

文章编号: 1000-0615(2003)06-0505-08

## 黄鳍的胚胎及胚后发育

周秋白, 吴华东, 吴红翔, 杨发群

(江西农业大学动物科学技术学院, 江西 南昌 330045)

**摘要:**将黄鳍的受精卵静水控温孵化后,经活体解剖和透明处理,记录黄鳍孵化时序,显微观察并拍摄黄鳍胚胎发育及胚后发育过程的形态特征。黄鳍卵圆球型,橙黄或淡黄色,沉性,卵粒重 25~38mg,卵径 1.7~3.1mm。受精吸水 3~5min 膨胀后,卵径增大至 3.0~3.7mm。黄鳍出膜时全长 15~21mm,卵黄吸收完成时,全长 25~35mm。黄鳍胚胎发育过程中出现具有丰富的微血管分布的胸鳍。胸鳍在胚体出膜后卵黄囊完全消失前退化。在温度 26℃时,胚胎发育所需时间为 168h,所需积温“度·时”值为 4368;在温度 32℃时,胚胎发育所需时间为 144h,所需积温“度·时”值为 4608。在温度 32℃时,胚后发育所需时间(从出膜至卵黄全部吸收)为 216h,所需积温“度·时”值为 6912。26~30℃是黄鳍卵适宜的胚胎发育温度。

**关键词:**黄鳍;孵化;胚胎发育;胚后发育;温度

**中图分类号:**S917      **文献标识码:**A

## The embryonic and postembryonic development of *Monopterus albus*

ZHOU Qiu-bai, WU Hua-dong, WU Hong-Xiang, YANG Fa-qun

(Department of Animal Science, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:**This paper describes embryonic and early stage larval development of *Monopterus albus* to probe the hatching technology of fertilized eggs and cultivating skill. By controlling hatching temperature and penetrating, the characters of embryos and early stage larvae in every stage were carefully observed and the photographs were taken. The fertilized egg is orange or light yellow. The diameter is 1.7-2.1mm, and 3.0-3.7mm before and after absorbing water. The mean length of newly hatched larva is 15-21mm. Pectoral fins with much blood capillary have appeared in the stage of embryos and disappeared in the late stage of the early stage larva. When the yolk of early stage larva is completely absorbed, the length of early stage larva is 25-35mm, the whole process of embryonic development lasts for about 168h at 26℃ and about 144h at 32℃. The process of early stage larva lasts for about 216h at 32℃. The optimum temperature of the embryos development is 26-30℃.

**Key words:** *Monopterus albus*; hatching; embryonic development; postembryonic development; temperature

黄鳍(*Monopterus albus* Zuiew)广泛分布于我国各种淡水水域的浅水区,是一种典型的穴居性鱼类。它不同于一般鱼类,具有较特殊的生物学特性,尤其是生殖习性,早在 20 世纪 40 年代我国著名的学者 Wu 和 Liu<sup>[1]</sup>和 Liu<sup>[2]</sup>就有过深入研究。关于黄鳍胚胎发育,朱志荣<sup>[3]</sup>观察过后期发育情况,杨代勤<sup>[4]</sup>等采用人工授精方法进行胚胎发育初步研究。黄鳍吐泡沫产卵受精,这一特性给黄鳍受精卵的人工孵化

收稿日期:2002-09-20

资助项目:江西省教育厅重点科技项目(赣教计字[2000]254号)

作者简介:周秋白(1965-),男,江西修水人,副教授,主要从事鱼类营养与繁殖研究。E-mail:zhouqiubai@163.com

带来很大的困难。本实验在人工繁殖成功的基础上,连续观察了黄鳝胚胎发育及胚后发育的全过程,并首次以显微摄影作了记录,旨在为黄鳝受精卵孵化和幼鱼培育提供直观的科学依据。

## 1 材料和方法

黄鳝受精卵为人工培育的亲鳝经诱导催产获得,在室内控温静水孵化,显微镜观察后再解剖或作透明处理。透明液为蒸馏水:5%甲醛:甘油:冰醋酸(100:5:7:4)。同时,每2h记录水温1次,用加权平均温度乘时间计算积温。

## 2 结果

### 2.1 胚胎发育

完成第1批次胚胎发育所需的“度·时”值为4368,平均水温为26℃所需时间为168h;完成第2批次胚胎发育所需的“度·时”值为4608,平均水温32℃,所需时间为144h。

**受精卵:**呈圆球形,橙黄或淡黄色,富含卵黄,沉性,卵粒重25~38mg,卵径1.7~2.1mm。受精卵吸水后3~5min膨胀形成明显的卵间隙,卵膜半透明,卵径增大至3.0~3.7mm(图版-1)。受精后约30~60min可见到明显的胚盘(图版-2)。从卵子受精到尾芽期,所有卵的动物极均朝上。

**卵裂期:**第1次卵裂发生在受精后2h左右,形成两个相等的分裂球(图版-3);第2次分裂发生在受精后3h左右,与第1次的分裂面垂直,将胚盘分裂成4个相等的分裂球(图版-4)。第3次分裂发生在受精后4h左右,与第1次分裂面平行形成8个大小基本相等的分裂球(图版-5)。第4次分裂发生在5h20min左右,与第2次分裂面平行形成16个大小基本相等的分裂球。6h10min左右进行第5次分裂,形成32个细胞。此后,分裂继续进行,但不再同步,细胞大小也不再相同,胚盘处形成了多层排列而隆起呈半球形的多细胞团。

**囊胚期:**约在受精后12h20min左右进入囊胚期,囊胚直径约占卵径的2/3,高约占卵的1/4。此时,植物极与动物极分界明显,细胞间界线变得模糊(图版-6)。

**原肠胚期:**受精后约18h20min,随着卵裂继续进行,动物极细胞越来越小,表面变得平滑,囊胚层细胞沿卵黄表面向植物极下包,同时,胚盘周缘的囊胚层细胞稍向内卷入形成环状隆起的胚环,进入原肠早期(图版-7)。受精后22h左右,囊胚层细胞下包、内卷的同时在胚环的一定部位上出现一外观增厚隆起的胚盾,受精后30h左右后胚盾明显加长(图版-8)。受精后约32h随着原肠作用的进行,卵黄部分也越来越多地被包围起来,进入原肠中期(图版-9)。

**神经胚期:**受精后39h左右囊胚层细胞包围卵黄4/5左右,42h囊胚层细胞下卷仅留一小孔,外观胚体头部较中后部略隆起增大,进入小卵黄栓,胚孔封闭前时期(图版-10);受精后约60h胚孔闭合,胚体头部较中后部明显隆起增大(图版-11)。

**胚孔封闭期:**受精后约60h胚孔闭合,胚体后端出现增粗的现象(图版-12)。

**尾芽期:**胚孔闭合后,尾芽即开始生长进而向前形成一小钩(图版-13),受精后66h左右尾部不断张开伸长(图版-15)。

**胸鳍原基期:**受精后62h左右尾部继续伸展,头部后方两侧出现胸鳍原基(图版-14)。

**肌肉效应期:**受精后65h左右胚胎开始表现微弱的收缩(图版-16)。

**眼囊期:**受精后70h左右,可见一对圆形眼囊(图版-17),受精后82h左右晶体形成,眼中明显可见黑色素(图版-18)。

**心脏出现:**受精65h左右,卵黄囊的前上方,细直小管状的心脏形成。并开始缓慢跳动,每分钟45次左右,血液中无红细胞,外观无色(图版-16、19)。此后心脏出现弯曲,受精后约90h,膨大形成心耳、心室,与一环形血管相连,红细胞不断增多,外观呈红色,每分钟跳动60~90次左右(图版-20)。

**体色素出现期:**受精后72h,胚体上出现零散的星芒状黑色素细胞,至受精后120h胚体外观略带灰

色,眼黑色素清晰(图版-21)。

**出膜前期:**受精后约 96h,胚体的尾部增长,在卵内弯曲达到或超过头部,全长约 10mm,受精后 144h,背部和尾部鳍褶明显,胸鳍和鳍褶上出现丰富的微血管网,尾动脉卵黄囊分支呈“S”形,并开始膨大形成尾动脉锥,胚体长约 15mm(图版-22~24),由头后环形血管伸直的卵黄静脉和尾动脉各分出的血管进一步形成腹部丰富的微血管网包围整个卵黄囊,心脏跳动加快每分钟 90~100 次,胚体长约 18mm。受精后 162h,胚体扭动加强,卵膜继续膨大变薄而透明,心跳加快至每分钟 110~120 次,胸鳍扇动也加快(图版-25~27)。

**出膜期:**胚胎在膜内不停地左右转动,卵膜逐渐变大变软变薄,到 168h 左右,仔鱼破膜出现高峰。仔鱼出膜通常头或尾部先出膜,少数中部先出膜。出膜的仔鱼全长视卵径的大小不同约为 15~21mm,刚出膜的仔鱼带有一个大的鸭梨形卵黄囊,心脏结构仍可看清心耳和心室,心脏每分钟跳动 110 次左右,尾动脉大而明显,胚体稍弯(图版-28)。仔鱼侧卧水底,偶尔作 S 状侧游。

## 2.2 胚后发育

**大卵黄囊期:**从孵出到孵出 12h 左右,仔鱼随带一梨型卵黄囊,心耳,心室不断增大,并逐步后移。尾动脉锥大而明显(图版-29~31)。

**水平游动期:**孵出 18h~36h,仔鱼全长达 19~25mm。身体黑色素增多,开始具有背部朝上的水平游动能力,从背部可见卵黄囊(图版-32~35)。孵出 48h,仔鱼全长 25mm 左右,卵黄囊变成棒状,胸鳍和鳍褶上血管非常丰富,身体能快速游动(图版-36)。以后卵黄囊逐渐变小,成细长梭形,胸鳍和背鳍褶上血管显著缩小,身体色素不断加深(图版-37~42)。

**鳍褶消失期:**孵出 144h 左右,仔鱼全长 25~35mm,卵黄囊呈长条状,从背部已看不见卵黄囊,胸鳍和鳍褶逐渐消失。体色素加深,背面观呈浅黑褐色,侧面观呈黄褐色。仔鱼已开始有将头伸出水面呼吸空气现象,并开始向外界摄取饵料,仔鱼游泳能力下降,趋向隐居生活(图版-43)。

**卵黄吸收完成期:**仔鱼孵出 168h 左右,侧观隐约见到卵黄,仅在腹内残存少量卵黄(图版-44)。孵出 216h 左右从侧面观察已基本看不见卵黄痕迹,腹面观可见一条黄色线状物(图版-45)。该状况可维持很长一段时间(图版-46~48)。

## 3 讨论

黄鳍成熟卵为橙黄色至淡黄色,卵径大,卵黄多,胚胎发育时间长,仔鱼出膜时个体大,对环境适应能力强。

在黄鳍的胚胎发育过程中组织分化和器官的形成尚待进一步研究,其在胚盾形成位置下包程度较鲢<sup>[5]</sup>等大,胚环较圆,背唇不明显;尾芽形成期尾芽先呈钩状后不断伸长,胚体侧向弯曲呈圆环状;红细胞、体色素和胸鳍出现早;胸鳍和鳍膜出膜前已有丰富的微血管分布,出膜前后可起辅助呼吸作用和运动功能;心脏跳动较早,后期位置离头部较远。

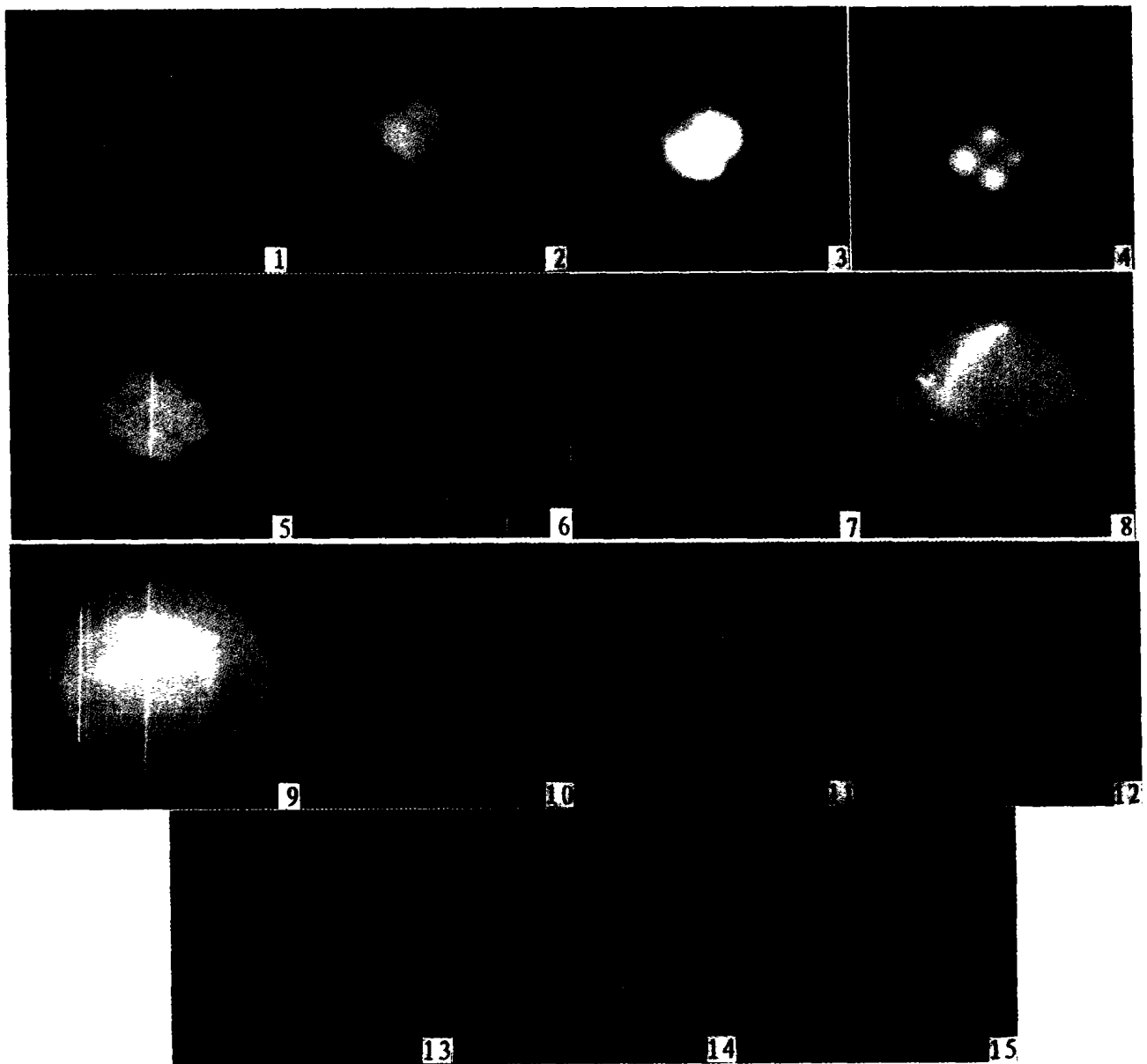
黄鳍卵黄囊大,其上分布着大量微血管可帮助养份运输,同时,也是氧气交换的场所,这和以后的皮肤辅助呼吸应有密切关系。作者还观察到当水中缺氧时血液颜色也变淡。自然界中,黄鳍受精卵浮于泡沫中孵化,泡沫中水份少,实质上是在半空气中孵化,作者采用空气中保湿孵化基本成功亦证明这一点。相反,水中孵化,深水底部易缺氧,受精卵位于水底很易窒息死亡。

黄鳍胚胎发育受水温影响较大,温度在 23~34℃ 都能孵化出膜,但随温度升高孵化时间缩短,从本实验看以 26~30℃ 较好。

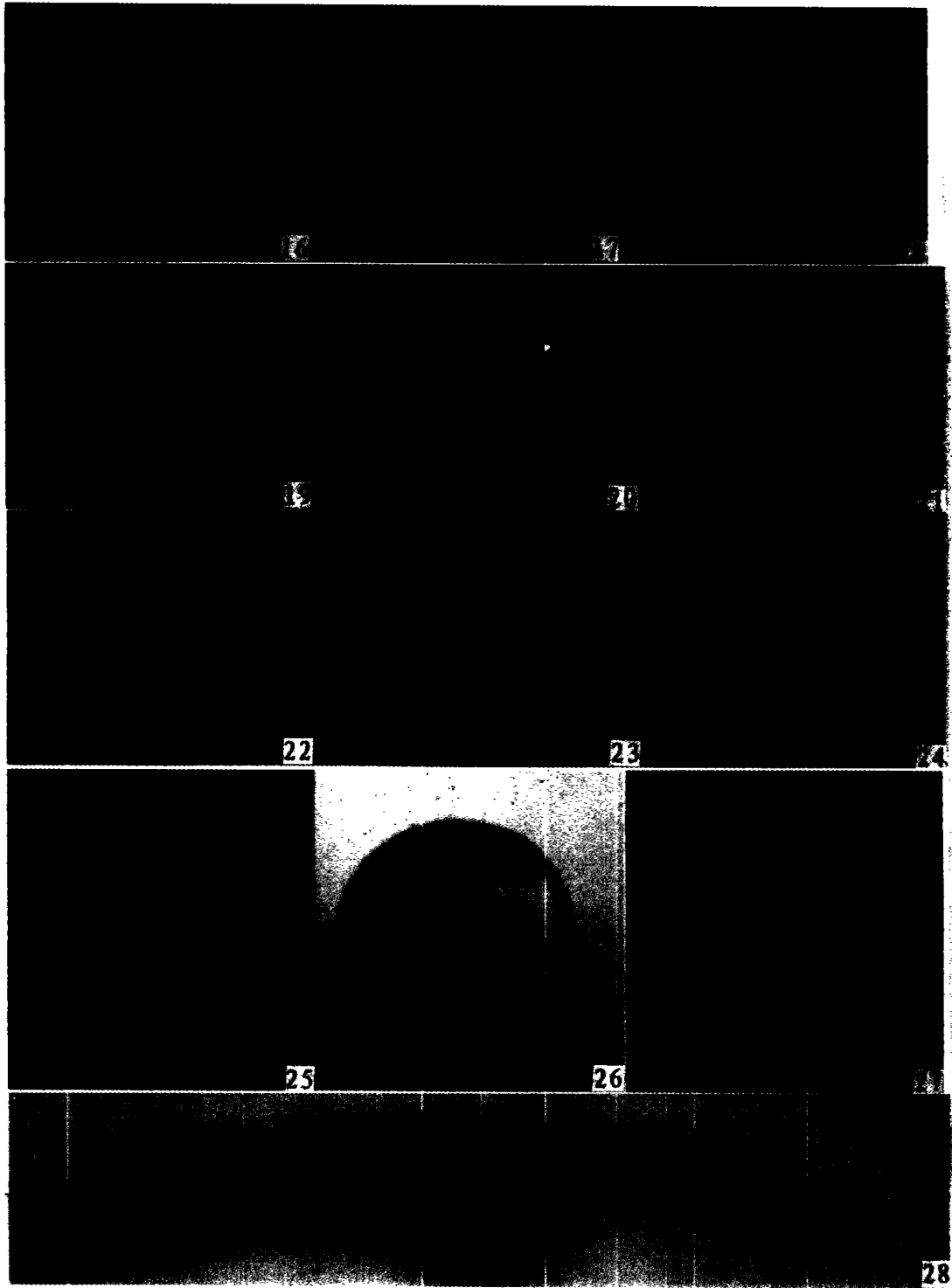
黄鳍仔鱼出膜时带有 1 个大卵黄囊,从内源性营养过渡到外源性营养时间较长,约 10d,出膜后 1 周基本上由卵黄供给养分,但如果在 10d 以后仍找不到食物,仔鱼活动能力迅速下降,体色也变淡(图-47,48),以后即使给予充足饵料其生长也大受影响。

## 参考文献:

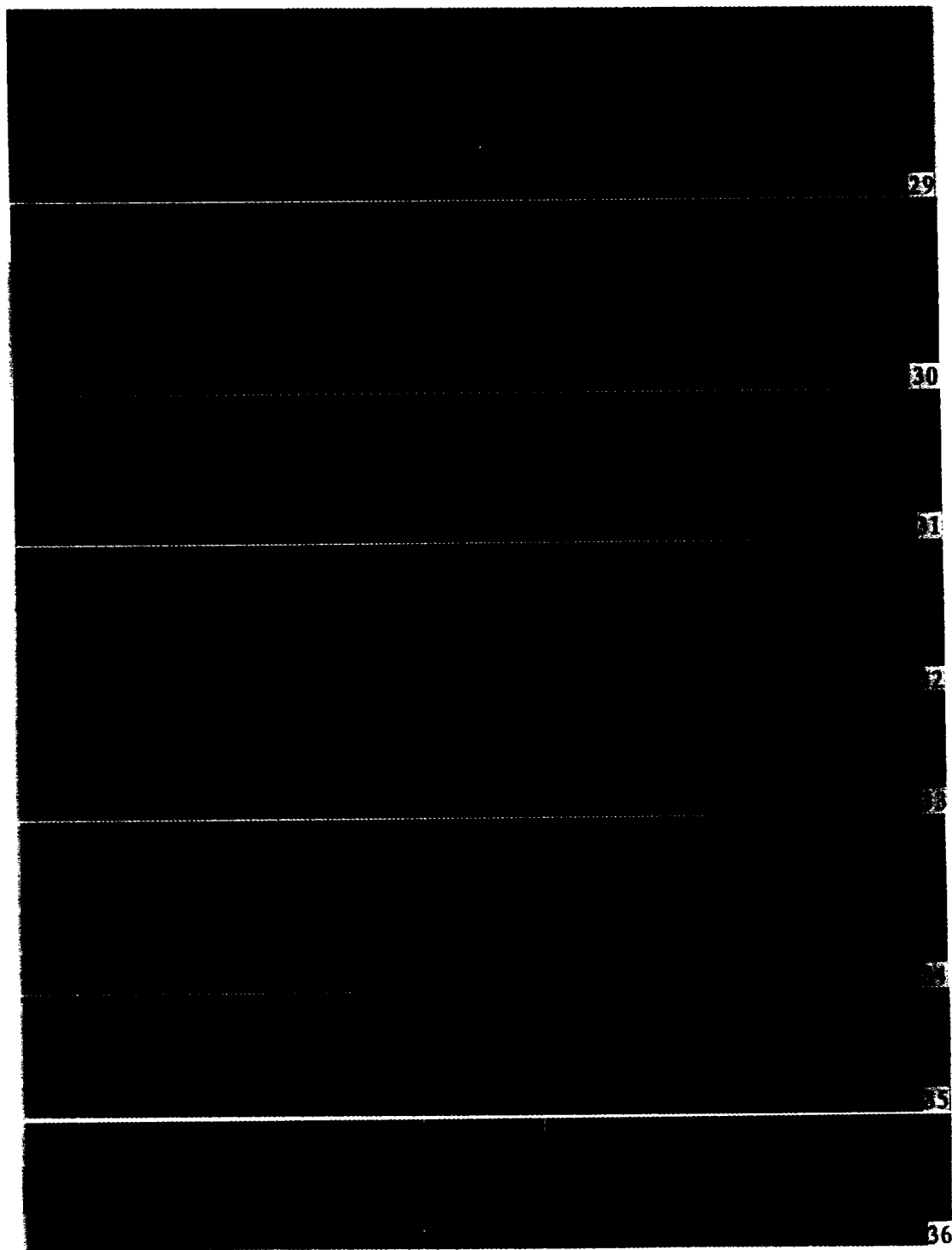
- [1] Wu X W, Liu C K. On the breeding habits and the larval metamorphosis of *Monopterus javanensis* [J]. *Sinensia*, 1942, 13(1-6): 1-13.
- [2] Liu C K. Rudimentary hermaphroditism in the symbranchoid eel, *Monopterus javanensis* [J]. *Sinensia*, 1944, 15: 1-8.
- [3] Chu C Y. Preliminary studies on the development of *Misgurnus*, *Monopterus* and *Aplocheilus* in relation with their environmental factors [J]. *Acta Hydrobiol Sin*, 1962, (1): 1-14. [朱志荣. 泥鳅, 黄鳝, 青鳉的繁殖, 发育及与环境关系的初步研究 [J]. 水生生物学集刊, 1962(1): 1-14.]
- [4] Yang D Q, Chen F, Li D X, et al. The embryonic development and fingerling culture of eel, *Monopterus albus* [J]. *Journal of Hubei Agricultural College*, 1999, 19(2): 149-153. [杨代勤, 陈芳, 李道霞, 等. 黄鳝的胚胎发育及鱼苗培育 [J]. 湖北农学院学报, 1999, 19(2): 149-153.]
- [5] Lou Y D. *Histology and embryology* (2nd ed) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1996. 312-354. [楼允东. 组织胚胎学 (第二版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 312-354.]



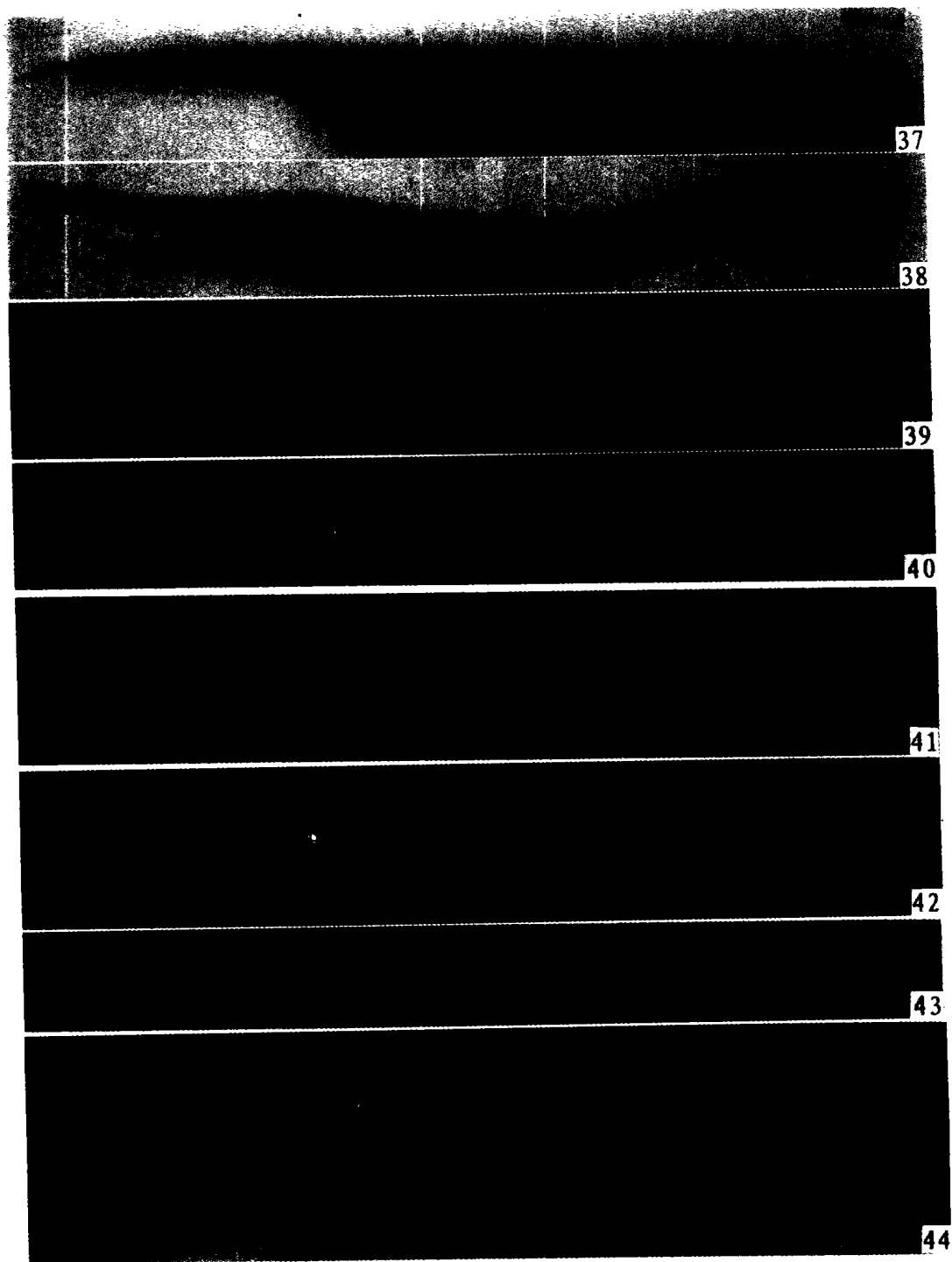
图版 Plate



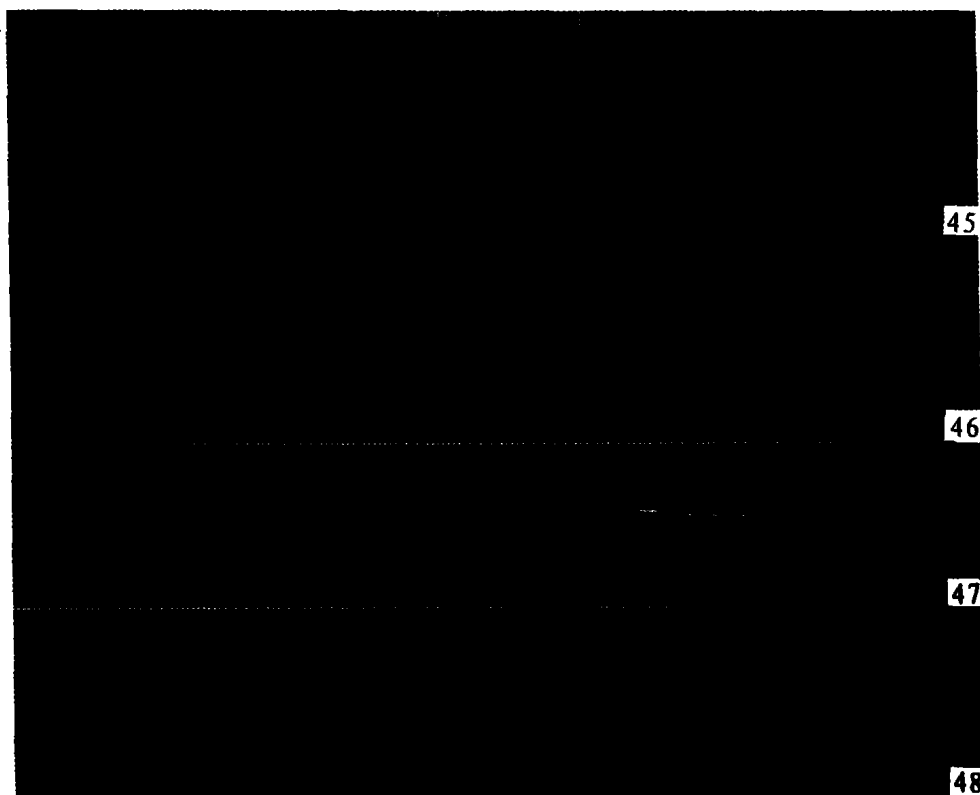
图版 Plate



图版 Plate



图版 Plate



图版 Plate

1. 受精卵; 2. 胚盘形成; 3. 2 细胞期; 4. 4 细胞期; 5. 8 细胞期; 6. 囊胚期; 7. 原肠早期; 8. 胚盾出现; 9. 原肠中期; 10. 小卵黄栓期; 11, 12. 胚孔封闭期; 13. 尾芽期; 14. 胸鳍原基; 15. 尾芽伸长; 16. 肌肉效应期; 17. 眼囊期; 18. 眼色素出现; 19. 心脏出现期; 20. 血红细胞出现; 21. 体色素出现期; 22 ~ 24. 受精后 144h; 25 ~ 27. 受精后 162h; 28. 刚出膜仔鱼; 29, 30. 孵出 6h; 31. 孵出 12h; 32. 孵出 18h; 33, 34. 孵出 24h; 35. 孵出 36h; 36. 孵出 48h; 37. 孵出 56h; 38. 孵出 72h; 39. 孵出 84h; 40. 孵出 96h; 41. 孵出 108h; 42. 孵出 120h; 43. 孵出 144h; 44. 孵出 168h; 45. 孵出 216h; 46. 孵出 240h; 47, 48. 孵出 268h

1. fertilize egg; 2. blastodisc formation; 3. two-cell stage; 4. four-cell stage; 5. eight-cell stage; 6. blastula stage; 7. early stage of gastrula; 8. appear of the embryonic shield; 9. middle stage of gastrula; 10. stage of small yolk plug; 11, 12. stage of blastopore closing; 13. stage of tail bud formation; 14. stage of pectoral fin formation; 15. stage of the developing tail; 16. stage of muscular effect; 17. stage of eye sac formation; 18. appear of the eye pigment; 19. appear of heart; 20. appear of red blood cell; 21. appear of body pigment; 22 - 24. 144h after fertilization; 25 - 27. 162 h after fertilization; 28. newly hatching fry; 29, 30. 6h after hatching; 31. 12h after hatching; 32. 18h after hatching; 33, 34. 24h after hatching; 35. 36h after hatching; 36. 48h after hatching; 37. 56h after hatching; 38. 72h after hatching; 39. 84h after hatching; 40. 96h after hatching; 41. 108h after hatching; 42. 120h after hatching; 43. 144h after hatching; 44. 168h after hatching; 45. 216h after hatching; 46. 240h after hatching; 47, 48. 268h after hatching.