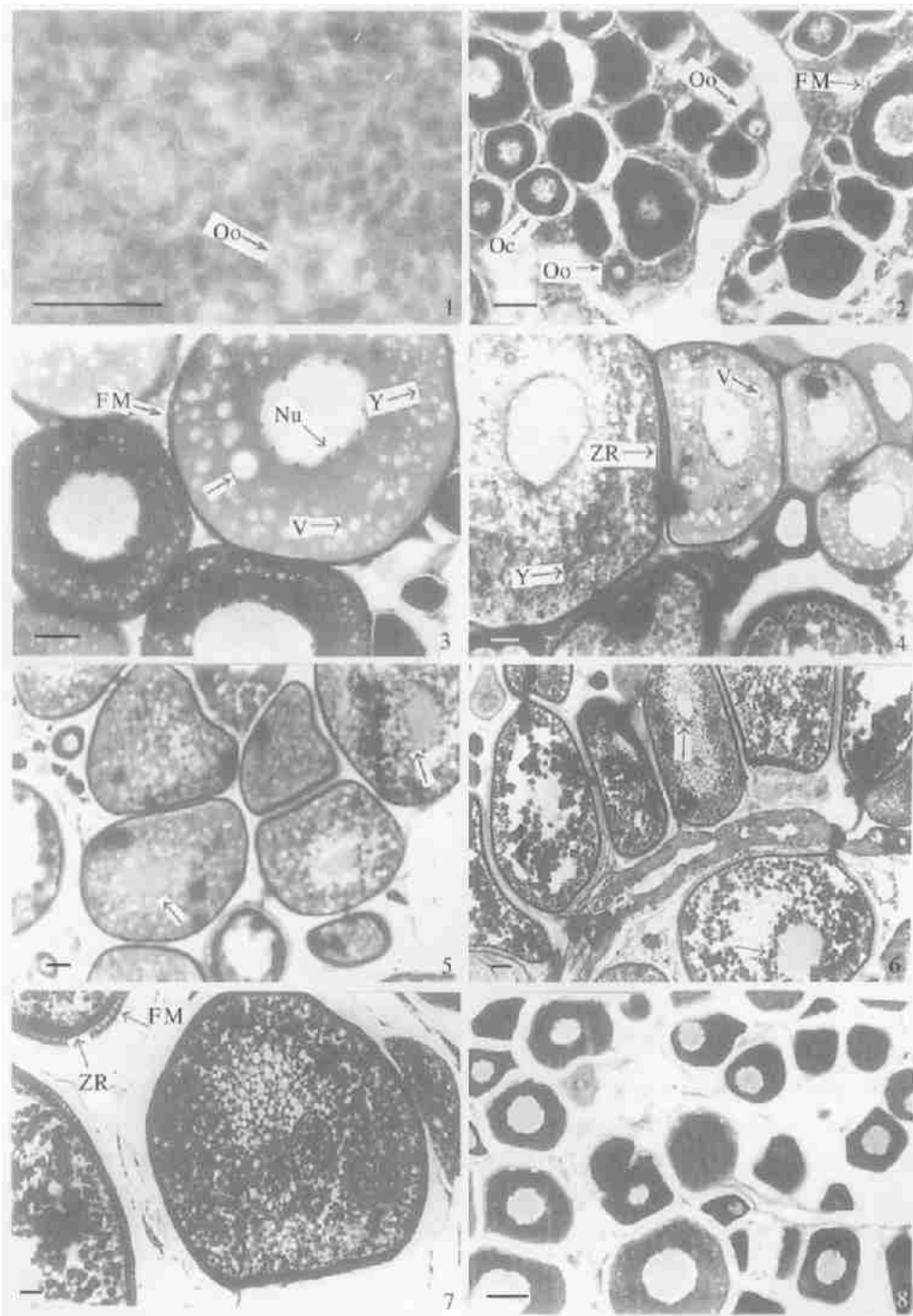
曹运长等:蓝太阳鱼第一次性周期性腺发育的组织学

图版

CAO Yur-Chang *et al.*: Gonadal Development in Green Sunfish, *Lepomis cyanellus*:

A Histological Study

Plate



图版说明见文后

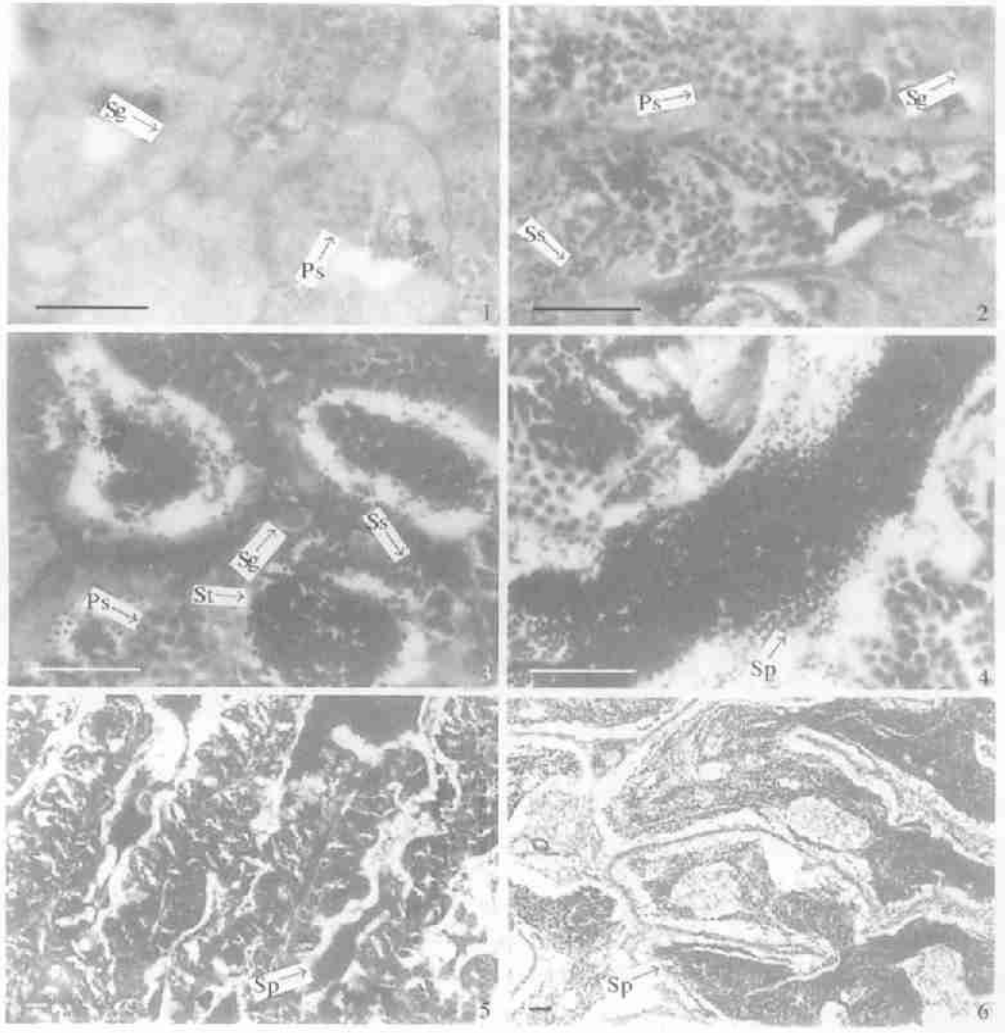
曹运长等:蓝太阳鱼第一次性周期性腺发育的组织学

图版

CAO Yur-Chang *et al.*: Gonadal Development in Green Sunfish, *Lepomis cyanellus*:

A Histological Study

Plate



图版说明见文后