

池塘养殖条件下台湾泥鳅大规格鱼种的生长特性

冯彬彬¹, 张清科¹, 高心明¹, 薛聪顺², 蔡惠风², 王红波³, 竺俊全^{1*}

(1. 宁波大学 教育部应用海洋生物技术重点实验室, 浙江 宁波 315823; 2. 宁波市鄞州区渔业技术管理服务站, 浙江 宁波 315100; 3. 宁波市鄞州环亚水产养殖有限公司, 浙江 宁波 315100)

摘要: 为了解台湾泥鳅在池塘养殖条件下的生长特性, 于2017年9~12月对宁波市某水产养殖有限公司池塘养殖的台湾泥鳅(3~6月龄)进行生长及形态参数测定和统计学分析。结果表明, 台湾泥鳅雌雄生长差异不显著($P>0.05$)。体长(L)与体高(H)、体宽(D)、头长(E)的相关线性方程分别为 $L=6.3186H+0.0855$ ($R^2=0.9983$), $L=9.2335D+0.4164$ ($R^2=0.9988$) 及 $L=7.3853E-2.3784$ ($R^2=0.9963$)。体重(W)、净体重(W_n)与体长的相关幂函数方程分别为 $W=0.087L^{3.037}$ ($R^2=0.9647$), $W_n=0.0091L^{2.9606}$ ($R^2=0.9614$)。以 von Bertalanffy 生长方程描述台湾泥鳅的生长, 得出体重和体长的生长方程分别为 $W_t=42.69[1-e^{-0.3119(t-0.204)}]^{3.04}$ 及 $L_t=16.23[1-e^{-0.3119(t-0.204)}]$ 。台湾泥鳅属快速生长型鱼类, 每年的9~10月养殖水温适宜, 生长较快; 11月后随着水温下降生长减慢。肝体比、肥满度随水温下降呈先上升后下降趋势, 而性腺指数呈上升趋势。

关键词: 台湾泥鳅; 生长; 生长方程; 生长速度

中图分类号: S965.199

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2019) 06-0043-06

台湾泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus* ssp.)是从台湾引进大陆的养殖新品种, 属鲤形目(Cypriniformes)、鳅科(Cobitidae)、副泥鳅属(*Paramisgurnus*)^[1]。其肉质细嫩、味道鲜美、营养丰富, 而深受百姓喜爱^[2]。台湾泥鳅作为优良养殖品种, 具有生长较快、个体较大、雌雄生长差异小、养殖周期短、易捕捞、环境适应强、病害少、适于高密度养殖、产量高、效益好等特点^[3]。自2012年开始逐渐在内陆地区逐步推广养殖。目前, 已见性腺发育^[4]、胚胎发育^[5-6]、人工繁殖^[7]、营养成分^[3,8]、养殖技术^[9]、细胞遗传^[10-11]、系统地理^[12]等方面的研究报道。有关生长研究方面, 曾本和等^[13]研究了饲料蛋白水平对其生长的影响, 丁辰龙等^[14]比较了台湾泥鳅与泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)的生长差异, 但池塘养殖条件下的生长特性未见报道。本研究以宁波市环亚养殖有限公司池塘养殖的台湾泥鳅大规格鱼种为试验对象, 于2017年9~12月研究了其雌雄鱼生长差异、各基本生长指标间的相关性及

生长特性, 旨在了解池塘养殖台湾泥鳅的生长规律, 积累养殖生物学资料, 为人工养殖提供有价值的参考。

1 材料与方法

1.1 养殖试验

1.1.1 池塘条件

养殖池塘面积 2 000 m² (80 m×25 m), 池深 1.5 m, 设进排水口各 1 个, 上方和四周设立防鸟网。苗种放养前彻底清塘除害, 然后进水至池水深 1.2 m。

1.1.2 苗种放养

养殖试验用苗种为浙江宁波环亚水产养殖有限公司人工培育的大规格台湾泥鳅苗, 平均体长为 9.56 cm, 平均体重为 9.13 g, 2017 年 9 月 3 号放养, 密度为 80 尾·m⁻²。

1.1.3 养殖管理

养殖过程中, 每 10~15 d 添换水 1 次, 保持池水深度 1.2 m, 透明度 20~30 cm, pH 7.0~7.5, 溶解

收稿日期: 2018-11-08.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家星火计划项目 (2015GA701005); 宁波市科技计划项目 (2017C10055); 鄞州区科技计划项目 (2017-59-9)。

第一作者: 冯彬彬 (1992-), 男, 四川邻水人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 水产养殖。E-mail: 460909706@qq.com

*通信作者: 竺俊全 (1964-), 男, 浙江宁波人, 教授, 主要研究方向: 水产养殖。E-mail: zhujunquan@nbu.edu.cn

氧大于 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. 每天 6:00、10:00、16:00 时, 沿池塘四周投喂“拳王牌”饲料(蛋白含量 38%), 投喂量为鱼体重的 3%~5%. 每天测量记录池塘水温.

1.2 取样及生物学测定

2017 年 9~12 月, 每月定期采样 1 次, 每次从池塘中随机取样 200 尾(清晨空腹取样), 带回宁波大学实验室暂养 2 h 后进行生物学测定. 用游标卡尺测定全长(L_a)、体长(L)、体高(H)、体宽(D)、头长(E); 体重、内脏团重、肝脏重及性腺重用电子秤进行测定; 其中, 质量单位为 g, 长度单位为 cm. 计算公式如下: 肝体比=肝脏质量/体重 $\times 100\%$, 性腺指数=性腺质量/体重 $\times 100\%$, 肥满度=[体重/体长 3] $\times 100\%$.

1.3 数据处理

用 Excel 软件处理基本生长数据, 以均值 $\pm$ 标准差表示, 用 SPSS 17.0 软件单因素方差法对数据进行显著性分析, 显著性水平为 0.05. 台湾泥鳅体重和体长关系用 $W = aL^b$ (其中 W 为体重, L 为体长, a 和 b 为常数)模型进行拟合, 用 von Bertalanffy 方程对其生长进行拟合.

2 结果

2.1 雌雄生长差异

共随机测定 800 尾鱼, 其中雌鱼 408 尾、雄鱼 392 尾. 对雌雄个体基本生长指标的总平均值进行差异分析, 结果显示, 雌雄间除体重外, 其余各指标差异均不显著($P>0.05$)(表 1). 对雌雄鱼平均体重生长曲线进行比较后发现, 9 月和 12 月雌鱼平均体重大于雄鱼, 10 月和 11 月雄鱼平均体重大于雌鱼(图 1). 雌雄个体体重(W)与体长(L)的关系式分别如下: $W_1=0.009L^{3.0425}$ ($R^2=0.9507$), $W_2=0.0096 \times L^{2.9818}$ ($R^2=0.9774$), 经协方差分析(ANCOVA)表明, 体重与体长关系在雌雄间无显著差异($P>0.05$).

表 1 台湾泥鳅雌雄鱼之间基本生长指标

性别	全长/cm	体长/cm	体高/cm
雌	13.45 $\pm$ 1.56 ^a	11.83 $\pm$ 1.43 ^a	1.87 $\pm$ 0.25 ^a
雄	13.30 $\pm$ 2.17 ^a	11.60 $\pm$ 1.68 ^a	1.80 $\pm$ 0.29 ^a
性别	体宽/cm	体重/g	净体重/g
雌	1.30 $\pm$ 0.18 ^a	17.56 $\pm$ 4.23 ^a	14.39 $\pm$ 2.35 ^a
雄	1.14 $\pm$ 0.18 ^a	15.92 $\pm$ 2.69 ^b	14.29 $\pm$ 3.15 ^a

注: 同列数据相同字母表示差异不显著($P>0.05$), 不同字母表示差异显著($P<0.05$).

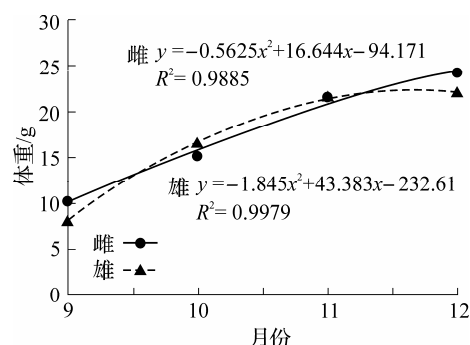


图 1 台湾泥鳅雌雄个体平均体重曲线

2.2 各基本生长指标间的相关性

使用回归分析对所得样本各基本生长指标的月平均值进行分析, 结果表明, 可用线性方程表示台湾泥鳅体长(L)与体高(H)、体宽(D)、头长(E)的相关性, 可用幂函数方程表示其体重、净体重与体长的关系, 关系式分别如下:

$$L=6.3186H+0.0855(R^2=0.9983),$$

$$L=9.2335D+0.4164(R^2=0.9988),$$

$$L=7.3853E-2.3784(R^2=0.9963),$$

$$W=0.087L^{3.037}(R^2=0.9647),$$

$$W_n=0.0091 \times L^{2.9606}(R^2=0.9614).$$

由此可见, 体长随体高、体宽、头长的增长呈线性增长, 体重、净体重随体长的增长而增加, 其中幂函数指数 b 均接近于 3, 表明台湾泥鳅的生长属于匀速生长.

表 2 台湾泥鳅基本生长指标及其相对增长率

时间	体长(L)		体高(H)		体宽(D)		体重(W)		净体重(W_n)	
	L/cm	$C/\%$	H/cm	$C/\%$	D/cm	$C/\%$	W/g	$C/\%$	W_n/g	$C/\%$
2017-09	9.56 $\pm$ 1.49	15.59	1.51 $\pm$ 0.31	13.91	0.99 $\pm$ 0.22	16.16	9.13 $\pm$ 2.07	52.35	8.08 $\pm$ 1.14	46.41
2017-10	11.05 $\pm$ 1.53	15.84	1.72 $\pm$ 0.28	16.86	1.15 $\pm$ 0.23	17.39	13.91 $\pm$ 3.15	55.86	11.83 $\pm$ 2.36	55.03
2017-11	12.80 $\pm$ 1.30	5.47	2.01 $\pm$ 0.26	5.97	1.35 $\pm$ 0.25	4.44	21.68 $\pm$ 4.02	7.38	18.34 $\pm$ 3.33	7.80
2017-12	13.50 $\pm$ 1.22	—	2.13 $\pm$ 0.25	—	1.41 $\pm$ 0.26	—	23.28 $\pm$ 4.15	—	19.77 $\pm$ 3.36	—

注: C 为相对增长率.

2.3 生长特性

2.3.1 基本生长指标及相对增长率

台湾泥鳅每月平均基本生长指标及相对增长率见表 2。由表中数据可见, 各基本生长指标增长率变化呈先上升后下降的趋势, 9 月台湾泥鳅的生长主要体现在体长(15.59%)、体高(13.91%)、体宽(16.16%)、体重(52.35%)、净体重(46.41%)的增长。10 月台湾泥鳅生长在体长(15.84%)、体高(16.86%)、体宽(17.39%)、体重(55.86%)、净体重(55.03%)上得到较好的体现。9 月和 10 月各基本生长指标相对增长率表现为同步增长, 11 月后各基本指标的相对增长率显著下降。池塘水温对体长和体重相对增长率的影响如图 2 所示, 从图可见体长与体重的相对增长率随温度的下降呈先上升后下降趋势。

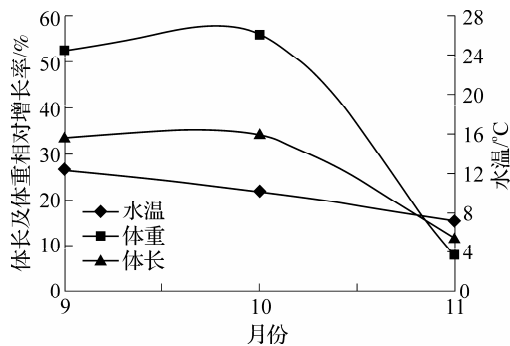


图 2 水温对台湾泥鳅体长、体重相对增长率的影响

2.3.2 拟合 von Bertalanffy 生长方程

von Bertalanffy 生长方程中的参数是根据台湾泥鳅体长和体重数据, 运用最小二乘法原理计算得出 $k=0.3119$, 渐进体长 $L_{\infty}=16.23$ cm, 理论生长起点年龄(月龄) $t_0=0.204$, 渐进体重 $W_{\infty}=42.69$ g, 从而得台湾泥鳅体重 W 和体长 L 随养殖时间 t 的方程分别如下:

$$W_t=42.69(1-e^{-0.3119(t-0.204)})^{3.04},$$
$$L_t=16.23(1-e^{-0.3119(t-0.204)}).$$

进一步分析得出体重和体长生长速度及加速

度方程分别为:

$$dW_t/dt=40.44e^{-0.3119(t-0.204)}(1-e^{-0.3119(t-0.204)})^{2.04},$$
$$d^2W_t/dt^2=12.61e^{-0.3119(t-0.204)}(1-e^{-0.3119(t-0.204)})\times$$
$$(3.04e^{-0.3119(t-0.204)}-1),$$
$$dL/dt=5.06e^{-0.3119(t-0.204)},$$
$$d^2L/dt^2=-1.58e^{-0.3119(t-0.204)}.$$

由图 3 可见, 体重生长速度和加速度变化曲线具有明显拐点, 变化趋势类似, 都随月龄的增加呈现先升高后下降的趋势。在体重速度达到最大且体重加速度为 0 时, 月龄为 3.769 (此时体重 12.70 g, 体长 10.90 cm), 此时为台湾泥鳅的生长拐点。图 4 显示, 体长生长速度随月龄的增加逐渐减缓, 加速度逐渐升高, 但加速度值始终为负值。

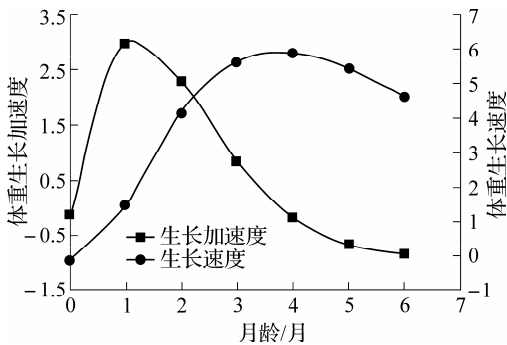


图 3 台湾泥鳅体重生长速度和加速度曲线

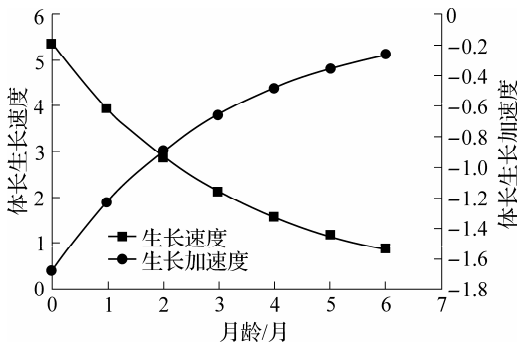


图 4 台湾泥鳅体长生长速度和加速度曲线

2.4 体型变化

对台湾泥鳅的体型指标进行方差分析, 表 3 的

表 3 台湾泥鳅的体型指标

时间	L/L_a	L/E	H/D	L/H	L/D
2017-09	0.87±0.01 ^a	5.85±0.04 ^a	1.51±0.04 ^a	6.35±0.07 ^a	9.61±0.15 ^a
2017-10	0.87±0.01 ^a	6.16±0.08 ^a	1.50±0.04 ^a	6.43±0.27 ^a	9.65±0.15 ^a
2017-11	0.88±0.00 ^a	6.26±0.17 ^a	1.49±0.01 ^a	6.35±0.10 ^a	9.45±0.22 ^a
2017-12	0.88±0.00 ^a	6.25±0.09 ^a	1.51±0.01 ^a	6.32±0.10 ^a	9.58±0.22 ^a

注: L 、 L_a 、 E 、 H 、 D 分别表示体长、全长、头长、体高、体宽; 同列相同字母表示差异不显著($P>0.05$), 不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

数据结果表明, L/L_a 、 L/E 、 H/D 、 L/H 、 L/D 这 5 组体型指标在每月之间差异不显著($P>0.05$)。

2.5 肥满度、肝体比、性腺指数的变化

由表 4 和图 5 可知, 随着池塘水温的下降, 台湾泥鳅的肥满度与肝体比的变化趋势为先上升后下降, 在 10 月出现最大值, 12 月时显著低于其他几个月($P<0.05$)。而性腺指数则呈现持续上升的趋势, 9 月的性腺指数显著低于其他各月($P<0.05$)。

表 4 台湾泥鳅肥满度、肝体比、性腺指数的变化

时间	肥满度	肝体比	性腺指数
2017-09	1.05±0.03 ^a	1.70±0.09 ^b	0.88±0.15 ^a
2017-10	1.06±0.15 ^a	2.21±0.05 ^c	5.19±0.58 ^b
2017-11	1.03±0.03 ^a	1.67±0.10 ^b	6.15±1.12 ^c
2017-12	0.90±0.02 ^b	1.47±0.05 ^a	6.82±0.86 ^c

注: 同列相同字母表示差异不显著($P>0.05$), 不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

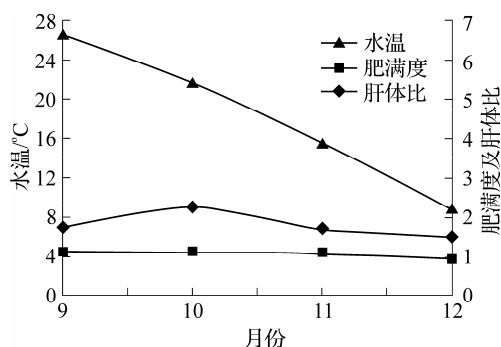


图 5 台湾泥鳅肥满度、肝体比的变化

3 讨论

据研究, 一些鱼类雌雄生长速度存在差异, 如长江口银色鳗(*Anguilla japonica*)^[15]及半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis*)^[16]的雌鱼生长较雄鱼快, 而尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)^[17]及黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco* Richardson)^[18]雄鱼生长比雌鱼快。也有些鱼类的雌雄鱼在整个生长阶段的生长速度不存在差异, 某生长阶段雄鱼生长较快, 而另阶段则相反, 如大麻哈鱼(*Oncorhynchus keta* Walbaum)^[19]。利用雌雄鱼生长速度不一的特点, 通过实施生长较快的单性养殖, 可以有效提高产量及经济效益。本研究发现, 9~12 月池塘养殖台湾泥鳅雌雄个体间的全长、体长、体高及体宽总平均值差异不显著($P>0.05$), 对雌雄个体月平均值比较后发现, 台湾泥鳅雌雄生长不存在差异, 该结果与

戴璐怡^[1]及李倩等^[20]对台湾泥鳅雌雄个体生长差异研究结果一致, 因此池塘养殖台湾泥鳅不需要通过单性养殖实现增产增收。

对台湾泥鳅的基本生长指标分析后发现, 体高、体宽、头长均与体长呈线性关系, 且各指标增量在 9~10 月较大, 11 月后生长变缓。原因在于 9~10 月池塘平均水温 22~27°C, 是台湾泥鳅适宜生长季节, 该时期其摄食率及摄食量较高, 生长较快; 而 11 月后水温降低(平均水温 9~16°C), 台湾泥鳅摄食量减少, 因此生长减慢。因此, 根据台湾泥鳅 9~10 月生长较快特点, 可通过提高饲料品质, 适当增加投喂频次及投喂量, 达到增产增收的目的。

鱼类的体重和体长是判断养殖效果和种质质量的两个重要生物学特征参数^[21], 体重与体长幂函数方程中的指数 b 称为异速生长因子, 能够反映鱼类在不同发育阶段的不均衡性。Froese 提出^[22], 当 b 等于或接近 3 时为匀速生长, 体重和体长表现为同步增长; b 值小于 3 时, 为体长增长速度快于体重的异速生长。本研究中, 台湾泥鳅体重与体长幂函数中的 b 值为 3.037, 表明台湾泥鳅的生长为匀速生长, 与翘嘴鲌(*Culter alburnus*) $b=2.9211$ ^[23]、拟尖头鲌(*Culter oxycephaloides*) $b=3.10$ ^[24]、麻尔柯河高原鳅(*Triplophysa markehenensis*) $b=2.9519$ ^[25]等淡水鱼类的生长特点相似。

生长方程中的生长系数 k 是决定达到渐进值快慢的重要参数, k 值越大, 表明达到渐进值越快, 生长周期越短^[26]。Branstetter 提出^[27], k 值为 0.05~0.10 时, 属生长缓慢型; k 值为 0.10~0.20 时, 属均速生长型; k 值为 0.20~0.50 时, 属快速生长型。本文中, 台湾泥鳅生长系数 $k=0.3119$, 表明属快速生长型鱼类。此外, 通过比较台湾泥鳅与大鳞副泥鳅(*Paramisgurnus dabryanus*)^[28]、宽体华鳅(*Sinibotia reevesae*)^[26]及中华沙鳅(*Sinibotia superciliaris*)^[29]的生长类型及各自的 k 值(表 5), 发现生长类型与 k 值的关系与上述理论相符, 且台湾泥鳅比其他 3 种鱼生长快。

表 5 鳅科不同种鱼类生长系数 k 值的比较

项目	台湾泥鳅	大鳞副泥鳅	中华沙鳅	宽体华鳅
k 值	0.311 9	0.201 0	0.119 4	0.197 4
生长类型	快速生长	快速生长	均速生长	均速生长

肥满度和肝体比可作为反映鱼类生存环境和

生长状况的指标^[30],其变化主要受温度影响,如对荷那龙罗非鱼(*Oreochromis hornorum*)研究发现^[31],在温度范围为20~25℃时,肥满度与肝体比随温度的降低而升高;温度范围为14~20℃时,随温度的降低而降低;对奥尼罗非鱼(*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*)的研究发现^[32],肥满度和肝体比在11~25℃范围内,随温度的下降呈下降趋势。由于随温度下降,鱼类摄食减少,甚至停止摄食,为抵抗低温环境、维持正常的新陈代谢,鱼体开始使用自身储存物质,导致肥满度和肝体比下降^[31-32]。本研究发 9 月及 10 月水温适宜于台湾泥鳅,因此其生长较快,肥满度及肝体比较大;10~12 月,随着水温降低,台湾泥鳅摄食减少,肥满度和肝体比逐渐降低,表明温度是影响台湾泥鳅肥满度和肝体比的主要因素之一。此外,肝体比还受性腺发育的影响,如对河鲀(*Takifugu obscurus*)^[33]及鲇(*Silurus asotus*)^[34]的研究发现,肝体比随性腺指数的增加呈下降趋势,性腺指数越大,肝体比越小,卵巢发育后期所需的部分营养物质需要在肝脏合成,导致肝体比下降。本研究中,9~12 月台湾泥鳅性腺指数逐渐增大,肝体比先上升后下降,在 10 月达到最大值。

综上,9~12 月池塘养殖台湾泥鳅,其雌雄鱼之间生长速度差异不显著,体长、体高、体宽、头长表现为同步增长,体重与体长的生长方式为匀速生长。台湾泥鳅属快速生长型鱼类,9 月及 10 月水温适宜,台湾泥鳅摄食旺盛、生长较快;肝体比、肥满度随水温的下降呈先上升后下降趋势,而性腺指数呈上升趋势。

参考文献:

- [1] 戴璐怡. 大鳞副泥鳅和台湾泥鳅的形态学研究和线粒体基因组全序列分析[D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2015.
- [2] 张锐昌, 蒋秋燕, 张应龙, 等. 泥鳅的综合开发利用[J]. 食品与药品, 2010, 12(3):197-201.
- [3] 蒲宗旺, 王永明, 张运邦, 等. 台湾泥鳅含肉率及肌肉营养成分分析与评价[J]. 食品工业科技, 2017, 38(18): 300-305; 311.
- [4] 黄涛. 不同越冬条件下大鳞副泥鳅形态及繁殖特征的比较[D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2016.
- [5] 廖亚明, 彭扣, 晏有水, 等. 台湾泥鳅的胚胎发育观察[J]. 江西水产科技, 2016(5):8-9.
- [6] 杜后艳, 南平, 燕帅国, 等. 豫北地区大鳞副泥鳅胚胎发育的观察[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2007, 35(2):146-149.
- [7] 凌锡跃. 台湾泥鳅的人工繁殖及苗种培育技术初探[J]. 中国水产, 2016(8):101-102.
- [8] 王茵, 郭书悦, 何国森, 等. 台湾泥鳅的营养成分分析及评价[J]. 渔业研究, 2017, 39(5):371-378.
- [9] 王雷, 李敬伟, 李文宽, 等. 稻田生态养殖台湾泥鳅试验[J]. 养殖与饲料, 2016(8):27-28.
- [10] Chang Z, Yu Q. The cytogenetic evidences of ZZ/ZW sex determination in *Paramisgurnus dabryanus*[J]. Hereditas, 1997, 19(3):17-19.
- [11] Dong Z, Li X, Zhang X, et al. Development of microsatellite markers for genetic analysis in the large scale loach *Paramisgurnus dabryanus*[J]. Conservation Genetics Resources, 2014, 6(1):151-153.
- [12] Chiang T Y, Lin H D, Shao K T, et al. Multiple factors have shaped the phylogeography of Chinese spiny loach *Cobitis sinensis*, in Taiwan as inferred from mitochondrial DNA variation[J]. Journal of Fish Biology, 2010, 76(5):1173-1189.
- [13] 曾本和, 王万良, 朱龙, 等. 饲料蛋白质水平对台湾泥鳅生长性能、形体指标和体成分的影响[J]. 动物营养学报, 2017, 29(9):3413-3421.
- [14] 丁辰龙, 王信海, 王宣朋, 等. 台湾泥鳅与本地泥鳅繁育、性腺发育及生长的比较[J]. 天津师范大学学报(自然版), 2016, 36(3):69-73.
- [15] 郭弘艺, 魏凯, 谢正丽, 等. 长江口银色鳊的形态指标体系及其雌雄鉴别[J]. 水产学报, 2011, 35(1):1-9.
- [16] 李虎, 陈四清, 刘海金, 等. 半滑舌鳎养殖群体的性比与雌雄形态差异比较[J]. 水产学报, 2012, 36(9):1331-1336.
- [17] 杨东, 余来宁, 张繁荣, 等. 筛选与尼罗罗非鱼性别相关的 AFLP 标记[J]. 水生生物学报, 2007, 31(6):901-904.
- [18] 刘汉勤, 崔书勤, 侯昌春, 等. 从 XY 雌鱼雌核发育产生 YY 超雄黄颡鱼[J]. 水生生物学报, 2007, 31(5):718-725.
- [19] 王继隆, 唐富江, 刘伟. 大麻哈鱼的年龄与生长[J]. 水生生物学报, 2012, 36(6):1149-1155.
- [20] 李倩, 茹金根, 刘士力, 等. “台湾泥鳅”人工繁殖试验[J]. 河北渔业, 2014(9):43-46.
- [21] 李思发. 中国淡水主要养殖鱼类种质研究[M]. 上海: 科学技术出版社, 1998.
- [22] Froese R. Cube law, condition factor and length-weight relationship: History, meta-analysis and recommendations [J]. Journal of Applied Ichthyology, 2006, 22(4):241-253.
- [23] 吕大伟, 周彦锋, 葛优, 等. 淀山湖翘嘴鲈的年龄结构与生长特性[J]. 水生生物学报, 2018, 42(4):762-769.

- [24] 段鹏翔, 杨志, 唐会元, 等. 小江拟尖头鮠的年龄、生长、繁殖及其资源开发状况研究[J]. 水生生物学报, 2015, 39(4):695-704.
- [25] 张雪飞, 何春林, 宋昭彬. 大渡河上游麻尔柯河高原鳅的年龄与生长[J]. 动物学杂志, 2010, 45(4):11-20.
- [26] 王永明, 谢碧文, 邹远超, 等. 沱江宽体华鳅的年龄与生长[J]. 动物学杂志, 2015, 50(2):221-230.
- [27] Branstetter S. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and Spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico[J]. Copeia, 1987, 1987(4):964-974.
- [28] 王坤, 凌去非, 李倩, 等. 苏州地区泥鳅和大鳞副泥鳅年龄与生长的初步研究[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(5):553-558.
- [29] 普炯. 中华沙鳅的年龄生长、食性以及肌肉营养研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [30] 区又君, 柳琪, 刘泽伟. 3种笛鲷的含肉率、肥满度、比肝重和肌肉营养成分的分析[J]. 大连海洋大学学报, 2006, 21(3):287-289.
- [31] 陈智. 低温胁迫对荷那龙罗非鱼血液生理生化指标的影响[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2011.
- [32] 贾明亮. 低温胁迫对奥尼罗非鱼的生长、肌肉组成和血液生理生化指标的影响[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2010.
- [33] 韦众, 鲍传和. 不同水体河 Tun 丰满度, 性腺和肝脏指数的比较[J]. 安徽农业大学学报, 1999(4):427-431.
- [34] 朱玲, 温海深. 野生鮠性腺发育及其与肝重指数关系的研究[J]. 水利渔业, 2002, 22(5):26-27.

Growth characteristics of large-sized fingerlings *Paramisgumus dabryanus* ssp. in pond culture

FENG Binbin¹, ZHANG Qingke¹, GAO Xinming¹, XUE Congshun², CAI Huifeng²,
WANG Hongbo³, ZHU Junquan^{1*}

(1. Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology of Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315823, China;

2. Ningbo Yinzhou District Fishery Technology Management Service Station, Ningbo 315100, China;

3. Ningbo Yinzhou Huanya Aquaculture Co. Ltd., Ningbo 315100, China)

Abstract: The current study was aimed to investigate the growth characteristics of large-sized fingerlings *Paramisgumus dabryanus* ssp.. The growth and morphology parameters of this specie cultured in pond (3~6 months old) were measured and analyzed. The results showed that there was no significant change in growth between male and female individuals ($P>0.05$). The linear equations between body length (L) and other 3 morphology parameters (H : height, D : body width, E : head length) could be described as $L=6.3186H+0.0855$ ($R^2=0.9983$), $L=9.2335D+0.4164$ ($R^2=0.9988$), and $L=7.3853E-2.3784$ ($R^2=0.9963$), respectively. $W=0.087L^{3.037}$ ($R^2=0.9647$) and $W_n=0.0091L^{2.9606}$ ($R^2=0.9614$) depicted the correlation of body weight (W : body weight) and net weight (W_n : net weight) to body length respectively. von Bertalanffy growth equation was used to describe the growth of *P. dabryanus* ssp., with the growth formulas being $W_t=42.69[1-e^{-0.3119(t-0.204)}]^{3.04}$ and $L_t=16.23[1-e^{-0.3119(t-0.204)}]$ respectively. *P. dabryanus* ssp. is a fast-growing fish. With the suitable water temperature, *P. dabryanus* ssp. had the maximal growth in September and October, and had lower growth after November with decreased water temperature. The hepatosomatic index and condition factor increased at first and then decreased with the drop of water temperature, while the gonadal index continued to raise.

Key words: *Paramisgumus dabryanus* ssp.; growth; growth equation; growth rate

(责任编辑 章践立)