

# 绿色太阳鱼的生物学习性

郑惠芳<sup>①</sup> 林 岗<sup>②</sup> 覃志彪<sup>①</sup>

(<sup>①</sup>广西大学动物科学与技术学院 南宁 530005; <sup>②</sup>广西老科协科嘉养殖实验场 南宁 530031)

**摘要:**对绿色太阳鱼(*Lepomis cyanellus*)的食性、生活习性、对环境的适应性、生长和繁殖特性进行了研究。绿色太阳鱼为温和肉食性鱼类。对温度适应性广。体长与体重的相关关系为: $W = 0.375 3L^{3.194 9}$ , 同龄雄鱼大于雌鱼。135~180日龄性成熟,为多次产卵类型,卵沉性、粘性,绝对怀卵量与体重呈直线正相关: $Y = 0.551 2 + 0.252 3 X$  相对生殖力为260粒/g,胚胎发育阶段所需积温为950°C·h。

**关键词:**绿色太阳鱼;生物学习性;食性;生长;繁殖

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2006)02-15-09

## Biology Habit of *Lepomis cyanellus*

ZHENG Hui-Fang<sup>①</sup> LIN Gang<sup>②</sup> QIN Zhi-Biao<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005;

<sup>②</sup> Kejia Farm of Fish Cultivation and Experiment, Guangxi Old Science Association, Nanning 530031, China)

**Abstract:** The feeding habit, living habit, adaptability to environment, growth and reproductive habit of *Lepomis cyanellus* cultured were observed. *L. cyanellus* is primary carnivores. They were able to adapt to a wide range of temperature. The equation of relationship between the body length ( $L$ ) and body weight ( $W$ ) was  $W = 0.375 3L^{3.194 9}$ . The body size of male was larger than that of female. They reached to their first maturity at 135~180 days old, and produced spawns many times in one breeding period. The fertilized eggs were demersal and adhesive. A positive linear relation was found between the absolute fecundity( $Y$ ) and body weight( $X$ ):  $Y = 0.551 2 + 0.252 3X$ . The average relative fecundity was 260 eggs/g. The accumulative temperature in embryo development period was 950°C·h.

**Key words:** *Lepomis cyanellus*; Biology habit; Feeding habit; Growth; Reproduction

绿色太阳鱼(*Lepomis cyanellus*)原产美洲,在美国是作为游钓对象、饵料鱼及食用鱼<sup>[1]</sup>。有文献记载美国将其与蓝鳃太阳鱼(*L. macrochirus*)杂交,利用杂交优势进行人工养殖<sup>[2,3]</sup>。根据我国国情,这一杂交组合有可能用于发展渔业生产。1999年,广西老科协科嘉养殖实验场引进一批绿色太阳鱼,拟用于发展休闲渔业(作为观赏、游钓的品种)或饵料鱼与食用鱼,并试图与原引进中国的蓝鳃太阳鱼杂交。鉴于国内未见有关绿色太阳鱼的生物学资料,作者于2000年对其进行了生物学特性研究,旨在为绿色太阳鱼的养殖及杂交提供科学依据。

## 1 材料与方法

食物组成系采捕池塘(水深1.2 m)的成鱼,活体解剖,检查消化道内含物。对食物的选择指数的测定实验在110 m<sup>2</sup>水泥池中进行,池中放入自来水(水深80 cm),放养绿色太阳鱼103尾,平均体长87 mm,平均体重52 g。投入

基金项目 广西大学动物科技学院青年科学基金(No. 2000-06-01);

第一作者介绍 郑惠芳,女,学士,讲师,研究方向:鱼类生理学与生态学 E-mail: zhengh3620@126.com

收稿日期 2005-07-05,修回日期 2005-12-23

各种饵料,以重量计,各种饵料所占的比例为:浮游植物 4%,枝角类 9%,桡足类 7%,水蚯蚓 28%,摇蚊幼虫 21%,罗非鱼(*Oreochromis sp.*) 鱼苗(体长 8~12 mm) 20%,小螺 5%,芜萍 6%。其中,浮游植物系水池培养,以硅藻居多;枝角类与桡足类在另一水池培养获得。将以上富含浮游生物的水混合,取水样计算各自的个数,并推算其湿重(依 1980 年全国渔业资源调查组规范的浮游植物与浮游动物平均湿重参数计算)。其他饵料均直接称重。所有饵料均计算其每一个体的平均重。103 尾实验鱼在投喂 2 d 后全部解剖,检查消化道内含物,以食物个体数量推算各种饵料的重量,然后求选择指数(选择指数 = 消化道食物中某一成份的百分数/食料基础中同一成份的百分数)。实验鱼窒息点的测定是将鱼放在密封的玻璃容器中,待有半数的鱼出现昏迷、失去平衡时,即用虹吸法吸取玻璃容器内的水样进行溶氧测定,其他对溶解氧及温度的适应性实验均在水泥池中进行饲养观察。用 Winkler 法测定水中溶氧(使用半微量滴定器进行滴定)。采用  $W = aL^b$  公式研究其体长与体重的关系。性腺组织用波恩氏(Bouin)液固定,石蜡切片,厚 6~8  $\mu\text{m}$ ,伊红、苏木精染色,进行组织学观察,部分材料作显微摄影,卵径、核径的测量在显微镜下用测微尺完成。生殖力测定采用重量取样法,称取 IV 期卵巢 1 g,用分离液处理后,计算全部已沉积卵黄的卵粒,推算其怀卵量。性成熟系数按(性腺重/去内脏后体重)  $\times 100\%$  求得。产卵行为是在 200  $\text{m}^2$  的水泥池中,用砖砌成 20  $\text{m}^2$  的方框,内盛砂石,加入自来水,水深 60 cm,直接观察记录。

## 2 结果

### 2.1 食性

**2.1.1 消化系统特征** 口亚上位。上下颌和口腔内没有牙齿,具咽喉齿,但不发达。第一鳃片鳃耙数为 13 条,耙齿稀而短(图 1)。有胃,呈“V”型(图 2)。胃与肠连接处有幽门垂 8 条,其长度为鱼体长的 12%。肠长为体长的 78%,呈两弯曲“之”字形。

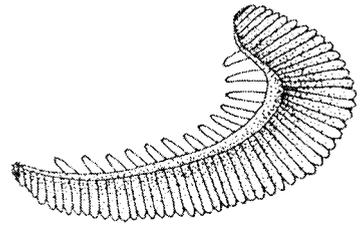


图 1 绿色太阳鱼第一鳃弓

Fig. 1 The first gill arch  
示鳃耙形状。

Show the shape of gill rake.

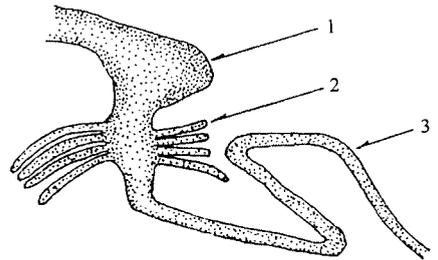


图 2 绿色太阳鱼的消化道外形

Fig. 2 Morphological figure of the digestive tract

1. 胃; 2. 幽门垂; 3. 肠。

1. stomach; 2. pyloric caeca; 3. intestine.

**2.1.2 鱼苗鱼种阶段的食物组成** 在水温 25~28℃ 的条件下,孵出的鱼苗经 120 h,其卵黄囊吸收完毕,此时体长为 5.5 mm,肠管开始可见食物,主要食物中发现:浮游植物有锥囊藻(*Dinobryon sp.*)、甲藻(*Ceratium sp.*)、直链藻(*Melosira sp.*)、菱形藻(*Nitzschia sp.*)、盘星藻(*Pediastrum sp.*)、颤藻(*Oscillatoria sp.*)和螺旋藻(*Spirulina sp.*);浮游动物有轮虫(*Brachionus sp.*)、小型枝角类(*Macrothrix sp.*)和剑水蚤(*Thermocyclops sp.*)。

在培育池中的鱼苗长到 1 cm 以上时,消化道中除有上述浮游生物外,出现了摇蚊幼虫(*Cirononus sp.*)、水蚯蚓(*Limnodrilus sp.*)和颤蚓(*Bifex sp.*)。

鱼塘中的鱼种,体长达 2 cm 以上时,消化道中除上述浮游生物和水生昆虫幼虫、环节动物外,出现了小鱼以及人工投喂的鳊鱼饲料。

各种饵料在鱼苗鱼种的消化道中的出现频率如图 3 所示。

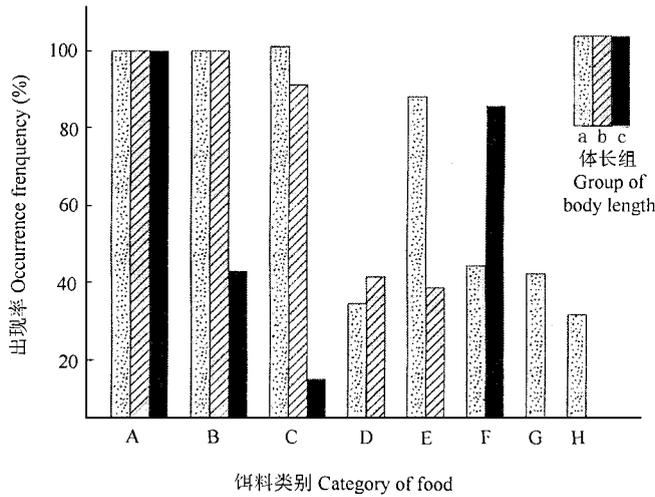


图3 绿色太阳鱼鱼苗鱼种的食物组成

Fig. 3 Food composition of fry and fingerling

A. 浮游植物; B. 枝角类; C. 桡足类; D. 水生昆虫幼虫; E. 环节动物; F. 昆虫; G. 小鱼; H. 配合饲料。

A. phytoplankton; B. cladocerans; C. copepod; D. larva of aquatic insect; E. annelid; F. insect; G. little fish; H. artificial feedstuff.

Group of body length a. 20.5 - 30.0 mm; b. 10.5 - 20.0 mm; c. 5.0 - 10.0 mm.

出现频率 = (胃内含有某种食物的鱼数/解剖鱼总数) × 100%。

**2.1.3 成鱼阶段的食物组成及其对食物的选择性** 解剖 57 尾体长 135 ~ 187 mm 的塘养成鱼, 其消化道中绝大部分为人工配合饲料, 同时检出摇蚊幼虫、较大型的枝角类、桡足类和小虾。

实验池中的绿色太阳鱼, 对食物的选择指数如表 1。其中, 浮游植物、罗非鱼苗、小螺和芜萍的选择指数均小于 1, 表明这些食物是绿色太阳鱼不喜好或不易得的; 枝角类、桡足类、水蚯蚓和摇蚊幼虫的选择指数均大于 1, 表明这些饵料是绿色太阳鱼喜好的或易得的; 枝角类、水蚯蚓和摇蚊幼虫的选择指数最高, 应属其喜好食物。综上所述, 绿色太阳鱼以营养类型来分, 属于温和肉食性鱼类。

## 2.2 生活习性及对环境的适应性

**2.2.1 生活习性** 绿色太阳鱼常栖息于水的中、下层, 在较大的水面, 尤其是水生植物丛生处集群生活, 冬天在深水中越冬。不善跳跃, 但发现水面有饵料时, 则迅速游上水面, 吃进饵料后立刻转身, 此时尾部露出水面, 有拍打水面的声音。

表 1 绿色太阳鱼对各类饵料的选择指数

Table 1 Index of each food selection

饵料类别 Category of food	$P_i$	$r_i$	$E$
浮游植物 Phytoplankton	4	2.7	0.68
枝角类 Cladocerans	9	15.1	1.67
桡足类 Copepod	7	7.2	1.07
水蚯蚓 Hydrophilic-worm	28	37.4	1.34
摇蚊幼虫 Larva of midge	21	28.3	1.35
罗非鱼苗 Fry of <i>Oreochromis</i> sp.	20	7.2	0.36
小螺 Little spiral shells	5	2.1	0.42
芜萍 Duck weed	6	0	0

$E$ : 选择指数;  $r_i$ : 消化道食物中某一成分的百分数;  $P_i$ : 饲料基础中同一成分的百分数。

$E$ : selecting index;  $r_i$ : percentage of each food item in alimentary tracts;  $P_i$ : percentage of the same food item provided.

**2.2.2 对溶氧量的适应性** 绿色太阳鱼对低氧环境有较强的耐受能力。在溶氧为 0.5 mg/L 时出现浮头; 0.12 mg/L 时窒息死亡; 溶氧 1.0 mg/L 以上有摄食行为, 并随温度的逐渐增高 (至 35℃ 止), 摄食强度相对加大。每天摄食的饵料占鱼体重的比例, 在溶氧 1.0 mg/L 时为 0.5%, 1.5 mg/L 时为 1.5%, 1.8 mg/L 时为 2.0%, 2.5 ~ 3.2 mg/L 时为 3.1% ~ 4.4%, 3.5 ~ 4.0 mg/L 时为 5.4% ~ 5.6%。

**2.2.3 对温度的适应性** 生活适应的水温为 2~38℃。8℃以下停止摄食。12℃以上摄食强度较大,20~35℃时食欲最旺盛,高于38℃则呼吸频率加快,集群于水底层。

**2.3 生长**

**2.3.1 年龄与生长** 绿色太阳鱼是小型经济鱼类,在池养条件下,4月份繁殖的鱼苗,当年体重为60~80g,2龄鱼可达160g,3龄鱼的最大个体为210g。

在池养条件下,各年龄组鱼的体长、体重如表2(均为每年年末测定的数据)。当年鱼及1冬龄鱼体长与体重增长都较快,2冬龄鱼的体长增长缓慢,而体重增长仍保持较快速度,这一结果与其体长与体重的相关曲线相符。

表2 各年龄组绿色太阳鱼的体长与体重

Table 2 The average body length and average body weight of each group

年龄 Age	样本数 Sample size (n)	平均体长 Body length (cm)	平均体重 Body weight (g)	体长月平均增长 Body length gain/month (cm)	体重月平均增长 Body weight gain/month (g)	最大个体 The biggest individual (g)
0+	50	10.05	54.60	1.26	6.83	80
1+	51	13.85	122.02	3.80	5.62	160
2+	24	16.11	198.78	0.19	6.40	210

**2.3.2 体长与体重的相关** 测定92尾鱼的体长、体重,其相关关系式为:

$$W = 0.3753L^{3.1949} \text{ (相关系数 } r = 0.9137 \text{)}$$

式中,W为体重(g);L为体长(cm)

其生长曲线如图4。

**2.3.3 不同性别的生长差异** 在同一池塘中饲养的同一批繁殖的鱼苗,饲养180d后,雄鱼明显大于雌鱼,如表3所示。

经t-检验,鱼全长:t=4.224>3.460,P<0.01,鱼体重:t=6.000>3.460,P<0.01。雌雄鱼之间的体长与体重差异显著。

**2.4 繁殖**

**2.4.1 性成熟年龄** 性成熟年龄与水温有关。在南宁市4月上旬繁殖的鱼苗,养至8月下旬,性腺发育成熟,能自然产卵繁殖,其水温范围为

23~30.5℃,其积温为3600℃日,性成熟年龄为135日龄。9月中旬繁殖的鱼苗,养到次年3月,才产卵繁殖,饲养期间的水温范围为12.5~29℃,其积温为3800℃日,性成熟年龄为180日龄。

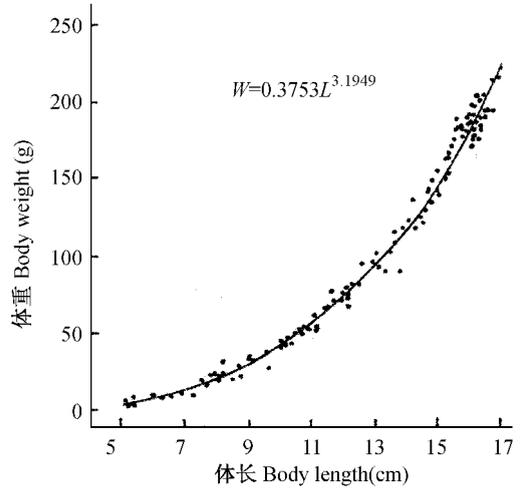


图4 绿色太阳鱼体长与体重的相关关系  
Fig. 4 Relationship between body length and body weight

表3 不同性别的绿色太阳鱼全长与体重比较

Table 3 The total length and body weight of males and females

性别 Sexuality	尾数 Numbers of fishes	全长(cm) Total length $\bar{X} \pm SX$	体重(g) Body weight $\bar{X} \pm SX$
雌 Female	36	12.6 ± 1.14	38.7 ± 5.68
雄 Male	36	15.3 ± 3.69	69.6 ± 12.39

**2.4.2 性腺发育和性细胞特征**

**2.4.2.1 卵细胞** 绿色太阳鱼卵细胞的发育过程中,各时相卵母细胞的特征,与一般硬骨鱼类的卵母细胞特征基本相同,但其卵径大小、核仁数目和具有的脂肪滴,是它独有的特征。

第1时相卵母细胞:卵径24~36μm,核仁1~4个。

第2时相卵母细胞:卵径48~98μm,核径26~60μm,核仁6~10个。

第3时相卵母细胞:卵径120~245μm,核径40~85μm,核仁14~18个。

第 4 时相卵母细胞:卵径 350 ~ 592  $\mu\text{m}$ ,核径 50 ~ 70  $\mu\text{m}$ ,有 1 ~ 2 个脂肪滴。

第 5 时相卵母细胞:为产出体外的成熟卵子。卵径约 700  $\mu\text{m}$ ,有较大的脂肪滴。

2.4.2.2 卵巢 绿色太阳鱼的卵巢左右对称,位于消化道背面贴近腹壁处,参照一般硬骨鱼类的性腺分期标准,将卵巢分为 6 个时期。

I 期:性腺似细长的线。透明,看不见血管,肉眼无法区分性别。

II 期:卵巢呈半透明,很薄,扁平。在卵巢中间有一条不很粗的血管。肉眼看不到卵粒。成熟系数为 3% ~ 4%。在切片上可见到卵巢内充满第 2 时相的卵母细胞,看不到第 4 时相的卵母细胞,可看到少许卵径相对较小的第 3 时相卵母细胞(图版 I 1)。

III 期:卵巢呈长条形,淡黄色,肉眼可见到卵粒。卵巢中间有较粗的血管及其分支的细微的血管。成熟系数 6.0% ~ 7.5%。在切片上可见第 3 时相的卵母细胞占了很大的比例,但其间夹杂着许多第 2 时相卵母细胞。以个数计,第 2 时相的卵母细胞占多数;以体积计,则第 3 时相卵母细胞占大部分(图版 I 2)。

IV 期:卵巢明显增大,以至从鱼体表可见腹部有卵巢轮廓。卵巢呈淡黄色,肉眼可见到互相挤压在一起的成熟卵粒。卵巢中间的血管很粗大,其微细的分枝血管成网状分布。成熟系数 8.5% ~ 9.2%。从切片看,第 4 时相卵母细胞占了体积的绝大部分,同时夹杂许多第 2 时相和第 3 时相的卵母细胞,即整个卵巢内具有不同发育时期的卵母细胞(图版 I 3)。

V 期:成熟的卵子脱离了滤泡,产出体外。

VI 期:卵巢显著缩小,外观松软,略呈紫红色,成熟系数 3% ~ 5%。切片上可见许多排空了卵的滤泡,同时还有第 2 时相和第 3 时相的卵母细胞,极少见到第 4 时相的卵母细胞存在(图版 I 4)。

2.4.2.3 精巢和精细胞 绿色太阳鱼幼鱼的精巢呈线状,透明。以后随着精巢组织中精原细胞发育,以至成为精子的过程,其精巢逐渐增大,成熟的精巢呈白色略带粉红(图版 I 5 6)。

发育成熟的雄鱼,腹部被挤压时,精子则从壶腹中排出。

2.4.3 产卵行为 发育成熟的雄鱼,寻找底部有小石砾或砂子的场所,用尾鳍摆动和身体有力的扭动,挖掘砂石,形成圆形的窝作为产卵场所,其大小依鱼的个体而异,深约 2 ~ 4 cm,直径 15 ~ 30 cm,然后,雄鱼守在巢内或巢的周围,遇雌鱼游过,猛烈追逐,把雌鱼赶入巢中。成熟的雌鱼入巢后,沿鱼巢内壁侧游,雌雄鱼在巢内逐渐靠近,产卵、排精。卵分多次产出,粘在砂、石砾上面。产卵时间一般 10 min 左右。雌鱼产卵后离巢而去,雄鱼则留在巢中,用尾鳍作轻微的摆动,使巢内的水有轻微的流动,其他鱼一旦靠近鱼巢,雄鱼则立即驱赶,直到鱼苗孵化出能水平游动后,雄鱼才离开鱼巢。有的雄鱼在雌鱼产卵离巢后,适遇其他成熟雌鱼游到鱼巢附近,会再次将成熟未产卵的雌鱼赶入鱼巢,以同样的动作产卵、受精,一个鱼巢可用于两尾雌鱼产卵。

2.4.4 生殖力 测定了 54 尾鱼的生殖力。鱼体重为 11.5 ~ 135 g。以其绝对怀卵量( $Y$ )与体重( $X$ )的数据作图(图 5)。

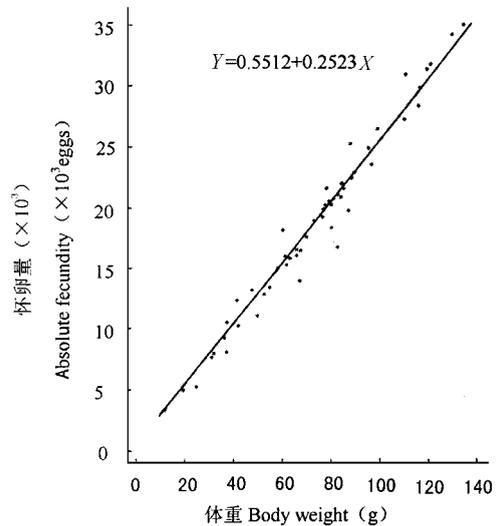


图 5 绿色太阳鱼繁殖力与体重的关系

Fig. 5 Relationship between fecundity and body weight

可以看出,两者呈直线正相关,关系式为:

$$Y = 0.5512 + 0.2523X$$

(相关系数  $r = 0.9236$ )

表 4 绿色太阳鱼胚胎发育程序(水温 22 ~ 24℃)

Table 4 The processes of embryonic development (water temperature 22 - 24℃)

序号 Order	发育时期 Development stage	距受精时间 Time after fertilization	特征 Characteristics
1	胚盆隆起 Blastoderm hunching	15 min	动物极略隆起
2	2 细胞期 2-cell stage	29 min	分裂为 2 个细胞
3	4 细胞期 4-cell stage	40 min	分裂为 4 个细胞
4	8 细胞期 8-cell stage	55 min	分裂为 8 个细胞
5	16 细胞期 16-cell stage	1 h 5 min	分裂为 16 个细胞
6	32 细胞期 32-cell stage	1 h 15 min	分裂为 32 个细胞
7	64 细胞期 64-cell stage	1 h 30 min	分裂为 64 个细胞
8	囊胚早期 Early blastula stage	2 h	囊胚高举
9	囊胚中期 Middle blastula stage	3 h	囊胚层变扁
10	囊胚晚期 Late blastula stage	4 h	囊胚层与卵黄紧贴, 胚环形成
11	原肠早期 Early gastrula stage	8 h	胚环明显, 下包 1/3
12	原肠中期 Middle gastrula stage	11 h	下包 1/2
13	原肠晚期 Late gastrula stage	12 h	下包 2/3
14	神经胚期 Neurula stage	13 h	下包 5/6, 出现卵黄栓
15	胚孔封闭期 Closure of blastopore stage	15 h	胚孔封闭
16	肌节出现期 Appearance of myomere stage	17 h	肌节 1 对
17	眼基形成期 Optic rudiment formation stage	19 h	眼出现原基, 肌节 5 ~ 6 对
18	眼囊期 Optic vesicle stage	23 h	眼囊出现, 肌节 8 ~ 9 对
19	脊索形成期 Notochord formation stage	25 h	脊索出现, 肌节 10 ~ 13 对
20	尾芽期 Tail bud stage	27 h	尾芽突出, 肌节 14 ~ 17 对
21	听囊期 Hearing vesicle stage	29 h	听囊显著, 肌节 19 ~ 20 对
22	嗅囊期 Olfactory vesicle stage	31 h	嗅囊显著, 肌节 20 ~ 21 对
23	晶体形成期 Lens formation stage	33 h	眼中部出现圆形晶体, 肌节 21 ~ 24 对
24	肌肉效应期 Muscular response stage	35 h	胚体间歇抽动, 肌节 26 ~ 30 对
25	心脏原基期 Rudiment of heart stage	37 h	头部下方出现心脏原基, 尾鳍褶出现
26	耳石出现期 Appearance of otoliths stage	39 h	听囊中出现耳石
27	心脏搏动期 Heart pulsation stage	45 h	心脏搏动。胚体经常翻动
28	孵化期 Hatching stage	51 h	鱼苗破膜而出, 全长 3.8 mm

表 5 绿色太阳鱼胚后发育程序

Table 5 The processes of post-embryonic development

序号 Order	出膜后时间 Time after hatching	特征 Characteristics
1	1 h	鱼体透明。卵黄囊很大, 呈椭圆形, 其间有一脂肪球。常静止侧卧于容器底部, 有时向上猛游, 随即下沉侧卧。
2	8 h	卵黄囊缩小, 出现胸鳍原基, 眼有较多的黑色素。常侧卧水底, 偶尔向水的上层猛游时速度较快。卵黄囊尚有脂肪球。
3	2 d	卵黄囊显著缩小。肠管呈直条状。卵黄囊的脂肪球基本吸收完毕。
4	3 d	体半透明。肠道略呈 S 形。肛门未开通。口开启。鳃片出现。卵黄囊缩小成梨形。鳔出现。腹鳍原基出现。常贴近容器底部平游或侧卧。
5	4 d	能水平游泳。胸鳍基出现。体半透明。鳔较宽大。
6	6 d	游泳较快。胸鳍活动。肠道为一个弯曲。开始摄取食物, 肠道内有食物。体侧有若干色素。
7	10 d	眼、口发育完全。鳔长形, 占据身体前 3/4 部位, 黑色素很多。游泳能力强。
8	20 d	外部形态与成鱼相似。

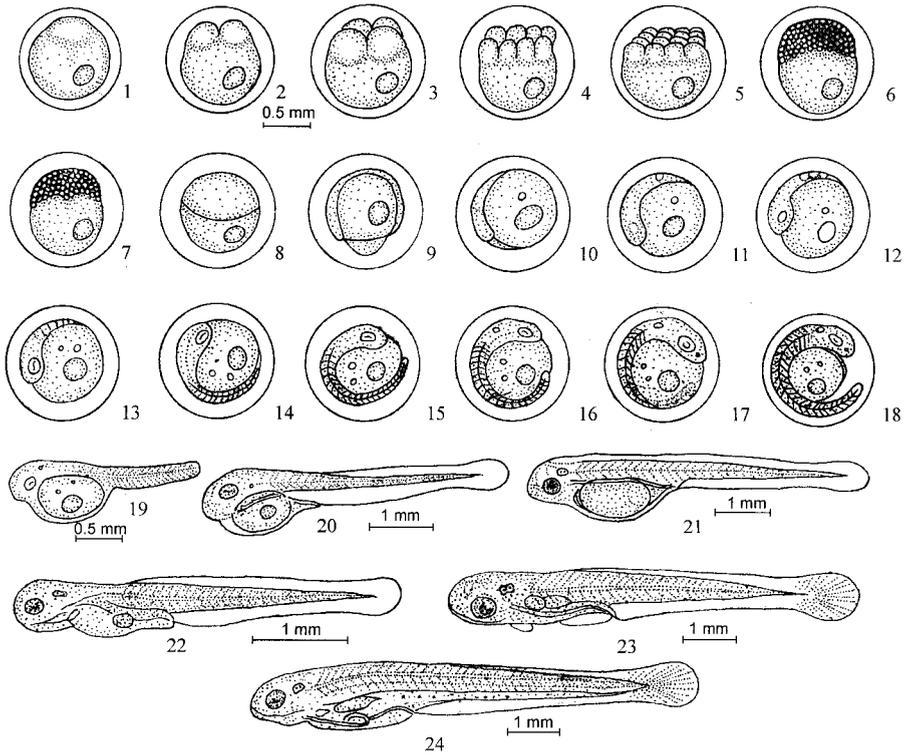


图 6 绿色太阳鱼的胚胎发育和胚后发育

Fig. 6 Embryonic and post-embryonic development

1. 胚盆隆起; 2. 2 细胞期; 3. 4 细胞期; 4. 8 细胞期; 5. 16 细胞期; 6. 囊胚早期; 7. 囊胚晚期; 8. 原肠早期; 9. 神经胚期; 10. 胚孔封闭期; 11. 肌节出现期; 12. 眼基形成期; 13. 眼囊期; 14. 脊索形成期; 15. 尾芽期; 16. 嗅囊期; 17. 晶体形成期; 18. 肌肉效应期; 19. 孵化期; 20. 孵出后 8 h; 21. 孵出后 2 d; 22. 孵出后 3 d; 23. 孵出后 4 d; 24. 孵出后 6 d。

1. blastoderm hunching; 2. 2-cell stage; 3. 4-cell stage; 4. 8-cell stage; 5. 16-cell stage; 6. early blastula stage; 7. late blastula stage; 8. early gastrula stage; 9. neurula stage; 10. closure of blastopore stage; 11. appearance of myomere stage; 12. optic rudiment formation stage; 13. optic vesicle stage; 14. notochord formation stage; 15. tail bud stage; 16. olfactory vesicle stage; 17. lens formation stage; 18. muscular response stage; 19. hatching stage; 20. 8 hours after hatching; 21. 2 days after hatching; 22. 3 days after hatching; 23. 4 days after hatching; 24. 6 days after hatching.

式中,  $Y$  绝对怀卵量(千粒);  $X$ : 鱼体重(g)

计算的个体相对生殖力, 范围于 217 ~ 452 粒/g 之间, 均值 260 粒/g。

**2.4.5 胚胎发育** 受精卵半透明, 微黄, 沉性, 粘性, 吸水后卵径为 1.1 mm。其胚胎和胚后发育特征见表 4、5、图 6 (水温 22 ~ 24℃)。

发育速度依水温而异, 自受精至孵出的时间, 平均水温 22.7℃ 时为 60 h, 24℃ 时为 41 h, 27℃ 为 35 h, 29.8℃ 为 32 h。并以此测算出胚胎发育阶段所需积温为 950℃·h。

### 3 小结与讨论

**3.1 食性** 绿色太阳鱼以营养类型分, 属于温和肉食性鱼类。从其食物组成分析, 绿色太阳

鱼的主要食物为枝角类、水生的环节动物以及水生昆虫幼虫; 次要食物为桡足类; 小螺、小鱼为偶然性食物, 而人工配合饲料对绿色太阳鱼来说, 应划归“替代食物”的范畴。绿色太阳鱼的开口饵料为浮游植物和轮虫、小型枝角类, 这一特性为发展绿色太阳鱼生产提供了方便的条件, 采用常规的池塘培育鱼苗的方法, 在池塘施肥, 培养浮游生物, 并辅以粉状配合饲料喂食, 可以解决鱼苗的食料问题。

**3.2 繁殖力** 绿色太阳鱼是一种繁殖力很强的小型经济鱼类, 主要表现在几个方面: 第一, 性成熟早。成熟年龄仅为 135 ~ 180 日龄。在我国现有的养殖品种中, 成熟最早的首推罗非鱼, 6 月龄可达性成熟<sup>[4]</sup>。绿色太阳鱼的性成

熟年龄与罗非鱼相当。第二 雄鱼有护卵习性,繁殖率高。太阳鱼的受精卵受到雄鱼的有效保护,在同样条件下,可以获得更多的后代。我国目前已知只有罗非鱼和鳢科(*Channidae*)鳢属(*Ophiocephalus*)的鱼类具有这种护卵行为<sup>[4,5]</sup>。第三 绿色太阳鱼的个体小,卵粒也小,但个体相对生殖力并不因其个体小而受到影响,平均高达 260 粒/g 体重,与泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)的 277 粒/g 体重相当<sup>[6]</sup>,远高于青鱼(*Mylopharyngodon piceus*) 76 ~ 98 粒/g 体重,草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*) 50 ~ 100 粒/g 体重,鳊(*Hypophthalmichthys molitrix*) 42 ~ 170 粒/g 体重,鳙(*Aristichthys nobilis*) 111 ~ 135 粒/g 体重)四大家鱼的生殖力<sup>[7]</sup>。

**3.3 应用前景** 绿色太阳鱼对环境的适应性很强,能忍受低溶氧、高碱度的水环境<sup>[3]</sup>,易于发展池塘养殖,但其繁殖力强,在池塘中常会过度繁衍,数量过多而阻碍生长,这种生物学特性所造成的生产上的弊端,除绿色太阳鱼外,在其他一些繁殖力强的种类,如蓝鳃太阳鱼和一些鲴科(*Ictaluridae*)鱼类也很突出。因此,在太阳鱼的养殖过程中,控制繁殖是一个重要的技术要素,如果群体数量得以控制,可以得到相对大的个体。解决的办法是发展杂交太阳鱼的养殖,Childers(1967)进行了几种太阳鱼间的相互杂交,发现一些杂交太阳鱼显示出杂交优势,其中最具杂交优势的是小冠太阳鱼(*L. microlophus* ♂) × 绿色太阳鱼(♀)和蓝鳃太阳鱼(♂) × 绿色太阳鱼(♀),尤其是后一杂交组合,具有极低的繁殖力,且生长速度比其他许多太阳鱼都要高<sup>[3]</sup>。Brunson 和 Robinette(1983)亦报道了蓝鳃-绿色太阳鱼的杂交  $F_1$  代,生长速度比其父本蓝鳃太阳鱼、母本绿色太阳鱼都更快,更能适应低水温和较差的生存环境,更喜食人工饲料,雄性率高(一般雄性占 75% 以上),进攻性更强,因而钓捕时更易于上钩<sup>[2]</sup>,这些特性使杂交太阳鱼成为水产养殖业的良好选择。

林岗等<sup>[8]</sup>将绿色太阳鱼与蓝鳃太阳鱼杂交,  $F_1$  子代在华南地区试养,结果其群体产量较高,在广东有较好的市场效应,故广东许多养

殖户曾专程到科嘉养殖实验场购买鱼苗,以致该场种苗一度紧缺。张瑞瑜等<sup>[9]</sup>亦报道我国珠江三角地区杂交太阳鱼养殖日盛,成为该养殖业的主要养殖对象。

虽然杂交太阳鱼  $F_1$  子代繁殖力很低,但仍然可以繁殖,繁殖出来的  $F_2$  子代要被筛选掉,因此,在养殖杂交太阳鱼的池塘中应该混养一种适当的肉食性鱼类,以捕食繁殖出来的子代。美国东南部最普遍的策略是杂交太阳鱼与大口黑鲈(*Micropterus salmoides*)混养<sup>[10]</sup>。在广西是杂交太阳鱼与鲇(*Silurus asotus*)或大口鲇(*S. meridionalis*)混养,效果也很好。

由此推断,绿色太阳鱼作为杂交养殖及游钓的对象,具有广阔的应用前景。

**致谢** 广西大学动物科技学院 97 级 1 班施国斌、陆敏同学参与本项目部分工作,特此致谢。

## 参 考 文 献

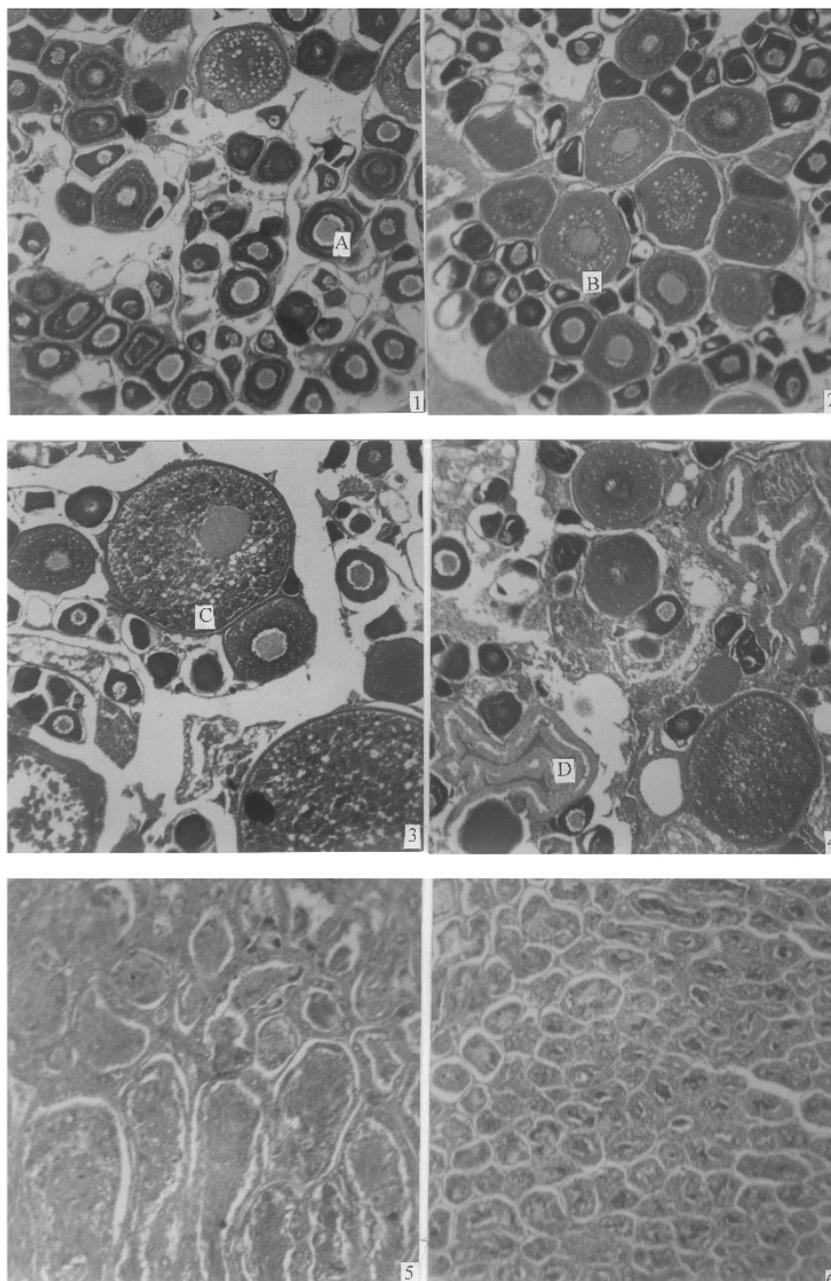
- [1] McLaren W. Characteristics of Important Cultured Animals Summarized. The Freshwater Aquaculture Book. Washington: Hartley & Marks, Point Roberts, 1987. 485 ~ 508.
- [2] Brunson M, Robinette H. Winter growth of bluegills and bluegill × green sunfish hybrids in Mississippi. In: Branly R M, Baughman J eds. Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies. Washington D C, 1983 (37) 343 ~ 347.
- [3] Childers W F. Hybridization of four species of sunfishes (*Centrarchidae*). *Illinois Natural History Survey Bulletin*, 1967 (29): 159 ~ 214.
- [4] 谢忠明, 黄忠志, 张中英等. 淡水良种鱼类增养殖技术. 北京: 中国农业出版社, 1993. 236.
- [5] 谢忠明, 李生武, 林岗等. 乌鳢月鳢养殖技术. 北京: 中国农业出版社, 2002. 147.
- [6] 雷逢玉, 王宾贤. 泥鳅繁殖和生长的研究. 水生生物集刊, 1990, 14(1): 60 ~ 67.
- [7] 薛梦广. 淡水鱼养殖手册. 台北: 五洲书社, 1987. 69.
- [8] 林岗, 唐庆锋. 杂交太阳鱼的生物学特性及其商品价值. 广西水产科技, 2002 (3): 28 ~ 31.
- [9] 张瑞瑜, 梁仁杰, 张邦杰. 太阳鱼在美国及引进我国后的繁殖养殖综述. 水产养殖, 2003, 24(4): 43 ~ 46.
- [10] Masser M. Management of recreational fish ponds in Alabama. Alabama Cooperative Extension System, Circular ANR-577, 1998. 7.

## 郑惠芳等 绿色太阳鱼的生物学习性

ZHENG Hui-Fang *et al.*: Biology Habit of *Lepomis cyanellus*

## 图版 I

Plate I



## 绿色太阳鱼卵巢、精巢切片

1. II 期卵巢; 2. III 期卵巢; 3. IV 期卵巢; 4. VI 期卵巢; 5. II 期精巢; 6. III 期精巢 (1 3 4 5 :10×10 2 6 :10×4)

A 示第 2 时相卵母细胞; B 示第 3 时相卵母细胞; C 示第 4 时相卵母细胞; D 示排卵后滤泡。

Ovary and spermary slice of *Lepomis cyanellus*

1 :ovary at stage II ; 2 :ovary at stage III ; 3 :ovary at stage IV ; 4 :ovary at stage VI ; 5 :spermary at stage II ; 6 :spermary at stage III .

A :oocyte in phase 2 ; B :oocyte in phase 3 ; C :oocyte in phase 4 ; D :follicle after ovulate .