

南方鲶性腺分化的组织学观察

张修月^① 焦保卫^① 吴天利^① 金灿彪^② 王德寿^{①*}

(^① 西南师范大学生命科学学院 重庆市水产科学技术重点实验室 重庆 400715 ;

^② 四川省水产学校 重庆 401520)

摘要 :用芳香化酶抑制剂(Fadrozole) 雌激素受体拮抗剂(Tamoxifen)对人工孵化的南方鲶(*Silurus meridionalis*)幼鱼进行雄性化诱导处理(口服) ,获得雄鱼。对孵化后第 5 ~ 130 d 的南方鲶幼鱼性腺进行组织学观察 ,结果表明 ,在实验条件下 ,南方鲶性腺分化发生在孵化后 7 d 左右 ,雌雄性分化过程差异明显。雌鱼卵巢腔在孵化后 12 d 左右形成 ,生殖细胞在孵化后 35 d 左右快速增殖 ,成熟分裂最早发生在孵化后 55 d 左右 ,雄鱼生殖细胞在孵化后 130 d 左右快速增殖 ,成熟分裂最早发生在孵化后 130 d 左右。雌性性腺分化早于雄性。

关键词 :南方鲶 ;性腺分化 ;组织学观察

中图分类号 :Q954 文献标识码 :A 文章编号 :0250-3263(2005)01-41-08

Histological Observation on Gonadal Sex Differentiation in the Southern Catfish , *Silurus meridionalis*

ZHANG Xiu-Yue^① JIAO Bao-Wei^① WU Tian-Li^② JIN Can-Biao^② WANG De-Shou^①

(^① School of Life Science , Southwest China Normal University ,

The Key Laboratory of Aquatic Science and Technology ,Chongqing 400715 ;

^② Sichuan Aquatic School ,Chongqing 401520 , China)

Abstract :To obtain male fish , fry of southern catfish (*Silurus meridionalis*) obtained by artificial fertilization and hatching were treated by oral administration of an aromatase inhibitor(Fadrozole) and an estrogen receptor antagonist(Tamoxifen). During 5 – 130 days after hatching (dah) , gonads of fish in treated group and in control group were collected for histological observation. It was indicated that the sexual differentiation of southern catfish took place at around 7 dah. Several obvious differences between female and male were observed during the gonadal sex differentiation. In female , the ovarian cavity was formed at about 12 dah. The germ cells proliferated rapidly at about 35 dah. Meiosis of germ cell took place at about 55 dah. Whereas in male fish germ cells proliferated rapidly only after 130 dah. Meiosis of the germ cell took place at the same time. The gonadal differentiation in females occurred much earlier than that in males.

Key words :*Silurus meridionalis* ; Gonadal sex differentiation ; Histological observation

南方鲶 (*Silurus meridionalis*) 具有个体大、生长快、抗病力强、容易繁殖等特点^[1], 是我国特产的一种重要经济鱼类, 是近年来开发的名、特、优养殖新品种, 已形成科研和养殖热潮。到目前为止, 公开发表的有关南方鲶的研究论文近百篇, 但对南方鲶性别分化的过程、雌雄性别分化的特点以及性别决定的机制还不清楚, 这有碍于南方鲶的进一步育种工作。由于南方鲶的人工繁殖后代为 100% 雌性^[2], 本研究使用非类固醇类芳香化酶抑制剂 (Fadrozole)、雌激素受体拮抗剂 (Tamoxifen) 对孵化后第 5 d 的人工授精孵化苗进行雄性化诱导以获取雄鱼, 并对雌雄性别分化进行组织学观察, 初步确定南方鲶性别分化的时间、雌雄性别分化的特点, 为南方鲶早期性别的判断提供依据, 也为进一步了解南方鲶性别决定的机制奠定基础。

1 材料与方法

1.1 实验动物 以鲶形目鲶科的南方鲶作为实验动物, 幼鱼是本实验室用同一对亲鱼人工繁殖孵化的鱼苗。

1.2 饲养条件 刚孵化的幼鱼置于 40 cm × 40 cm × 60 cm 玻璃水族箱内饲养。水温 (24 ± 0.5) °C。饲料: 通威集团大口鲶专用饵料; 饲养用水: 自来水曝气 24 h, pH 不作调整, 每 2 天换 1 次水, 每天吸出粪便和多余的饲料以保持水质良好; 溶氧: 充氧泵 24 h 不间断充气以保持溶氧充足; 光线: 自然光。

1.3 药物处理方法 孵化后第 5 d 开始药物处理。其药物处理浓度依据我们 2003 年的实验结果: 使用不同浓度梯度的 Fadrozole 和 Tamoxifen 对南方鲶进行雄性化诱导发现, Fadrozole (100 mg/kg 饵料) 和 Tamoxifen (25 mg/kg 饵料) 能够诱导出较高比例的雄鱼*, 因此, 本研究使用了上述两种药物处理浓度对南方鲶进行雄性化诱导。按每公斤饲料所需要的 Fadrozole (Novartis 公司) 和 Tamoxifen (Zitazonium

公司) 称量好, 再将 Fadrozole 和 Tamoxifen 溶于适量的蒸馏水中, 然后均匀拌入人工饵料, 对照组饲料拌入蒸馏水, 分别放入烘箱中烘干后投喂, 每天 2 次, 采用饱足投喂法。药物处理剂量及处理区间见表 1。

1.4 材料的收集与组织学观察 从孵化后第 5 d 开始, 5 ~ 20 d 每 1 d (取全鱼) 用 10% 的中性甲醛固定 1 次材料, 20 d 后每 5 d (取肾脏和性腺) 用 10% 的中性甲醛固定 1 次材料。固定好的材料用酒精梯度脱水、二甲苯透明、常规石蜡包埋后做横切片, 切片厚度为 6 μm, H. E 染色, 用光学显微镜观察, 显微拍照。

1.5 性比的统计 在孵化后 130 d 时, 从各实验组随机取鱼 50 尾, 乙醚麻醉后解剖。先肉眼鉴别雌雄, 然后将性腺取出用 10% 的中性甲醛固定, 固定好的性腺同 1.4 节做常规石蜡切片, 用显微镜观察, 进一步用组织学的方法对肉眼鉴定的雌雄性别进行确证。

2 结果

2.1 药物处理后性比的统计 用 Fadrozole 和 Tamoxifen 处理后, 在孵化后 130 d 时进行的性比统计结果见表 1。

表 1 药物处理分组设置及孵化后 130 d 时的性比统计结果

Table 1 Drugs and their concentrations used for treatment of *S. meridionalis* and sex ratios at 130 days after hatching

药物处理 Drug treatment	剂量 (mg/kg) Dosage	解剖鱼数 (尾) Dissected fish number	雄鱼数(尾) Male fish number	雄鱼所占 比例(%) The ratio of male fish
对照 Control	0	50	0	0
Fadrozole	100	50	28	56
Tamoxifen	25	50	35	70

* mg/kg 为每 kg 饲料添加的药物剂量。各组处理区间为孵化后 5 ~ 48 d, mg/kg represents the drug dosage per kg fish feed. The experimental period in each group spanned 5 - 48 days after hatching)

2.2 性腺的分化过程 性腺的分化包括两个方面, 一是解剖学上的分化, 二是细胞学上的分

* 焦保卫. 性类固醇激素对南方鲶性别分化的影响. 西南师范大学硕士学位论文[D]. 2003. 5

化。

2.2.1 解剖学上的分化 在解剖学上,南方鲶性腺分化最主要的特征是雌性卵巢腔以及雄性精巢壶腹的形成。组织切片观察表明,雌性性腺从孵化后第 8 d 开始可见生殖嵴横切面的端部产生两个组织突起,这是雌性性腺分化的开始。随后两个突起逐渐伸长,在孵化后 12 d 左右可见一些部位的突起接触并融合,形成卵巢腔(图版 I :1 ~ 4)。南方鲶雄性的早期性腺中无腔、管等特殊结构,因此在早期的分化中无明显的形态上的变化,但在雌性性腺卵巢腔的形成期间,雄性生殖嵴横切面的形状与雌性生殖嵴有明显的差别,向雌性方向分化的生殖嵴的横切面端部较宽,呈圆形或有突起,切面的整体形状较粗短(图版 I :1, 2),而将分化成精巢的生殖嵴横切面的端部尖直,切面的整体形状较细长,外观平直无突起(图版 II :1 ~ 4),在精巢

发育的整个过程中都保持这一特性。精巢壶腹形成较晚,约在孵化后第 130 d 才开始形成(图版 II 6)。

2.2.2 细胞学上的分化 生殖腺中生殖细胞的分化称为性别的细胞学分化。观察发现,南方鲶卵巢中原始生殖细胞(primordial germ cell, PGC)约在孵化后第 29 d 开始有丝分裂(图版 I :6) 35 d 时卵原细胞大量分裂增殖,可见成团发育着的卵原细胞(图版 I :7) 55 d 时可见较多的初级卵母细胞分散在生殖上皮之中,这标志着卵巢中一些生殖细胞已开始进入成熟分裂(图版 I :8)。精巢约在孵化后 85 d 时有少量的 PGCs 开始有丝分裂(图版 II 5),在 130 d 时进入精原细胞活跃分裂期,并可见少量的初级精母细胞(图版 II 6)。南方鲶雌雄性腺中生殖细胞的活动和生殖细胞数目的增加出现明显的时间上的差异(表 2,图 1)。

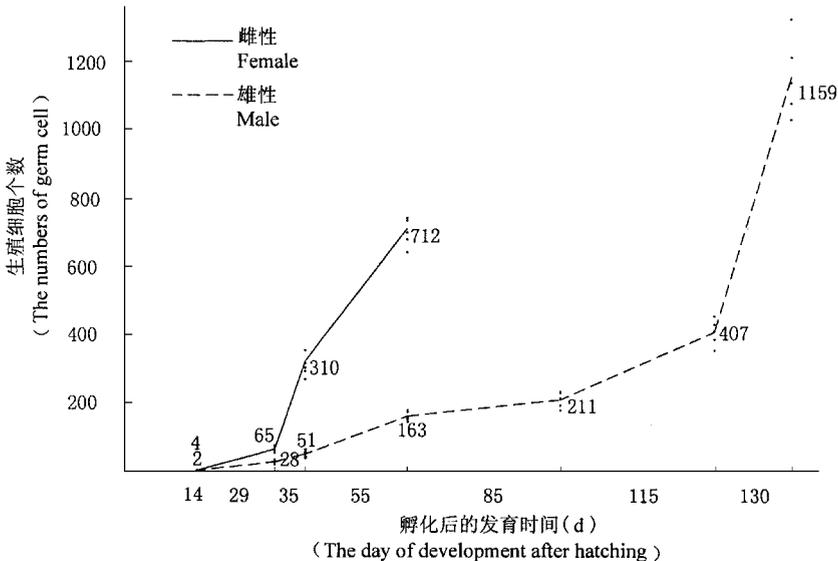


图 1 孵化后 14 ~ 130 d 南方鲶生殖腺中段最大横切面上生殖细胞数目的增长
 Fig. 1 Germ cell numbers on the maximum transverse section of the gonads 14 - 130 days after hatching, *S. meridionalis*

图中各日龄段随机取 5 尾鱼,在每尾鱼生殖腺中段的切片中取 5 个横切面分别记数生殖细胞(记左右性腺生殖细胞的总数),用其中生殖细胞数最多的横切面的生殖细胞数作为该尾鱼生殖腺中段一个横切面上的生殖细胞数(图中各点所示)。计算 5 尾鱼生殖腺中段一个横切面的生殖细胞数的平均数(取整数),用平均数作为该日龄鱼生殖腺中段一个横切面的生殖细胞数(图中所标记数字)。图 1 中各日龄鱼体长见表 3。

The number of the germ cell in five transverse sections in the middle of a gonad from each of five randomly picked fish covering various day-age (In each transverse sections, added up the germ cells in the two gonads of a fish), then used the biggest number to represent the germ cells in a transverse section in the middle of the gonad. The mean number of the germ cells in the transverse section in the middle of the gonad in five fish. The mean number to stand for the germ cells in a transverse section in the middle of the gonad (the marked number in the figure). Please refer to the length of the fish body used in Fig. 1 in Table 3.

表 2 南方鲶卵巢及精巢中生殖细胞有丝分裂和减数分裂时间比较

Table 2 Time sequences of germ cell mitosis and meiosis in the ovary and testis of *S. meridionalis*

	有丝分裂开始时期 Beginning time of mitosis(d)	鱼体长(cm) Length of the fish body	有丝分裂活跃期 Time of mitosis(d)	鱼体长(cm) Length of the fish body	减数分裂开始时期 Beginning time of meiosis(d)	鱼体长(cm) Length of the fish body
卵巢 Ovary	29	4.2	35	4.9	55	6.5
精巢 Testis	85	7.6	130	10.2	130	10.2

表 3 图 1 中各日龄鱼的体长(cm)

Table 3 Lengths of the fish used in the Fig.1

	日龄 Day(d)						
	14	29	35	55	85	115	130
雌鱼 Female fish	2.26 ± 0.02	3.98 ± 0.05	4.94 ± 0.03	6.50 ± 0.03			
雄鱼 Male fish	2.17 ± 0.02	3.95 ± 0.04	4.96 ± 0.02	6.48 ± 0.03	7.36 ± 0.03	9.32 ± 0.04	10.47 ± 0.03

* 表中数据为平均体长与标准差 [The data in the table represent the mean length of fish body and the standard deviation(mean ± SD)]

3 讨 论

3.1 人工繁殖南方鲶为全雌鱼 本实验的对照组为 100% 的雌鱼,即南方鲶人工授精孵化的鱼苗为全雌种群。研究性腺分化的时间,比较雌雄性腺分化的特点,从人工繁殖的鱼苗中不能获得雄性实验材料,而自然环境中捕获的仔鱼又难以准确地确定其孵化时间,因此,本实验通过 Fadrozole 和 Tamoxifen 处理以获得与雌鱼同龄的雄鱼材料。

人工繁殖的南方鲶为全雌鱼苗,而自然繁殖的南方鲶性比约为 1:1^[3]。由于人工繁殖过程与自然繁殖最明显的差异在于将孵化和仔稚鱼期的饲养温度由 15℃ 左右增加到了 24℃ 左右,吴天利* 研究了温度对南方鲶性别分化的影响,并同时使用乙炔基睾酮对性未分化的南方鲶幼鱼进行雄性化诱导,但发现温度对南方鲶性别分化无影响,乙炔基睾酮亦不能诱导南方鲶雄性化,处理组别及对照组都为 100% 的雌鱼。通过实验排除了光线以及孵化和饲养水的 pH 值对其性比的影响。本研究使用雌激素合成的关键酶——芳香化酶的抑制剂 Fadrozole 和雌激素受体拮抗剂 Tamoxifen 处理得到雄鱼,并对雌雄性腺分化过程进行系统的组织学观察,了解其雌雄性腺分化的差异。用 Fadrozole 和 Tamoxifen 处理得到了雄鱼,即阻断雌激素的生理作用可以使雌鱼性逆转为雄鱼,这说明雌

激素在南方鲶的性别分化中具有重要作用。然而,人工繁殖南方鲶全雌化的内在机制还不清楚,本实验室正在进行这方面的研究工作。

3.2 卵巢腔的形成方式 卵巢腔的形成是判断性腺向卵巢分化的一个重要而可靠的形态学标准。但在不同的鱼类,初始卵巢腔的形态、形成的时间和方式各不相同。Nakamura 等^[4]的研究发现杜父鱼属(*Cottus*)和罗非鱼属(*Oreochromis*)鱼类卵巢腔的形成是生殖腺的外侧面上下各形成一个组织突,两个突起向下向上延伸,在侧面融合而形成卵巢腔;泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)卵巢腔的形成是在连接性腺的腹膜壁上有一小团细胞,它们逐渐延伸,和生殖腺的边沿融合形成卵巢腔;青鳉(*Oryzias latipes*)卵巢腔的形成是性腺向体腔后壁拉伸,其边沿与体腔后壁融合形成卵巢腔。南方鲶卵巢腔的形成方式与上面所述的几种鱼是不一样的,其形成方式是在生殖嵴腹面形成两个纵向的组织突,两个组织突伸长,向腹面方向靠拢,融合在一起而形成卵巢腔,或者一侧的组织突生长较快,向另一侧弯曲生长,越过生殖腺的腹中线与另一侧的组织突融合而形成卵巢腔。

3.3 早期性别的判断及性腺分化的时间 许

* 吴天利. 南方鲶的性别分化过程及温度依赖型性别决定的研究. 西南师范大学硕士论文 [D] 2000.5.

多研究表明,分化成精巢的生殖腺中,微血管往往出现在其背部,而在将分化成卵巢的生殖腺中,微血管往往出现在侧面及中央^[4-7];分化成精巢的生殖腺中,基质细胞聚集分布,而这些聚集分布的基质细胞以后会发育成精小管和精巢的间质细胞^[4]。大西洋鲑(*Salmo salar*)生殖腺横切面呈圆形的分化为卵巢,生殖腺横切面呈三角形的分化为精巢^[5],林光华等^[6]在研究革胡子鲶性别分化时也发现相似的结果,生殖腺横切面呈梨形的分化为卵巢,生殖腺横切面呈长条形的分化成精巢。在本实验的观察中,未发现性腺微血管、生殖细胞、基质细胞等的规律性分布,但南方鲶早期性腺横切面形状具有两种类型:一种性腺横切面粗短[在观察的 10 尾鱼中,长宽比约 2.2(1.2~2.7)],端部钝圆,稍晚其端部形成突起,它将发育成卵巢;另一种性腺横切面细长[在观察的 10 尾鱼中,长宽比约 3.9(3~5)],端部尖直,这种性腺将发育成精巢。南方鲶早期性腺的这些特征与林光华等^[8]对革胡子鲶的研究结果是相似的。

有关鱼类性腺分化的时间,不同的种类及其性别之间存在着较大的差异。青鳉在雌性胚胎中分化较早和较快,性分化开始于孵化期,黑口新鰕虎(*Neogobius melanostomus*)在孵化后 15~20 d 分化,黑海鲷(*Liza saliens*)在孵化 2~3 个月后才发生性分化^[9];非洲鲶(*Clarias gariepinus*)出膜后 28 d 可辨认出卵巢的分化,精巢则在出膜后 42 d 时才能确认^[10];泥鳅出膜后 23~26 d 时,其性腺的不对称分布可能是泥鳅性腺分化的早期特征^[11]。本实验显示,南方鲶在出膜后 7 d 左右雌性性腺由于形成突起或横切面端部钝圆而易与横切面呈细长没有突起的早期精巢相区别。解剖学上,卵巢明显区别于精巢的时间是在孵化后 12 d 左右,这时卵巢腔已基本形成。

3.4 性腺细胞学上的分化 尽管生殖腺解剖学的分化可以作为性腺雌雄判别的很好依据,但细胞学上的分化依然是性别判断的最可靠的依据。一般认为,生殖细胞的分化发生在形态学的分化之后,即在个体发生稍晚的时期才发

生,它指的是性原细胞通过成熟分裂产生性母细胞的过程,这个过程在某些鱼类甚至延迟到更晚的时期,如洄游鱼类精子的发生一般是在产卵洄游之前不久才开始的^[12]。其实,性腺中生殖细胞的活动并非只在成熟分裂时才发生分化,雌雄生殖腺中的生殖细胞在早期的有丝分裂活动中就显示出了巨大的差别。青鳉刚孵化出膜时,其雌雄性腺中生殖细胞的数目就有不同,在注定要发育成卵巢的性腺中生殖细胞的数目比注定要发育成精巢的性腺中生殖细胞要多,而且卵巢中生殖细胞的有丝分裂和成熟分裂所发生的时间都要比精巢中的生殖细胞早^[13-15]。Onitake^[16]在 1972 年强调:遗传型雌性青鳉生殖细胞有丝分裂发生在孵化之前,而遗传型雄性青鳉生殖细胞有丝分裂在孵化后幼鱼体长达 6.5 cm 时才发生。本研究也发现南方鲶早期雌雄性腺中生殖细胞数目增加的时期明显不同,在同一日龄,生殖细胞的数目差异显著,雌性生殖细胞的活动和分化明显先于雄性(图 1)。

总之,从组织学和细胞学上观察,南方鲶雌雄性别分化早期就有很大差异,雌性分化明显早于雄性:卵巢腔在孵化后 12 d 左右形成,而精巢壶腹在孵化后 130 d 左右才开始形成;卵巢在孵化后 35 d 左右生殖细胞进入活跃分裂期,精巢则在孵化后 130 d 左右生殖细胞才进入活跃有丝分裂增殖期;卵巢中生殖细胞在孵化后 55 d 开始进入成熟分裂,而精巢中生殖细胞在孵化后 130 d 左右才进入成熟分裂。然而,正如前面所述,从自然环境中捕获的幼鱼难以准确地确定其孵化时间,因此南方鲶在自然条件下性腺的分化是否与实验条件下相一致,还需要进一步的研究确定。

参 考 文 献

- [1] 张耀光,谢小军.南方鲶的繁殖生物学研究:性腺发育及周年变化.水生生物学报,1996,20(1):8~21.
- [2] 邓思平,王德寿,张耀光等.外源激素对南方鲶血清促性腺激素水平的影响.西南师范大学学报(自然科学版),2003,28(4):614~617.
- [3] 谢小军,龙天澄,曹振东.南方鲶的繁殖群体的结构及

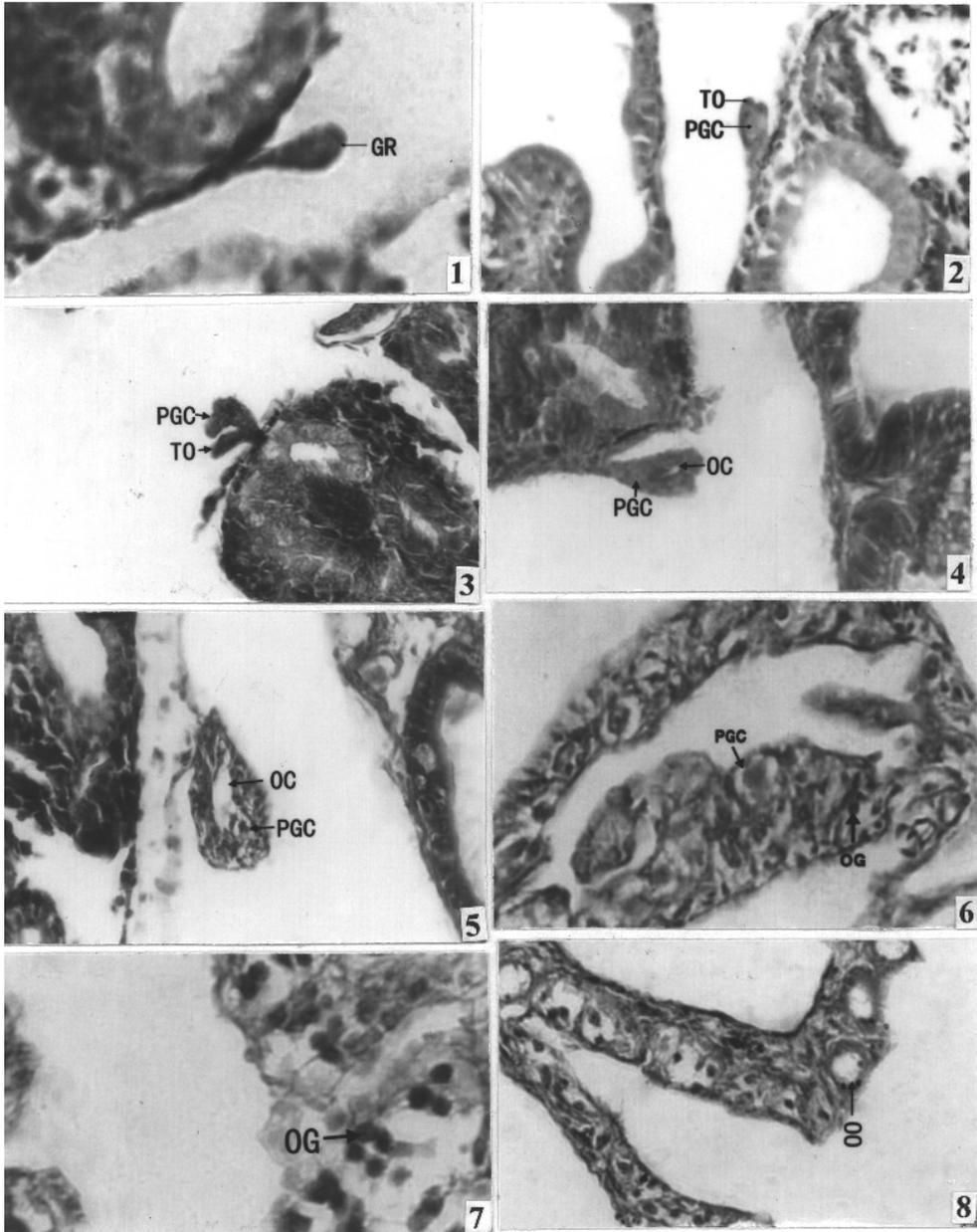
- 生长. 西南师范大学学报(自然科学版), 1994, **19**(1): 71 ~ 78.
- [4] Nakamura M, Kobayashi T, Chang X T, *et al.* Gonadal sex differentiation in teleost. *J Exp Zool*, 1998, **281**: 362 ~ 372.
- [5] 赵维信, Harache Y, 刘丽燕. 大西洋鲑性腺分化及热休克的影响. 水产学杂志, 1994, **7**(2): 1 ~ 5.
- [6] 林光华. 革胡子鲶精巢分化和精母细胞超微结构的研究. 南昌大学学报(理科版), 1995, **19**(2): 158 ~ 163.
- [7] 刘少军. 革胡子鲶原生殖细胞的起源、迁移及性腺分化. 水生生物学报, 1991, **13**(2): 153 ~ 156.
- [8] 林光华, 熊敬维. 革胡子鲶卵巢在第一次性周期内分化与发育的研究. 动物学研究, 1995, **16**(4): 365 ~ 372.
- [9] 施琼芳. 鱼类性腺发育研究新进展. 水生生物学报, 1988, **12**(3): 248 ~ 258.
- [10] Van Den Hurk R, Richter C J J, Janssen-Dommerholt J. Effects of 17α -methyltestosterone and 11β -hydroxyandrostenedione on gonad differentiation in the African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*, 1989, **83**: 179 ~ 191.
- [11] 高书堂, 高令秋, 岳朝霞. 泥鳅原始生殖细胞的发生、迁移和性腺分化. 武汉大学学报(自然科学版), 1998, **44**(4): 477 ~ 480.
- [12] Г. М. 彼尔索夫著. 鱼类的性别分化. 北京: 农业出版社, 1975.
- [13] Yamamoto T. Artificial induction of functional sex-reversal in genotypic females of the medaka, *Oryzias latipes*. *J Exp Zool*, 1958, **137**: 227 ~ 260.
- [14] Tsuzuki E, Egami N, Hyodo Y. Multiplication and sex differentiation of germ cells during development in the medaka, *Oryzias latipes*. *Jap J Ichthyol*, 1966, **13**: 176 ~ 182.
- [15] Hyodo Y, Tuzuki E, Egami N. Multiplication of primordial germ cells and initiation of meiosis in the medaka, *Oryzias latipes*. *Jap J Exp Morphol*, 1966, **20**: 98.
- [16] Onitake K. Morphological Studies of normal sex-differentiation and induced sex-reversal process of gonads in the medaka, *Oryzias latipes*. *Annot Zool Jap*, 1972, **45**: 159 ~ 169.

张修月等 南方鲶性腺分化的组织学观察

图版 I

ZHANG Xiu-Yue *et al.* Histological Observation on Gonadal Sex Differentiation in the Southern Catfish, *Silurus meridionalis*

Plate I



卵巢分化过程 (The process of the differentiation of ovary)

1. 7 日龄性腺, 示生殖嵴 (GR) (A gonad of 7 days after hatching, showing genital ridge) × 380; 2. 8 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) 组织突 (TO) (A gonad of 8 days after hatching, showing primordial germ cells and tissue outgrowth) × 380; 3. 10 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) 伸长的组织突 (TO) (A gonad of 10 days after hatching, showing primordial germ cells and elongated tissue outgrowth) × 380; 4. 12 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) 融合的组织突及刚形成的卵巢腔 (OC) (A gonad of 12 days after hatching, showing primordial germ cells and two tissues were fusing to form ovarian cavity) × 380; 5. 14 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) 卵巢腔 (OC) (A gonad of 14 days after hatching, showing primordial germ cells and ovarian cavity) × 380; 6. 29 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) 卵原细胞 (OG) (A gonad of 29 days after hatching, showing primordial germ cells and oogonium) × 380; 7. 35 日龄性腺, 示卵原细胞 (OG) (A gonad of 35 days after hatching, showing oogonium) × 380; 8. 55 日龄性腺, 示卵母细胞 (OO) (A gonad of 55 days after hatching, showing oocyte) × 380

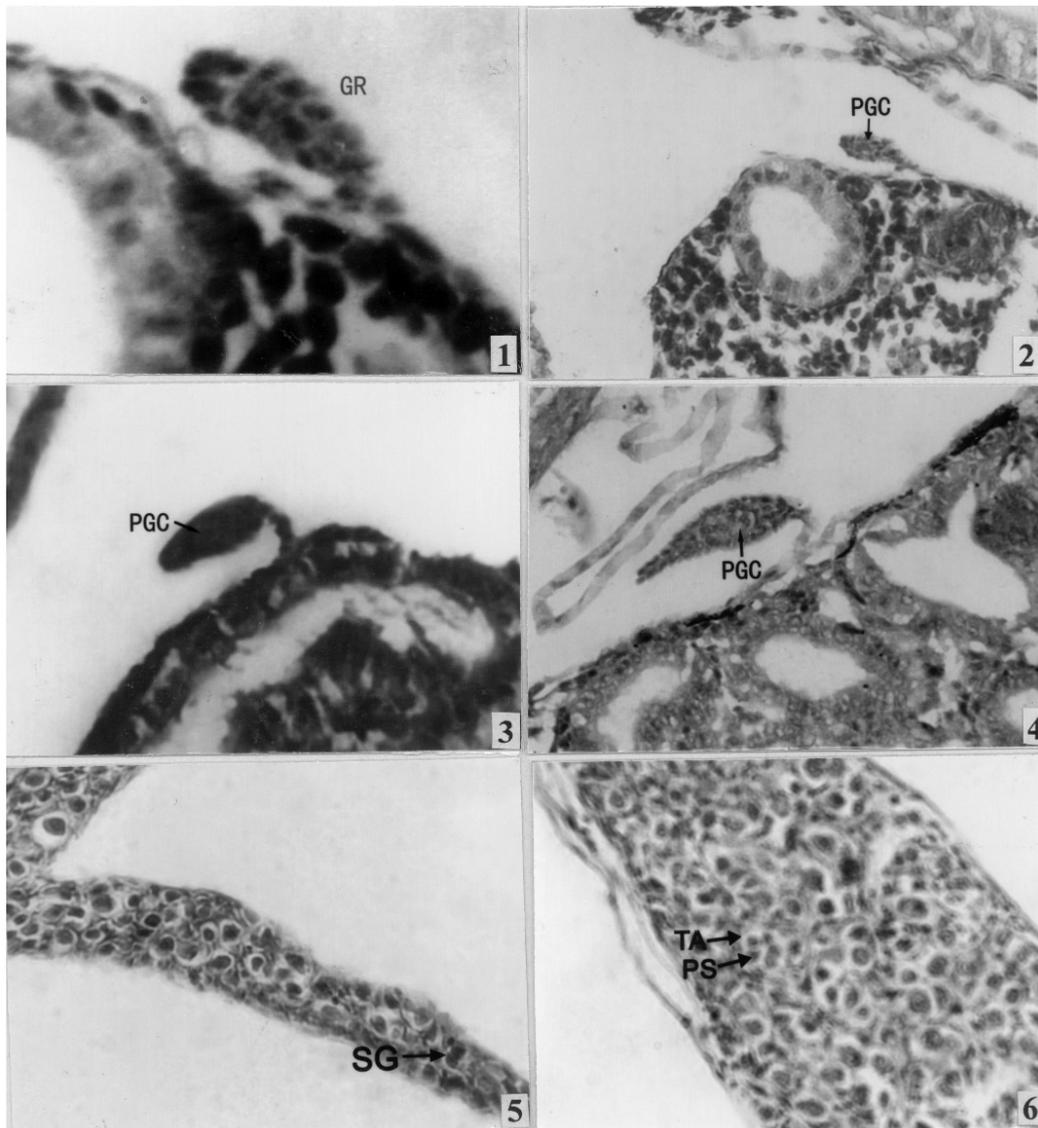
张修月等:南方鲶性腺分化的组织学观察

图版 II

ZHANG Xiu-Yue *et al.*: Histological Observation on Gonadal Sex Differentiation

in the Southern Catfish, *Silurus meridionalis*

Plate II



精巢分化过程 (The process of the differentiation of testis)

1. 7 日龄性腺, 示生殖嵴 (GR) (A gonad of 7 days after hatching, showing genital ridge) × 760; 2. 10 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) (A gonad of 10 days after hatching, showing primordial germ cells) × 380; 3. 12 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) (A gonad of 12 days after hatching, showing primordial germ cells) × 380; 4. 14 日龄性腺, 示原始生殖细胞 (PGC) (A gonad of 14 days after hatching, showing primordial germ cells) × 760; 5. 85 日龄性腺, 示精原细胞 (SG) (A gonad of 85 days after hatching, showing spermatogonia) × 380; 6. 130 日龄性腺, 示精巢壶腹 (TA), 初级精母细胞 (PS) (A gonad of 130 days after hatching, showing testicular ampulla and primary spermatocytes) × 380

本图版为 Fadrozole (100 mg/kg) 处理组中的雌鱼和雄鱼的性腺分化过程, Tamoxifen (25 mg/kg) 处理组和对照组中性腺分化过程与 Fadrozole 处理基本一致。The processes of gonadal sex differentiation of female and male fish from Fadrozole treated group (100 mg/kg). The processes of gonadal sex differentiation from the Tamoxifen (25 mg/kg) treated group and the control group were approximately similar to the Fadrozole treated group]