

文章编号: 1000-0615(2003)06-0590-05

· 研究简报 ·

## 人工养殖条件下哲罗鱼生长的初步研究

姜作发, 尹家胜, 徐 伟, 匡友谊, 李永发, 贾锺贺

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070)

关键词: 哲罗鱼; 人工养殖; 生长

中图分类号: S962 文献标识码: A

A preliminary study on the growth of *Hucho taimen*  
under artificial rearing conditions

JIANG Zuo-fa, YIN Jia-sheng, XU Wei, KUANG You-yi, LI Yong-fa, JIA Zhong-he

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

**Abstract:** The growth characteristics of juvenile *Hucho taimen* (approximately 19 months old) were studied in flowing water ponds in the period from May 1st 2001 to November 30th 2002. The results showed that the instantaneous growth rate is affected by the change of water temperature, its peak of 1.65 appears in the growth stage of 4 months old fish when water temperature is 16.83 °C; The instantaneous growth rate decreases to 0.15 when water temperature is 4.75 °C. Body weight increase and relative growth rate are also influenced by the change of water temperature, and the growth rate speeds up as the age increases in this stage. The growth index and growth constant show fluctuant and irregular changes under the rearing condition. Growth model of *Hucho taimen* juvenile indicates an exponential growth, its equation is  $W_{gc} = 1.8141 e^{0.2922t}$ ,  $r = 0.9808$ . The linear relation model between body weight and age is  $L = 29.419 + 0.4944x$ ,  $r = 0.9808$ . The curve relation model between body length and body weight is  $W_{wl} = 0.0005 L^{2.1906}$ ,  $r = 0.9823$ ,  $b < 3$ . The artificial feed can be used to rear the fish as the main food, but the condition factor of fish fed on formulated feed is much lower than that of fish fed on *Limnodrilus* and *Copepoda*.

**Key words:** *Hucho taimen*; artificial rearing; growth

哲罗鱼 [*Hucho taimen* (Pallas)] 又称太门哲罗鱼, 属鲑形目, 鲑科, 哲罗鱼属, 是我国大型的土著名贵冷水性鱼类。由于生态环境遭到破坏, 资源量下降, 目前仅分布于新疆哈纳斯湖和乌苏里江上游及黑龙江呼玛河段<sup>[1]</sup>, 并被列入《中国濒危动物红皮书》<sup>[2]</sup>。哲罗鱼具有生长速度快、易驯养等优良特性, 是较好的冷水性鱼类养殖品种, 因此, 开展人工养殖具有重要意义。关于哲罗鱼的研究, 国内在 20 世纪 50 年代哈尔滨水产试验场冷水性鱼类调查中就有记载<sup>[3]</sup>, 近年来董崇智等<sup>[4-7]</sup>在对濒危名贵哲罗鱼保护生物学的研究时, 对哲罗鱼的分布、性状、生态学、濒危原因及保护对策进行了研究; 黄权等<sup>[8]</sup>研究了鸭绿江花羔红点鲑、细鳞鱼和长白哲罗鱼的繁殖策略比较; 白桂芝等<sup>[9]</sup>进行了哲罗鱼移植池塘与虹鳟混

收稿日期: 2003-06-03

资助项目: “十五”国家科技攻关项目(2001BA505B0507); 黑龙江省科技攻关项目(GCO/B515)

作者简介: 姜作发(1949-), 男, 山东蓬莱人, 研究员, 从事鱼类资源与生态学研究。Tel: 0451-84861326, E-mail: JZFish@163.com

养试验研究;马建强等<sup>[10]</sup>进行了野生哲罗鱼的运输研究;吴万荣<sup>[11]</sup>对布氏哲罗鲑年龄与生长进行了初步研究;徐伟等<sup>[12]</sup>开展了哲罗鱼的人工繁殖方面的研究。国外学者对多瑙河哲罗鱼的资源、生态及人工饲养条件下的饵料、生长和繁殖以及哲罗鱼与其它鲑科鱼类的系统演化等进行了研究<sup>[13-16]</sup>。本研究旨在通过对人工养殖条件下哲罗鱼生长的研究,为哲罗鱼的人工增养殖提供科学依据,也可为我国的冷水性鱼类养殖业提供优良的新鱼种。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验用鱼

供试验的哲罗鱼取自1997年4月从乌苏里江虎头江段采捕的野生哲罗鱼(年龄在2<sup>+</sup>~4<sup>+</sup>,体重0.5~2kg),经黑龙江水产研究所渤海冷水鱼试验站4年的饲养,2001年4月进行人工繁殖获得的鱼苗,经过驯化获得稚鱼500尾,体长18.44±3.72mm,体重0.53±0.045g。

### 1.2 试验时间

2001年5月1日至2002年11月30日,共计19个月,568d。

### 1.3 试养鱼池

鱼苗在体长18.44~254.0mm,体重0.53~126.70g阶段试验鱼池为6m×1m×0.8m水泥池,每20min换水1次,交换水量为3.0m<sup>3</sup>,鱼苗在体长282.47~326.67mm,体重223.30~275.00g阶段试验鱼池为12.7m×4.7m×1.50m水泥池,每30min换水1次,换水量为29.8m<sup>3</sup>流水饲养,水源为地下涌泉。

### 1.4 测试管理

试验期间每月测量1次鱼的体长和体重,测量尾数30尾,每天测1次水体的温度和溶氧,每天饲料的投喂量为鱼体重的3%~5%,每日投喂3~4次,饵料为丹麦爱乐SGP493开口、苗种饲料。

### 1.5 数据处理及参数计算

记录和测定的数据通过微机统计软件STATISTICA 5.0进行分析处理,参数计算依据及公式为:

- (1)体长与体重的关系(length-weight relationship  $W_{wL}$ )  $W_{wL} = aL^b$
- (2)瞬时增长率(instantaneous growth rate, IGR)  $IGR = (\log_e Y_2 - \log_e Y_1) / (t_2 - t_1)$
- (3)生长指标(growth target, GT)  $GT = \log_e L_2 - \log_e L_1$
- (4)生长常数(growth constant, GC)  $GC = (\log_e L_2 - \log_e L_1) \times t_2 - t_1 / 2$
- (5)体重生长曲线(weight growth curve,  $W_{gc}$ )  $W_{gc} = ae^{gt}$
- (6)体长生长曲线(length growth equation, L)  $L = a + bx$
- (7)增长量(increasing amount, IA)  $IA = W_2 - W_1$
- (8)相对增长率(relative increasing rate, RIR)  $RIR = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$
- (9)条件系数(Fulton's condition factor, K)  $K = W / L^3 \times 100$

## 2 结果与讨论

### 2.1 水温与生长

试验期间水温变化在4.72~16.83℃,19月龄的鱼平均体重275g,变幅在246.0~304.0g,平均体长326.67mm,变幅在290.0~345mm。

图1是19月龄的哲罗鱼体重瞬时增长率与水温变化的关系曲线。几乎所有的鱼类在幼鱼时期都显示出在一定的温度范围内随着温度的上升而生长速率加快,而随着高温的来临,生长速率明显下降。4月龄前哲罗鱼稚鱼生长,随着水温的升高其生长速率加快,高峰出现在4月龄,所对应的温度值为16.83℃,体重瞬时增长率为1.65,这与庄平等<sup>[17,18]</sup>报道的史氏鲟稚鱼生长特征相一致。随着水温的降低瞬时增长率也降低,当水温降到4.75℃时,体重瞬时增长率仅为

0.15。4月龄虽然是哲罗鱼幼鱼生长高峰,温度值为 $16.83^{\circ}\text{C}$ ,但这一温度不能视为哲罗鱼最适生长温度,因为,试验期间温度是自然常温,不是控制温度,未进行高温阈值的试验。

生活在人工养殖条件下的19月龄哲罗鱼体重增长量、增长率的变化和体重瞬时增长率与水温变化基本相一致(图2)。

从图2可见,19月龄哲罗鱼体重增长量、增长率增长曲线变化基本是同步的,4月龄(9月份)幼鱼,水温为 $16.83^{\circ}\text{C}$ 时,其月增长率最高64.1,增长量29.49g;16月龄时,虽然温度达到 $16.14^{\circ}\text{C}$ ,但增长量仅为21.6g,增长率为10.4%;19月龄温度为 $8.72^{\circ}\text{C}$ 时,月增长率仅为15.6%,但增长量却达到44.2g,这显现出幼鱼阶段体重随着时间的推移其体重生长速率加快的特性。

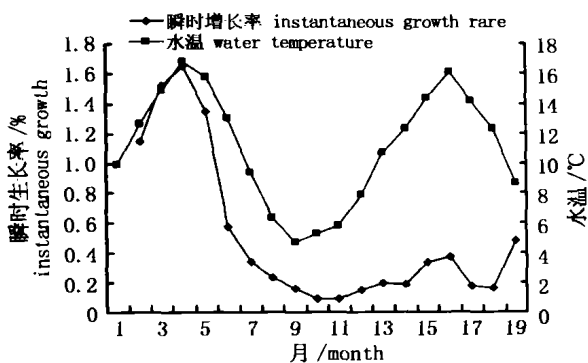


图1 哲罗鱼瞬时增长率与水温变化的关系  
Fig.1 The correlation between water temperature and the instantaneous growth rate of *Hucho taimen*

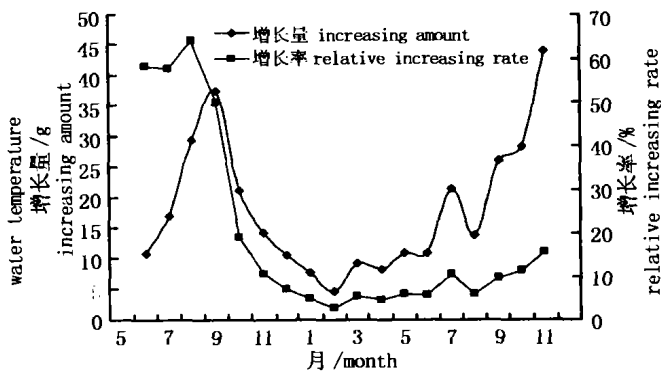


图2 哲罗鱼的增长量、增长率曲线  
Fig.2 The increasing amount and relative increasing rate of *Hucho taimen*

## 2.2 生长特性

鱼类不同生长阶段的生长常数通常不一,而同一生长阶段的生长常数则往往比较接近,生长指标不仅可以用来划分生长阶段,也可以用来比较鱼类的生长速率<sup>[19]</sup>。哲罗鱼幼鱼生长阶段,体现了这个生长特性,哲罗鱼幼鱼生长常数2~5月龄平均为7.375,6~17月龄为1.178,18~19月龄为2.648,生长指标2~3月龄平均为10.88,4~7月龄平均为21.568,8~14月龄平均为8.655,15~19月龄平均为25.361,哲罗鱼幼鱼各生长阶段的生长指标、生长常数是不同的,其各阶段的生长速率也是不同的,这可能与人工养殖条件下投喂配合饲料及环境因素有关。吴万荣<sup>[11]</sup>研究1~4龄布氏哲罗鲑生长时指出,生长指标、生长常数随着年龄增大而增大。这与我们研究哲罗鱼幼鱼的生长指标、生长常数的结果不一致,波动较大,在人工养殖条件下的哲罗鱼幼鱼生长阶段显现不出这个规律(图3)。

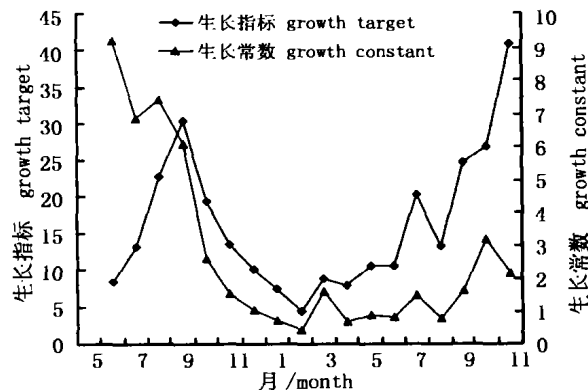


图3 哲罗鱼生长指标、生长常数曲线  
Fig.3 The curves of growth target and growth constant of *Hucho taimen*

## 2.3 生长式型

试验期间哲罗幼鱼的体重生长呈指数生长,体重生长方程为  $W_{gc} = 1.8141e^{0.2922t}$ ,  $r = 0.9466$ ,体长与时间的生长呈直线关系,其体长与时间的回归方程为  $L = 29.419 + 0.4944x$ ,  $r = 0.9808$ (图4和图5)。

以  $W_{wL} = aL^b$  拟合19月龄哲罗幼鱼的体长与体重的关系式为:

$$W_{wL} = 0.0005 L^{2.1906} (r = 0.9823)$$

其中  $b < 3$ ,即此生长阶段的哲罗幼鱼生长为异速生长,这个结果与庄平等所作的史氏鲟幼鱼生长研究相似<sup>[19]</sup>。

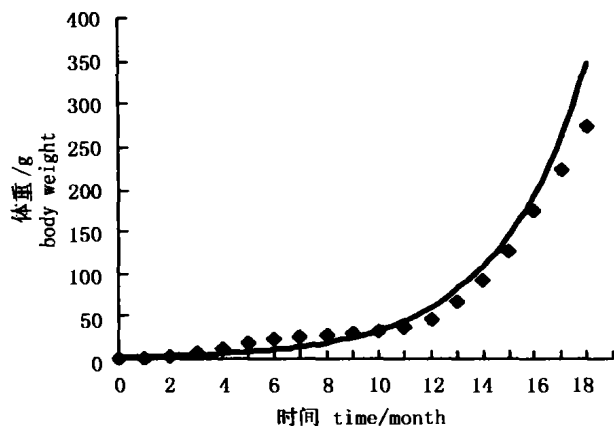


图4 哲罗鱼体重生长曲线

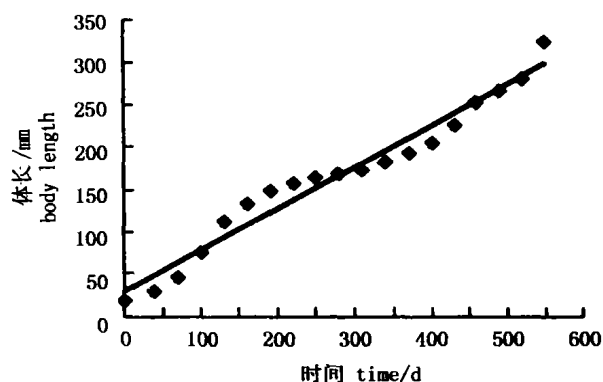
Fig.4 The growth curve of body weight in *Hucho taimen*

图5 哲罗鱼体长生长曲线

Fig.5 The growth curve of body length in *Hucho taimen*

## 2.4 人工养殖条件下的条件系数

条件系数常用作衡量鱼体丰满程度、营养状况和环境条件的指标<sup>[19]</sup>。哲罗鱼是肉食性凶猛的掠食性鱼类,大个体鱼的食性几乎全是鱼类,哲罗稚鱼以捕食无脊椎动物为主<sup>[1,20]</sup>。人工配制的颗粒饲料,在其营养需求上,不能满足生长发育对营养需求,因此,投喂人工饲料的哲罗鱼稚鱼的条件系数,远低于以无脊椎动物为主要食物的条件系数(图6)。

从图6中可以看出,2月龄前投喂水蚤、水丝蚓的哲罗稚鱼,条件系数达到最高8.45%,3月龄增加人工饲料减少水丝蚓的投喂量人工驯化,采取水丝蚓与人工饲料交替投喂,其条件系数开始下降(0.3%),5月龄时全部投喂人工饲料,条件系数降到最低0.73%,相差11.6倍,在后一段的生长

始终保持在0.6%~0.9%之间。Jungwirth<sup>[14]</sup>发现用人工蛋白质颗粒饲料喂养多瑙河哲罗鱼鱼苗时,鱼苗几乎不增长,1个月内全部死亡。Skalin<sup>[15]</sup>也发现用混合的人工饲料喂养鱼苗时,其生长速度明显低于用天然饵料或动物性饵料。徐伟等<sup>[9]</sup>用人工饲料驯化哲罗鱼苗,长势良好,还没发现有生长停滞现象。以上的研究表明人工饲料可以作为哲罗鱼稚鱼的主要食物,并能消化利用。但其饲料的营养配比还满足不了哲罗鱼的营养需求,这可能是由于人工饲料的配方或其它环境因素造成的,哲罗鱼不同阶段的营养需求及全价人工饲料有待进一步的研究。

## 3 结论

在人工养殖条件下的19月龄哲罗鱼幼鱼体重增长量、增长率的变化和体重瞬时增长率与水温变化相一致,生长较快;哲罗鱼幼鱼生长阶段,生长指标、生长常数波动较大,显现不出规律性;体长与体重的关系式为: $W_{wt} = 0.0005 L^{2.1906}$  ( $r = 0.9823$ ),  $b < 3$ ,即此生长阶段的哲罗鱼幼鱼生长为异速生长;人工饲料可以作为哲罗鱼稚鱼的主要食物,并能消化,但其条件系数低于以无脊椎动物为主要食物的条件系数,这可能是由于人工饲料的配方或其它环境因素造成的,哲罗鱼不同阶段的营养需求及全价人工饲料有待进一步的研究。

## 参考文献:

- [1] Zhang J M, Li H M, Dong C Z, et al. Helongjiang fish fauna[M]. Harbin: Helongjiang Science and Technical Press, 1995. 50-52. [张觉民,李怀明,董崇智,等.黑龙江省鱼类志[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1995. 50-52.]
- [2] Yu P Q, Chen Y Y. China red data book of endangered animals[M]. Beijing: Science Press, 1998. 29-31. [乐佩琦,陈宜瑜.中国濒危动物(鱼类)红皮书[M].北京:科学出版社,1998. 29-31.]

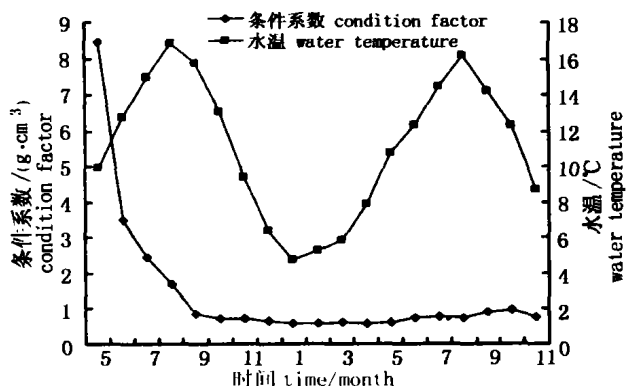


图6 人工养殖条件下哲罗鱼条件系数的变化

Fig.6 Change of condition factor of *Hucho taimen* under artificial rearing conditions

- [ 3 ] Harbin Fisheries Proving Ground. Report of Harbin Fisheries Proving Ground[R], 1953. 42 - 43. [哈尔滨水产试验场. 哈尔滨水产试验场报告[R]. 1953. 42 - 43. ]
- [ 4 ] Dong C Z, Li H M, Zhao C G, et al. Study on the protective biology of precious *Hucho taimen* being in critically ill I. Distribution region and its changes of *Hucho taimen* (Pallas) [J]. Chinese Journal of Fisheries, 1998, 11(1): 65 - 70. [董崇智, 李怀明, 赵春刚, 等. 濒危名贵哲罗鱼保护生物学的研究 I. 哲罗鱼的分布区域及其变化[J]. 水产学杂志, 1998, 11(1): 65 - 70.]
- [ 5 ] Dong C Z, Li H M, Zhao C G, et al. Study on the protective biology of precious *Hucho taimen* being in critically ill II. Properties of *Hucho taimen* (Pallas) and its ecology data[J]. Chinese Journal of Fisheries, 1998, 11(2): 34 - 39. [董崇智, 李怀明, 赵春刚, 等. 濒危名贵哲罗鱼保护生物学的研究 II. 哲罗鱼性状及生态学资料[J]. 水产学杂志, 1998, 11(2): 34 - 39.]
- [ 6 ] Dong C Z, Li H M, Zhao C G, et al. Study on the protective biology of precious *Hucho taimen* being in critically ill III. Resources evaluation of *Hucho taimen* (Pallas) and its reason of rare population[J]. Chinese Journal of Fisheries, 1998, 11(2): 40 - 45. [董崇智, 李怀明, 赵春刚, 等. 濒危名贵哲罗鱼保护生物学的研究 III. 哲罗鱼的资源评价及濒危原因[J]. 水产学杂志, 1998, 11(2): 40 - 45.]
- [ 7 ] Dong C Z, Li H M, Zhao C G, et al. Study on the protective biology of precious *Hucho trout* being in critically ill IV. the living environmental characteristics and protective strategies of *Hucho taimen* (Pallas) [J]. Chinese Journal of Fisheries, 1999, 12(1): 22 - 24. [董崇智, 李怀明, 赵春刚, 等. 濒危名贵哲罗鱼保护生物学的研究 IV. 哲罗鱼栖息生境及保护对策[J]. 水产学杂志, 1999, 12(1): 22 - 24.]
- [ 8 ] Huang Q, Zhou J X, Liu C L, et al. The comparative studies on the reproductive strategies of *S. malma*, *B. lenok* and *H. iskiawai* in Yalu River [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2001, 23(2): 93 - 95. [黄 权, 周景祥, 刘春力, 等. 鸭绿江花羔红点鲑、细鳞鱼和长白哲罗鱼的繁殖策略比较研究[J]. 吉林农业大学学报, 2001, 23(2): 93 - 95.]
- [ 9 ] Bai G Z, Wn S L, Wang W D, et al. Try on *Hucho taimen* domesticated in the *Oncorhynchus mykiss* Walbaum pond[J]. China Fisheries, 2000, (10): 70 - 71. [白桂芝, 温淑兰, 王卫东, 等. 哲罗鱼移植池塘与虹鳟鱼混养试验研究[J]. 中国水产, 2000, (10): 70 - 71.]
- [ 10 ] Ma J Q, Zhang J B, Bai G Z, et al. Try on the transportation of parents *Hucho taimen* [J]. Chinese Journal of Fisheries, 1998, 11(2): 86 - 88. [马建强, 张捷彬, 白桂芝, 等. 哲罗鱼亲鱼的运输试验[J]. 水产学杂志, 1998, 11(2): 86 - 88.]
- [ 11 ] Wu W R. On the age and growth of *Hucho bleekeri* Kimura [J]. J Fish China, 1987, 11(1): 37 - 44. [吴万荣. 布氏哲罗鲑年龄与生长的初步研究[J]. 水产学报, 1987, 11(1): 37 - 44.]
- [ 12 ] Xu W, Yin J S, Jiang Z F, et al. Preliminary studies of artificial reproduction technology of *Huchen taimen* (Pallas) [J]. J Fish Sci China, 2003, 10(1): 29 - 34. [徐 伟, 尹家胜, 姜作发, 等. 哲罗鱼人工繁育技术的初步研究. 中国水产科学 2003, 10(1): 29 - 34.]
- [ 13 ] Holcik J, Hensel K, Nieslanik J, et al. The eurasian huchen, *Hucho hucho* [M]. Netherlands: Joint Edition Published by Dr. W. Junk Publishers, 1988. 41 - 141, 168 - 202.
- [ 14 ] Jungwirth M. The problem of farming and conservation of the Danube salmon (*Hucho hucho* L.) [J]. Envir Biol Fish, 1978, 3: 231 - 234.
- [ 15 ] Skalin B. Tehnologija odzavanja populacije mladice (*Hucho hucho* L.) u vodama Slovenije [J]. Agric Consp Sci, 1983, 63: 619 - 634.
- [ 16 ] Pavlov D A. Developmental features of sharp-snouted and blunt-snouted forms of *Brachymystax lenok* in connection with evolution of the early ontogeny of Salmonidae [J]. Voprosy Ikhtiologii, 1993, 33 (1): 100 - 110.
- [ 17 ] Zhuang P, Zhang L Z, Zhang T, et al. Study on the biology of *Acipenser schrenckii* domesticated in the south of China I. The growth character of one year old *Acipenser schrenckii* [J]. Freshwater Fisheries, 1998, 28(4): 6 - 9. [庄 平, 章龙珍, 张 涛, 等. 史氏鲟南移驯养及生物学的研究 I. 1 龄鱼的生长特性[J]. 淡水渔业, 1998, 28(4): 6 - 9.]
- [ 18 ] Zhuang P, Li D P, Wang M X, et al. Effect of stocking density on growth of juvenile *Acipenser schrenckii* [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(6): 735 - 738. [庄 平, 李大鹏, 王明学, 等. 养殖密度对史氏鲟稚鱼生长的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 735 - 738.]
- [ 19 ] Yin M C. Fish ecology [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995. 34 - 63. [殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京 中国农业出版社, 1995. 34 - 63.]
- [ 20 ] Nickliski G W. Fishes in Heilongjiang River waters [M]. Beijing: Science Press, 1960. 42 - 47. [T. B. 尼科尔斯基. 黑龙江流域鱼类[M]. 北京 科学出版社, 1960. 42 - 47.]