

## 不同生殖期鳊肝脏超微结构变化的观察

方展强 郑文彪 符路娣

(华南师范大学生命科学学院, 广州 510631)

**摘要:** 应用透射电镜对生殖季节与非生殖季节鳊肝脏超微结构的变化进行了观察。鳊肝细胞含有单个卵圆形的核, 核仁清楚; 细胞质内含有粗面内质网、线粒体、糖原颗粒和脂滴等细胞器和内含物。胆小管由相邻的数个肝细胞质膜凹陷围成, 而肝血窦则由内皮细胞的胞质构成。还发现了贮脂细胞、枯否氏细胞和成纤维细胞。胆小管腔和窦周隙内浸润许多由肝细胞发出的微绒毛结构。鳊肝细胞的超微结构在产卵前后呈现明显变化: 产卵前的肝细胞内富含线粒体、糖原颗粒和脂滴, 粗面内质网发达; 而产卵后的肝细胞内核仁发生迁移, 部分细胞核囊泡化, 糖原颗粒和脂滴排空, 少数肝细胞具双核结构。非生殖期多数肝细胞核含有双核仁结构, 胞质内溶酶体数量增多。

**关键词:** 鳊; 肝脏; 生殖季节; 超微结构

**中图分类号:** S965.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3207(2003)06-0607-07

鳊(*Siniperca chuatsi* Basilewsky) 隶属于鲈形目(Percoidea)、科(Serranidae), 俗称桂花鱼, 分布于东亚各大水系, 是一种名贵的淡水鱼类。自 80 年代人工繁殖成功以后, 已成为淡水主要名优养殖对象。有关鳊的研究报道常见于其人工繁殖、疾病防治以及资源和生态学方面的研究。迄今未见较为详细的有关鳊肝脏微细结构研究的报道。为了进一步充实和提供鳊繁殖生物学资料并为人工养殖提供科学依据, 作者对鳊不同生殖期肝脏超微结构的变化进行了观察。

### 1 材料与方法

**1.1 观察材料** 二龄性成熟鳊雌鱼取自广东省南海市水产养殖场池塘, 体重 600—1000g, 体长 270—370mm。分别于 2000 年在鳊生殖季节(5—6 月)的产前、产后及非生殖季节(10 月)收集肝脏样品。

**1.2 肝脏的组织切片和透射电镜样品制备** 部分样品用 Bouin 氏液固定, 石蜡包埋, 连续切片厚度 5—6 $\mu$ m, H·E 染色, 用以观察肝的组织结构。电镜制片样品切成 1mm<sup>3</sup> 小块, 用 4% 戊二醛作前固定, 缓冲液冲洗, 再用 1% 锇酸固定, 按常规系列乙醇脱水, Epon812 包埋, 超薄切片, 醋酸铀及柠檬酸铅复染, 最后置 H—300 型日立牌透射电镜观察及拍照。

### 2 结果

#### 2.1 肝脏的解剖及组织结构

鳊肝脏位于腹腔前部的食道腹面, 前端与腹膈膜相连, 后部游离于胃、肠及幽门囊之上。活体呈红褐色, 表面可见枝状分布的血管, 明显分为左右两叶。右叶有次级分叶, 右叶前部较小, 向后端逐渐变大并于中间处分叉为两叶; 左叶前半部分粗大, 下端边缘起伏呈 W 形, 后半部分细长呈尖细状(图版 I: 1)。胆囊埋于肝脏内, 呈绿色的长椭圆形, 胆囊背方有部分区域与肝右叶内面相贴, 胆管始于与肝相贴区域。

肝脏表面被有浆膜, 浆膜深层有一层结缔组织包绕整个肝, 结缔组织主要由排列规则的胶原纤维和分散的成纤维细胞组成, 并随血管和神经等进入肝实质内, 将之分隔成许多肝小叶。肝小叶呈不规则状, 其中央为中央静脉, 肝细胞从中央静脉向肝小叶四周不规则地呈放射状分布, 形成相互分支吻合的肝板, 在肝板之间, 是迂回曲折的肝血窦, 血窦腔中见有大量红细胞(图版 I: 2)。肝板由许多肝细胞构成。光镜下观察, 肝细胞呈卵圆形, 排列紧密, 细胞界线不明显, 细胞核大而圆, 位于细胞的一侧, 嗜碱性, 核膜清晰; 胞质极为丰富, 嗜酸性, 含有粒状或团块状的嗜碱性物质。相邻肝小叶之间的结缔组织

收稿日期: 2002-02-04; 修订日期: 2002-05-10

基金项目: 广东省科委科技攻关项目(2KFDC402N)资助

作者简介: 方展强(1953—), 男, 广东普宁人; 教授, 硕士; 从事动物学教学和研究。Email: fangzhang@scau.edu.cn

较少, 之间没有明显界限, 在肝小叶三角区分布有胆小管、门静脉和肝动脉等结构。

## 2.2 肝脏的超微结构

肝细胞呈卵圆形, 细胞直径 7—22 $\mu\text{m}$ , 单个核, 核直径 4—5 $\mu\text{m}$ , 双层核膜清晰, 核周隙较大, 核孔清晰易见; 核仁位于核中央, 大而清晰, 明显区分为 A、B、C 三部分结构, 组成各部分的微丝的直径有明显区别: A 部分最细, 直径 2—5nm; B 部分呈颗粒状, 直径 10—18nm, 占最大部分; C 部分呈较粗颗粒状, 直径 20—30nm, 围绕 A 与 B 部分分布; A/B/C 三部分之间的比例随肝脏细胞所处的活动状态改变而发生变化。核膜内缘可见染色深的颗粒物质, 为周围染色质(图版 I: 3)。细胞质内含丰富的细胞器及内含物。线粒体大小不一, 呈圆球形, 数量多。粗面内质网围绕核分布, 囊上布满核糖体颗粒(图版 I: 3)。大小不一的圆形脂滴, 直径在 0.5—4.5 $\mu\text{m}$  之间(图版 I: 4)。此外, 还含有溶酶体, 具单层膜包裹(图版 I: 5)。

相邻的肝细胞质膜凹陷形成管腔窄小的胆小管, 一般由 2—3 个肝细胞围成。肝细胞表面突起形成微绒毛, 浸润在胆小管腔内(图版 I: 5)。肝血窦位肝细胞板间, 呈不规则管状结构。鳊肝血窦腔较宽, 内可见许多红细胞。扁平的内皮细胞构成了肝血窦壁, 具胞核部分较厚, 电镜下可见膜孔(图版 I: 4)。肝细胞与围成肝血窦的内皮细胞之间的间隙称窦周隙。肝细胞表面突起形成的微绒毛长短不一并游离于窦周隙(图版 I: 4)。在窦周隙附近可见贮脂细胞(Fat storing cell), 胞体呈梭形, 核大, 未见核仁; 胞质内含游离的核糖体、溶酶体、线粒体和粗面内质网数量少; 胞体与窦周隙接触, 但未见微绒毛结构(图版 I: 4)。呈星形状的巨噬细胞(枯否氏细胞, Kupffer cell), 胞体较大, 形成突起状结构, 其胞核不规则, 不具核仁, 异染色质丰富(图版 I: 6)。成纤维细胞其胞核不规则, 不具核仁, 周围染色质电子密度高, 胞质内含大量的胶原纤维, 它们结合在一起共同构成保护肝组织表面和肝血窦的结构(图版 I: 6)。

## 2.3 产卵前后肝细胞的超微结构变化

产卵前 肝细胞呈卵圆形, 细胞直径 11—20 $\mu\text{m}$ 。细胞核呈不同程度的凹陷。可见核仁边移, 形态分析表明, A、B 和 C 部分别各占核仁总量的 28%、34% 和 38%。胞质内线粒体数量多, 并含有 1—2 个溶酶体(图版 II: 7)。粗面内质网发达, 多并聚成叠, 而滑面内质网则呈管泡状散布; 胞质内含有

丰富的糖原和脂滴颗粒(图版 II: 8)。

产卵后 肝细胞体积明显缩小, 细胞直径约 7—14 $\mu\text{m}$ 。胞质/胞核比率减小, 相邻细胞界限较产前清晰, 胞核变形, 胞质内出现较多溶酶体; 胞质中糖原颗粒排空, 脂滴颗粒数量减少(图版 II: 9)。发现肝细胞具双核结构, 核仁 A、B 和 C 部分别各占核仁总量的 22%、50% 和 28%。(图版 II: 10)。部分肝细胞的胞核中出现许多大小不一的囊泡结构(图版 II: 11)。

## 2.4 非生殖季节肝细胞的超微结构

进入非生殖季节, 鳊肝细胞呈三角形、梭形或多边形, 细胞体积缩小更为明显, 细胞直径约 7—10 $\mu\text{m}$ , 核直径 3—4 $\mu\text{m}$ , 核仁 1—2 个边移并紧贴核膜, 双核仁相互分开或连接成哑铃状; 胞质中线粒体数量少, 但溶酶体颗粒增多; 未见典型的粗面内质网结构(图版 II: 12)。

## 3 讨论

### 3.1 鳊肝脏的组织学及超微结构特点

肝脏是脊椎动物体内最大的消化腺, 其形状因种类而异。多数种类肝脏分叶, 但七鳃鳗及少数硬骨鱼类肝脏不分叶<sup>[1]</sup>。鳊肝脏为多分叶状的实心腺体, 与多数肉食性硬骨鱼种类所描述的相似<sup>[2-4]</sup>, 但与草食性或杂食性的鲤科鱼类有明显区别, 这些类群的鱼类其肝脏分散无一定形分布在肠系膜上, 且混有胰腺组织<sup>[5]</sup>。超微结构观察表明, 鳊与其他脊椎动物肝组织结构基本上是类似的, 都是由具有肝的结构和功能的单位肝小叶所构成。鳊由于肝小叶周围的结缔组织较少, 肝小叶形状不规则, 分界不明显, 这也是硬骨鱼类肝脏的共同特征<sup>[6]</sup>。许多观察结果表明, 硬骨鱼类肝细胞通常仅具单核结构<sup>[4,7]</sup>, 但作者的观察表明, 鳊在产卵后期发现肝细胞具双核结构, 类似哺乳类肝细胞所发现的多核现象。超微结构显示, 鳊肝细胞有三种不同的接触面, 即相邻肝细胞的接触, 肝细胞与肝血窦的邻接, 肝细胞与胆小管的邻接。肝细胞这三种接触面的表面结构有所不同, 相邻肝细胞间形成间隙连接的方式, 使接触比较紧密; 肝细胞与血窦之间的接触并不是由一层基膜结构联系, 而是形成一狭小的间隙, 称为窦周隙, 肝细胞近窦周隙端由胞质突起形成众多微绒毛, 浸润在窦周隙腔内。肝细胞内的粗面内质网是合成蛋白质的物质基础, 而滑面内质网则是糖与脂类代谢以及解毒作用的结构, 在肝细胞合成的物质将经过微绒毛进入窦周隙, 再通过内皮细胞胞质间的膜孔

或直接由胞质的吞饮活动而被释放入血腔,再输送到各靶器官;肝细胞的胆小管面也有许多微绒毛,几乎填满胆小管腔内,肝细胞合成的胆汁通过微绒毛汇入胆小管腔,再储存在胆囊里。这三种连接方式使肝组织既具内分泌腺的功能(在肝细胞合成某些物质如性激素等,然后被释放入血腔),又具外分泌功能(分泌胆汁,汇集胆囊内)。鱼类肝血窦除由内皮细胞胞质组成的窦壁构成外,成纤维细胞和枯否氏细胞也参与构成血窦壁,枯否氏细胞具有吞噬异物的能力,可发现细胞质内富含溶酶体或一些被分解的废物残骸,被认为是有机体内单核吞噬细胞系统的重要组成部分,这在其他不同种类的硬骨鱼类已有报道<sup>[7,8]</sup>。因此,鱼类和所有脊椎动物的肝脏在机体内执行的功能都是极其相似的,即都具有分泌胆汁、防御和解毒、代谢等功能<sup>[4]</sup>。

作者对鳊的观察中尚发现,窦周隙壁中还存在另一类细胞,其超微结构与成纤维细胞有明显区别,其胞质内含有一定数量的脂滴,推断为贮脂细胞(Fat storing cell)。迄今为止,对硬骨鱼类肝脏超微结构的研究已较为广泛,但对肝贮脂细胞的报道较少。John 对鲑鱼(*salmo salar*)肝脏的研究曾提及贮脂细胞,但未做进一步的描述与讨论<sup>[9]</sup>。傅俊贤观察了大鼠胚胎发育中肝脏贮脂细胞超微结构的变化,认为贮脂细胞是由间质细胞发育而来<sup>[10]</sup>;对兔子肝脏的研究中,在窦周隙也发现了贮脂细胞,并推测贮脂细胞有贮存脂肪和维生素 A 及参与肝解毒和合成胶原纤维的作用<sup>[11]</sup>。因此,在鳊,贮脂细胞的结构与功能尚需进一步的研究。

### 3.2 不同生殖期鳊肝细胞超微结构变化特点

产卵前鳊肝细胞含有丰富的脂滴及其他的细胞器等,胞体呈卵圆形;排卵后以及进入秋季的鳊,由于在繁殖的过程中消耗了大量营养和能量物质如糖原、脂滴等,逐渐从卵圆形变为椭圆形进而变成三角形或多边形。肝细胞的细胞器和内含物,随机能状态和营养状态的改变而发生变化。细胞核是主宰细胞生命与代谢的结构。Ghosh 提出动物细胞核的核仁可明显分为 A、B、C 三部分,C 部分被认为是核染色体,主要绕着 A、B 部分布,并与 A 部混合,而 B 部却呈均质状,三部分之间的比率会随肝细胞所处的活动状态而改变<sup>[12]</sup>。Sáez 观察到生活在夏季的鲤肝细胞核的核仁 C 部分比生活在冬季的鲤明显增加,而 B 部分显著减少,认为这是肝细胞内需增加 RNA 和 rRNA 的合成以达到 DNA 的分子转录,也即提高细胞基因的表达率,表明肝细胞处于活动活跃

状态。本观察发现产卵前鳊肝细胞核仁十分显著,C 部分(占核仁总体的 38%)明显比产卵后的鳊(占核仁总体的 28%)高,也显示其活动较为活跃。这表明鳊体内的激素分泌促成卵子的成熟及亲鱼的发情追逐等激烈生理过程,各种器官需要肝脏提供更多的合成物质。因此,肝细胞内核仁的出现和形态变化是细胞基因表达的活动特征,可以精确地反映实验鱼个体所处的生活状况。

产前鳊肝细胞富含线粒体,粗面内质网发达,显示此时期的肝细胞呼吸作用强,蛋白质合成与输出较为活跃,与其卵母细胞发育处于第 IV 时相向第 V 时相过渡发育的高物质代谢水平有关。脂类于细胞质内作为能源或为合成细胞内某些物质的原料。有学者提出硬骨鱼类肝细胞内脂滴区的大小与其食性有十分密切的关系,肉食性种类肝细胞内存在明显的脂滴区<sup>[3]</sup>。典型肉食性的鳊排卵前肝细胞含有大量脂滴,排卵后含量相对减少,进入秋季后大幅度减少,甚至较多的肝细胞不见脂滴存在,这显示出减少的脂滴在短时间的生殖过程被动用或消耗。鲤肝脏线粒体的酶系统,在 ATP、Mg<sup>2+</sup> 及细胞色素 C 存在的条件下,可以催化脂肪酸的氧化反应,并证实鱼类与其他脊椎动物一样,是按  $\beta$ -氧化途径分解脂肪酸的<sup>[13]</sup>。值得注意的是,鳊在排卵后肝细胞核中出现大量囊泡化结构,这种现象在其他脊椎动物曾经有过报道,认为肝细胞核内出现了脂滴颗粒,但对肝细胞核的这种变化尚未作出合理解释<sup>[13]</sup>。碳水化合物在动物肝细胞内的存在形式主要为糖原颗粒。已有研究表明,用人胎盘绒毛膜促性腺激素(HCG)注射诱导亲鱼产卵的个体,其肝细胞内的糖原颗粒几乎消失,由此表明肝脏内的糖原被动用并参与了卵母细胞卵黄形成<sup>[4]</sup>。这不难理解产卵前鳊的肝细胞中充满糖原颗粒,排卵后胞质中糖元颗粒迅速减少,表明这一时期胞质内的糖原已经被动用参与了卵母细胞卵黄的形成。

### 3.3 对鳊人工养殖生产上的指导意义

鳊属典型的肉食性鱼类,终生以水中的小鱼和虾为食,其食量颇大,通常饱食时食量可达自重的 10%—15%,人工养殖的鳊生长速度显著高于天然水域的鳊生长速度,这种现象可能是由于天然环境中饲料不足等原因造成的。因此,人工养殖过程中保证饲料鱼的足量供应是十分重要的技术环节。鳊对蛋白质的需求量及对脂肪的消化率都偏高,超微结构显示肝细胞内具发达的粗面内质网和滑面内质网以及糖原和脂滴十分丰富,表明鳊肝脏内对蛋白

质、糖和脂肪等三大物质代谢较为活跃, 鳊肝脏的复杂结构和多样化的功能, 是对其动物食性的相适应, 人工养殖过程中要注意保证高蛋白、高脂肪和低碳水化合物的需要, 此外, 在华南地区, 一冬龄的鳊鱼就已达性成熟, 其产卵季节在每年的 4—8 月份, 在此期间则要保证其体内有足够的蛋白质、糖类和脂肪等营养物质。

参考文献:

[ 1 ] Youson J H, Sargent P A, Ogilvie D, *et al.* Morphology of the green livers in upstream migrants of *Petromyzon marinus* L[J]. *J Morph*, 1986, **188**: 347—361

[ 2 ] Fujita M, Tatsumi H, Ban T, *et al.* Fine structural characteristics of the liver of the cod (*Gadus morhua macrocephalus*), with special regard to the concept of a hepatoskeletal system formed by into cells [J]. *Cell Tiss Res*. 1986, **18**: 553—567

[ 3 ] Leathland J F, Sonstegard R A. Ultrastructure of the liver of lake Erie coho salmon from post hatching until spawning[J]. *Cytobios*, 1988, **54**: 195—208

[ 4 ] Fang Z Q, Zheng W B. Ultrastructure of the liver of Catfish (*Parasilurus asotus* L) [A]. Proceedings of the Sixtieth Anniversary of the Founding of China Zoological Society[C]. Beijing: Chinese Science and Technology Press. 1994. 38—46[ 方展强, 郑文彪. 鳊肝脏超微结构研究. 中国动物学会成立 60 周年纪念论文集]. 北京: 中国科学技术出版社. 1994. 38—46]

[ 5 ] Sáez L, Zuvic T, Amthauer R, *et al.* Fish liver protein synthesis during cold acclimatization: Seasonal changes of the ultrastructure of the carp hepatocyte[J]. *J Exp Zool*, 1984, **230**: 175—186

[ 6 ] Weisel G F. Anatomy and histology of the digestive system of the

padlle fish (*Polyodon spathula*) [J]. *J Morph*, 1973, **140**: 243—256

[ 7 ] Xu H, Ma S Y. The cell structure and ultrastructure of liver tissue in fresh water fish[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 1980, (3): 93—99. [ 徐豪, 马淑懿. 几种淡水养殖鱼类肝脏组织的细胞结构和亚显微结构. 中山大学学报(自然科学版), 1980, (3): 93—99]

[ 8 ] Guo Q L, Lu Q Z. Structure of liver and spleen of the eel (*Anguilla japonica*) [J]. *Acta Zool Sin*, 1994, **40**(2): 125—130[ 郭琼林, 卢全章. 鳗鲡肝脏、脾脏显微与超微结构. 动物学报, 1994, **40**(2): 125—130]

[ 9 ] Robertson J C, Bradley T M. Hepatic ultrastructure changes associated with the parr smolt transformation of Atlantic salmon (*salmo salar*) [J]. *J Exp Zool*, 1991, **260**: 135—148

[ 10 ] Fu J X. Ultrastructure of the development of hepatic fat storing cell in rat embryo[J]. *J First Medical Military Medical University*, 1987, (7): 33[ 傅俊贤. 喂高脂饲料家兔肝贮脂细胞的电镜观察. 第一军医大学学报, 1987, (7): 33]

[ 11 ] Fu J X. Electron microscopic examination of the fat storing cells of liver in rabbits fed with high lipid diet[J]. *Acta Anatomica Sinica*, 1989, **20**(3): 323—326[ 傅俊贤. 大鼠胚胎肝贮脂细胞超微结构的发育. 解剖学报, 1989, **20**(3): 323—326]

[ 12 ] Gosh S. The nucleolar structure[J]. *Int Rev Cytol*, 1976, **44**: 1—24

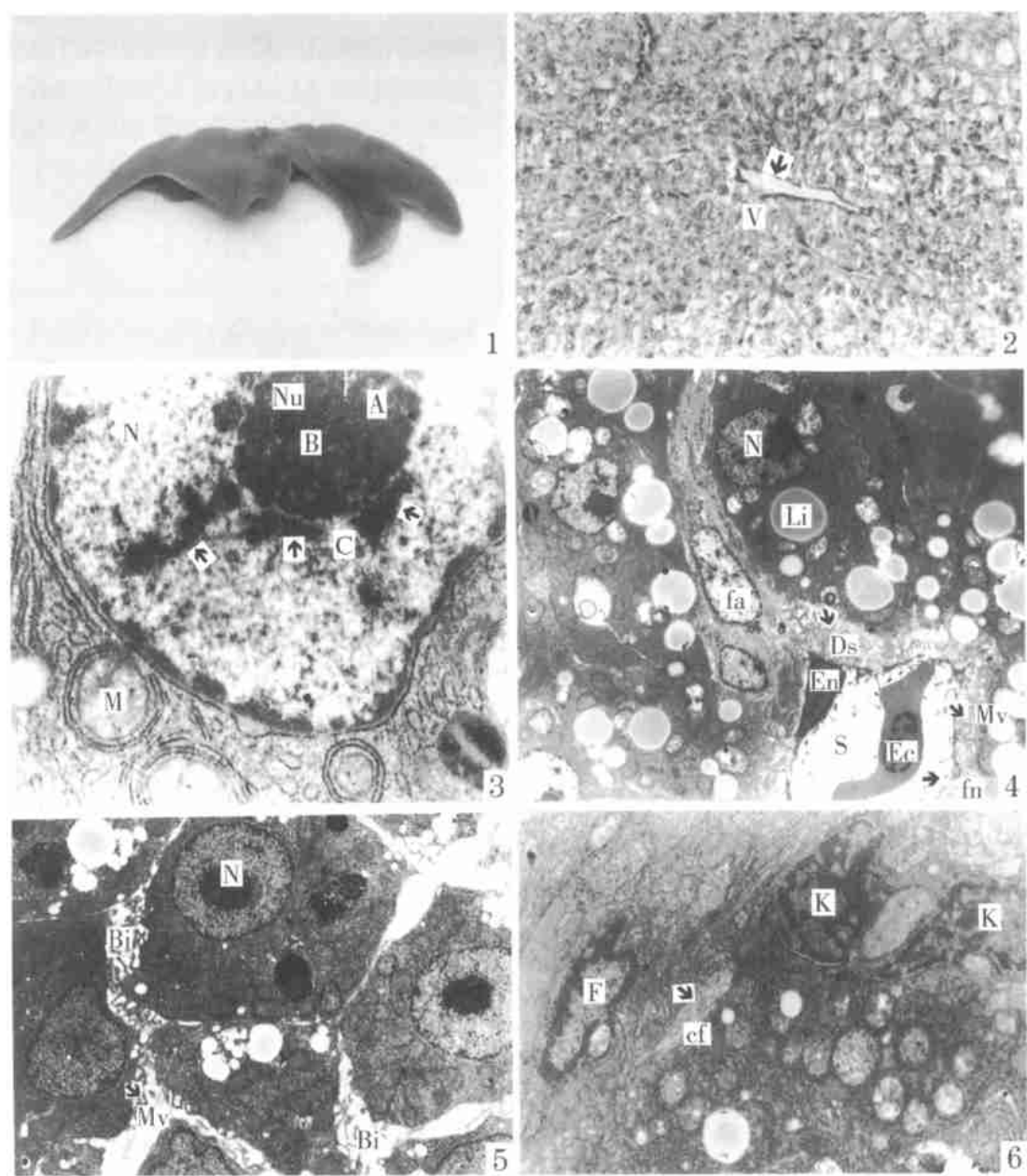
[ 13 ] Laboratory of Electron Microscopy in Secondly Military Medical University, and Laboratory of Electron Microscopy of the Department of Biology in Fudan University. Cellular Ultrastructure and Function [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. 1981[ 第二军医大学电镜室和复旦大学生物系电镜室. 细胞超微结构及功能[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981]

OBSERVATION ON THE ULTRASTRUCTURAL CHANGES OF THE LIVER OF *SINIPERCA CHUATSI* IN DIFFERENT BREEDING SEASONS

FANG Zhan-Qiang, ZHENG Wen-Biao and FU Li-Di  
( College of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631)

**Abstract:** The ultrastructure of liver was examined in *Siniperca chuatsi* Basilewsky at breeding season and non-breeding season in their life cycles, with transmission electron microscopy. The hepatocytes contained an oval nucleus. Pronounced nucleoli were observed in each nucleus. Rough endoplasmic reticulum, mitochondria, glycogen and lipid droplets were abundant in cytoplasm of hepatocytes. The bile canaliculi was makeup by rosettes of up to three hepatocytes. Hepatic sinusoid was formed by endothelial cells. Fat-storing cell, Kupffer cell and fibroblasts were also present in the tissue of liver. The lumen of the bile canaliculi and the space of Disse were occluded by many microvilli extended by hepatocytes. The shape of hepatocytes showed distinct changes before and after spawning, and nucleolus' s activity also appeared obvious different. Nucleolar margination in hepatocyte was very rare before spawning, After spawning, nucleolar margination was very obvious and some of nucleolus appeared vesicles; an apparent decrease in the number of glycogen reserves in the hepatocytic cytoplasm, and some of hepatocyte had two nucleus after spawning. In prespawning adults, mitochondria in cytoplasm was abundant as rough endoplasmic reticulum, showing the marked glycogen reserves and the lipid accumulation in the fish. In non-breeding season, most of hepatocytes contained two nucleolus, and an apparent increase in the number of lysosome was also found in the hepatocytes.

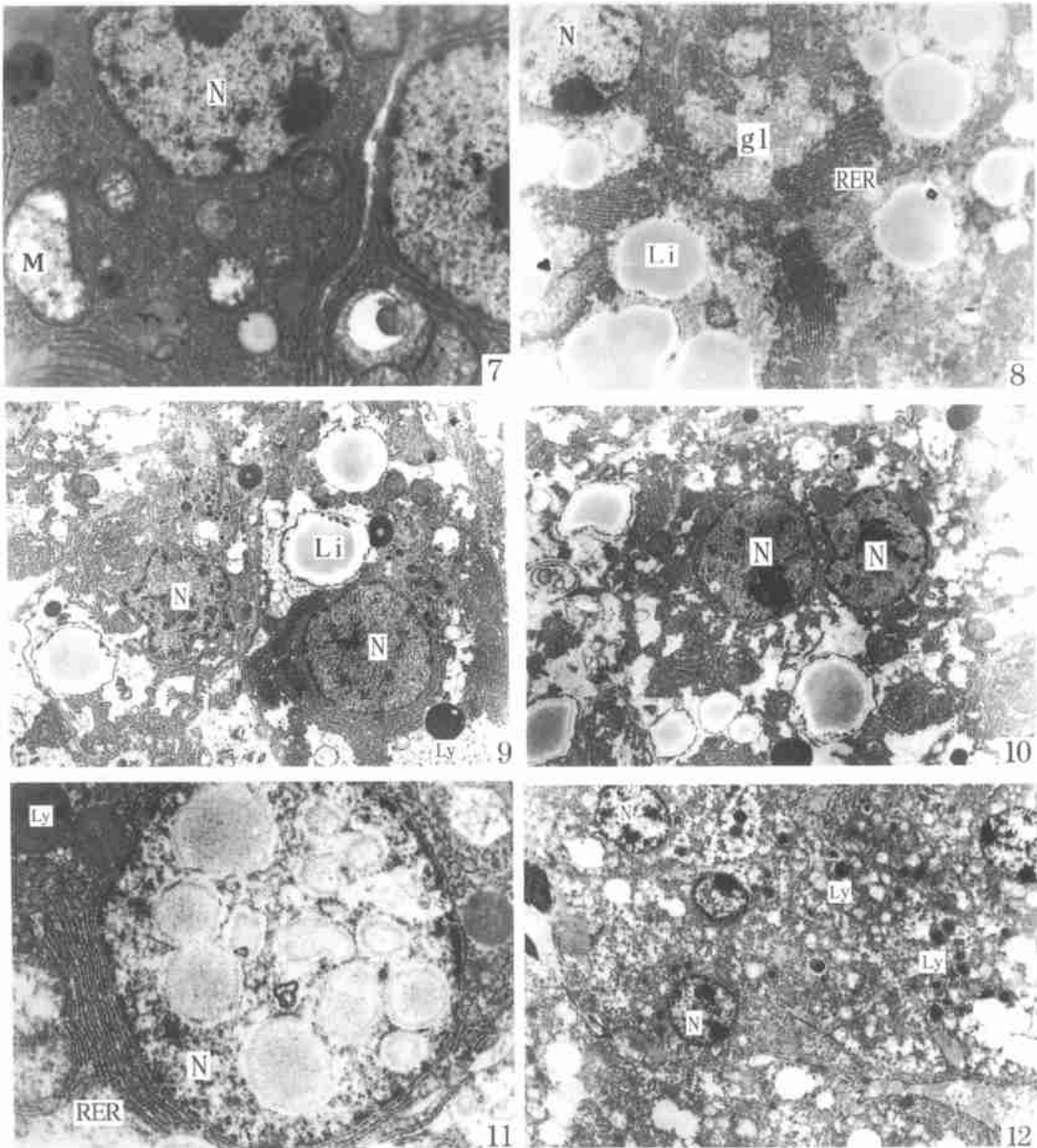
**Key words:** *Siniperca chuatsi* Basilewsky; Liver; Breeding season; Ultrastructure



图版 I

1 鳊鱼肝脏。× 1。2; 2 肝脏组织切片, H E 染色。× 100; 3 肝细胞, 示核仁明显区分为 A、B、C (↓) 三部分结构。× 15, 000; 4 肝细胞与窦周隙、肝血窦的关系。× 3, 000; 5. 示胆小管结构。× 4, 000; 6. 示成纤维细胞和枯否氏细胞 × 7, 000

1 The liver of *Siniperca chuatsi*, × 1. 2; 2 Light micrographs of sections liver tissue, treated with H E. × 100; 3 Showing A, B and C (↓) of nucleolus in hepatocyte, × 15, 000; 4 relationship between the hepatocyte, the space of Disse and the sinusoid, × 3, 000; 5 Showing the bile canaliculus, × 4, 000; 6 Showing the fibroblast and Kupffer cell, × 7, 000



图版 II

7. 产卵前的肝细胞, 双核仁结构, 胞质内含有发达的粗面内质网, 明显扩大的线粒体。× 7, 000; 8. 产卵前的肝细胞, 胞质内富含发达的粗面内质网、糖原颗粒和脂滴。× 4, 000; 9. 产卵后的肝细胞, 胞质内糖原颗粒排空。× 4, 000; 10. 产卵后的肝细胞, 发现双核结构。× 4, 000; 11. 产卵后的肝细胞, 细胞核内出现许多囊泡。× 11, 133; 12. 非生殖期鳊鱼肝细胞, 细胞核内含双核仁, 胞质内溶酶体颗粒增多。× 3, 000

7. Hepatocytes in *Siniperca chuatsi* sampled before spawning, showing two nucleolus, the extensive RER, an apparent enlargement of the mitochondrion in the hepatocytic cytoplasm, × 7, 000; 8. Hepatocytes in *Siniperca chuatsi* sampled before spawning, showing the developing rough endoplasmic reticulum and the large number of lipid droplets and the marked glycogen reserves in the hepatocytic cytoplasm, × 4, 000; 9. Hepatocytes in *Siniperca chuatsi* sampled after spawning, showing an apparent decrease in the number of glycogen reserves in the hepatocytic cytoplasm, × 4, 000; 10. Hepatocytes in *Siniperca chuatsi* sampled after spawning, showing two nuclei in the hepatocytic cytoplasm, × 4, 000; 11. Hepatocytes in *Siniperca chuatsi* sampled after spawning, showing nucleolus associated vesicles, × 11, 133; 12. In non breeding season most of hepatocytes contained two nucleolus; an apparent increase in the number of lysosome was also found in the hepatocytes, × 3, 000

Bi: 胆小管 (bile canaliculus); cf: 成胶原纤维 (collagen); Ds: 窦周隙 (Disse' space); Ec: 红细胞 (erythrocyte); En: 内皮细胞 (endothelial cell); ERE: 粗面内质网 (rough endoplasmic reticulum); F: 成纤维细胞 (fibroblasts); fa: 贮脂细胞 (fat storing cell); fn: 膜孔 (fenestra); gl: 糖原颗粒 (glycogen); K: 枯否氏细胞 (Kupffer cell); Ly: 溶酶体 (lysosome); li: 脂滴 (lipid droplet); M: 线粒体 (mitochondrion); Mv: 微绒毛 (microvilli); N: 细胞核 (nucleus); Nu: 核仁 (nucleolus); S: 血窦 (sinusoid); V: 中央静脉 (navel vein)