

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20180806.001

刘元文, 房慧, 张宇哲, 等. 斑点鲮的外形特征与消化系统结构[J]. 广西科学院学报, 2018, 34(3): 198-203.

LIU Y W, FANG H, ZHANG Y Z, et al. Morphological characteristics and structure of digestive system of *Oncorhynchus mykiss* [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2018, 34(3): 198-203.

斑点鲮的外形特征与消化系统结构* Morphological Characteristics and Structure of Digestive System of *Oncorhynchus mykiss*

刘元文^{1,2}, 房慧^{1,2}, 张宇哲³, 管玉霞^{1,2}, 王雪^{1,2}, 李莉^{1,2}, 高凤祥^{1,2},
潘雷^{1,2}, 郭文^{1,2}, 胡发文^{1,2**}

LIU Yuanwen^{1,2}, FANG Hui^{1,2}, ZHANG Yuzhe³, JIAN Yuxia^{1,2}, WANG Xue^{1,2},
LI Li^{1,2}, GAO Fengxiang^{1,2}, PAN Lei^{1,2}, GUO Wen^{1,2}, HU Fawen^{1,2}

(1. 山东省海洋生物研究院, 山东青岛 266104; 2. 山东省海水养殖病害防治重点实验室, 山东青岛 266104; 3. 鲁东大学, 山东烟台 264025)

(1. Marine Biology Institute of Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266104, China;
2. Shandong Provincial Key Laboratory for Disease Control in Mariculture, Qingdao, Shandong, 266104, China; 3. Ludong University, Yantai, Shandong, 264025, China)

摘要:【目的】研究斑点鲮 *Oncorhynchus mykiss* 外部形态特征与内部消化系统结构。【方法】观察并描述斑点鲮外部形态特征, 测量 30 尾斑点鲮的外部形态参数, 对其进行相关性分析; 解剖观察斑点鲮的消化系统结构特征。【结果】斑点鲮外部形态参数全长(L_T)与体长(L_B)的相关关系为 $L_T = 1.21 L_B - 3.25$ ($R^2 = 0.948$), 体质量(W)与全长(L_T)的关系为 $W = 0.001 L_T^{3.562}$ ($R^2 = 0.754$), 其余几项形态参数之间相关性较低; 可数性状背鳍、臀鳍、腹鳍、胸鳍、尾鳍的鳍条数分别为 6~12、9~15、10~24、20~28、23~33; 具有 1 条侧线; 第 1 鳃弓鳃耙数为 15~18。斑点鲮为典型的肉食性鱼类, 其消化系统结构特征为口咽腔较小, 颌齿发达; 食道短粗; 胃发达, 呈 V 形, 分化明显; 肠在腹腔内呈两个盘曲, 肠长/体长为 0.503 ± 0.09 ; 幽门盲囊数为 48~72 个。【结论】该实验结果可为斑点鲮的消化生理研究以及养殖管理提供科学的理论依据。

关键词: 斑点鲮 形态特征 消化系统

中图分类号: S917.4; Q959.4 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2018)03-0198-06

Abstract:【Objective】To study the external morphological characteristics and the structure of the digestive system of *Oncorhynchus mykiss*. 【Methods】The external morphological characteristics of *Oncorhynchus mykiss* were observed and described. The external morphological parameters of the 30 *Oncorhynchus mykiss* were measured and analyzed for correlation. The structural characteristics of their digestive system were observed by anatomic method. 【Results】The correlation equation of total length and body length was: $L_T = 1.21 L_B - 3.25$ ($R^2 = 0.948$). The correlation equation of weight and total length was: $W = 0.001 L_T^{3.562}$ ($R^2 = 0.754$). The countable characters of the dorsal fin rays, anal fin rays, pelvic fin rays, pectoral fin rays, and caudal fin rays were 6-12, 9-15, 10-24, 20-28, 23-33 respectively. There was one lateral line. The left first gill arch raker was 15 to 18. *Oncorhynchus mykiss* was a typical carnivorous fish. Its digestive system was characterized

收稿日期: 2018-05-09

作者简介: 刘元文(1987-), 男, 助理研究员, 主要从事海洋生物研究。

* 山东省农业重大应用技术创新课题和青岛市关键技术攻关计划项目(12-4-1-56-hy)资助。

** 通信作者: 胡发文(1982-), 男, 副研究员, 主要从事海水鱼类繁育与增养殖研究, E-mail: fwhu88@163.com。

by anatomic method. The correlation equation of total length and body length was: $L_T = 1.21 L_B - 3.25$ ($R^2 = 0.948$). The correlation equation of weight and total length was: $W = 0.001 L_T^{3.562}$ ($R^2 = 0.754$). The countable characters of the dorsal fin rays, anal fin rays, pelvic fin rays, pectoral fin rays, and caudal fin rays were 6-12, 9-15, 10-24, 20-28, 23-33 respectively. There was one lateral line. The left first gill arch raker was 15 to 18. *Oncorhynchus mykiss* was a typical carnivorous fish. Its digestive system was characterized

by small oropharyngeal cavity, developed jaw teeth, short and thick esophagus, developed stomach, V-shaped, and distinct differentiation. The intestine had two curvatures in the abdominal cavity. The intestine length/body length was 0.503 ± 0.09 ; the number of pyloric caecum was 48—72. **【Conclusion】**The experimental results can provide a scientific theory basis for the study of digestive physiology and aquaculture management of *Oncorhynchus mykiss*.

Key words: *Oncorhynchus mykiss*, morphological characteristics, digestive system

0 引言

【研究意义】斑点鲮 (*Oncorhynchus mykiss*) 是鲑鲈科鱼类的一种, 属冷水性溯河洄游鱼类, 多栖息于水质清澈无污染且为沙砾底质的河川或溪流中, 其生存水温为 $0 \sim 23^{\circ}\text{C}$, 最适生长水温为 $10 \sim 18^{\circ}\text{C}$ [1]。2010 年山东省海洋生物研究院从美国引进受精卵并孵化成功 [2]。斑点鲮属广盐性鱼类, 适盐范围非常广, 在盐度 $0\% \sim 33\%$ 的环境中均能存活, 海水、淡水中均可养殖 [3]。斑点鲮饵料转化率高, 生长速度快, 1 年内便可长至 $1 \sim 2 \text{ kg}$, 2 年内体质量可达到 $3 \sim 5 \text{ kg}$ [3]。由于斑点鲮具有独特的口感、较细嫩的肉质和较高的营养价值, 近年来受到越来越多国内外消费者的认可与青睐。另外, 由于斑点鲮具有相对较高的出肉率且脊间刺较少, 它们也成为加工生鱼片和烟熏鱼的首选鱼种 [4]。**【前人研究进展】**近年来有关专家、学者对斑点鲮开展一系列研究。郭文等认为斑点鲮发眼卵孵化的适宜水温为 $10 \sim 12^{\circ}\text{C}$, 溶氧量应保持在 6.0 mg/L 以上, 其孵化率可达 97% , 仔鱼成活率达 92% ; 以卤虫无节幼体作斑点鲮的开口饵料, 并逐步驯化投喂配合饲料, 经 90 d 的培育, 斑点鲮平均全长可由 14.25 mm 增长到 75.08 mm , 平均体质量为 4.66 g [1]; 其还进一步总结斑点鲮工厂化养殖技术 [2]。房慧等 [3] 研究斑点鲮日龄与生长的关系, 认为斑点鲮仔鱼的日龄与全长、体宽呈现出线性正相关关系, 且其全长特定生长率在 $1 \sim 12$ 日龄时较高, $12 \sim 23$ 日龄逐渐降低, 23 日龄后升高后逐渐稳定。郭文等 [4] 认为温度变化对斑点鲮 20 日龄仔鱼存活与生长有明显的影响, 在适温范围内幼鱼具有较高的存活率和生长率, 温度过高或过低均对其生长发育有抑制作用, 在 $(18 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 时生长率达到峰值, 为 0.93 mm/d 。于广宝 [5] 通过对比认为斑点鲮的适宜孵化温度为 $8 \sim 12^{\circ}\text{C}$, 最佳孵化温度为 10°C , 仔鱼最佳生长温度为 12°C 。田由甲等 [6] 对三倍体斑点鲮发眼卵出苗率的提高提出了自己的看法。丁新等 [7]、肖志国等 [8] 对斑点鲮的成鱼养殖试验进行了研究报道; 于

晓清等 [9] 对斑点鲮稚鱼消化道的形态学与组织学开展了研究报道。**【本研究切入点】**目前, 关于斑点鲮的研究主要集中在受精卵孵化、苗种培育和成鱼养殖等方面 [1-2, 4-8], 有关斑点鲮消化系统方面的研究较少, 仅见于晓清等 [9] 对斑点鲮稚鱼消化道的初步研究, 关于斑点鲮成鱼外部形态学描述和内部组织器官观察研究的文章鲜见报道。**【拟解决的关键问题】**采用传统方法对斑点鲮的外部形态学特征和内部消化系统结构特征进行研究, 以期对斑点鲮的消化生理研究以及养殖管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验用鱼于 2016 年 5 月采自山东省海洋生物研究院中试基地, 随机挑选 30 尾鱼体正常、体表完好无损伤的斑点鲮作为研究对象, 体长为 $26.2 \sim 34.5 \text{ cm}$, 体质量为 $179.3 \sim 663.8 \text{ g}$ 。

1.2 方法

1.2.1 外部形态特征观察

对选取的 30 尾斑点鲮进行体型、体色、口、齿、鼻、眼、鳍、侧线鳞等方面的观察研究。

1.2.2 可量性状测量

按照李思发等 [10] 的方法, 对斑点鲮的体长 (L_B)、全长 (L_T)、头长 (L_H)、尾柄长 (L_C)、体高 (H_B)、头高 (H_H)、尾柄高 (H_C)、眼径 (D_E) 等数据进行测量, 精确到 0.1 cm 。

1.2.3 可数性状计数

选取斑点鲮的 10 个可数性状进行计数, 包括侧线上鳞、侧线鳞、侧线下鳞、胸鳍鳍条、背鳍鳍条、腹鳍鳍条、臀鳍鳍条、尾鳍鳍条、幽门盲囊数、左侧第 1 鳃弓鳃耙数。

1.2.4 消化系统结构观察

对随机选取的 30 尾斑点鲮样品鱼进行解剖, 自肛门前方腹中线向前剪开至左右鳃盖腹面, 至心脏露出为止; 然后自臀鳍的背沿向左侧背方剪至椎体附近时折向前, 除去身体左侧的轴下肌及肋骨, 然后打开体腔 [11], 观察斑点鲮消化系统的结构特征, 同

时拍摄其消化系统全貌照片,测量各消化器官的长度、计数幽门盲囊数目。最后打开口咽腔,观察齿和舌的形态特征,之后将鳃取下计数左侧第1鳃弓鳃耙数。

1.3 数据处理

采用 SPSS13.0 统计分析软件对形态数据进行分析处理,并对性状参数进行相关性分析。

斑点鱧肠道系数(或比肠长)(C_I)的计算公式为 $C_I = L_I / L_B$,其中 L_I 为肠道长度, L_B 为鱼体长。

2 结果与分析

2.1 外部形态特征

斑点鱧身体略侧扁呈纺锤型。背部及头顶为青灰色,侧面及腹部为银白色,头部、背部和身体两侧

表 1 斑点鱧的可量性状

Table 1 Morphologic characteristics of *Oncorhynchus mykiss*

项目 Item	可量性状 Morphologic characteristics								
	体质量 Body weight (g)	全长 Total length (cm)	体长 Standard length (cm)	体高 Body depth (cm)	头长 Head length (cm)	头高 Head depth (cm)	眼径 Eye diameter (cm)	尾柄长 Caudal peduncle length (cm)	尾柄高 Caudal peduncle depth(cm)
最小值 Min	179.3	28.8	26.2	5.4	6.2	3.7	1.3	4.7	2.6
最大值 Max	663.8	38.6	34.5	9.3	7.9	6.3	1.8	6.9	4.0
平均值 Means	481.3	35.3	31.8	8.2	7.2	5.3	1.5	6.0	3.5
标准差(SD) Standard deviation	119.8	2.6	2.1	1.0	0.4	0.6	0.1	0.7	0.4
变异系数 C.V.(%)	24.9	7.4	6.6	12.2	5.6	11.3	6.7	11.7	11.4

斑点鱧的比例性状及相关方程如表 2 所示,其中全长/体长的标准差最小为 2%,表明其变动范围最小;头长/眼径的标准差最大为 46%,表明其变动范围最大。

全长与体长、体长与体高、体长与头长、体高与头高、头长与头高、体长与尾柄长、尾柄长与尾柄高均呈极显著的线性相关 ($P < 0.01$),头长与眼径的线性相关不显著 ($P > 0.05$)。在上述呈显著线性相关的 5 对比例性状中,全长与体长的相关方程 R^2 最大为 0.948;体长与体高的相关方程 R^2 最小为 0.547;其余各项的 R^2 为 0.55~0.65。

回归分析表明,斑点鱧体质量(W)与全长(L_T)呈极显著的幂函数关系 ($P < 0.01$), W 与 L_T 的关系式为 $W = 0.001 L_T^{3.562}$,其中 R^2 为 0.754。

不规则地分布着小黑斑点。另外,鱼体颜色常与个体大小、性成熟度和环境因子等有关。鱼体两侧各有 1 条侧线,个体性成熟时沿侧线分布一条较宽的紫红色或桃红色的彩虹色带。吻尖锐,口端位,上下颌长有细牙,齿呈圆锥状单排排列。两个鼻孔位于上颌上方。眼睛较小,位于体轴线上方。背鳍后有一脂鳍,鳞细小,各鳍均无硬棘,尾鳍呈浅叉形。

2.2 可量及可比性状

斑点鱧样本鱼的全长为 28.8~38.6 cm,体长为 26.2~34.5 cm,体高为 5.4~9.3 cm,体质量为 179.3~663.8 g。体长是头长的 4.18~4.73 倍,体高的 3.48~4.85 倍;体高是头高的 1.30~1.79 倍;头长是头高的 1.21~1.68 倍(表 1)。

2.3 可数性状

实验测得斑点鱧的可数性状数据如表 3 所示。斑点鱧具有 5 个鳃弓,其中左侧第一鳃弓鳃耙数为 15~18,鳃耙呈三角形。背鳍鳍条数为 6~12;胸鳍较小,其鳍条数为 20~28;腹鳍不发达,其鳍条数为 10~24;臀鳍鳍条数为 9~15;尾鳍呈浅叉形,其鳍条数为 23~33,靠近尾鳍基部有一脂鳍。侧线 1 条,位高,与背缘平行,起于鳃盖尾部,终于尾鳍基部。侧线鳞 116~157,侧线上鳞 20~26,侧线下鳞 16~23,鳞片为小圆鳞,易掉落。幽门盲囊数目为 48~72,呈指状,长短不一。

各可数性状中左侧第 1 鳃弓鳃耙的标准差最小为 1.0,说明其最稳定;而侧线鳞的标准差最大为 10.2,说明其最不稳定。

表 2 斑点鱒各形态特征的可比性状及相关关系 (n=30)

Table 2 Measurable parameters and correlation equations of *Oncorhynchus mykiss* (n=30)

比例性状 Morphometric characteristics	比值 (均值±标准差) Ratio (X ±SD)	相关方程 Correlation equation	R ²
全长/体长 Total length/Standard length	1.11±0.02	$L_T=1.21 L_B-3.25$	0.948
体长/体高 Standard length/Body depth	3.94±0.37	$L_B=1.64 H_B+18.46$	0.547
体长/头长 Standard length/Head length	4.41±0.18	$L_B=3.84 L_H+4.1$	0.631
体高/头高 Body depth/Head depth	1.55±0.12	$H_B=1.18 H_H+1.96$	0.552
头长/头高 Head length/Head depth	1.38±0.12	$L_H=0.57 H_H+4.24$	0.610
头长/眼径 Head length/Eye diameter	4.98±0.46	$L_H=0.50 D_E+6.5$	0.020
体长/尾柄长 Standard length/Caudal peduncle length	5.31±0.39	$L_B=2.46 L_C+17$	0.602
尾柄长/尾柄高 Caudal peduncle length/Caudal peduncle depth	1.71±0.13	$L_C=1.27 H_C+1.54$	0.569

注: $L_T, L_B, L_H, L_C, H_B, H_H, H_C, D_E$ 分别代表全长、体长、头长、尾柄长、体高、头高、尾柄高、眼径

Note: $L_T, L_B, L_H, L_C, H_B, H_H, H_C, D_E$ stand for total length, standard length, head length, caudal peduncle length, body depth, head depth, caudal peduncle depth and eye diameter respectively

表 3 斑点鱒的可数性状

Table 3 Countable characteristics of *Oncorhynchus mykiss*

项目 Item	数值范围 Range	均值±标准差 X ±SD	项目 Item	数值范围 Range	均值±标准差 X ±SD
背鳍鳍条 Dorsal fin ray	6~12	8±1.9	侧线鳞 Lateral line scale	116~157	130±10.2
胸鳍鳍条 Pectoral fin ray	20~28	25±2.4	侧线上鳞 Upper lateral scale	20~26	23±1.6
腹鳍鳍条 Pelvic fin ray	10~24	18±2.4	侧线下鳞 Lower lateral scale	16~23	19±2.5
臀鳍鳍条 Anal fin ray	9~15	12±1.5	幽门盲囊 Pyloric caecum	48~72	62±7.3
尾鳍鳍条 Caudal fin ray	23~33	29±3.0	左侧第1鳃弓鳃耙 The left first gill arch raker	15~18	16±1.0

2.4 消化系统解剖特征

斑点鱒的消化系统由消化道和消化腺构成, 消化道包括口、口咽腔、食道、贲门、胃、肠和肛门, 肝脏是其大型消化腺(图 1)。

斑点鱒口较大, 端位。吻圆钝, 上下颌各有 1 排细齿, 圆锥状, 舌小。斑点鱒食道粗短, 胃大壁厚, V 形胃, 占消化道长度的 23.6%; 斑点鱒肠道较粗短, 肠道长度占整个消化道长度的 63.7%, 肠道在鱼体内呈现较明显的 2 个弯曲; 幽门盲囊数目为 48~72

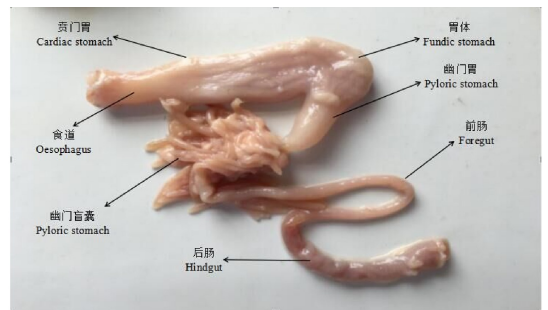


图 1 斑点鱒的消化道

Fig. 1 Digestive tract of *Oncorhynchus mykiss*

条。另外,斑点鱧肠长与体长的比值即肠道系数 C_1 为 50.3%;消化道长与体长的比值为 78.5%;食道长与消化道长的比值为 7.2%。

斑点鱧的肝脏较大且不分叶,胆囊位于肝脏下

方,呈绿色。性腺位于腹腔前部,呈左右对称分布。斑点鱧具鳔,其鳔为管鳔,位于体腔背部,紧贴体壁。

斑点鱧消化系统各部分的测量参数及比值如表 4 所示。

表 4 斑点鱧消化道各部分的测量参数及其比值 ($n=30$, 均值±标准差)

Table 4 Ratios of comparable characteristics of digestive tract in *Oncorhynchus mykiss* ($n=30, X \pm SD$)

项目 Item	均值±标准差(cm) $X \pm SD$	项目 Item	均值±标准差 $X \pm SD$
食道长 Oesophagus length	1.8±0.7	食道长/消化道长 Oesophagus length/Digestive tract length	0.072±0.03
消化道长 Digestive tract length	25.1±4.1	消化道长/体长 Digestive tract length/Standard length	0.785±0.10
胃长 Stomach length	5.9±1.0	胃长/消化道长 Stomach length/Digestive tract length	0.236±0.02
肠长 Gut length	16.1±3.4	肠长/消化道长 Gut length/Digestive tract length	0.637±0.05
体长 Standard length	31.8±2.1	肠长/体长 Gut length/Standard length	0.503±0.09

3 讨论

斑点鱧属洄游性鱼类,它们在繁殖季节要进行长距离的溯河洄游,其游速较快。斑点鱧鱼体呈纺锤型,体色由上到下逐步变浅,并且头部、背部和身体两侧不规则分布着若干黑色斑点,这些特征与其生活环境和生态习性相适应。

统计分析斑点鱧各可比性状间的相关关系,发现斑点鱧全长与体长符合线性相关,判定系数较高 ($R^2=0.948$),表明斑点鱧全长与体长间的相关程度较高;而其余各可比性状间不符合线性相关,其判定系数均较小,尤其是头长与眼径的判定系数最小 ($R^2=0.02$),说明斑点鱧在生长过程中其各部分之间的生长变化存在一定程度的差异,特别是不同个体间眼径生长差异最小。有关研究表明,大鲮六线鱼^[12]、虫纹鳃鲈^[13]等鱼种也呈现出与斑点鱧类似的生长特征。

有关研究表明捕食凶猛的鱼类或掠食性鱼类,通常其口裂要明显大于杂食性、草食性和滤食性鱼类^[13]。斑点鱧口裂较大,两颌具细牙,圆锥状,呈一排排列,因此斑点鱧具有肉食性鱼类的明显特征。

鱼类肠道的相对长度和肠道在腹腔内的弯曲程度能在一定程度上反映出鱼类的食性特征。一般来说,由于肉食性鱼类所摄取的食物相对易于消化,因此肠道相对较短,其肠道系数小于 1,肠道在腹腔内没有呈现弯曲排列或仅呈现较简单的弯曲排列。相反草食性或杂食性鱼类肠道相对较长,通常可达体长的 2~5 倍。斑点鱧的肠道系数为 50.3%,肠道

较粗,在腹腔内仅呈现两个弯曲,表明斑点鱧的消化系统具有肉食性鱼类的明显特征。

通常肉食性鱼类的胃部较大,因此可容纳较多食物和延长所摄食活物在胃内的停留时间,有助于消化。斑点鱧具有壁厚发达的“V”型胃,胃占整个消化道的 23.6%,具有明显的贲门、胃体和幽门 3 部分,有助于容纳较多的食物,这与条石鲷^[14]胃结构相似。另外,斑点鱧幽门盲囊较发达,幽门盲囊数为 48~72,幽门盲囊增加了肠的表面积,弥补了肠道较短的不足,使经过胃初步消化的食物进入肠中得到进一步消化和吸收^[15]。

杂食性鱼类和草食性鱼类一般无胃^[13],其摄食的食物通常又难以消化,因此它们的肠道相对较长(肠道系数>1)且在腹腔内呈现较复杂的弯曲,有助于增加食物在其肠道中的留存时间,便于消化和吸收。

研究斑点鱧消化系统的形态特征与食性之间的相互关系,可为该种鱼类的形态学研究积累基础数据资料,同时也可供养殖户科学、合理养殖斑点鱧提供理论依据。

参考文献:

- [1] 郭文,潘雷,张少春,等.斑点鱧鲢发眼卵孵化及苗种培育实验[J].水产科技情报,2012,39(3):113-115,122. GUO W, PAN L, ZHANG S C, et al. Study on the hatching of eyed eggs and the larva breeding of *Oncorhynchus mykiss* [J]. Fisheries Science & Technology Information, 2012, 39(3): 113-115, 122.
- [2] 郭文,潘雷,高凤祥,等.斑点鱧工厂化养殖技术[J].

- 齐鲁渔业,2012,29(8):23-24.
- GUO W, PAN L, GAO F X, et al. Techniques in industrial culture of *Oncorhynchus mykiss* [J]. Shandong Fisheries, 2012, 29(8): 23-24.
- [3] 房慧, 郭萍萍, 王淑君, 等. 日龄对斑点鱧 (*Oncorhynchus mykiss*) 全长及生长的影响 [J]. 水产养殖, 2015, 36(10): 27-30.
- FANG H, GUO P P, WANG S J, et al. Effect of the different day-age on the growth of *Oncorhynchus mykiss* [J]. Journal of Aquaculture, 2015, 36(10): 27-30.
- [4] 郭文, 胡发文, 菅玉霞, 等. 温度变化对斑点鱧鲑仔鱼存活与生长的影响 [J]. 水产养殖, 2012, 33(7): 44-46.
- GUO W, HU F W, JIAN Y X, et al. Effects of temperature on growth and survival rate of young *Oncorhynchus mykiss* [J]. Journal of Aquaculture, 2012, 33(7): 44-46.
- [5] 于广宝. 斑点鱧鲑孵化及仔鱼生长和存活温度效应研究 [J]. 中国渔业经济, 2016, 34(1): 81-86.
- YU G B, Study on influence of temperature on hatching, larval growth and survival in salmon [J]. Chinese Fisheries Economics, 2016, 34(1): 81-86.
- [6] 田由甲, 张丽, 郭春山. 提高三倍体斑点鱧鲑发眼卵出苗率的几点措施 [J]. 河北渔业, 2014(5): 47-66.
- TIAN Y J, ZHANG L, GUO C S. The methods of improving fry hatching-out rates of triploid *Oncorhynchus mykiss* [J]. Hebei Fisheries, 2014(5): 47-66.
- [7] 丁新, 宋维彦. 深井半咸水工厂化斑点鱧鲑养殖技术 [J]. 现代农业科技, 2013(2): 270-271.
- DING X, SONG W Y. The technology of deep well brackish-water industrial aquaculture of *Oncorhynchus mykiss* [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013(2): 270-271.
- [8] 肖志国, 杜晓燕, 夏克立, 等. 东北寒冷地区斑点鱧鲑池塘成鱼养殖试验 [J]. 河北渔业, 2016(12): 31-33.
- XIAO Z G, DU X Y, XIA K L, et al. Trial on raising *Oncorhynchus mykiss* in pond in North East China, a cold region [J]. Hebei Fisheries, 2016(12): 31-33.
- [9] 于晓清, 张少春, 刘天红, 等. 斑点鱧 (*Oncorhynchus mykiss*) 稚鱼消化道组织学观察 [J]. 中国渔业质量与标准, 2015, 5(4): 55-59.
- YU X Q, ZHANG S C, LIU T H, et al. The histological observation of *Oncorhynchus mykiss* digestive tract [J]. Chinese Fishery Quality and Standards, 2015, 5(4): 55-59.
- [10] 李思发, 周碧云, 倪重匡, 等. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙和草鱼原种种群形态差异 [J]. 动物学报, 1989, 35(4): 390-398.
- LI S F, ZHOU B Y, NI C K, et al. Morphological variations of Silver Carp, Bighead and Grass Carp from Chang Jiang, Zhu Jiang and Heilong Jiang Rivers [J]. Acta Zoologica Sinica, 1989, 35(4): 390-398.
- [11] 孟庆闻, 苏锦祥, 李婉端. 鱼类比较解剖学 [M]. 北京: 科学出版社, 1987: 80-131.
- MENG Q W, SU J X, LI W D. Fish comparative anatomy [M]. Beijing: Science Press, 1987: 80-131.
- [12] 高凤祥, 潘雷, 胡发文, 等. 大泷六线鱼的外形特征与消化系统结构 [J]. 渔业科学进展, 2012, 33(2): 24-28.
- GAO F X, PAN L, HU F W, et al. Morphological characteristics and structure of digestive system of *Hexagrammos otakii* [J]. Progress in Fishery Sciences, 2012, 33(2): 24-28.
- [13] 安丽, 董学岚, 张延华, 等. 虫纹鳕鲈外形特征及内部消化系统结构的研究 [J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2013, 10(17): 29-35.
- AN L, DONG X S, ZHANG Y H, et al. Morphological characteristics and structure of digestive system of *Maccullochella peeli* [J]. Journal of Yangtze University: Nat Sci Edit, 2013, 10(17): 29-35.
- [14] 王健鑫, 石戈, 李鹏, 等. 条石鲷消化道的形态学和组织学 [J]. 水产学报, 2006, 30(5): 618-626.
- WANG J X, SHI G, LI P, et al. Morphology and histology of digestive tract in *Oplegnathus fasciatus* [J]. Journal of Fisheries of China, 2006, 30(5): 618-626.
- [15] 郭恩棉, 王鑫, 张苾兰, 等. 短盖巨脂鲤 (*Piaractus brachypomum*) 消化系统组织形态学研究 [J]. 莱阳农学院学报, 2002, 19(2): 145-150.
- GUO E M, WANG X, ZHANG X L, et al. Histomorphology of digestive system of the White Achama (*Piaractus brachypomum*) [J]. Journal of Laiyang Agricultural College, 2002, 19(2): 145-150.

(责任编辑:米慧芝)