

## 高体革鲷消化道发生的组织学观察

骆豫江<sup>1,2</sup>, 陈昆慈<sup>1\*</sup>, 朱新平<sup>1</sup>, 潘德博<sup>1</sup>, 常藕琴<sup>1</sup>, 李凯彬<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广东 广州 510380;

2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

**摘要:**利用形态学和连续组织切片技术,对出膜后1~30 d的高体革鲷消化系统胚后发育的组织形态学进行了系统观察和研究。结果表明,培养水温在26.6~29.7℃条件下,高体革鲷初孵仔鱼消化管为一柱形盲管,管腔狭窄,口、肛门尚未与外界接通。出膜30 h仔鱼,口开始张开,消化管相通。出膜2 d仔鱼肠壁出现皱褶,肠瓣将肠道分为前肠和后肠,在显微镜下可见消化管蠕动。出膜3 d仔鱼可以开口摄食,消化管上皮分化,食管中出现黏液细胞,肝脏和胰脏出现,鱼体由内源性营养转入混合营养阶段。混合营养阶段仔鱼消化道明显分为口咽腔、食道、胃、前肠、直肠等,消化腺肝脏和胰脏也已形成,各部分已经有初步结构和一定的消化吸收能力。随着仔鱼的发育,仔鱼消化系统各器官也趋于完善。出膜21 d稚鱼的胃壁出现胃腺,标志着稚鱼期开始。

**关键词:**高体革鲷;消化系统;器官发生

**中图分类号:**Q 954; S 917

**文献标识码:**A

高体革鲷(*Scortum barcoo*),又称宝石鲈(jade perch),原产于澳大利亚格拉斯敦巴库河(Gladston's Barcoo)上游至昆士兰东海岸一带的流域<sup>[1-4]</sup>,隶属鲈形目(Perciformes)、鲷科(Terapontidae)、革鲷属(*Scortum*)。高体革鲷肉鲜美,营养丰富,无肌间刺,对饵料要求不高,易养殖,生长速度快,目前已逐渐成为我国潜在的优良淡水养殖对象。珠江水产研究所于2001年4月首次从澳大利亚将高体革鲷引进,经过几年的驯养和培育,于2004年进行人工繁殖试验并获得成功。在国内,人们对其了解还不多,苗种培育的成活率很低,只有不到10%。

在育苗和养殖过程中,鱼类对食物的消化与吸收是其生长发育的基础,也是其消化系统的主要功能。鱼类早期阶段消化系统发生的研究可以为消化生理和摄食习性转变提供基础资料。同时在人工育苗实践中,鱼类早期阶段消化系统发生的研究可以为饵料种类选择及投喂时间把握提供理论参考。我们已经对高体革鲷早期的生长、

发育及摄食行为进行了研究,但是关于仔稚鱼消化系统的发育还未见报道。本文研究了高体革鲷消化系统的发育过程和组织学结构特征,以期更好地了解高体革鲷早期的消化生理,为寻找适合各阶段生长所需的适口饵料、提高苗种培育的成活率提供理论依据。

### 1 材料与方法

实验材料为性成熟的高体革鲷,体重为1.5~2.0 kg。2008年5月下旬,在广州,珠江水产研究所内采用人工催产,自然产卵的方法获得受精卵。受精卵被置于塑料盆中进行孵化,孵化期间采用气石增氧。仔鱼培育期间用隔膜式充气泵(海利ACO-9610)充气。培养水温在26.6~29.7℃,仔鱼孵化后的第3天开始投喂饵料。养殖用水为曝气多天的自来水,每天换水量为总水体的1/3~1/2,并长期充气,定时清污。

仔鱼出膜后2 d内每隔6小时取样一次。出膜3~5 d,每隔24小时取样一次。5 d以后每隔

收稿日期:2009-06-16

修回日期:2009-12-02

资助项目:科技基础条件平台资助(2006DKA30470-008)

通讯作者:陈昆慈, Tel:020-81616509, E-mail:chenkunci@yahoo.com.cn

48 小时取样一次。连续取样至高体革鲷发育至幼鱼阶段。所取样品用 Bouin 氏固定液固定 24 h,然后用 50% 的酒精保存。1~29 d 的仔稚鱼进行了石蜡包埋、切片,1~13 d 的样品切片厚度 3  $\mu\text{m}$ ,13~29 d 的厚度为 5  $\mu\text{m}$ ,H. E 染色,中性树脂胶封片,然后用显微镜(Nikon ECLIPSE E600 型)观察仔稚鱼消化器官的组织发生。取出膜 4 d 内的新鲜仔鱼样本直接在显微镜下观察、测量和拍照。

## 2 结果

### 2.1 仔鱼消化系统形态学特征

刚出膜仔鱼全长(2.65  $\pm$  0.19) mm ( $n=20$ ),卵黄囊体积(0.74  $\pm$  0.15)  $\text{mm}^3$  ( $n=20$ ),油球体积(0.07  $\pm$  0.17)  $\text{mm}^3$  ( $n=20$ )。卵黄囊长径约为仔鱼全长的 1/2,此时消化管尚未分化,消化管为一柱形盲管,管腔狭窄,口、肛门尚未与外界接通(图版 I-1)。出膜 6 h 的仔鱼全长(3.35  $\pm$  0.15) mm ( $n=10$ ),卵黄囊体积(0.62  $\pm$  0.15)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ ),油球体积(0.08  $\pm$  0.02)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ )。直肠形成,肛门开口,腹腔体积扩大(图版 I-2)。

出膜 24 h 仔鱼全长(4.20  $\pm$  0.20) mm ( $n=10$ ),卵黄囊体积(0.25  $\pm$  0.07)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ ),油球体积(0.06  $\pm$  0.01)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ )。眼睛变黑,消化管加粗拉长,消化腔容积扩大(图版 I-3)。

出膜 30 h 仔鱼全长(4.33  $\pm$  0.07) mm ( $n=10$ ),卵黄囊体积(0.19  $\pm$  0.02)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ ),油球体积(0.06  $\pm$  0.01)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ )。口开始张开,消化管相通(图版 I-4)。

2 日龄仔鱼全长(4.84  $\pm$  0.21) mm ( $n=10$ ),卵黄囊体积(0.12  $\pm$  0.04)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ ),油球体积(0.06  $\pm$  0.02)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ )。仔鱼下颌边缘有绒毛齿出现,口裂(0.43  $\pm$  0.03) mm ( $n=10$ )。肠道弯曲,肠壁出现皱褶,在显微镜下可见消化管的蠕动(图版 I-5)。

3 日龄仔鱼全长达(5.04  $\pm$  0.13) mm ( $n=10$ ),卵黄囊被油球遮住,油球体积(0.06  $\pm$  0.02)  $\text{mm}^3$  ( $n=10$ )。此时 85% 的仔鱼已经可以摄食,口裂(0.59  $\pm$  0.06) mm ( $n=7$ )。消化管内有食物残留,外源性摄食关系已经建立(图版 I-6)。

4 日龄仔鱼全长(4.98  $\pm$  0.47) mm ( $n=11$ ),油球体积(0.03  $\pm$  0.01)  $\text{mm}^3$  ( $n=11$ )。眼晶状

体出现,眼球呈蓝色,口裂(0.51  $\pm$  0.04) mm ( $n=10$ )。消化管内塞满食物,仔鱼已经完全可以摄食(图版 I-7)。

### 2.2 消化系统发生的组织学特征

**口咽腔** 刚出膜的仔鱼,消化管尚未分化,消化管为一柱形盲管,管腔狭窄;口尚未与外界接通,口咽腔为消化管前段前端很小一段(图版 II-1)。出膜 30 h 仔鱼嘴开始张开,口咽腔体积扩大,各段消化管相通。出膜 4 d 仔鱼口腔黏膜层由复层扁平上皮构成,黏膜层有味蕾分布(图版 II-2)。出膜 5 d 仔鱼口腔黏膜层出现杯状细胞,味蕾增多,口腔后部黏膜层开始增厚,出现了较短的褶皱(图版 II-3)。29 日龄仔鱼口腔基本发育完全,由黏膜层、黏膜下层和肌层组成(图版 II-4)。

**食管** 出膜 30 h 仔鱼嘴开始张开,口咽腔体积扩大,消化管相通,此时食管开始分化。出膜 3 d 仔鱼食管由复层扁平上皮细胞组成,杯状黏液细胞出现,食管前部光滑,食管后部接近胃处出现小的皱褶(图版 II-5)。随着仔鱼日龄增加,食管杯状黏液细胞增多,食管后部食管壁增厚,皱褶加大。29 日龄幼鱼食管黏液细胞较多,食管腔前部仍然平直、光滑,食管腔后部接近胃的一段管壁明显增厚(图版 II-6)。

**胃** 出膜 3 d 仔鱼胃尚未分化,前肠肠腔膨大,胃与前肠、食管并无明显界限。出膜 5 d 仔鱼的胃为囊状,前段连食管后端连前肠。此时胃壁有褶皱出现,胃上皮为单层矮柱状上皮细胞,细胞核位于中部或基部,胃壁依次由黏膜层、黏膜下层、固有层和浆膜层组成(图版 II-7)。出膜 13 d 仔鱼胃腔扩大,胃壁增厚,胃分为贲门部、胃体、幽门部,在贲门部可以看见食道向胃的过度。出膜 21 d 稚鱼的胃壁出现胃小凹,胃壁凸起基部有胃腺,由椭圆形的细胞团组成。黏膜为单层柱状上皮细胞,黏膜下层和肌层随仔鱼日龄增加逐渐发育完善(图版 II-8)。

**肠和幽门盲囊** 初孵仔鱼具原始消化管,位于脊索和卵黄囊之间成管状,此时消化管由单层未分化细胞组成,消化管后半部将来发育为肠。出膜 2 d 仔鱼肠壁出现皱褶,肠瓣将肠道分为前肠和后肠,肠上皮由单层柱状上皮细胞组成,细胞核椭圆形位于上皮细胞的基部,此时肠壁由黏膜层、黏膜下层、浆膜层,未见肌层(图版 II-9)。出

膜9 d 仔鱼肠道皱褶增多,柱状细胞排列紧密,细胞核多位于细胞中下部,前肠上皮游离面纹状缘发达,黏膜下层和肌层增厚(图版 II-10)。出膜13 d 仔鱼肠道上皮出现很多杯状细胞,直肠纹状缘发达(图版 II-11)。

仔鱼出膜后13 d,在胃的幽门处出现幽门盲囊,其黏膜上皮由单层柱状上皮构成,细胞排列不如肠道上皮细胞排列紧密,黏膜下层和肌肉层不明显。随着仔鱼日龄增加,幽门盲囊数量也增加(图版 II-12)。

**肝脏** 刚出膜仔鱼肝脏位于卵黄囊与消化管之间。出膜3 d 仔鱼,肝细胞团细胞核较大,排列疏松呈蓝色,此时肝脏占据了卵黄囊被吸收后产生的空间,肝细胞间空泡很大,肝细胞的细胞质和细胞核偏离细胞中央(图版 II-13)。出膜后9 d,卵黄囊、油球耗尽,肝细胞数量增加,排列趋于紧密,肝血窦出现。23 日龄稚鱼肝脏基本发育完全,肝细胞排列紧密,肝实质致密,肝血窦数目增多(图版 II-14)。

**胰脏** 出膜3 d 仔鱼,在肝脏与肠之间出现 H. E 染色呈蓝色的胰腺细胞团。出膜4 d 仔鱼的胰腺细胞聚集成胰脏。随着仔鱼的发育,胰腺细胞数量增多,23 日龄稚鱼胰脏基本发育完全(图版 II-15)。

### 3 讨论

消化系统发育可以分为3个阶段:卵黄囊阶段(内源性营养阶段)、混合营养阶段和外源性营养阶段<sup>[5]</sup>。高体革鲷从初孵仔鱼到出膜后3 d 仔鱼开口摄食前,这一阶段仔鱼营养完全由卵黄囊和油球供给,这是内源性营养阶段。这一阶段消化系统各器官完成主要的形态分化和细胞分化,同时为由内源性营养阶段向混合营养阶段转变做好准备,这一阶段基本结构简单,但也能满足早期仔鱼对于卵黄囊的吸收<sup>[6]</sup>。从出膜后3 d 仔鱼初次摄食到出膜后7 d 仔鱼卵黄囊和油球消失,这一混合营养阶段仔鱼消化道明显分为口咽腔、食道、胃、前肠、直肠等,消化腺肝脏和胰脏也已形成,各部分已经有初步结构和一定的消化吸收能力。外源性营养阶段是从出膜7 d 后开始。出膜后29 d,消化系统各器官已发育完全,各器官的功能已经趋于成鱼。

消化管上皮不同结构分化预见了它们相应功

能的完善。2 日龄仔鱼下颌边缘有绒毛齿出现。肠道弯曲,肠壁出现皱褶,在显微镜下可见胃肠的蠕动。绒毛齿的出现有利于仔鱼日后摄食,肠道弯曲,肠壁出现皱褶,在显微镜下可见胃肠的蠕动说明此时消化管已经具备初步的消化和吸收能力。培养水温在26.6~29.7℃条件下,高体革鲷仔鱼在出膜后3 d 开始开口摄食,这说明仔鱼开口摄食的时间和消化器官发育在时间上存在明显的同步性,摄食的食物特性和消化器官的功能也具有同步性。

Murray 等<sup>[7]</sup>认为食道黏液细胞除了润滑作用外,可能还具有胃前消化功能。高体革鲷食道的杯状细胞出现在出膜后3 d。随着仔鱼的生长,仔鱼由内源性营养转变为混合营养,仔鱼摄食量增加,杯状细胞的出现有利于仔鱼吞咽食物。这种发育情况也同样见于其他鱼,如鳊(*Siniperca chuatsi*)<sup>[8]</sup>、圆斑星鲃(*Verasper variegatus* Temminck et Schlegel)<sup>[9]</sup>、银鲳(*Pampus argenteus*)<sup>[10]</sup>、半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaevis*)<sup>[11]</sup>、鲇(*Silurus asotus* L.)<sup>[12]</sup>等。高体革鲷食道的杯状细胞随着仔鱼发育,数量不断增多,同时食道上皮复层增加,食道的肌层增厚。这些结构的变化都与仔鱼的摄食行为相关联的。后期仔鱼的前肠和直肠中出现大量杯状黏液细胞。Baglole 等<sup>[13]</sup>认为这些黏液细胞可能制造中性黏液作为后肠和直肠中粪便的润滑剂并帮助中肠消化,这一现象也见于其他鱼类,如大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)<sup>[14]</sup>等。

据 Tanaka<sup>[15]</sup>报道,胃腺和幽门垂的出现表明了稚鱼期的开始和更完善的消化机制的形成。胃腺位于胃小凹的基底部,具有制造 HCl 和胃蛋白酶原的作用,是胃的主要特征<sup>[16]</sup>。仔鱼因为不具备功能型的胃,所以仔鱼的消化机制就不健全,特别是对蛋白质的消化。仔鱼通常是通过保持肠道的碱性环境和类胰蛋白酶活性来进行食物消化<sup>[17]</sup>。胃腺分泌的消化酶能使消化道中细胞外消化蛋白质成为可能,从而逐渐取代消化率低的胞饮作用和胞内消化<sup>[18]</sup>。出膜21 d 高体革鲷稚鱼的胃壁出现胃小凹及胃腺,说明此时稚鱼已经具备了功能胃。在高体革鲷苗种培育过程中,此时可以考虑使稚鱼转口摄食配合饲料。

本研究表明在培养水温为26.6~29.7℃的条件下,高体革鲷仔鱼在出膜后3 d 具备摄食能

力,这一阶段为仔鱼的内源性营养阶段。从仔鱼开口摄食到出膜后 7 d 时卵黄囊消失殆尽,此时高体革鲷仔鱼消化系统各器官各部分已经有初步结构和一定的消化吸收能力。这一阶段是仔鱼由内源性营养向外源性营养过度,这一阶段是鱼类早期发育阶段一个重大的临界期(critical period)<sup>[19]</sup>,在这一段时间里,仔鱼个体发育在形态学、生态学、生理机能上都发生了重大的转变。在高体革鲷苗种培育时,这一阶段也是仔鱼死亡的高峰期,因此在实际苗种生产中,在仔鱼开口后至卵黄囊耗尽前应该为仔鱼及时补充适口、易摄食的饵料,以便仔鱼顺利建立外源性营养关系,这也是提高高体革鲷苗种培育成活率的关键环节。21 d 稚鱼具备了功能胃,肠道皱褶加深,各器官发育趋于完善,此时消化系统结构具备了消化颗粒饲料的能力,此阶段稚鱼培育可以建议以活饵料为主,辅助性的加入些小粒径的颗粒饲料,尽可能早地以成本低的人工配合饲料来取代活体饵料。

#### 参考文献:

- [1] Paxton J R, Hoese D F, Allen G R, et al. Petromyzontidae to carangiade [C]//Zoological Catalogue of Australia, Vol. 7. Australia Government Publishing Service, Canberra, 1989: 1 - 665.
- [2] Grant E M. Grant's guide to fishes [M]. Brisbane: Grant E M Pty Limited, 2002.
- [3] Hollaway M, Hamlyn A. Freshwater fishing in Queensland: a guide to stocked waters [M]. Brisbane: Department of Primary Industries, 2001.
- [4] Merrick J R, Schmida G E. Australian freshwater fishes: biology and management [M]. South Australia: Griffin Press Limited, 1984.
- [5] Balon E K. Terminology of intervals in fish development [J]. J Fish Res Board Can, 1975, 32: 1663 - 1670.
- [6] Buddington P K. Digestive secretions of lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, during early development [J]. J Fish Biol, 1985, 26: 715 - 723.
- [7] Murray H M, Wright G M, Goff G P. A study of the posterior esophagus in the winter flounder, *pleuronectes americanus*, and the yellowtail flounder, *pleuronectes ferruginea*: a morphological evidence of pregastric digestion [J]. Can J Zool, 1994, 72: 1191 - 1198.
- [8] 吴雪峰, 赵金良, 钱叶洲, 等. 鳊消化系统发生的组织学 [J]. 动物学研究, 2007, 28(5): 511 - 518.
- [9] 王思锋, 张志峰, 张全启, 等. 圆斑星鲃仔鱼变态前消化系统发生的形态学和组织学研究 [J]. 中国水产科学, 2006, 13(1): 1 - 7.
- [10] 高露姣, 施兆鸿, 严莹. 银鲌仔鱼消化系统的组织学研究 [J]. 中国水产科学, 2007, 14(4): 540 - 546.
- [11] 常青, 陈四清, 张秀梅, 等. 半滑舌鲷消化系统发生的组织学 [J]. 水产学报, 2005, 29(4): 447 - 453.
- [12] 蒲红宇, 翟宝香, 刘焕亮. 鲈仔、稚鱼消化系统胚后发育的组织学观察研究 [J]. 中国水产科学, 2004, 11(1): 1 - 8.
- [13] Baglole C L, Murray H M, Goff G P. Ontogeny of the digestive tract during larval development of yellowtail flounder, a light microscopy and mucous histochemical study [J]. J Fish Biol, 1977, 51: 120 - 134.
- [14] 陈慕雁, 张秀梅. 大菱鲆仔稚幼鱼消化系统发育的组织学研究 [J]. 水生生物学报, 2006, 30(2): 236 - 240.
- [15] Tanaka M. Studies on the structure and function of the digestive system in teleost larvae. Development of the digestive system during post-larval stage [J]. Jap J Ichth, 1971, 18: 164 - 174.
- [16] Bisbal G A, Bengtson D A. Development of the digestive tract in larval summer flounder [J]. J Fish Biol, 1995, 47: 277 - 291.
- [17] Walford J, Lan T J. Development of the digestive tract proteolytic enzyme activity in seabass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles [J]. Aquaculture, 1993, 109: 187 - 205.
- [18] Govoni J J, Boehlert G W, Watanabe Y. The physiology of digestion in fish larvae [J]. Enviro Bio Fishes, 1986, 16: 59 - 77.
- [19] 殷名称. 鱼类仔鱼期的摄食和生长 [J]. 水产学报, 1995, 19(4): 335 - 342.

## Histological studies on development of the digestive system of *Scortum barcoo*

LUO Yu-jiang<sup>1,2</sup>, CHEN Kun-ci<sup>1\*</sup>, ZHU Xin-ping<sup>1</sup>, PAN De-bo<sup>1</sup>, CHANG Ou-qin<sup>1</sup>, LI Kai-bin<sup>1</sup>

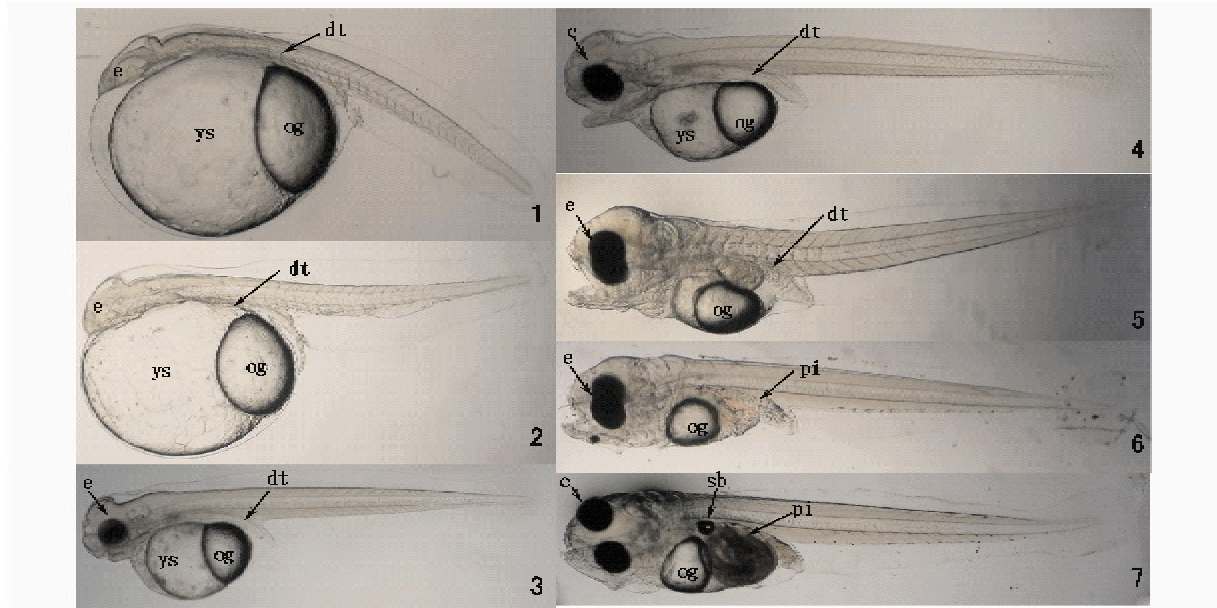
(1. Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China;

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Histological changes of the digestive system and its associated glands were studied in jade perch, *Scortum barcoo* from the first day (first day post-hatch, dph) to 30 dph. Specimens for this study were hatched from artificially spawned broodstock and maintained in the indoor plastic tanks (26.6 – 29.7 °C). The newly hatched larvae had one big yolk sac, and their digestive tract was only a columniform diverticulum, without communication with outside. Digestive tract communication with outside in 30-hour-old larva and their mouth shut up. 2-day-old larvae's gut started crumple and peristalsis. The intestine had been divided into anterior intestine and posterior intestine by intestinal valve. 3-day-old larvae could be fed, the epithelial of digestive tract begun differentiation, mucous cells appeared in esophageal, pancreas and liver appeared. The nutrition of fish began transferred to the stage of mixed nutrition. In this stage, the digestive tract was differentiated into five portions: buccal-pharyngeal cavity, esophagus, stomach, anterior intestine and posterior intestine, liver and pancreas had also been formed; these organs already had initial structure and the capacity of digestion and absorption. Along with the development of larvae fish, digestive system tended to perfect. Gastric glands appeared in the stomach of 21-day-old juvenile, marking the beginning of juvenile.

**Key words:** *Scortum barcoo*; digestive system; organogenesis

**Corresponding author:** CHEN Kun-ci. E-mail: chenkunci@yahoo.com.cn



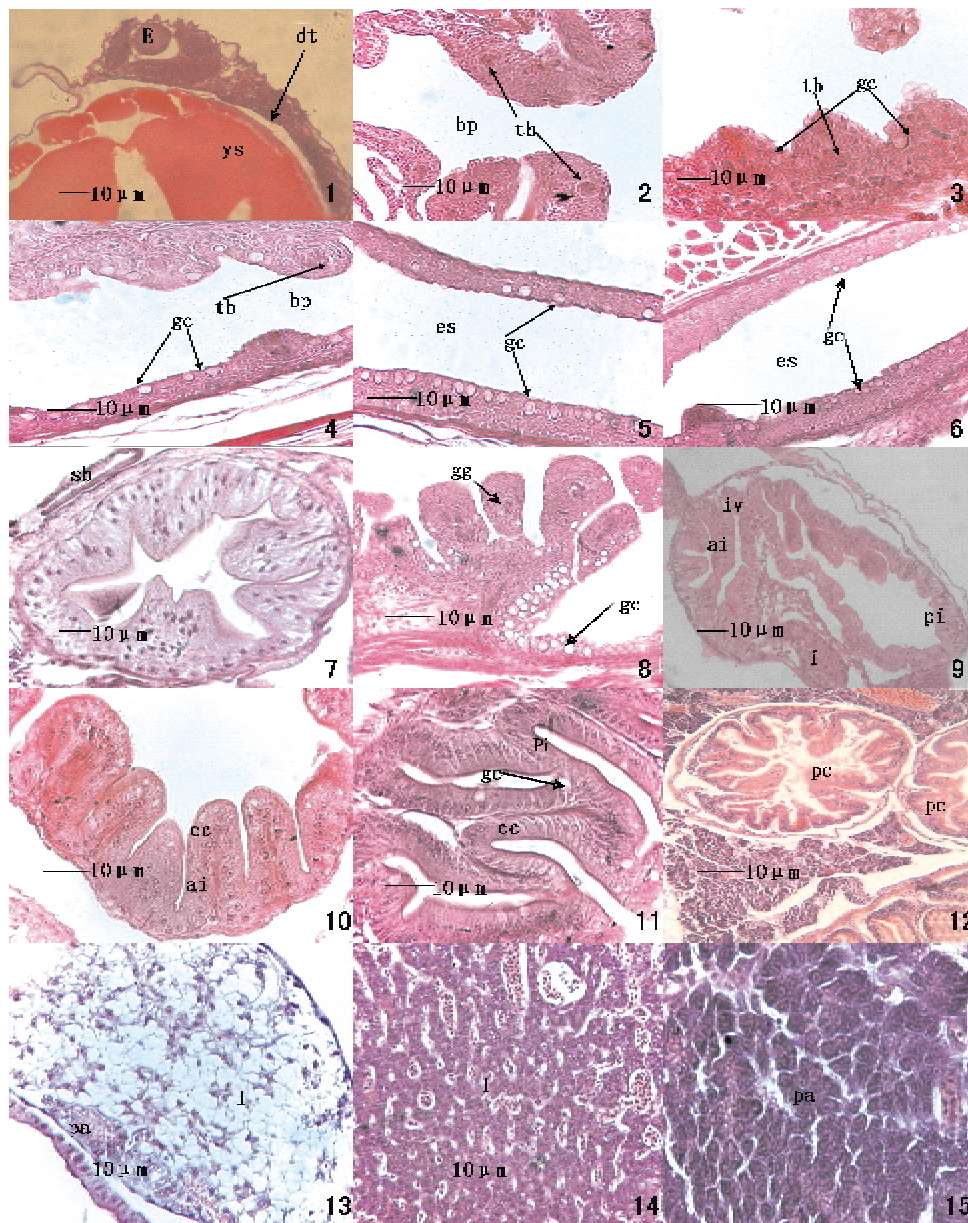
图版 I

1. 刚出膜仔鱼,10×4; 2. 出膜6 h 仔鱼,10×4; 3. 出膜24 h 仔鱼,10×4; 4. 出膜30 h 仔鱼,10×4; 5. 2 日龄仔鱼,10×4; 6. 3 日龄仔鱼,10×4; 7. 4 日龄仔鱼,10×4。

## Plate I

1. Initially-hatched fry, 10×4; 2. 6 hours after hatching, 10×4; 3. 24 hours after hatching, 10×4; 4. 30 hours after hatching, 10×4; 5. 2-day old larva after hatching, 10×4; 6. 3-day old larva after hatching, 10×4; 7. 4-day old larva after hatching, 10×4.

dt: 消化管 (digestive tract); e: 眼 (eye); ys: 卵黄 (yolk sac); og: 油球 (oil globule); pi: 后肠 (posterior intestine); sb: 鳔 (swim bladder).



## 图版 II

1:刚出膜仔鱼纵切,10×40; 2:4日龄仔鱼口咽腔纵切,10×40; 3:5日龄仔鱼口咽腔纵切,10×40; 4:29日龄幼鱼口咽腔纵切,10×20; 5:3日龄仔鱼食管纵切,10×40; 6:29日龄幼鱼口咽腔纵切,10×20; 7:5日龄仔鱼胃纵切,10×40; 8:13日龄仔鱼胃纵切,10×40; 9:2日龄仔鱼肠纵切,10×20; 10:9日龄仔鱼前肠纵切,10×40; 11:13日龄仔鱼后肠纵切,10×40; 12:23日龄稚鱼幽门盲囊横切,10×40; 13:3日龄仔鱼肝脏和胰脏纵切,10×40; 14:23日龄稚鱼肝脏纵切,10×40; 15:23日龄稚鱼胰脏纵切,10×40。

## Plate II

1:Cross section of newly hatched larvae,10×40; 2:Cross section of 4-day old larva, showing buccal-pharyngeal cavity,10×40; 3:Cross section of 5-day old larva, showing buccal-pharyngeal cavity,10×40; 4:Cross section of 29-day old young, showing buccal-pharyngeal cavity,10×20; 5:Cross section of 3-day old larva, showing esophagus,10×40; 6:Cross section of 29-day old young, showing esophagus,10×20; 7:Cross section of 5-day old larva, showing stomach,10×40; 8:Cross section of 21-day old juvenile, showing stomach,10×40; 9:Cross section of 2-day old larva, showing intestine,10×20; 10:Cross section of 9-day old larva, showing anterior intestine,10×40; 11:Cross section of 9-day old larva, showing posterior intestine,10×40; 12:Longitudinal section of 23-day old juvenile, showing pyloric caecum,10×40; 13:Cross section of 3-day old larva, showing liver and pancreas,10×40; 14:Cross section of 23-day old juvenile, showing liver,10×40; 15:Cross section of 23-day old juvenile, showing pancreas,10×40.

ai:前肠(anterior intestine); bc:口咽腔(buccal-pharyngeal cavity); dt:消化管(digestive tract); e:眼(eye); es:食管(esophagus); gc:杯状细胞(goblet cell); en:肠上皮细胞(enterocytes); gg:胃腺(gastric gland); gp:胃小凹(gastric pits); iv:肠瓣(intestinal valve); l:肝脏(liver); pa:胰脏(pancreas); pc:幽门盲囊(pyloric caecum); pi:后肠(posterior intestine); sb:鳔(swim bladder); st:胃(stomach); tb:味蕾(taste bud); vh:肝脏空泡(vacuoles of hepatocytes); ys:卵黄(yolk sac); cc:柱状细胞(columnar cell)。