

银鲳仔鱼消化系统的组织学研究

高露姣¹, 施兆鸿¹, 严莹²

(1. 中国水产科学研究院 东海水产研究所, 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090; 2. 上海水产大学 生命科学与技术学院, 上海 200090)

摘要: 对出膜后 1~12 d 银鲳 (*Pampus argenteus*) 仔鱼的消化系统进行了形态学和组织学观察。在水温为 22~24 ℃ 和盐度 25~28 情况下, 初孵仔鱼具很大的卵黄囊, 消化管为一简单的直形盲管, 管腔狭窄, 口和肛门尚未与外界接通。3 d 仔鱼消化系统分化加快, 在卵黄囊凹陷部位出现 2~3 个弯曲, 已初步分化出食道、胃、肠和肝脏, 肠管也变粗。4 d 仔鱼消化系统各器官初步形成。5 d 仔鱼出现侧囊, 并见部分卵黄囊和油球。7 d 卵黄囊和油球基本被完全吸收, 仔鱼主动摄食轮虫和小球藻, 从内源性营养向外源性营养的过渡基本完成。12 d 以后仔鱼肝脏明显分为两叶, 体积增大; 幽门盲囊指状分支已增加到几十根; 食道、胃和肠的黏膜皱褶明显增多和加深, 肠黏膜上皮细胞高度增加, 游离面纹状缘发达; 胃黏膜的单层柱状上皮高度和胃腺细胞数量也明显增加; 但整个消化道的黏膜下层、肌肉层均不发达, 说明 12 d 仔鱼已具初步消化和吸收功能。[中国水产科学, 2007, 14 (4): 540-546]

关键词: 银鲳; 仔鱼; 消化系统; 形态学; 组织学

中图分类号: Q959.483

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2007)04-0540-07

银鲳 (*Pampus argenteus*) 在分类学上属鲈形目 (Perciformes), 鲳科 (Stromateidae), 鲳属 (*Pampus*), 为暖水性中下层集群性鱼类。银鲳是中国主要经济鱼种之一, 与大黄鱼、带鱼以及乌贼一起, 被称为“四大海产鱼类”。在中国以黄海南部和东海北部分布较为集中, 即吕泗渔场和舟山渔场^[1-2]。虽然国内外学者对银鲳的食物组成^[3]、摄食习性和生长的关系^[4], 以及鱼卵和仔鱼形态进行了观察描述^[5], 但关于银鲳消化系统的组织学研究 (无论是仔稚鱼或幼鱼或成鱼) 均未见报道。从科威特的资料和国内报道的情况来看, 银鲳的人工育苗已经取得成功, 但苗种成活率太低。科威特学者 Dadzie 等^[6]报道, 从初孵仔鱼到幼鱼阶段的存活率最高只有 1.5%, 平均低于 1%, 大批死亡主要集中在孵化后 10 d 内, 尤其是在第 6~8 d 死亡率达到 90%。有学者对饵料做了改进, 使孵化 12 d 后的成活率提高到 10% 左右^[7], 但还远达不到规模生产的需求, 主要原因是其开口饵料以及后续的系列饵料问题未得到根本的解决^[8], 适宜的饵料与饵料的大小、形态、密度及可捕性等均有关。本研究报道了银鲳仔鱼期

消化系统的发育过程和结构特点, 旨在寻找银鲳仔鱼的适口饵料和最适投饵时间, 为进一步提高苗种育成率提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验鱼及养殖条件

实验亲本于 2005 年 4~5 月采自舟山渔场, 采用在海上人工授精获得的同批次胚胎孵出的健康仔鱼进行实验。仔鱼培育条件: 300 L 圆形黑色塑料桶, 水为经沙滤盐度为 25~28 的自然海水, 24 h 连续充气; 水温 22~24 ℃; 于 4~17 d 投喂小球藻及 DHA 强化的轮虫。

1.2 方法

0~5 d 每天定时取样, 6~12 d 隔天定时取样 (针对生产上死亡主要集中在 10 d 内), 每次取 10 尾仔鱼。仔鱼用 Bouin's 液固定, 梯度乙醇脱水, 水杨酸甲酯透明, 石蜡包埋, 进行横向、纵向的连续切片, 厚度为 6~8 μm, HE 染色, 中性树胶封片。Nikon 显微镜观察, 并用 JVC-CCD 拍照。

收稿日期: 2006-11-17; 修订日期: 2006-12-19.

基金项目: 上海市农委重点攻关项目 (沪农科攻字 (2004) 第 8-3 号); 上海市科委自然科学基金项目 (06ZR14119).

作者简介: 高露姣 (1971-), 女, 副研究员, 博士, 从事水生动物营养生理学研究. Tel: 021-65680295; E-mail: lj_gao490@sohu.com

2 结果与分析

2.1 仔鱼消化系统的形态学特征

初孵仔鱼(出膜后 6 h)全长 (3.762 ± 0.018) mm, 消化器官尚处于未分化状态。孵出 1 d 仔鱼平均全长 (4.344 ± 0.018) mm, 鱼体腹面为 1 个透明的圆茄形大卵黄囊, 占据身体的大部分, 平均容量为 (0.350 ± 0.008) mm³, 卵黄囊靠后部位含有一近圆形的油球, 容量约 (0.049 ± 0.000) mm³ (图版 I-1), 消化管为一简单的直形盲管, 管腔狭窄, 口和肛门尚未与外界接通。

2 d 仔鱼全长 (4.538 ± 0.047) mm, 卵黄囊吸收变小, 呈长瓜形, 容量增加为 (0.205 ± 0.005) mm³, 腹腔面与油球交界处出现凹陷, 油球变为椭圆形, 体积略有缩小 (图版 I-2), 消化道在外形上与 1 d 时没有明显差别。

3 d 仔鱼全长 (4.833 ± 0.102) mm, 卵黄囊容量缩小到 (0.085 ± 0.008) mm³, 并明显凹陷成两部分; 消化系统分化加快, 在卵黄囊凹陷部位出现 2~3 个弯曲, 已初步分化出食道、胃、肠和肝脏, 肠管也变粗 (图版 I-3); 口部形成, 下颌能够缓慢活动, 但还不能摄食, 肛门未打通。

4 d 仔鱼口部机械地张合, 有时能摄入轮虫和小球藻; 卵黄囊因卵黄物质的吸收而进一步缩小, 油球容量为 (0.033 ± 0.003) mm³; 消化道弯曲度增大, 食道、胃和肠的区分明显, 肠管末端肛孔与外界相通, 肛门形成, 部分仔鱼胃、肠出现黄色和褐色物质, 肠中代谢产物排出体外, 此时消化系统各器官初步形成。

5 d 仔鱼全长 (5.479 ± 0.104) mm, 还可见卵黄囊和油球, 但体积明显缩小。

7 d 仔鱼全长 (5.878 ± 0.033) mm, 卵黄囊完全消失, 油球还有少量痕迹; 肝脏体积增大, 并在其前端下方出现胰脏雏形; 仔细观察, 在食道靠前部位可见侧囊, 外观呈长椭圆形, 侧囊肌肉壁上有许多长柱状乳突; 仔鱼主动摄食轮虫和小球藻, 胃、肠可见绿色小球藻及轮虫, 表明从内源性营养向外源性营养过渡基本完成 (图版 I-4)。

12 d 以后仔鱼肝脏明显分为两叶, 体积增大, 粉红色, 呈黑色的胰脏体积也略有增大, 并往小肠处延伸; 幽门盲囊指状分支已增加到几十根, 食道、胃和肠的管腔皱褶明显增多和加深; 胃弯曲呈 U 形, 解剖发现幽门部没有特别发达的肌肉; 肠道弯曲增加

(图版 I-5); 侧囊体积增大, 侧囊内壁背腹的纵隔明显, 纵隔两侧的肌肉壁上柱状乳突硬度增加; 鱼体腹两侧星状黑色素及金黄色斑点明显。

2.2 仔鱼消化系统的组织学特征

2.2.1 食道与侧囊 3 d 仔鱼组织切片中可见食道锥形: 黏膜上皮为单层细胞, 核圆形位于底部, 细胞游离面没有纹状缘; 肌层不发达。5 d 仔鱼食道的黏膜上皮呈鳞状, 相对 3 d 排列更为紧密, 黏膜下层和肌肉层不发达, 浆膜层为疏松的结缔组织 (图版 I-6)。12 d 仔鱼食道黏膜上皮为复层鳞状上皮, 细胞排列进一步紧密和整齐, 游离面有纹状缘, 被苏木精染为深蓝色的圆形细胞核明显, 黏膜下层和肌肉层略有增厚 (图版 I-7)。

侧囊为鲳亚目 (Stromateoidei) 鱼类的特有结构^[9], 位于食道前段部位。组织切片显示, 5 d 仔鱼已出现侧囊结构, 其肌肉壁上有许多长柱状乳突, 其横切面似花朵, 每一乳突长有许多细小的针状刺, 胶质化不明显, 组织切片显示为空泡状, 乳突的基底均埋于很薄的肌肉和结缔组织中 (图版 I-8)。7 d 仔鱼侧囊肌肉增厚, 乳突上的小刺增多。随着发育, 12 d 仔鱼侧囊体积明显增大, 结构越趋成熟, 乳突和针状刺胶质化愈加明显 (图版 I-9)。

2.2.2 胃 相对于其他消化器官, 胃的发育较慢。观察出膜 5 d 仔鱼胃部切片, 胃腔膨大但胃壁薄, 分为黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层。黏膜上皮由单层矮柱状细胞组成, 排列还不够紧密, 细胞核位于细胞基部, 单层柱状细胞下方开始出现管状腺细胞, 但数量不多, HE 着色为深蓝色; 黏膜下层、肌层以及浆膜层都很薄; 胃腔内可见食物被消化后的残体 (图版 I-10)。12 d 仔鱼胃褶皱增多, 柱状细胞高度增加, 胃腺细胞数量增多, 体积增大, 黏膜下层和肌层仍不发达 (图版 I-13)。

2.2.3 肠和幽门盲囊 1 d 仔鱼具有原始、简单的消化管, 呈直管状, 肠腔狭窄, 消化管由单层未分化的细胞组成, 2 d 仔鱼消化管外形上与 1 d 差别不大 (图版 I-11、I-12)。出膜 3 d 仔鱼, 肠道已分化出小肠和直肠。小肠出现较浅的横向皱褶, 黏膜层为单层柱状上皮, 未见黏液细胞, 黏膜下层和肌肉层很薄, 浆膜层也只依稀可见; 直肠的皱褶为纵向。5 d 仔鱼小肠皱褶增多和加深, 柱状细胞出现纹状缘, 黏膜下层和肌肉层也有所增厚 (图版 I-10)。随着由内源性营养向外源性营养的转化成功, 仔鱼消化和吸收功能也随之增强, 12 d 仔鱼肠黏膜褶皱

明显增多,柱状细胞排列紧密,核大位于细胞底部,黏膜上皮游离面纹状缘发达,黏膜下层和肌肉层有所增厚,但相对黏膜层来说仍较薄(图版 I-13、I-14),直肠的黏膜上皮细胞排列紧密,散布很多杯状细胞(图版 I-15)。

仔鱼出膜后第5天,在胃与小肠交界部位的周围出现幽门盲囊,开始为少量管状突出物,黏膜层上皮也为单层柱状上皮,黏膜下层和肌肉层不明显,结构与3 d小肠相似(图版 I-16)。此后幽门盲囊的数量不断增多。

2.2.4 消化腺 出膜3 d仔鱼出现肝脏雏形,在卵黄囊的周围、肠前端外周间充质细胞分化形成肝细胞团,染色较浅,细胞界限不清;5 d仔鱼肝细胞排列较松散,肝细胞核大,呈蓝色(图版 I-10)。7 d仔鱼肝细胞迅速分裂,数量明显增加,排列趋于紧密,肝血窦出现,血窦的体积小,但数量多,另外细胞间仍有许多空隙,肝细胞染色加深(图版 I-17)。12 d肝脏已开始分为左右两叶,肝细胞更紧密、细小,肝血窦减少,出现丰富的血细胞,结构已似幼鱼¹⁾(图版 I-13、I-18)。

银鲳的胰腺是和肝脏相互分开的一个独立的消化腺,它的发生晚于肝脏。5 d仔鱼的卵黄囊背部、肝脏下方出现染色紫蓝的胰细胞团(图版 I-10)。7 d仔鱼胰细胞分化发育较快,数量明显增加,胰细胞呈圆形、长形或不规则形,细胞核圆形,核膜和细胞界线明显,染色加深。10 d胰岛基本出现,胰腺细胞排列趋于紧密,胰细胞间出现血细胞;12 d胰脏体积增大,并向胃、小肠的背面和腹面延伸(图版 I-13)。

3 讨论

3.1 银鲳仔鱼消化系统发育特点

3.1.1 口与肛门的形成时间 银鲳仔鱼于3 d口部形成,上下颌能动,但肛门于4 d向外界打通,仔鱼开始摄食。仔鱼发育中口与肛门的形成及其与外界环境的相通是仔鱼即将开口摄食的重要标志之一^[10],不同鱼类中出现的时间与顺序也不一致。例如,梭鲈(*Mugil carinatus*)孵化后3 d的仔鱼肛门先与外界相通,4 d口与外界相通,孵化后5 d开始摄取食物^[11];斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)孵化后4 d肛门形成,并开口摄食^[12]。这与仔鱼的遗传特性,卵的大小、质量和孵化时间以及外界条件

(特别是温度)的影响有关^[13]。

3.1.2 胃和肠的发育速度 银鲳仔鱼胃与肠的黏膜层发育速度较快,而黏膜下层和肌肉层发育速度相对较慢。如出膜后12 d,银鲳仔鱼的小肠黏膜皱褶非常多,柱状上皮细胞高度增加,微绒毛发达,但黏膜下层和肌肉层相对较薄;胃壁结构仍主要由柱状上皮和胃腺细胞组成,黏膜下层和肌肉层也很薄弱(图版 I-13)。由此可见,12 d仔鱼已具初步消化功能,但消化道的收缩或蠕动能力较弱。

3.1.3 侧囊 侧囊是鲳亚目鱼类的特有结构,鲳亚目各科的食道侧囊形态与构造是其分类依据之一^[9]。银鲳的食道侧囊很发达,外观呈长椭圆形,侧囊内壁背腹各有一纵隔,纵隔两侧的肌肉壁上有许多长柱状乳突,每一乳突上长有许多细小的针状角质刺,每一刺上又长有许多次级小刺,乳突的基底均埋于肉质中,由基底向外可长出4~6条呈放射状的骨质脚根^[9]。从银鲳仔鱼的发育可见,其侧囊结构出现时间较早,并随着发育,内壁上的乳突及其小刺的角质化逐渐明显,12 d仔鱼侧囊内发现的轮虫残骸较模糊,说明其碾磨功能迅速增强。

3.2 初孵仔鱼的长度及卵黄囊消失时间

本研究中,初孵仔鱼全长 (3.762 ± 0.018) mm,1 d仔鱼全长为 (4.213 ± 0.018) mm,比张仁斋等^[5]报道的初孵银鲳仔鱼全长2.75~3.10 mm更长。同时观察到5 d仔鱼卵黄囊和油球尚存在(图版 I-16),直至7 d卵黄和油球才完全被吸收,而张仁斋等^[5]报道孵化后5 d的仔鱼,卵黄囊和油球已全部消失。此次检测到的卵径范围为1.411~1.502 mm、油球径为0.546 mm,与张仁斋等^[5]报道的相近(分别是1.2~1.6 mm、0.53~0.59 mm),分析原因可能是孵化温度的不同导致仔鱼发育和卵黄囊吸收速度不同。

3.3 仔鱼期大量死亡原因分析

仔、稚鱼期是养殖鱼类发育的关键阶段,这一阶段对饵料的摄取及消化吸收直接影响苗种的成活率和生长速度。而该时期消化系统的形成、发育和不断完善是鱼体向外界摄取营养和生长的基础。本实验表明,4~6 d是银鲳仔鱼混合营养期,也是卵黄囊和消化道迅速变化时期,前者被吸收变小,后者快速发育,可以认为这一时期是仔鱼将卵黄储存的营养物质和从外界摄取的食物用于消化道结构完善的关

1) 高露姣,施兆鸿,罗海忠.银鲳幼鱼消化道的组织学研究.待发表

键时期,如果消化道发育迟缓或营养不良,就不能实现从内源性营养向外源性营养转变的要求。此时仔鱼死亡,很可能是因为仔鱼消化系统的结构和功能尚不完善,外界摄取的食物无法正常消化而堵塞消化道;也可能与内源因子,如卵的质量(取决于种的遗传特性,或决定于雌体经历的环境压力及所产卵的营养成分等)有关^[14]。6~12 d 仔鱼发育继续进行,但速率趋于平缓,仔鱼的消化系统逐步完善,这一时期的死亡,是由于适口饵料供应不充足,或者营养不够所造成的饥饿性死亡。

因此,在银鲳仔鱼培育生产过程中,要特别保证第4~12天有充足的适口饵料(营养充分、饵料密度和大小适合)的投入,通过加强管理,使仔鱼安全渡过内源营养向混合营养以及由混合向外源营养转变的两个“危险期”,从而达到提高其成活率的目的。

参考文献:

- [1] 倪勇,张列士.上海鱼类志[M].上海:上海科学技术出版社,1990:336-337.
- [2] 郑元甲,陈雪忠,程家骅,等.东海大陆架生物资源与环境[M].上海:上海科学技术出版社,2003:379-388.
- [3] Pati S. Food feeding habits of silver pomfret *Pampus argenteus* (Euphrasen) from the Bay of Bengal with a note on its significance in fishery[J]. Indian J Fish, 1980, 27 (1/2): 244-256.
- [4] Pati S. Growth changes in relation to food habits of silver pomfret, *Pampus argenteus* [J]. Indian J Anim Sci, 1983, 53 (1): 53-56.
- [5] 张仁斋,陆穗芬,赵传■,等.中国近海鱼卵与仔鱼[M].上海:上海科学技术出版社,1985:151-153.
- [6] Dadzie S F, Abou-Seedo T, Al-Shalal. Reproductive biology of the silver pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen), in Kuwait waters[J]. Appl Ichthyol, 2000, 16: 247-253.
- [7] Al-Abdul-Elah K M, Almatar S, Abu-Rezq T, et al. Development of hatchery technology for the silver pomfret *Pampus argenteus* (Euphrasen): effect of microalgal species on larval survival[J]. Aquac Res, 2001, 32 (10): 849-860.
- [8] 施兆鸿,王建钢,高露姣,等.银鲳繁殖生物学及人工繁殖技术的研究进展[J].海洋渔业,2005,27(3):246-250.
- [9] 孟庆闻,苏锦祥,李婉端.鱼类比较解剖[M].北京:科技出版社,1987:175-176.
- [10] 朱成德.仔鱼开口摄食期及其饵料综述[J].水生生物学报,1986,10(1):86-95.
- [11] 何大仁,刘正琮,江素菲,等.梭鲈胚胎及早期仔鱼的研究[C]/梭鱼鲈鱼研究文集征集组.梭鱼鲈鱼研究文集.北京:农业出版社,1982:198-211.
- [12] 吴金英,林浩然.斜带石斑鱼消化系统胚后发育的组织学研究[J].水产学报,2003,27(1):7-12.
- [13] 殷名称.北海鲱卵黄囊期仔鱼的摄食能力和生长[J].海洋与湖泊,1991,22(6):554-560.
- [14] 殷名称.鱼类早期生活史阶段的自然死亡[J].水生生物学报,1996,20(4):363-372.

Histological studies on development of digestive system in larval *Pampus argenteus*

GAO Lu-jiao¹, SHI Zhao-hong¹, YAN Ying²

(1. Key and Open Laboratory of Marine and Estuary, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. College of Life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Silver pomfret, *Pampus argenteus*, is a valuable fish species for human food with considerable market demand in China, because of its soft, tender flesh, few bones and good taste. Despite its commercial importance, no studies have been carried out on the histology of its digestive system. The low viability of silver pomfret fry during artificial reproduction is due to little knowledge about its digestive system and inappropriate diet. In our experiment, the development of digestive system and associated glands of *P. argenteus* was examined histologically from the first day to the 12th day after hatching. The newly hatched larvae were reared in larval rearing tanks (300 L working volume) and were continuously supplied with fresh air. Salinity of seawater was 25-28 and temperature was maintained at 22-24 °C. The 1-day-old larva had one big yolk sac, and their digestive tract was only a straight diverticulum, without communication with outside. The digestive tract of 3-day-old larva had two or three curves and was differentiated to esophagus, stomach

and intestine. At the same time, primitive hepatocyte aggregate appeared. On the 4th day after hatching, *Chlorella* sp. and rotifer enriched with DHA were fed to the silver pomfret larvae. Some larvae started to intake food passively, and to excrete metabolite. Yolk sac seemed to get less and less, because the yolk was absorbed gradually. It disappeared till the 7th day after hatching, so larva was at mixotrophic stage during 4 – 6 days after hatching. Esophageal sac was an especial structure of Stromateoidei. Histological observation indicated that 5-day-old silver pomfret larva had the rudiment of esophageal sac. Up to 12th day, the esophageal sac could mill food to some extent. Besides this, a larva had two piece of livers, more and deep mucosal folds of esophagus, stomach and intestine, and more pyloric caecae. Striated border of intestine of 12-day-old larva was strong, and tubuliform gland cells of stomach of 12-day old larva were abundant, but the submucous layer and muscularis of digestive tract of 12-day old larva were not well developed. It suggested that the digestive tract of 12-old larva had the ability to digest food and absorb nutrition at some extent, but the ability of vermiculation was still feeble. [Journal of Fishery Sciences of China, 2007, 14 (4): 540 – 546]

Key words: *Pampus argenteus*; larva; digestive system; morphology; histology

图版 I 说明

1: 1 d 仔鱼活体, $\times 10$; 2: 2 d 仔鱼活体, $\times 10$; 3: 3 d 仔鱼消化道解剖图, $\times 10$; 4: 7 d 仔鱼消化道解剖图, $\times 10$; 5: 12 d 仔鱼消化道解剖图, $\times 10$; 6: 5 d 仔鱼食道横切, $\times 40$; 7: 12 d 仔鱼食道横切, $\times 40$; 8: 5 d 仔鱼出现侧囊, $\times 40$; 9: 12 d 仔鱼侧囊横切, $\times 40$; 10: 5 d 仔鱼消化道横切, 示胃、肠、肝脏和胰脏, $\times 40$; 11: 1 d 仔鱼横切, 示原始消化道, $\times 10$; 12: 2 d 仔鱼纵切, 示盲管状消化道, $\times 15$; 13: 12 d 仔鱼消化道横切, 示胃、肠、肝脏和胰脏, $\times 40$; 14: 12 d 仔鱼小肠横切, $\times 40$; 15: 12 d 仔鱼直肠横切, 示黏膜上皮中含有的丰富的杯状细胞, $\times 40$; 16: 5 d 仔鱼消化道横切, 示幽门盲囊和小肠, $\times 40$; 17: 7 d 仔鱼肝脏, $\times 60$; 18: 12 d 仔鱼肝脏, $\times 40$.

C – 空隙, CML – 环肌, DT – 消化管, E – 食道, ES – 侧囊, GC – 杯状细胞, GG – 胃腺, H – 肝细胞, Ha – 血细胞, HS – 角质刺, I – 小肠, L – 肝脏, M – 乳突, MM – 黏膜褶, P – 胰脏, PC – 幽门盲囊, R – 直肠, S – 胃, SB – 鳔, SCE – 单层柱状上皮, SE – 鳞状上皮, Se – 浆膜层, SSE – 复层鳞状上皮, Y – 卵黄.

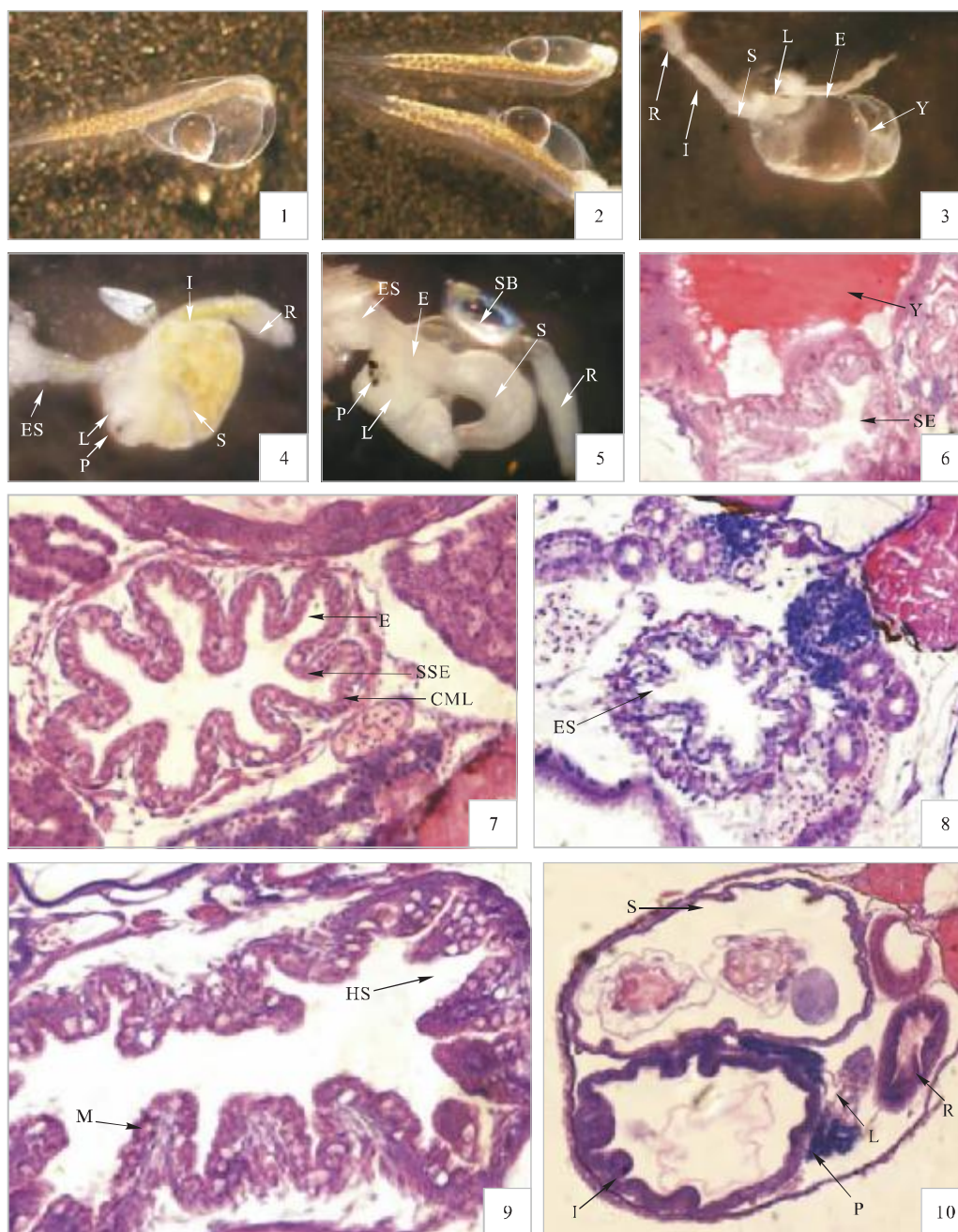
Explanation of Plate I

1: 1-day old larva, $\times 10$; 2: 2-day old larva, $\times 10$; 3: Anatomical digestive tract of 3-day old larva, $\times 10$; 4: Anatomical digestive tract of 7-day old larva, $\times 10$; 5: Anatomical digestive tract of 12-day old larva, $\times 10$; 6: Cross section of esophagus of 5-day old larva, $\times 40$; 7: Cross section of esophagus of 12-day old larva, $\times 40$; 8: Cross section of 5-day old larva, showing esophageal sac, $\times 40$; 9: Cross section of esophageal sac of 12-day old larva, $\times 40$; 10: Cross section of digestive tract of 5-day old larva, showing stomach, intestine, liver and pancreas, $\times 40$; 11: Cross section of 1-day old larva, showing primitive digestive tract, $\times 10$; 12: Longitudinal section of 2-day old larva, showing digestive diverticulum, $\times 15$; 13: Cross section of digestive tract of 12-day old larva, showing stomach, intestine, liver and pancreas, $\times 40$; 14: Cross section of intestine of 5-day old larva, $\times 40$; 15: Cross section of rectum of 12-day old larva, showing abundant goblet cells in mucous epithelium, $\times 40$; 16: Cross section of digestive tract of 5-day old larva, showing pyloric caecum and intestine, $\times 40$; 17: Liver of 7-day old larva, $\times 60$; 18: Liver of 12-day old larva, $\times 40$.

C – cellule, CML – circular muscle layer, DT – digestive tract, E – esophagus, ES – esophageal sac, GC – goblet cell, GG – gastric glands, H – hepatocyte, Ha – haematocyte, HS – horny spine, I – intestine, L – liver, M – mastoid, MM – mucous membrane, P – pancreas, PC – pyloric caecum, R – rectum, S – stomach, SB – swim bladder, SCE – singlecolumnar epithelium, SE – squamous epithelium, Se – serosa, SSE – stratified squamous epithelium, Y – yolk.

高露姣等: 银鲳仔鱼消化系统的组织学研究

GAO Lu-jiao et al: Histological studies on development of digestive system in larval *Pampus argenteus*

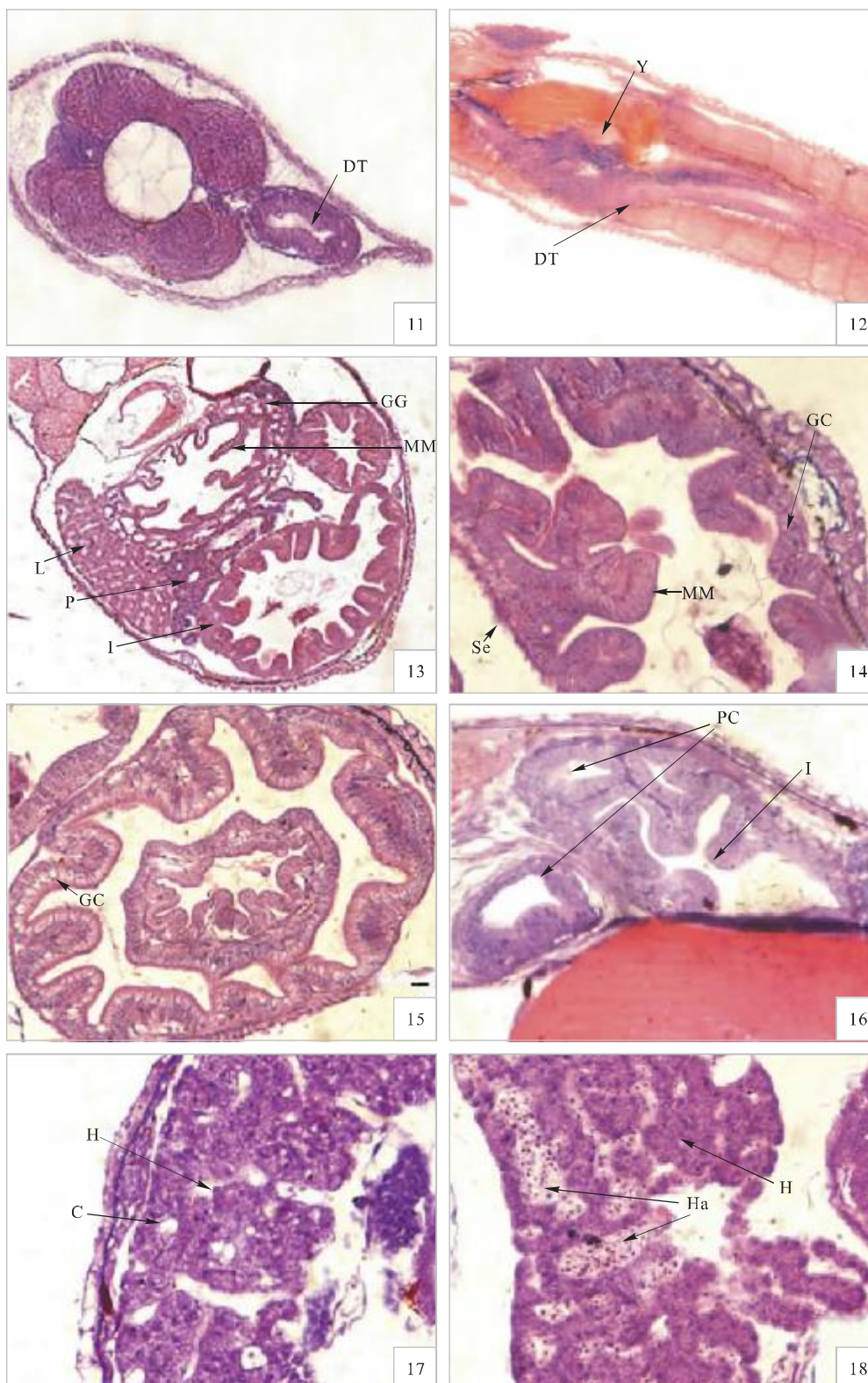


图版 I Plate I

(图版 I 说明见文末 Explanation of Plate I at the end of the text)

高露姣等: 银鲳仔鱼消化系统的组织学研究

GAO Lu-jiao et al: Histological studies on development of digestive system in larval *Pampus argenteus*



续图版 I Plate I continued

(图版 I 说明见文末 Explanation of Plate I at the end of the text)