

莫介化, 刘文瑜, 陆丙乾, 卢伟华, 陆昌胜, 李春枝. 池养条件下黄唇鱼幼鱼周年生长特性研究 [J]. 广东农业科学, 2023, 50 (3): 129–136.

池养条件下黄唇鱼幼鱼周年生长特性研究

莫介化¹, 刘文瑜², 陆丙乾³, 卢伟华¹, 陆昌胜³, 李春枝¹

(1. 东莞市动物疫病预防控制中心, 广东 东莞 523086; 2. 东莞市自然保护地服务中心, 广东 东莞 523086; 3. 东莞市南方特种水产研究所, 广东 东莞 523910)

摘要:【目的】研究池塘养殖条件下黄唇鱼幼鱼的周年生长特性, 掌握其早期生长特点, 丰富其养殖生物学基础数据, 为黄唇鱼人工池塘养殖和繁育提供参考, 进一步保护和利用黄唇鱼种质资源。【方法】以人工繁育的黄唇鱼 (*Bahaba taipingensis*) 0+龄幼鱼为研究对象, 1年内定期测量池塘养殖条件下黄唇鱼幼鱼的体长、体质量等生长参数, 分析其在人工池塘养殖条件下的周年生长规律。【结果】黄唇鱼幼鱼平均体长 4.56 (±0.54) cm、平均体质量 10.63 (±0.91) g, 经 365 d 的养殖试验, 个体生长为平均体长 30.22 (±4.32) cm、平均体质量 1 085.73 (±328.55) g, 体长增长 562.16%, 日均增长 0.07 cm, 体长特定生长率范围在 0.08%/d~1.08%/d, 体长变异系数范围在 7.83%~14.31%; 体质量增加 10 117.06%, 日均增长 2.95 g, 体质量特定生长率范围在 0.68%/d~2.77%/d, 体质量变异系数范围在 8.53%~33.37% 之间; 体质量的特定生长率和变异系数大于体长的特定生长率和变异系数, 肥满度周年变化范围为 2.21%~11.18%。黄唇鱼幼鱼周年体长与体质量呈幂函数关系: $m=0.3783L^{2.2363}$ ($R^2=0.9705$, $b=2.2363 < 3$), 呈负异速生长; 全长与体长呈线性关系: $L_T=1.1918L+0.2809$ ($R^2=0.9986$), 全长与日龄拟合方程为一元二次方程: $L_T=-0.0002t^2+0.159t+4.6652$ ($R^2=0.9791$), 体长与日龄拟合方程为一元二次方程: $L=-0.0002t^2+0.1294t+3.7988$ ($R^2=0.9865$), 体质量与日龄拟合方程为一元二次方程: $m=0.0076t^2+0.0618t+28.915$ ($R^2=0.9956$)。【结论】在人工池塘养殖 1 年, 黄唇鱼幼鱼生长良好, 处于负异速生长阶段。

关键词: 黄唇鱼; 幼鱼; 池塘养殖; 生长特性; 负异速生长

中图分类号: S962.3

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X (2023) 03-0129-08

Study on Annual Growth Characteristics of Pond-culture *Bahaba taipingensis* Juvenile

MO Jiehua¹, LIU Wenyu², LU Binqian³, LU Weihua¹, LU Changsheng³, LI Chunzhi¹

(1. Dongguan Center for Animal Disease Prevention and Control, Dongguan 523086, China;

2. Service Center of Dongguan Nature Reserve, Dongguan 523086, China;

3. Dongguan Southern Special Fisheries Research Institute, Dongguan 523910, China)

Abstract:【Objective】The study was conducted to explore the annual growth characteristics of pond-cultured rich the basic data of culture biology so as to provide references for the artificial pond culture and breeding of *Bahaba taipingensis*, and further protect and use the germplasm resources of *B. taipingensis*.【Method】Taking the *B. taipingensis* juveniles artificially cultured for less than one year as research materials, the growth parameters such as body length and body mass of pond-cultured *B. taipingensis* juveniles were measured regularly within one year, and the annual growth characteristics of *B. taipingensis* juveniles were analyzed.【Result】The initial average body length and average body mass

收稿日期: 2022-11-21

基金项目: 中央财政渔业成品油价格改革补助资金 (S20180035)

作者简介: 莫介化 (1975—), 男, 高级工程师, 研究方向为水产繁养殖及病害防治, E-mail: dgmjh@126.com

通信作者: 卢伟华 (1966—), 男, 高级工程师, 研究方向为渔业资源与环境保护, E-mail: Bahaba1932@163.com

of juveniles of *B. taipingensis* were increased from 4.56 (± 0.54) cm to 30.22 (± 4.32) cm and 10.63 (± 0.91) g to 1 085.73 (± 328.55) g after 365 days of growth. The body length was increased by 562.16%, with an average daily growth of 0.07 cm. The specific growth rate of body length ranged from 0.08%/d to 1.08%/d, and the variation coefficient of body length ranged from 7.83% to 14.31%. The body mass was increased by 10 117.06 %, with an average daily growth of 2.95g. The specific growth rate of body mass ranged from 0.68%/d to 2.77%/d and the variation coefficient of body mass ranged from 8.53% to 33.37%. The specific growth rate and variation coefficient of body mass were greater than those of body length, and the annual change of fatness ranged from 2.21% to 11.18%. The body length of *B. taipingensis* juvenile was shown to be correlated with body mass in a power function: $m=0.3783L^{2.2363}$, ($R^2=0.9705$, $b=2.2363 < 3$), with a negative allometric growth stage. There was linear relationship between the total length (L_T) and body length (L): $L_T=1.1918L+0.2809$ ($R^2=0.9986$). There was quadratic function between the total length (L_T) and age (t): $L_T=-0.0002t^2+0.159t+4.6652$ ($R^2=0.9791$), quadratic function between body length (L) and age (t): $L=-0.0002t^2+0.1294t+3.7988$ ($R^2=0.9865$), and quadratic function between body mass (m) and age (t): $m=0.0076t^2+0.0618t+28.915$ ($R^2=0.9956$). 【Conclusion】 The *B. taipingensis* juvenile under artificial pond-culture conditions grow well within one year, being at negative allometric growth stage.

Key words: *Bahaba taipingensis*; juvenile; pond-culture; growth characteristics; negative allometric growth

【研究意义】黄唇鱼 (*Bahaba taipingensis*)，又称大鸥、白花、尖头白花、金钱鲩、金钱蟹等，隶属于鲈形目 (Perciformes) 石首鱼科 (Sciaenidae) 黄唇鱼属 (*Bahaba*)，为近海大型暖温性底层鱼类，是我国特有鱼种，主要分布于广东省珠江口岸、浙江省杭州湾舟山群岛、福建省闽江口泉州湾等江河入海口，其中珠江口是盛产区^[1-2]。黄唇鱼全身都是宝，其鱼鳔被认为具有极高药用价值，故售价昂贵。黄唇鱼曾是珠江口重要的经济鱼类，后因渔业水环境日益恶化，加上非法过度捕捞，致使其资源急剧衰退，濒临灭绝。2006年黄唇鱼被世界自然保护联盟 (IUCN) 列入濒危物种红色名录的“极危 (CR)”等级，2021年被列为国家一级重点保护水生野生动物，是唯一被列入国家一级保护的海洋鱼类^[2-5]。因此，开展黄唇鱼生物学、救护驯养、苗种培育、池塘养殖和病害防治等相关研究，实现黄唇鱼人工繁育、苗种批量生产，促进增殖放流，对恢复黄唇鱼渔业资源、保护海洋生态环境和生物多样性具有重要意义。

【前人研究进展】鱼类生长具有阶段性，在其生长过程中会表现出不同的生长特性，这与鱼类种群特性、生长阶段、养殖环境、养殖密度和饵料丰盈度等诸多因素密切相关。目前国内有关黄唇鱼的研究主要集中在资源调查^[2]、声谱特征分析^[5]、生物学特征分析^[6-7]、救护驯养^[8-9]、病害防治^[10-11]、耳石形态及生长特性研究^[12-14]、消化系统与营养研究^[15]，以及基因组测序和遗传多样性分析^[16-17]等方面。目前有关黄唇鱼生长规律报道不多，仅有黄健生等^[18]

对野生黄唇鱼成鱼样本数据进行生长分析，但并没有结合生长阶段探讨其生长规律。【本研究切入点】现阶段有关黄唇鱼幼鱼周年生长特征的研究尚未见报道。鉴于此，本研究以人工繁育的黄唇鱼 0+龄幼鱼为试验对象，研究其在池养养殖条件下的早期生长规律。【拟解决的关键问题】周年定期测量池塘养殖条件下人工繁育黄唇鱼幼鱼的体长、体质量等生长参数，研究其在池养条件下的生长变化规律，为黄唇鱼的人工繁殖研究、苗种批量生产、池塘养殖、增殖放流和物种保护积累生长特性基础数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验鱼为东莞市黄唇鱼自然保护区救护基地首次人工繁育的 730 多尾 0+龄黄唇鱼幼鱼，平均体质量为 10.63 (± 0.91) g，平均体长为 4.56 (± 0.54) cm。试验用水来源于黄唇鱼自然保护区的海区水域，盐度为 4.5‰~5.5‰。

养殖池塘呈长方形，东西走向，面积 0.27 hm²，水深 3.0 m，配备独立进排水系统和 1 台 1.5 kW 的叶轮增氧机。

1.2 试验方法

养殖试验在东莞市南方特种水产研究所养殖基地开展。放养黄唇鱼幼鱼前进行干塘、晒塘，并按照 1 500 kg/hm² 撒生石灰进行清塘消毒，消毒后 2~3 d，进水口用孔径 250 μ m 的筛绢网过滤注入 1.0~1.5 m 养殖用水，7 d 后用饵料鱼试水安全后开展养殖试验。试验期为 2021 年 6 月 25 日

至 2022 年 6 月 27 日。

1.2.1 鱼苗放养 提前培养基础饵料生物并在池塘中投放一定密度的适口活饵料，如笋壳鱼、中华乌塘鳢、南美白对虾、刀额新对虾等耐盐性鱼虾品种，投放规格根据黄唇鱼不同生长阶段而定。鱼苗放养一般选择在阴天早上，提前开启增氧机，使池塘水不分层，鱼苗放养时避免温差过大，减少应激。

1.2.2 日常管理 每天早、中、晚巡塘 3 次，观察黄唇鱼和饵料鱼虾的活动和摄食情况等，保持良好的池塘环境。定期根据黄唇鱼的放养数量和摄食量及时补充饵料生物，一般保持 3 500~4 000 kg/hm² 存塘量，确保池塘中的饵料生物满足黄唇鱼的摄食需求，同时根据天气情况投喂少量配合饲料，以保障饵料鱼的存活和缓慢生长。为保障黄唇鱼安全越冬，冬季加盖保温大棚。

1.2.3 指标测定与分析 试验期间，每季度测量试验鱼的全长、体长、体质量等生物学指标，每次测量随机取样 30 尾。试验数据利用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行处理并绘制图表。各项指标的计算公式如下：

体长与体质量的关系： $m=aL^b$

体质量日均增长量 $DMG=(m_2-m_1)/(t_2-t_1)$

体质量相对增长率 $RGR_m(\%)=(m_2-m_1)/m_1 \times 100$

体质量特定生长率 $SGR_m(\%/d)=(\ln m_2-\ln m_1)/(t_2-t_1) \times 100$

体长日均增长量 $DLG=(L_2-L_1)/(t_2-t_1)$

体长相对增长率 $RGR_L(\%)=(L_2-L_1)/L_1 \times 100$

体长特定生长率 $SGR_L(\%/d)=(\ln L_2-\ln L_1)/(t_2-t_1) \times 100$

生长指数 $G_T=\ln L_2-\ln L_1$

生长常数 $G_C=G_T \times (t_2-t_1)/2$

肥满度 $CF(\%)=m/L^3 \times 100$

变异系数 $CV(\%)=SD/X \times 100$

式中， m 为体质量 (g)， L 为体长 (cm)， t 为

养殖天数 (d)， t_1 、 t_2 为两次采样时间 (d)， m_1 、 m_2 和 L_1 、 L_2 分别为 t_1 、 t_2 时的体质量和体长；SD 为标准差， X 为平均体长或平均体质量， a 和 b 为常数。

2 结果与分析

2.1 黄唇鱼幼鱼周年生长情况

黄唇鱼幼鱼通过人工池塘养殖 365 d，平均体长从 4.56(±0.54) cm 增长到 30.22(±4.32) cm，相对增长 562.16%，日均增长 0.07 cm/d，变幅 3.6~37.0 cm；平均体质量从 10.63(±0.91) g 增长到 1 085.73(±328.55) g，相对增长 10 117.06%，日均增长 2.95 g/d，变幅 8.9~1 560.0g (表 1)。

由表 1 可知，在幼鱼周年生长阶段，体长日均增长量在 182 日龄达到高峰 (0.12 cm/d)，随后逐渐下降，相对增长率、特定生长率则随养殖时间的增加而降低；体质量日均增长量、相对增长率、特定增长率则随养殖时间增加而逐渐降低。黄唇鱼幼鱼周年体长特定生长率范围在 0.087 %/d~1.08%/d 之间，体质量特定生长率范围在 0.687%/d~2.77%/d 之间，体长和体质量的特定生长率随着养殖日龄的增加呈下降态势，各生长阶段体质量的特定生长率大于体长的特定生长率。黄唇鱼幼鱼各生长阶段的生长常数、生长指数不一致，生长常数范围在 3.40~46.92 之间，生长指数范围在 0.07~1.01 之间。

2.2 黄唇鱼幼鱼的生长式型

黄唇鱼幼鱼的全长与体长关系的散点图为直线相关，对两者关系以直线回归方程拟合 (图 1)，全长与体长关系式为： $L_T=1.1918L+0.2809$ ($R^2=0.9986$)；黄唇鱼幼鱼全长、体长和体质量与养殖天数关系的散点图均为一元二次方程函数关系 (图 2~图 4)，全长 (L_T) 与养殖天

表 1 黄唇鱼幼鱼的周年生长指标

Table 1 Annual growth indicators of *Bahaba taipingensis* juvenile

采样日龄 Day-age sampling (d)	样本量 Number of samples	平均体长 Average body length (cm)	体长 日均 增长量 DLG (cm/d)	体长相对 增长率 RGR _L (%)	体长特定 生长率 SGR _L (%/d)	体长变 异系数 CV _L (%)	平均体质量 Average body mass (g)	体质量 日均增 长量 DMG (g/d)	体质量 相对增 长率 RGR _m (%)	体质量 特定生 长率 SGR _m (%/d)	体质量 变异系 数 CV _m (%)	肥满度 CF(%)	生长 指数 G _T	生长 常数 G _C
0	30	4.56 ± 0.54				11.85	10.63 ± 0.91				8.53	11.18		
93	30	12.52 ± 1.69	0.09	174.29	1.01	13.50	139.34 ± 15.19	1.38	1211.23	2.77	10.90	7.11	1.01	46.92
182	30	23.55 ± 1.84	0.12	88.12	0.63	7.83	288.58 ± 60.49	1.68	107.10	0.82	20.96	2.21	0.63	28.12
274	30	28.04 ± 3.87	0.05	19.10	0.17	13.81	641.47 ± 195.41	3.23	102.92	0.77	33.37	2.66	0.17	8.04
365	30	30.22 ± 4.32	0.02	7.75	0.07	14.31	1085.73 ± 328.55	5.50	85.41	0.68	30.26	3.94	0.07	3.40

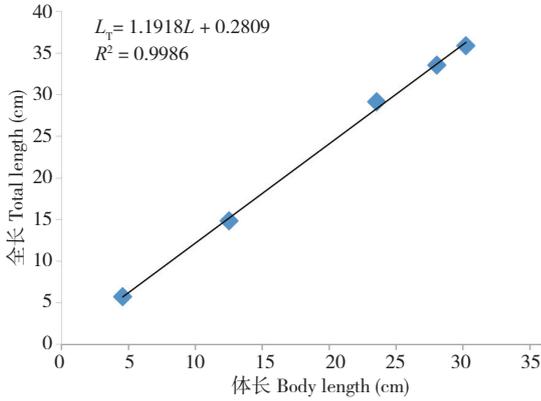


图 1 黄唇鱼幼鱼全长与体长的关系

Fig. 1 Relationship between total length and body length of *Bahaba taipingensis* juvenile

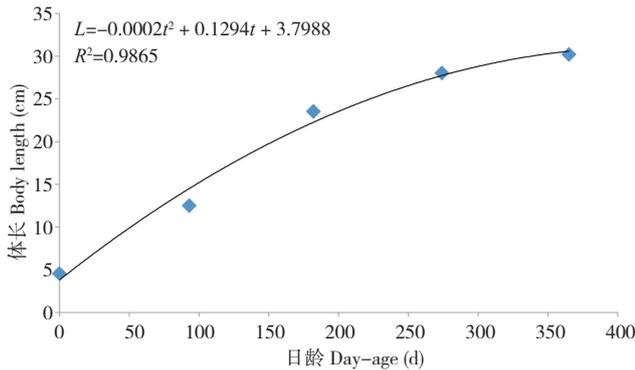


图 3 黄唇鱼幼鱼体长与日龄的关系

Fig. 3 Relationship between body length and day-age of *Bahaba taipingensis* juvenile

数 (t) 关系式为: $L_T = -0.0002t^2 + 0.159t + 4.6652$ ($R^2 = 0.9791$), 体长 (L) 与养殖天数 (t) 关系式为: $L = -0.0002t^2 + 0.1294t + 3.7988$ ($R^2 = 0.9865$), 体质量 (m) 与养殖天数 (t) 关系式为: $m = 0.0076t^2 + 0.0618t + 28.915$ ($R^2 = 0.9956$)。对试验期间测得的黄唇鱼幼鱼体长和体质量平均值进行分析, 体长与体质量呈幂函数关系: $m = 0.3783L^{2.2363}$ ($R^2 = 0.9705$, $b = 2.2363$), 为负异速生长, 体质量增长快于体长增长 (图 5)。

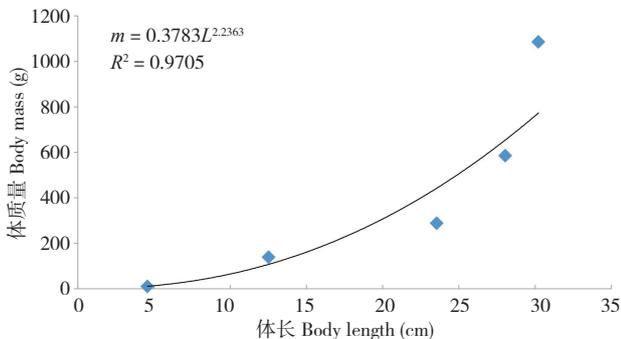


图 5 黄唇鱼幼鱼体质量与体长的关系

Fig. 5 Relationship between body mass and body length of *Bahaba taipingensis* juvenile

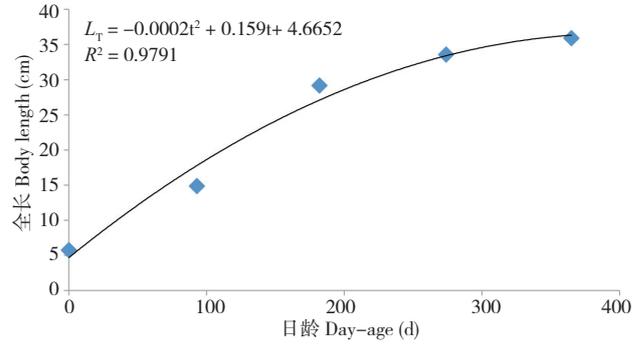


图 2 黄唇鱼幼鱼全长与日龄的关系

Fig. 2 Relationship between total length and day-age of *Bahaba taipingensis* juvenile

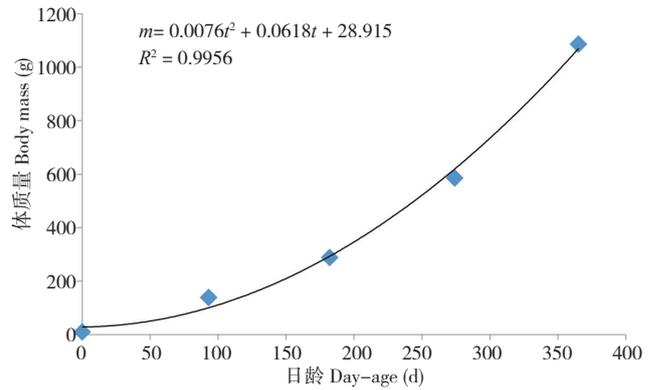


图 4 黄唇鱼幼鱼体质量与日龄的关系

Fig. 4 Relationship between body mass and age of *Bahaba taipingensis* juvenile

2.3 黄唇鱼幼鱼的生长离散与肥满度

由表 1 可知, 在养殖试验周期内, 黄唇鱼幼鱼周年体质量的变异系数大于体长的变异系数, 其体长变异系数变化趋势呈波浪形变动, 波动幅度不大, 范围在 7.83%~14.31% 之间, 变异系数的最低值为 7.83%, 出现在养殖日龄 182 d; 最大值为 14.31%, 出现在养殖日龄 365 d; 其体质量变异系数波动幅度较大, 范围在 8.53%~33.37% 之间, 体质量变异系数最低值为 8.53%, 出现在试验开始时; 最大值为 33.37%, 出现在养殖日龄 274 d。黄唇鱼幼鱼周年肥满度变化范围在 2.21%~11.18% 之间, 试验开始时其肥满度值最大, 均值为 11.18%, 随后呈先降后升趋势; 养殖中后期在相对较小的范围内波动, 最低值出现在养殖日龄 182 d, 均值为 2.21%。

3 讨论

3.1 黄唇鱼幼鱼的周年生长特性

鱼类生长发育一般可分为 3 个阶段, 即负异

速生长阶段、匀速生长阶段和正异速生长阶段,其体长和体质量生长均呈现不均衡性^[19-20]。本研究在池养条件下,初次繁育的黄唇鱼0+龄幼鱼的体长在182日龄前增长较快,日均增长0.105 cm/d,是周年平均的1.50倍;而体质量在182日龄后增长较快,日均增长4.365 g/d,是周年平均的1.48倍。黄唇鱼幼鱼体质量表现出随养殖时间增加日均增长量逐渐增大的趋势,呈现出与体长日均增长量不同的变化特点,而体质量、体长的特定增长率则变化一致,随养殖时间增加而逐渐降低,这与同为大型鱼类、成熟年龄晚的中华鲟幼鲟的生长规律类似^[21]。

鱼类不同生长阶段的生长常数通常不同,而同一生长阶段的生长常数则往往较接近,生长指数不仅可用来划分生长阶段,也可用来比较鱼类的生长速率^[22]。鱼类在鱼苗阶段生长迅速,营养需求量较大,生长过程极易受食物营养结构的影响^[23]。黄唇鱼幼鱼生长阶段也体现了该生长特性。试验结果显示,黄唇鱼幼鱼生长指数和生长常数呈逐步下降的规律,体长和体质量特定增长率也均逐步下降,此阶段黄唇鱼幼鱼已由内源营养转为外源营养,开始摄食小鱼、小虾等,摄食量增加,幼鱼生长速率显著提高,进入负异速生长阶段,体长生长在此阶段出现拐点,生长速度减缓,获取的能量营养主要供给体质量增加。其趋势与1龄达氏鳇幼鱼^[20]生长相似,而与哲罗鱼幼鱼^[24]和狼鲛幼鱼^[22]的生长规律不一致。分析其原因,可能与试验品种、试验时间长短和食性转换有关。黄唇鱼寿命长、性成熟晚,其幼鱼期也长,而本试验时间较短,且黄唇鱼没有驯饵食性转换的过程,因此不受饵料转化对摄食、生长造成的影响。

3.2 黄唇鱼幼鱼体长与体质量的关系

研究鱼类体长与体质量的关系是评估渔业资源和研究渔业生物学的重要内容之一,也常被用来衡量养殖效果。目前应用研究较多的是用幂函数($m=aL^b$)来描述鱼类体长和体质量的相关性,用其拟合的鱼类生长规律方程最为合理。其中 a 为条件因子,主要评价鱼类生长环境的优劣及其营养状况的好坏; b 为生长因子,表示某一时间鱼的体质量增加系数与体长增加系数之比,主要评价鱼类体质量和体长增长的不均衡性,用来判断其生长类型。 b 值在鱼类幼鱼与成鱼之间、雌雄

之间、不同种群之间均存在差异,大部分鱼类的 b 值为2.40~3.95,幼鱼阶段 b 值多小于3,生长到成鱼时 b 值接近或大于3^[24-27]。本研究中,黄唇鱼幼鱼体长和体质量关系式为: $m=0.3783L^{2.2363}$ ($R^2=0.9705$, $b=2.2363 < 3$),处于负异速生长阶段,表明其体长增长快于体质量增长。这与中华鲟(*Acipenser sinensis*)幼鱼($b=2.0382$)^[21]、哲罗鱼(*Hucho taimen*)幼鱼($b=2.1906$)^[24]、狼鲛(*Anarrhichthys ocellatus*)幼鱼($b=2.8258$)^[25]等大型鱼类幼鱼的生长特性类似,也与长薄鳅(*Leptobotia elongate*)幼鱼($b=2.8551$)^[20]、麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)($b=2.1623$)^[28]、池养1龄异育银鲫“中科3号”(*Carassius auratus gibelio*“CAS III”)($b=2.8885$)^[29]等小型鱼类和不同盐度脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)($b=2.643\sim 2.807$)^[30]的生长特性相似;但与野生黄唇鱼($b=2.918$)^[18]、达氏鳇(*Huso dauricus*)幼鱼($b=3.4177$)^[23]等大型鱼类幼鱼的生长特性,以及池养2龄拉氏鳊(*Phoxinus lagowskii Dybowskii*)($b=3.2992$)^[31]、池养1龄美洲鳊(*Alosa sapidissima*)($b=3.2603$)^[32]、台湾泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus* ssp.)($b=3.037$)^[33]等小型鱼类幼鱼的生长特性研究结果不同。在池塘人工养殖条件下,黄唇鱼幼鱼摄食的活体饲料来源充足,营养均衡,为生长提供了保障;而天然水体中的饵料(包括浮游动物、轮虫、枝角类和桡足类及小鱼、小虾等)虽然种类丰富,但存在单位面积饵料生物量少、季节性丰盈不一的情况,因此黄唇鱼幼鱼的生长也随之变化。由此可见,鱼类种类特性、生长阶段、养殖生态环境、养殖密度和饵料种类及丰盈度等是影响鱼类生长类型的重要因素。

3.3 黄唇鱼幼鱼的肥满度和生长离散

肥满度常用作衡量鱼体丰满程度、营养状况和环境影响的重要指标,也可用来比较鱼类生长、繁殖力及不同养殖模式下的营养吸收状况^[22,24]。本研究中,黄唇鱼幼鱼的肥满度为2.21%~11.18%,刚放养时的肥满度最大、平均为11.18%,最低值出现在182日龄、平均为2.21%,采样时间在冬季,水温相对较低。这与狼鲛幼鱼^[25]、菊黄东方鲀幼鱼^[34]、哲罗鱼^[35]的肥满度与水温变化有关的研究结论相吻合。鱼类是变温动物,水温是影响其生长的重要因素之

一,在不同水温环境下表现出不同的生长特性。每种鱼类都有其生长适宜的温度范围,当高于或低于适宜温度,其生长会停滞甚至死亡^[21]。本研究冬季搭建温棚,试验期间池塘养殖水温为19.47~31.55℃,黄唇鱼幼鱼生长保持在比较适宜的生长条件,生长快速稳定,但未能充分体现其生长的自然特性,不同水温对黄唇鱼生长状况的影响还需进一步研究。

变异系数常被用来比较鱼类生长的离散性,是衡量鱼类生长变异程度的指标之一。当鱼类生存的水域空间和食物资源出现竞争时,具有生长优势的鱼类会占据更多资源,而处于劣势的鱼类生长受到抑制,导致生长率下降,引发整个鱼群生长不均,导致生长离散加剧^[17]。试验期间黄唇鱼幼鱼周年体长的变异系数为7.83%~14.31%,体质量的变异系数为8.53%~33.37%;采样的最小个体体长22 cm、体质量318 g,最大个体体长43 cm、体质量1 560 g。体长的变异系数波动幅度不大,体质量的变异系数波动幅度较大,且体质量的变异系数大于体长的变异系数,这与人工养殖麦穗鱼^[25]、狼鳊^[22]的研究结果一致。体长的变异系数以93日龄幼鱼较大,体质量的变异系数以274日龄较大。本试验共放养730多尾0+龄黄唇鱼幼鱼,从放养密度分析来看,黄唇鱼幼鱼未受到水域生存空间条件的限制,因此推测其生长离散与饵料的丰盈度和适口性有关,一些具有生长优势的个体先捕捉到更多的食物饵料,促进生长,造成个体的生长不均衡。其种群生长离散呈逐步上升的变化规律,这可能与黄唇鱼幼鱼种群处于负异速生长阶段、个体间存在生长优势差异有关。待到成鱼生长阶段,随着体长和体质量的不断增加,个体捕食能力的提升以及对不良环境抵抗能力的增强,其生长离散可能会减弱,生长类型也将发生改变。

4 结论

本研究证明了人工繁殖的黄唇鱼幼鱼可以通过池塘养殖模式开展养殖。在池塘养殖条件下,营养均衡、数量充足的活饵料为黄唇鱼幼鱼的生长提供了保障,其生长状况良好。经365 d的养殖试验,黄唇鱼幼鱼体长增长562.16%、日均增长0.07 cm,体质量增加10 117.06%、日均增长2.95 g。黄唇鱼幼鱼周年体长与体质量呈幂函数关系: $m=0.3783L^{2.2363}$ ($R^2=0.9705$, $b=2.2363 < 3$),呈

负异速生长。本研究结果为下一步提高黄唇鱼苗种培育成活率,实现苗种批量生产,促进增殖放流,恢复渔业资源,推动黄唇鱼产业化发展提供重要的理论数据。

参考文献 (References) :

- [1] 朱元鼎,罗云林,伍汉霖.中国石首鱼类系统的研究和新属新种的叙述[M].上海:上海科学技术出版社,1963.
ZHU Y D, LUO Y L, WU H L. Study on the system of sciaenid fishes in China and description of new genus and species [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1963.
- [2] 卢伟华,叶普仁.黄唇鱼 *Bahaba flavolabiata*(Lin) 资源调查报告[J].现代渔业信息,2002,17(5):10-14. DOI:10.3969/j.issn.1004-8340.2002.05.003.
LU W H, YE P R. Investigation report on resource of *Bahaba flavolabiata*(Lin) [J]. *Fishery Information & Strategy*, 2002,17(5): 10-14. DOI:10.3969/j.issn.1004-8340.2002.05.003.
- [3] HE W, LU W H, LI X G, LU N N, SUN D F, LI Y Z. Taxonomic status of Chinese bahaba (*Bahaba taipingensis*) and its phylogenetic relationship with other species in the family Sciaenidae [J]. *Mitochondrial DNA*, 2012,23(2): 53-61. DOI:10.3109/19401736.2011.653797.
- [4] 国家林业和草原局,农业农村部.国家重点保护野生动物名录[EB/OL].(2021-02-05)[2022-10-25]. <http://www.forestry.gov.cn/main/3457/20210205/122612568723707.html>.
National Forestry and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Wild animals under special state protection in China [EB/OL]. (2021-02-05) [2022-10-25]. <http://www.forestry.gov.cn/main/3457/20210205/122612568723707.html>.
- [5] 张丝雨,张琳玲,黄洪辉,郭少忠.黄唇鱼声谱特征的初步分析[J].南方水产科学,2018,14(6):34-42. DOI:10.12131/20180090.
ZHANG S Y, ZHANG L L, HUANG H H, GUO S Z. Preliminary analysis of the *Bahaba taipingensis* acoustic spectrum characteristics [J]. *South China Fisheries Science*, 2018,14(6): 34-42. DOI:10.12131/20180090.
- [6] 叶普仁,卢伟华.黄唇鱼生物学[J].水产科技,2001,95(5):7-8.
YE P R, LU W H. The biology of *Bahaba taipingensis* [J]. *Fishery Science and Technology*, 2001,95(5):7-8.
- [7] 陆丙乾,陆昌胜,黄建强,周永东,刘文瑜,蔡焯值.黄唇鱼的生物学初步研究[J].湖北农业科学,2021,60(14):100-103. DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2021.14.018.
LU B Q, LU C S, HUANG J Q, ZHOU Y D, LIU W Y, CAI Y Z. Preliminary study on the biology of Chinese bahaba (*Bahaba flavolabiata*) [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2021,60(14): 100-103. DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2021.14.018.
- [8] 李希国,卢伟华,张汉霞,路宁宁,刘泽伟,杨志普,陆昌胜.野生黄唇鱼救护技术研究[J].现代渔业信息,2011,26(4):14-15. DOI:10.3969/j.issn.1004-8340.2011.04.004.
LI X G, LU W H, ZHANG H X, LU N N, LIU Z W, YANG Z P, LU C S. Study on rescue techniques of wild *Bahaba taipingensis* [J]. *Fishery Information & Strategy*, 2011, 26(4): 14-15. DOI:10.3969/j.issn.1004-8340.2011.04.004.
- [9] 路宁宁,卢伟华,李希国,刘泽伟,杨志普,梁建锋,陆昌胜.黄唇鱼

- 人工驯养初步研究[J]. 水产科技, 2010(2): 10-12.
- LU N N, LU W H, LI X G, LIU Z W, YANG Z P, LIANG J F, LU C S. Preliminary study on artificial breeding of *Bahaba taipingensis* [J]. *Fishery Science and Technology*, 2010(2): 10-12.
- [10] 郭少忠, 卢伟华, 张轶琴. 黄唇鱼白点病和水霉病的防治[J]. 科学养鱼, 2013(2):63-64,93.
- GUO S Z, LU W H, ZHANG Y Q. The Prevention techniques of saprolegniasis and white-spots disease for *Bahaba taipingensis* [J]. *Scientific Fish Farming*, 2013(2):63-64,93.
- [11] 郭少忠, 蔡奕琪. 黄唇鱼寄生东方鱼虱的治疗试验[J]. 水产科技情报, 2020,47(4):226-229.DOI:10.16446/j.fsti.20190200218.
- GUO S Z, CAI Y Q. The treatment test for *Bahaba taipingensis* caused by *caligusorientalis* [J]. *Fisheries Science & Technology Information*, 2020,47(4):226-229.DOI:10.16446/j.fsti.20190200218.
- [12] 区又君, 廖锐, 李加儿, 勾效伟. 黄唇鱼的耳石形态和微结构特征[J]. 广东农业科学, 2011,38(12):123-124,148. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2011.12.074.
- OU Y J, LIAO R, LI J E, GOU X W. The morphology of otolith and its characteristics of microstructure in *Bahaba flavolabiata* [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2011,38(12):123-124,148. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2011.12.074.
- [13] 区又君, 廖锐, 李加儿, 勾效伟. 耳石形态在黄唇鱼、大黄鱼、丁氏(鲷)和棘头梅童鱼种类识别中的应用[J]. 广东农业科学, 2012,39(24):143-147. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2012.24.070.
- OU Y J, LIAO R, LI J E, GOU X W. Application of otolith morphology in species discrimination for *Bahaba flavolabiata*, *Pseudosciaena crocea*, *Wak tingi* and *Collichthys lucidus* [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2012,39(24):143-147. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2012.24.070.
- [14] 区又君, 廖锐, 李加儿, 勾效伟. 黄唇鱼耳石的生长特性及与鱼体生长的关系[J]. 江苏农业科学, 2013,41(6):189-192. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2013.06.147.
- OU Y J, LIAO R, LI J E, GOU X W. Growth characteristics of sagittal otolith of (*Bahaba flavolabiata*) and its relationship with body length growth in fish [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2013,41(6):189-192. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2013.06.147.
- [15] 赵彦花, 区又君, 李加儿, 温久福, 周慧. 黄唇鱼消化系统组织结构及黏液细胞分布特征[J]. 渔业科学进展, 2019,40(3):80-86. DOI:10.19663/j.issn2095-9869.20180328001.
- ZHAO Y H, OU Y J, LI J E, WEN J F, ZHOU H. Histology and distribution of mucous cells in digestive system of *Bahaba flavolabiata* [J]. *Progress in Fishery Sciences*, 2019,40(3):80-86. DOI:10.19663/j.issn2095-9869.20180328001.
- [16] 区又君, 温久福, 李加儿, 梁洪海. 黄唇鱼(*Bahaba flavolabiata*)的全基因组测序和基因组特征研究[J]. 基因组学与应用生物学, 2020,39(2):491-498. DOI:10.13417/j.gab.039.000491.
- OU Y J, WEN J F, LI J E, LIANG H H. Complete genome sequencing and genomic characterization of *Bahaba flavolabiata* [J]. *Genomics and Applied Biology*, 2020,39(2):491-498. DOI:10.13417/j.gab.039.000491.
- [17] 赵彦花, 区又君, 温久福, 李加儿, 周慧. 基于微卫星标记的黄唇鱼遗传多样性研究[J]. 南方水产科学, 2019,15(4):127-132. DOI:10.12131/20180261.
- ZHAO Y H, OU Y J, WEN J F, LI J E, ZHOU H. Analysis of genetic diversity of *Bahaba flavolabiata* based on microsatellite markers [J]. *South China Fisheries Science*, 2019,15(4):127-132. DOI:10.12131/20180261.
- [18] 黄健生, 叶永昌, 黄建强. 黄唇鱼生长规律的初步研究[J]. 科学养鱼, 2020(8):71-72. DOI:10.14184/j.cnki.issn1004-843x.2020.08.043.
- HUANG J S, YE Y C, HUANG J Q. Preliminary study on growth characteristics of *Bahaba taipingensis* [J]. *Scientific Fish Farming*, 2020(8):71-72. DOI:10.14184/j.cnki.issn1004-843x.2020.08.043.
- [19] 兰永伦, 罗秉征. 东海6种石首鱼的年龄鉴定与生长特性的研究[J]. 海洋与湖沼, 1995,26(S):108-114.
- LAN Y L, LUO B Z. Age and growth of six sciaenid fishes (sciaenidae) in the east China sea [J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1995,26(S):108-114.
- [20] 张建明, 田甜, 姜伟. 人工养殖条件下长薄鳊幼鱼周年生长特性的研究[J]. 西南农业学报, 2019,32(7):1670-1677. DOI:10.16213/j.cnki.scjas.2019.7.034.
- ZHANG J M, TIAN T, JIANG W. Annual growth characteristics of *Leptobotia elongate* under artificial cultivation [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2019,32(7):1670-1677. DOI:10.16213/j.cnki.scjas.2019.7.034.
- [21] 肖慧, 李淑芳. 一龄中华鲟生长特性研究[J]. 淡水渔业, 1994,24(5):6-9.
- XIAO H, LI S F. The growth characteristics of 1 year-old Chinese sturgeon [J]. *Freshwater Fisheries*, 1994,24(5):6-9.
- [22] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- YIN M C. *Fish ecology* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995.
- [23] 鲁宏审, 刘建魁, 王云山, 石振广, 李文龙, 韩骥. 达氏鳇1龄幼鱼生长特性的初步研究[J]. 水生态学杂志, 2011,32(5):78-82. DOI:10.15928/j.1674-3075.2011.05.021.
- LU H S, LIU J K, WANG Y S, SHI Z G, LI W L, HAN J. The growth characteristics of 1 year-old *Huso dauricus* juvenile [J]. *Journal of Hydroecology*, 2011,32(5):78-82. DOI:10.15928/j.1674-3075.2011.05.021.
- [24] 姜作发, 尹家胜, 徐伟, 匡友谊, 李永发, 贾锤贺. 人工养殖条件下哲罗鱼生长的初步研究[J]. 水产学报, 2003,27(6):590-594. DOI:10.3321/j.issn:1000-0615.2003.06.014.
- JIANG Z F, YIN J S, XU W, KUANG Y Y, LI Y F, JIA Z H. A preliminary study on the growth of *Hucho taimen* under artificial rearing conditions [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2003,27(6):590-594. DOI: 10.3321/j.issn:1000-0615.2003.06.014.
- [25] 刘宇岩, 李凤辉, 朱文静, 边力, 葛建龙, 刘长琳, 曲江波, 高文磊, 陈四清. 狼鲛幼鱼生长特性的研究[J]. 水产科学, 2022,41(4):629-635. DOI:10.16378/j.cnki.1003-1111.20186.
- LIU Y Y, LI F H, ZHU W J, BIAN L, GE J L, LIU C L, QU J B, GAO W L, CHEN S Q. Growth characteristics of juvenile wolf eel *Anarrhichthys ocellatu* [J]. *Fisheries Science*, 2022,41(4):629-635. DOI:10.16378/j.cnki.1003-1111.20186.
- [26] 黄真理, 常剑波. 鱼类体长与体重关系中的分形特征[J]. 水生生物学报, 1999,23(4):330-336. DOI:10.3321/j.issn:1000-3207.1999.04.006.
- HUANG Z L, CHANG J B. Fractal characteristics of length-weight relationship in fish [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1999,23(4):330-

336. DOI:10.3321/j.issn:1000-3207.1999.04.006.
- [27] FROESE R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations [J]. *Journal of Applied Ichthyology*, 2006,22(4):241-253. DOI:10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.
- [28] 姜虎成, 夏爱军, 张明生, 史杨白, 马小荣, 陈校辉. 人工养殖条件下麦穗鱼的生长特性 [J]. *中国农学通报*, 2017,33(35):137-140. DOI:10.11924/j.issn.1000-6850.casb17040166.
- JIANG H C, XIA A J, ZHANG M S, SHI Y B, MA X R, CHEN X H. Growth characteristics of cultured *Pseudorasbora parva* [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2017,33(35):137-140. DOI: 10.11924/j.issn.1000-6850.casb17040166.
- [29] 刘艳辉, 李改娟, 刘铁钢, 杨炳坤, 高娜, 祖岫杰. 池养条件下1龄异育银鲫“中科3号”的生长特性 [J]. *水产科技情报*, 2021,48(1):1-6. DOI:10.16446/j.fsti.20200500129.
- LIU Y H, LI G J, LIU T G, YANG B K, GAO N, ZU X J. Growth characteristics of one-year-old *Carassius auratus* gibelio “CAS III” cultured in ponds [J]. *Fisheries Science & Technology Information*, 2021,48(1):1-6. DOI:10.16446/j.fsti.20200500129.
- [30] 张年国, 周裕华, 于飞, 周文玉, 侯文杰, 刘本伟. 低盐和高盐条件下不同脊尾白虾群体生长特性研究 [J]. *广东农业科学*, 2022,49(10):135-145. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2022.10.016.
- ZHANG N G, ZHOU Y H, YU F, ZHOU W Y, HOU W J, LIU B W. Growth performances of different *Exopalaemon carinicauda* population under low and high salinity conditions [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2022,49(10): 135-145. DOI:10.16768/j.issn.1004-874X.2022.10.016.
- [31] 祖岫杰, 刘艳辉, 李改娟, 刘铁钢, 柳鹏, 李秀颖. 二龄拉氏鲮在池塘养殖条件下的生长特性 [J]. *渔业现代化*, 2015,42(4):26-29. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9580.2015.04.006.
- ZU X J, LIU Y H, LI G J, LIU T G, LIU P, LI X Y. The pond culture and growth performances of two-year *Phoxinus lagowskii* dybowskii [J]. *Fishery Modernization*, 2015,42(4):26-29. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9580.2015.04.006.
- [32] 徐嘉波, 税春, 施永海, 谢永德, 陆根海, 张海明, 刘永士. 池养美洲鲌1+龄鱼种生长特性的研究 [J]. *上海海洋大学学报*, 2018,27(1):55-63. DOI:10.12024/j.sou.20170301992.
- XU J B, SHUI C, SHI Y H, XIE Y D, LU G H, ZHANG H M, LIU Y S. Study of growth performances of pond-reared one-year-old *Alosa sapidissima* [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2018,27(1):55-63. DOI:10.12024/j.sou.20170301992.
- [33] 冯彬彬, 张清科, 高心明, 薛聪顺, 蔡惠风, 王红波, 竺俊全. 池塘养殖条件下台湾泥鳅大规格鱼种的生长特性 [J]. *宁波大学学报(理工版)*, 2019,32(6):43-48. DOI:10.3969/j.issn.1001-5132.2019.06.008.
- FENG B B, ZHANG Q K, GAO X M, XUE C S, CAI H F, WANG H B, ZHU J Q. Growth performances of large-sized fingerlings *Paramisgurnus dabryanus* ssp. In pond culture [J]. *Journal of Ningbo University (Natural Science & Engineering Edition)*, 2019,32(6):43-48. DOI:10.3969/j.issn.1001-5132.2019.06.008.
- [34] 谢永德, 施永海, 张海明, 徐嘉波. 菊黄东方鲀1龄幼鱼生长特性 [J]. *广东海洋大学学报*, 2013,33(6):9-13. DOI:10.3969/j.issn.1673-9159.2013.06.002.
- XIE Y D, SHI Y H, ZHANG H M, XU J B. Study on growth performances of one-year-old *Takifugu flavidus* under artificial culturing condition [J]. *Journal of Guangdong Ocean University*, 2013,33(6):9-13. DOI:10.3969/j.issn.1673-9159.2013.06.002.
- [35] 徐浩然, 张健, 赵晓临, 孙玉芝, 王兴兵, 魏洪祥. 流水池塘养殖哲罗鱼的生长特性 [J]. *水产学杂志*, 2016,29(1):8-11. DOI:10.3969/j.issn.1005-3832.2016.01.002.
- XU H R, ZHANG J, ZHAO X L, SUN Y Z, WANG X B, WEI H X. Cultivation and growth of taimen *Hucho taimen* in flowing water ponds [J]. *Chinese Journal of Fisheries*, 2016,29(1):8-11. DOI:10.3969/j.issn.1005-3832.2016.01.002.

(责任编辑 崔建勋)