

加州鲈鱼胚胎及幼鱼发育的研究

刘文生 林焯坤 彭锐民

(华南农业大学动物科学系, 广州, 510642)

摘要 加州鲈鱼受精卵呈圆球形, 橙黄色, 具粘性, 在水温 $17.4^{\circ}\text{C} \sim 20.4^{\circ}\text{C}$ 时, 胚胎发育历时 68 h 5 min, 孵化总时数与水温成反比, 孵化有效积温与平均水温成反比, 而与孵化总时数成正比。孵出的仔鱼体全长为 $3.8 \sim 4.2 \text{ mm}$, 半透明, 32 对体节, 孵出后 6 d 开始觅食, 11 d 卵黄囊和油球消失, 25 d 稚鱼体全长达 $16 \sim 18 \text{ mm}$ 。

关键词 加州鲈鱼; 胚胎发育; 幼鱼发育

中图分类号 S961.2

加州鲈鱼 *Micropterus salmoides* 又称大口黑鲈, 隶属鲈形目、太阳鱼科 Centrarchidae、黑鲈属。原产于美国加利福尼亚州密西西比河, 是一种重要的肉食性淡水养殖鱼类, 其肉质嫩滑无肌刺, 味道鲜而富营养, 具有生长快、耐低温、病害少, 易起捕等特点, 已被世界许多国家引作养殖对象(贾长春等, 1993)。我国 1983 年首次引入广东, 1986 年获人工繁殖成功(许晖等, 1987), 现被认定为名优品种之一, 并从广东推广至全国各地池塘养殖(刘家照等, 1990)。

国内有关加州鲈鱼的人工繁殖研究, 仅停留在较为简单的催情、早期胚胎发育观察等方面(吴庆龙, 1993)。作者于 1994 年在人工催产的基础上, 对加州鲈鱼的胚胎发育、幼鱼发育进行观察, 目的在于为其增养殖提供进一步的理论依据。

1 材料与方法

实验材料系我校水产养殖场自养的一冬龄亲鱼, 配对放在每个 10 m^2 的水泥池, 通过 HCG 催产, 自然受精获得受精卵, 并移至孵化木槽孵化。取部分受精卵置于盛水的面盆中, 每隔一定时间采样放于培养皿在显微镜下观察, 同时记录水温、绘图、记述其发育特征。仔鱼孵出后, 直接在孵化槽中取样, 每次观察的样品不少于 10 个, 实验进行了 3 次重复。

2 结果

在水温 $17.4 \sim 20.4^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 加州鲈鱼从受精至孵化出膜历经 68 h 5 min, 胚胎发育的时程见表 1; 水温 $16.7 \sim 23.4^{\circ}\text{C}$ 时, 幼鱼的发育时程见表 2; 3 批受精卵在不同水温下孵化的有效积温比较见表 3。

2.1 胚胎发育

2.1.1 受精卵 成熟卵呈圆球形、橙黄色、半透明、内含大量卵黄, 其中有一金黄色油球, 卵径为 $1.1 \sim 1.3 \text{ mm}$, 平均 1.2 mm , 受精遇水后, 卵膜表面有粘性, 卵径稍扩大, 为 $1.3 \sim 1.5 \text{ mm}$, 平均 1.4 mm (图 I, 1)。受精后约 1 h, 原生质在动物极聚集而呈丘状隆起形成颜色深暗的胚盘(图 I, 2)。

1994-11-01 收稿

表1 胚胎发育日程表

发育阶段	发育时期	图 I 序号	水温 /℃	受精后时间 /h:min	阶段 持续时间 /h:min
受 精 卵	受精	1	19	0 : 00	1 : 30
	胚盘形成	2	18.8	1 : 00	
卵 裂	2细胞期	3	18.7	1 : 30	4 : 35
	4细胞期	4	18.7	2 : 05	
	8细胞期	5	18.5	2 : 30	
	16细胞期	6	18.5	3 : 03	
	32细胞期	7	18.3	3 : 55	
	多细胞期	8	18.2	4 : 45	
囊胚阶段	囊胚早期	9	18.1	6 : 05	9 : 30
	囊胚中期	—	18	9 : 05	
	囊胚晚期	10	17.8	13 : 30	
原肠阶段	原肠早期	11	17.4	15 : 35	10 : 15
	原肠中期	—	18.5	21 : 00	
	原肠晚期	12	19.4	24 : 20	
神经胚阶段	神经胚期	13	19.5	25 : 50	6 : 00
	胚孔封闭期	14	19.4	26 : 20	
器 官 分 化 阶 段	体节出现期	15	18.8	31 : 50	33 : 40
	脊索形成期	—	18.4	36 : 20	
	眼泡出现期	16	17.9	40 : 20	
	尾芽期	17	17.9	40 : 50	
	耳囊出现期	—	17.8	41 : 20	
	晶体出现期	—	18	41 : 30	
	心脏形成期	18	18	42 : 00	
	耳石形成期	19	18.6	45 : 00	
	肌肉效应期	20	20.2	46 : 30	
	心脏搏动期	—	20.3	49 : 22	
	血液循环期	21	19.3	52 : 34	
	眼球色素沉着期	—	18.6	54 : 20	
出膜阶段	开始出膜	23	19.2	65 : 30	2 : 35
	大量出膜	—	20	66 : 40	
	最迟出膜	—	20.4	68 : 05	
全 过 程			17.4~20.4		68 : 05

表 2 幼 鱼 发 育 时 程 表

发育阶段	发育时期	体全长 /mm	图Ⅱ 序号	水温 /℃	孵化后 时间/h	阶段持续 时间/d
仔鱼发育	初孵出仔鱼	4	1	20	0	11.5
	消化管延伸期	4.1	2	20.6	10	
	奇鳍褶扩张期	4.6	—	20.8	24	
	黑色素出现期	4.7	—	21	30	
	鳃弓出现期	4.8	3	20.7	36	
	颌顶色素出现期	5	4	20.6	48	
	鳔形成期	5.1	5	21.4	56	
	胸鳍出现期	5.1	5	20.8	62	
	下颌形成期	5.3	5	21.1	72	
	动脉球形成期	5.5	—	22.3	84	
	开口期	5.8	6	21.3	96	
	鳃盖形成期	6.3	—	22.2	120	
	觅食期	6.5	7	21.8	6 d	
	卵黄消失期	6.9	—	23.2	9 d	
	油球消失期	7.6	8	22	11 d	
稚鱼发育	尾鳍条出现期	7.8	—	23.1	11.5 d	13.5
	臀鳍出现期	8	9	22	12 d	
	背鳍出现期	8.5	9	23.4	12.5 d	
	肠袢形成期	10	—	16.7	16 d	
	腹鳍褶期	14.2	10	19.2	21 d	
全 过 程				16.7~23.4		25

表 3 在 不 同 水 温 下 孵 化 有 效 积 温 的 比 较

批 次	水 温 范 围 /℃	平 均 水 温 /℃	孵 化 总 时 数 /h : min	孵 化 有 效 积 温 /℃ · h
1	17.4~20.4	18.6	68 : 05	1266.3
2	18.5~20.5	19.7	51 : 00	1004.7
3	21~23	21.6	46 : 40	1008.1

2.1.2 卵裂 受精后 1 h 30 min, 胚盘开始第 1 次分裂并形成 2 个大小相等的细胞, 以后经若干次分裂, 细胞数目出现 4, 8, 16, 32 … 成倍地增加(图 I, 3, 4, 5, 6, 7), 细胞体积越分越小, 距受精 4 h 45 min, 形成桑椹胚(图 I, 8)。

2.1.3 囊胚阶段 受精后 6 h 5 min, 出现隆起的高囊胚, 约为卵径的 1/5, 3 h 后, 囊胚高度下降, 进入囊胚中期, 以后囊胚下包, 形成高度较低的囊胚晚期。整个阶段持续 9 h 30 min(图 I, 9, 10)。

2.1.4 原肠胚阶段 受精后 15 h 35 min, 囊胚层出现增厚的胚环, 为原肠早期(图 I, 11); 经 5 h 25 min 后, 胚层下包超 1/2 时, 背唇处的细胞集合形成一舌状的胚盾, 即进入原肠中期; 胚盾扩大伸长, 前端略膨大, 形成原肠晚期(图 I, 12)。此阶段持续 10 h 15 min。

2.1.5 神经胚阶段 受精后 25 h 5 min, 胚盾中纵线下凹形成神经沟, 前端略大, 以后发育成脑, 由于胚层包裹绝大部分卵黄而出现卵黄栓(图 I, 13)。受精后 26 h 20 min, 卵黄栓消失, 胚孔封闭, 胚体形成, 脑泡进入分化阶段(图 I, 14)。阶段持续时间 6 h。

2.1.6 器官分化阶段 受精后 31 h 50 min, 胚体中段出现第 1 对体节, 4 h 后, 体节增至 5 对(图 I, 15), 脑泡分化为前、中、后脑 3 部分。受精 40 h 20 min 后眼泡形成, 随后于眼泡后方出现椭圆形耳囊原基, 体节增至 15 对, 尾部延伸游离状(图 I, 16, 17)。受精后 42 h, 出现直管状的心脏(图 I, 18)。受精后 45 h, 形成 2 对耳石(图 I, 19), 1 h 后, 胚体见肌肉效应, 体节为 22 对, 胚体包绕卵黄周长的 3/4(图 I, 20)。受精后 49 h 22 min, 心脏分为心室、心房, 开始微弱搏动(图 I, 21)。受精后 54 h 20 min, 眼泡出现黑色素沉积, 此时胚体出现 30 对体节,

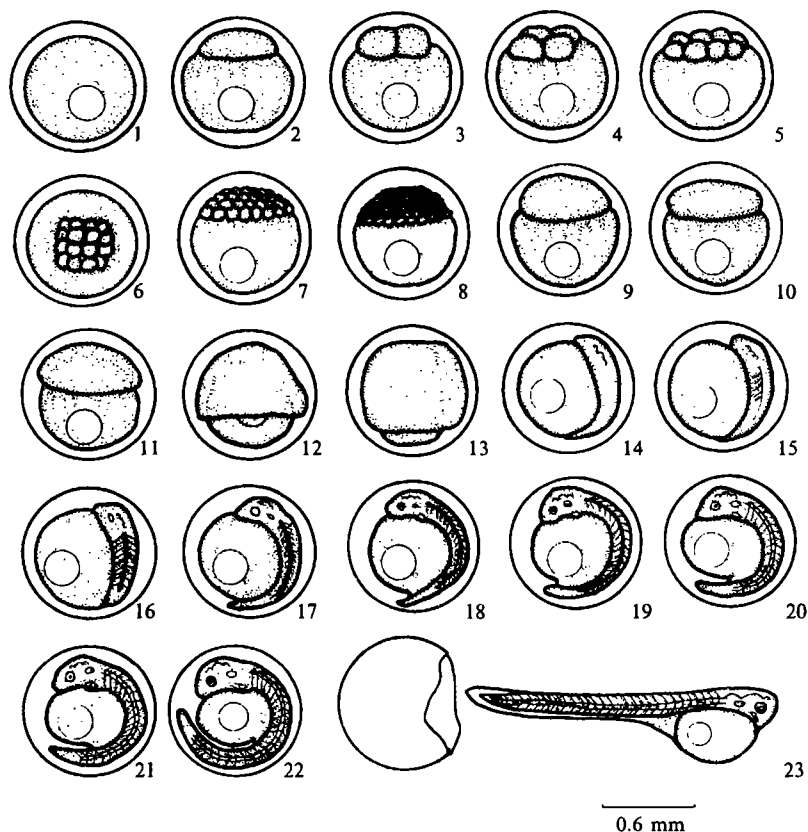


图 I 胚胎发育

1 受精卵 2 胚盘形成 3 2细胞 4 4细胞 5 8细胞 6 16细胞 7 32细胞
8 桑椹期 9 囊胚早期 10 囊胚晚期 11 原肠早期 12 原肠晚期 13 神经
胚期 14 胚孔封闭期 15 体节出现期 16 眼泡形成期 17 尾芽期 18 心脏
出现期 19 耳石形成期 20 肌肉效应期 21 血液循环期 22 出膜前期 23 出膜

胚长已达卵黄周长, 胚体不时地扭动(图 I, 22)。以上阶段历时 33 h 40 min。

2.1.7 出膜 胚胎发育历经 65 h 50 min 后, 开始有仔鱼出膜, 其利用尾部扭动, 用头顶破卵膜, 头部先脱膜而孵出(图 I, 23), 受精后 68 h 5 min, 仔鱼全部出膜。

2.2 仔鱼发育

本阶段自仔鱼孵化出膜一直到仔鱼卵黄吸收完毕为止, 历时 11.5 d。在这期间, 根据仔鱼的营养来源划分为内源营养期(历时 6 d), 和混合营养期(历时 5.5 d)两个阶段。

2.2.1 内源营养期 初出膜仔鱼, 体全长 3.8 ~ 4.2 mm, 平均 4 mm, 32 对体节, 半透明, 卵黄囊呈椭圆形(图 II, 1)。出膜后 10 h, 在卵黄囊的右侧面出现一段细管结构, 细管后段与刚形成的肛门相通, 而口未形成(图 II, 2)。

出膜后 24 h, 仔鱼全长 4.5 ~ 4.8 mm, 平均 4.6 mm, 肛门前后体长比为 1:2, 奇鳍褶扩张并相连。孵化 30 h 后, 于卵黄囊的背面出现色素颗粒。36 h 时, 出现第 1 对鳃弓, 尔后鳃弓相继形成(图 II, 3), 同时, 消化管向下弯曲。

出膜后 48 h, 仔鱼全长 4.8 ~ 5.2 mm, 平均 5 mm, 肛门前后体长比为 2:3, 消化管前段形成一个管袢, 鳃弓上出现稀疏的鳃丝突起, 在颅顶出现了星状的色素细胞(图 II, 4)。孵出后 56 h, 下颌形成, 鳔出现。62 h, 胸鳍出现呈半圆形(图 II, 5)。

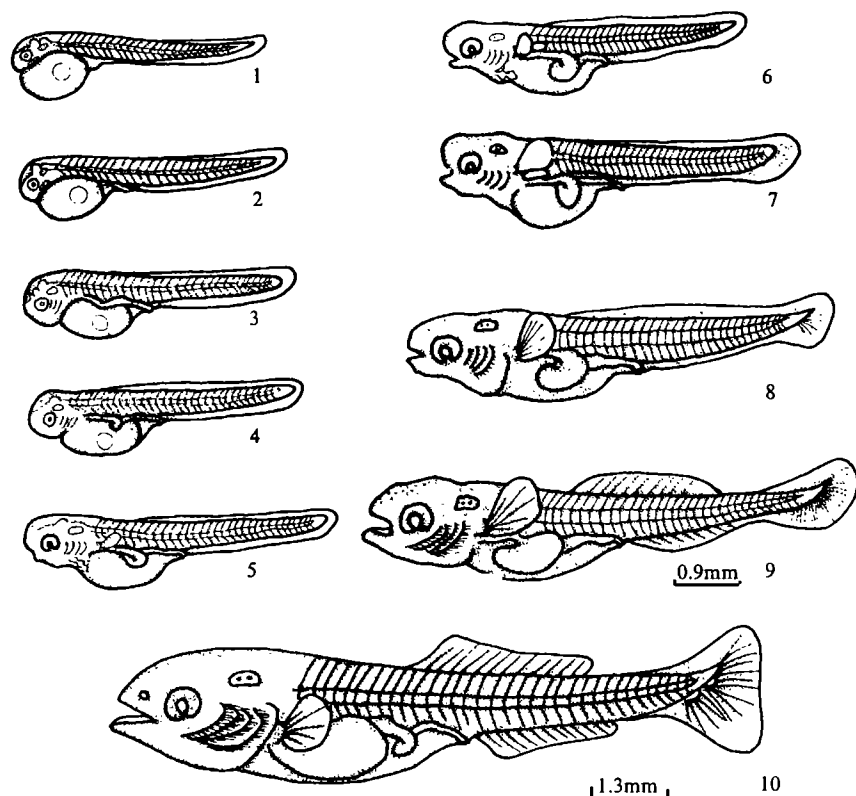


图 II 幼鱼发育

- 1 初孵仔鱼 2 消化管出现期 3 鳃弓出现期 4 颅顶色素出现期
5 下颌形成期 6 开口期 7 觅食期 8 油球消失期 9 背、臀鳍形成期 10 腹鳍褶出现期

出膜后第4 d, 仔鱼全长 5.2 ~ 5.4 mm, 消化管袢曲部稍膨大, 内壁有少许皱折。仔鱼的胸鳍扩大可作快速摆动, 鳔充气呈椭圆形, 鳃弓出现珊瑚状的鳃丝, 仔鱼开始水平游动。

出膜后第5 d, 仔鱼全长 5.7 ~ 6 mm, 平均 5.8 mm。上、下颌形成, 口能作吞咽动作(图 II, 6)。卵黄吸收过半。

出膜后第6 d, 仔鱼全长 6.2 ~ 6.5 mm, 平均 6.3 mm, 鱼体腹部色素增多, 在侧线部位, 形成一列细黑色素颗粒带。部分仔鱼开始觅食, 仔鱼转入内、外源混合营养(图 II, 7)。

2.2.2 混合营养期 出膜后第7 d, 仔鱼全长 6.2 ~ 6.7 mm, 平均 6.5 mm, 肛门前后体长比为 2:3, 卵黄剩余 1/4, 仔鱼能主动觅食较小的水蚤, 色素分布遍及全身, 特别是头、腹部难以透视。

出膜后第9 d, 仔鱼全长 6.8 ~ 7 mm, 平均 6.9 mm, 卵黄仅剩一个小圆球, 位于腹部后端, 油球则被吸收转移到鱼体各处而呈金黄色光泽。仔鱼的肛门前后体长比为 1:1(图 II, 8)。

出膜后第 10 ~ 11 d, 仔鱼全长达 7.6 mm, 胃积扩大占据大部分腹腔, 鳔增大呈稍扁平的圆锥体状, 鳃盖形成。

2.3 稚鱼发育

本阶段自完全依靠外源性营养至各鳍形成为止, 历时 13.5 d。

出膜后第 11.5 d, 称为稚鱼, 全长 7.5 ~ 8.5 mm, 肛前后体长比为 1:1。稚鱼的背、臀、尾鳍相继分离出现(图 II, 9)。

出膜后第 13 d, 全长 7.8 ~ 9 mm, 平均 8.3 mm, 背鳍条 7 ~ 8 根, 臀鳍条 8 ~ 9 根, 尾鳍条 20 ~ 30 根, 尾椎骨上折成 60 度, 尾鳍呈扇状。

出膜后第 21 d, 稚鱼全长 14 mm, 背鳍、臀鳍、尾鳍与成鱼相似, 有色素沉着。同时在腹部下方出现了腹鳍褶(图 II, 10)。

出膜后第 25 d, 稚鱼全长为 16 ~ 18 mm, 各鳍发育完全, 鱼体全身被色素覆盖不能透视, 在侧线部位, 一列黑斑色带十分明显。

3 讨论

加州鲈鱼在广州地区池塘养殖一冬龄达性成熟, 但繁殖效果以 2 ~ 3 龄鱼为佳, 每年 3 ~ 5 月份水温 17 ~ 28 ℃ 时是其产卵期, 在水温 22 ~ 25 ℃ 的 4 月份是产卵盛期, 用 HCG 进行人工催产有明显的效果。

加州鲈鱼的受精卵呈橙黄色圆球形, 半透明, 具有粘性。卵黄内有一金黄色油球。卵径平均 1.2 mm, 遇水后稍扩大。在水温 17.4 ~ 20.4 ℃ 时, 经 68 h 5 min 孵出, 刚出膜的仔鱼全长约 4 mm, 卵黄囊呈圆形, 尾部游离。在水温 16.7 ~ 23.4 ℃, 孵出后第 6 d 开始觅食, 第 11 d 卵黄囊及油球被吸收, 稚鱼完全依靠外源性营养, 25 d 后, 稚鱼全长达 16 ~ 18 mm, 各鳍均已形成。

参 考 文 献

- 许 晖,钟必华. 1987. 加州鲈鱼的人工繁殖和胚胎发育. 淡水渔业, (1): 33 ~34
- 刘家照,洗焯杉,叶 星,等. 1990. 大口黑鲈人工繁殖和胚胎发育. 淡水渔业, (1): 15 ~16
- 吴庆龙. 1993. 加州鲈鱼的繁殖习性、早期胚胎发育以及孵化与水温的关系. 海洋湖沼通报, (1): 64 ~70
- 贾长春,周兴保,孙大中,等. 1993. 加州鲈人工养殖技术的初步研究. 水产养殖, (2): 15 ~20

A STUDY ON THE EMBRYONIC AND LARVAL DEVELOPMENT OF *Micropterus salmoides*

Liu Wensheng Lin Zhuokun Peng Ruiming

(Dept. of Animal Sci., South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

The fertilized egg of *Micropterus salmoides* is sticky, orange in colour and spherical in shape measuring 1.3~1.5 mm in diameter. Under the water temperature of 17.4~20.4℃, it took 68 hours and 5 minutes to complete embryonic development. The hours for incubation show a negative correlation to the water temperature. The effective accumulated temperature is negatively correlated to the average water temperature too, but positively correlated to the hours for incubation. Newly hatched larvae attained a total length of 3.8~4.2 mm with 32 myotomes, is transparent. The larvae began to feed 6 days after hatching. Its yolk and oil globule were entirely consumed at day 11. By day 25, the juveniles attained 16~18 mm in total length.

Key words *Micropterus salmoides*; embryonic development; larval development