

DOI: 10.19663/j.issn.2095-9869.20200211003

http://www.yykxjz.cn/

刘宇岩, 李凤辉, 张小忠, 边力, 陈四清, 曲江波, 高文磊, 刘长琳, 葛建龙. 狼鳗的外部形态、消化系统和生殖系统的观察. 渔业科学进展, 2021, 42(2): 79-86

Liu YY, Li FH, Zhang XZ, Bian L, Chen SQ, Qu JB, Gao WL, Liu CL, Ge JL. Morphological characteristics, digestive system and reproductive system of the wolf-eel (*Anarrhichthys ocellatus*). Progress in Fishery Sciences, 2021, 42(2): 79-86

## 狼鳗的外部形态、消化系统和生殖系统的观察\*

刘宇岩<sup>1</sup> 李凤辉<sup>2</sup> 张小忠<sup>4</sup> 边力<sup>2</sup> 陈四清<sup>2①</sup>  
曲江波<sup>3</sup> 高文磊<sup>3</sup> 刘长琳<sup>2</sup> 葛建龙<sup>2</sup>

(1. 上海海洋大学 水产科学国家级实验教学示范中心 水产动物遗传育种中心上海市协同创新中心 上海水产养殖工程技术研究中心 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 农业农村部海洋渔业可持续发展重点实验室 青岛 266071; 3. 烟台天源水产有限公司 烟台 265619; 4. 青岛市生态环境局市北分局 青岛 266033)

**摘要** 采用观察、测量、解剖和拍照的方法,对狼鳗(*Anarrhichthys ocellatus*)的外部形态、可数可量性状及消化系统、生殖系统进行研究,并描述了狼鳗的相关特征。结果显示,狼鳗体型为鳗形,整体呈黑色或灰黑色,头部、背部及背鳍鳍条上有若干似眼睛的黑色圆斑,体表无鳞。背鳍鳍条数为 232~267,胸鳍鳍条数为 15~22,臀鳍鳍条数为 189~220,无腹鳍,背鳍和臀鳍因与尾鳍相连而无明显区分界限,侧线左右各 2 条,均不完整,雄性侧线点明显,而雌性侧线点不明显。上排侧线点数为 18~25,下排侧线点数为 76~85。上鳃耙数为 49~70,下鳃耙数为 55~73,脊椎骨数为 232~271。全长/体长线性相关性最好,雌、雄差异很小,稳定性最好。头长/吻长、头长/眼径、体长/肠长的变化范围较大,雌、雄间差异较大,线性相关性差,可以作为区分狼鳗雌、雄的重要特征;狼鳗体重与体长关系:  $W=0.0337S_l^{2.4798}$  ( $R^2=0.9992$ ), 雌性:  $W=0.0326S_l^{2.4864}$  ( $R^2=0.9990$ ), 雄性:  $W=0.0359S_l^{2.4672}$  ( $R^2=0.9995$ )。消化系统由消化道和消化腺构成,口咽腔大,具颌齿,无腭齿、犁齿,咽喉齿发达;胃大,呈“I”型,无幽门盲囊;肠短粗,比肠长为 0.45;相关性状及特征显示狼鳗为肉食性鱼类。雌雄异体,卵巢(Ⅲ~Ⅳ)呈椭圆形,粉红色,左右对称,精巢(Ⅲ~Ⅳ)呈黄白色,“Y”形。

**关键词** 狼鳗; 外部形态; 可数可量性状; 消化系统; 生殖系统

**中图分类号** S965 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2021)02-0079-08

狼鳗(*Anarrhichthys ocellatus*)又称龙鳗、鳗狼鱼、眼斑鳗狼鱼,广泛分布于阿留申群岛至美国加利福尼亚州南部海域,为肉食性鱼类(Wilimovsky, 1964; Hubbs *et al.*, 1944),初孵幼鱼即可游到水面以浮游生物为食,成鱼营底栖生活,大多在滨海潮间带礁石地

区活动,以海星(Asteroidea)、海胆(Echinoidea)、海虾、大螯虾(*Cambarus*)、软体动物、腹足纲动物等底栖生物为食(Marliave, 1987; 云子, 1998)。狼鳗为冷水性鱼类,幼鱼最适生长温度为 9℃~16℃,最高耐受温度为 24℃,盐度适应范围广,最适生长盐度为 20~38,

\* 引进国际先进农业科学技术计划(948 计划) (2014-Z11)和中国水产科学研究院黄海水产研究所基本科研业务费(20603022016005)共同资助 [This work was supported by the Introduction of the International Advanced Agricultural Science and Technology Project (Plan 948) (2014-Z11), and Central Public-Interest Scientific Institution Basal Research Fund, YSFRI, CAFS (20603022016005)]. 刘宇岩, E-mail: 157107719@qq.com

① 通讯作者: 陈四清, 研究员, E-mail: chensq@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2020-02-11, 收修改稿日期: 2020-03-12

最低和最高耐受盐度分别为 6 和 44, 处于快速生长期的狼鳗日均增长率可达 1.07%(刘春胜等, 2011), 狼鳗生长迅速, 个体大, 成体可达 15~20 kg。尽管该物种的分类地位及地理分布已被人熟知, 但关于狼鳗生物学方面的信息却十分匮乏, 其外部形态和内部结构的研究未见报道。本文对狼鳗外部形态和内部结构特征进行研究, 有助于丰富狼鳗的基础生物学资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料来源

实验样品采自山东省烟台开发区天源水产有限公司养殖的狼鳗成熟个体, 雌、雄各 30 条, 雌鱼全长为(140±10) cm, 体重为(7181±1282) g; 雄鱼全长为(145.6±9.8) cm, 体重为(7865±1280) g。

实验工具: 测量尺、电子秤、照相机、解剖刀、解剖盘、解剖剪和镊子等。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 外部形态特征** 按照体型、体色、口、齿、鼻、眼、鳍和侧线的顺序对其形态、大小、颜色和位置进行观察、测量和记录。

**1.2.2 可量可比性状** 测量项目: 体重、全长、体长、体高、体宽、躯干长、尾长、眼后头长、眼径、吻长、口裂长、口裂宽、眼间距、肛前长和肛后长。

测量方法: 按照鱼类种质研究(李思发, 1998)所述方法进行。

测量结果: 计算平均值, 采用 Excel 求标准偏差, 相关方程和  $R^2$ 。

**1.2.3 可数性状** 统计项目包括背鳍鳍条、臀鳍鳍条、胸鳍鳍条、牙齿、幽门盲囊、脊椎骨、臀鳍前脊椎骨、上鳃耙和下鳃耙。

统计方法: 通过麻醉、解剖, 对可数形状进行计数统计, 采用 Excel 求标准偏差(齐国山等, 2008)。

**1.2.4 内部结构观察** 解剖狼鳗, 对其消化系统、生殖系统各组织器官进行观察、拍照及描述。取出内脏使用电子天平称重, 精确到 0.01 g; 取出肠道, 采用生理盐水去除肠道内容物并将其弯曲展开, 测量并记录肠道长度, 精确到 1 mm, 用于计算比肠长。

## 2 结果与分析

### 2.1 形态特征

狼鳗(图 1A♂、图 1B♀)体延长, 呈鳗型, 前部亚圆型, 尾部侧扁, 左右对称。体表呈灰黑色, 头部、背部和背鳍有若干类似眼睛状的黑色圆斑, 因而又称

眼斑狼鱼。头部近似梯形, 较大, 头长约占全长的 12%, 口咽腔前位, 头部宽大, 下颌略长于上颌, 无颌须, 雌性口咽腔较尖(图 1D♀), 雄性口咽腔宽大(图 1C♂)、唇厚而柔软, 向外褶出, 口咽腔可作为雌、雄鉴别的一个形态特征。舌肉质, 灵活, 具有色素斑点。鼻孔 1 对, 位于眼前侧, 无膜覆盖。眼较大, 位于头部两侧, 两眼突出, 在同一水平线上。鳃孔宽大, 鳃盖膜连接到颊部, 左右鳃各 4 个鳃片, 鳃耙短粗, 内侧与鳃弓相连, 外侧分叉, 呈“Y”型。

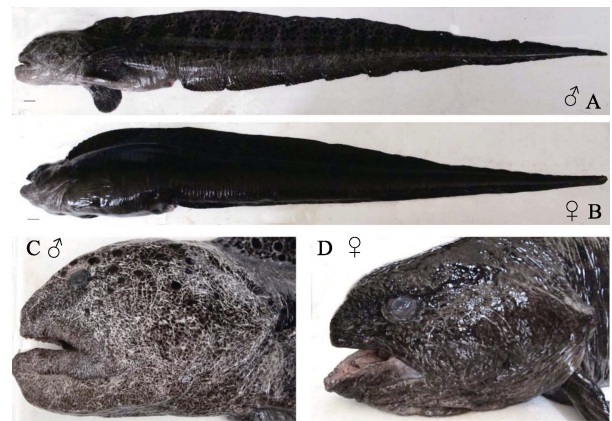


图 1 狼鳗  
Fig.1 A. ocellatus

A 和 C: 雄性; B 和 D: 雌性  
A and C: Male; B and D: Female

各鳍无棘, 均为不分枝鳍条, 背鳍、臀鳍和胸鳍较大, 尾鳍小。胸鳍 1 对, 其基部起始于鳃盖骨后缘, 形状宽圆, 呈“团扇”形。背鳍 1 个, 背鳍基较长, 起始于胸鳍基上方部背侧, 后端与尾鳍相连, 鳍上有 10~15 个黑色圆斑, 呈单列分布。臀鳍 1 个, 起始于肛门后部, 后端与尾鳍相连。尾鳍较小, 背鳍和臀鳍借鳍膜与尾鳍相连。肛门和生殖孔位于体长前 1/4 处, 肛门在前, 生殖孔在后。肛门周围皮肤有灰色条纹。体表无鳞, 侧线左右各 2 条, 均位于侧中部偏背侧, 上排侧线起始于鳃盖骨后缘, 至约 4/5 体长处消失, 侧线孔为 7~11 个, 下排侧线起始于鳃盖骨后缘, 至 1/2 体长处消失, 侧线孔为 79~82 个, 雄鱼侧线明显, 雌鱼侧线不明显。

### 2.2 可量可比性状

测量和计算获得的可量可比性状见表 1。从表 1 可以看出, 雌、雄样本比较中发现, 总样本中全长/体长的标准偏差最小(0.008), 变动范围最小, 表明该性状最稳定。雌、雄样本中, 全长/体长的标准偏差为 0.006 和 0.009, 平均值均为 1.02, 表明雌、雄全

表 1 狼鳗形态特征的可量可比性状  
Tab.1 Measurable parameter ratios of *A. ocellatus*

项目 Items	比值 Ratio(Mean ± SD)	相关方程 Correlation equation	$R^2$
全长/体长 $T_l/S_l$	1.02±0.008	$S_l=0.9963T_l-2.3458$	0.9883
Total length/Standard length	♀1.02±0.006	$S_l=0.983T_l-0.1484$	0.9927
	♂1.02±0.009	$S_l=1.0286T_l-7.3767$	0.9862
体长/体高 $S_l/B_d$	7.75±0.56	$B_d=0.1871S_l-8.0221$	0.7113
Standard length/Body depth	♀7.78±0.50	$B_d=0.198S_l-9.4731$	0.7829
	♂7.72±0.62	$B_d=0.1787S_l-6.8712$	0.6317
体长/头长 $S_l/H_l$	8.32±0.53	$H_l=0.1828S_l-8.6641$	0.8441
Standard length/Head length	♀8.31±0.38	$H_l=0.1455S_l-3.436$	0.8242
	♂8.32±0.66	$H_l=0.223S_l-14.484$	0.9044
头长/吻长 $H_l/P_l$	4.31±0.57	$P_l=0.1333H_l+2.0461$	0.2351
Head length/Proboscis length	♀4.32±0.08	$P_l=0.0417H_l+4.0218$	0.7005
	♂3.90±0.55	$P_l=0.2263H_l-0.0097$	0.9952
头长/眼间距 $H_l/E_i$	3.84±0.13	$E_i=0.1816H_l+1.3508$	0.5956
Head length/Eye interval	♀3.70±0.32	$E_i=0.0447 H_l+3.7557$	0.2076
	♂3.97±0.23	$E_i=0.581H_l-0.0975$	0.8709
头长/眼径 $H_l/E_d$	9.20±2.45	$E_d=0.0546H_l+1.0394$	0.0458
Head length/Eye diameter	♀6.84±0.27	$E_d=0.1315H_l+0.2479$	0.8495
	♂11.57±0.63	$E_d=0.0756H_l+0.1884$	0.8605
体长/肠长 $S_l/L_l$	2.24±0.54	$L_l=-0.013S_l+68.118$	$7 \times 10^{-5}$
Standard length/Intestine length	♀1.73±0.11	$L_l=0.3242S_l+35.512$	0.3307
	♂2.84±0.09	$L_l=0.3208S_l+4.8638$	0.7822
体重/肠重 $W_b/W_i$	28.16±4.16	$W_i=0.0067W_b+214.83$	0.4356
Body weight/Intestine weight	♀27.01±3.81	$W_i=0.009W_b+200.11$	0.6054
	♂29.26±4.36	$W_i=0.0042W_b+235.28$	0.2196
体重/内脏团重 $W_b/W_v$	11.71±1.66	$W_v=0.0171W_b+511.41$	0.7859
Body weight/Visceral weight	♀11.32±1.71	$W_v=0.0147W_b+526.47$	0.7432
	♂12.09±1.57	$W_v=0.0186W_b+501.5$	0.8055
肛前长/肛后长 $A_{lb}/A_{la}$	0.38±0.075	$A_{la}=2.8125A_{lb}-0.501$	0.9754
Anterior anal length/Posterior length anal	♀0.38±0.046	$A_{la}=2.4286A_{lb}+0.4429$	0.9601
	♂0.38±0.012	$A_{la}=2.7568A_{lb}-0.3324$	0.9636

长/体长的差异很小。全长/体长、体长/头长、肛前长/肛后长的相关方程的  $R^2 > 0.8$ , 表明全长与体长、肛前长/肛后长及体长与头长的线性相关性好。体重/肠重的标准偏差为 4.16, 该性状变动范围最大, 表明该性状最不稳定。雌性和雄性样本中, 体重/肠重标准偏差分别为 3.81 和 4.36, 二者相关方程  $R^2$  均较小, 雄性  $R^2$  为 0.2196, 表明体重/肠重变动大, 线性相关性差, 不具有性状辨别参考价值。雌性样本中除了头长/眼间距、体长/肠长相关方程  $R^2 < 0.5$  外, 其余均在 0.6 以上, 其中, 全长/体长、肛前长/肛后长、体长/头长及头长/眼径线性相关  $R^2 > 0.8$ , 说明四者的线性相关性都较好。雄性样本中, 全长/体长的标准偏差为 0.009, 其性状变动范围也最小。而体重/

肠重的标准偏差最大, 为 4.36, 则该性状的变动范围也最大。全长/体长、肛前长/肛后长、体长/头长、头长/吻长和头长/眼间距、头长/眼径、体重/内脏重线性相关方程的  $R^2 > 0.8$ , 说明雌性该 7 项的线性相关性好。

雌、雄样本与总样本的比较发现, 雌、雄样本中全长/体长、肛前长/肛后长、体长/体高、体长/头长及体重/内脏重与总样本中该 5 项比值差距较小外, 其他各项比值差距均较大, 线性相关方程的  $R^2$  也表现出相同的规律。头长/吻长、头长/眼间距、头长/眼径、体长/肠长的平均值雌、雄差异较大, 说明该 4 项指标可以作为区分狼鳗雌雄性别的重要特征。

狼鳗体长与体重的关系公式为:

$W=0.0337S_1^{2.4798}$ ,  $R^2=0.9992$ ;

雌性:  $W=0.0326S_1^{2.4864}$ ,  $R^2=0.9990$

雄性:  $W=0.0359S_1^{2.4672}$ ,  $R^2=0.9995$

式中,  $W$  为体重(g);  $S_1$  为体长(cm)。

### 2.3 可数性状

本研究测得的狼鳗可数性状数据见表 2。从表 2 可以看出, 总样本各项可数性状中, 下颌犬齿平均值的标准偏差最小, 为 0.6, 说明其最稳定。脊椎骨的标准偏差最大, 为 10.49, 说明可变范围也最大, 为

232~271。背鳍鳍条(232~267)与臀鳍鳍条(189~220)数目有一定的变化范围且变化趋势一致, 上排侧线孔、下排侧线孔、臀鳍前脊椎骨数量相对稳定。上鳃耙、下鳃耙可变范围较大, 下鳃耙比上鳃耙数量多。

雌性狼鳗各项可数性状与总体样本范围均相同。雄性样本中, 背鳍鳍条、臀鳍鳍条、上颌犬齿、上颌白齿、下颌白齿与总体样本不同, 但都在总体样本范围内, 无明显差异, 其中, 牙齿数量的不同可能与狼鳗驯化后牙齿退化有关。

表 2 狼鳗的可数性状  
Tab.2 Observed numbers of *A. ocellatus*

项目 Items	数据范围 Value interval	平均值±标准差 Mean±SD	项目 Items	数据范围 Value interval	平均值±标准差 Mean±SD
背鳍鳍条 Dorsal fin ray	232~267 ♀232~267 ♂234~267	248.00±9.11	下颌犬齿 Mandibular canine	1~3 ♀1~3 ♂1~3	3.00±0.60
臀鳍鳍条 Anal fin ray	189~220 ♀189~220 ♂189~217	202.00±7.93	上颌白齿 Maxillary molar	5~16 ♀5~16 ♂5~14	11.00±3.24
胸鳍鳍条 Pelvic fin ray	15~22 ♀15~22 ♂15~22	19.00±2.03	下颌白齿 Mandibular molar	4~16 ♀4~16 ♂4~15	11.00±3.31
上排侧线孔 Upper lateral-line pore	18~25 ♀18~25 ♂18~25	21.00±2.01	上鳃耙 Upper gill raker	49~70 ♀49~70 ♂49~70	59.00±5.37
下排侧线孔 Lower lateral-line pore	76~85 ♀76~85 ♂76~85	80.00±2.77	下鳃耙 Lower gill raker	55~73 ♀55~73 ♂55~73	63.00±4.55
上颌犬齿 Maxillary canine	1~3 ♀1~3 ♂1~2	2.00±0.76	脊椎骨 Vertebra	232~271 ♀232~271 ♂232~271	249.00±10.49
臀鳍前脊椎骨 Vertebra before the anal fin	35~40 ♀35~40 ♂35~40	37.30±1.56			

### 2.4 消化系统

狼鳗的消化系统主要包括消化道和消化腺 2 个部分(图 2)。消化道呈管状, 长度约占体长的 1/2, 起始于口咽腔, 经腹腔, 以肛门开口于体外。消化道包括口咽腔、食道、胃、小肠、直肠和肛门。狼鳗的口裂较大, 吻较短(约占头长的 1/5), 口咽腔前位, 左右对称, 下颌略长于上颌。上、下颌均具牙齿, 上颌前端具犬牙 2~3 枚, 后侧为 1 排白齿, 下颌最前端具犬牙 2~3 枚, 后侧白齿共 2 排, 外侧较大, 向后逐渐变为 1 排, 犬齿状牙齿尖锐且锋利, 有的齿端呈弯钩

状, 白齿钝圆。腭骨、犁骨上未见有齿分布。舌大而肥厚, 上具色斑, 没有舌齿。咽部发达, 有鳃耙和咽喉齿, 咽喉齿发达, 共 4 簇, 左右对称, 上部呈不规则圆形, 下部呈长条状。食道短而直, 前后粗细一致, 前部与咽部相连, 后部与胃相连, 食道与胃的连接部不明显。胃大, 壁厚, 呈“I”型, 分为贲门部、幽门部和胃体部 3 部分, 分化不明显, 无盲囊, 摄食后整个胃部呈囊状, 是饥饿状态的 2 倍。胃后部与肠相连, 连接处明显。从外观上将肠分为小肠和直肠, 小肠发达, 结果还需组织学鉴定。前后宽度基本一致, 呈粉红色, 富血管, 肠壁厚度比食道、胃和直肠薄。

同龄狼鳎雌性肠道比雄性长, 雌性肠道长度约为体长的 3/5, 在腹腔中呈 4 次弯曲; 雄性肠道长度约为体长的 2/5, 在腹腔中呈 2 次弯曲。直肠较短且发达, 后部与肛门相连, 开口于体外。

消化腺包括肝脏和胰脏。肝脏成黄色, 较大, 左右 2 叶, 左侧较右侧大, 半包围在食道和胃体两侧, 前端相连, 中后部分开, 呈游离状态。胆囊为绿色, 椭圆形, 经胆管先与肝脏左侧中下部相连, 后经胆管开口于小肠与胃的连接处。胰脏呈暗红色, 位于腹腔背侧, 有固定形态, 中部有结缔组织将其分为两侧, 相互对称, 通过管状结构与胃和肠道相连。

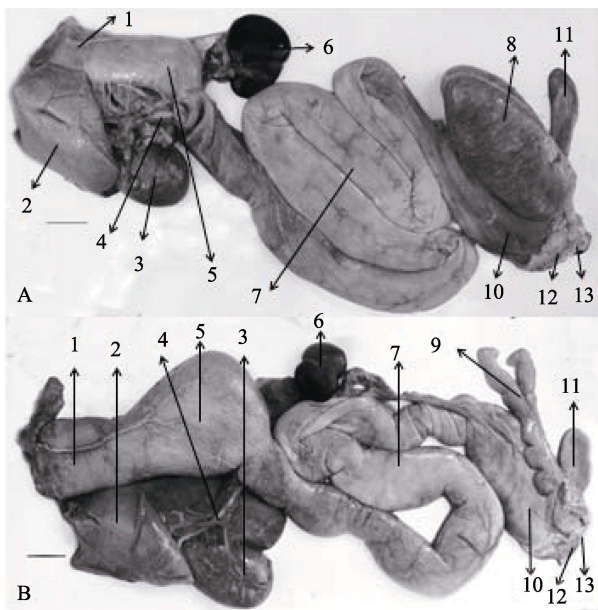


图 2 狼鳎消化系统及生殖系统结构

Fig.2 Structure of digestive and reproductive system of *A. ocellatus*

A: 雌性; B: 雄性; 1 食道; 2: 肝脏; 3: 胆囊;  
4: 胆管; 5: 胃; 6: 胰脏; 7: 小肠; 8: 卵巢;  
9: 精巢; 10: 直肠; 11: 膀胱; 12: 肛门; 13: 生殖孔  
A: Female; B: Male; 1: Oesophagus; 2: Liver; 3: Gall bladder;  
4: Bile duct; 5: Stomach; 6: Pancreas; 7: Small intestine;  
8: Ovary; 9: Testis; 10: Rectum; 11: Bladder; 12: Anus;  
13: Genital foramen

## 2.5 生殖系统

狼鳎为雌雄异体, 解剖狼鳎(Ⅲ~Ⅳ)雌性个体发现 1 对肥硕的卵巢(图 2-8), 呈椭圆形, 粉红色, 左右各 1 个, 前端分离, 基本对称, 中部通过膜状结构相连, 卵巢的被膜较薄, 易破裂, 上面存在大量血管和微血管。后部通过输卵管与生殖孔相连, 开口于体外。狼鳎性成熟后生殖腺位于腹腔后部约 1/2 处。成熟的卵粒呈圆形, 不透明。雄性狼鳎性腺(Ⅲ~Ⅳ)呈黄白

色, 左右对称, 两边又各自分 4~5 瓣, 前端分离, 后部相连, 呈“Y”形。前端较后端宽, 后部与生殖孔相连, 开口于体外。腹腔后侧与性腺相连有一囊状结构, 用导管吸取其内液体发现有尿液, 推测其为膀胱。

## 3 讨论

### 3.1 狼鳎形态及参数

生态形态学指出, 鱼类的形态和其生态有相关性, 鱼类生存环境的差异也决定了其形态的明显差别, 这是鱼类对环境的一种适应性进化(李荣等, 2017)。狼鳎体型呈鳎型, 胸鳍较大, 可能与其在礁石间游泳及觅食的习性相适应, 体表呈灰黑色, 有利于隐藏、躲避敌害。研究表明, 初孵狼鳎生活在较浅的水域, 以浮游生物为食, 成鱼则营底栖穴居生活, 栖息于 200 m 左右的深海海底(Marliave, 1987; 云子, 1998), 所测量狼鳎全长为 140~150 cm, 为成鱼阶段, 因此, 更倾向于底栖生活。

鱼类性状的比值可以反映鱼类的体型、可食部分的比例等(陈寅儿等, 2019)。狼鳎体较长, 体长: 体高: 体宽比值约为 18: 2: 1; 体长和头长的比例为 8.32, 大于银鲑(*Silver salmon*)(匡友谊等, 2004)、半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)(陈京华等, 2005)、星突江鲽(*Pleuronectinae stellatus*)(齐国山等, 2008)、大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)(雷霖霖, 2005)和松江鲈鱼(*Estuarylateolabrax japonicu*)(郭瑞昕等, 2008)等, 与大多数可食用鱼类相比, 狼鳎可食用部分的比例较大, 利用率高。

可数性状是鱼类分类研究的依据之一, 在不同鱼种中的某些可数性状相对比较稳定, 像鳍条数、鳃耙数和脊椎骨数等, 但也有一些差异(刘春胜等, 2011)。Hart(1973)研究表明, 狼鳎脊椎骨数为 228~250, 与本研究脊椎骨数 232~271, 稍微有些差异, 但臀鳍前脊椎骨数较为稳定, 为 35~40, 因此, 可以作为分类的参考依据之一。基于本研究结果, 狼鳎胸鳍鳍条、上排侧线孔、下排侧线孔、上颌犬齿、下颌犬齿、臀鳍前脊椎骨的可数性状是比较稳定的, 可以初步作为狼鳎区分的参考依据。

### 3.2 狼鳎消化系统结构与食性

鱼类在长期的自然选择过程中, 形成了一系列的形态特征以适应各自的食物类型和摄食方式(薛莹等, 2005)。消化道形态结构是了解和探讨鱼类摄食、消化和吸收等生理机制的基础(王瑞霞, 1990), 鱼类的消化器官同时能够体现出食性(Wang, 1996)。从消化



道各段的结构可了解相应的功能(林浩然, 1999), 鱼类口裂的相对或绝对大小与其摄食食物大小呈正相关, 也与食性呈正相关, 肉食性鱼类的口裂一般较草食性、滤食性和杂食性的大(Piet, 1998)。狼鳗口咽腔较大, 可以摄食体积较大的食物。鱼的牙齿可用于捕食, 同时, 不同类型的牙齿还有撕裂、咬断、研磨等功能, 牙齿的形状通常与它们的食性密切相关, 狼鳗具有发达的白齿, 可以摄食甲壳类、海胆等较为结实的动物。狼鳗的犬齿稍向口咽腔弯曲, 和进食方向相同, 可以防止食物脱落、保证食物顺利进入体内。这些特征与带鱼(*Trichiurus lepturus*)、鳗鲡(*Anguilla japonica*)、海鳗(*Muraenesox cinereus*)(大连水产学院, 1983)相似。

胃是狼鳗消化道较为膨大的部位, 呈“I”型, 壁厚, 分为贲门部、幽门部和胃体部3部分, 分化不明显, 与肉食性鱼类星斑川鲽(*Platichthys stellatus*)相似(李侠等, 2009)。从胃的结构看, 狼鳗胃的肌层较消化道其他部位厚, 胃黏膜上皮有比较发达的低矮褶皱; 形态上看, 食物在进入前后, 胃的体积发生很大变化, 饱食状态下胃部膨大, 是饥饿状态的2倍左右。由此推测食物在胃中可以储存和初步消化(李斌等, 2017)。

肠道是食物消化的主要场所, 又是用于鱼类食性划分的重要依据之一(Grover *et al.*, 1990), 比肠长(肠长/体长)为鱼类消化管的指数之一, 该值在某种程度上反映了鱼的摄食习性。肉食性鱼类摄食的食物一般易于消化, 肠道相对较短, 比肠长一般小于1, 狼鳗的比肠长为0.45, 肠长约占体长的1/2, 食物在肠中停留时间较短, 与银鱼科(*Salangidae*)、鲶科(*Siluridae*)、条斑星鲽(*Verasper moseri*)等鱼类相似(王晓伟等, 2008), 小于肉食性鱼类南方大口鲶(*Silurus soldatovi meridionalis*)、黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)(曾端等, 1998)和大鳍鳊(*Mystus macropterus*)(向泉等, 2003)。狼鳗内脏团重和肠道重分别约占体重的8.54%和3.55%, 要小于偏肉食性的1~2龄的裸盖鱼(*Anoplopoma fimbria*)(分别为10.8%和4.8%), 与肉食性鱼类大银鱼(*Protsalanx iyalaranius*)类似(钱云霞等, 2001)。

消化腺分为肝脏和胰脏, 肝脏为两叶, 分别在食道两旁, 一叶较长, 一叶较短, 与大黄鱼(*Larimichthys crocea*)相似(吴燕燕等, 2019)。中间由结缔组织和食道连接。胆囊与肝脏明显分离, 数目与圆口纲的七鳃鳗(*Lampetra japonicum*)相同, 胰脏发达, 双叶, 明显与肝脏分离, 与板鳃鱼类(*Elasmobranchs*)相同(大连水产学院, 1983)。尾崎久雄(1984)曾将硬骨鱼类胰腺进行分类, 分别是紧凑型、弥散型和散布型。狼鳗的胰

脏具有固定形态, 属于紧凑型。据资料记载, 一般紧凑型的胰腺脂肪酶含量较弥散型的丰富, 能够更加高效地进行脂肪代谢(葛清秀等, 2001)。相关研究表明, 狼鳗以海星、海胆、海虾、软体动物等为食(Marliave, 1987; 云子, 1998), 消化系统结构也反映出狼鳗为肉食性鱼类。

## 4 结论

狼鳗胸鳍鳍条、上排侧线孔、下排侧线孔、上颌犬齿、下颌犬齿、臀鳍前脊椎骨数是比较稳定的性状, 可以作为狼鳗形态学参数的参考依据。头长与吻长、头长与眼径的线性相关性较差, 而在雌、雄样本中, 2个指标的线性相关性良好(均>0.7), 说明头长/吻长以及头长/眼径是可以区分狼鳗雌、雄个体的重要外部特征。狼鳗比肠长、比肠重、比内脏团重以及消化道的形态结构特征均显示狼鳗为肉食性鱼类。

## 参 考 文 献

- Chen YE, Zheng XB, Gao XM, *et al.* Morphology, histology and digestive enzymes of the digestive tract of the small yellow croaker *Larimichthys polyactis*. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2019, 50(5): 1116–1126 [陈寅儿, 郑学斌, 高心明等. 小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)消化道形态与组织学结构特征及其消化酶活性的研究. 海洋与湖沼, 2019, 50(5): 1116–1126]
- Chen JH, Zhao B. Biological characteristics of semi-smooth tongue owl and breeding technology. *Fishery Science and Technology Information*. 2005, 32(3): 105–109 [陈京华, 赵波. 半滑舌鳎的生物学特性及养殖技术. 水产科技情报, 2005, 32(3): 105–109]
- Dalian Fisheries University, *Ichthyology*. Beijing: Agricultural Press, 1983, 45–47 [大连水产学院, 鱼类学. 北京: 农业出版社, 1983, 45–47]
- Ge QX, Wang ZJ, Zhang HX. Study on the hepatopancreases of *Coreius heterodon* (Bleeker) and *Coreius guichenoti* (Sauvage et dabry) in Yangtze River. *Journal of Quanzhou Normal College*, 2001(6): 69–74 [葛清秀, 王志坚, 张昊星. 长江铜鱼和圆口铜鱼肝胰腺的比较研究. 泉州师范学院学报, 2001(6): 69–74]
- Grover JJ, Olla BL. Food habits of larval sablefish *Anoplopoma fimbria* from the Bering Sea. *Fishery Bulletin*, 1990, 88(4): 811–814
- Guo RX, Gu SY, Liu XW, *et al.* Anatomy and food analysis of Guanhe estuary *Lateolabrax japonicus* digestive system. *Water Fishing*, 2008, 28(3): 19–21 [郭瑞昕, 顾曙余, 刘小维, 等. 灌河口花鲈消化系统的解剖与食性分析. 水利渔业, 2008, 28(3): 19–21]
- Hart, JL. Pacific fishes of Canada. *Fishery Research Board of Canada*, 1973, 180: 740
- Hubbs CL, Barnhart PS. Extension of range for blennioid fishes

- in southern California. California Fishers Game, 1944, 30: 49-51
- Kuang YY, Yin JS, Bai QL, *et al.* Measurement of morphometric characters in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Chinese Journal of Fisheries, 2004, 17(1): 22-23 [匡友谊, 尹家胜, 白庆利, 等. 银鲑(*Oncorhynchus kisutch*)形态性状测量. 水产学杂志, 2004, 17(1): 22-23]
- Lei JL. Fishery science and technology information. Beijing: China Agriculture Press, 2005, 647-665 [雷霖. 海水鱼类养殖理论与技术. 北京: 中国农业出版社, 2005, 647-665]
- Li B, Liu XZ, Xu YJ, *et al.* Structure and ultrastructure of alimentary canal of *Cynoglossus semilaevis*. Progress in Fishery Sciences, 2017, 38(1): 150-158 [李斌, 柳学周, 徐永江, 等. 半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)消化道显微与超微结构. 渔业科学进展, 2017, 38(1): 150-158]
- Li SF. Study on genetic characteristics of dominant freshwater cultured fishes in China. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1998 [李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究. 上海: 上海科学技术出版社, 1998]
- Li X, Liu ZH, Wang B. Morphological characteristics and internal structure of *Platichthys stellatus*. Hebei Fishery, 2009(4): 19-20 [李侠, 刘振华, 王波. 星斑川鲷外部形态与内部解剖特征的研究. 河北渔业, 2009(4): 19-20]
- Li Y, Xu YJ, Liu XZ, *et al.* Morphometric analysis and internal anatomy of yellowtail kingfish (*Seriola aureovittata*). Progress in Fishery Sciences, 2017, 38(1): 142-149 [李荣, 徐永江, 柳学周, 等. 黄条鲷(*Seriola aureovittata*)形态度量与内部结构特征. 渔业科学进展, 2017, 38(1): 142-149]
- Lin HR. Fish physiology. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press, 1999, 35-46 [林浩然. 鱼类生理学. 广州: 广东高等教育出版社, 1999, 35-46]
- Liu CS, Chen SQ, Sun JM, *et al.* The tolerability of younger *Anarrhichthys ocellatus* to temperature and salinity. Fishery Modernization, 2011(2): 1-5 [刘春胜, 陈四清, 孙建明, 等. 狼鰻幼鱼对温度和盐度耐受性的试验研究. 渔业现代化, 2011(2): 1-5]
- Liu CS, Chen SQ, Wang YT, *et al.* Measurement of morphometric characters in 1-2-year-old sablefish, *Anoplopoma fimbria*. Fishery Modernization, 2015(2): 23-27 [刘春胜, 陈四清, 王有廷, 等. 1-2 龄裸盖鱼形态特征及其相关参数分析. 渔业现代化, 2015(2): 23-27]
- Marllave JB. The life history and captive reproduction of the wolf-eel *Anarrhichthys ocellatus* at the Vancouver Public Aquarium. Internation Zoo Yearbook, 1987, 26(1): 70-81
- Ozaki Hisao. Fish Digestive Physiology (Volume 1). Wu Shangzhong, trans. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1984 [尾崎久雄. 鱼类消化生理(上册). 吴尚忠, 译. 上海: 上海科学技术出版社, 1984]
- Piet JG. Ecomorphology of a size-structured tropical freshwater fish community. Environmental Biology of Fishes, 1998, 51(1): 67-86
- Qi GS, Li D, Chen SQ, *et al.* Morphological characteristics and internal structure of *Platichthys stellatus* Pallas. Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15(1): 1-11 [齐国山, 李迪, 陈四清, 等. 星斑川鲷的形态特征及内部结构研究. 中国水产科学, 2008, 15(1): 1-11]
- Qian YX, Yang WG. Preliminary study on digestive tract index and digestive enzymes of *Protsalanx iyaloranius*. Water Fishing, 2001, 21(5): 8-9 [钱云霞, 杨文鸽. 大银鱼消化道指数和消化酶的初步研究. 水利渔业, 2001, 21(5): 8-9]
- Wang HP. Status and conservation of Reeves shad resources in China Naga. ICLARM Quarterly, 1996, 19: 20-22
- Wang RX. Histology and embryology. Beijing: Higher Education Press, 1990 [王瑞霞. 组织学与胚胎学. 北京: 北京高等教育出版社, 1990]
- Wang XW, Li J, Xiao Z. Primary research on morphologic characteristics and inner structure of barfin flounder *Verasper moseri*. Marine Sciences, 2008, 32(5): 90-96 [王晓伟, 李军, 肖志, 等. 条斑星鲷外部形态特征与内部组织器官的初步研究. 海洋科学, 2008, 32(5): 90-96]
- Wu YY, Tao WB, Li LH, *et al.* Morphological structure and quality characteristics of cultured *Larimichthys crocea* in Ningde. Journal of Fisheries of China, 2019, 43(6): 1472-1482 [吴燕燕, 陶文斌, 李来好, 等. 宁德地区养殖大黄鱼形态组织结构与品质特性. 水产学报, 2019, 43(6): 1472-1482]
- Xiang X, Ye YT, Zhou XH, *et al.* Digestive ability and nutritive value of *Mystus macropterus*. Journal of Fisheries of China, 2003, 27(4): 371-376 [向泉, 叶元土, 周兴华, 等. 大鳍鲃的消化能力与营养价值. 水产学报, 2003, 27(4): 371-376]
- Xue Y, Jin XS, Zhang B, *et al.* Feeding habits of three Sciaenid fishes in the Southern Yellow Sea. Journal of Fisheries of China, 2005, 29(2): 178-187 [薛莹, 金显仕, 张波, 等. 南黄海三种石首鱼类的食性. 水产学报, 2005, 29(2): 178-187]
- Yun Z. Abyssal sea wolf-eel. Navigation. 1998(3): 39 [云子. 深海狼鱼. 航海, 1998(3): 39]
- Zeng D, Ye YT. Study on fish feeding and digestive system structure. Journal of Southwest Agricultural University, 1998, 20(4): 361-364 [曾端, 叶元土. 鱼类食性与消化系统结构的研究. 西南农业大学学报, 1998, 20(4): 361-364]

## Morphological Characteristics, Digestive System and Reproductive System of the Wolf-Eel (*Anarrhichthys ocellatus*)

LIU Yuyan<sup>1</sup>, LI Fenghui<sup>2</sup>, ZHANG Xiaozhong<sup>4</sup>, BIAN Li<sup>2</sup>, CHEN Siqing<sup>2①</sup>,  
QU Jiangbo<sup>3</sup>, GAO Wenlei<sup>3</sup>, LIU Changlin<sup>2</sup>, GE Jianlong<sup>2</sup>

(1. Shanghai Ocean University, National Experimental Teaching Demonstration Center of Fisheries Science, Aquatic Animal Genetics and Breeding Center Shanghai Collaborative Innovation Center, Shanghai Aquaculture Engineering Technology Research Center, Shanghai 201306; 2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Qingdao 266071; 3. Yantai Tianyuan Aquatic Products Co., Ltd., Yantai 265619; 4. Shibe Branch of Qingdao Ecological Environment Bureau, Qingdao 266033)

**Abstract** We observed, measured, anatomized, and photographed the external shape, meristic and metric characters, digestive system, and reproductive system of *Anarrhichthys ocellatus*. The results are as follows: the body type of the *A. ocellatus* is anguilliform, the skin color is black or rubricans without any mackerel scales, and there are a number of dollar spot-like eyes on the head, back, and dorsal fin. The number of spots on the dorsal fin, pectoral fin and anal fin were 232~267, 15~22, and 189~220, respectively. *A. ocellatus* has no ventral fin, and the tail fin is linked to the dorsal fin and pectoral fin and cannot be distinguished. There are two incomplete lateral lines on each side, the upper is 18~25 and the lower is 76~85. The female lateral line is distinct. However, that of the male is not. *A. ocellatus* also has no pyloric caeca, and the number of upward gill rakers, downward gill rakers, and vertebrae are 49~70, 55~73, and 232~271, respectively. Besides, the magnitude of variation in the total length/standard length is small, with little difference between females and males. The values of the head length/proboscis length, head length/eye diameter, and standard length/intestine length not only vary largely, but present poor linear correlation, with great differences between females and males. Therefore, the females and males can be distinguished. The relationship between weight and length:  $W = 0.0337S_l^{2.4798}$  ( $R^2 = 0.9992$ ), for females,  $W = 0.0326S_l^{2.486}$  ( $R^2 = 0.9990$ ); and for males,  $W = 0.0359S_l^{2.4672}$  ( $R^2 = 0.9995$ ). The digestive system consists of the digestive tract and digestive glands, and the oropharyngeal cavity is large; *A. ocellatus* has jaw teeth, without cavities and plow teeth, the pharyngeal teeth are well-developed, the stomach is “I”-shaped and large. The intestines are wide and short, and the ratio of intestine length/total length is 0.45. The related traits and characteristics show that the *A. ocellatus* is carnivorous and hermaphroditic. The ovaries (III~IV) are elliptical, pink, and left right symmetrical. The testes (III~IV) are “Y”-shaped and pink

**Key words** *Anarrhichthys ocellatus*; Morphometric characters; Meristic and metric characters; Digestive system; Reproductive system

① Corresponding author: CHEN Siqing, E-mail: chensq@ysfri.ac.cn