

三角鲤的繁殖与生长特性

郑惠芳^① 蓝春^②

(^①广西大学动物科学与技术学院 南宁 530005; ^②广西都安县水产技术推广站 都安 530700)

摘要: 对三角鲤的年龄与生长、食性和繁殖进行了研究。三角鲤体长和体重相关, 关系方程式为 $W = 0.011371L^{3.3244}$ 。3⁺ 龄以前生长较快, 生长指标高, 体长和体重的瞬时生长率大。其生长规律符合 Von Bertalanffy 方程: $L_t = 57.25[1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]$; $W_t = 6762.04[1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]^3$ 。生长拐点 $t_r = 6.41$ 龄。其食性是以底栖动物为主的杂食性鱼类。性成熟年龄雌鱼为 3⁺ 龄, 雄鱼为 2⁺ 龄, 相对繁殖力为 55 ~ 88 粒/g 体重。一年多次产卵, 产卵盛期为 4 ~ 5 月, 胚胎发育所需积温约为 2300 °C·h。

关键词: 三角鲤; 繁殖; 食性; 生长

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)05-73-05

The Reproduction and Growth Characteristics of *Cyprinus multitaeniata*

ZHENG Hui-Fang^① LAN Chun^②

(^① College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005;

^② Fishery Technology Extension Station of Duan County, Guangxi, Du'an 530700, China)

Abstract: The present reports deals with the age, growth, feeding habit and reproduction of *Cyprinus multitaeniata*. The relationship between its body weight (W) in gm and body length (L) in cm can be expressed by the function: $W = 0.011371L^{3.3244}$. *C. multitaeniata* shows a faster growth in the first three years with a higher growth target and faster instantaneous growth rate in body length and weight. Its growth pattern complies with the Von · Bertalanffy formula: $L_t = 57.25[1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]$; $W_t = 6762.04[1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]^3$. Its growth inflection point (t_r) is 6.41. The *C. multitaeniata* is omnivorous in its feeding habit, mainly fed on benthic animal. The first maturity of female is in the third year, while the male in the second year. The relative fecundity ranges from 55 to 88 eggs/g. The fish can spawn several times a year, mostly in April and May. The accumulative temperature in embryo development periods is 2300 °C·h.

Key words: *Cyprinus multitaeniata*; Reproduction; Feeding habit; Growth

三角鲤 (*Cyprinus multitaeniata*) 俗称江鲫、伏鲤, 隶属鲤形目、鲤科、鲤属, 主要分布于西江水系各江河, 是西江野生鱼类, 属名贵河鲜。因含肉率高, 肉质细嫩, 味道鲜美且货源稀少而高价畅销。20 世纪 80 年代初, 我国鱼类学家已提出“此鱼可作为今后养殖发展的新对象”^[1], 但未见付之实施的报道。为了将三角鲤由野生变为家养, 满足市场需求, 作者于 2000 年 2 月 ~ 2002 年 12 月期间, 从研究其生物学特性入手, 进行驯养和人工繁殖试验, 以达到大批生产三角鲤苗种, 并在养殖户中养成商品鱼的目的。本文报道了三角鲤的繁殖、食性、

年龄与生长等生物学特性, 为三角鲤的增养殖提供科学依据。

1 材料与方法

2000 年 2 月至 2001 年 5 月, 自广西都安县境内的红水河段 (属西江上游) 随机调查渔民所捕获野生三角

第一作者简介 郑惠芳, 女, 37 岁, 学士, 讲师; 研究方向: 鱼类生理学及鱼类养殖学; E-mail: zhenghf3620@126.com。

收稿日期: 2003-12-15, **修回日期:** 2004-05-25

鲤 194 尾,经野外常规生物学测定后,再进行室内年龄、生长、食性的研究,并进行了人工繁殖。

采鳞片标本参考陈佩薰采集鲤鱼鳞片的方法^[2],即在侧线上第 1~2 行,从背鳍起点之后顺序拔取三片。除去粘液、表皮后用清水洗净保存。观察时,将鳞片夹于两载玻片之间,于显微镜下进行年龄的鉴定;食性系根据刚捕获的野生鱼解剖的肠道内含物和肠道充塞度判断;体重与体长的相关关系用 $W = aL^b$ 式计算,并用 Von Bertalanffy 生长方程求其生长参数。生长指标、体重瞬时生长率、体长瞬时生长率按下列公式^[3]计算:

$$\text{生长指标 } Cu = L_1 \cdot (\lg L_2 - \lg L_1) / 0.4343(t_2 - t_1)$$

$$\text{体重瞬时生长率 } g_t = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$$

$$\text{体长瞬时生长率 } g_l = (\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)$$

式中: t 为时间(年); L_2 为时间 t_2 时的体长(cm); L_1 为时间 t_1 时的体长(cm); W_2 为时间 t_2 时的体重(g); W_1 为时间 t_1 时的体重(g)。

胚胎发育与胚后发育结果是在都安县水产技术推广站进行人工繁殖所得受精卵,于室内显微镜下观察而得。

2 结 果

2.1 繁殖与胚胎发育

2.1.1 繁殖 性成熟年龄,雌鱼为 3⁺ 龄,雄鱼为 2⁺ 龄。属一年多次产卵类型。卵沉性,粘性。2~4 龄鱼的相对繁殖力为 55~88 粒/g 体重,产卵水温为 18~30℃,产卵最适水温为 22~28℃,产卵季节为 2~10 月,盛产期 4~5 月。在红水河,每年 5 月上旬前后,河水第一次上涨、水质浑浊时,大量亲鱼集中产卵繁殖,亲鱼产卵一般进入支流或河湾处,受精卵常粘附于被水新淹没的杂草上,在池塘饲养条件下,亲鱼性腺发育良好。成熟亲鱼对 DOM+S-GnRH-A 合剂敏感,广西都安县水产技术推广站在 2001、2002 年连续 2 年使用这些激素催产均获得成功,共获鱼苗 145 万尾。

2.1.2 胚胎发育及胚后发育

(1)胚胎发育:受精卵淡黄色半透明,沉性,具粘性,吸水后卵径为 1.8~2.27 mm。其胚胎发育特征见表 1、图 1(水温 19~24℃)。三角鲤胚胎发育时间与水温呈负相关,自受精至孵出所需时间,水温 15.3~22℃时为 124 h,19~24℃时为 107 h 20 min。

(2)胚后发育:刚出膜的仔鱼,全长 4.5~5.0 mm,肌节 35 对,尾鳍褶与背鳍褶相连接,胸鳍、腹鳍、臀鳍原基已出现。大部分时间侧卧水底,偶尔作垂直运动。胚后发育特征见表 2。

表 1 三角鲤胚胎发育顺序(水温 19~24℃)

序号	发育时期	距受精时间	特征
1	胚盘隆起	50 min	原生质向动物极集中
2	2 细胞期	1 h 30 min	第一次卵裂,胚盘形成 2 个细胞
3	8 细胞期	3 h	第三次卵裂,胚盘形成 8 个细胞
4	32 细胞期	5 h	第五次卵裂,胚盘形成 32 个细胞
5	囊胚中期	8 h 10 min	卵黄囊上部细胞向四周包裹
6	原肠中期	12 h 50 min	胚盘下包至卵黄囊 2/3 处
7	胚孔封闭期	16 h 40 min	胚孔封闭,脊索呈柱状
8	体节出现期	17 h 35 min	出现肌节 2 对
9	眼囊期	22 h 25 min	眼基扩大,呈长椭圆形
10	尾芽期	23 h 15 min	胚体尾部出现尾节,眼囊进一步清晰呈杯状
11	肌肉效应期	40 h 20 min	间歇出现肌肉颤动
12	心跳期	47 h 48 min	心脏开始出现微弱跳动
13	出膜期	107 h 20 min	胚体以头部破膜而出,全身透明无色

表 2 三角鲤胚后发育特征

序号	距出膜时间	特征
1	24 h	鳃形成,鳃盖有色素出现,上下颌活动,全长 5.5~6.0 mm
2	3 d	卵黄囊消失,鳃充气,能平游,全长 7.3 mm
3	15 d	鳃发育成前后两室,前室较圆,后室锥形,各鳍褶已明显分化。全长 9.4~13.7 mm
4	31 d	侧线上或稍下出现一排鳞片,奇、偶鳍发育完全,各鳍的原始骨质鳍条数与成鱼吻合,全长为 19.0~21.0 mm
5	40 d	鳞片完全,外部形态与成鱼相似

2.2 食性与生长

2.2.1 食性 材料鱼由红水河捕起后立即解剖,取出消化道内含物,用碘液固定后镜检。从内含物判断,三角鲤是以底栖动物为主的杂食性鱼类,其食物主要构成为:

(1)环节动物:水蚯蚓(*Limnodrilus* sp.)和颤蚓(*Tubifex* sp.)等。

(2)节肢动物:摇蚊幼虫(*Cironomus* sp.)和沼虾(*Macrobrachium* sp.)等。

(3)软体动物:蚬(*Corbicula* sp.)、幼蚌(*Anodonta* sp.)和螺(*Bellamya* sp.)等。

此外,还有浮游动物、浮游植物、有机碎屑、水生植物种子、植物的根和茎以及丝状藻类。在人工饲养条件

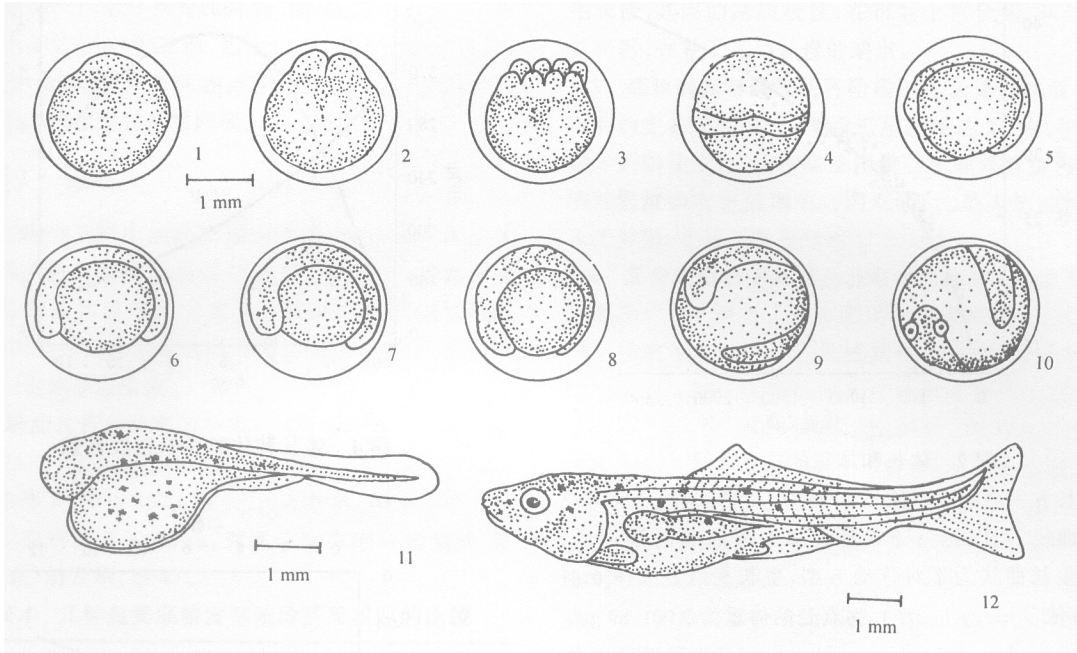


图1 三角鲤的胚胎发育和胚后发育

1. 胚盘隆起; 2. 2细胞期; 3. 8细胞期; 4. 原肠中期; 5. 胚孔封闭期; 6. 体节出现期; 7. 眼囊期
8. 尾芽期; 9. 肌肉效应期; 10. 心跳期; 11. 刚孵出; 12. 孵出后 15 d

下,喜食颗粒配合饲料(粗蛋白含量 30%~35%)。三角鲤的摄食量很小,在苗种阶段,肠的充塞度普遍为 3~4 级,成鱼阶段常处于 1~3 级,以 1~2 级者居多。

2.2.2 渔获物年龄组成和体长、体重分布 捕捞群体由 6 个年龄组成。各年龄所占比例及体长、体重分布见表 3。其中 3⁺ 龄以内渔获物共占 65.4%。

表 3 三角鲤体长、体重实测值与阶段生长

年龄	样本数 (尾)	数量百分比 (%)	平均体长 (cm)	体长瞬时增长率 (%)	生长指标	平均体重 (g)	体重瞬时增长率 (%)
1 ⁺	34	17.5	21.2		3.832	297	
2 ⁺	40	20.6	25.4	18.075	3.454	528	57.536
3 ⁺	53	27.3	29.1	13.599	2.306	820	44.021
4 ⁺	34	17.5	31.5	7.925	3.048	1069	26.517
5 ⁺	26	13.4	34.7	9.675	2.600	1517	35.001
6 ⁺	7	3.6	37.4	7.493		1959	25.570

2.2.3 生长 其生长的规律性以瞬时生长率和生长指标来划分。从表 3 可以看出,三角鲤 1⁺ 龄生长最快,性成熟的 3⁺ 龄以前生长也较为旺盛,其体长和体重的瞬时生长率都较大,生长指标也高。性成熟的 3⁺ 龄以后,生长较慢,而在 3⁺~4⁺ 龄生长指标出现一个低谷。

2.2.4 体长与体重相关关系 体长与体重呈幂指数相关,以各体长组的平均体长与其相应的平均体重,求得关系式为 $W = 0.011371L^{3.3244}$ (相关系数 $r = 0.9966$, $n = 194$),见图 2。

2.2.5 生长参数和生长曲线 由以上体长与体重相关

关系式,幂函数为 3.324 4,三角鲤基本上属于均匀生长类型,可应用 Von Bertalanffy 生长方程来描述生长规律和特征。根据各年龄组实测平均体长、体重值(表 3),应用最小二乘法^[4]进行计算,求得渐近体长 $L_{\infty} = 57.25$ cm,生长系数 $k = 0.11717$,渐近体重(最大体重) $W_{\infty} = 6762.04$ g, $t_0 = -2.96147$ 。于是,三角鲤体长和体重的生长方程表达为:

$$L_t = 57.25[1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]$$
$$W_t = 6762.04[1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]^3$$

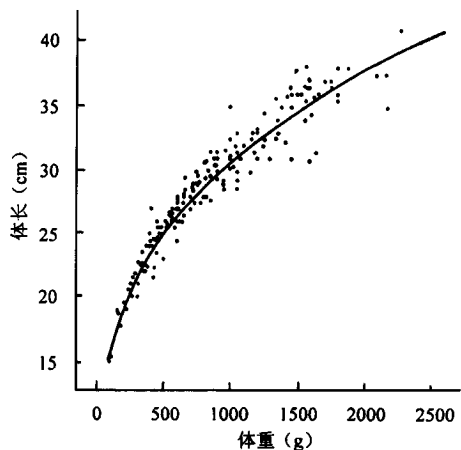


图2 体长和体重的关系曲线

由生长方程分别绘制体长和体重生长曲线(图3),体长生长曲线不具拐点;随年龄的增加逐渐趋向渐近值。体重生长曲线为不对称的S型,生长拐点在 $t_r = 6.41$ 龄处(依 $t_r = t_0 + \ln 3/k$),拐点处的体重为 2 001.89 g。

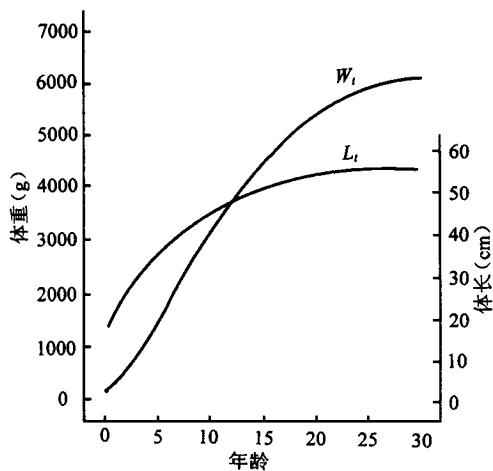


图3 体长和体重生长曲线

2.2.6 生长速度和加速度 为反映三角鲤生长过程随时间而变化的规律,引入生长速度和生长加速度方程。由 Von Bertalanffy 生长方程对 t 求导数,得生长速度曲线(一阶导数)和生长加速度曲线(二阶导数),即:

$$dL/dt = 6.70798e^{-0.11717(t+2.96147)}$$

$$dW/dt = 2376.92468e^{-0.11717(t+2.96147)} [1 - e^{-0.11717(t+2.96147)}]^2$$

$$d^2L/dt^2 = -0.78597e^{-0.11717(t+2.96147)}$$

$$d^2W/dt^2 = 278.50426e^{-0.11717(t+2.96147)} \cdot [3e^{-0.11717(t+2.96147)} - 1]$$

对上述4个方程作出相应的曲线(图4~6)。

三角鲤体长生长速度(图4)和加速度(图5)曲线显

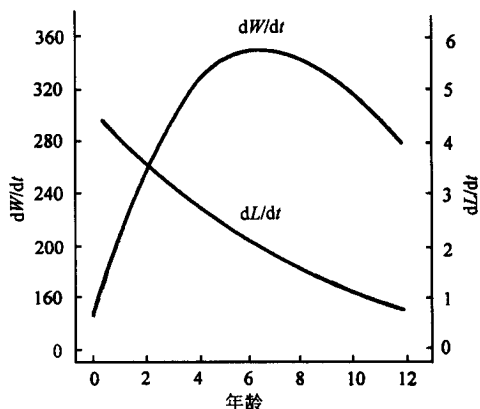


图4 体长和体重生长速度曲线

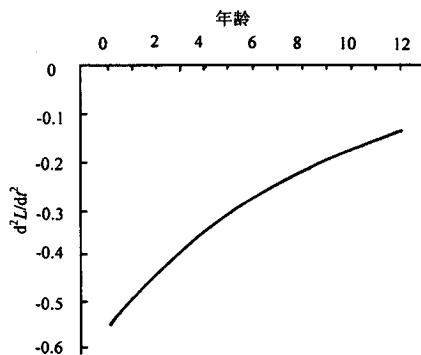


图5 体长生长加速度曲线

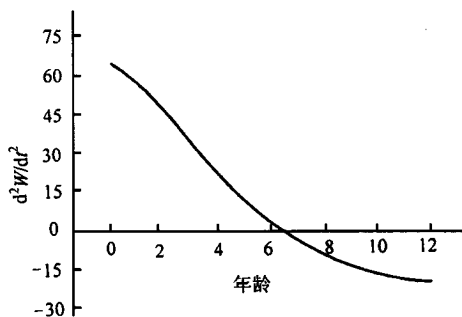


图6 体重生长加速度曲线

示:随年龄 t 的增长, dL/dt 不断递减,而 d^2L/dt^2 却逐渐上升(位于 t 轴下方,为负值),表明随着年龄增长,体长生长速度下降,其递减速度渐趋缓慢。体重生长速度曲线(图4)和加速度曲线(图6)均具拐点($t_r = 6.41$ 龄),由图可看到体重生长速度和生长加速度曲线在拐点前后的变化:当 $t < 6.41$ 龄时, dW/dt 上升,当 $t > 6.41$ 龄时, dW/dt 下降,表明在拐点前为体重生长速度递增阶段,拐点后为体重生长速度递减阶段。体重生

长加速度曲线始终都是下降的,但当 $t < 6.41$ 龄时,曲线位于 t 轴上方,为正值,当 $t > 6.41$ 龄时,曲线位于 t 轴下方,为负值,亦表明拐点前为体重生长递增阶段,拐点后为体重生长递减阶段。

3 讨论

三角鲤是野生的优质淡水鱼类,将其驯养而成为淡水养殖新品种无疑是新的尝试,对改善我国淡水养殖的品种结构具有现实意义。对其生物学特性的研究,将对指导三角鲤的驯化养殖起重要的作用,同时也具有一定的学术价值。

3.1 胚胎发育所需积温与其它家鱼的比较 三角鲤在水温 $15.3 \sim 22^\circ\text{C}$ 条件下,受精卵需经 124 h 孵出, $19 \sim 24^\circ\text{C}$ 条件下,需经 107 h 孵出,由此推算,胚胎发育阶段所需积温约为 $2\,300^\circ\text{C} \cdot \text{h}$,远高于同为鲤科的鲤鱼、草鱼、青鱼、鲢及鳙(表4)。

表4 几种鱼类胚胎发育阶段所需积温的比较

品种	水温($^\circ\text{C}$)	孵化时间(h)	积温($^\circ\text{C} \cdot \text{h}$)
三角鲤	19~24	107	2 300
鲤鱼	20.5~24.6	53 ^[5]	1 195
草鱼	19~23	50 ^[5]	1 050
青鱼	21~25	46 ^[5]	1 058
鲢	20~23	36 ^[5]	774
鳙	19~22	39 ^[5]	800

“积温”为作者依据前两列数据的计算值

3.2 三角鲤的生长 三角鲤因其摄食量小而生长缓慢,各龄组的生长指标均在 3.9 以下,而在 $3^+ \sim 4^+$ 龄阶段,生长指标出现一个低谷,这种现象亦见于乌拉尔河的欧鳊^[6],但却少见于一龄鱼的生长规律。三角鲤出现这一现象的原因,可能是在我们所测量的该年龄段的个体中,雄鱼所占的比例相对偏大,而在调查和养殖过程中发现,三角鲤雄鱼的个体小于同龄雌鱼。

除了 1^+ 龄之外,从 $2^+ \sim 6^+$ 龄,同属的同龄东江鲤鱼体长比红水河三角鲤大 1.08~1.50 倍,体重大 1.34~2.67 倍^[7]。三角鲤 1^+ 龄生长最快,比同龄的东江鲤鱼还快^[7],摄食量的大小可能是导致三角鲤 1^+ 龄生长快, 2^+ 龄及之后生长慢的主要原因,如 2.2.1 所述,在鱼苗种阶段,肠的充塞度普遍为 3~4 级,成鱼阶段以 1~2 级者居多。生长缓慢是三角鲤的主要缺点,而同时因

生长慢,其肉的品质极佳,在市场上售价高,从经济效益来看,弥补了其生长慢的缺点。

3.3 建议起捕年龄 从各阶段的生长速度来看, 3^+ 龄以前的生长速度较快;又因三角鲤雄性 2^+ 龄、雌性 3^+ 龄才开始性成熟,若过多地捕捞三角鲤低龄鱼,势必影响其繁殖和资源的生长。因此,无论是天然捕捞还是人工养殖,起捕年龄最好在 3^+ 龄以上。

3.4 三角鲤适合于驯养为池塘养殖品种 三角鲤的适温范围广($0 \sim 39^\circ\text{C}$),在广西的气候条件下,其在池塘、河沟均能自然越冬。三角鲤属底层鱼类,耐低氧。在鲢鱼、兴国红鲤、散鳞镜鲤及三角鲤混养的池塘中,当鲢鱼、兴国红鲤、散鳞镜鲤因缺氧而日夜浮头不沉时,三角鲤却很少浮头,且摄食正常,解剖观察肠道,其食物充塞度仍可达到 2 级,而鲢鱼则完全停止摄食,肠道充塞度不到 1 级。在三角鲤与丰鲤混养的池塘中,当丰鲤因缺氧而浮头时,三角鲤亦能安然无恙。且其食性杂,人工养殖饲料较易获得。因此,三角鲤适合于驯养为池塘养殖品种。

致谢 本研究得到广西都安县畜牧水产局蓝家湖高工的热忱指导与帮助。广西大学动物科学技术学院 97 级学生覃德耀、黄进、韦雪峰、庞奔、刘德海、吕祖仁、贾志君等同学参加了部分工作,在此一并致谢。

参考文献

- [1] 广西壮族自治区水产研究所,中国科学院动物研究所编著.广西淡水鱼类志.南宁:广西人民出版社,1981,139~140.
- [2] 陈佩薰.梁子湖鲤鱼鳞片年轮的标志及其形成的时期.水生生物学集刊,1959(3): 255~261.
- [3] 叶富良,张健东编著.鱼类生态学.广州:广东高等教育出版社,2002,47~48,87~88.
- [4] 仇玉林,刘书霞.最小二乘法在 Von·Bertalanffy 生长公式参数值计算中的应用.淡水渔业,1981(4): 41~45.
- [5] 刘建康,何碧梧主编.中国淡水鱼类养殖学.北京:科学出版社,1992,103.
- [6] 殷名称编著.鱼类生态学.北京:中国农业出版社,1995,55.
- [7] 叶富良,罗平,叶星.东江鲤鱼的生物学.湛江水产学报,1992,12(2): 2~28.