

胭脂鱼消化道形态与组织学结构特征

倪君杰¹, 郑学斌¹, 王建平², 竺俊全^{1*}

(1. 宁波大学 教育部应用海洋生物技术重点实验室, 浙江 宁波 315823; 2. 宁波市海洋与渔业研究院, 浙江 宁波 315042)

摘要: 为了解胭脂鱼消化道结构特点与其食性的相关性, 采用解剖及石蜡切片技术观察分析了胭脂鱼消化道形态及组织学结构特征。结果显示: 胭脂鱼消化道中无胃, 主要由口咽腔、食道及肠道组成。口咽腔内具短小的舌, 食道粗短, 肠道较长且有3个盘曲, 肠指数为 2.31 ± 0.10 。口咽腔表面被覆复层扁平上皮, 内分布有较多味蕾, 起食物的选择和甄别作用。食道和肠道均由黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层构成。食道肌层发达, 黏膜层上皮内有较多杯状细胞, 主要起食物的润滑和过渡作用; 肠道是胭脂鱼消化道行使消化吸收功能的主要部位, 其黏膜层上皮为单层柱状上皮, 内有杯状细胞分布, 游离面具明显的纹状缘, 且前、中肠的肠径、肌层厚度和黏膜褶皱高度均显著高于后肠, 表明前、中肠可能具有更强的消化吸收作用。胭脂鱼消化道形态及组织学结构特点与其杂食食性相适应。

关键词: 胭脂鱼; 消化道; 形态学; 组织学; 食性

中图分类号: S917.4

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2021) 06-0050-05

鱼类的摄食和消化与其生长、发育以及繁殖等生命活动密切相关, 研究鱼类消化道的形态及组织学结构特征有助于了解消化道的结构特点及其功能, 为其食性及消化生理机制的研究提供基础资料^[1-3]。目前, 鱼类消化道形态及组织学结构方面的研究已有较多报道, 主要见于一些经济价值较高的鱼类或养殖品种, 例如在淡水鱼类中已见淡水石首鱼(*Aplodinotus grunniens*)^[4]、马口鱼(*Opsariichthys bidens*)^[5]、光唇鱼(*Acrossocheilus fasciatus*)^[6]、花斑裸鲤(*Gymnocypris eckloni*)^[7]、云南盘鮈(*Discogobio yunnanensis*)^[8]、中华刺鲃(*Sinobdella sinensis*)^[9]、华鲮(*Sinilabeo rendahli*)^[10]、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)^[11]、鳙(*Aristichthys nobilis*)^[11]等种类报道。研究表明, 不同食性的鱼类往往在其消化道形态及结构方面体现出一定差异, 例如淡水石首鱼(*A. grunniens*)有胃, 肠道短, 肠指数较低(0.68), 通常以底栖动物为食, 属典型的肉食性鱼类^[4], 而光唇鱼(*A. fasciatus*)无胃, 肠道较长,

肠指数适中(1.84), 通常以苔藓及藻类为食, 兼食水栖昆虫等动物, 属杂食性鱼类^[6], 而华鲮(*S. rendahli*)也无胃, 但其肠道非常长且盘曲复杂, 肠指数高(11.1), 仅以植物为食, 属典型的植食性鱼类^[10]。

胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)属鲤形目(Cypriniformes)、鲤亚目(Cyprinoidei)、胭脂鱼科(Catostomidae), 主要分布于长江和闽江, 属我国特有, 也是一种重要的经济鱼类。该鱼主要在水流较缓的中下水层中活动, 通常以底栖无脊椎动物和有机碎屑为食, 兼食高等植物碎片和藻类等。胭脂鱼肉质鲜嫩, 营养价值高, 深受消费者喜爱, 且其鱼鳍独特, 体色艳丽, 具有“淡水美人鱼”之美誉^[12]。由于水环境污染、水利工程建设及过度捕捞等原因, 胭脂鱼自然资源已严重衰退, 并被列为国家二级保护动物^[13-15]。因此, 胭脂鱼的资源恢复与保护、人工增殖开发备受重视。有关胭脂鱼的研究已涉及种群遗传结构^[16]、精子冷冻保存^[17]、资

收稿日期: 2021-03-15.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journal.nbu.edu.cn/>

基金项目: 宁波市科技计划(2019C10046)。

第一作者: 倪君杰(1994-), 男, 浙江杭州人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 鱼类生物学。E-mail: 295693441@qq.com

*通信作者: 竺俊全(1964-), 男, 浙江嵊州人, 教授, 主要研究方向: 鱼类生物学。E-mail: zhujunquan@nbu.edu.cn

源分布与保护^[14]、饲料与营养^[18-19]、消化系统发育等方面^[20], 但有关其幼鱼或成鱼消化道形态及组织学结构方面的研究尚未见报道。为此, 本研究采用解剖及石蜡切片显微技术对胭脂鱼幼鱼消化道形态和组织学结构特征进行观察和分析, 旨在积累其消化生理方面的基础资料, 为其人工养殖提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

实验用胭脂鱼取自宁波市环亚水产有限公司养鱼基地, 共 10 尾, 平均体长(16.09 ± 1.85) cm, 体质量(114.16 ± 43.21) g。实验鱼带回宁波大学鱼类实验室, 经暂养 24 h 后解剖取样, 其间不投喂。

1.2 方法

1.2.1 解剖观察

活体解剖 10 尾胭脂鱼, 观察消化道形态并摄像, 测定肠长并计算肠指数(肠长/体长)。

1.2.2 组织切片

随机挑选 6 尾胭脂鱼进行解剖, 取口咽腔、食道及肠道等组织于波恩氏液中固定, 24 h 后用酒精梯度脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 切片机(YD-202 型)切片, 厚度 6~8 μm , 切片完成后用苏木精-伊红(H.E)染色法染色, 并用中性树胶进行封片, 最后采用尼康(DS-Ri2 型)显微镜进行观察与拍照。

1.2.3 数据处理

用 Excel 对实验数据进行统计, 采用图像分析软件 Photoshop 对胭脂鱼消化道形态参数进行测量, 并用 SPSS 20.0 对统计数据进行单因素方差分析, 显著性水平(P)设置为 0.05。

2 结果

2.1 消化道外形特征

胭脂鱼消化道主要由口咽腔、食道及肠组成(图 1)。口下位, 吻圆钝, 唇较厚, 口咽腔内可见一短小的舌; 食道粗短, 之后即肠道, 无胃; 肠道较长, 呈 3 个盘曲, 可根据其盘曲方式将肠道划分为前、中、后肠, 即食道至第 1 个盘曲末划分为前肠, 后至第 2 个盘曲末划分为中肠, 第 3 个盘曲至肛门则划分为后肠。测得 10 尾胭脂鱼消化道肠指数为 2.31 ± 0.10 。

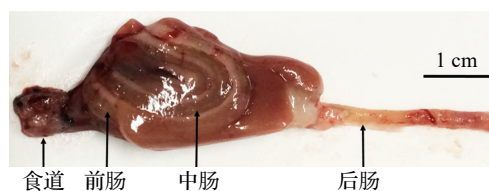
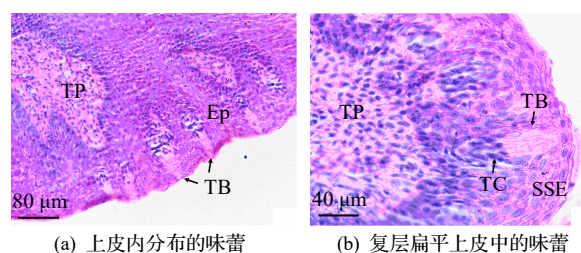


图 1 胭脂鱼消化道外形

2.2 消化道组织学结构

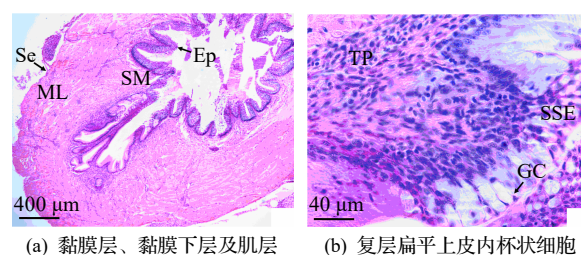
口咽腔内壁主要由上皮和固有膜结缔组织构成。上皮为复层扁平上皮, 内分布有较多瓶状味蕾, 味蕾中可见较多锥形味细胞(图 2)。



(a) 上皮内分布的味蕾 (b) 复层扁平上皮中的味蕾
TP: 固有膜; Ep: 上皮; TB: 味蕾; TC: 味细胞; SSE: 复层扁平上皮。

图 2 胭脂鱼口咽腔组织学结构

食道由内到外可分为 4 层结构, 即黏膜层、黏膜下层、肌层及浆膜层。黏膜层向食道腔内突起形成许多纵行的皱襞, 这些皱襞由复层上皮和固有膜构成, 复层上皮内分布有较多杯状细胞; 黏膜下层主要为疏松结缔组织, 其间有血管分布; 肌层由发达的内环肌和欠发达的外纵肌构成; 外层浆膜较薄(图 3, 表 1)。



(a) 黏膜层、黏膜下层及肌层 (b) 复层扁平上皮内杯状细胞
Se: 浆膜; ML: 肌层; SM: 黏膜下层; GC: 杯状细胞。

图 3 胭脂鱼食道组织学结构

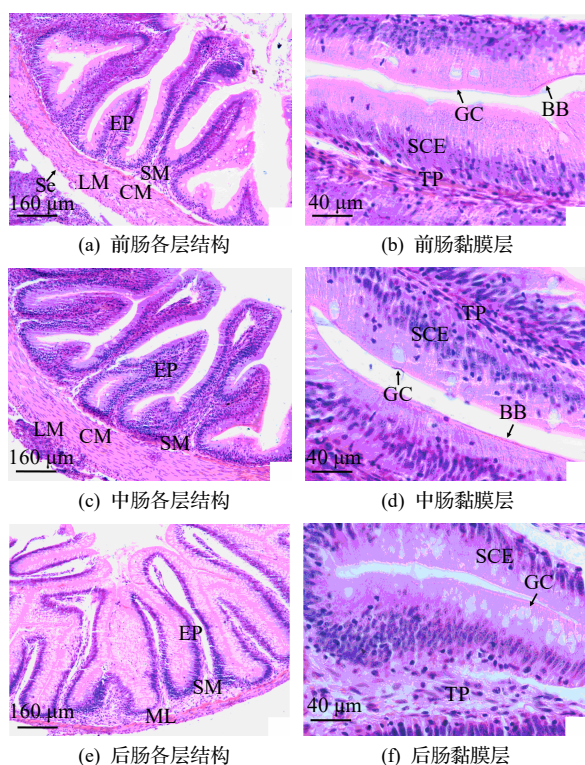
肠道也由黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层构成。(1)前肠。肠径较大, 其黏膜层向肠腔内突起形成大量黏膜皱襞, 即肠绒毛, 由上皮和固有膜构成, 上皮为单层柱状上皮, 内含杯状细胞, 上皮的游离面还具有发达的纹状缘结构, 固有膜为结缔组织, 内含毛细血管(图 4(a)(b)); 黏膜下层较薄, 与固有膜分界不清, 为疏松结缔组织, 内有血管分布; 肌层由内环肌和外纵肌构成, 环肌较厚, 最外层为薄

表1 胭脂鱼消化道组织形态测量参数

形态指数	直径/ μm	黏膜皱襞高/ μm	黏膜下层厚/ μm	环肌层厚/ μm	纵肌层厚/ μm	杯状细胞密度/(个 $\cdot\text{mm}^{-2}$)
食道	3 323.97 $\pm$ 597.90 ^a	269.59 $\pm$ 62.99 ^c	155.47 $\pm$ 34.24 ^a	389.48 $\pm$ 24.14 ^a	98.51 $\pm$ 13.86 ^a	703.3 $\pm$ 143.6 ^a
前肠	2 515.20 $\pm$ 483.40 ^{ab}	524.27 $\pm$ 50.00 ^a	26.84 $\pm$ 3.87 ^b	78.36 $\pm$ 16.23 ^b	38.06 $\pm$ 2.76 ^b	173.3 $\pm$ 45.1 ^c
中肠	2 140.88 $\pm$ 328.29 ^{bc}	548.17 $\pm$ 23.08 ^a	28.77 $\pm$ 8.83 ^b	114.33 $\pm$ 28.87 ^b	31.78 $\pm$ 3.17 ^b	160.0 $\pm$ 26.5 ^c
后肠	1 407.89 $\pm$ 303.52 ^c	377.49 $\pm$ 27.18 ^b	38.73 $\pm$ 7.81 ^b	34.09 $\pm$ 3.75 ^c	14.91 $\pm$ 1.37 ^c	383.3 $\pm$ 50.3 ^b

注: 同列间不同上标字母表示差异显著($P<0.05$).

层浆膜(图 4(a)(b), 表 1). (2)中肠. 中肠组织结构与前肠相似, 且黏膜皱襞高度、黏膜下层厚度、纵肌层厚度和杯状细胞密度均与前肠非常接近, 仅肠径稍低于前肠, 环肌稍厚于前肠, 但均无显著差异(图 4(c)(d), $P>0.05$, 表 1). (3)后肠. 后肠的肠径明显缩小, 黏膜皱襞高度及肌层厚度也明显下降, 且显著低于前、中肠($P<0.05$, 表 1), 上皮游离面的纹状缘结构不甚发达, 不及前、中肠, 但上皮内杯状细胞密度增大, 明显高于前、中肠(图 4(e)(f), 表 1).



LM: 纵肌; CM: 环肌; SCE: 单层柱状上皮; BB: 纹状缘.

图4 胭脂鱼肠道组织学结构

3 讨论

胭脂鱼通常以底栖无脊椎动物和有机碎屑为食, 兼食高等植物碎片和藻类, 属杂食性鱼类, 本研究结果显示, 其消化道解剖学特点与其食性相

适应. 胭脂鱼的口为下位口, 其唇较厚, 具有较好的耐磨性; 胭脂鱼食道之后即肠道, 无胃, 肠道较长, 且有 3 个盘曲, 较长的肠道有助于食物的充分消化吸收^[21]. 胭脂鱼的肠指数为 2.31 ± 0.10 , 与光唇鱼(*A. fasciatus*)^[6]、花斑裸鲤(*G. eckloni*)^[7]等杂食性鱼类相近, 而有别于肠指数较小的淡水石首鱼(*A. grunniens*)^[4]、鲇(*S. asotus*)^[21]、马口鱼(*O. bidens*)^[5]等肉食性鱼类或肠指数较大的华鲮(*S. rendahli*)^[10]、湘华鲮(*Sinilabeo decorus tungting*)^[22]等植食性鱼类及鲢(*H. molitrix*)^[11]、鳙(*A. nobilis*)^[11]等滤食性鱼类(表 2).

表2 部分淡水鱼类肠指数与食性的关系

物种名	肠指数	食性
淡水石首鱼 <i>Aplodinotus grunniens</i> ^[4]	0.68 $\pm$ 0.10	肉食性
鲇 <i>Silurus asotus</i> ^[21]	0.693 $\pm$ 0.044	肉食性
中华刺鲃 <i>Sinobdella sinensis</i> ^[9]	约 0.45	肉食性
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i> ^[5]	1.04 $\pm$ 0.15	肉食性
光唇鱼 <i>Acrossocheilus fasciatus</i> ^[6]	1.84 $\pm$ 0.24	杂食性
花斑裸鲤 <i>Gymnocypris eckloni</i> ^[7]	2.38 $\pm$ 0.12	杂食性
胭脂鱼 <i>Myxocyprinus asiaticus</i> (本研究)	2.31 $\pm$ 0.10	杂食性
华鲮 <i>Sinilabeo rendahli</i> ^[10]	11.1	植食性
湘华鲮 <i>Sinilabeo decorus tungting</i> ^[22]	21.42	植食性
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ^[11]	8.49	滤食性
鳙 <i>Aristichthys nobilis</i> ^[11]	4.58	滤食性

胭脂鱼口咽腔上皮为复层扁平上皮, 较厚, 具有很好的耐磨性, 上皮内分布有大量味蕾, 虽然有报道指出云南盘鮈(*D. yunnanensis*)^[8]、湘华鲮(*S. decorus tungting*)^[22]、中华刺鲃(*S. sinensis*)^[9]等鱼类口咽腔上皮内也分布有味蕾, 但均不如胭脂鱼丰富, 推测这可能与摄食习性有关, 味蕾有助于甄别和选择适于其摄食的食物. 此外, 本研究用组织学方法未能在胭脂鱼的口咽腔上皮内观察到黏液细胞, 据报道, 大多数鱼类口咽腔上皮内都分布有黏液细胞, 起润滑食物并防止机械损伤的作用^[23],

胭脂鱼口咽腔内是否有黏液细胞的分布还需通过黏液细胞染色等组织化学方法进行鉴定。胭脂鱼食道的黏膜上皮为复层上皮, 具有较好的耐磨性, 上皮内还分布有较多杯状细胞, 其分泌的黏液既可润滑食物, 减少食物对黏膜的机械摩擦, 又可抑制或杀死由口咽腔入侵至食道的有害细菌^[23]。胭脂鱼的肌层非常发达, 尤其是环肌, 显著高于消化道其他各部, 据报道, 光唇鱼(*A. fasciatus*)^[6]、云南盘鮡(*D. yunnanensis*)^[8]、中华刺鲃(*S. sinensis*)^[9]等鱼类食道中也具有非常厚的环肌, 发达的环肌在收缩过程中既可将异物挤出食道又可将所需的食物推入肠道作进一步消化吸收。

肠道是胭脂鱼消化道中最长的部分, 也是其消化吸收的主要区段。胭脂鱼肠道具有发达的肠绒毛, 绒毛上皮为单层柱状上皮, 固有膜内毛细血管丰富, 对营养物质的消化吸收起到了非常重要的作用^[2]。此外, 肠绒毛上皮的游离面分布有发达的纹状缘结构, 据研究, 纹状缘可在一定程度上扩大肠道消化吸收的表面积^[2,24], 且纹状缘与碱性磷酸酶、肽酶、二糖酶等消化酶的分布具有紧密的联系^[7-8,25], 表明发达的纹状缘结构可有效促进肠道对糖类、脂质、无机盐离子等营养物质的消化吸收。胭脂鱼前、中肠杯状细胞较少, 后肠杯状细胞数量有所上升(表 1), 表明该段肠道黏液分泌的能力增强, 丰富的黏液既有利于润滑食物残渣, 促进粪便的排出, 又能携带免疫球蛋白等免疫活性物质, 可抑制或杀死由肛门入侵至后肠的细菌或病原微生物^[23]。肠道不同区段消化吸收的能力可能存在差异, 有许多文献指出, 鱼类肠道的消化吸收作用主要发生在前、中肠, 后肠的消化吸收能力较弱^[1,26], 例如在马口鱼(*O. bidens*)肠道中, 前、中肠的肠绒毛发达, 绒毛上皮表面微绒毛密集, 认为前、中肠具有较强的消化吸收能力^[5]; 在光唇鱼(*A. fasciatus*)肠道中, 后肠的肠绒毛和纹状缘的发达程度不如前、中肠, 认为后肠的消化吸收能力可能较弱^[6]; 而在大鳞副泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus*)和云南盘鮡(*D. yunnanensis*)肠道中, 前、中肠的消化酶活性均高于后肠, 认为肠道消化吸收的作用主要发生在前、中肠, 后肠的消化吸收能力较弱^[8,26]。本研究结果显示, 胭脂鱼肠道前、中肠的黏膜褶皱高度及肌层厚度均显著高于后肠, 且前、中肠的纹状缘

结构也较后肠发达, 表明前、中肠可能具有更强的消化吸收作用。

4 结论

胭脂鱼消化道由口咽腔、食道和肠组成, 无胃, 肠道较长, 肠指数为 2.31 ± 0.10 , 符合杂食性鱼类消化道结构特点。口咽腔内分布有较多味蕾, 在食物的甄别和选择上起重要作用。食道粗短, 肌层发达, 主要起食物的润滑和过渡作用。前肠及中肠绒毛密集, 纹状缘发达, 是消化吸收的主要部位。

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.
- [2] Wilson J M, Castro L F C. Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes[J]. Fish Physiology, 2010, 30(10):1-55.
- [3] McGuckin M A, Linden S K, Sutton P, et al. Mucin dynamics and enteric pathogens[J]. Nature Reviews Microbiology, 2011, 9(4):265-278.
- [4] 闻海波, 马学艳, 徐跑, 等. 淡水石首鱼幼鱼外部形态与内部解剖学特征[J]. 中国水产科学, 2018, 25(6): 1161-1171.
- [5] 母丹利, 袁思平, 薛聪顺, 等. 马口鱼消化道的形态及组织学结构特征[J]. 宁波大学学报(理工版), 2016, 29(3):39-44.
- [6] 罗江波, 戴海平, 龙玲利, 等. 光唇鱼消化道的形态结构特征[J]. 生物学杂志, 2013, 30(6):59-65.
- [7] Yang L, Fang J, Peng X, et al. Study on the morphology, histology and enzymatic activity of the digestive tract of *Gymnocypris eckloni* Herzenstein[J]. Fish Physiology and Biochemistry, 2017, 43(4):1175-1185.
- [8] 赵健蓉, 赵月月, 葛海龙, 等. 云南盘鮡消化系统解剖学、组织学及消化酶活性研究[J]. 水生生物学报, 2017, 41(4):853-859.
- [9] 赵子明, 赵媛莉, 刘美剑, 等. 中华刺鲃消化系统形态与组织学研究[J]. 水生生物学报, 2016, 40(6):1201-1207.
- [10] 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(6):11-14.
- [11] 毕冰, 孙中武, 毛天强, 等. 鲤、鲢、鳙、草鱼消化道结构与食性的研究[J]. 水产学杂志, 2011, 24(1):26-29.
- [12] 郇卫华, 田罗, 谢芳丽, 等. 2 龄胭脂鱼肌肉营养成分分析与评价[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(7):176-180.
- [13] 余志堂, 邓中舜, 蔡明艳, 等. 葛洲坝下游胭脂鱼的繁

- 殖生物学和人工繁殖初报[J]. 水生生物学报, 1988, 12(1):87-89.
- [14] 张春光, 赵亚辉, 康景贵. 我国胭脂鱼资源现状及其资源恢复途径的探讨[J]. 自然资源学报, 2000, 15(2):155-159.
- [15] 张春光, 赵亚辉. 长江胭脂鱼的洄游问题及水利工程对其资源的影响[J]. 动物学报, 2001, 47(5):518-521.
- [16] 孙玉华, 刘思阳, 彭智, 等. 中国胭脂鱼种群的遗传分析[J]. 水生生物学报, 2003, 27(3):248-252.
- [17] 张崇英, 陈脊宇, 周亚, 等. 胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)精液超低温冷冻保存及酶活性测定[J]. 基因组学与应用生物学, 2020, 39(4):1556-1564.
- [18] 韩光明, 张家宏, 寇祥明, 等. 饲料中蛋白质和脂肪水平对胭脂鱼生长性能及体组成的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(11):3587-3596.
- [19] Lu X, Zhang Z Q, Wen H, et al. Dietary choline requirement of juvenile Chinese sucker (*Myxocyprinus asiaticus*)[J]. Aquaculture Reports, 2020, 18:100484.
- [20] Liu C X, Luo Z, Tan X Y, et al. Ontogenetic development of the digestive system in agastric Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*, Larvae[J]. Journal of the World Aquaculture Society, 2013, 44(3):350-362.
- [21] 杨元昊, 王立新, 李学智, 等. 兰州鲇与鲇消化系统的形态学及组织学比较研究[J]. 水生生物学报, 2017, 41(1):174-181.
- [22] 梁志强, 李传武, 刘明求, 等. 湘华鲮消化系统的形态学与组织学研究[J]. 中国水产科学, 2011, 18(5):1051-1060.
- [23] 李艳菲, 狄桂兰, 王宁, 等. 鱼类黏液细胞研究进展[J]. 水产科学, 2020, 39(1):143-150.
- [24] Dai X, Shu M, Fang W. Histological and ultrastructural study of the digestive tract of rice field eel, *Monopterus albus* [J]. Journal of Applied Ichthyology, 2007, 23(2):177-183.
- [25] Nasruddin N S, Azmai M N A, Ismail A, et al. Histological features of the gastrointestinal tract of wild Indonesian shortfin eel, *Anguilla bicolor bicolor* (McClelland, 1844), captured in Peninsular Malaysia[J]. The Scientific World Journal, 2014, 2014:1-8.
- [26] 刘亚秋, 李新辉, 王志坚. 大鳞副泥鳅肠道黏液细胞及消化酶活性分布特征研究[J]. 水生生物学报, 2017, 41(5):1048-1053.

Morphology and histological structures of digestive tract of *Myxocyprinus asiaticus*

NI Junjie¹, ZHENG Xuebin¹, WANG Jianping², ZHU Junquan^{1*}

(1.Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology of Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315832, China;

2.Ningbo Academy of Oceanology and Fisheries, Ningbo 315042, China)

Abstract: To investigate the relationship between structural characteristics and feeding habits of the digestive tract in the *Myxocyprinus asiaticus*, the anatomical and histological techniques were used to observe the morphological and histological structure of the digestive tract. The results showed that the digestive tract consisted of three parts: an oropharyngeal cavity with a short and small tongue, a short but thick esophagus, and a 3 counts of convoluted intestine with index 2.31 ± 0.10 . However, stomach was not observed in the digestive tract. In the oropharyngeal cavity, a large number of taste buds were evident on the stratified squamous epithelium and played an important role in distinguishing foods. The esophagus and intestine were consisted of mucosa, sub mucosa, muscle layer, and serosa tissues. A large number of goblet cells localized to the stratified epithelium of esophagus and the muscle layer was thick. The esophagus was a critical organ for food lubrication and delivery. In the intestine, brush border and some of goblet cells were observed on the surface of the single columnar epithelium. The diameter of intestine, thickness of muscle layer and height of mucosal folded in the anterior and middle intestine were greater than the posterior intestine. The intestine was the main place for *M. asiaticus* to digest food. The anterior and middle intestine may digest food at a higher intensity than the posterior intestine. The results reveal that the morphological and histological characteristics of the digestive tract of *M. asiaticus* are suited to its omnivorous feeding habits.

Key words: *Myxocyprinus asiaticus*; digestive tract; morphology; histology; feeding habits

(责任编辑 韩 超)