

## 鳃幽门盲囊早期发育的组织学特征

赵亮亮, 施琳澜, 赵金良, 周云红

### Histological features of organogenesis of the pyloric caecum of *Siniperca chuatsi*

ZHAO Liangliang, SHI Linlan, ZHAO Jinliang, ZHOU Yunhong

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20191102845>

#### 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

##### 海南岛糙海参性腺发育的组织学特征

Histological characteristics of gonadal development of *Holothuria scabra* from Hainan Island  
南方水产科学. 2016, 12(3): 51 <https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-0780.2016.03.007>

##### 扁平钳蛤性腺发育的组织学研究

Histological Study on the Development of Gonad of *Isognomon ephippium*  
广东海洋大学学报. 2016, 36(4): 1 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9159.2016.04.001>

##### 大黄鱼消化系统胚后发育的组织学研究

Post-embryonic histological development in digestive system of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*  
大连海洋大学学报. 2010, 25(2): 107 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9159.2010.02.0107>

##### 养殖银鲳卵巢发育的组织学观察

Histological analysis of ovary development in the cultured silver pomfret, *Pampus argenteus*  
中国水产科学. 2013, 20(2): 293 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2013.00293>

##### 梭鱼仔、稚、幼鱼消化系统胚后发育的组织学观察

Histological studies on post-embryonic development of the digestive system in larval, juvenile, and young *Liza haematocheila*  
中国水产科学. 2016, 23(01): 90 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2016.14461>

##### 放流前的大麻哈鱼消化系统发生发育的组织学研究

Ontogenetic development of digestive system in chum salmon *Oncorhynchus keta* before released  
大连海洋大学学报. 2010, 25(4): 308 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9159.2010.04.0308>

文章编号: 1674-5566(2021)04-0684-07

DOI:10.12024/jso.20191102845

## 鳊幽门盲囊早期发育的组织学特征

赵亮亮<sup>1,2,3</sup>, 施琳澜<sup>1,2,3</sup>, 赵金良<sup>1,2,3</sup>, 周云红<sup>1,2,3</sup>

(1. 上海海洋大学 农业农村部淡水水产种质资源重点实验室, 上海 201306; 2. 上海海洋大学 水产动物遗传育种中心 上海市协同创新中心, 上海 201306; 3. 上海海洋大学 水产科学国家级实验教学示范中心, 上海 201306)

**摘要:** 采用组织切片、H. E 和 AB. PAS 染色技术对不同日龄鳊(*Siniperca chuatsi*)的幽门盲囊数量、组织学特征以及黏液细胞类型和分布进行观察和描述。结果表明: 15 日龄鳊在胃肠之间左腹侧有 1 枝幽门盲囊开始发育; 20 日龄鳊在肠下方右腹侧出现 1 簇幽门盲囊; 25 日龄鳊在胃肠之间右腹侧和肠下方左腹侧各出现 1 簇幽门盲囊; 随着日龄增加, 鳊的幽门盲囊数量继续增加。20、30、40、50 和 60 日龄, 鳊的幽门盲囊数量分别为 (25 ± 2)、(75 ± 2)、(123 ± 4)、(155 ± 7)、(190 ± 5) 条。幽门盲囊的长度、肌层厚度及内侧的皱襞数量也随鳊发育日龄而呈现递增趋势。幽门盲囊由多枝汇集成簇, 每枝在中部产生 2 个分支, 盲囊顶部比基部皱襞数量少且长度短。幽门盲囊黏液细胞以 II 型为主, IV 型次之, III 型最少, 未见 I 型黏液细胞, 盲囊基部黏液细胞数量显著多于顶部。

**关键词:** 鳊; 幽门盲囊; 器官发生; 组织学

**中图分类号:** S 917 **文献标志码:** A

幽门盲囊 (pyloric caecum, PC) 是鱼类消化道中特有的结构, 具有肌层、黏膜层和黏膜下层<sup>[1]</sup>。黏膜层富含杯状细胞, 杯状细胞又称黏液细胞, 其分泌物含有黏多糖、免疫球蛋白及一些消化酶类, 能够起到润滑肠道、增强机体免疫、促进食物消化等作用<sup>[2]</sup>。幽门盲囊中含有多种消化酶, 具有较强的消化酶活性, 且以蛋白酶为主。目前, 在多种鱼类幽门盲囊中均检测到丰富的胰蛋白酶、非特异性脂酶、酸性磷酸酶和碱性磷酸酶<sup>[3-7]</sup>。由此可见, 幽门盲囊参与食物蛋白质、脂类等营养物质的消化作用。

鳊 (*Siniperca chuatsi*) 作为典型的肉食性鱼类, 自开口期起, 终生以活鱼饵为食。在鳊属鱼类中, 鳊生长速度最快, 并且其幽门盲囊数量最多, 变动范围为 207 ~ 326<sup>[8]</sup>。马艳梅等<sup>[9]</sup>对鳊消化道消化酶活性研究表明, 肝脏和幽门盲囊内淀粉酶活性较高。彭迁迁等<sup>[10]</sup>研究表明, 幽门盲囊内碱性磷酸酶和酸性磷酸酶活性比较高, 且主要聚集于上皮细胞顶部的纹状缘。由于幽门盲囊

在鱼类消化吸收生理过程中起重要作用, 而目前为止, 仅有对鳊成鱼幽门盲囊结构组织学研究<sup>[11]</sup>, 对鳊幽门盲囊早期发育过程尚未见报道。为此, 利用 H. E 和 AB. PAS 染色技术对鳊幽门盲囊数量和组织学的早期发育过程进行观察和描述, 为鳊幽门盲囊功能发育研究与苗种培育提供基础资料。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

鳊鱼苗来源于上海市浦东新区孙农水产养殖场。雌雄亲鱼经人工催产、受精, 受精卵于孵化桶中孵化, 水温 21 ~ 23 °C。开口期 (6 日龄) 以团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*) 鱼苗作为饵料, 之后, 投喂适口的草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 鱼苗。分别在 12 ~ 20、25、30、40、50、60 日龄采集鳊样品, 每次随机取 20 尾, 测量全长。

#### 1.2 实验方法

##### 1.2.1 组织切片

收稿日期: 2019-11-06 修回日期: 2020-06-05

基金项目: 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系专项 (CARS-46)

作者简介: 赵亮亮 (1995—), 男, 硕士研究生, 研究方向为水产养殖。E-mail: 2051038048@qq.com

通信作者: 赵金良, E-mail: jlzhao@shou.edu.cn

取上述各时期样品(前 30 日龄整鱼,35~60 日龄解剖取幽门盲囊)各 10 尾,于 Bouin 氏液中固定 24 h,70% (体积分数)乙醇漂洗样品至黄色褪去,然后经 80%~100% (体积分数)乙醇脱水,二甲苯透明,浸蜡 3 h,石蜡包埋(20 日龄前,整鱼包埋;25、30 日龄,去头、尾包埋)。使用 Leica RM 2016 型切片机将各时期样品进行连续切片。各时期 5 尾常规 H. E 染色,5 尾 AB. PAS 染色,中性树胶封片,Olympus 显微镜观察、拍照。测量各时期幽门盲囊肌层厚度、皱襞长度。

根据 AB. PAS 染色,将黏液细胞分为 4 种类型: I 型含中性黏多糖,染色呈红色; II 型含酸性黏多糖,染色呈蓝色; III 型主要含中性黏多糖和少量酸性黏多糖,染色呈紫红色; IV 型主要含酸性黏多糖和少量中性黏多糖,染色呈蓝紫色<sup>[12]</sup>。

### 1.2.2 幽门盲囊数量计数

30 日龄前,通过连续切片,H. E 染色,于 Olympus 显微镜下观察、计数幽门盲囊数目。30 日龄后,解剖后于解剖镜下直接计数。

### 1.2.3 数据处理分析

数据用 SPSS 19.0 软件进行统计分析。数据作图均采用 GraphPad Prism 5.0 软件。图片使用 Adobe Photoshop CC 2018 软件进行处理。

## 2 结果

### 2.1 幽门盲囊的发育过程

12~14 日龄,鳊消化道中未观察到幽门盲囊发育。15 日龄,部分个体(5 尾中有 2 尾)出现幽门盲囊。16 日龄,所有样品(5 尾)均有幽门盲囊

出现。由此可见,鳊幽门盲囊在 15 日龄时开始发育,位置在胃肠之间左腹侧。此时,鳊平均全长( $8.43 \pm 0.07$ ) mm,幽门盲囊肌层薄,黏膜下层不可见,黏膜层上皮为单层柱状上皮,分布有柱状上皮细胞和杯状细胞,杯状细胞较集中,皱襞数量为 5~6 条(图版 I-1,2)。20 日龄,鳊平均全长( $12.32 \pm 0.56$ ) mm,幽门盲囊数目( $25 \pm 2$ ),肌层分为内环层和外纵层,黏膜下层隐约可见,皱襞数量为 6~7 条。此时,在肠下方右腹侧又有 1 簇幽门盲囊发育(图版 I-3)。25 日龄,鳊平均全长( $15.77 \pm 1.74$ ) mm,幽门盲囊肌层厚度有所增加,黏膜层杯状细胞数量增多,分布较均匀,皱襞数量 7~8 条。在胃肠之间右腹侧又有 1 簇幽门盲囊开始发育,另外,在肠下方左腹侧位置亦有 1 簇发育,新发育的盲囊几乎无皱襞(图版 I-4,5,6)。30~60 日龄,幽门盲囊数量逐渐增多,分别为( $75 \pm 2$ )、( $123 \pm 4$ )、( $155 \pm 7$ )和( $190 \pm 5$ )条。不同发育日龄,幽门盲囊结构上差异不大,皱襞数量、长度与肌层厚度也相应增加(表 1)。

### 2.2 幽门盲囊的结构

同一时期具有新发育盲囊和发育较完善盲囊,两者结构差异较大。新发育盲囊的直径比发育完善盲囊小,并且几乎无皱襞。

同一发育完善盲囊的顶部和基部也有所区别,盲囊顶部一分为二,常成对出现,其结构与初发育盲囊相似,皱襞少甚至无皱襞,杯状细胞较聚集;盲囊基部皱襞数量多且长,几乎充满整个囊腔,杯状细胞多、分布较均匀(图版 II)。

表 1 鳊各发育时期幽门盲囊的数目与形态特征

Tab.1 Characteristics of the pyloric caecum of *Siniperca chuatsi* at different development stages

日龄 Day/d	鱼全长 Full length/mm	幽门盲囊数量 Number of pyloric caecum	皱襞数量 Number of folds	皱襞长度 Length of the fold/ $\mu\text{m}$	肌层厚度 Thickness of muscle layer/ $\mu\text{m}$
15	$8.43 \pm 0.07$	1	5	$64.27 \pm 1.25$	$8.19 \pm 0.94$
20	$12.32 \pm 0.56$	$25 \pm 2$	6~7	$71.25 \pm 5.01$	$9.96 \pm 1.21$
30	$27.80 \pm 4.56$	$75 \pm 2$	8~9	$96.43 \pm 9.21$	$13.60 \pm 1.13$
40	$48.58 \pm 3.27$	$123 \pm 4$	10~11	$104.41 \pm 7.94$	$16.19 \pm 1.22$
50	$78.66 \pm 6.87$	$155 \pm 7$	11~12	$112.62 \pm 1.51$	$20.00 \pm 0.37$
60	$111.83 \pm 9.63$	$190 \pm 5$	11~12	$121.16 \pm 10.48$	$25.54 \pm 1.55$

### 2.3 黏液细胞类型与分布

鳊幽门盲囊黏液细胞以 II 型为主,IV 型次之,盲囊基部有少量 III 型黏液细胞分布,未发现

I 型黏液细胞。随着鳊发育,幽门盲囊黏液细胞类型差异不大,但数量有所增加。盲囊顶部黏液细胞较聚集,盲囊基部黏液细胞数量高于盲囊顶

部(图版Ⅲ)。

### 3 讨论

#### 3.1 幽门盲囊数量发育

不同种类间幽门盲囊数量具有明显差异,通常为几个到几百个不等。大口黑鲈(*Micropterus salmoides*)和大黄鱼(*Larimichthys crocea*)的幽门盲囊数量分别为23和10条<sup>[13]</sup>。与大多数肉食性鱼类相比,鳊幽门盲囊数量相对较多,为207~326<sup>[8]</sup>。本研究显示,鳊幽门盲囊数量在15日龄到40日龄间呈现快速增加趋势,40日龄到60日龄,幽门盲囊数量增长较缓慢。研究<sup>[14]</sup>表明,鳊在17日龄时体质量开始快速增长。推测是幽门盲囊的发育提高了食物转化率,促进个体摄食消化能力,增快鱼体生长。在鳊属中,鳊、大眼鳊和斑鳊的幽门盲囊数量分别为207~326、50~115、81~133,鳊生长速率明显大于大眼鳊和斑鳊,斑鳊生长速率和大眼鳊相差不大<sup>[8]</sup>;对不同品系虹鳟研究表明,在相同的生长速率下,幽门盲囊数量越多的品系表现出更低的饲料摄入量,即在摄食相同的饵料条件下,幽门盲囊数量越多的品系体质量增加量越大<sup>[15]</sup>。这些表明,幽门盲囊的数目多少可显著影响鱼类的消化吸收能力,幽门盲囊数量越多,鱼体消化吸收能力越强,进而生长越快。

#### 3.2 幽门盲囊时空发育

不同鱼类幽门盲囊发育时间也不相同,褐菖鲈(*Sebastiscus marmoratus*)、条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)、条斑星鲷(*Verasper moseri*)幽门盲囊分别在2~3日龄、12~15日龄和29日龄出现<sup>[16-18]</sup>。研究<sup>[19]</sup>显示,鳊在全长9 mm左右时,出现幽门盲囊原基。本研究中,鳊幽门盲囊在15日龄开始发育,平均全长(8.43±0.07) mm,与唐宇平等<sup>[19]</sup>研究结果基本相符。肉食性硬骨鱼类消化系统发育需经内源性营养、混合性营养和外源性营养3个时期。进入外源性营养期,胃腺和幽门盲囊相继发育。研究<sup>[20]</sup>表明,鳊胃腺在13日龄开始发育,幽门盲囊发育位于胃腺发育之后。在大菱鲆和哲罗鱼(*Hucho taimen*)中也观察到幽门盲囊发育晚于胃腺发育的现象<sup>[21-22]</sup>。这种现象出现的原因有两点:一是肉食性鱼类胃腺形成后,胃功能已经发育完善,随着食物量增多,胃肠结构不能满足食物消化吸收,因此,需要幽

门盲囊参与,进行辅助消化吸收;二是因为肉食性鱼类肠道短,食物经胃乳化后形成大量食糜,肠道空间小,需要幽门盲囊贮存。

本研究显示,鳊幽门盲囊发育位置依次为胃肠之间左腹侧、肠下方右腹侧、胃肠之间右腹侧和肠下方左腹侧。幽门盲囊刚开始发育时,其皱襞数量少且短。随着稚鱼发育,幽门盲囊肌层、黏膜下层和黏膜层区分明显,盲囊数量、皱襞数量及皱襞长度、肌层厚度都相应增加,表明幽门盲囊消化吸收作用逐渐增强。

鳊幽门盲囊每枝在中部产生2个分支,分支为盲囊顶部,枝干为盲囊基部。由于盲囊基部皱襞数量多且长,几乎充满整个囊腔,说明幽门盲囊主要在盲囊基部实现消化吸收功能。

#### 3.3 黏液细胞类型与分布

研究表明,鱼类消化道黏液细胞类型与其功能有着密切联系。在有胃鱼中,胃黏液细胞皆以I型为主,I型黏液细胞分泌中性黏液,这种类型黏液可以调节胃中pH,并且可以促进将食物转化成食糜的过程,与胃的功能相适应<sup>[23]</sup>。II型黏液细胞和IV型黏液细胞主要分泌酸性黏液物质,酸性黏液物质能够保持管腔润滑,食道和后肠中存在大量II型黏液细胞,可以促进食物吞咽和粪便排出<sup>[24]</sup>。另外,酸性黏液物质还具有微粒截留、蛋白质的消化和残基的转运<sup>[25]</sup>。研究结果表明,鳊幽门盲囊黏液细胞以II型为主,IV型次之。鳊是肉食性鱼类,蛋白质是食物中主要组成,幽门盲囊中含有大量的蛋白酶<sup>[26]</sup>,幽门盲囊分泌的黏液可以截留胃乳化后的微粒,并进行消化吸收。

随着鱼体发育,黏液细胞数量也逐渐增加。本研究中,随着鳊发育,幽门盲囊内黏液细胞数量有所增加,这与其幽门盲囊的结构与功能发育相适应。在同一盲囊内,黏液细胞分布数量由盲囊顶部向中部、基部呈递增趋势。由于黏液细胞所分泌黏液中含有一些消化酶,幽门盲囊基部皱襞数量多、长度长,表明幽门盲囊基部的消化功能更为明显。

#### 参考文献:

- [1] 徐革锋,陈侠君,杜佳,等. 鱼类消化系统的结构、功能及消化酶的分布与特性[J]. 水产学杂志, 2009, 22(4): 49-55.  
XU G F, CHEN X J, DU J, et al. Fish digestive system: it'

- s structure, function and the distributions and characteristics of digestive enzymes [J]. Chinese Journal of Fisheries, 2009, 22(4): 49-55.
- [2] 杨桂文, 安利国, 温武军, 等. 鲤胆汁与血清中免疫球蛋白的比较研究[J]. 水产学报, 1998, 22(3): 199-203.  
YANG G W, AN L G, WEN W J, et al. Comparative studies on the immunoglobulin in bile and serum of *Cyprinus carpio* [J]. Journal of Fisheries of China, 1998, 22(3): 199-203.
- [3] BEZERRA R S, SANTOS J F, PAIVA P M G, et al. Partial purification and characterization of a thermostable trypsin from pyloric caeca of tambaqui (*Colossoma macropomum*) [J]. Journal of Food Biochemistry, 2001, 25(3): 199-210.
- [4] VAN HAU P, BENJAKUL S. Purification and characterization of trypsin from pyloric caeca of bigeye snapper (*Pracanthus macracanthus*) [J]. Journal of Food Biochemistry, 2006, 30(4): 478-495.
- [5] KHANTAPHANT S, BENJAKUL S. Purification and characterization of trypsin from the pyloric caeca of brownstripe red snapper (*Lutjanus vitta*) [J]. Food Chemistry, 2010, 120(3): 658-664.
- [6] 崔龙波, 周雪莹, 吕虹, 等. 大菱鲆消化系统的组织学和组织化学研究[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(6): 47-51.  
CUI L B, ZHOU X Y, LYU H, et al. Histological and histochemical study on the digestive system of *Scophthalmus maximus* [J]. Marine Fisheries Research, 2008, 29(6): 47-51.
- [7] 崔龙波, 迟爽, 李新华, 等. 大黄鱼消化系统的组织学和组织化学研究[J]. 烟台大学学报(自然科学与工程版), 2014, 27(4): 266-270.  
CUI L B, CHI S, LI X H, et al. Histological and histochemical study on digestive system of *Pseudosciaena crocea* ricardson [J]. Journal of Yantai University (Natural Science and Engineering Edition), 2014, 27(4): 266-270.
- [8] 韩德举, 胡菊香, 洪峰. 陆水水库鳊属鱼类食性及消化器官的比较研究[J]. 水产学报, 1996, 20(2): 97-103.  
HAN D J, HU J X, HONG F. Comparative studies on the feeding habit and digestive organs of *Siniperca* fishes of Lushui Reservoir [J]. Journal of Fisheries of China, 1996, 20(2): 97-103.
- [9] 马燕梅, 梅景良, 林树根. 鳊胃肠道和肝脏主要消化酶活性的研究[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(4): 584-588.  
MA Y M, MEI J L, LIN S G. Studies on the main digestive enzyme activities in stomach intestine and liver of *Siniperca chuatsi* [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2004, 26(4): 584-588.
- [10] 彭迁迁, 权梦雪, 罗莹, 等. 鳊鱼消化道黏液细胞和6种酶的组织化学定位[J]. 激光生物学报, 2016, 25(2): 161-169.  
PENG Q Q, QUAN M X, LUO Y, et al. Histochemical localization of mucous cells and six types of enzymes in digestive tract of *Siniperca chuatsi* [J]. Acta Laser Biology Sinica, 2016, 25(2): 161-169.
- [11] 李传阳, JEERAWAT T, 查丹琳, 等. 3种鳊鱼消化道结构与胃中泌酸胃酶细胞分布比较[J]. 水产科学, 2016, 35(4): 340-345.  
LI C Y, JEERAWAT T, ZHA D L, et al. Comparison of digestive tract structure and distribution of gastric oxynticopeptic cells among three mandarin fish *Siniperca* species [J]. Fisheries Science, 2016, 35(4): 340-345.
- [12] 尹苗, 杨桂文, 安利国. 胡子鲶黏液细胞类型及其在消化道中的分布[J]. 动物学报, 2001, 47(s1): 116-119.  
YIN M, YANG G W, AN L G. Study on the type of mucous cells and its distribution in alimentary tract of *Clarias fuscus* [J]. Acta Zoologica Sinica, 2001, 47(s1): 116-119.
- [13] 赵柳兰, 陈侨兰, 杨淞, 等. 大口黑鲈消化道组织结构及黏液细胞的类型和分布[J]. 四川农业大学学报, 2018, 36(4): 549-554.  
ZHAO L L, CHEN Q L, YANG S, et al. Analysis of the histological structure, the types and distribution of mucous cells of digestive tract in Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*) [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2018, 36(4): 549-554.
- [14] 郑生顺. 鳊鱼仔稚鱼发育与生长的观察[J]. 水产养殖, 1987(3): 1-4.  
ZHENG S S. Observation on the development and growth of infantile *Siniperca chuatsi* [J]. Journal of Aquaculture, 1987(3): 1-4.
- [15] BERGOT P, BLANC J M, ESCAFFRE A M. Relationship between number of pyloric caeca and growth in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) [J]. Aquaculture, 1981, 22: 81-96.
- [16] 杨佳喆, 齐闯, 徐善良. 褐菖鲉仔、稚鱼消化系统发育的组织学观察[J]. 热带海洋学报, 2019, 38(2): 58-66.  
YANG J Z, QI C, XU S L. Histological studies on development of the digestive system in larval and juvenile *Sebastes marmoratus* [J]. Journal of Tropical Oceanography, 2019, 38(2): 58-66.
- [17] 区又君, 李加儿, 艾丽. 条石鲷早期发育阶段消化系统组织学研究[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(1): 23-27.  
OU Y J, LI J E, AI L. A study on the histology of digestive system in early life stages of *Oplegnathus fasciatus* [J]. Journal of South China Agricultural University, 2015, 36(1): 23-27.
- [18] 于道德. 三种海水经济鱼类早期发育生物学的研究[D]. 青岛: 中国科学院研究生院(海洋研究所), 2008.  
YU D D. A rudimentary study on the early life history of three marine economical teleosts [D]. Qingdao: Graduate School of Chinese Academy of Sciences (Institute of Oceanography), 2008.
- [19] 唐宇平, 樊恩源. 鳊鱼消化器官的发育和食性的研究[J]. 水生生物学报, 1993, 17(4): 329-336.

- TANG Y P, FAN E Y. A study on the development of digestive organs and feeding habit of *Siniperca chuatsi* (basilewsky) [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1993, 17 (4): 329-336.
- [20] 吴雪峰, 赵金良, 钱叶洲, 等. 鳊消化系统器官发生的组织学[J]. 动物学研究, 2007, 28(5): 511-518.  
WU X F, ZHAO J L, QIAN Y Z, et al. Histological study of the digestive system organogenesis for the Mandarin Fish, *Siniperca chuatsi* [J]. Zoological Research, 2007, 28(5): 511-518.
- [21] 陈慕雁, 张秀梅. 大菱鲂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.  
CHEN M Y, ZHANG X M. Development of the digestive system in larval, juvenile and young turbot *Scophthalmus maximus* [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2006, 30(2): 236-240.
- [22] 关海红, 匡友谊, 徐伟, 等. 哲罗鱼消化系统器官发生发育的组织学观察[J]. 动物学杂志, 2007, 42(2): 116-123.  
GUAN H H, KUANG Y Y, XU W, et al. Histological observation on the development of digestive system in *Hucho taimen* [J]. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(2): 116-123.
- [23] PETRINEC Z, NEJEDLI S, KUŽIR S, et al. Mucosubstances of the digestive tract mucosa in northern pike (*Esox lucius* L.) and European catfish (*Silurus glanis* L.) [J]. Veterinarski Arhiv, 2005, 75(4): 317-327.
- [24] 张伟妮, 林旋, 林树根, 等. 褐牙鲂消化道黏液细胞的类型及分布[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2009, 38(3): 280-284.  
ZHANG W N, LIN X, LIN S G, et al. Types and distribution of mucous cells in the digestive tract of *Paralichthys olivaceus* [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition), 2009, 38(3): 280-284.
- [25] 姚荣荣. 鳊消化道组织学与免疫组织化学的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2008.  
YAO R R. Studies on the histology and immunohistochemistry studies of digestive tract in *Elopichthys bambusa* [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2008.
- [26] LU B J, ZHOU L G, CAI Q F, et al. Purification and characterisation of trypsin from the pyloric caeca of mandarin fish (*Siniperca chuatsi*) [J]. Food Chemistry, 2008, 110(2): 352-360.

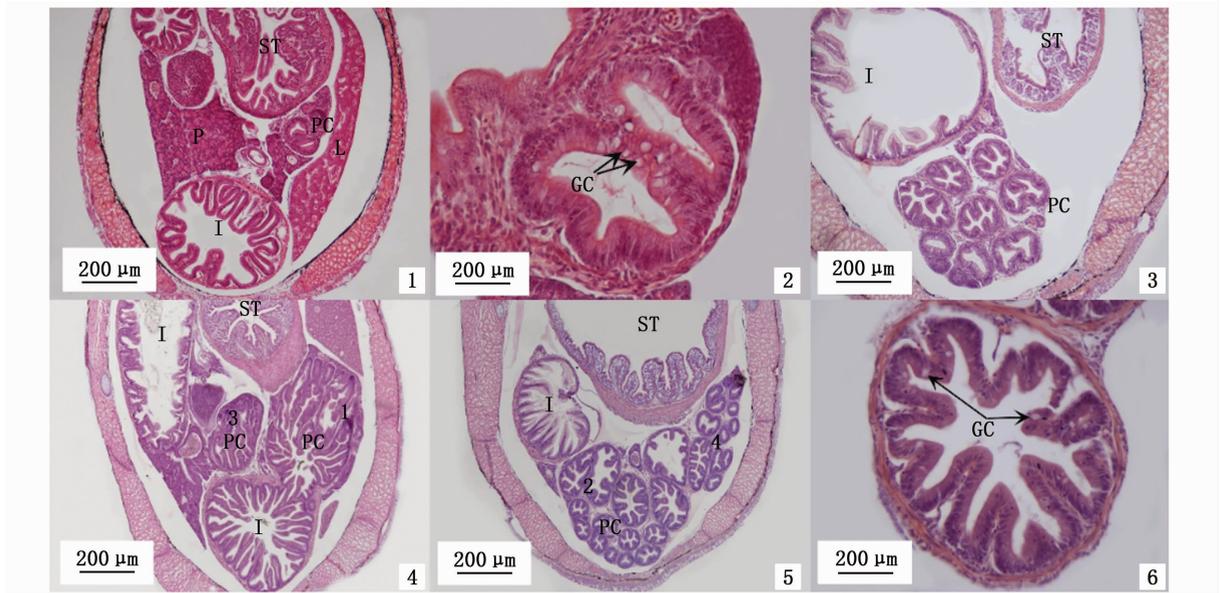
## Histological features of organogenesis of the pyloric caecum of *Siniperca chuatsi*

ZHAO Liangliang<sup>1,2,3</sup>, SHI Linlan<sup>1,2,3</sup>, ZHAO Jinliang<sup>1,2,3</sup>, ZHOU Yunhong<sup>1,2,3</sup>

(1. Key Laboratory of Freshwater Aquatic Genetic Resources, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Collaborative Innovation for Aquatic Animal Genetics and Breeding, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** The number, histological characteristics, types and distribution of mucus cells in the pyloric caecum of *Siniperca chuatsi* at different developmental age were observed and described by histology sectioning, H. E and AB. PAS stainings. The results showed that at 15 days after hatching, there was a cluster of pyloric caeca began to develop on the left ventral side between the stomach and intestine. At 20 days after hatching, there was a cluster of pyloric caeca that developed on the right ventral side below the intestinal tract, and at 25 days after hatching, there was a cluster of pyloric caeca that developed on the right ventral side between the stomach and intestinal side, and the left ventral side below the intestine, respectively. At the age of 20, 30, 40, 50 and 60 days, the number of pyloric caeca was  $(25 \pm 2)$ ,  $(75 \pm 2)$ ,  $(123 \pm 4)$ ,  $(155 \pm 7)$  and  $(190 \pm 5)$ , respectively. The number and the length of the folds and the thickness of the muscular layer of pyloric caecum increased with development age. The pyloric caecum was clustered by multiple branches, each of which produced two sub-branches in the middle section. II type of mucous cell was widely distributed in the pyloric caecum, followed by type IV, there was no I type mucous cell. The number of mucous cells on the base pyloric caecum was higher than the top part.

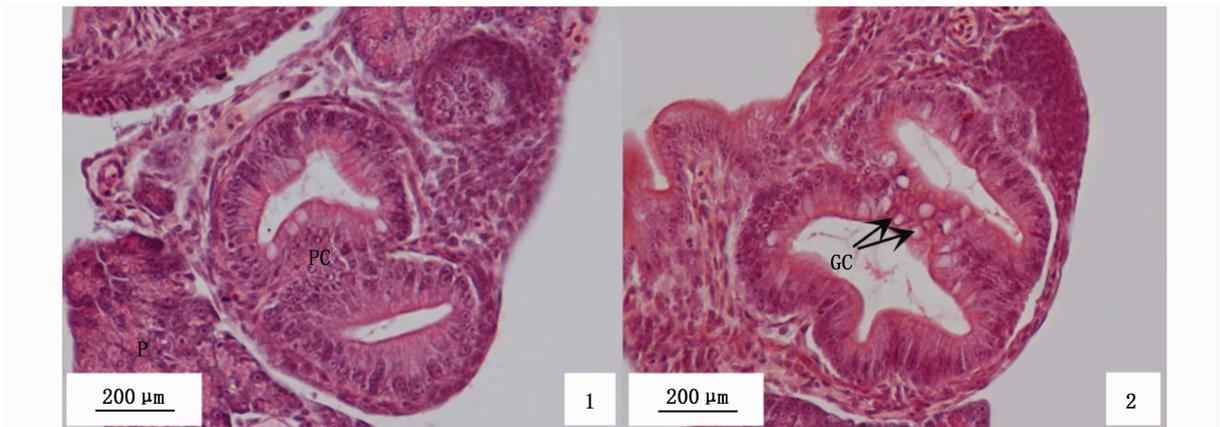
**Key words:** *Siniperca chuatsi*; pyloric caecum; organogenesis; histology



1. 15DAH; 2. 15DAH; 3. 20DAH; 4. 25DAH; 5. 25DAH; 6. 25DAH; ST. 胃; PC. 幽门盲囊; P. 胰腺; I. 肠; L. 肝脏; GC. 杯状细胞。  
 1. 15DAH; 2. 15DAH; 3. 20DAH; 4. 25DAH; 5. 25DAH; 6. 25DAH; ST. Stomach; PC. Pyloric caecum; P. Pancreas; I. Intestine; L. Liver; GC. Goblet cells.

图版 I 鳊早期幽门盲囊发育

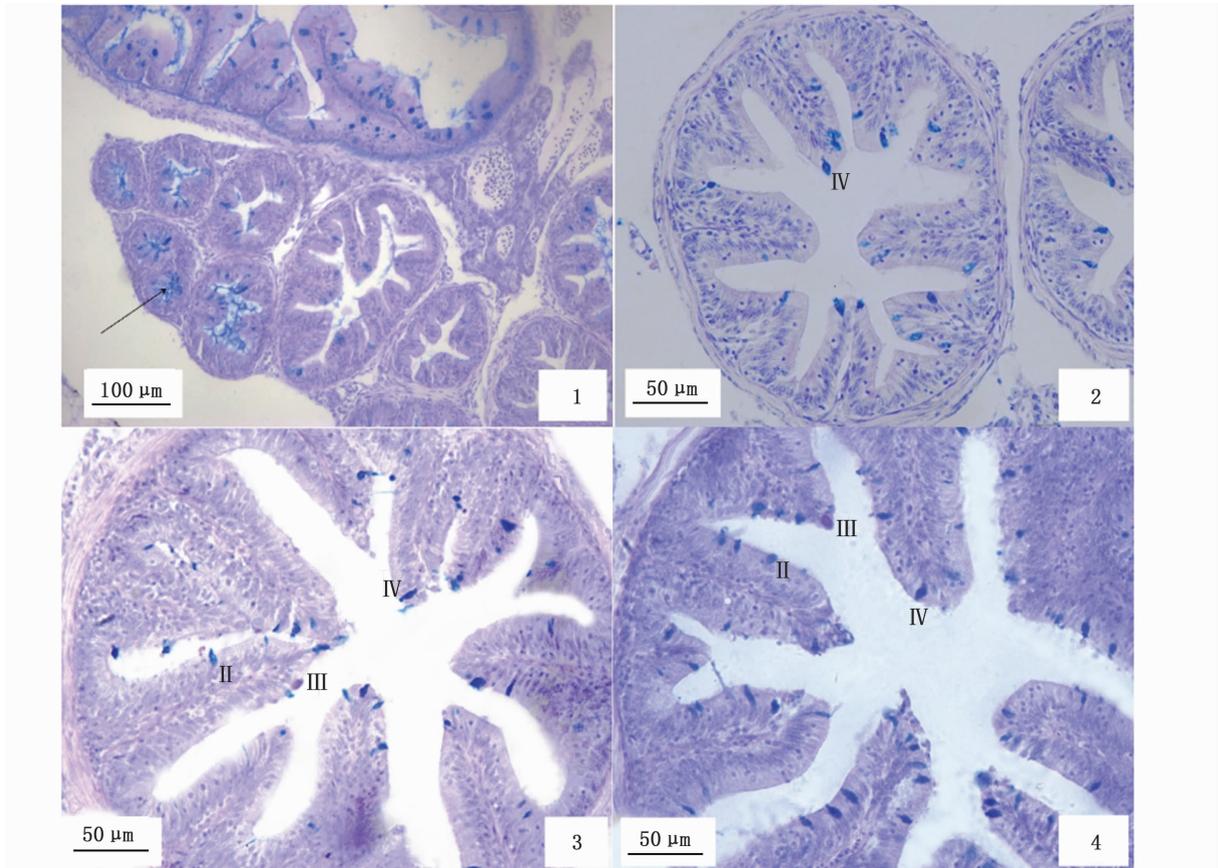
Plate I Development of pyloric caecum of *Siniperca chuatsi*



1. 幽门盲囊顶部; 2. 幽门盲囊基部; PC. 幽门盲囊; P. 胰腺; GC. 杯状细胞。  
 1. Top section of pyloric caecum; 2. Base section of pyloric caecum; PC. Pyloric caecum; P. Pancreas; GC. Goblet cells.

图版 II 鳊幽门盲囊顶部(1)和基部(2)

Plate II The top (1) and base (2) sections of pyloric caecum of *Siniperca chuatsi*



1. 25DAH 幽门盲囊顶部; 2. 40DAH 幽门盲囊顶部; 3. 40DAH 幽门盲囊中部; 4. 40DAH 幽门盲囊基部; II. II 型黏液细胞; III. III 型黏液细胞; IV. IV 型黏液细胞。

1. Top section of pyloric caecum at 25DAH; 2. Top section of pyloric caecum at 40DAH; 3. Middle section of pyloric caecum at 40DAH; 4. Base section of pyloric caecum at 40DAH; II. type II; III. type III; IV. type IV.

图版 III 鳊幽门盲囊黏液细胞类型和分布

Plate III Type and distribution of mucus cells in pyloric caecum of *Siniperca chuatsi*