

哲罗鱼消化系统的解剖学研究*

关海红, 徐 伟, 匡友谊, 尹家胜

(中国水产科学院黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘 要: 通过对哲罗鱼 *Hucho taimen* 的消化系统进行解剖观察。描述了与摄食有关的齿、舌和鳃耙的形态学特征; 测量了体长、头长、吻长、口裂宽、口腔长。对哲罗鱼胃的形态、幽门盲囊、肝、胰脏、胆囊进行了描述; 测量了食道长、胃长、肠长、消化道长; 并计算了有关比值。结果表明: 哲罗鱼的消化道具有典型的肉食性鱼类消化道特点, 口裂较大, 口咽腔长/头长为 0.62, 肠较短, 肠长/体长为 0.69, 食道、胃、肠壁内突形成明显的粘膜皱褶。具有不分叶肝脏和线型的胰脏。同时对消化道分段、摄食习性和消化系统形态结构特点进行了探讨。

关键词: 哲罗鱼; 消化系统; 解剖学

中图分类号: Q954.52 文献标识码: A 文章编号: 0529-6579 (2009) 06-0100-05

Digestive System Anatomy of *Hucho tai men*

GUAN Haihong, XU Wei, KUANG Youyi, YIN Jiasheng

(Heilongjiang Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070, China)

Abstract: To observe anatomy of the *Hucho tai men* digestive system, describe the morphological characteristics of the teeth, tongue and gill rakers which were related with feeding; measurement of body length, head length, snout length, aperture of mouth breadth, mouth length. The shape of *Hucho tai men* stomach, pyloric caeca, liver, pancreas, gallbladder were described; the lengths of esophagus, stomach, intestine and digestive tract were measured; and the relevant ratios were calculated. The results showed that: The *Hucho tai men* digestive tract had typical characteristics of the carnivorous fish digestive tract, aperture of mouth was big, cavum oropharyngeum length / head length was 0.62, intestine was shorter, intestinal length / body length was 0.69, a clear mucous membrane folds were shaped in the inner process of esophagus, stomach and intestinal walls. Its liver did not divide into mala and the pancreas existed by the form of line. Meanwhile, the section of the digestive tract, the feeding habits and morphosis of the digestive system were discussed.

Key words: *Hucho tai men*; digestive system; anatomy; food habit analysis

哲罗鱼 *Hucho tai men* 又称哲罗鲑^[1]。主要分布于黑龙江呼玛河、乌苏里江上游及新疆哈纳斯湖^[2]。近年来由于江河污染、捕捞强度过大, 其生态环境受到破坏, 导致哲罗鱼的种群数量明显下降, 现已被列入《中国濒危动物鱼类红皮书》, 为国家 II 级保护动物^[3]。哲罗鱼是凶猛肉食性鱼类,

生长速度快, 易驯养, 是较好的冷水性养殖对象, 现人工繁殖已获成功, 并在全国十几个省、市、自治区推广养殖, 它有明显的季节洄游习性。过去关于哲罗鱼的研究主要集中在生态和繁殖等方面^[4-5]。有关哲罗鱼的消化系统的研究则较少^[6-7]。哲罗鱼消化系统解剖学方面的研究尚未见

* 收稿日期: 2008-11-26

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目 (2008BAD03B08-01); 黑龙江省自然科学基金资助项目 (C2008-35); 哈尔滨市人才专项资助项目 (2009RFXYN044)

作者简介: 关海红 (1960 年生), 女, 副研究员; 通讯作者: 尹家胜; E-mail: xwsc20@tom.com

到报道。

鱼类消化系统对食物的消化和吸收是直接关系鱼类生长、发育和繁殖的重要生命活动,鱼类消化道的组织学和形态学研究是认识和探讨鱼类摄食、消化和吸收生理机制的基础途径之一^[8]。国内外对鱼类消化系统的研究较多^[9-10],近年来哲罗鱼开始人工养殖,为了配合饲料和组织病理等研究的需要,我们对哲罗鱼消化系统进行了系统性的观察,并探讨了消化系统结构的特点,目的是为哲罗鱼的人工养殖及营养需求和鱼病的防治提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

样本采自黑龙江水产研究所牡丹江市东京城哲罗鱼繁育中心,采集20尾人工繁殖健康的3龄哲罗鱼,样本首先进行形态测量,体长为350~400 mm,体质量800~1 200 g。10尾活体解剖。10尾鱼用 $\varphi=10\%$ 福尔马林固定,备进一步比较观察。Nikon数码照相机摄影。

1.2 方法

先对哲罗鱼进行外部测量。包括全长、体长、头长、吻长、口裂长、口裂宽、口咽腔长(mm),然后自肛门沿腹中线纵剪至下颌,向左侧背方横剪

至椎体附近,再向前纵剪至鳃盖后部,取下左侧体壁并剪去左侧鳃盖骨,从而打开了鱼的体腔和口咽腔,对其消化系统的各部形态特点进行描述,照像并测量食道长、胃长、肠长、消化道长(mm),记录幽门盲囊数目、鳃耙数目。

1.3 数据处理

采用SPSS12.0统计软件对实验数据进行分析处理,所有的数据结果均以平均值+标准偏差($\bar{X} \pm SD$)表示。

2 结果

哲罗鱼的消化系统由消化道以及消化腺组成(图1:1,2)。消化道自口,经过口咽腔、食道、U型胃和肠,最后为肛门,在幽门附近有大量的幽门盲囊;大型消化腺有肝脏、胰腺。消化道和消化腺的测量结果见表1、表2。

2.1 消化道

口咽腔(oropharyngeal cavity):哲罗鱼的口腔和咽腔之间没有明显分界,故称口咽腔。口端位,吻尖,口腔、口裂都较大(图1:3)。口咽腔长与头长之比为0.62。口由上、下颌组成,上颌较下颌突出,上颌骨呈游离状,其末端超过眼后缘。上口缘黏膜处有齿,下口缘黏膜处为肉质。犁骨齿与

表1 哲罗鱼消化道的外部测量

Table 1 The external measurement of *Hucho tai men* digestive tract ($\bar{X} \pm SD$, $n=4$)

鱼的编号	1	2	3	4	5	平均数
口裂长/吻长	1.20 $\pm$ 0.11	1.10 $\pm$ 0.17	1.06 $\pm$ 0.14	1.23 $\pm$ 0.12	1.12 $\pm$ 0.11	1.14 $\pm$ 0.13
口裂宽/口裂长	1.01 $\pm$ 0.11	1.09 $\pm$ 0.13	1.20 $\pm$ 0.18	1.19 $\pm$ 0.12	1.10 $\pm$ 0.09	1.12 $\pm$ 0.13
口腔长/头长	0.61 $\pm$ 0.13	0.60 $\pm$ 0.16	0.63 $\pm$ 0.14	0.64 $\pm$ 0.13	0.59 $\pm$ 0.16	0.61 $\pm$ 0.14
头长/体长	0.62 $\pm$ 0.12	0.56 $\pm$ 0.17	0.64 $\pm$ 0.15	0.60 $\pm$ 0.14	0.61 $\pm$ 0.15	0.61 $\pm$ 0.14
食道长/消化道长	0.04 $\pm$ 0.16	0.05 $\pm$ 0.14	0.04 $\pm$ 0.18	0.05 $\pm$ 0.18	0.05 $\pm$ 0.14	0.05 $\pm$ 0.16
胃长/消化道长	0.26 $\pm$ 0.14	0.19 $\pm$ 0.17	0.21 $\pm$ 0.14	0.25 $\pm$ 0.13	0.26 $\pm$ 0.13	0.23 $\pm$ 0.14
肠长/消化道长	0.44 $\pm$ 0.11	0.39 $\pm$ 0.17	0.42 $\pm$ 0.11	0.47 $\pm$ 0.12	0.45 $\pm$ 0.16	0.43 $\pm$ 0.13
肠长/体长	0.70 $\pm$ 0.17	0.68 $\pm$ 0.19	0.68 $\pm$ 0.11	0.70 $\pm$ 0.15	0.69 $\pm$ 0.18	0.69 $\pm$ 0.19

表2 哲罗鱼鳃耙的数量

Table 2 The number of *Hucho tai men* gill rakers ($\bar{X} \pm SD$, $n=4$)

鱼的编号	第1对鳃弓		第2对鳃弓		第3对鳃弓		第4对鳃弓		第5对鳃弓
	外列	内列	外列	内列	外列	内列	外列	内列	
1	11.5 $\pm$ 0.5	0	14.1 $\pm$ 0.4	0	12.2 $\pm$ 0.6	0	6.0 $\pm$ 1.0	0	0
2	12.1 $\pm$ 0.6	0	15.1 $\pm$ 0.5	0	13.1 $\pm$ 0.7	0	5.4 $\pm$ 0.9	0	0
3	13.2 $\pm$ 0.4	0	13.2 $\pm$ 0.6	0	13.3 $\pm$ 0.6	0	4.8 $\pm$ 0.8	0	0
4	12.1 $\pm$ 0.5	0	13.3 $\pm$ 0.4	0	12.7 $\pm$ 0.8	0	6.1 $\pm$ 0.9	0	0
5	11.6 $\pm$ 0.4	0	15.2 $\pm$ 0.5	0	11.1 $\pm$ 0.7	0	5.5 $\pm$ 0.8	0	0

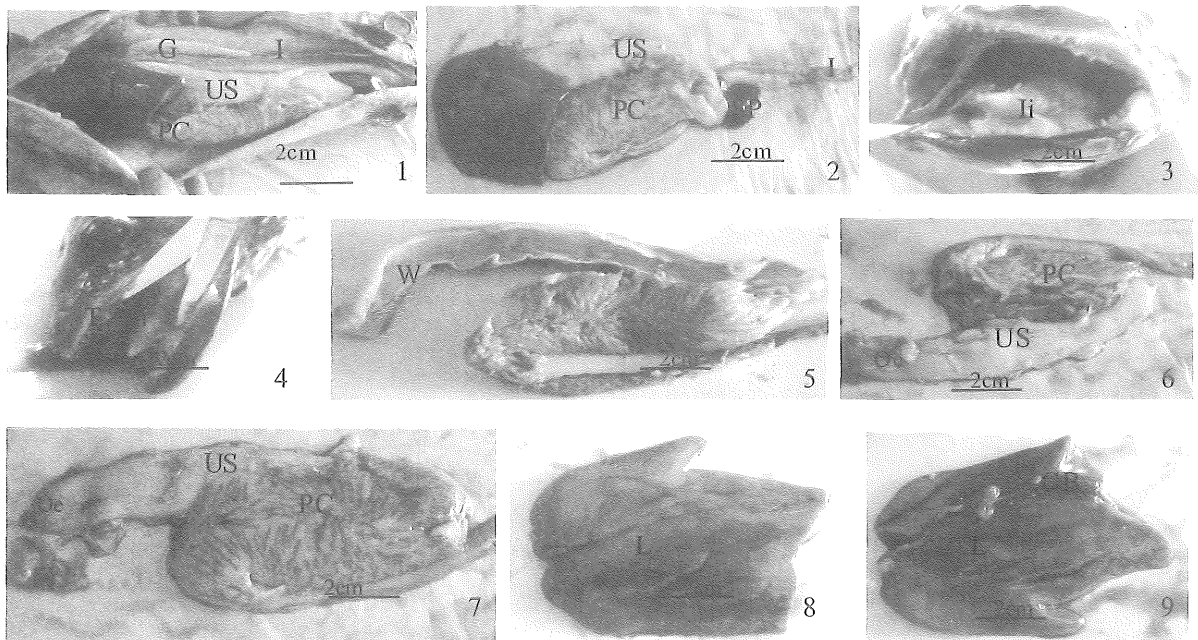


图1 哲罗鱼消化系统解剖图

Fig. 1 The anatomy map of *Hucho tai men* digestive system

(标尺代表长度2 cm, 肝(L)、性腺(G)、U型胃(US)、幽门盲囊(PC)、脾(SP)、肠(I)、齿(T)、舌(Li)、食道(Oe)、褶皱(W)、胆囊(GB))

1: 消化系统在腹腔的位置; 2: 消化系统的自然位置; 3: 口、舌的正面观;

4: 口、舌的侧面观; 5: 消化道纵剖内面观; 6: 消化道的腹面观;

7: 消化道的背面观; 8: 肝脏的腹面观; 9: 肝脏的背面观

腭骨齿相连续成马蹄形齿带。上、下颌、犁骨、腭骨及舌上均有尖锐的细齿, 齿向内倾斜圆锥状。口腔上腭处有纵走的黏膜褶, 腔底有两条纵行的黏膜褶, 口腔的底部有一无弹性的舌(图1: 4), 舌肌不发达, 仅为基舌骨突出, 舌前端游离, 可由鳃下肌支配舌前部上下活动。舌的腹面中间具有一竖沟, 沟的两端分别为二排舌齿, 咽喉处无咽齿, 舌的背面后端下肌与腔底相连, 舌后端咽腔内有4对鳃弓, 哲罗鱼鳃耙不发达, 鳃耙粗短而疏但很尖, 鳃耙数约13~14枚。

食道(oesophagus): 食道背面观被肝脏所覆盖。食道粗短壁厚, 是连接咽与胃的管道; 食道背壁有肌肉层与体壁相连, 内壁内有许多黏膜褶, 明显可数的约为8个大的纵行皱褶(图1: 5), 从上往下行黏膜褶越来越密, 肌层越来越薄, 腔宽阔, 可借以在吞食大型食饵时扩大食道的容积。

胃(stomach): 胃位于食道后方, 膨大呈U型(图1: 6), 其左段较右段长; 胃壁内有较食道密集的纵向黏膜皱褶。胃可分贲门部、胃体和幽门部三部分, 贲门部连接食道与胃, 其管腔较食道宽阔, 贲门括约肌较发达; 贲门部与幽门部之间为胃

体; 胃与肠连接处为幽门部, 胃肠交界处有幽门括约肌。

幽门盲囊(pyloric caeca): 位于胃的右下边, 排列在胃与前肠间(图1: 7), 由外观呈指状的220个左右的突起构成, 呈螺旋式纵行排列。盲囊壁厚而坚实, 表面光滑, 腔内含有灰白色的胶冻状物质, 具有增加吸收面积的作用, 也能分泌与肠壁其它部分同样的物质, 开口在前肠内。

前肠(intestine): 由胃后形成一个弯曲下行前肠。前肠的壁较胃薄, 比后肠粗大, 管壁较厚, 黏膜皱褶较浅, 黏膜褶呈横褶, 前肠内有幽门盲囊及胆管的开口。

后肠(rectum): 前肠下行为后肠, 较前肠薄膜而细, 无黏膜皱褶。末端以肛门与外界相通, 肛门处肠管壁变厚, 肛门由括约肌控制肛门启闭。前、后肠均通过发达的肠系膜连于体腔侧壁。

2.2 消化腺

肝脏(liver): 是哲罗鱼体内较大的消化腺, 呈红褐色(图1: 8), 位于腹腔前端, 借系膜覆盖整个食道及胃的前部, 其后端游离于腹腔内。肝脏不分叶, 后端有3个分叉。胆囊紧贴肝腹面的右下

侧,为一绿色呈长条形的裸露结构(图1:9)。哲罗鱼肝胆管通入胆囊后以总胆管开口于肠子前段。

胰脏(pancreas):哲罗鱼的胰脏呈线型,位于肝、脾及肠周围、肝脏的表面和肠系膜上(由于胰脏呈线状较细嫩,不易采集我们未能单独摄取到)。哲罗鱼的胰管较细紧挨着总胆管进入肠的前段。

2.3 系膜

消化道及肝脏、胰脏等都是由系膜将它们悬系于腹腔壁上,系膜使腹腔内的内脏保持一定的位置,根据其所包裹的不同内脏器官,各处系膜的名称也不同。背系膜是悬系胃、肠消化道于腹腔背壁的膜。悬系胃的一段称为胃系膜;悬系肠的则称肠系膜。胃脾系膜是指胃和脾之间的系膜。胃肝系膜是胃与肝相连的系膜。

3 讨论

3.1 哲罗鱼消化系统的解剖特点

哲罗鱼的口中齿尖而密,舌前端游离。食道短粗,肌层发达,黏膜的皱褶较深。胃的形状为U型,这与瓦氏黄颡鱼相同^[11],贲门部和幽门部肌层发达。胃黏膜有皱褶,褶皱程度较肠深而密,与史氏鲟正好相反^[12]。肠直行肠黏膜皱褶很浅。哲罗鱼的幽门盲囊较多,大约有220个左右。肝、胰脏为独立器官,肝脏不分叶。消化系统的这些特殊构造大大地增加了消化吸收面积,有利于营养物质的消化吸收。

3.2 关于消化道的分段

哲罗鱼的消化道分段十分明显,食道短粗,肌层较厚。U型胃皱褶明显。肠细直行与胃分界明显,由其在内壁黏膜层皱褶程度上表现出显著差异。肠前的段黏膜层向肠腔内突出,形成明显的黏膜皱褶,但远不及胃的皱褶深。肠后段则无明显皱褶,且较前段肠细。前后肠各段外形差异不大,参考有关文献我们将肠划分为前肠和后肠^[13-14]。

3.3 消化系统形态结构与食性的适应性

鱼类消化系统的结构与食性是相适应的。哲罗鱼是一种凶猛的肉食性鱼类,其消化系统的结构表现出许多与食性相适应的特点。

哲罗鱼的口咽腔内具发达的上口缘黏膜齿、犁骨齿与腭骨齿相连续成马蹄形齿带。上、下颌、舌上均有尖锐的细齿。这些齿不仅可防止进入口腔的食物逃脱,还有损磨的功能。食道壁肌层较厚,发达的横纹肌有迅速而强大的收缩能力,有利于推动较大型的食物进入胃中消化。鱼类的比胃长、比

肠长等指标也与食性密切相关,潘黔生等曾对乌鳢 *Channa argus*、鳊 *Siniperca chuatsi*、大口黑鲈 *Micropterus salmoides* 鲇 *Silurus asotus*、黄颡 *Pelteobagrus fulvidraco*、黄鳝 *Monopterus albus* 六种有胃肉食性鱼的口腔长/头长为0.55~0.76,肠长/体长为0.4~0.82。而哲罗鱼口裂较大,口腔长/头长为0.62,肠较短,肠长/体长为0.69,与其相吻合。这一结果充分证实了肉食性鱼类肠长一般短于体长,这一结论。哲罗鱼的幽门盲囊指状突起长而密,它能增加其吸收面积且能分泌与肠壁其它部分同样的分泌物。幽门盲囊的数目、大小和排列,也可作为分类的特征。肝脏是哲罗鱼最大的消化腺,在机体的代谢作用中占有相当重要的位置。哲罗鱼的肝脏和胰腺都很发达,肝脏形状与其体形有关,哲罗鱼的肝脏为单叶。是不分叶状实心腺体,分别以胆管、胰管通入肠前段,肝脏分泌的胆汁和胰腺分泌的含多种消化酶的胰液,可充分地帮助分解动物性食物。多数鱼类的胰腺是弥散型的,而哲罗鱼的胰腺是致密的。据研究,致密型胰腺分泌的胰液含的脂肪酶比弥散型的更为丰富^[16],可充分地分解动物性食物,特别是对脂肪的分解。因此哲罗鱼胰腺对动物性食物特别是其中的脂肪的分解能力强。

参考文献:

- [1] 伍献文.中国经济动物志:淡水鱼类[M].2版.北京:科学出版社,1979:24-25.
WU Xianwen. China's Economy Fauna: Freshwater Fish [M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 1979: 24-25.
- [2] 韩英,范兆廷,王云山,等.黑龙江中游与乌苏里江大麻哈鱼生殖群体的比较[J].东北农业大学学报,2004,35(1):25-29.
HUAN Ying, FAN Zhaoting, WANG Yunshan, et al. Comparison of chum salmon (*Onconhynchus keta*) breeding stock constitution in the middle reach of Heilongjiang and Wushuli River[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2004, 35(1): 25-29.
- [3] 汪松.中国濒危动物红皮书:鱼类[M].北京:科学出版社,1998:6-7.
WANG Song. Redbook of China Endangered Animals: Fishes[M]. Beijing: Science Press, 1998: 6-7.
- [4] 尹家胜,徐伟,曹顶臣,等.乌苏里江哲罗鲑的年龄结构、性比和生长[J].动物学报,2003,49(5):687-692.
YIN Jiasheng, XU Wei, CAO Dingchen, et al. Age structure, sex ratio and growth of the Taimen (*Hucho*

- taimen) in Wusuli Rive [J]. Acta Zoologica Sinica, 2003, 49(5): 687 - 692.
- [5] 徐伟, 尹加胜, 姜作发, 等. 哲罗鱼人工繁育技术的初步研究 [J]. 中国水产科学, 2003, 10(1): 26 - 30.
XU Wei, YIN Jiasheng, JIANG Zuofa, et al. A technique of artificial reproduction of *Hucho taimen* [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2003, 10(1): 26 - 30.
- [6] 关海红, 尹家胜, 匡友谊, 等. 哲罗鱼消化系统发生发育的组织学观察 [J]. 动物学杂志, 2007, 42(2): 116 - 123.
GUAN Haihong, YIN Jiasheng, KUANG Youyi, et al. Histological observation on the development of digestive system in *Hucho taimen* [J]. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(2): 116 - 123.
- [7] 顾岩, 尹家胜, 孙中武, 等. 野生与养殖哲罗鱼消化系统及消化酶的比较 [J]. 中国水产科学, 2008, 15(2): 330 - 335.
GU Yan, YIN Jiasheng, SUN Zhongwu, et al. Comparative study on the digestive system and digestive enzymes of wild and cultivated *Hucho taimen* [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15(2): 330 - 335.
- [8] 楼允东. 组织胚胎学 [M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1998: 95 - 114.
LOU Yundong. Histology and Embryology (Second edition) [M]. 2nd ed. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1998: 95 - 114.
- [9] 刘飞, 张轩杰, 刘少军, 等. 湘江鲫、湘江鲤消化道的组织学研究 [J]. 中国水产科学, 2001, 8(2): 23 - 27.
LIU Fei, ZHANG Xuanjie, LIU Shaojun, et al. Studies on histology of digestive tract of Xiangjiang River Carassius and carp [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2001, 8(2): 23 - 27.
- [10] ALBRECHT M P, FERREIRA M F N, CARAMASCHI E P. Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae) [J]. J Fish Biol, 2001, 58: 419 - 422.
- [11] 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, 17(2): 22 - 27.
XIE Biwen, WANG Zhijian. Studies on histology of digestive system of *Pelteobagrus vachelli* [J]. Journal of NeiJiang Teachers College, 2002, 17(2): 22 - 27.
- [12] 曲秋芝, 华育平, 曾朝辉, 等. 史氏鲟消化系统形态学与组织学观察 [J]. 水产学报, 2003, 27(1): 1 - 6.
QU Qiuzhi, HUA YU ping, ZENG Zhao hui, et al. Morphological and histological observations of digestive system in *Acipenser schrenckii* [J]. Journal of Fisheries of China, 2003, 27(1): 1 - 6.
- [13] 孟庆闻. 鱼类学 [M]. 上海: 科学技术出版社, 1989: 201 - 297.
MENG Qingwen. Ichthyology [M]. Shanghai: Science and Technology Press, 1989: 201 - 297.
- [14] 孟庆闻. 鱼类比较解剖学 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1987: 80 - 131.
MENG Qingwen. Comparative Anatomy of Fish [M]. Beijing: Science and Technology Press, 1989: 201 - 297.
- [15] 潘黔生, 郭广全, 方之平, 等. 6 种有胃真骨鱼消化系统比较解剖的研究 [J]. 华中农业大学学报, 1996, 15(5): 463 - 469.
PAN Qiansheng, GUO Guangquan, FANG Zhiping, et al. The comparative anatomy studies on digestive system of 6 fish species of stomach-containing teleost in freshwater [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 1996, 15(5): 463 - 469.
- [16] 刘怀如, 张耀光. 南方鲇消化系统的解剖 [J]. 泉州师范学院学报: 自然科学, 2001, 19(6): 75 - 79.
LIU Huairu, ZHANG Yaoguang. The anatomy on the digestive system of *Silurus meridionalis* [J]. Journal of Quanzhou Normal College: Natural Science, 2001, 19(6): 75 - 79.