

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.

条石鲷早期发育阶段消化系统组织学研究

区又君¹, 李加儿¹, 艾 丽^{1,2,3}

(1 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室/中国水产科学研究院南海水产研究所, 广东 广州 510300;
2 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306; 3 佛山市南海百容水产良种有限公司, 广东 佛山 528200)

摘要:【目的】研究条石鲷 *Oplegnathus fasciatus* 从初孵仔鱼到幼鱼这一发育阶段消化系统的形态学变化和组织结构特征.【方法】利用形态学和连续组织切片技术,对出膜后 0~35 日龄的条石鲷各期仔、稚、幼鱼的消化系统进行了观察和研究.【结果和结论】在水温 24~27℃,盐度 29~30,pH 7.4~8.2 的条件下,初孵仔鱼(0 日龄仔鱼)消化道仅是一条位于卵黄囊后的尚未分化的细管状结构,卵黄囊体积较大,H-E 染色呈淡红色.随着条石鲷的生长发育,其消化系统也在逐渐成熟和完善,条石鲷消化系统的发育完善要经过 3 个阶段,第 1 阶段是 0~3 日龄,消化道几乎未分化;第 2 个阶段为 4~18 日龄,消化系统初步发育成型,具备了基本的摄食、消化和吸收功能;第 3 阶段为 19~35 日龄,形成胃腺和幽门盲囊,消化系统发育完善,具备成鱼的结构.

关键词:条石鲷; 早期发育阶段; 消化系统; 组织学
中图分类号:S917.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2015)01-0023-05

A study on the histology of digestive system in early life stages of *Oplegnathus fasciatus*

OU Youjun¹, LI Jia'er¹, AI Li^{1,2,3}

(1 Key Laboratory for Exploitation & Utilization of Marine Fisheries Resource in South China Sea, Ministry of Agriculture/South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; 2 College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3 Foshan Nanhai Holdone Aquatic Seeds Co., Ltd., Foshan 528200, China)

Abstract:【Objective】The histology of digestive system in early life stages of *Oplegnathus fasciatus* was investigated. 【Method】By using continual section cutting technique, morphological changes and histological characters from newly hatched larvae to 35 days after hatching were described. 【Result and conclusion】Under the conditions of water temperature 24–27℃, salinity 29–30 and pH 7.4–8.2, the digestive tract of newly hatched larvae was only an undifferentiated simple closed tube above the posterior segment of yolk-sac with larger volume and color in reddish by H-E staining. Digestive system of *O. fasciatus* developed their morphology and function further with growth; it can be divided three stages: digestive tract hardly differentiated at the first stage from 0 to 3 days after hatching. At the second stage from 4 to 18 days after hatching, the digestive system was brought to primarily perfect, functioning as feeding, digestion and assimilation. At the third stage from 19–35 days after hatching, gastric glands and pyloric caeca were formed and development of digestive system became perfect and similar to that of the adult fish.

收稿日期:2014-03-17 优先出版时间:2014-12-02
优先出版网址:<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.7671/j.issn.1001-411X.2015.01.005.html>
作者简介:区又君(1964—),女,研究员, E-mail: ouyoujun@126.com
基金项目:广东省海洋渔业科技推广专项(A200901D01);中国水产科学研究院水产种质资源与养殖技术重点开放实验室基金(2007A014)

Key words: *Oplegnathus fasciatus*; early life stage; digestive system; histology

鱼类通过消化系统完成对食物的摄取和营养物质的消化吸收. 鱼类的早期发育阶段是消化系统不断发育和完善的时期, 随着仔鱼食性的转变, 消化系统会发生相应的变化, 以满足仔鱼生长发育所必需的营养需求. 所以在鱼类的早期发育时期消化系统的发育状况会影响到鱼苗的成活率以及鱼苗的发育情况. 因此, 很有必要研究鱼类早期发育阶段消化系统的形成和发育过程, 以便更合理地去配制饵料, 提供仔鱼生长的最适饵料, 使鱼苗能更好地生长发育, 达到更高的成活率. Mai 等^[1]研究了对大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* 仔、稚鱼的消化系统, 描述了 0 ~ 40 d 鱼消化道的形态组织学特征. Ostaszewska 等^[2]观察了尖吻鲟 *Acipenser oxyrinchus* 孵化后 6 ~ 49 d 消化道的形态组织变化. Saelee 等^[3]报道了连鳍胡鲶 *Clarias nieuhofii* 孵化后 0 ~ 46 d 消化系统发育的组织学和组织化学特性. 区又君等^[4]研究了 0 ~ 31 d 卵形鲳鲹 *Trachinotus ovatus* 消化器官的发育过程及组织结构特征.

条石鲷 *Oplegnathus fasciatus* 在分类学上隶属于鲈形目 Perciformes 石鲷科 Oplegnathidae 石鲷属, 俗称日本鹦鵒鱼, 属近海暖温、喜岩礁性鱼类, 分布于中国、日本, 我国产于黄海、东海、台湾海峡等地^[5-6], 该鱼色泽鲜艳、条纹美丽, 是一种具有较高经济价值和观赏价值的名贵海产鱼类. 国内外有关条石鲷生物学的研究已有不少^[7-9], 胡玲玲等^[10]采用解剖和光镜技术对养殖条石鲷消化道的形态学和组织学进行了详细的观察和研究, 并探讨了其消化道的组织学和解剖学特征与其杂食性的适应. 本文对条石鲷仔、稚、幼鱼消化系统的组织学进行研究, 以期为该物种的发育生物学研究和种苗生产提供技术支持.

1 材料与方法

1.1 材料

试验用鱼取自南海水产研究所饶平试验基地. 育苗水温为 24 ~ 27 °C, 盐度 29 ~ 30, pH 7.4 ~ 8.2. 从 0 日龄(孵出第 1 天)仔鱼开始取样观察, 直到 35 日龄, 所取鱼苗均健康无病, 活动状态正常. 样品用波恩氏液进行固定, 置于体积分数为 70% 的乙醇溶液中保存.

1.2 方法

按日龄由小到大取样切片. 将已经固定好的标本用自来水冲洗 2 h, 利用 TP1020 自动脱水机脱水, <http://xuebao.scau.edu.cn>

透明和浸蜡, 用组织包埋机石蜡包埋, Leica 轮转式切片机进行纵向和横向连续切片, 切片的厚度均为 5 μm, 贴片, 烤片. 将制作好的石蜡切片放入 Autostainer XL 自动染色机内进行 H-E 染色, 中性树胶封片, 用卡尔·蔡司光学显微镜进行观察, 并摄影. 利用目镜测微尺测量各组织长度.

2 结果

2.1 前期仔鱼(0 ~ 3 日龄)

初孵仔鱼(0 日龄仔鱼), 消化系统尚未分化, 仅有一段紧贴卵黄囊与腹腔壁的尚未分化的肠管, 无黏膜层和黏膜下层、肌肉层的分化. 细胞的界线不清晰, 由立方细胞构成, 细胞核大, 几乎占据整个细胞. 口咽腔和肛门尚未形成. 此时仔鱼的卵黄囊体积很大, H-E 染色呈淡红色, 仔鱼以卵黄物质为营养来源, 处于内源性营养阶段(图 1a).

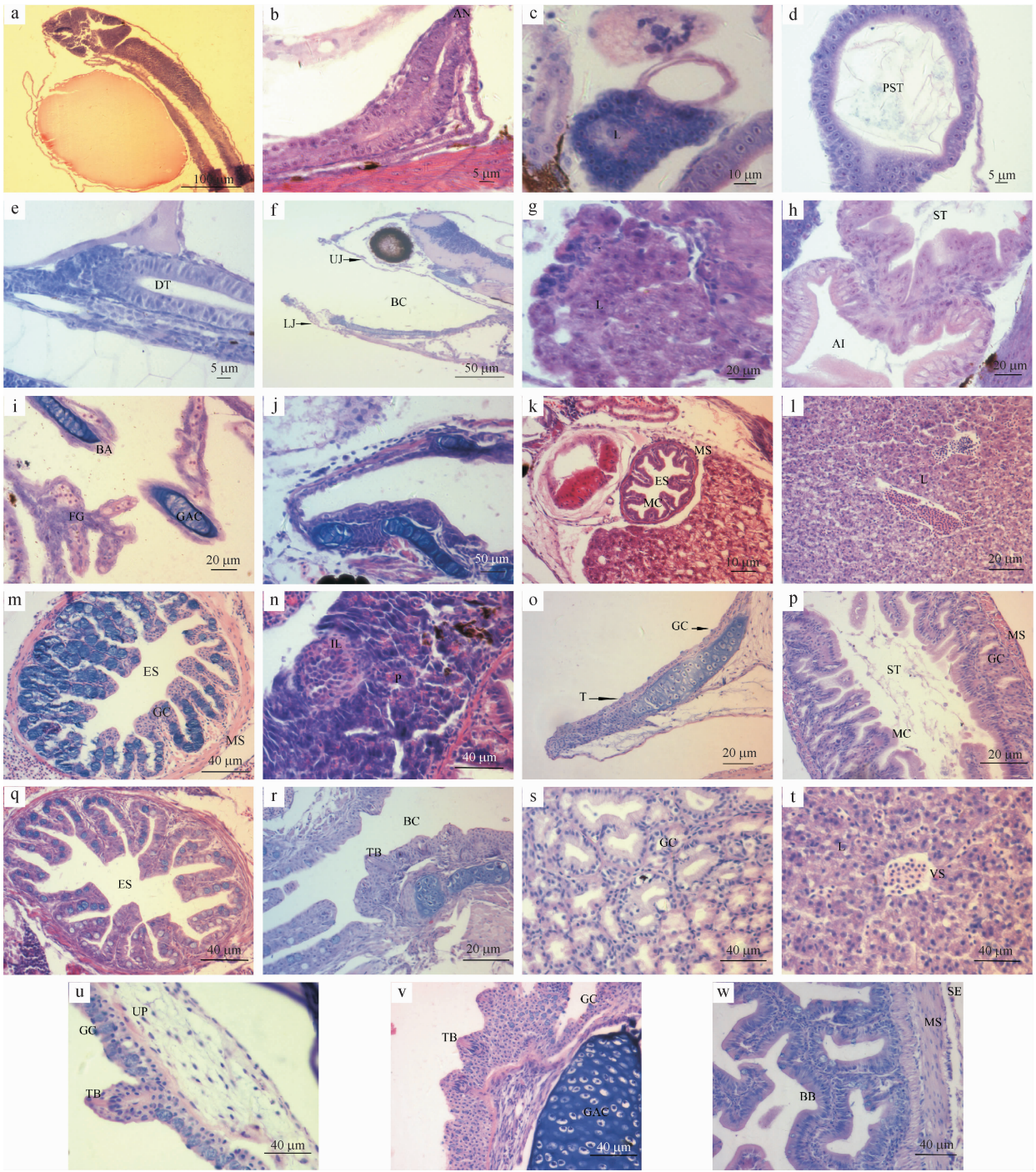
1 日龄仔鱼, 肠管较初孵仔鱼变粗变长, 肠前后部开始出现空腔, 细胞体积变大, 数目增多, 细胞界限不明显, 排列较不规则, 细胞核仍很大. 肛门基本形成, 但仍未与外界相通. 卵黄囊体积减小(图 1b).

2 日龄仔鱼, 口裂形成, 但还没有开启能力; 在口腔形成处出现少量的染成蓝色的软骨细胞, 下颌骨开始骨化; 食道仍未贯通, 细胞排列杂乱, 外被浆膜. 食道后部的消化道黏膜下层和肌肉层没有形成; 在卵黄囊背部出现一染色较深的细胞团, 为肝脏原基; 胃原基形成空腔, 黏膜层出现少量细小的凹陷, 腔上皮为单层立方上皮, 细胞排列整齐, 细胞界限较清晰, 细胞核较大, 圆形; 肠管继续增长, 贯穿整个体腔前后, 肠腔从两端向中间扩展, 肠道未与外界相通, 肠黏膜上皮细胞呈柱状, 在细胞顶端已形成排列整齐的微绒毛; 肾脏开始形成; 肝脏原基正在分化形成, 肝细胞界限不清晰(图 1c, 1d, 1e).

2.2 开口期仔鱼(4 ~ 8 日龄)

4 日龄仔鱼, 卵黄囊消失, 已开口, 消化道与外界相通, 形成口咽腔(图 1f)、食管、胃、肠和肛门, 开始摄食. 食道和胃的连接处出现缢痕. 胃部开始膨大, 肠道增粗, 变弯; 胃黏膜形成 5 ~ 6 个低褶, 黏膜外形成一层结缔组织. 肝细胞呈不规则的多边形.

5 日龄仔鱼, 口咽腔继续扩大; 肠道仍无明显的前、中、后肠的分化, 肠壁未见肌肉层, 肠上皮细胞分裂加快; 肝细胞增多, 排列较松散(图 1g).



BC:口咽腔; DT:消化道; TB:味蕾; T:舌; PST:雏形胃; ES:食道;GC:杯状细胞; BB:纹状缘; MC:黏膜层; MS:肌肉层;ST:胃;AN:肛门;P:胰脏; L:肝脏; V:肝空泡; VS:静脉窦; SE:浆膜层; IL:胰岛; GAC:鳃弓软骨; BA:鳃弓; FG:假鳃; UJ:上颌; LJ:下颌;AI:前肠;UP:上咽。

a:0 d 仔鱼纵切;b:1 d 仔鱼纵切;c:2 d 仔鱼肝脏原基纵切;d:2 d 仔鱼雏形胃纵切;e:2 d 仔鱼消化管纵切;f:4 d 仔鱼口咽腔纵切;g:5 d 仔鱼肝脏纵切;h:8 d 仔鱼消化道纵切;i:8 d 仔鱼鳃横切;j:10 d 咽腔纵切;k:12 d 仔鱼整体横切;l:15 d 肝脏纵切;m:15 d 食道横切;n:15 d 胰脏纵切;o:15 d 舌纵切;p:15 d 胃纵切;q:17 d 食道横切;r:17 d 口咽腔纵切;s:18 d 胃腺纵切;t:18 d 肝脏纵切;u:25 d 口咽腔纵切;v:35 d 鳃纵切;w:35 d 食道横切。

图 1 条石鲷仔、稚、幼鱼消化系统组织结构观察(H-E 染色)

Fig. 1 Histological observation on the digestive system of larvae, juvenile and young *Oplegnathus fasciatus* (H-E staining)

8 日龄仔鱼,口咽腔和食道的黏液细胞迅速增多,肌肉层也迅速增厚;出现短的鳃丝,形成 1 列假鳃;食管形成 7 个皱襞,肌层增厚;胃的两端均出现紧缢,使胃与食道、肠的分界明显,胃黏膜褶增至 7~9 个,黏膜下

层含有较多的淋巴细胞;肝脏体积增加,肝细胞增多,排列较致密;肾小管细胞增多,体积增大(图 1h,1i)。

2.3 后期仔鱼(10~25 日龄)

10 日龄仔鱼,下颌宽 12.5 μm,出现味蕾;咽部

高 162.5 μm , 出现味蕾; 肠黏膜层细胞质中出现大量的嗜伊红颗粒和空泡, 肝脏体积显著增大, 横切宽为 172.5 μm , 食道表层上皮细胞之间出现大量的杯状细胞. 假鳃长度增到 120 μm (图 1j).

12~15 日龄仔鱼, 口咽腔黏膜层增厚, 舌上出现大量味蕾, 咽部味蕾增多, 鳃丝迅速发育, 最长达到 270 μm , 鳃弓上出现很多味蕾; 食道肌层增厚, 食道长为 135 μm ; 形成胃腺和幽门盲囊, 胃黏膜层增厚, 胃小凹增多; 肠绒毛明显增长和密集; 肝胰脏基本发育成形, 肝内的空泡增多(图 1k, 1l, 1m, 1n, 1o, 1p).

17~25 日龄, 此时期条石鲷仔鱼的支鳍骨开始形成, 各鳍开始进入快速发育时期, 25 日龄为仔鱼到稚鱼的转变期. 胃腺增多, 胃肌层进一步增厚, 胃和肠壁形成不连续的纵行平滑肌肉层(图 1q, 1r, 1s, 1t, 1u).

2.4 稚鱼期(25~35 日龄)

进入稚鱼阶段, 在舌上出现杯状细胞和味蕾, 上下颌的表皮层都含有大量的杯状细胞; 胃分化为幽门部, 盲囊部和贲门部, 胃的柱状上皮顶端有不规则的突起; 肠肌层厚度约为 62.5 μm . 消化系统的各部分结构和功能基本发育完善, 消化能力明显增强(图 1v, 1w).

3 讨论

3.1 条石鲷消化系统的早期发育阶段划分

条石鲷消化系统的早期发育与其他的鱼类相似, 初孵仔鱼消化系统尚未分化, 到开口摄食时, 为了适应外源性营养方式, 消化系统迅速分化而向仔鱼后期发育, 具备基本的结构^[11]. 可能是仔鱼对卵黄物质的吸收只需要基本的系统结构^[12]. 根据形态结构观察以及组织切片的观察, 把条石鲷消化系统早期发育分成 3 个阶段.

第 1 阶段为孵化后 0~3 日龄, 此时期, 仔鱼尚未开口, 消化道不与外界相通, 仔鱼以卵黄物质为营养, 处于内源性营养阶段, 消化系统开始发育但尚未分化. 要提高这一阶段仔鱼的成活率, 除了提供适宜的环境条件, 还要注意产前雌性亲鱼的卵的质量, 加强亲鱼的培育. 雌性产卵群体的饵料质量与仔鱼的饵料在影响仔鱼成活率方面起着同等重要的作用^[13].

第 2 阶段, 4~18 日龄, 卵黄囊消耗完, 仔鱼开始摄食, 进入外源性营养阶段. 消化系统初步发育成型, 具备基本的结构, 消化系统分化形成口咽腔、食管、胃、肠和肛门, 形成肝胰脏. 具有一定的摄食、储存、消化和吸收的功能. 该阶段鱼苗要经历从内源性营养到外源性营养的转变. 这个阶段也是鱼苗死亡率较高的时期, 由于消化系统发育还不完善, 因此要提供适合鱼苗口径以及消化系统特点的饵料.

第 3 阶段, 19~35 日龄, 胃腺和幽门盲囊已经形成, 消化系统已具备成鱼的结构, 胃腺的完善促进了食物的消化, 这一阶段鱼苗的鳍和鳞片也相继发育完成, 这都保证了鱼苗能够快速地生长发育.

3.2 嗜伊红颗粒、空泡和杯状细胞在消化吸收过程中的作用

肠道上皮细胞顶端出现的嗜伊红颗粒和空泡, 是细胞消化的一种形式^[14]. 由于在仔鱼期, 鱼类的消化系统发育尚不完全, 所以仔鱼通过这种途径来实现对营养物质的吸收, 尽管这种蛋白质的细胞内消化速度很慢, 但对仔鱼摄取营养起到了重要的作用.

食道中的杯状细胞能够分泌黏液, 一方面可以起到润滑食道的作用, 另一方面可以起到胃前消化的作用. 在食道上皮层中含有大量的杯状细胞, 而胃的上皮层中不含有杯状细胞.

本研究中, 条石鲷 10 日龄仔鱼, 在咽部出现高 162.5 μm 的味蕾, 肠黏膜层细胞质中出现大量的嗜伊红颗粒和空泡, 表明此阶段仔鱼的消化道上皮细胞已具有胞饮作用和细胞内消化作用. 有文献推测, 前肠和中肠的空泡为被吸收的脂肪滴, 而在后肠的内容物则是通过胞饮作用吸收的蛋白质. 在硬骨鱼类的仔鱼期阶段, 由于消化酶系统发育尚未完善, 胞饮吸收可能成为鱼体消化蛋白质的一条替代途径^[15]. 在 12 日龄仔鱼的肝中可见有许多空泡, 表明条石鲷仔鱼将从食物中吸收的营养物质贮藏于肝脏中. 有研究人员通过 PAS 染色结果表明, 这些空泡为储存在肝脏中的糖元^[16]. 10 日龄仔鱼, 食道表层上皮细胞之间出现大量的杯状细胞, 孵化后 25 d 在舌上可见到杯状细胞和味蕾, 上下颌的表皮层都含有大量的杯状细胞, 在胃的黏膜层中未发现杯状细胞. 杯状细胞分泌黏液可能具有两方面的作用, 一是起润滑作用便于食物顺利通过消化道, 另一方面则可能起着胃前消化的作用.

3.3 条石鲷消化道胚后发育组织学特征与其功能的关系

条石鲷消化道的形态组织结构及其功能随着鱼体发育不断完善. 孵化后 2 日龄的仔鱼处于内源性营养阶段, 此时尚未开口, 其消化道仅为一条实心管道, 但已足以满足仔鱼的生理需求. 这与高露姣等^[17]对银鲳 *Pampus argenteus* 的研究结果相一致, 而与林强等^[18]对大海马 *Hippocampus kuda* 的研究结果不同, 大海马在仔鱼期已具备可以独立摄食、比较完善的摄食和消化器官, 仔鱼的摄食方式未经过内源性营养阶段, 直接进入内源与外源混合的营养阶段. 4~8 日龄条石鲷的仔鱼已经开口, 肛门和外界相通,

消化道各器官已基本分化,随着发育进程,食道黏膜的褶皱数增多、胃容扩张、肠壁膨大等,这与马爱军等^[19]对黑鲷 *Sparus macrocephalus* 以及陈晓武等^[20]对牙鲆 *Paralichthys olivaceus* 的研究观察结果大体相似。表明此阶段的仔鱼已经开口向外界摄食,消化道组织结构上应有一定的发育变化才能满足其生存需求。食道黏膜层具有褶皱,可扩大食道的容积,以利于食物顺利通过食道;胃部扩张使仔鱼获得贮存更多食物的空间;幽门盲囊的分化和肠道膨大都有利于食物的充分消化和吸收。

稚鱼期条石鲷消化道已经表现出该种固有的特性,具有较强的消化功能。食道管肌层增厚,黏膜褶皱加深,黏膜上皮中有杯状细胞,这些结构特征使稚鱼能顺利地吞食较大食物并能成功转移到胃部;胃分化为幽门胃,胃体部和贲门胃,有利于鱼将所摄入的坚硬或难以消化食物在酸性环境中泡软消化,幽门部肌肉层增厚有助于通过收缩肌肉挤压磨碎食物,并将其顺利送入至容积较小的肠道;幽门盲囊与肠道分化相似,黏膜褶皱和杯状细胞数量增多能促使稚鱼对食物的消化吸收更为完全。这与吴金英等^[21]对斜带石斑鱼 *Epinephelus coioides* 和徐晓津等^[22]对大黄鱼的研究结果相似。杯状细胞分泌的黏液一般为中性黏液,具有润滑食物、保护肠道的功用,还可与消化酶协同作用帮助消化^[23]。黏膜上皮是单层柱状细胞,具有明显的纹状缘,能促进蛋白质、脂肪和糖类等消化分解成为可溶性小分子物质而被肠壁吸收^[24]。

参考文献:

- [1] MAI K S, YU H R, MA H M, et al. A histological study on the development of the digestive system of *Pseudosciaena crocea* larvae and juveniles [J]. J Fish Biol, 2005, 67 (4): 1094-1106.
- [2] OSTASZEWSKA T, KOLMAN R, KAMASZEWSKI M, et al. Morphological changes in digestive tract of Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus* during organogenesis [J]. Int Aquat Res, 2011, 3: 101-105.
- [3] SAELEE T, KIRIRATNIKON S, SUWANJARAT J, et al. The development of the digestive system in *Clarias nieuhofii* larvae: Histology and histochemical studies [J]. J Micros Soc Thai, 2011, 4(1): 16-19.
- [4] 区又君,何永亮,李加儿. 卵形鲳鲹消化系统的胚后发育[J]. 台湾海峡, 2011, 30(4): 533-539.
- [5] 福建鱼类志编写组. 福建鱼类志: 下卷[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1985: 254-255.
- [6] 福建省渔业区划办公室. 福建省渔业资源[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1988: 247.
- [7] 蔡文超,区又君,李加儿. 南海区养殖条石鲷的胚胎发育[J]. 南方水产, 2009, 5(4): 31-35.
- [8] 胡玲玲,李加儿,区又君,等. 条石鲷头肾和脾脏的显微结构观察[J]. 南方水产, 2010, 6(3): 41-45.
- [9] MAKINO H, MASUDA R, TANAKA M. Ontogenetic changes of learning capability under reward conditioning in striped knifejaw *Oplegnathus fasciatus* juveniles [J]. Fish Sci, 2006, 72(6): 1177-1182.
- [10] 胡玲玲,李加儿,区又君,等. 养殖条石鲷消化道形态构造及组织学观察[J]. 南方水产, 2010, 6(6): 65-69.
- [11] 麦贤杰,黄伟健,叶富良,等. 海水鱼类繁殖生物学和人工繁育[M]. 北京: 海洋出版社, 2005: 90-93.
- [12] 王永翠,李加儿,区又君,等. 黄鳍鲷仔、稚、幼鱼消化道形态组织学观察[J]. 南方农业学报, 2012, 43(8): 1212-1217.
- [13] GOVONI J J. Morphological, histological and functional aspects of alimentary canal and associated organ development in larval *Leiostomus xanthurus* [J]. Revue Canadienne de Biologie, 1980, 39(2): 69-80.
- [14] JANY K D. Studies on the digestive enzymes of the stomachless bonefish *Carassius auratus gibelio* (Bloch): Eeocopeptidases [J]. Comp Biochem Physiol: Part B, 1976, 53(1): 31-38.
- [15] IWAI T. The comparative study of the digestive tract of the teleost larvae: V: Fat absorption in the gut epithelium of goldfish larvae [J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1968, 34(11): 973-978.
- [16] BOUHLIC M, GALAUDAN J. Histological study of the organogenesis of digestive system and swim bladder of the dove sole *Solea solea* (Linnaeus 1758) [J]. Aquaculture, 1992, 102(4): 373-396.
- [17] 高露姣,施兆鸿,严莹. 银鲳仔鱼消化系统的组织学研究[J]. 中国水产科学, 2007, 14(4): 540-546.
- [18] 林强,吕军仪,张彬,等. 大海马消化系统胚后发育的形态学及组织学研究[J]. 热带海洋学报, 2007, 26(6): 46-51.
- [19] 马爱军,马英杰,姚善诚. 黑鲷消化系统的胚后发育研究[J]. 海洋与湖沼, 2000, 31(3): 281-287.
- [20] 陈晓武,施志仪,顾一峰. 牙鲆消化道发育的组织学观察[J]. 水产学报, 2007, 31(3): 400-404.
- [21] 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.
- [22] 徐晓津,王军,谢仰杰,等. 大黄鱼消化系统胚后发育的组织学研究[J]. 大连水产学院学报, 2010, 25(2): 107-112.
- [23] 马爱军,雷霖霖. 真鲷幼鱼消化道组织学研究[J]. 中国水产科学, 1999, 6(2): 22-25.
- [24] 翟宝香,刘焕亮,李梦河,等. 鲢消化系统胚后发育的组织学研究[J]. 大连水产学院学报, 1992, 7(2/3): 19-30.

【责任编辑 柴 焰】

<http://xuebao.scau.edu.cn>