

The Growth Characters of F₂ *Brachymystax lenok* Culturing in Ponds

Xiaotian Gao¹, Xuejie Bai², Li Chen¹, Likun Zhang¹, Guohua Xiao^{1*}, Xuxu Wang³, Zhili Tuo⁴, Jianhua Xu⁴

¹Hebei Ocean and Fisheries Science Research Institute, Qinhuangdao Hebei

²Duzhuang Junior Middle School, Qinhuangdao Hebei

³Chengde Aquaculture Technology Extension Station, Chengde Hebei

⁴Laiyuan Agricultural Bureau, Baoding Hebei

Email: gaoxiaotian2@163.com, *ywxgh@163.com

Received: Jun. 4th, 2017; accepted: Jun. 20th, 2017; published: Jun. 26th, 2017

Abstract

In order to understand the growth characters of F₂ *Brachymystax lenok* culturing in ponds, experiments were conducted on the juvenile growth from 28th March to 22th May in 2016, under the condition of natural water temperature in the range of 10°C and 12°C. The juvenile growth of *Brachymystax lenok* body weight and length were measured. All the data were processed by Excel and SPSS software. The results showed that body weight's instantaneous growth rate and body length's instantaneous growth rate and body weight daily growth and body length daily growth presented the trend of rising-decreasing-rising-decreasing-rising, and the growth peak appeared in 383-day old. The relationship between body weight (W) and day-age (t) was showed in $W = 0.4392e^{0.0121t}$ ($R^2 = 0.9757$). The relationship between the total length and day-age was obtained in $L = 4.4785e^{0.0035t}$ ($R^2 = 0.9913$). The total length-weight relationship was $W = 0.0027 L^{3.4106}$ ($R^2 = 0.9776$). When $b > 3$, the growth was allometric, which showed that the growth of weight was faster than the length's of juvenile.

Keywords

F₂ *Brachymystax lenok*, Culturing in Ponds, Growth Characters, Fatness

细鳞鲑F₂池塘养殖生长特性研究

高晓田¹, 白雪杰², 陈力¹, 张立坤¹, 肖国华^{1*}, 王旭旭³, 妥志利⁴, 徐建华⁴

¹河北省海洋与水产科学研究院, 河北 秦皇岛

²杜庄学区初级中学, 河北 秦皇岛

³承德市水产技术推广站, 河北 承德

⁴涞源县农业局, 河北 保定

Email: gaoxiaotian2@163.com, *ywxgh@163.com

*通讯作者。

收稿日期：2017年6月4日；录用日期：2017年6月20日；发布日期：2017年6月26日

摘要

为探索养殖环境条件下细鳞鲑(*Brachymystax lenok*)的生长特性,2016年3月28日至5月22日对养殖在自然水温(10℃~12℃)的1龄幼鱼进行了研究,测量幼体全长与体重,并用计算机软件SPSS和Excel对获得的数据进行处理分析。研究结果显示:在试验条件下,细鳞鲑全长和体重的瞬时增长率、全长和体重的日增长量,全长和体重的相对增长率,都呈升高-降低-升高-降低-升高的变化趋势,最高峰值出现在383日龄。细鳞鲑体重与日龄的关系为 $W = 0.4392e^{0.0121t}$ ($R^2 = 0.9757$);全长与日龄的方程式为 $L = 4.4785e^{0.0035t}$ ($R^2 = 0.9913$);体重与全长的方程式为 $W = 0.0027L^{3.4106}$ ($R^2 = 0.9776$),其中异速生长系数 $b > 3$,表明细鳞鲑1龄幼鱼为异速生长类型,体重的生长快于全长生长。

关键词

细鳞鲑F₂, 池塘养殖, 生长特性, 肥满度

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

细鳞鲑, *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773), 因鱼鳞细小而得名。分类地位属于鲑形目, 鲑科, 细鳞鱼属。细鳞鲑被列为中国 II 级保护野生动物, 俗称: 山细鳞鱼、江细鳞鱼(东北)、间鱼、金板鱼、间花鱼、花鱼(陕西)、小红鱼(新疆)、梅花鱼(甘肃)。英文名: Lenok。为黑龙江流域的一种重要经济鱼类。肉质肥美, 含脂量高达(3.8%~7.7%), 个体较大, 一般重 1 公斤, 最大个体可达 8 公斤, 另外, 卵也非常名贵, 因此, 具有很高的经济开发价值。

有关细鳞鲑的研究较多, 主要集中在细鳞鲑物种保护, 细鳞鲑与其他物种杂交, 细鳞鲑人工繁育及苗种培育, 细鳞鲑生长发育规律, 细鳞鲑遗传特性等方面的研究。在人工养殖条件下, 细鳞鲑生长特性的研究还未见报道。本文通过对细鳞鲑幼鱼生长特性的研究, 旨在阐述养殖环境条件下其生长规律, 为养殖生产提供科学依据与技术支持。

2. 材料方法

2.1. 材料

试验期间, 细鳞鲑幼鱼采用的饲料为宁波天邦饲料股份有限公司的虹鳟鱼成鱼配合饲料, 营养成分见表 1。试验用细鳞鲑 F₂ 来源于河北省昌源虹鳟鱼良种场, 自 2015 年 3 月 15 日左右受精卵开始孵化(日平均孵化温度 10℃, 孵化期约 20 天)至 2016 年 3 月 28 日试验时约一周龄。用精确度为 0.1 g 的电子秤测量鱼体重, 用精确度 0.1 mm 的游标卡尺测量鱼体全长。

2.2. 试验地点

试验地点设在保定市涞源县昌源虹鳟鱼水产良种场, 水源为地下水, 流水养殖, 溶解氧 7.0 mg/L 以

Table 1. Ingredients of feed in the experiment %**表 1.** 试验用饲料营养含量 %

成分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	水分	赖氨酸	总磷
含量	≥41.0	≥14.0	≤5.0	≤14.0	≤12.0	≥2.4	≥0.9

上, pH7.0~7.8, 水温为保持在 10℃~12℃。

2.3. 养殖管理

细鳞鲑养殖池为水泥池, 规格 8 米×30 米×1.2 米, 水深 0.6 米, 池内约有 1 万尾一龄鱼种。试验自 2016 年 3 月 28 日开始, 至 2016 年 5 月 22 日结束, 开始时测量鱼的初始体重与初始全长, 以后每隔 7 天测量一次鱼的体重和全长。每次测量随机抽取 50 尾进行测量。每天投喂两次, 早 8:00 与下午 5:00, 每次投喂量为鱼体重 1%~2%。每隔 15 天清污一次。

2.4. 数据的处理

测定的数据采用计算机软件 Excell 与 SPSS 进行统计分析。参数及计算公式如下:

体重与全长的关系: $W = aL^b$ [1] (W ——鱼体重, L ——鱼体长, a ——肥满度系数, b ——异速生长系数);

体重与全长的瞬时生长率: $ICR = (\ln Y_2 - \ln Y_1) / (t_2 - t_1)$ [2]

(ICR ——瞬时生长率, $Y_1 - t_1$ 时全长或体重, $Y_2 - t_2$ 时全长或体重);

生长指标: $GT = \ln L_2 - \ln L_1$ [3] (GT ——生长指标, L_1 、 L_2 分别为时间 t_1 、 t_2 的全长);

生长常数: $GC = (\ln L_2 - \ln L_1) \times (t_1 - t_2) / 2$ [4] (GC ——生长常数, L_1 、 L_2 分别为时间 t_1 、 t_2 的全长);

生长量: $IA = W_2 - W_1$ (IA ——生长量, W_1 、 W_2 为时间 t_1 、 t_2 的体重);

相对增长率: $RIR = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100\%$ [5] (RIR ——相对增长率, W_1 、 W_2 为时间 t_1 、 t_2 的体重);

肥满度[6]: $K = 100 \times W / L^3$ (K ——条件系数, W ——鱼体重, L ——鱼体长)

3. 结果

3.1. 生长数据

细鳞鲑的生长情况如表 2 所示, 平均体重 31.05 g、平均全长 15.32 cm 的细鳞鲑经过 56 d 的饲养, 平均体重达到 59.63 g、平均全长达到 18.73 cm; 由表内数据分析还可看出, 试验期内全长瞬时生长率、全长日增长量、全长相对增长率都是随着试验进行先升高, 后降低, 再升高, 再降低, 再升高, 呈波浪形; 均在 383 日龄达到最大值, 分别为 0.05、0.091 cm、3.835%; 体重瞬时生长率、体重日增长量、体重相对增长率先升高, 后降低, 再升高, 再降低, 再升高, 呈波浪形, 383 日龄达到最大值, 分别为 0.024、1.019 g、18.495%。肥满度先降低, 再升高, 369 日龄最小, 404 日龄最大。

3.2. 生长式型

对细鳞鲑全长(L)、体重(W)与时间(t)的关系采用 Excell 软件进行处理分析, 如图 1 所示, 细鳞鲑体重、全长与时间呈指数关系。体重(W)与日龄(t)的关系式为 $W = 0.4392e^{0.0121t}$ ($R^2 = 0.9757$)。经 SPSS 方差分析, $F = 280.960$ ($P = 0.000$), 说明体重与时间之间有显著的相关性; 经回归分析, 回归系数检验中的 $t = 16.762$ ($P = 0.000$), 表明回归系数有显著意义。细鳞鲑全长(L)与日龄(t)之间的方程式为 $L = 4.4785e^{0.0035t}$ ($R^2 = 0.9913$)。经方差分析, $F = 796.843$ ($P = 0.000$), 表明全长与时间之间有显著相关性; 经回归分析, 回归系数 $t = 28.228$ ($P = 0.000$), 表明回归系数有显著意义。细鳞鲑属于典型的冷水性鱼类,

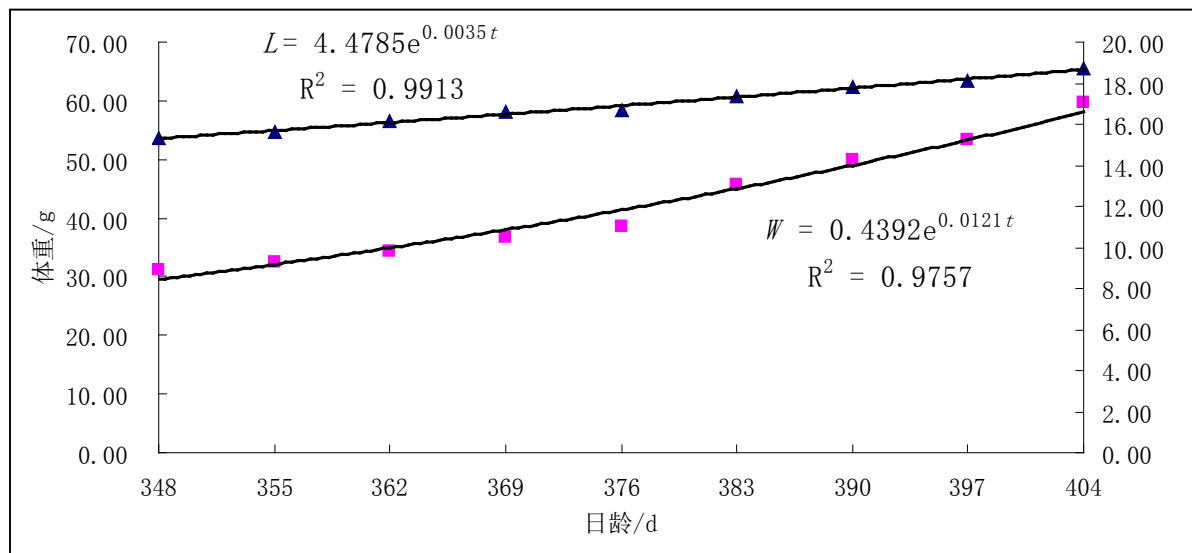


Figure 1. Relationship between body weight and total body length in days of *Brachymystax lenok*

图 1. 细鳞鲑全长和体重与日龄的关系

Table 2. Growth date of *Brachymystax lenok*

表 2. 细鳞鲑的生长数据

项目	日龄/d								
	348	355	362	369	376	383	390	397	404
平均全长/cm	15.32	15.64	16.14	16.64	16.69	17.33	17.83	18.11	18.73
平均体重/g	31.05	32.42	34.35	36.63	38.55	45.68	49.94	53.41	59.63
全长瞬时增长率	-	0.003	0.004	0.004	0.000	0.005	0.004	0.002	0.005
体重瞬时增长率	-	0.006	0.008	0.009	0.007	0.024	0.013	0.010	0.016
全长日增长量/cm	-	0.046	0.071	0.071	0.007	0.091	0.071	0.040	0.089
全长相对增长率/%	-	2.089	3.197	3.098	0.300	3.835	2.885	1.570	3.424
体重日增长量/g	-	0.196	0.276	0.326	0.274	1.019	0.609	0.496	0.889
体重相对增长率/%	-	4.412	5.953	6.638	5.242	18.495	9.326	6.948	11.646
全长生长常数	-	0.072	0.110	0.107	0.011	0.132	0.100	0.055	0.118
全长生长指标	-	0.021	0.031	0.031	0.003	0.038	0.028	0.016	0.034
肥满度	0.864	0.847	0.817	0.795	0.829	0.878	0.881	0.899	0.908

生长期较长，自然条件下 3~4 龄以上才能达到性成熟，幼鱼生长期也较长，不同于凤鲊[7]、太湖银鱼[8]等生长期较短的鱼类，可简单拟合出生长方程。本研究生长数据只有两个月，只反映出细鳞鲑幼鱼 1 龄阶段的生长情况，因此采用华元渝与胡传林[1]的研究方法，以 $W = aL^b$ 模型拟合细鳞鲑体重与全长的关系，如图 2 所示其方程为 $W = 0.0027L^{3.4106}$ ($R^2 = 0.9776$)。经 SPSS 方差分析， $F = 400.263$ ($P = 0.000$)，体重与体长之间有显著；经回归分析，回归系数 $t = 20.001$ ($P = 0.000$)，回归系数有显著意义。

3.3. 肥满度

肥满度又叫条件系数，是用来量度鱼体营养状况、丰满程度以及环境条件的重要指标[9]。由图 3

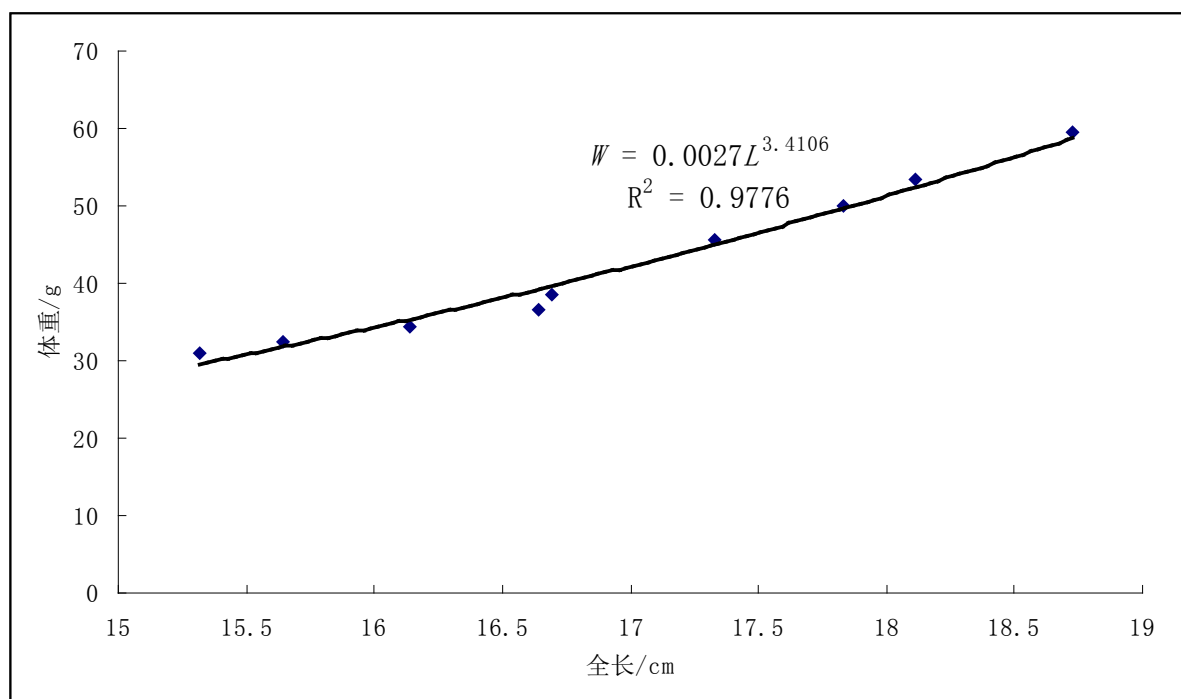


Figure 2. Relationship between body weight and total length of *Brachymystax lenok*
图 2. 细鳞鲑体重与全长的关系

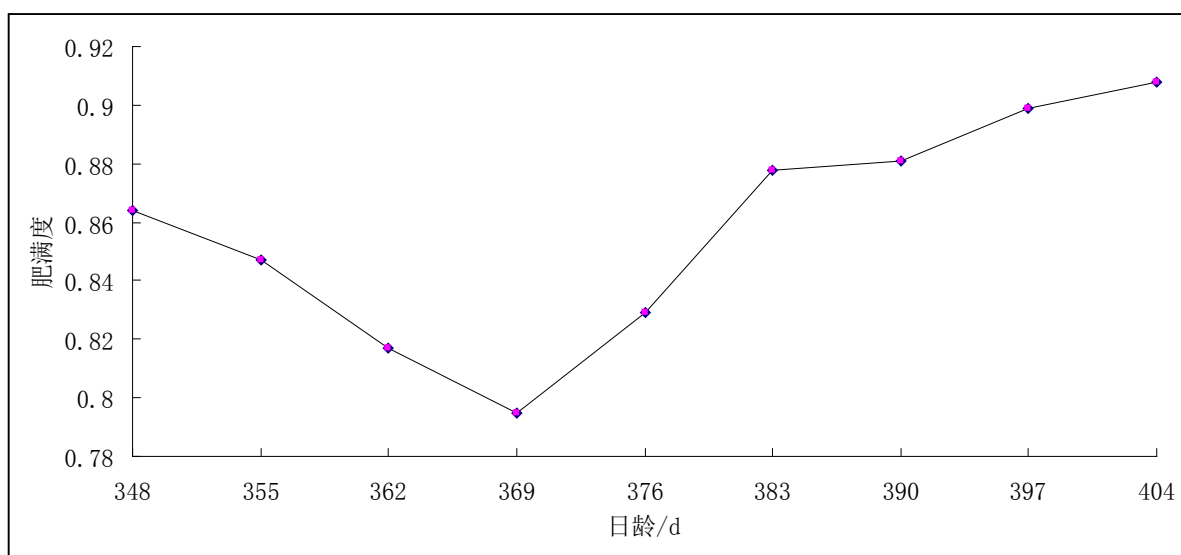


Figure 3. Relationship between fatness and day-age of *Brachymystax lenok*
图 3. 细鳞鲑肥满度与日龄的关系

可以看出，细鳞鲑的肥满度在 0.795~0.908，呈现先降低、后升高的趋势，总体变化不大。

4. 讨论

4.1. 生长系数

细鳞鲑体重与全长公式 $W = 0.0027L^{3.4106}$ ， $b > 3$ ，表明在池塘养殖条件下的细鳞鲑幼鱼为异速生长类

型, 这个结果与薛超等[10]、刘海峡[11]、高祥云[12]等人的研究结果不同。其原因可能与遗传因素、投喂饲料和试验环境不同有关; 上述研究的是秦岭细鳞鲑的野外种群的生长特性, 而本研究的细鳞鲑 F_2 的亲本来源于吉林延吉, 二者遗传特性存在一定差异; 其次, 细鳞鲑的野外种群与养殖群体的生长环境和饲料种类也不同, 导致二者生长特性有所不同。

4.2. 肥满度

肥满度是一种表征动物的生理或营养状况的形态生理指数[13], 用于分析不同饲养条件下动物的生长状况或繁殖能力与个体营养状况之间的关系。鱼类在不同的年龄与生长阶段, 肥满度会有所变化。细鳞鲑肥满度由图 3 可以看出, 肥满度变化呈“V”字型, 变化范围 0.795~0.908。李延松等[14]测定出黑龙江段细鳞鲑 5 月份雌性亲鱼的肥满度为 1.3182, 雄性肥满度 0.9902。郭文学等[15]测定了哲罗鲑(♀) × 细鳞鲑(♂)杂交子代全年肥满度变化范围 0.49~0.98。本研究测定结果低于黑龙江段野生鱼, 高于哲罗鲑(♀) × 细鳞鲑(♂)杂交子代, 究其原因可能与以下因素有关: (一)李延松采集的样品由各年龄段组成, 本研究中都是同一批次的 1 龄鱼, 故二者肥满度存在一定的差异; 二者生长环境和饵料种类也不同, 亦导致二者存在一定差别。(二)哲罗鲑(♀) × 细鳞鲑(♂)杂交子代的遗传特性与纯种细鳞鲑存在本质差异, 故二者肥满度也存在较大的差异。

4.3. 生长常数

随着鱼类的生长发育, 生长常数也会有所变化, 但在同一生长发育阶段生长常数则较接近; 因此, 生长指标常用来划分其生长阶段, 还可用作比较其生长速率。本研究中, 细鳞鲑 1 龄鱼的全长生长指标与全长生长常数如图 4 所示: 全长生长常数波动较大, 从 355 日龄的 0.072 上升到 362 日龄的 0.11, 接着下降到 376 日龄的最低点 0.011, 再上升到 383 日龄的最高点 0.132, 接着下降到 397 日龄到 0.055, 再上升到 404 日龄的 0.118。出现这种情况可能与因素有关: (一)本实验由于条件限制, 时间较短, 不能完全反映细鳞鲑的生长特性。(二)与疾病发生有关, 369 日龄后细鳞鲑出现“烂眼病”, 摄食减少, 进而影响了细鳞鲑生长发育; 376 日龄达到死亡高峰, 随后通过治疗病情得到极大的缓解。

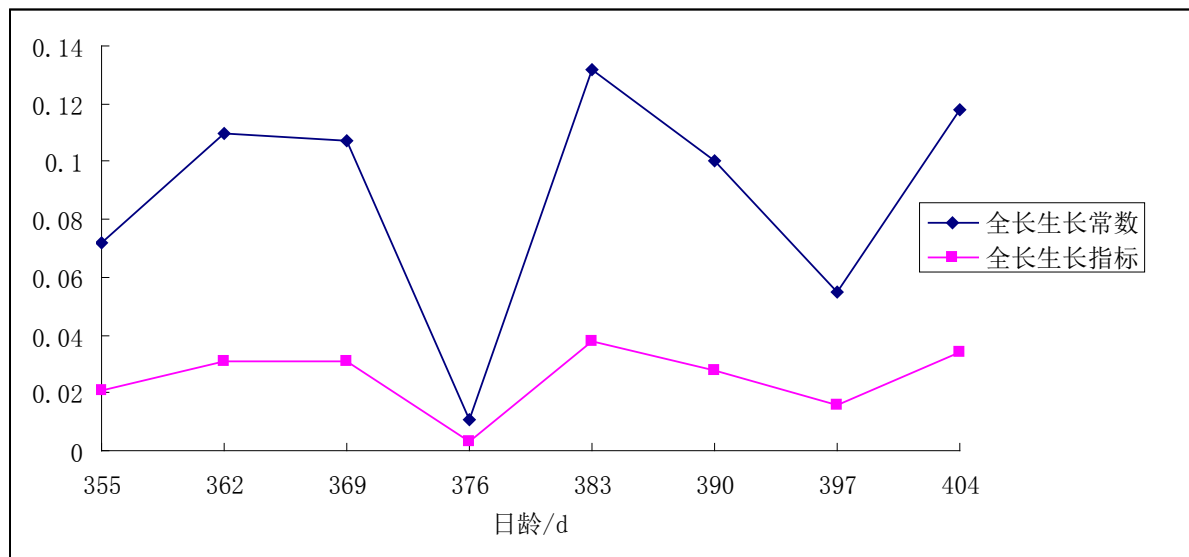


Figure 4. Curves for growth constant and growth target of *Brachymystax lenok*

图 4. 细鳞鲑全长生长常数和生长指标与日龄的关系

5. 结语

细鳞鲑是我国一种典型的冷水鱼类, 具有肉质鲜美, 经济价值高等特点, 极具开发价值。细鳞鲑历史上在我国北方地区多有分布, 但是随着原产地环境的破坏与物种保护不利等因素, 分布区域逐渐缩小, 资源量也日趋减少, 其已被列为国家二级保护动物。本文研究了人工养殖条件下, 细鳞鲑生长型式、饱满度和生长常数等内容, 初步揭示了养殖条件下细鳞鲑的生长特性, 为细鳞鲑的养殖提供了科学依据和技术支撑, 促进其养殖技术成熟完善; 进而对于提高冷水鱼养殖效益, 以及通过增殖放流恢复细鳞鲑自然资源, 都有积极的作用。

基金项目

河北省科技后奖励项目, 编号 16256703H; 河北省现代农业产业技术体系, 编号 HBCT2013100203。

参考文献 (References)

- [1] 华元渝, 胡传林. 鱼种重量与体长相关公式($W = aL^b$)的生物学意义及其应用[C]//鱼类学论文集, 北京: 科学出版社, 1981: 125-131.
- [2] 李文龙, 韩英, 石振广, 王云山, 刘建魁, 鲁宏申, 韩骥, 邱实. 达氏鳇稚幼鱼生长特性的研究[J]. 大连海洋大学学报, 2012, 27(2): 125-128.
- [3] 王秋实, 赵春刚, 马国军, 陈军. 施氏鲟在静水池塘养殖的生长特性研究[J]. 黑龙江农业科学, 2011(1): 45-49.
- [4] 刘建魁, 李文龙, 石振广, 王云山, 陈春山. 达氏鳇(♀) × 西伯利亚鲟(♂)杂交幼鱼生长特性初步研究[J]. 淡水渔业, 2008, 38(6): 63-67.
- [5] 姜作发, 贾锺贺, 白庆利, 尹家胜, 马波, 李永发, 李建兴. 人工养殖山女鱧幼鱼的生长特性[J]. 中国水产科学, 2007, 14(1): 39-45.
- [6] 戴强, 戴建洪, 李成, 刘志君, 王跃招. 关于饱满度指数的讨论[J]. 应用与环境生物学报, 2006, 12(5): 53-57.
- [7] 周永东, 薛利建, 敏开达. 舟山近海凤鲚的生物学特性[J]. 现代渔业信息, 2004, 19(8): 19-21.
- [8] 徐如卫, 罗仙池. 新安江水库太湖新银鱼生长特性的初步研究[J]. 浙江水产学院学报, 1996, 15(2): 122-128.
- [9] Murray, D.L. (2002) Differential Body Condition and Vulnerability to Predation in Snowshoe Hares. *Journal of Animal Ecology*, **71**, 614-625. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2002.00632.x>
- [10] 薛超, 危起伟, 孙庆亮, 吴金鹏, 等. 秦岭细鳞鲑的年龄与生长[J]. 中国水产科学, 2013, 20(4): 743-749.
- [11] 刘海峡. 秦岭细鳞鲑的生物学特征及遗传多样性研究[D]: [博士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014: 26-27.
- [12] 高祥云. 秦岭细鳞鲑年龄与生长、繁殖生物学研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2014: 15.
- [13] Badiani, A., Stipa, S., Nanni, N., et al. (1997) Physical Indices, Processing Yields, Compositional Parameters and Fatty Acid Profile of Three Species of Cultured Sturgeon (Genus *Acipenser*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **74**, 257-264. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199706\)74:2<257::AID-JSFA801>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199706)74:2<257::AID-JSFA801>3.0.CO;2-K)
- [14] 李延松, 董崇智, 赵春刚, 唐富江上游黑河江段细鳞鱼渔业生物学研究[J]. 水产学杂志, 2004, 17(2): 57-61.
- [15] 郭文学, 佟广香, 张永泉, 王雪娇, 齐鹏, 尹家胜. 哲罗鲑(♀) × 细鳞鲑(♂)规模化繁育及杂种生长特性研究[J]. 淡水渔业, 2015, 45(6): 89-93.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojfr@hanspub.org