

长鳍篮子鱼消化道黏膜上皮的扫描电镜观察

章龙珍^{①②} 杨金海^{①②} 刘鉴毅^① 庄平^{①②} 赵峰^① 马境^③ 屈亮^{①②}

(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资源及生态重点开放实验室 上海 200090;

② 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306; ③ 华东师范大学生命科学学院 上海 200062)

摘要: 采用扫描电镜观察了长鳍篮子鱼 (*Siganus canaliculatus*) 消化道黏膜上皮表面细微的结构特征。结果显示,长鳍篮子鱼食道黏膜为纵行黏膜褶皱,在褶皱上形成“V”字型次级褶皱,黏膜上皮表面具有许多分泌孔及较多腺体导管的开口,上皮细胞扁平,似鳞片状,连接紧密。胃黏膜褶皱呈绳状纵向排列,黏膜上皮表面有许多沟回,细胞之间有较多的胃小凹,在上皮表面可见有乳头状突起,未见有微绒毛;上皮细胞为五边形或六边形,无细胞间隙。肠黏膜分布着密集排列的肠绒毛,绒毛呈拇指状或扁平状,黏膜上皮表面呈脑回状,分布有许多分泌颗粒,细胞游离面分布着丰富的微绒毛,细胞为多边形、圆形、不规则形,有细胞间隙。幽门盲囊黏膜上皮的结构与肠道相似。本文探讨了黏膜上皮结构与功能的关系。

关键词: 消化道;黏膜上皮;扫描电镜;长鳍篮子鱼

中图分类号:Q954 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2010)02-121-05

Scanning Electron Microscope Observation on the Mucosal Epithelium of the Digestive Tract in *Siganus canaliculatus*

ZHANG Long-Zhen^{①②} YANG Jin-Hai^{①②} LIU Jian-Yi^① ZHUANG Ping^{①②}

ZHAO Feng^① MA Jing^③ QU Liang^{①②}

(① *Key and Open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Resource and Ecology, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090;*

② *College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306;*

③ *School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China*)

Abstract: The ultrastructure of mucosal epithelium of the digestive tract in *Siganus canaliculatus* was examined by scanning electron microscopy. In esophagus, longitudinal folds and V-shape secondary folds of mucosal surface were observed. There were numerous secretory holes and openings of glandular duct. The squamous epithelium cells were flattened, and they were firmly bound to one another. The stomach mucosal folds were arranged vertically, showing rope-like pattern. There were many papillae and no microvilli on the surface of stomach epithelium. The epithelium cells took the shape of pentagon or hexagon, and there were more gastric pits between them. Numerous villi arranged on the surface of intestinal epithelium, showing finger-like or flattened shape. The mucosal epithelium of intestine exhibited gyrus structure, and numerous secretory granules were on the surface. The epithelium cells of intestine were polygon, round or anomalous and had intercellular space. The epithelium structure of the pyloric caeca was similar to that in intestine. In the paper, the

基金项目 国家科技支撑计划项目 (No. 2006BAD03B08), 国家 863 计划项目 (No. 2004AA603110), 上海市科委科技成果转化项目 (No. 093919N1300), 上海市科技兴农重点攻关项目 (沪农科攻 2009 第 5-7 号), 上海市教委 E-研究院建设项目 (No. E03009);

第一作者介绍 章龙珍,女,研究员;研究方向:水生动物生殖生物学和生理学;E-mail: longzhen2885@hotmail.com。

收稿日期:2009-08-19, 修回日期:2009-12-23

relationship between structure of epithelium and their functions was also discussed.

Key words: Digestive tube; Mucosa epithelium; Scanning electron microscope (SEM); *Siganus canaliculatus*

长鳍篮子鱼 (*Siganus canaliculatus*) 属鲈形目 (Perciformes) 篮子鱼科 (Siganidae) 篮子鱼属, 在我国主要分布于东海南部、南海和台湾海域, 是一种广盐的近海鱼类, 营养价值高^[1]。并且具有生长快, 食性杂, 饲料源容易解决, 对环境适应力强等养殖优点。长鳍篮子鱼口腔内具尖锐小齿, 喜欢摄食残留饵料以及环境中的附着藻类, 在网箱中起到“清道夫”的作用, 在海水网箱中混养一定比例的长鳍篮子鱼, 能获得较好的经济效益和生态效益^[2], 同时, 由于杂食性偏植食性的特点, 可以减少养殖的投入, 有利于环境的改善, 对建立环境友好型健康养殖模式有深远的意义。

食物中的水、无机盐、维生素以及食物经过消化后形成的小分子营养物质, 如葡萄糖、氨基酸、甘油、脂肪酸等, 进入血液被吸收时, 必须通过消化道内表面的黏膜上皮细胞。消化道黏膜上皮是吸收和同化营养物质的主要组织, 在鱼类生长和发育的过程中发挥着重要的作用^[3]。本文采用扫描电镜对长鳍篮子鱼消化道黏膜上皮进行观察, 探讨其消化与吸收机理, 为其营养学与人工养殖提供理论依据。

1 材料与方法

实验用长鳍篮子鱼共 10 尾, 体重 (58.51 ± 21.15) g, 体长 (13.080 ± 1.856) cm, 于 2007 年 11 月采自福建东山网箱。活体常规解剖, 取出食道、胃、幽门盲囊、肠 (前肠、中肠、后肠)。前肠为肠管的前部与胃交界处到第一盘旋弯曲部; 中肠为第一弯曲到最后一次弯曲部分; 后肠为最后一次弯曲部分到排泄孔。取材部位均为消化道器官的中央部位, 纵向剖开暴露器官黏膜部分, 用 0.1 mol/L (pH 7.3) 的磷酸缓冲液冲洗 3~4 次, 立即投入 4℃ 的 2.5% 戊二醛溶液中固定 48 h, 磷酸缓冲液漂洗, 用 1% 锇酸固定 1.5 h, 梯度酒精脱水, 醋酸异戊酯过渡, 自然干燥, 喷金, JEOL-6380LV 扫描电镜观察并拍

照。

2 结果

食道: 在 SEM 低倍镜下, 长鳍篮子鱼的食道黏膜褶皱大体呈纵向排列, 褶皱之间排列较紧密, 每隔一段距离, 褶皱在横向方向上以波浪形折叠, 呈“V”字型 (图版 I:1)。黏膜上皮表面有纵横交错的沟纹, 把上皮表面分割成一系列不规则区域 (图版 I:2)。上皮表面凹凸不平, 分布着扁平细胞, 似鳞片状, 细胞与细胞之间结合紧密, 无细胞间隙。上皮表面细胞之间有清晰可见的分泌孔, 内陷成坑状, 且数量多, 直径大小不一。黏膜上皮表面还分布有腺体导管的开口, 开口周围聚集有较多黏液细胞 (图版 I:2, 3)。

胃: 胃黏膜褶皱呈纵向排列, 呈绳状, 褶皱之间近乎平行, 褶皱和褶皱之间大沟明显可见, 裂隙之间常有乳头状突起 (图版 I:4, 5)。黏膜上皮表面较光滑, 排列不紧密, 纵横交错、深浅不一的沟和隆起的回将上皮表面分成大小不一的区域 (图版 I:6)。区域的表面分布着五边形或六边形的细胞, 细胞轮廓清楚, 边缘凹陷, 内部突出, 细胞之间结合紧密, 无细胞间隙。上皮表面有较多粗大的凹陷为胃小凹, 是胃腺的开口, 数量较多, 未见有微绒毛 (图版 I:7)。

肠: 1) 前肠: 肠黏膜表面形成密集排列的肠绒毛, 形成网状, 绒毛呈拇指状或扁平状。肠绒毛表面呈现出深浅不同的裂或沟, 裂、沟之间有回, 整个表面像脑回 (图版 I:8, 9)。绒毛表面较平坦, 分布有许多的分泌颗粒。分泌孔夹杂在 4~6 个细胞之间, 没有凹陷, 且数量较多, 直径较小 (图版 I:9, 10)。细胞为多边形, 轮廓和间隙清楚, 排列紧密, 在高倍镜下可看到细胞表面布满了长而密的微绒毛 (图版 I:11)。2) 中肠: 与前肠相比, 绒毛表面隆起的回显著增多, 回的高度也增加, 分泌颗粒明显增加 (图版 I:12)。细胞为多边形或圆形, 轮廓清楚, 细胞

间隙宽,在高倍镜下也可看到细胞表面长而密的微绒毛(图版 I:13)。3)后肠:肠黏膜表面回分布少,表面平坦,有较多的分泌颗粒及大量的粪便(图版 I:14)。细胞形状不规则,轮廓清楚,细胞间隙进一步增宽。分泌孔较小且数量较多,表面微绒毛短而稀疏(图版 I:15)。

幽门盲囊:绒毛呈扁平状,表面平坦,分泌孔较多(图版 I:16)。细胞形状不规则,轮廓清楚,细胞间隙宽(图版 I:17)。与前、中、后肠相比,细胞表面的微绒毛更丰富,微绒毛排列密集,其上还有小分支,似苔藓状覆盖在细胞表面(图版 I:17,18)。

3 讨论

一些鲤科鱼类的食道黏膜形成无分枝的纵行褶皱,鲱科和鲷科物种的食道黏膜形成乳头状突起排列于纵行褶皱内,有些鱼类在初级褶皱之内还有次级褶皱^[4]。长鳍篮子鱼食道黏膜为纵行黏膜褶皱,在褶皱上形成“V”字型次级褶皱,这种排列方式使褶皱的总长度显著增加,也使黏膜的表面积显著增加,增强扩张能力,有利于长鳍篮子鱼吞咽更多的食物进入食管中。长鳍篮子鱼食道黏膜和大多数鱼类一样,黏膜表面上有数量较多的分泌颗粒,分泌颗粒使食管腔保持湿润,协助食物吞咽。在硬骨鱼乌鳢(*Ophicephalus argus*)^[5]和齐口裂腹鱼(*Schizothorax prenanti*)^[6]食道黏膜表面可观察到有长短不一、弯曲的微脊,而在长鳍篮子鱼黏膜表面未观察到该结构。长鳍篮子鱼食道黏膜上皮表面有较多的腺体开口存在,表明长鳍篮子鱼食道能够分泌消化液,不仅仅承担了运送食物入胃的功能,还可初步消化食物,这种结构有利于对难消化的物质如长鳍篮子鱼喜爱的食物藻类进行提前消化处理,减少胃肠的负担,加快代谢。

长鳍篮子鱼胃褶皱呈纵向,近乎平行的排列方式,与黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)和大鳍鱮(*Mystus macropterus*)胃褶皱的排列方式基本相同^[7]。黏膜上皮表面有纵横交错、深浅不一的沟和隆起的回,可以磨碎食物中难于消化

的部分,如植物细胞的壁,特别是长鳍篮子鱼喜食的藻类细胞硅质和果胶质的细胞壁,也说明胃有相当程度的扩张与收缩,这对增加胃的容积和黏膜表面积以及延长消化时间都是非常有利的。这与我们在实验中观察到的长鳍篮子鱼有较大食量相适应。黏膜上皮表面有较多数量的胃小凹,分泌胃液,进一步消化食物。乌鳢胃上皮表面有点状微绒毛,黄颡鱼和大鳍鱮胃以及山溪鲰(*Batrachuperus pinchonii*)^[8]胃表面有典型的微绒毛,而在长鳍篮子鱼胃表面没有微绒毛,表明长鳍篮子鱼胃消化功能不是很强。在长鳍篮子鱼胃表面发现有乳头状突起,在其他鱼类研究中没有报道,其功能还有待进一步研究。

鱼类肠道的黏膜褶皱形状和数目,各种鱼类不一样,有纵的、横切的、网状的、分枝的^[4],在长鳍篮子鱼中可观察到网状分布的肠绒毛,肠绒毛呈指状或扁平状,且排列较为紧密,这种结构有利于增加肠道黏膜的表面积,也有利于肠道的机能收缩和舒张活动等。肠道黏膜上皮细胞游离表面分布着丰富的微绒毛,在乌鳢、山溪鲰、齐口裂腹鱼、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)^[9]等鱼类中均报道存在微绒毛。肠上微绒毛的存在,进一步增大了与食物的接触面积,延长食物在消化道的停留时间,增加有效消化吸收面积,有利于食物的充分消化和营养物质的充分吸收。此外,微绒毛还具缓冲作用,可预防消化管内的机械损伤^[10]。长鳍篮子鱼肠道黏膜上皮细胞存在着数量很多的分泌颗粒,加强了肠道润滑及消化食物的能力。长鳍篮子鱼肠道较长^[11],进一步增大了肠道黏膜上皮表面积和消化吸收能力,是对难以消化的植物性食物的进一步适应。另外,长鳍篮子鱼前、中、后肠黏膜上皮组织结构及表面形态有一定差异。前、中肠有长而密的微绒毛,后肠的微绒毛短而稀疏;前、中肠分泌颗粒多于后肠,表面褶皱也比后肠多,后肠表面有大量的粪便。这些结构差异表明前肠和中肠的主要功能为食物的消化、吸收,后肠侧重于吸收水分和形成粪便并排出。

长鳍篮子鱼一般有 3~4 条幽门盲囊。幽门盲囊黏膜上皮表面的构造与附近的肠相似,表明它们的作用是扩大肠的表面积,起着消化和吸收的作用。与肠道相比,幽门盲囊黏膜上皮细胞表面的微绒毛更丰富,其上还有小分支,预示着幽门盲囊的消化吸收作用可能还要强于肠道。

参 考 文 献

- [1] 庄平,宋超,章龙珍,等. 黄斑篮子鱼肌肉营养成分与品质的评价. *水产学报*, 2008, 32(1):77-82.
- [2] 沈卓坤,陈赛. 篮子鱼与斑节对虾的池塘混养技术. *水产养殖*, 2003, 24(6):12-13.
- [3] 范瑞表,姜明,汝少国. 蓝非鲫肠道上皮组织的扫描电镜观察. *海洋科学*, 2005, 25(11):53-55.
- [4] 楼允东. *组织胚胎学*. 北京:中国农业出版社, 1999, 95

-113.

- [5] 李玉和,郭淑华. 乌鳢消化道黏膜的扫描电镜研究. *解剖学报*, 1992, 23(1):98-101.
- [6] 方静,谢林,李逊,等. 齐口裂腹鱼消化道黏膜上皮的扫描电镜观察. *水生生物学报*, 1995, 19(2):188-189.
- [7] 林仁梅,罗莉,叶元土. 黄颡鱼、大鳍鱮消化道黏膜的扫描电镜观察. *四川动物*, 2003, 22(2):63-65.
- [8] 安书成,李仲杰,张育辉. 山溪鲃消化道黏膜上皮的扫描电镜研究. *动物学杂志*, 2000, 35(3):13-15.
- [9] 叶元土,曾端,林仁梅,等. 草鱼肠道黏膜扫描电镜观察. *动物学杂志*, 1999, 34(6):8-10.
- [10] Sinha G M. Scanning electron microscopic study of the intestinal mucosa of an Indian freshwater adult major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). *Z Mikrosk Anat Forsch*, 1983, 97(6):979-992.
- [11] 赵峰,章龙珍,庄平,等. 长鳍篮子鱼的外形特征与消化系统结构. *海洋渔业*, 2008, 30(3):202-206.

图 版 说 明

1. 食道黏膜褶皱,示 V 型次级褶皱(↑),×120; 2. 食道黏膜上皮,示分泌孔(↑),×450; 3. 食道黏膜上皮,示分泌孔(↑)和腺体导管开口(▲),×2 000; 4. 胃黏膜褶皱,×90; 5. 胃黏膜褶皱,示乳头(↑),×330; 6. 胃黏膜上皮,×750; 7. 胃黏膜上皮,示胃小凹(↑),×1 300; 8. 前肠绒毛,×220; 9. 前肠绒毛,示分泌颗粒(↑),×450; 10. 前肠黏膜上皮,示分泌孔(↑),×900; 11. 前肠黏膜上皮,示微绒毛(↑),×6 500; 12. 中肠绒毛(↑),×550; 13. 中肠黏膜上皮,示微绒毛(↑),×7 500; 14. 后肠黏膜上皮,×1 000; 15. 后肠黏膜上皮,示分泌孔(↑),×6 500; 16. 幽门盲囊黏膜上皮,示分泌孔(↑),×750; 17. 幽门盲囊黏膜上皮,×3 000; 18. 幽门盲囊黏膜上皮,示微绒毛(↑),×10 000。

Explanation of Plate

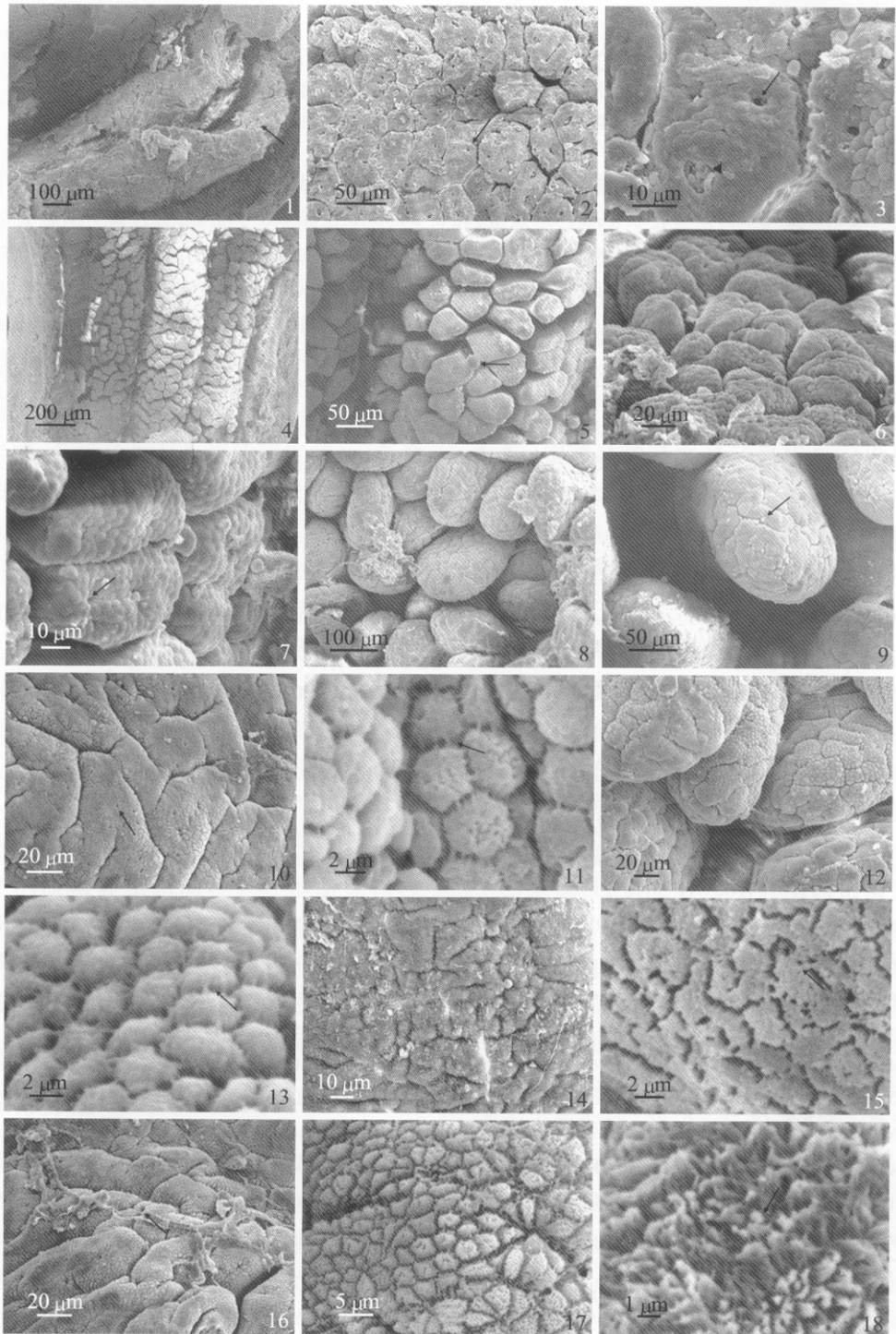
1. The mucosa fold of esophagus, showing secondary folds in "V" shape (↑), ×120; 2. The mucosa epithelium of esophagus, showing secretory hole (↑), ×450; 3. The mucosa epithelium of esophagus, showing secretory hole (↑) and opening of the glandular duct (▲), ×2 000; 4. The mucosa fold of stomach, ×90; 5. The mucosa fold of stomach, showing papillas (↑), ×330; 6. The mucosa epithelium of stomach, ×750; 7. The mucosa epithelium of stomach, showing gastric pits (↑), ×1 300; 8. The foregut villus, ×220; 9. The foregut villus, showing secretory granule (↑), ×450; 10. The mucosa epithelium of the foregut, showing secretory hole (↑), ×900; 11. The mucosa epithelium of the foregut, showing microvillus (↑), ×6 500; 12. The midgut villus, ×550; 13. The mucosa epithelium of the midgut, showing microvillus (↑), ×7 500; 14. The mucosa epithelium of the hindgut, ×1 000; 15. The mucosa epithelium of the hindgut, showing secretory hole (↑), ×6 500; 16. The mucosa epithelium of the pyloric caeca, showing secretory hole (↑), ×750; 17. The mucosa epithelium of the pyloric caeca, ×3 000; 18. The mucosa epithelium of the pyloric caeca, showing microvillus (↑), ×10 000.

章龙珍等:长鳍篮子鱼消化道黏膜上皮的扫描电镜观察

图版 I

ZHANG Long-Zhen *et al.*: Scanning Electron Microscope Observation on the Mucosa Epithelium of the Digestive Tube of *Siganus canaliculatus*

Plate I



图版说明见文后