

长鳍篮子鱼消化道显微与超微结构观察

章龙珍^{1*}, 杨金海^{1,2}, 赵峰¹, 刘鉴毅¹, 庄平^{1,2}, 姚志峰^{1,2}

(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资源与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)

摘要:采用光镜和电镜技术观察了长鳍篮子鱼消化道的组织结构。结果表明, 食道黏膜上皮为复层扁平上皮, 表层扁平细胞下有黏液细胞, 黏膜下层含有大量腺体。胃黏膜上皮为单层柱状, 胃贲门、盲囊部分布有许多腺体, 幽门部较少; 胃柱状细胞中有较多的线粒体、粗面内质网和高尔基体, 在一些细胞中含有大量的吞饮泡。肠道黏膜上皮为单层柱状上皮, 其中含有许多杯状细胞; 肠上皮细胞游离面有密集的微绒毛, 侧面有连接复合体, 胞内细胞器较丰富, 在细胞上部分布有大量多泡体。由前肠到后肠, 黏膜褶皱高度由高变低, 数量逐渐减少, 肌层逐渐变厚, 后肠分布有大量淋巴细胞, 紧密排列成环状。幽门盲囊组织构造与肠道相似, 但上皮细胞游离面有比肠道更密集的微绒毛。长鳍篮子鱼消化道组织结构的特点与其消化、吸收作用密切相关。

关键词:长鳍篮子鱼; 消化道; 淋巴细胞; 多泡体

中图分类号:Q 954; S 917

文献标识码:A

长鳍篮子鱼 (*Siganus canaliculatus*) 属鲈形目 (Perciformes), 篮子鱼科 (Siganidae), 篮子鱼属 (*Siganus*), 在我国主要分布于东海南部、南海和台湾海域, 是一种广温、广盐的近海鱼类。长鳍篮子鱼肉味鲜美、营养价值高^[1], 并且具有生长快、食性杂、饲源易解决、环境适应力强等养殖优点。其口腔内具尖锐小齿, 喜欢摄食残留饵料及附着藻类, 在网箱中起到了“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, 由于其杂食性偏植物食性的特点, 能够减少对资源的利用和破坏以及对环境的污染, 是极具养殖前途的海水养殖对象。本文采用光镜和电镜技术对长鳍篮子鱼消化道进行组织结构和超微结构研究, 探讨其消化与吸收机理, 为其营养学及养殖研究提供理论依据。

1 材料与方法

实验用长鳍篮子鱼, 体重 (58.51 ± 21.15) g,

体长 (13.08 ± 1.856) cm, 共 10 尾, 于 2007 年 11 月采自福建东山养殖网箱。消化道经解剖取出, 取材部位为食道、胃 (贲门部、盲囊部和幽门部)、幽门盲囊、肠 (前肠、中肠、后肠)。光镜材料于 Bouin 氏液固定, 乙醇脱水, 石蜡包埋, 切片, H. E 染色, 显微镜下观察、摄影。电镜材料于 0.1 mol/L 磷酸缓冲液 (pH 7.2) 冲洗净表面后, 置 2.5% 戊二醛于 4 ℃ 固定 48 h, 磷酸缓冲液漂洗, 用 2% 锇酸固定, 酒精梯度脱水, Epon 812 树脂包埋, ULTRACUTE 超薄切片机制片, 醋酸双氧铀和柠檬铅双重染色, 置 HITACHI H-600 型透射电镜观察并拍照。

2 结果

2.1 显微结构

食道 食道管壁厚, 分为 4 层, 即黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜。黏膜层向食管腔突起形成许多纵行黏膜褶皱, 黏膜褶皱大小、形状不一,

收稿日期: 2009-01-05 修回日期: 2009-07-10

资助项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD03B08); 上海市科委科技成果转化项目 (093919N1300); 上海市教委 E-研究院建设项目 (E03009)

通讯作者: 章龙珍, Tel: 021-65807868, E-mail: longzhen2885@hotmail.com

上皮为复层扁平上皮,表层为扁平细胞,其下有黏液细胞及柱状细胞,不含杯状细胞(图版 I-1)。在食道黏膜褶皱的侧面和凹陷上皮处,常有丰富的黏液细胞。固有膜由疏松结缔组织构成,无黏膜肌层。黏膜下层与固有膜分界不清,常有血管和神经细胞分布,在显微镜下可观测到大量食道腺体,腺体聚集成堆,腺细胞呈锥体形,每一腺管管壁均由排列较规则的数个腺细胞围成,中间为管腔。肌层为横纹肌,内层为环肌,外层为纵肌。浆膜位于食道最外层,此层很薄,由疏松结缔组织和最外面覆盖的一层间皮构成(图版 I-2,3)。

胃 胃分为贲门部、盲囊部和幽门部3部分,胃壁很厚,胃组织也由黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层构成。

贲门部的黏膜层形成较多的纵行褶皱,褶皱矮且宽,表面有较多由上皮凹陷形成的胃小凹。黏膜上皮为单层柱状上皮,未见杯状细胞。固有膜有许多单管状胃腺,胃腺有规律地排列在胃小凹的底部,各胃腺直径大小近似。黏膜肌层较明显,由薄层平滑肌组成。黏膜下层由疏松结缔组织构成,血管和神经细胞不丰富。肌层发达为平滑肌,内层为环肌,外层为纵肌。浆膜与食道类似(图版 I-4,5)。

盲囊部的黏膜层形成许多的纵行褶皱,大小、形状不一(图版 I-6)。黏膜上皮为典型的单层柱状上皮,细胞排列紧密,胞核呈卵圆形,位于细胞基部,不含杯状细胞,在上皮表面覆盖着丰富的黏液细胞。固有膜与贲门部类似,有许多单管状胃腺,但腺体的直径要大于贲门腺。黏膜肌层明显,由较厚的平滑肌组成。黏膜下层为疏松结缔组织,有散状分布的平滑肌组织,偶见有管状腺,腺体分支并且弯曲,同时分布有少量血管和神经细胞。肌层结构与贲门部类似,浆膜的厚度要大于贲门部(图版 I-7,8)。

幽门部结构与盲囊部类似,但固有膜所分布腺体较少,黏膜下层分布有丰富的血管和神经细胞(图版 I-9)。

幽门盲囊 管壁很薄,也由黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层构成。黏膜层具有丰富的褶皱。褶皱排列紧密,细而高,形状、大小相差不大,形成网状,几乎占据整个幽门盲囊腔。黏膜上皮为单层柱状上皮,细胞呈高柱状,细胞核椭圆形,靠近细胞基部,细胞的游离面具有明显的纹状缘,上皮

细胞之间含有较多杯状细胞。固有膜很薄,由致密结缔组织构成,没有腺体,无黏膜肌层。黏膜下层为疏松结缔组织,肌层非常薄,为平滑肌,内层为环肌,外层为纵肌(图版 I-10,11)。

前肠 管壁薄,也由黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层构成。黏膜层具有非常丰富的褶皱,形成网状。与幽门盲囊相比,褶皱排列更紧密,高度减小,宽度增加。黏膜上皮细胞也呈高柱状,游离面具有明显的纹状缘,许多的杯状细胞散布在其间。固有膜较薄,由致密结缔组织构成,没有肠腺,无黏膜肌层。黏膜下层和肌层的结构与幽门盲囊类似,但厚度要大于幽门盲囊(图版 I-12,13)。

中肠 与前肠组织基本相同,但黏膜褶皱数目减少,高度变低,黏膜下层和肌层的厚度要大于前肠(图版 I-14)。

后肠 黏膜褶皱数目进一步减少,高度进一步变低,黏膜下层中有大量的淋巴细胞,紧密排列,有规律地排列成环状,分布在整个肠腔中。其它各层结构与前肠和中肠无明显区别(图版 I-15,16)。

2.2 超微结构

胃黏膜上皮 上皮主要由柱状细胞构成,核圆形或椭圆形,位于细胞的中下部,在核周围有较多的线粒体,丰富的粗面内质网呈板层状排列,细胞内还有分布着高尔基体(图版 II-1)。在一些柱状细胞内还可见到双核,一大一小,在细胞内分布着呈管泡状的滑面内质网以及大量的吞饮泡,吞饮泡形状、大小不一(图版 II-2)。

幽门盲囊黏膜上皮 上皮主要由柱状吸收细胞和杯状细胞组成。电镜下,游离面有密集的微绒毛,相互平行排列整齐、紧密。吸收细胞顶部质膜较平坦,偶见有质膜向胞质内凹陷,胞质内细胞器少,主要分布有多泡体及少量溶酶体;中部有大量的线粒体分布,少量内质网,线粒体多为椭圆形,嵴为板状嵴;细胞核位于细胞基部,核周及细胞基部有线粒体和高尔基复合体分布。相邻吸收细胞间以连接复合体方式进行相连,在顶部可明显见到桥粒(图版 II-3,4)。杯状细胞位于吸收细胞间,前上端膨大,下部细长,核上区含大量泡状,电子密度不一的黏液颗粒,细胞核多被挤在细胞狭窄的底部,细胞内有线粒体、多泡体及内质网分布(图版 II-5,6)。

肠黏膜上皮 上皮也主要由柱状吸收细胞和杯状细胞组成。微绒毛较密集,排列不规则。吸收细胞顶部质膜凹凸不平,常有质膜向胞质内凹陷,分布有大量多泡体,外有界膜包围,内含很多小泡;中部有大量的线粒体分布;细胞核位于基部,核周及细胞基部有线粒体和高尔基复合体。相邻吸收细胞间以连接复合体方式进行相连,在顶部也可明显见到桥粒(图版 II-7,8)。杯状细胞与幽门盲囊相类似,但细胞核被挤得程度更大,细胞内有线粒体、高尔基复合体及内质网分布(图版 II-9)。

3 讨论

长鳍篮子鱼食道是容纳和输送食物的通道,与之相适应是食道上皮细胞均为复层上皮,可耐受食物的摩擦。在食管上皮细胞中含有丰富的黏液细胞,这些细胞的分泌物能润滑食物,有利于食物的运输,还能缓冲上皮细胞的机械损伤^[3]。在褐菖鲉(*Sebastes marmoratus*)^[4]和大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)^[5]食道黏膜层中含有少量腺体,这种腺体结构在青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙(*Aristichthys nobilis*)、鲤(*Cyprinus carpio*)^[6]中都不存在,而在长鳍篮子鱼食道的黏膜下层中有大量聚集成堆的腺体,这些腺体能分泌消化液,说明长鳍篮子鱼消化作用在食道就已经开始了,尤其是对通过咽齿咀嚼后形成的一些小颗粒食物的消化。在食道中未发现味蕾细胞,说明长鳍篮子鱼选择食物和辨别食物是在口咽腔中完成的,这和大鳍鲮(*Mystus macropterus*)^[7]、瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli*)^[8]味蕾在食道也有分布不同。

长鳍篮子鱼的胃分为贲门、盲囊和幽门3部分。胃部胃腺众多而发达,胃的3部分都含有胃腺,但贲门、盲囊部的数量要多于幽门部,在杂食性鱼类如鲮(*Mugil cephalus*)等都发现有胃腺存在^[9]。胃贲门部和胃盲囊部肌肉层非常厚,黏膜层明显厚于消化道其它部分黏膜层,使胃能吞咽更大的物质和储存更多的食物,并有很强的研磨功能。胃盲囊部和胃幽门部在纵行褶皱上又有次级褶皱,使胃能最充分地容纳食物并延长其停留时间,数量众多的胃腺可以满足长鳍篮子鱼将所摄入的坚硬或难以消化的食物(如长鳍篮子鱼喜

食的藻类)在酸性环境中长时间作用并充分泡软消化的要求。长鳍篮子鱼胃黏膜层上皮与食道不同,为典型的单层柱状上皮,在胃黏膜上皮中没有发现消化道常见的杯状细胞,这说明长鳍篮子鱼的胃消化功能主要依赖于强大的胃腺。

胃单层柱状上皮细胞中含有较多的线粒体,粗面内质网和高尔基体,说明这些细胞具有较强的合成和分泌的功能。在一些细胞中有大量的吞饮泡,这在其它一些硬骨鱼中也有类似报道^[10-11],并认为是与吞饮蛋白质、肽类等大分子有关。

长鳍篮子鱼肠道具有丰富的黏膜褶皱,可使已分解和消化的食物在肠道内的停留尽量延长,进行肠内的进一步消化并被充分吸收;同时肠道上皮细胞的离面有密集排列的微绒毛,使肠道的吸收面积大大增加。在肠上皮细胞侧面有连接复合体,其中的紧密连接体具有重要的通透屏障作用,使肠腔内的物质不能经细胞旁路穿过上皮通透,保证了机体的选择性吸收机制,又可防止固有层内物质进入肠腔^[12]。线粒体是细胞内生物氧化的重要结构,肠吸收细胞中部有大量线粒体,保证了细胞进行消化和吸收的能量供应^[13]。与消化道其他部位相比,肠道上皮中出现许多杯状细胞,这些杯状细胞分泌颗粒,产生黏液,不仅可保护上皮细胞免受消化酶类的破坏,还可对坚硬食物起到润滑作用。

长鳍篮子鱼的黏膜褶皱高度由前肠到后肠呈降低的趋势,且褶皱数量逐渐减少,这与梭鱼(*Liza haematocheila*)^[14]、华鲮(*Similabeo rendahli*)^[15]一致。分析原因,前肠的黏膜褶皱最高主要是为了增大与食物的接触面积,有助于消化。肌层由前肠到后肠逐渐变厚,与林浩然^[16]研究的鳙、草鱼、鲤和鲢(*Elopichthys bambusa*)的结果一致,而与张毓人等^[17]研究高邮杂交鲫的结果相反。长鳍篮子鱼杯状细胞数目由前肠到后肠呈递减的趋势,这一结果与林浩然^[16]研究的鲢、鳙肠道的杯状细胞数目变化趋势一致。这表明前、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无机盐等,肌层厚,收缩功能较强,有利于将粪便排出体外。

长鳍篮子鱼一般有3~4条幽门盲囊^[18]。幽门盲囊显微构造和超微结构与肠道相似,表明幽门盲囊是为了增加肠道表面积所作出的适应性结

构,起着消化和吸收的作用。幽门盲囊吸收细胞游离面有比肠道更密集的微绒毛,预示着幽门盲囊的消化吸收作用可能还要强于肠道^[19]。

另外,在后肠黏膜下层中有大量的淋巴细胞,紧密排列,有规律地排列成环状,这在其它鱼类中没有报道,这说明后肠对清除由口腔而入的病菌、异物等,以及参与自身的免疫反应发挥了重要作用。同时,在肠道吸收细胞中发现大量多泡体,这在其它鱼类也没有过报道,多泡体其机能尚不完全清楚,一般认为多泡体是一种次级溶酶体,参与细胞内吞作用,其基质内含有酸性磷酸酶等溶酶体酶,将内吞物质进行消化^[20]。在肠道中发现如此多的多泡体,其现象与机能还有待进一步研究。

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[J]. 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[J]. 水产养殖,2003,24(6):12-13.
- [3] 喻子牛,孔晓瑜,孙世春. 真鲷消化道的组织学和形态学研究[J]. 水产学报,1997,21(2):113-119.
- [4] 石戈,王健鑫,刘雪珠,等. 褐菖鲉消化道的组织学和组织化学[J]. 水产学报,2007,31(3):293-302.
- [5] 林树根,陈文烈,钟秀容,等. 大黄鱼消化道器官显微与亚显微结构[J]. 水产学报,2002,26(5):396-401.
- [6] 楼允东. 组织胚胎学[M]. 北京:农业出版社,1999:95-113.
- [7] 陈细香,金灿彪,徐吉山,等. 大鳍鲮消化系统胚后发育的组织学研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2002,27(2):239-243.
- [8] 谢碧文,王志坚. 瓦氏黄颡鱼消化系统组织学的初步研究[J]. 内江师范学院学报,2002,7(2):22-27.
- [9] 施琅芳. 鱼类生理学[M]. 北京:农业出版社,1991:76-146.
- [10] Noaillac J. Structure and function of the intestinal epithelial cells in the perch (*Perca fluviatilis*) [J]. Aant Rec,1979,195:621-640.
- [11] Ezeasor D N, Strokoe W M. Light and electron microscopic studies of the absorption cells of the intestine and rectum of the adult rainbow trout *Salmo gairdneri* Rich [J]. J Fish Biol,1981,18:527-544.
- [12] 成令忠. 组织学[M]. 2版. 北京:人民卫生出版社,1993:1082-1143.
- [13] 翟中和,王喜忠,丁明孝. 细胞生物学[M]. 北京:高等教育出版社,2003:207-221.
- [14] 李明德,周爱莲,郑刚. 梭鱼消化道的组织学[J]. 南开大学学报(自然科学版),1992,12(4):50-56.
- [15] 殷江霞,张耀光,李萍,等. 华鲮消化道组织学与组织化学的初步研究[J]. 淡水渔业,2005,35(6):7-10.
- [16] 林浩然. 五种不同食性鲤科鱼类消化道[J]. 中山大学学报(自然科学版),1962,3:65-78.
- [17] 张毓人,楼允东,徐庆登,等. 高邮杂交鲫及其亲本消化道形态与组织学观察[J]. 水产学报,1992,16(1):80-85.
- [18] 赵峰,章龙珍,庄平,等. 长鳍篮子鱼的外形特征和消化系统结构[J]. 海洋渔业,2008,30(3):202-206.
- [19] Vania L P V, Bernardo B. Amino acids and carbohydrates absorption by Na⁺-dependent transporters in the pyloric caeca of *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae) [J]. Ciência Ruarl(Santa Maria),2001,31(5):793-797.
- [20] 汤雪明,张蕙心. 多泡体形成过程的细胞化学研究[J]. 实验生物学报,1990,23(4):453-463.

Microstructure and ultrastructure observation of the digestive tract of *Siganus canaliculatus*

ZHANG Long-zhen^{1*}, YANG Jin-hai^{1,2}, ZHAO Feng¹,
LIU Jian-yi¹, ZHUANG Ping¹, YAO Zhi-feng¹

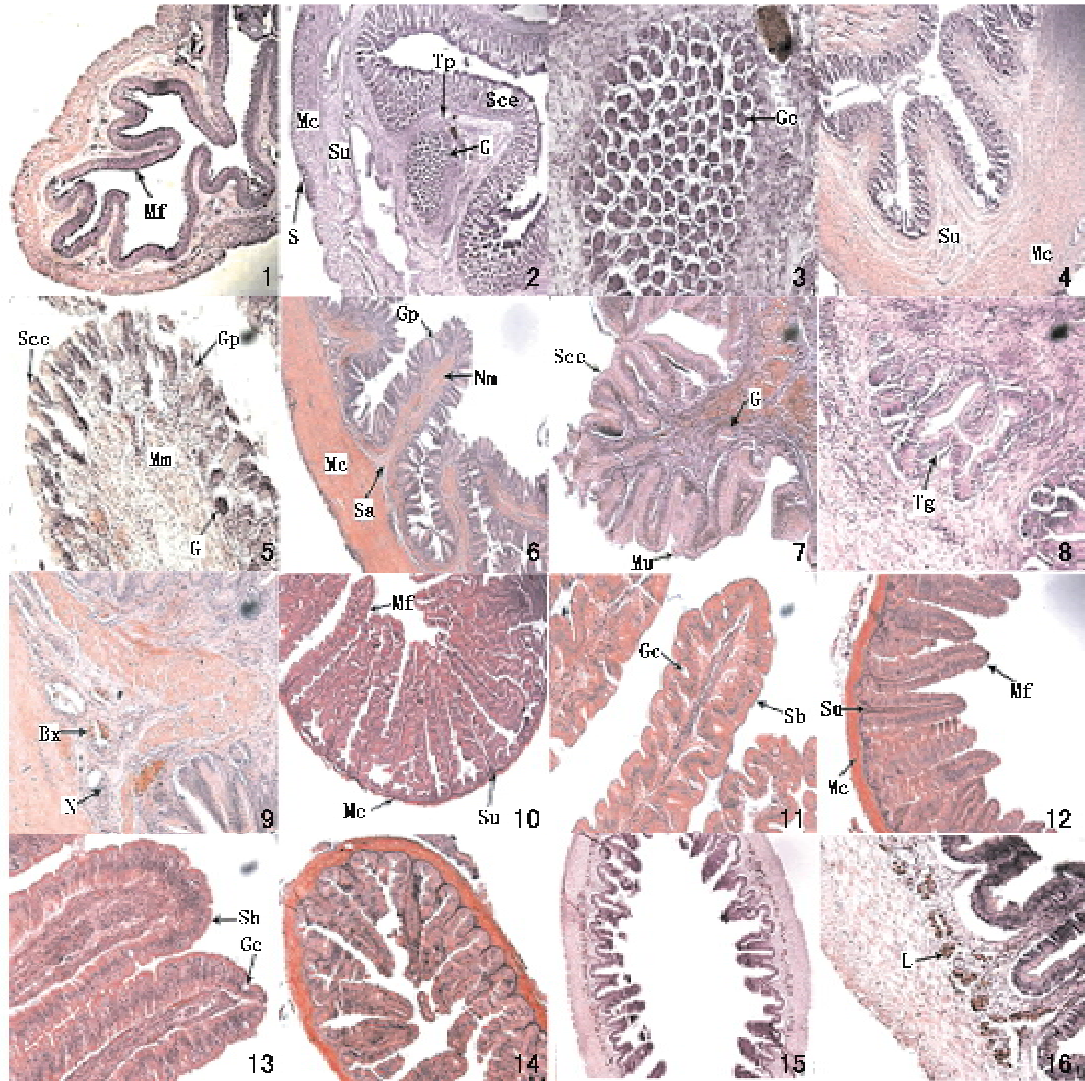
(1. Key and Open Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries Resource and Ecology, Ministry of Aquaculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China;

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

Abstract; The histological structure of the digestive tract of *Siganus canaliculatus* was studied by using light and electronic microscopy. The esophagus mucosa was composed of stratified squamous epithelium with many mucous cells and there were lots of glands in the submucosa. The stomach mucosa formed with a single-layered columnar epithelium. The gastric cardiacus and caecum contained many glands while the gastric pyloricus contained less. The gastric columnar cells included more mitochondrion, rough endoplasmic reticulum and Golgi apparatus, some of cells had many pinosomes. The intestine epithelium was also single-layered columnar epithelium, including a great number of goblet cells. Dense microvilli were observed on the free surface of the epithelium, junctional complex was present on its lateral edge and, abundant cell organs were present in its cells. There were a lot of multivesicular bodies on at the top of the epithelium cell of the intestine. With changes from foregut to hindgut, the height of folds decreased and the number of folds was reduced gradually, in addition, the muscular coat became much thicker. Large numbers of lymphocytes were distributed in the hindgut, which closely arranged in ring. The histological character of the pyloric caeca was similar to the intestine's, but the epithelium cell of the pyloric caeca had denser multivesicular than the intestine's. The results showed that there was close correlation between the characteristics of histology structure in digestive tract and digestion and absorption of *S. canaliculatus*.

Key words; *Siganus canaliculatus*; digestive tract; lymphocyte; multivesicular body

Corresponding author; ZHANG Long-zhen. E-mail; longzhen2885@hotmail.com

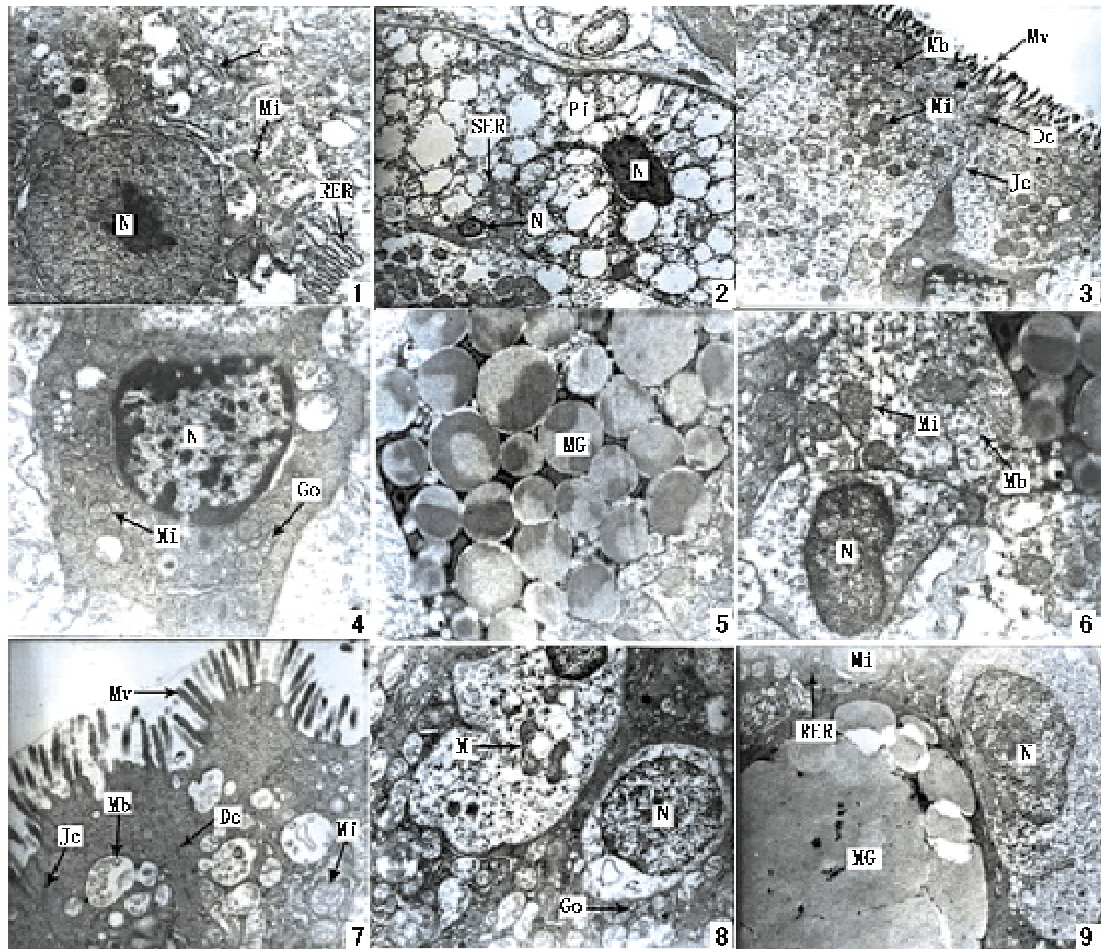


图版 I

1. 食道横切: 黏膜褶皱 (Mf), $\times 40$; 2. 食道横切: 复层扁平上皮 (Sse), 固有膜 (Tp), 黏膜下层 (Su), 腺体 (G), 肌层 (Mc), 浆膜 (S), $\times 100$; 3. 食道腺体: 腺细胞 (Gc), $\times 400$; 4. 胃贲门部横切: 黏膜下层 (Su), 肌层 (Mc), $\times 100$; 5. 胃贲门部横切: 黏膜肌层 (Mm), 胃腺 (G), 胃小凹 (Gp), 单层柱状上皮 (Sce), $\times 400$; 6. 胃盲囊部横切: 黏膜肌层 (Mm), 胃小凹 (Gp), 黏膜下层 (Su), 肌层 (Mc), $\times 100$; 7. 胃盲囊部横切: 单层柱状上皮 (Sce), 黏液细胞 (Mu), 腺体 (G), $\times 400$; 8. 胃管状腺 (Tg), $\times 400$; 9. 胃幽门部: 血管 (Bv), 神经细胞 (N), $\times 400$; 10. 幽门盲囊: 黏膜褶皱 (Mf), 肌层 (Mc), 黏膜下层 (Su), $\times 100$; 11. 幽门盲囊: 杯状细胞 (Gc), 纹状缘 (Sb), $\times 400$; 12. 前肠: 黏膜褶皱 (Mf), 肌层 (Mc), 黏膜下层 (Su), $\times 100$; 13. 前肠: 杯状细胞 (Gc), 纹状缘 (Sb), $\times 400$; 14. 中肠, $\times 100$; 15. 后肠, $\times 100$; 16. 后肠: 淋巴细胞 (L), $\times 400$ 。

Plate I

1. Section of the esophagus: mucosa fold (Mf), $\times 40$; 2. Section of the esophagus: stratified squamous epithelium (Sse), tunica propria (Tp), submucosa (Su), gland (G), muscular coats (Mc), serosa (S), $\times 100$; 3. The esophagus gland: gland cell (Gc), $\times 400$; 4. Section of the gastric cardia: submucosa (Su), muscular coats (Mc), $\times 100$; 5. Section of the gastric cardia: muscularis mucosae (Mm), gland (G), gastric pit (Gp), single-layered columnar epithelium (Sce), $\times 400$; 6. Section of the gastric caecum: muscularis mucosae (Mm), gastric pit (Gp), submucosa (Su), muscular coats (Mc), $\times 100$; 7. Section of the gastric caecum: single-layered columnar epithelium (Sce), mucous cell (Mu), gland (G), $\times 400$; 8. The gastric bubular gland (Tg), $\times 400$; 9. Section of the gastric pyloricus: blood vessel (Bv), neuron (N), $\times 400$; 10. Section of the pyloric caeca: mucosa fold (Mf), muscular coats (Mc), submucosa (Su), $\times 100$; 11. Section of the pyloric caeca: goblet cell (Gc), striated border (Sb), $\times 400$; 12. Section of the foregut: mucosa fold (Mf), muscular coats (Mc), submucosa (Su), $\times 100$; 13. Section of the foregut: goblet cell (Gc), striated border (Sb), $\times 400$; 14. Section of the midgut, $\times 100$; 15. Section of the hindgut, $\times 100$; 16. Section of the hindgut: lymphocyte (L), $\times 400$ 。



图版 II

1. 胃柱状细胞:细胞核(N),线粒体(Mi),粗面内质网(RER),高尔基体(Go), $\times 12\ 000$; 2. 胃柱状细胞:细胞核(N),滑面内质网(SER),吞饮泡(Pi), $\times 10\ 000$; 3. 幽门盲囊吸收细胞中上部:微绒毛(Mv),多泡体(Mb),线粒体(Mi),连接复合体(JC),桥粒(De), $\times 8\ 000$; 4. 幽门盲囊吸收细胞下部:细胞核(N),线粒体(Mi),高尔基体(Go), $\times 17\ 000$; 5. 幽门盲囊杯状细胞上部:黏液颗粒(MG), $\times 12\ 000$; 6. 幽门盲囊杯状细胞下部:细胞核(N),线粒体(Mi),多泡体(MB), $\times 15\ 000$; 7. 肠吸收细胞中上部:微绒毛(Mv),多泡体(Mb),线粒体(Mi),连接复合体(JC),桥粒(De), $\times 17\ 000$; 8. 肠吸收细胞下部:细胞核(N),线粒体(Mi),高尔基体(Go), $\times 12\ 000$; 9. 肠杯状细胞:黏液颗粒(MG),细胞核(N),线粒体(Mi),粗面内质网, $\times 10\ 000$ 。

Plate II

1. The columnar cell of the stomach: nuclear (N), Mitochondrion (Mi), rough endoplasmic reticulum (RER), Golgi body (Go), $\times 12\ 000$; 2. The columnar cell of the stomach: nuclear (N), smooth endoplasmic reticulum (SER), Pinosome (Pi), $\times 10\ 000$; 3. Upper and central part of the absorptive cell of the pyloric caeca: microvilli (Mv), multivesicular body (Mb), Mitochondrion (Mi), junctional complex (JC), desmosome (De) $\times 8\ 000$; 4. Lower part of the absorptive cell of the pyloric caeca: nuclear (N), Mitochondrion (Mi), Golgi body (Go), $\times 17\ 000$; 5. Upper part of the goblet cell of the pyloric caeca: mucinogen granule (MG), $\times 12\ 000$; 6. Lower part of the goblet cell of the pyloric caeca: nuclear (N), Mitochondrion (Mi), multivesicular body (MB), $\times 15\ 000$; 7. Upper and central part of the absorptive cell of the intestine: microvilli (Mv), multivesicular body (Mb), Mitochondrion (Mi), junctional complex (JC), desmosome (De) $\times 17\ 000$; 8. Upper part of the absorptive cell of the intestine: nuclear (N), Mitochondrion (Mi), Golgi body (Go), $\times 12\ 000$; 9. The goblet cell of the intestine: mucinogen granule (MG), nuclear (N), Mitochondrion (Mi), rough endoplasmic reticulum (RER), $\times 10\ 000$.