

# 长鳍吻鮡(*Rhinogobio ventralis*)胚胎发育 和仔鱼发育\*

管敏 肖衍 胡美宏 刘勇 鲁雪报  
倪勇 郭文韬<sup>①</sup> 曲焕韬 李莎

(三峡工程鱼类资源保护湖北省重点实验室 中国长江三峡集团公司 中华鲟研究所 宜昌 443100)

**摘要** 利用显微电子成像技术对长鳍吻鮡(*Rhinogobio ventralis*)胚胎发育和仔鱼形态进行了观察与研究,详细描述了各发育期的形态特征和发育时间。结果显示,长鳍吻鮡卵子的卵径为1.7–1.9 mm、卵膜径为6.6–7.0 mm、卵粒质量为0.0059–0.0077 g,精子的寿命为96.56–119.12 s、激烈运动时间为25.43–31.43 s。长鳍吻鮡的胚胎发育可分为受精卵、胚盘期、卵裂期、囊胚期、原肠期、神经胚期、器官形成期和出膜期8个阶段,在水温为17.6–18.3℃流水孵化条件下,其受精卵历时56 h孵化出膜,在水温为18.5–22.0℃的条件下,长鳍吻鮡仔鱼的卵黄囊在5日龄时基本消失,6日龄时完全消失,进入后期仔鱼阶段,30日龄的长鳍吻鮡仔鱼鳍条基本形成,鳞片开始形成,结束仔鱼期,进入稚鱼期。

**关键词** 长鳍吻鮡; 胚胎发育; 仔鱼发育

**中图分类号** S917.4 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)04-0057-08

长鳍吻鮡(*Rhinogobio ventralis*)隶属鲤形目(Cypriniforme)、鲤科(Cyprinidae)、鮡亚科(Gobioninae),俗称洋鱼、土耗子,是长江上游特有的底栖性鱼类(邓辉胜等,2005)。近年来,由于水质污染、水利工程建设以及过度捕捞等原因,长鳍吻鮡的资源量急剧下降,从受威胁程度、遗传多样性、物种价值等方面定量评估发现,长鳍吻鮡已达3级急切保护状态(刘军,2004)。

目前,针对长鳍吻鮡的研究主要集中在生物学、种群生态学以及资源量调查等方面(辛建峰等,2010;徐念等,2009)。关于长鳍吻鮡胚胎发育和仔鱼发育的研究尚未见报道,作者在中国长江三峡集团公司的资助下在国内首次成功实现了长鳍吻鮡的人工催产繁殖,并对其胚胎、仔鱼发育进行了较为详细的观察和描述,以期能为长鳍吻鮡的批量繁殖生产提供理论依据和科学参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 受精卵来源

2014年3–5月,在中国长江三峡集团公司中华鲟研究所金沙江溪洛渡向家坝珍稀特有鱼类增殖放流站,采用驯养成年的长鳍吻鮡亲鱼,经催情、诱导促熟后,人工采集精卵,并采用半干法授精。先挤卵至清洁干燥的容器,再挤压雄鱼腹部使其排精,一旦有精液流出立即用水冲洗至盛有卵的容器,重复几次,用羽毛轻轻搅拌2–3 min,完成授精后,漂清杂质,将受精卵转入孵化器孵化。前后共5次成功实现长鳍吻鮡的人工繁殖,共获受精卵9.8万余粒,初孵仔鱼3.15万尾。

### 1.2 受精卵的孵化及仔鱼培育

根据漂流性卵特性选用流水孵化方式,孵化器为

\* 中国长江三峡集团公司“野生长鳍吻鮡驯养和人工繁殖技术研究”项目资助。管敏, E-mail: guanmin\_888@163.com

① 通讯作者: 郭文韬, 高级工程师, E-mail: realgwt2008@163.com

收稿日期: 2014-06-28, 收修改稿日期: 2014-10-24

不锈钢锥形桶,载水量 140 L,流量为 0.5–0.8 t/h。孵化期间,水温为 17.6–18.3℃,溶解氧为 7–9 mg/L,氨氮、亚硝氮均小于 0.05 mg/L。

仔鱼孵出后转入直径 6.0 m 的玻璃纤维缸(以下简称为玻纤缸)中培育,水温为 18–24℃,苗种培育采用“前期静水、后期微流水”的方式。苗种培育过程仔鱼的开口饵料为轮虫和小球藻,11 日龄后开始投喂枝角类、桡足类幼体,20 日龄后开始投喂枝角类、桡足类成体。育苗期间,养殖用水的 pH 在 6.8–7.5 范围内,溶解氧>5 mg/L,并定期向水体中泼洒芽孢杆菌、光合细菌等有益菌以保持氨氮和亚硝氮均<0.05 mg/L。养殖过程中及时清除死苗,定期取样,进行生长指标测定并做好记录。

### 1.3 观察方法

利用显微电子成像系统将 NIKON 解剖镜与电脑相连,通过计算机拍摄胚胎和仔鱼发育的照片,并记录其发育的时间和发育阶段,定时记录胚胎和早期仔鱼发育的形态变化特征。

## 2 结果

### 2.1 卵子和精子特性

长鳍吻鲈产漂流性卵,成熟鱼卵呈圆球形,无油球,内含大量卵黄,淡黄色,略透明,卵径为 1.7–1.9 mm,平均卵径为 1.8 mm,平均单卵质量为 0.0068 g(图 1-1)。受精后 34 min,在动物极形成隆起的胚盘,为半透明状,受精卵处于“侧卧”状态。

长鳍吻鲈精液呈乳白色,光镜下观察到精子由头部和尾部组成,头部呈圆球形,尾部细长。精子激烈运动时间平均为 28.43 s(范围为 25.43–31.43 s),缓慢运动时间平均为 33.15 s(范围为 30.05–36.25 s),摇尾运动时间为 46.11 s(范围为 41.08–51.04 s),精子寿命平均为 108.09 s(范围为 96.56–119.12 s)。

### 2.2 胚胎发育

长鳍吻鲈的胚胎发育分为受精卵、胚盘期、卵裂期、囊胚期、原肠期、神经胚期、器官形成期和出膜期 8 个阶段。在水温为 17.6–18.3℃流水孵化条件下,长鳍吻鲈卵受精 34 min 后胚盘形成,50 min 后进入 II 细胞期,2.2 h 后进入多细胞期,4 h 后发育至囊胚前期,从囊胚前期至囊胚后期需 4 h,囊胚后期 1.5 h 后达到原肠早期,再经过 1.6 h 发育至原肠中期,原肠中期和原肠晚期间隔 2.5 h,受精 14.5 h 后发育至神经胚期,神经胚期 1.6 h 后胚孔封闭,神经胚期至尾芽期需要经历 8.5 h,受精后 30.8 h 后可发育至肌肉效应期,56 h 后孵化出膜。长鳍吻鲈胚胎发育及特征如下:

**2.2.1 受精卵** 长鳍吻鲈受精卵呈圆球形,淡黄色,卵膜光滑,无特殊结构,无油球,卵黄均匀。受精卵遇水后卵膜迅速膨胀,卵周隙扩大,卵黄因受精而活动起来(图 1-1)。

**2.2.2 胚盘形成期** 从受精到胚盘形成需要 34 min,此时,受精卵卵周隙进一步增大,卵膜径增大至 6.6–7.0 mm,平均为 6.8 mm,两极逐渐分化,细胞质向动物极集中,并逐渐隆起,形成胚盘。

**2.2.3 卵裂期** 受精 50 min 后,胚盘开始第 1 次卵裂,形成两个大小相等的细胞,进入 II 细胞期,随着细胞的继续发育,细胞数目按照 2、4、8、16、32、64 几何级数分裂。受精后 2.2 h,多层细胞叠加如桑椹,动物极隆起呈小丘状,细胞大小不一,界限模糊,发育到多细胞期(图 1-2–图 1-6)。

**2.2.4 囊胚期** 细胞分裂至 4 h 时,分裂球隆起达最高,形成高囊胚,囊胚层外层凸出,内层稍凹下,进入囊胚前期。随着细胞的不断分裂,囊胚的高度不断下降,囊胚层逐渐变薄、变扁,8 h 后进入囊胚晚期(图 1-7–图 1-8)。

**2.2.5 原肠期** 囊胚层边缘细胞继续从四面向植

表 1 长鳍吻鲈卵子和精子的部分特征  
Tab.1 Some characteristics of *R. ventralis* egg and sperm

内容 Content	平均值 Mean	范围 Range
卵径 Egg diameter(mm)	1.8	1.7–1.9
卵膜径 Egg membrane diameter(mm)	6.8	6.6–7.0
卵粒质量 Egg weight(g)	0.0068	0.0059–0.0077
精子激烈运动时间 Swirling movement time of sperm(s)	28.43	25.43–31.43
精子缓慢运动时间 Slow movement time of sperm(s)	33.15	30.05–36.25
精子摇尾运动时间 Tail wag movement time of sperm(s)	46.11	41.08–51.04
精子寿命 Sperm life(s)	108.09	96.56–119.12

物极下包扩展,受精后 9.5 h,胚盘下包至卵黄 1/3 左右时形成胚环,进入原肠早期。随着胚盘细胞的进一步下包,球形胚胎逐渐变为椭球形,包至卵黄 1/2-1/3 左右时,胚环更加明显,胚盾出现,进入原肠中期。胚层细胞下包至 4/5 时,裸露在外的卵黄为卵黄栓,胚盾明显延长,胚体雏形形成,进入原肠晚期(图 1-9-图 1-11)。

**2.2.6 神经胚期** 受精 14.5 h 后,胚盘细胞继续分裂,当下包至 6/7 时,进入神经胚期,胚孔形成,胚胎出现增厚的神经板,胚体前部逐渐隆起,形成脑泡原基。随着细胞继续分裂发育,胚孔收缩合拢,受精后 16.1 h 时胚孔封闭,此时胚体形状明显,附着在卵黄一侧,头部脑泡膨大,尾基收缩变粗(图 1-12-图 1-13)。

**2.2.7 器官形成期** 随着胚体的发育,胚体肌节继续分化增多,胚体头部前端抬高,头部结构越来越复杂,在脑泡两侧出现眼囊,呈长椭圆形。随着受精时间的延长,眼囊下方出现嗅板,受精 24.6 h 时,尾尖脱离卵黄囊,在胚体后端伸出芽状突起,并逐渐与卵黄囊分离,形成尾芽。随着尾芽的伸长,尾芽的边缘

表皮外突形成不明显的鳍褶,尾部开始增长。约 27.6 h 时,眼杯中出现晶体,在 30.8 h 时胚体出现缓慢而轻微的收缩,胚体进入肌肉效应期,随着胚体的发育,尾部不断伸长。41.8 h 可以看到长鳍吻鮡胚体有明显的心脏跳动,进入心脏跳动期,随着时间的推移,跳动频率加快。胚体经过持续的发育,头部逐渐隆起与卵黄囊分离,尾鳍开始伸展,卵黄囊被拉长,尾部卵黄囊逐渐缩小。在受精约 52 h 时,胚体在卵膜内灵活转动,尾部延伸变长,头部明显抬起(图 1-14-图 1-16)。

**2.2.8 出膜期** 出膜前期,尾鳍继续延长,胚体在卵膜内翻滚摆动明显加快,在受精 56 h 时,卵膜变软变薄,胚体剧烈摆动出膜(图 1-17)。

### 2.3 仔鱼形态发育特征

在温度为 18.5-22℃、溶解氧为 6.0 mg/L 的条件下,长鳍吻鮡仔鱼的卵黄囊在 5 日龄时基本消失,6 日龄时完全消失。长鳍吻鮡苗种全长与日龄的相关关系式为:  $y=5.8208e^{0.1535x}$ ,  $R^2=0.9846$ 。式中,  $y$  为仔鱼全长,  $x$  为日龄。

表 2 长鳍吻鮡胚胎发育特征

Tab.2 Typical characteristics of embryonic development of *R.ventralis*

胚胎发育时期		受精后时间	主要特征
Embryonic development stage		Time after fertilization(h)	Typical characteristics
未受精卵	Unfertilized egg	-	球形、淡黄色、略透明,卵膜紧贴于卵质的表面
受精卵	Fertilized egg	0	卵质分布均匀,极性不明显
胚盘形成期	Germinal disk formation stage	0.57	原生质集中动物极,隆起形成胚盘
2 细胞期	2-cell stage	0.83	第 1 次卵裂,两个细胞大小相等
4 细胞期	4-cell stage	1.2	第 2 次卵裂,分裂面与第 1 次卵裂垂直,形成 4 个大小相等的细胞
8 细胞期	8-cell stage	1.45	第 5 次卵裂,分裂面与第一次卵裂平行,形成 8 个大小相等的细胞
16 细胞期	16-cell stage	1.65	第 4 次卵裂,分裂面与第一次卵裂垂直,形成 16 个大小相等的细胞
多细胞期	Morula stage	2.2	细胞越分越小并开始重叠,由单层变为多层
囊胚早期	Early blastocyst stage	4	多层细胞形成的囊胚高而集中,隆起在卵黄上
囊胚晚期	Late blastocyst stage	8	囊胚层边缘变薄,细胞下包,向卵黄扩展
原肠早期	Early gastrula stage	9.5	胚盘细胞向卵黄下包 1/3,背面观可见胚环
原肠中期	Midgastrula stage	11.1	胚盘下包 2/3,胚盾形成
原肠晚期	Late gastrula stage	13.6	胚盘下包 3/4,胚盾变得细长
神经胚期	Neurula stage	14.5	胚盘下包 4/5,形成神经管
胚孔封闭期	Blastopore closed stage	16.1	胚层下包,胚孔闭合
尾芽期	End teeth stage	24.6	尾尖脱离卵黄囊,在胚体后端伸出芽状突起,并逐渐与卵黄囊分离,即形成尾芽
肌肉效应期	Muscle effector phase	30.8	胚体开始出现微弱的、有节律的收缩
心脏跳动期	Heart-beating stage	41.8	心脏呈管状,开始跳动微弱,逐渐加快
出膜期	Hatching stage	56	胚胎在卵周隙内不停地转动,陆续破膜而出

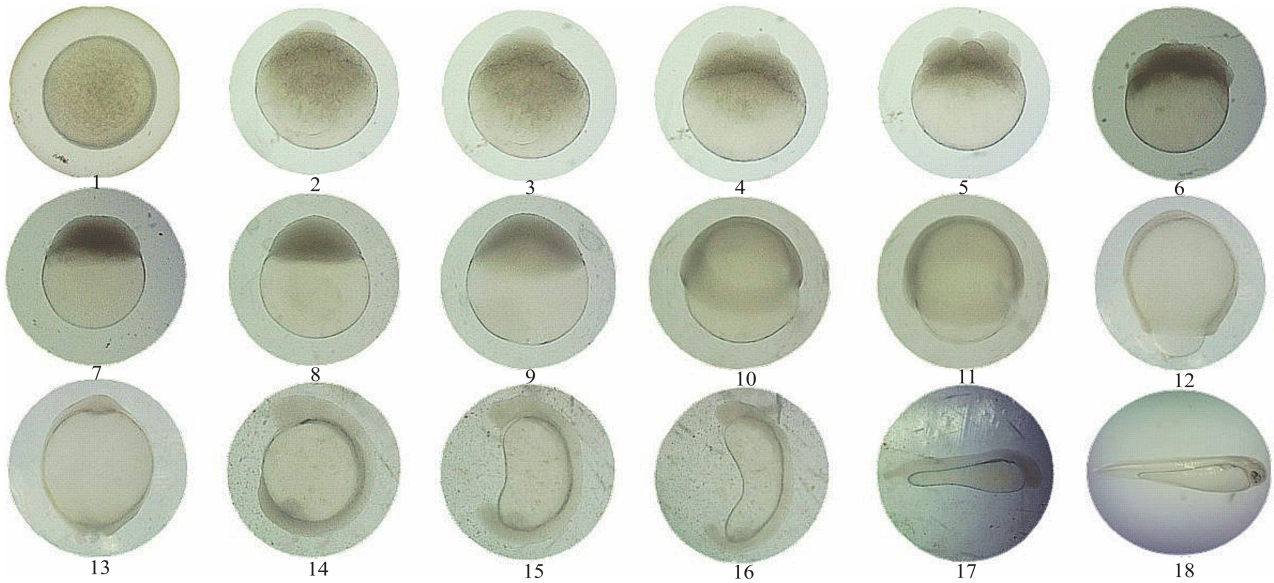


图1 长鳍吻鲷胚胎发育时期

Fig. 1 Embryonic development stages of *R. ventralis*

1. 受精卵; 2. 2细胞期; 3. 4细胞期; 4. 8细胞期; 5. 16细胞期; 6. 多细胞期; 7. 囊胚早期; 8. 囊胚晚期;  
9. 原肠早期; 10. 原肠中期; 11. 原肠晚期; 12. 神经胚期; 13. 胚孔封闭期; 14. 尾牙期; 15. 肌肉效应期;  
16. 心脏跳动期; 17. 出膜期; 18. 初孵仔鱼

1. Fertilized egg; 2. 2-cell stage; 3. 4-cell stage; 4. 8-cell stage; 5. 8-cell stage; 6. Morula stage; 7. Early blastocyst stage;  
8. Late blastocyst stage; 9. early gastrula stage; 10. Midgastrula stage; 11. Late gastrula stage; 12. Neurula stage; 13. Blastopore closed stage; 14. End teeth stage; 15. Muscle effector phase; 16. Heart-beating stage; 17. Hatching stage; 18. The larva

### 2.3.1 前期仔鱼发育(从孵化出膜至卵黄囊完全消失)

初孵仔鱼通体透明, 脊索细长, 位于体上侧, 全长为(6.07±0.28) mm; 卵黄囊呈长囊袋状, 前部钝圆, 后端尖细, 占鱼体的大部分; 消化管隐约可见, 背部、胸部及尾部出现鳍褶雏形, 游动能力较差, 随着孵化器中水流的涌动而做上下窜游(图 1-17)。

1 日龄仔鱼全长为(6.57±0.32) mm, 头部稍弯向下方, 吻端紧贴卵黄囊; 体无色透明, 眼球出现黑色素, 心脏附近出现少量血液, 呈淡红色; 胸鳍鳍褶增高, 仔鱼尾部活动加强。在水中, 仔鱼偶尔向上窜游, 窜游一小段距离后停止摆动身体, 在水中自由落下, 每分钟重复此运动 20~30 次(图 2-1)。

2 日龄仔鱼全长为(7.02±0.33) mm, 头部向上抬起, 吻端离开卵黄囊, 并向前突出, 脊索平直, 卵黄囊消耗 1/3 左右, 体无色透明, 眼球黑色素增多, 心脏附近红色颜色略有加深(图 2-2)。

3 日龄仔鱼全长为(7.51±0.24) mm, 脊索平直, 清晰可见, 卵黄囊消耗超过 1/2; 体无色透明, 体表开始出现少量黑色素沉积, 眼球黑色素进一步增多; 心脏附近红色颜色加深, 体表上方和尾鳍褶附近有红色; 背鳍、胸鳍及尾鳍鳍褶增大、增高, 腹鳍褶和尾鳍褶连成一体, 仔鱼尾部活动进一步加强; 鳃弓原基

出现, 下颌开始出现(图 2-3)。

4 日龄仔鱼全长为(7.93±0.26) mm, 体无色透明, 体表黑色素增多, 特别是卵黄囊上缘、尾鳍褶和脊索上缘黑色素沉积较多; 卵黄囊消耗超过 3/4; 心脏附近红色颜色加深, 体表上方和尾鳍褶附近有红色; 鳃原基出现, 仔鱼活动能力加强, 持续做上下窜游运动; 口裂形成, 但不摄食(图 2-4)。

5 日龄仔鱼全长为(8.51±0.21) mm, 体表黑色素增多, 除了卵黄囊上缘、尾鳍褶和脊索上缘黑色素沉积较多之外, 心脏周围也有黑色素沉积; 卵黄囊消耗超过 8/9; 心脏周围红色血液的颜色清晰可见, 体表上方和尾鳍褶附近有红色; 鳃已开始充气, 仔鱼可以在水体中上层平游; 吻部更加突出; 尾鳍呈扇形; 消化道明显变粗并弯曲(图 2-5)。

2.3.2 后期仔鱼发育(从卵黄囊完全消失至各鳍鳍条基本形成) 6 日龄仔鱼全长为(9.45±0.24) mm, 体表黑色素继续增多, 除了尾鳍褶、脊索上缘和心脏周围黑色素沉积较多之外, 头部也有黑色素沉积, 鳃上缘黑色素沉积最多; 卵黄囊完全消失; 鳃原基进一步发育; 鳃进一步充气, 胸鳍出现, 身体可以保持平衡, 游泳能力大大增强; 仔鱼肠道和肛门贯通, 沉入池底开始摄食小球藻和轮虫等生物饵料(图 2-6)。

8日龄仔鱼全长为(10.51±0.29) mm, 体表黑色素进一步增多; 尾椎骨开始上翘, 尾鳍鳍条开始发育; 鳔继续充气增大, 呈长椭圆形, 只有一个腔室; 消化道内可见明显的食物; 颅骨变厚, 呈淡黄色, 略透明(图 2-8)。

14日龄仔鱼全长为(14.11±0.18) mm, 鱼体呈半透明, 淡黄色; 体表黑色素进一步沉积, 头部黄色颜色加深, 吻端、鳃盖边缘和头部上方黑色素明显增多;

鳃盖骨清晰可见; 心脏明显发红, 清晰可见; 尾鳍逐渐由圆形尾向叉形尾分化; 鳔仍为一室, 其上方黑色素已覆盖 1/2 左右; 消化道内充满食物; 肌节清晰可见 42-43 对(图 2-12)。

25日龄仔鱼全长为(20.32±0.15) mm, 鱼体呈半透明, 淡黄色; 体表黑色素继续沉积, 头部黄色颜色继续加深, 吻端、鳃盖边缘和头部上方黑色素继续增多, 并出现较大的黑色素斑点; 心脏贯通到背主动脉

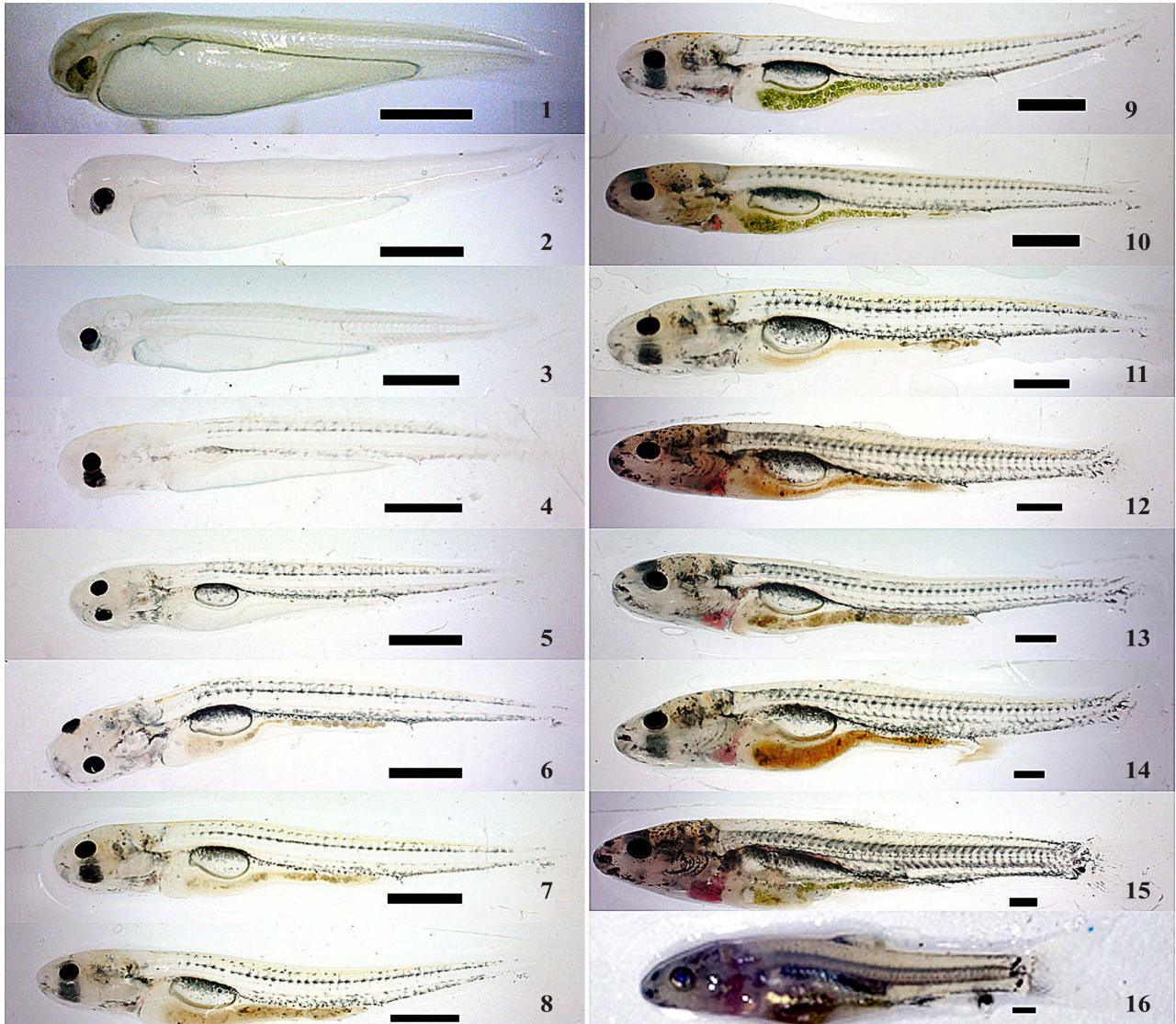


图 2 长鳍吻鮡仔鱼发育

Fig.2 Larvae development of *R.ventralis*

1. 1日龄仔鱼; 2. 2日龄仔鱼; 3. 3日龄仔鱼; 4. 4日龄仔鱼; 5. 5日龄仔鱼; 6. 6日龄仔鱼; 7. 7日龄仔鱼;  
8. 8日龄仔鱼; 9. 11日龄仔鱼; 10. 12日龄仔鱼; 11. 13日龄仔鱼; 12. 14日龄仔鱼; 13. 17日龄仔鱼;  
14. 23日龄仔鱼; 15. 25日龄仔鱼; 16. 30日龄仔鱼

1. 1-day larva; 2. 2-day larva; 3. 3-day larva; 4. 4-day larva; 5. 5-day larva; 6. 6-day larva; 7. 7-day larva; 8. 8-day larva;  
9. 11-day larva; 10. 12-day larva; 11. 13-day larva; 12. 14-day larva; 14. 23-day larva; 15. 25-day larva; 16. 30-day larva

注: 图中横线长度(比例尺)为 1 cm

Note: The length of the horizontal lines in the figure is 1 cm

和尾主动脉,红色血液清晰可见;尾鳍鳍条上沉积黑色素,并由圆形尾分化为叉形尾,鳍条数 24;臀鳍开始出现;鳔在腹腔背部,发育为两室,鳔长约占体长的 1/4,其上方黑色素覆盖鳔表面积的 2/3 左右;消化道内充满食物(图 2-15)。

30 日龄仔鱼全长为(23.25±0.26) mm,鱼体呈暗黄色,腹部呈亮黄色,透明度降低;头部发育完善,黄色颜色加深;胸鳍、背鳍、臀鳍及尾鳍的鳍条形成,各鳍条上均有黑色素沉积,鳞片形成,进入稚鱼期(图 2-16)。

### 3 讨论

#### 3.1 长鳍吻鲈精子和受精卵的特点

长鳍吻鲈精子的激烈运动时间平均为 28.43 s,缓慢运动时间平均为 33.15 s,摇尾运动时间为 46.11 s,精子寿命平均为 108.09 s,这与罗芬等(2011)对长鳍吻鲈精子活力观察结果相一致。精子活力会受到一些生物和非生物因素的影响,如基因、环境、养殖密度、光周期、渗透压、离子类型、pH、激素等(Alavi *et al.*, 2005; Sansone *et al.*, 2002),这些因素对长鳍吻鲈精子活力的影响有待研究。

长鳍吻鲈的受精卵为漂流性卵,其比重略大于水,吸水后卵膜迅速膨胀,形成较大的卵周隙,随流水漂流发育最终孵出鱼苗(周春生等, 1980)。漂流性鱼卵的卵膜径一般在 3.0–7.0 mm 范围内,因种属不同卵膜径也有显著差异。如草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)、铜鱼(*Coreius heterodon*)、圆筒吻鲈(*Rhinogobio cylindricus* Gunther)、吻鲈(*Rhinogobio typus*)以及鳅(*Elopichthys bambusa*)等卵膜径为 5.0–6.5 mm,属大型鱼卵;蒙古红鲌(*Erythroculter mongolicus*)、翘嘴红鲌(*Erythroculter ilishaeformis*)、赤眼鲮(*Spualioabarus curriculus*)、花斑副沙鳅(*Parabotia fasciata* Dabry)以及长春鳊(*Parabramis pekinensis*)等鱼类卵膜径一般为 4.0–5.0 mm,属中型鱼卵;银鲈(*Squalidus argentatus*)、银鲟(*Xenocypris argentea* Gunther)以及蛇鲈(*Saurogobio dabryi*)等小型鱼类卵膜径通常为 3.0–4.0 mm(周春生等, 1980)。长鳍吻鲈受精卵的卵膜径为 6.6–7.0 mm,平均为(6.86±0.31) mm,属于大型鱼卵。Lake 等(1967)和 Martell 等(2005)认为,鱼卵受精吸水膨胀后形成的较大卵周隙可以有效抗击外界环境的冲击,提高受精卵的成活率。据此分析,长鳍吻鲈受精卵吸水后,形成的较大卵周隙,一方面可以为胚胎发育提供安全的内部环境,另一方面受精卵吸水膨胀,扩大了卵的体积,使其密度减小,可以实现漂流发育,鱼卵吸水后的这一

系列生理变化是其繁殖策略的重要体现。

#### 3.2 长鳍吻鲈的胚胎发育

在水温为 17.6–18.3℃流水孵化条件下,长鳍吻鲈受精卵历时 56 h 完成整个胚胎发育的过程。长鳍吻鲈的胚胎发育与大多数鲤科鱼类胚胎发育期的划分基本一致。长鳍吻鲈的胚胎发育时间较似刺鳊鲈(*Paracanthobrama guichenoti* Bleeker) 78 h 7 min (23–26℃)、蛇鲈 81–82 h (15.0–18.3℃)等鲈亚科鱼类历时较短(卢敏德等, 1996; 何雪福等, 1996),较中华沙鳅(*Botia superciliaris*) 34–37 h (21–23℃)、花斑副沙鳅 12 h 30 min (28℃)、长薄鳅(*Leptobotia elongata*) 34 h (22.3–23.5℃)等鳅科鱼类历时长(李强等, 2011; 杨明生等, 2007; 梁银铨等, 2001),明显短于青海湖裸鲤(*Gymnoocypris eckloni* Herzensten) 132 h (18–21℃)、四川裂腹鱼(*Schizothorax kozlovi* Nikolsky) 130 h (11–21℃)以及尖裸鲤(*Oxygymnocypris stewarti*) 265 h (9.5–11.8℃)等裂腹鱼亚科鱼类(史建全等, 2000; 陈永祥等, 1997; 许静等, 2011)。这种胚胎发育时间的差异主要是由鱼类种属遗传特性决定的,同时受到孵化水温条件的显著影响。

温度是影响鱼类胚胎发育的主要环境因素(谢仰杰等, 2001),长鳍吻鲈的胚胎发育速度很大程度上取决于温度。研究中发现,长鳍吻鲈受精卵在水温为 17.6–18.3℃时孵化,经 56 h 即可出膜,而在水温为 16.4–17.2℃时孵化,则需 72 h 才能出膜。由此可见,温度影响长鳍吻鲈的胚胎发育的速度,在一定温度范围内,水温升高可以促进胚胎发育,相反水温降低会延缓发育。长鳍吻鲈胚胎发育的适宜水温为 16.4–18.3℃,与其自然繁殖水温 16–19℃相一致,水温过高或过低都会造成胚胎发育畸形、死亡,孵化率降低。

#### 3.3 长鳍吻鲈仔鱼的生长发育

长鳍吻鲈的鱼苗卵黄囊吸收的特点是首先吸收身体前段膨大部分,之后卵黄囊变成条状直至消失,这种现象是大多数鲤科鱼类卵黄囊被吸收时的共有特点。

在温度为 18.5–22℃的条件下,长鳍吻鲈苗种全长与日龄的相关关系式为:  $y=5.8208e^{0.1535x}$  ( $R^2=0.9846$ ),从初孵仔鱼到 6 日龄仔鱼,长鳍吻鲈的生长速度较为缓慢,7–30 日龄,生长速度逐渐加快,并在 11–30 日龄进入快速生长期,分析其原因可能长鳍吻鲈的仔鱼在 1–6 日龄时,处于内源营养阶段,营养供给主要依靠卵黄囊,6 日龄以后,卵黄囊完全消失,进入外源营养阶段,营养供给主要依靠外源物质。此时,投喂

的轮虫、枝角类等生物饵料,营养充足,保证了仔鱼生长发育对营养的需求。随着仔鱼各个器官发育逐步完善,仔鱼的游泳能力不断增强,捕食能力大大提高,摄食量不断加大,加之仔鱼的消化系统发育完全,消化吸收能力显著提高,使得仔鱼在7日龄以后生长发育速度逐渐加快,并在11日龄后进入一个快速生长期。30日龄的仔鱼鳍条基本形成,鳞片开始出现,进入稚鱼期。

第1批长鳍吻鮡鱼苗在出膜后7-10d左右时,每天均出现大量死亡,观察发现,鱼苗身体瘦弱,肠道内无食物。分析其原因,可能是因为长鳍吻鮡鱼苗在卵黄囊耗尽前的短期内开始转向外界摄食,此时为内源性和外源性营养共存的混合营养期,而在此阶段,长鳍吻鮡仔鱼没有获得足够的营养,导致其卵黄营养耗尽后一直处于饥饿状态,尽管还能生存较长一段时间,但很难恢复摄食能力,导致鱼苗死亡。

### 参 考 文 献

- 邓辉胜,何学福.长江干流长鳍吻鮡的生物学研究.西南农业大学学报(自然科学版),2005,27(5):704-708
- 史建全,祁洪芳,杨建新,等.青海湖裸鲤人工繁殖及鱼苗培育技术的研究.淡水渔业,2000,30(2):3-6
- 卢敏德,杨彩根,葛志亮,等.似刺鲃胚胎发育的研究.水产养殖,1996(6):15-18
- 刘军.长江上游特有鱼类受威胁及优先保护顺序的定量分析.中国环境科学,2004,24(4):395-399.
- 许静,谢从新,邵俭,等.雅鲁藏布江尖裸鲤胚胎和仔稚鱼发育的研究.水生态学杂志,2011,32(2):86-95.
- 陈永祥,罗泉笙.乌江上游四川裂腹鱼的胚胎发育.四川动物,1997,16(4):163-167
- 何雪福,宋昭彬,谢恩义.蛇鮡的产卵习性及其胚胎发育.西南师范大学学报(自然科学版),1996,21(3):276-281
- 辛建峰,杨宇峰,段中华,等.长江上游长鳍吻鮡的种群特征及其物种保护.生态学杂志,2010,29(7):1377-1381
- 李强,姚明予,周波,等.中华沙鳅人工繁殖技术初探.淡水渔业,2011,41(5):92-94
- 罗芬.长鳍吻鮡精子活力的观察.泉州师范学院学报,2011,29(6):25-28
- 杨明生,李建华,黄孝湘.渭河花斑副沙鳅的繁殖生态学研究.水利渔业,2007,27(5):84-85
- 周春生,梁秩燊,黄鹤年.兴修水利枢纽后汉江产漂流性卵鱼类的繁殖生态.水生生物学学报,1980,7(2):175-188
- 徐念,史方,熊美华,等.三峡库区长鳍吻鮡种群遗传多样性的初步研究.水生态学杂志,2009,30(2):113-116
- 梁银铨,胡小建.长薄鳅人工繁殖技术的研究.水生生物学报,2001,25(4):422-424
- 谢仰杰,翁朝红,管延华,等.温度对花尾胡椒鲷胚胎发育的影响.集美大学学报(自然科学版),2001,6(2):138-143
- Alavi SMH, Cosson J. Sperm motility in fishes. Effects of temperature and PH:A review. Cell Biol Int, 2005, 29(2): 101-110
- Lake JS. 1967. Rearing experiments with five species of Australian freshwater fishes. II. Morphogenesis and ontogeny. Australian J Mar Freshwat Res, 2005, 18: 155-176
- Martell DJ, Kieffer JD, Trippel EA. Effects of temperature during early life history on embryonic and larval development and growth in haddock. J Fish Biol, 2005, 66(6): 1558-1575
- Sansone G, Fabbrocini A, Leropoli S, et al. Effects of extender composition, cooling rate, and freezing on the motility of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) spermatozoa after thawing. Cryobiology, 2002, 44(3): 229-239

(编辑 陈严)

## Study on the Embryonic and Early Larval Development of *Rhinogobio ventralis*

GUAN Min, XIAO Kan, HU Meihong, LIU Yong, LU Xuebao,  
NI Yong, GUO Wentao<sup>①</sup>, QU Huantao, LI Sha

(Hubei Province Key Laboratory of the Three Gorges Project Fish Resources Protection, China Yangtze  
Three Gorges Group Company, the Chinese Sturgeon Research Institute, Yichang 443100)

**Abstract** The current study investigated the embryonic and early larval development of *Rhinogobio ventralis* using the micro electronic imaging technology. The running-water hatching way was used to incubate the fertilized egg. The hatching water temperature was 17.6–18.3°C and DO was 7–9 mg/L. The results showed that the range of *R.ventralis* egg diameter, egg membrane diameter and egg weight was 1.7–1.9 mm, 6.6–7.0 mm and 0.0059–0.0077 g, respectively, and that the life and swirling movement time of sperm were 96.56–119.12 s and 25.43–31.43 s, respectively. The time period for embryonic development was 56 h at 17.6–18.3°C. Eight embryo development stages of *R.ventralis* were described, which included fertilized egg, blastoderm, cleavage, blastula, gastrula, neurula, organogenesis, and hatching period. The yolk-sac of larvae disappeared after being reared for 5 days in the water at 18.5–22°C. The yolk-sac of 6-days age larvae disappeared completely, and the late larval stage began. The fin of 30-days age larva was basically formed and scales began to form. The growing larvae further developed into juvenile stage after 30 days. Our study provides theoretical basis and scientific reference for the mass reproduction of *R.ventralis*.

**Key words** *Rhinogobio ventralis*; Embryonic development; Larvae development

<sup>①</sup> Corresponding author: GUO Wentao, E-mail: realgwt2008@163.com