

中国科学院水生生物研究所编辑

水生生物学集刊

ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA

第 7 卷

第 4 期

Vol. 7

No. 4

1982

科学出版社

水生生物学集刊编辑委员会

刘建康(主编) 王德铭 丘昌强 朱元鼎 伍献文 余先觉
 何碧梧(秘书) 陈宏溪 饶钦止 郑 重 胡鸿钧 费鸿年
 倪达书 高尚荫 曹文宣 谢仲屏 蒋肇治 廖翔华 黎尚豪



Editorial Commission of Acta Hydrobiologica Sinica

Liu Jiankang (Liu Chien-kang, Editor-in-chief) Wang Deming (Wang Teh-ming)
 Qiu Changqiang (Chiu Chang-chiang) Zhu Yuanding (Chu Yuen-ting) Wu Xian-
 wen (Wu Hsien-wen) Yu Xiangjue (Yu Hsiang-chueh) He Biwu (Ho Pi-wu,
 Secretary) Chen Hongxi (Chen Hong-shi) Rao Qinzhi (Jao Chin-chih) Zheng
 Zhong (Gheng Chung) Hu Hongjun (Hu Hung-chuen) Fei Hongnian (Fei Hung-
 nien) Ni Dashu (Nie Da-shu) Gao Shangyin (Kao Shang-yin) Cao Wenxuan (Tsao
 Wen-shuan) Xie Zhongping (Hsieh Chong-ping) Jiang Xiezhi (Chiang Sieh-chih)
 Liao Xianghua (Liao Hsiang-hua) Li Shanghao (Ley Shang-hao)

中国科学院图书馆
 水生生物学集刊 第7卷 第4期
 Acta Hydrobiologica Sinica, Vol. 7 No. 4

编辑者 中国科学院水生生物研究所
 (武汉市武昌珞珈山)

出版者 科 学 出 版 社
 北京朝阳门内大街137号

印刷者 中国科学院印刷厂
 总经售 新 华 书 店

印数: 2240 1982年6月出版

统一书号: 13031·1936

本社书号: 2633·13-6

定价: 2.00 元

科技新书目: 27-32

水生生物学集刊 第7卷 第4期

(1982年)

目 录

胡子鲇的胚胎和幼鱼发育的研究	潘炯华、郑文彪 (437)
胡子鲇的胚胎发育	朱作言 (445)
湘华鲮的生物学研究	王宾贤、刘素文、田习初 (455)
鲫鱼的人工和天然雌核发育	蒋一珪、俞豪祥、陈本德、梁绍昌、杨德龙、林绥恩 (471)
银鲫雌核发育的细胞学观察	俞豪祥 (481)
有机磷农药生产废水氧化塘处理的静态和动态模拟试验	张甬元、庄德辉、孙美娟、谭渝云、张全正、李建秋 (489)
有机磷农药在水生态系中生物净化机理研究 1. 对硫磷的酶解	张甬元、谭渝云、孙美娟、张进军 (499)
有机磷农药在水生态系中生物净化机理研究 2. CTP-02 降解对硝基酚的特性和动力学	谭渝云、张甬元、孙美娟、张进军 (507)
有机磷农药在水生态系中生物净化机理研究 3. 对硫磷及其降解产物对栅藻光合作用的影响和模拟藻菌系统中对硝基酚的降解	谭渝云、张甬元、孙美娟 (513)
有机磷农药在水生态系中生物净化机理研究 4. <i>Pseudomonas</i> sp. CTP-01 的对硫磷水解酶诱导合成性质	谭渝云、张甬元、孙美娟、张进军 (521)
六六六在水环境中转移、积累和归趋研究 2. 斜生栅藻和裸腹蚤对六六六的积累	孙美娟、张甬元、谭渝云、张进军 (527)
六六六在水环境中转移、积累和归趋研究 3. 六六六在鱼体的积累释放	张甬元、张全正、张进军 (533)
几种鲤科鱼类及杂种的乳酸脱氢酶同工酶的比较	朱蓝菲 (539)
鱼类对藻类消化吸收的研究 (I) 白鲢对斜生栅藻的消化与吸收	朱 蕙 (547)
述 评	
硬骨鱼类促性腺激素的分泌及其调节机制	林浩然 (551)
简 报	
鲮鱼软骨瘤一例	华鼎可、董瀚基、郭素敏 (563)

CONTENTS

Observation on the Embryonic and Larval Development of <i>Clarias fuscus</i>	Pan Jionghua and Zheng Wenbiao (442)
Embryonic Development of <i>Clarias fuscus</i> (Teleostei, Siluriformes)	Zhu Zuoyan (451)
Studies on the Biology of <i>Sinilabeo decorus tungting</i>	Wang Bingxian, Liu Suweng and Tian Xichu (467)
Artificial and Natural Gynogenesis in Crucian Carp	Jiang Yigui, Yu Haoxiang, Chen Bende, Liang Shaochang, Yang Delong and Lin Suien (477)
A Cytological Observation on Gynogenesis of Crucian Carp (<i>Carassius auratus gibelio</i>)	Yu Haoxiang (487)
Static and Dynamic Simulation Tests of Oxidation Pond for Treatment of Wastewater from Organophosphate Pesticides Manufacturing Process	Zhang Yongyuan, Zhuang Dehui, Sun Meijuan, Tan Yuyun, <u>Zhang Quanzheng</u> and Li Jianqiu (498)
Mechanism of Biodegradation of Organophosphate Pesticides in Aquatic Ecosystem	
1. Enzymatic Hydrolysis of Parathion	Zhang Yongyuan, Tan Yuyun, Sun Meijuan and Zhang Jinjun (506)
Mechanism of Biodegradation of Organophosphate Pesticides in Aquatic Ecosystem	
2. The Dynamics of p-nitrophenol Degradation by <i>Pseudomonas</i> sp. CTP-02	Tan Yuyun, Zhang Yongyuan, Sun Meijuan and Zhang Jinjun (512)
Mechanism of Biodegradation of Organophosphate Pesticides in Aquatic Ecosystem	
3. Effect of Parathion and Its Degradation Products on Photosynthesis of <i>Scenedesmus obliquus</i> and p-nitrophenol Degradation in Algae-Bacteria System	Tan Yuyun, Zhang Yongyuan and Sun Meijuan (519)
Mechanism of Biodegradation of Organophosphate Pesticides in Aquatic Ecosystem	
4. The Inducible Synthesis Character of Parathion Hydrolase in <i>Pseudomonas</i> sp. CTP-01	Tan Yuyun, Zhang Yongyuan, Sun Meijuan and Zhang Jinjun (526)
Transport and Fate of BHC in Aquatic Environment	
2. BHC Accumulation in <i>Scenedesmus obliquus</i> and <i>Moina</i>	Sun Meijuan, Zhang Yongyuan, Tan Yuyun and Zhang Jinjun (531)
Transport and Fate of BHC in Aquatic Environment	
3. BHC Accumulation and Elimination in Fish	Zhang Yongyuan, <u>Zhang Quanzheng</u> and Zhang Jinjun (538)
Comparative Studies on Lactate Dehydrogenase Isozymes in Some Cyprinid Fishes and Their Hybrids	Zhu Lanfei (545)
Studies on the Digestion of Algae by Fish (I) The Digestion and Absorption of <i>Scenedesmus obliquus</i> by Silver Carp	Zhu Hui (550)
Review	
The Secretion of Gonadotropin and Its Control Mechanisms in Teleosts	Lin Haoran (551)
Short Communication	
A Case of Chondroma in the Mud Carp, <i>Cirrhinus molitorella</i>	Hua Dingke, Dong Hanji and Guo Sumin (563)

胡子鲇的胚胎和幼鱼发育的研究

潘炯华 郑文彪

(华南师范学院生物学系)

提 要

胡子鲇 (*Clarias fuscus*) 的胚胎和幼鱼的发育过程与蟾胡子鲇 (*C. batrachus*) 类似, 器官化时间和大小比例则有一定的差异。胡子鲇卵呈球形, 富含卵黄, 卵径 1.7—1.9 毫米; 出膜鱼全长 4.8—5.1 毫米, 比蟾胡子鲇约大 1/3; 幼鱼卵黄囊被吸收消失的时间比蟾胡子鲇迟 2 天。

心脏的出现和搏动与开始出现血液循环的间隔时间只有 3—5 小时; 耳石的出现几乎和心的出现处在同一时间内, 与白鲢有较大的差异。在仔鱼前期居维氏管明显, 但出现的时间比胡子鲇稍迟些。

仔鱼出膜形式与蟾胡子鲇不同, 也与一般鱼类出膜形式不同。仔鱼是以腹部卵黄囊顶破膜, 以卵黄囊先出膜, 一般鱼类多数是以头部或尾部先出膜的。

在水温 28.5—31℃ 的条件下, 从受精到孵化出膜的时间为 28 小时 25 分; 幼鱼期共历时 2—15 天。

胡子鲇 *Clarias fuscus* (Lacépède) 分类学上属于鲤形目、胡子鲇科, 是一种广泛分布我国南方的淡水鱼, 以生命力强, 营养价值高、肉味鲜美而著称。近年来, 随着我国淡水业的发展和对外贸易的扩大, 胡子鲇养殖在南方已相当普遍, 渐渐成为有一定规模的性生产。

关于胡子鲇的胚胎和幼鱼发育, 至今尚未见过详细报道。为了提供在人工繁殖过程不同发育阶段的胚胎和幼鱼的外部特征和发育状况的判别的理论基础, 从而提高生产率, 作者于 1979 和 1980 两年的繁殖季节, 先后对其胚胎和幼鱼的发育作了多次观察研究, 现予以报道。

材 料 和 方 法

进行胚胎发育观察的材料系进行人工催产后自然产卵受精或人工授精的卵子。观察在 5×7 倍的双目解剖镜下进行, 以同一批的若干受精卵作连续观察记录并与另一批受精卵的胚胎发育特征的变化作比较。并根据活体进行绘图, 部分做了显微摄影。

整个发育过程划分为 7 个阶段。在每个阶段中再各以不同时间的胚胎的主要特征划若干时期。对幼鱼发育的观察直至鳃上器官(树枝状呼吸辅助器)发育完善, 外形与成

1980 年 9 月 27 日收到。

鱼一致时结束。

观 察 结 果

1. 受精卵

未受精的成熟卵外形近圆球形,含丰富的卵黄而呈橙黄或黄绿色;卵径1.7—1.9毫米;富于光泽和具弹性,比重大于水(图1)。受精后卵膜吸水,卵周隙明显扩大,外膜直径增至1.9—2.1毫米。在卵膜吸水到最大限度时,膜的一侧出现粘稠的分泌物而产生粘性,使卵能粘附于鱼巢上。卵粘着部呈“枕状”。当卵周隙扩大时,原生质开始在与粘着部相垂直的动物极集中,形成隆起的呈浅红色的胚盘(图2)。

2. 卵裂期

受精后约55分钟,胚盘出现第一次分裂,为经裂。分裂沟与胚盘相垂直,形成2个大小形状相似的卵裂球。初期,2卵裂球呈半圆形,以后渐渐变为近圆形(图3)。过15分钟后,进行第二次卵裂,仍为经裂。分裂沟与第一次相垂直,形成4个大小形状相似的卵裂球(图4)。再过17分钟,进行第三次卵裂。出现2条与第一次分裂沟相平行的分裂沟,形成8个大小相似的卵裂球(图5)。受精后1小时40分,进行第四次卵裂。形成了排为4行,每行4个大小形状相似的16个细胞(图6)。此后,分裂速度渐快,每隔10—15分钟出现一次卵裂,有经裂和纬裂,细胞开始大小不一,随后呈现不整齐的多层排列;受精后3小时30分,在胚盘处形成了多层排列的隆起的实心细胞团,即多细胞期(图7)。

3. 囊胚期

受精后4小时30分钟,细胞很小,界线不清,在胚盘处形成了举起的囊胚,高度为卵径的1/3,即高囊胚期(图8)。以后,囊胚高度下降变矮,约为卵径的1/4,即低囊胚期(图9);囊胚细胞开始出现下包(epiboly),囊胚层变薄而透明,此时囊胚腔可见。

4. 原肠期

受精后7小时50分,进入原肠初期(图10)。胚盘细胞继续下包,囊胚腔仍可见。随着下包的延伸囊胚高度迅速下降,下包的边缘增厚形成胚环。胚层与卵黄囊界线明显。受精后8小时40分,进入原肠中期,胚盘下包为卵径的1/2,原囊胚高度完全消失,卵的“枕部”的对侧出现增厚的胚盾,为原肠中期(图11)。受精后9小时30分,胚盘继续下包达3/5,胚盾伸过动物极顶部,前端膨大为脑泡原基,中轴器官奠基完成,是为原肠晚期(图12)。

5. 神经胚期

受精后10小时25分钟,进入神经胚期。胚盘下包为卵径的4/5,胚盾中线出现凹陷的神经沟(图13)。胚盾前端膨大为脑泡,中轴器官开始分化。受精后11小时40分钟,胚盘下包达卵径5/6,胚孔很小,卵黄栓突出外露。随后,在胚盾中段出现4对体节(图14),

此时脊索可见。受精后 12 小时 50 分钟, 下包结束, 胚孔封闭。原胚孔细胞汇合为突起状的末球。脑分化为 3 部分, 体节 6—8 对, 脑泡两侧出现眼泡原基 (图 15)。

6. 从尾芽到出膜期

受精后 14 小时 40 分钟, 眼泡出现; 体节 16—18 对; 尾芽开始分化 (图 16)。受精 17 小时后, 尾芽开始游离; 体节 24—28 对; 眼泡出现线状凹陷的视杯, 胚体绕卵黄囊周 3/4 (图 17)。受精 19 小时后, 视杯分化为圆形, 脑后部两侧出现听囊原基, 尾芽伸长 (图 18)。受精后 20 小时 30 分钟, 在眼泡下前方出现两团稍暗色的细胞团, 即嗅板; 胚体绕卵黄囊周 5/6, 脑已分化为 5 部分 (图 19)。受精后 21 小时 50 分钟, 进入肌肉效应期。尾已伸长至接近于绕卵黄囊一周 (图 20)。胚体浅红色, 体节 36—42 对, 胚体的中段出现间歇性的扭动; 开始, 间歇时间较长, 以后慢慢变得频繁和强烈。受精后 24 小时 40 分钟, 眼晶体已分化; 耳囊出现 2 个黑色的耳石, 内耳形成。在内耳的前下方出现管状的心脏, 以后产生微弱的搏动并弯曲而分化为动脉球、心室、心耳、静脉窦 4 部分 (图 21)。受精后 26 小时 10 分钟, 心脏出现较强的节律性搏动, 心跳为 64—80 次/分钟; 胚体伸长已绕过卵黄囊赤道面一周, 尾末端达眼之下方, 胚体扭动十分剧烈, 每分钟达 10—15 次, 仍为间歇性扭动 (图 22)。受精后 28 小时 15 分钟, 进入了出膜前期。胚体扭动十分剧烈, 以腹部卵黄囊顶破卵膜而挤出一部分卵黄囊, 被挤出卵膜外的卵黄囊慢慢增大而使卵膜裂口扩大, 此时胚胎卵黄囊明显分膜外和膜内二部分, 形如 2 个贴紧的卵球 (图 23)。随着膜外卵黄囊的增大和卵膜裂口的扩大, 尾部也挣扎而伸出卵膜外 (图 24)。最后通过整个胚体特别是尾部的抽动, 卵膜裂口进一步扩大, 整个胚胎脱离卵膜而孵化 (图 25)。从卵膜破裂至整个胚胎完全出膜过程共历时 10—15 分钟。

在水温为 28.5—31℃ 的条件下, 卵自受精到出膜共历时 28 小时 25 分钟。胚胎发育的分期、时序、主要特征见表 1。

7. 幼鱼发育

(1) 仔鱼前期

本阶段自仔鱼孵化出膜后至卵黄囊被吸收消失, 幼鱼开始摄饵为止, 共历时 3 天。

刚孵化出膜仔鱼, 卵黄囊很大 (图 25); 体全长 4.8—5.1 毫米; 鱼体呈浅红色, 背略弯, 尾稍上翘, 体后部侧扁; 围心腔和心脏大; 消化道开始分化。仔鱼沉于鱼巢底下, 不停摆动尾部, 呈仰卧状。

出膜 5—6 小时的仔鱼, 体全长 5.0—5.2 毫米, 尾末端开始出现尾鳍褶的分化 (图 26); 以后, 鳍褶向前方背、臀鳍位置延伸分化, 形成相连的奇鳍褶。

出膜 14 小时, 仔鱼眼球充满黑色素, 体完全伸直, 体全长 5.2—5.6 毫米。

出膜 16 小时的仔鱼进入鳃板形成期。在仔鱼头部两侧各出现 4 个平行的鳃板。5、6 小时后, 可见血液流经鳃板而进行鳃循环 (图 27); 此时, 卵黄囊明显变小而呈长椭圆形, 卵黄囊腹侧居维氏管明显可见, 体全长 6.0—6.2 毫米。

出膜 24 小时后的仔鱼, 下颌开始分化, 进入下颌形成期。上颌出现 2 条短的颌须; 头部和背部体表色素增多; 头部开始向偏平过渡。鳃板弯曲为鳃弓; 卵黄囊明显变小。仔鱼

表1 胡子鲇胚胎发育的分期和时序 (水温 28.5—31.0℃)

发育阶段	发育时期	外部主要特征	图序号	距受精时间	阶段时间
受精卵	受精 胚盘形成	卵圆球形,橙黄色,卵膜开始吸水膨胀 卵吸水达最大限度,原生质集中成红色胚盘	2	0 38'	0:55'
卵裂期	2 细胞	第一次卵裂,胚盘成 2 个细胞	3	55'	3:35'
	4 细胞	第二次卵裂,成为 4 个细胞	4	1:10'	
	8 细胞	第三次卵裂,成为 8 个大小相似的细胞	5	1:27'	
	16 细胞	第四次卵裂,成为 16 个细胞,形状大小相似	6	1:40'	
	32 细胞	第五次卵裂,成为 32 个大小有差异的细胞		1:55'	
	64 细胞	第六次卵裂,成 64 个细胞		2:05'	
囊胚期	多细胞	多次卵裂,胚盘成为实心多层排列的细胞群	7	3:30'	3:20'
	高囊胚 低囊胚	细胞很小,囊胚高度为卵径的 1/3 囊胚高度为卵径的 1/4	8 9	4:30' 6:30'	
原肠期	原肠初期	胚盘开始下包,形如帽状,外周形成胚环	10	7:50'	2:35'
	原肠中期	胚盘下包达 1/2,胚盾形成出现	11	8:40'	
	原肠晚期	胚盘下包达 3/5,胚盾伸过动物极	12	9:30'	
神经胚期	神经沟出现	胚盘下包达 4/5,胚盾中线出现凹陷的神经沟	13	10:25'	4:15'
	体节出现	胚盘下包 5/6,外露卵黄栓,出现 4—6 对体节	14	11:40'	
	胚孔封闭	胚盘下包结束,胚孔封闭,眼泡原基分化	15	12:50'	
从尾芽至 出膜期	眼泡期	眼泡、尾芽分化,体节 16—18 对	16	14:40'	13:45'
	尾芽游离	尾芽游离,视杯出现,体节 26—28 对	17	17:00'	
	听泡出现	听泡出现,胚体绕卵黄囊周 3/4	18	19:00'	
	嗅板分化	嗅板出现,胚体绕卵黄囊周 5/6	19	20:30'	
	肌肉效应	胚体出现间歇性扭动,体节 36—42 对	20	21:50'	
	耳石出现	耳石出现,心脏分化,眼晶体形成	21	24:40'	
	心跳期	心脏产生搏动,胚体抽动频繁,绕卵黄囊一周	22	26:10'	
	出膜前期	胚体绕卵黄囊一周,尾可达眼下,抽动强烈	23、24	28:15'	
	出膜	腹部卵黄囊顶破卵膜,以腹部卵黄囊先出膜	25	28:25'	

体全长为 6.2—6.5 毫米。

出膜 32 小时,进入下颌活动期。下颌已能够活动,消化道已与口和肛门相通,仍呈长直管状,下颌长出 2 条短的颌须,鱼体全长 6.5—6.8 毫米。

出膜 36 小时,卵黄囊腹侧也出现黑色素,卵黄囊被吸收而明显变小,上、下颌能启闭,鳃丝形成,游离鳃膜出现(图 28)。仔鱼仍仰卧鱼巢底部,不停地首尾摆动;此后稍能作短暂移位。体全长 6.8—7.0 毫米。

出膜 48 小时,进入尾鳍鳍条分化期。仔鱼尾鳍褶出现放射状的鳍条,胸鳍初现(图 29),体全长 7.0—7.8 毫米。

出膜后 3 天,仔鱼进入游泳期。行动活跃,能不时做水平游动。胸鳍出现鳍条,腹鳍褶初现,仔鱼体全长 7.8—9.5 毫米。卵黄囊大部分被吸收,消化道开始弯曲和出现粪便的排遗。颌须 8 条已全部长出,仔鱼开始由内生性营养转为外生性营养,向外界环境摄饵。

(2) 仔鱼期

仔鱼开始摄饵,但体形上与成体有一定差异,器官分化仍不完善。

出膜 6—7 天, 仔鱼体全长 9.5—11.5 毫米, 奇鳍褶仍相连, 但背鳍褶、臀鳍褶的前部出现鳍条而进入背、臀鳍条分化期。鳃上方开始进入鳃上呼吸辅助器的分化, 但仍未完全, 呈透明空泡状。出膜 8—10 天左右, 腹鳍褶出现鳍条, 胸鳍出现硬棘; 仔鱼呈灰黑色, 头扁平, 颌须很长; 消化器官完善, 常因大量摄饵而腹部膨大。腹部透明。相连的奇鳍褶开始在没有鳍条处分离而各自独立 (图 30)。幼鱼向稚鱼过渡, 鱼体全长 11.5—12 毫米。

表 2 胡子鲇幼鱼发育的分期和时序

发育阶段	发 育 时 期	体全长*(毫米)	水温(°C)	图 序 号	距出膜时间	阶段时间
仔鱼前期	出膜仔鱼	4.82—5.10	27 ↓ 31.5	25	0	3 天
	奇鳍褶分化期	5.10—5.20		26	5:00'	
	眼黑色素出现期	5.2—5.6			14:00'	
	鳃板形成期	5.6—6.0			16:00'	
	鳃循环期	6.0—6.2		27	20:00'	
	下颌形成期	6.2—6.5			24:00'	
	下颌活动期	6.5—6.8			32:00'	
	游离鳃膜形成期	6.8—7.0		28	36:00'	
	尾鳍鳍条分化期	7.0—7.8		29	48:00'	
	游泳期	7.8—9.5			72:00'	
仔 鱼 期	背臀鳍鳍条分化期	9.5—11.5	31.5 ↓	30	6—7 天	6—7 天
	奇鳍分离期	11.5—12.0	28		8—10 天	
稚 鱼 期	鳍发育完成期	12—13.5	28	31	11 天	3—4 天
	侧线出现期	12.5—14	↓		12 天	
	鳃上器官形成期	13—15	29		12—15 天	

* 体全长测定, 每次十尾, 取其最大、最小值。

(3) 稚鱼期

器官分化完善, 外形向成体形状过渡。

出膜后 10—12 天, 鳍的分化完成, 同时侧线出现, 体形与成体十分接近。出膜 12—15 天后的幼鱼, 鳃上树枝状呼吸辅助器分化完善, 有血液流进该器官而呈鲜红色。体形与成体完全类同, 不时游至水面做吞、吐动作, 至此即完成了本阶段发育。完成稚鱼分化的幼鱼体全长 13—15 毫米 (图 31)。此后生命力相当强盛, 特别是对低氧和腐败水的忍受能力相当强。

幼鱼发育的分期及各期幼鱼体全长测定和发育时序见表 2。

参 考 文 献

- [1] 潘炯华、朱洁心、郑文彪、梁淡如, 1980. 鲇胡子鲇的人工繁殖试验. 淡水渔业, (2): 2—7.
- [2] 中国科学院实验生物研究所, 1962. 家鱼的人工生殖研究. 125—136 页. 科学出版社.
- [3] 何志辉等译 (瓦斯涅佐夫, B. B. 1953), 1956. 硬骨鱼类的发育阶段. 鱼类学和渔业问题. 科学出版社.
- [4] 李维恩等译 (F. A. 诗密特 1953), 1956. 动物胚胎学 (下卷). 199—211 页. 高等教育出版社.
- [5] 蔡完其、李思发译 (日本水产学会 1975), 1979. 稚鱼的摄饵和发育. 上海科技出版社.
- [6] Balinsky B. L., 1975. An Introduction to Embryology, 4th ed., Saunders Co. Philadelphia.
- [7] Nelson O. E. McGraw-Hill, 1953. Comparative Embryology of Vertebrates. The Blaskiston Co. New York.

- [8] Manu Potaros Prasert Sitasit, 1974. Induced Spawning of *Pangasius sutchi* (Fowler). National Inland Fisheries Institute, Bangkok, Bangkok 9, Thailand. p. 6—10.

OBSERVATION ON THE EMBRYONIC AND LARVAL DEVELOPMENT OF *CLARIAS FUSCUS*

Pan Jionghua Zheng Wenbiao

(Department of Biology, South China Teachers' College)

Abstract

The present paper deals with the embryonic and larval development of *Clarias fuscus* (Lacépède).

The fertilized eggs of *Clarias fuscus* are sticky and spheroid in shape. They are 1.7—1.9 mm in diameter, containing a large quantity of yolk.

At the water temperature of 28.5—31.0°C, 38 minutes after fertilization egg plasm begins to concentrate towards the animal pole of the egg and forms a reddish blastoderm. 55 minutes after fertilization, it undergoes the first cleavage. 3 hours and 30 minutes after fertilization, the size of blastomeres becomes smaller and smaller and it is hard to distinguish clearly the cells; this is the morula stage.

4 hours and 20 minutes after fertilization, blastodermal cells can still be seen, though indistinctly, and form high blastula. After that, the blastoderm becomes flat and reaches the flat blastula stage.

7 hours and 50 minutes after fertilization, the blastomers wrap downwards, this is the beginning of the gastrula stage. 50 minutes later, the embryonic shield is formed, this is the midgastrula stage. 10 hours and 25 minutes after fertilization, the blastoderm wrap downwards over 4/5 of yolk sac, with neural groove forming on the dorsal part of embryo. 1 hour and 15 minutes later, body segments occur in the mid-part of the embryo.

14 hours and 40 minutes after fertilization, optic vesicles appear on both sides of the fore-brain. 17 hours after fertilization, the tail becomes movable. 21 hours and 50 minutes after fertilization, embryonic body begins to wriggle. 26 hours and 10 minutes after fertilization, heart is to pulsate. 2 hours and 15 minutes later, embryos begin to break the membrane and hatch out.

Newly hatched larvae have a body length of 4.8—5.1 mm. About 72 hours after hatching, the fry will be able to swim, and their yolk sacs are almost absorbed. The now start feeding. Two weeks after hatching, the fry are fully developed in external morphology and may be reared in ponds.

The favourable water temperature for embryonic development of *Clarias fuscus* is 20—33°C, of which 25—30°C is the optimum. Embryonic development will come to a standstill or will be abnormal when the temperature is below 18°C.

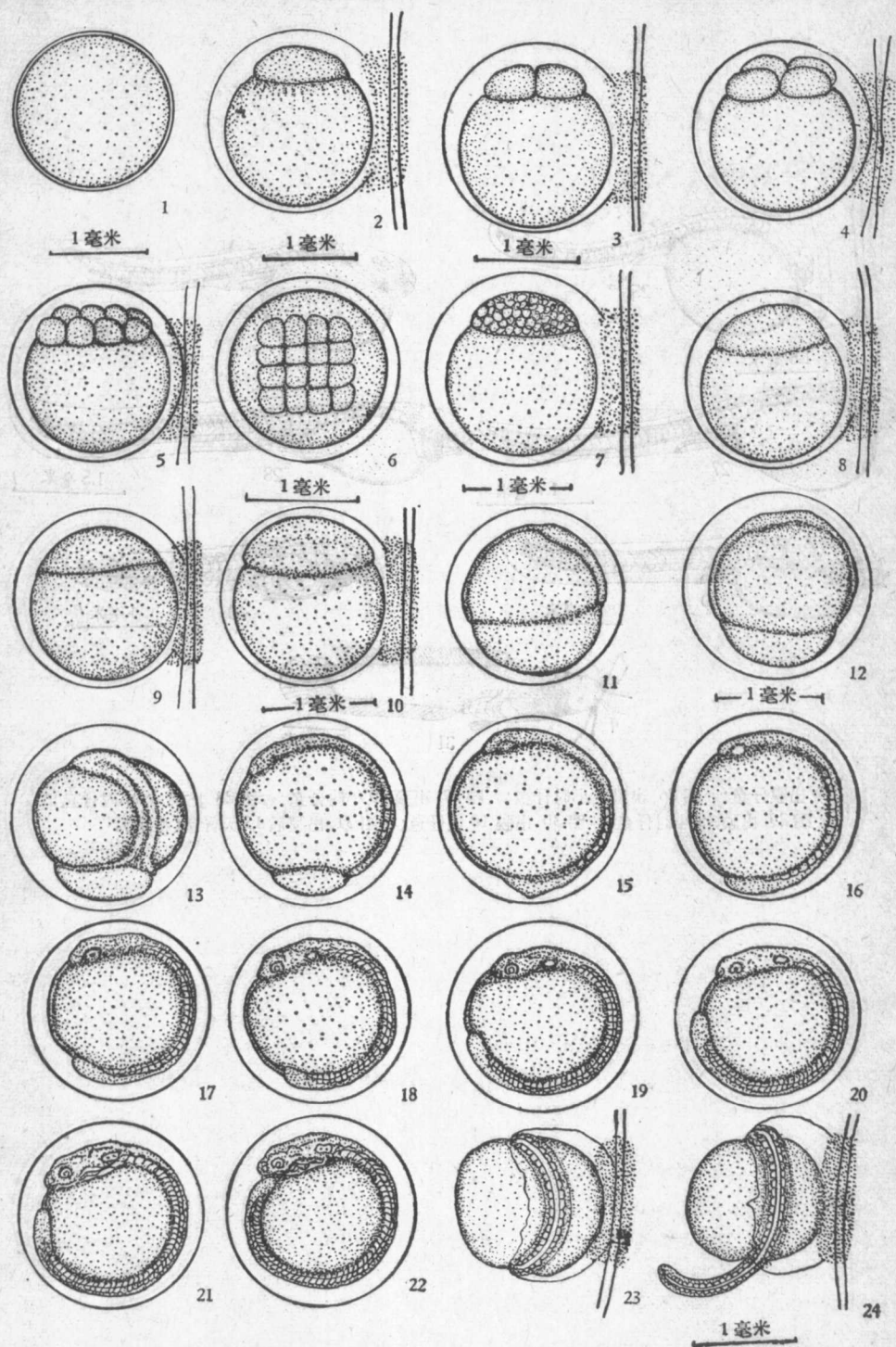


图1 成熟卵；图2 胚盘形成；图3 2细胞；图4 4细胞；图5 8细胞；图6 16细胞；图7 多细胞；图8 高囊胚；图9 低囊胚；图10 原肠初期；图11 原肠中期；图12 原肠晚期；图13 神经胚期；图14 体节出现；图15 胚孔封闭；图16 眼泡期；图17 尾芽游离期；图18 听囊出现期；图19 咽板出现期；图20 肌肉效应期；图21 耳石出现期；图22 心跳期；图23 开始出膜；图24 出膜中仔鱼。

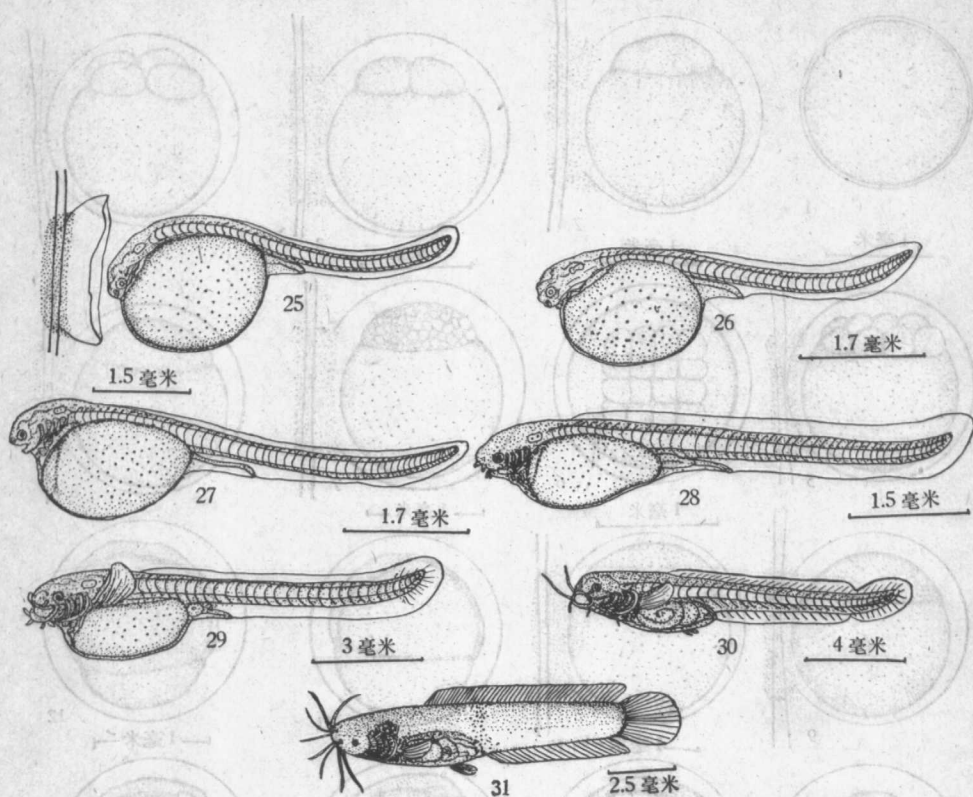


图 25 出膜仔鱼；图 26 出膜 5 小时仔鱼；图 27 出膜 20 小时仔鱼；图 28 出膜 36 小时仔鱼；
图 29 出膜 48 小时仔鱼；图 30 出膜 10 天仔鱼；图 31 出膜后 15 天仔鱼(稚鱼)。

胡子鲇的胚胎发育

朱 作 言

(中国科学院水生生物研究所)

提 要

用无膜卵的培养方法,比较详细地观察了胡子鲇胚胎发育的过程,并从早期个体发育的本质着眼提出了卵裂、细胞分化和器官分化三个主要胚胎发育阶段。分析了胚胎发育与环境条件的适应性。根据胡子鲇胚胎发育的特点,初步讨论了苗种生产中应该注意的几个问题,同时提出胡子鲇可以作为鱼类细胞工程研究的一个比较理想的实验鱼材料。

鲇类的养殖,在美洲、欧洲和大洋洲颇为盛行。如北美的河鲇 (*Ictalurus punctatus* Rafinesque),欧洲的多瑙河鲇 (*Silurus glanis* L.),大洋洲和东南亚一带的胡子鲇 (*Clariidae*) 及 *Pangasius*, 是当地具有代表性的养殖鱼类。近年来,胡子鲇在非洲的一些池塘亦有发现^[7]。但是,鲇类养殖历史最悠久者要数东南亚地区^[11]。我国华南和东南沿海一带的劳动人民也早有养胡子鲇的传统习惯。胡子鲇 (*Clarias fuscus* Lacepede), 属鲇目 (*Siluriformes*), 胡子鲇科 (*Clariidae*), 又称塘虱鱼, 在我国分布于广东、广西、福建和台湾以及长江中下游部分省区^[3,4,6]。它不仅生活在河流、湖泊和塘堰, 而且由于成鱼具有特殊的辅助呼吸器官, 能广泛栖息于氧气缺乏的水沟、农田和潮湿的泥沼。可以说, 它能生活在其他鱼类不能生存的缺氧和范围狭小的水域。胡子鲇以昆虫、蠕虫、甲壳类、米糠、菜叶和有机碎屑及其分解产物为食。由于胡子鲇具有生活适应力强、食性广、经济价值高及适合于长途运输等优点, 作为一个推广的养殖品种, 其潜力是很大的。随着我国农村经济多种经营的发展, 它的这种潜在的优越性日益被群众所认识, 成为南方农村零星水体的一个重要养殖对象。为了适应这种形势, 促进科学养鱼事业的发展, 我们对胡子鲇的胚胎发育进行了初步研究。第二研究室曾给予热情关怀; 本所工程师黄文郁同志、广东省兴宁县鱼苗场技术员罗春龙同志全力协助; 水生所狄克同志帮助复墨大部分图谱; 俞豪祥同志对本文提出了宝贵意见; 作者在此一并致谢。

一、卵子的形态特征

胡子鲇可能是分批产卵的鱼类, 在广东兴宁地区, 4—8月为其产卵季节。胡子鲇产粘性卵, 卵径 1.8—2.0 毫米。卵子借助于一个特殊的直径为 1.6 毫米、高为 0.4 毫米的附着盘牢固地粘着在水下的水草、树根和瓦片等附着物之上。卵膜透明, 薄且坚韧; 卵周隙约 0.1 毫米左右。动物极胚盘呈桔红色, 朝着附着盘方向 (图 1)。卵黄丰富, 呈桔黄色; 卵黄

粒粗大,切片染色初步证明其卵黄粒并非均一物质。卵膜内压力大,卵膜一旦被刺破,卵黄外溢不止,卵子随之崩解;这与常见的鲤科鱼类(如鲤、鲫鱼)具有自我收缩能力的卵黄体不同,而与张力大的罗非鱼(*Tilapia*)卵黄体相似。

二、受精

在自然情况下,胡子鲶的繁殖习性与蟾胡子鲶(*Clarias batrachus* Linnaeus)^[9]、美洲河鲶^[11]及欧洲多瑙河鲶^[14]相似,包括亲鱼择偶追逐,选择安静、荫蔽和有水草的地方营巢,雌鱼排卵和雄鱼尾巴击水并排精以及雄鱼护巢等过程。五十年代中期,蟾胡子鲶人工繁殖在泰国获得成功,所使用的方法与美洲河鲶人工繁殖方法相同。近年来,两广地区许多水产单位都做了胡子鲶的人工繁殖。今春,广东兴宁县鱼苗场用鲤鱼脑垂体催产胡子鲶成功,我们使用的方法与上同。

人工繁殖时,先选1尾腹部丰满圆润的雌鱼,体重150克,于下午2时从背侧肌肉注射用1毫升生理盐水(0.7%)稀释的鲤鱼脑下垂体1毫克;另选1尾雄鱼,体重100克左右,以同样方法注射1毫克鲤鱼脑下垂体。注射毕,将两尾亲鱼放入一只盛有20升水的木桶内,桶内预先备有清洁的水草,作为产卵鱼巢。桶上加盖,以维持一个黑暗和安静的产卵环境,同时防止亲鱼跳出。次日上午9时(催产后19小时,这段时间室温为 $24.5 \pm 1^\circ\text{C}$)取雌鱼检查,轻压腹部,有游离的卵子外溢,于是进行人工挤卵授精,即把卵子挤入预先准备的干净玻皿内,立即取雄鱼精巢并剪成碎片与0.9%的生理盐水混合(此时可以见到乳白色的精液从精巢碎片渗出),用这种带有精子的生理盐水给卵子人工授精,边授精边摇荡,务使卵子均匀地散落在玻皿底部。5分钟后,倾去生理盐水,换入清洁的普通水。以受精卵发育至原肠末期计算,受精率接近100%。

三、胚胎发育

鱼类的胚胎发育,一般指从卵子受精到鱼苗孵化出膜这一发育过程。如前所述,胡子鲶卵通过一个特殊的附着盘牢固地粘着在它物之上,不便随意从各个角度观察胚胎发育。为了克服这一困难,作者参考了杨兴棋等的工作方法(手稿),成功地采用了胰蛋白酶溶液脱膜和无膜卵培养法,可以用发圈拨动裸卵,在任意方位观察卵子和胚胎的每一步变化。脱膜过程及无膜卵的培养方法是:受精后5分钟,将卵子投入0.25%的胰蛋白酶(新疆伊犁地区肉联厂出品)溶液,不时地轻轻摇荡。胰酶溶液由Holtfreter氏液配制。卵子经胰酶溶液处理10分钟,附着盘粘着能力减退,可用发圈将它一块块地剥落;卵膜亦被胰酶消化变薄,卵膜内外压力逐渐趋于平衡。12分钟后,将卵子移入暴气的冷开水中,用镊子除去残存的卵膜,然后将无膜卵置入Holtfreter氏液中培养观察。待胚胎发育至尾芽期始,逐渐用暴气的冷开水稀释原来的培养液。无膜卵的培养过程与鱼类核移植卵的培养过程大致相同^[4]。经与未脱膜处理的受精卵对照实验证明,按上述程序处理的无膜卵不仅发育正常,而且两者的发育进程也几乎完全相同。关于胡子鲶胚胎发育时程详见文末附表。

关于胡子鲶胚胎出膜后的胚后发育有几个特点值得一提。仔鱼身体分泌的粘液在卵

黄囊腹部集中,形成附着器官,仔鱼凭借它粘着在它物之上。仔鱼尾部不停息地摆动,击动水流,并缓慢地移动附着的位置。鳃丝生长迅速,呈细丝状成丛地密布于鳃弓之上。上下颌开合频率很高,与心率相同,出膜后32小时达156次/分(图29)。

四、讨论和总结

1. 胡子鲶胚胎发育的分期问题

作者把胡子鲶的胚胎发育分为卵裂、细胞分化和器官分化3个阶段,这与Γ. A. 诗密特(1951)所说的一般性概念(即卵裂、胚层发育、器官发生)大体上是一致的^[9]。但就早期个体发育即胚胎发育的本质而言,由单细胞的合子变为仔鱼经历了细胞分裂、分裂球在结构和功能上的分化和分化了的诸细胞彼此识别以及联合组建器官这样的三步过程。后两步实质上是基因的受控表达过程。关于卵裂,胡子鲶有两个明显不同的时期,64细胞以前,细胞一分为二的分裂过程比较划一,分裂球较规则地呈单层排列,不同的卵黄颗粒位置发生调整,但卵黄体无变形运动。64细胞以后,分裂球大小不一,排列无序,胚盘厚薄、疏密不均,卵黄体变形运动逐渐加剧,这一情况下面另作讨论。进入囊胚期后,分裂球的排列自行调整,但不形成在其他鱼类胚胎发育时所见到的圆锥状囊胚,而是以马蹄形倒扣在植物极之上。随着由囊胚向原肠胚过渡,马蹄状的胚盘逐渐由厚变薄,并向四面伸展,囊胚晚期的马蹄形胚盘不如早、中期那样清楚。由此可见,胡子鲶囊胚似乎具有一定的方向性。囊胚的这种方向性与后来胚体的定位有无关系?或者,这种方向性能否表明这种鱼的囊胚细胞已经有了某种分化?这是值得今后进一步探讨的一个十分有趣的问题。

和其他硬骨鱼一样,胡子鲶的囊胚以下包和内卷的方式进行原肠化运动,开始细胞分化。在这一过程中,我们没有观察到有别于其他硬骨鱼发育的特殊情况。在原肠化后期,胚盘下包卵黄体4/5时,神经胚开始形成,有3—4对体节分化。原肠化运动完成(胚孔封闭)的时候,脑有了分化,眼原基初现。这说明胚胎发育过程中细胞分化阶段和器官分化阶段有所重叠,无绝对界线。应该说,生物的胚胎发育是连续的,总的趋势是细胞分裂、细胞分化和器官分化。现代分子生物学的成就表明,特化了的细胞可以去分化,卵细胞质内的某些物质可以激活和重组分化细胞核的活性,使之表现出功能上的全能性^[12,13]。从这个角度来考察,我们提出的关于胚胎发育三阶段划分只具有相对意义。为了研究生物个体的胚胎发育,有必要把握反映发育过程本质的这三个阶段。但是,由于生命世界的多样性,没有必要、也不可能用一个详尽而刻板的阶段划分的模式来概括不同类群的生物、或者同一类群中不同种属个体的胚胎发育细节。这样,我们就可以避免一些无益的争论。

2. 胡子鲶胚胎发育对环境条件的适应

胡子鲶往往在高温、缺氧和水体狭小的环境里生活和繁殖。正像泥鳅、黄鳝和青鳉的胚胎以各自的特殊结构适应于这类环境一样^[4],胡子鲶的胚胎也以其独自的特点适应其环境。首先,卵子有一个极为特殊的附着盘,保证它牢固粘着在它物之上,而不至沉没于泥底或被水冲走。第二,卵黄为桔黄色,富含类胡萝卜素(呼吸色素),具底层和耐低氧鱼类卵子的共同特征。第三,胚胎发育至尾芽期开始向外界分泌粘液物质,其中可能含有为

准备出膜用的溶解卵膜的酶;另外,仔鱼出膜后以这些逐渐集中于卵黄囊腹部的粘性物质为附着器官,其功能正像泥鳅幼鱼头部前端的吸盘一样,相对固定身体的空间位置,争取最适发育环境。第四,卵黄囊表面有粗大的居维氏管和丰富的卵黄静脉,宽阔的鳃盖内表面亦有血管密布,这些血管网是仔鱼进行呼吸作用的重要渠道之一;鳃丝在出膜时开始形成,出膜后发育很快,而且鳃盖往后延伸的速度较慢,细长的、呈丛状分布的鳃丝较长时间裸露在头部两侧,这些结构对于仔鱼获得充足的氧气极为有利。就整个胚体而言,胡子鲇的胚体不像鲤鱼和鲫鱼等鲤科鱼类的胚体那样紧贴在卵黄囊之上,而是借助于4对略微内卷的鳃弓和头、腹部的其他膜状结构使胚体大部独立于卵黄囊之外。出膜后,仔鱼酷似傲立在卵黄囊上的一头雄狮,头尾不停地摆动,击动水流,细长而密集的鳃丝在水中随之飘舞,扩大与水的有效接触机会。加之后来上下颌迅速开合(其频率与心率同,达150次/分以上),处于静水环境的胚胎实际上获得了一个微型的“流水”环境,有利于气体交换。胡子鲇胚胎发育中表现出来的生物与周围环境的巧妙适应是十分动人的。胡子鲇卵子卵黄丰富,保证仔鱼的充分发育。这对于一个生活在范围狭小、危机四伏的水体,而且怀卵量不大的鱼类的种族延续尤为重要。

此外,胡子鲇白天蛰居于水体底层或隐蔽在草丛之中,晚上出来觅食;它眼小,视觉不发达,代之以发达的触觉器官——四对触须感知外界环境。在胚胎发育过程中,晶体不发达,相反,触须在胚胎发育出膜之前便已开始分化,而视觉发达的鲤鱼,触须在仔鱼出膜后1个月才分化出来^[30]。总之,胡子鲇的生理习性在胚胎发育过程中已有相应的反映。

3. 卵裂过程中分裂球和卵黄体的运动

观察胡子鲇胚胎发育所得到的突出印象之一是囊胚形成过程中分裂球和卵黄体的激烈运动。有些鱼类的寡质多黄卵,如罗非鱼卵,受精后发育为规则的圆锥状囊胚胚盘,卵黄体无变形运动。胡子鲇卵亦属多黄卵,但囊胚形成过程中和鲤、鲫鱼一样表现出卵黄体的变形运动,甚至运动的程度更为激烈。自64细胞期往后,胚盘分裂球的排列“杂乱无章”,呈积云状变换无常。我们还观察到了这样的极端情况,即有几例多细胞期的胚胎,分裂球被分为两团,分居于卵黄体上方左右两隅,其间仅以一狭窄的“细胞桥”相连。追踪观察说明,胡子鲇卵具有惊人的调整能力,通过囊胚和原肠化运动,两团分居的细胞彼此接近和联合,最后形成正常的原肠胚(图30—33),发育为正常的仔鱼。这种情况不曾见于任何其他鱼类的胚胎发育。我们以前做鱼类核移植实验时,虽然偶尔也见到过类似的囊胚(或称“局部囊胚”),但纯属人为因素所致,而且不能完成原肠化运动,导致早夭。胡子鲇胚胎发育囊胚形成过程中,分裂球的这种分离及随后调整,是分裂球自身固有的特性还是由于卵黄体激烈运动冲击胚盘的结果,我们尚不清楚;但可以揣测,这种运动对于发育中的卵子的呼吸是十分有利的。

4. 从胡子鲇卵子和胚胎发育的特点看人工繁殖问题

本文一开始我们就提到发展养殖胡子鲇的潜力是很大的,它特别适合于南方农村零星小水体养殖。可是,农民普遍反映苗种困难,一些养殖单位反映人工孵化出苗率低。我们认为,一旦掌握了它的卵子和胚胎发育的特点,出苗率低的问题不难解决。首先,为了

提高受精率,要特别注意挑选性腺发育充分的雄鱼,以保证有足够量的精液。第二是提高孵化率。胡子鲶卵子附着盘的吸着能力很强,用水草、树根作鱼巢,往往使卵子分布不均,甚至彼此粘着在一起,造成大量死亡。因此,可用人工挤卵的方法,将卵均匀地洒在瓷盘或其他平底容器的底上,在 5—10 厘米深的静水中孵化,可以得到满意的孵化率。第三是加强出膜后的管理。鱼苗出膜后 3—4 天内仍需维持原来的环境,但水深可加至 15 厘米,而且适当更换。安静、阴暗对鱼苗来说是十分重要的两个条件。卵黄囊被吸收到原来的 1/3 大小时,适当喂些蛋黄,然后下鱼苗塘培育。以上 3 点建议可供苗种小规模生产时参考。

五、胡子鲶可望作为鱼类细胞工程研究的一个比较理想的材料

自童第周首创鱼类细胞核移植以来^[8],鱼类细胞工程研究逐渐在我国许多实验室开展起来。但是,我们感到至今没有找到一种理想的实验鱼材料。以前常用的一些材料多各有短处:如金鱼遗传性状不够稳定;鲫鱼繁殖季节太短;泥鳅繁殖季节虽长,但个体太小;罗非鱼生殖周期短,但卵子动物极胚盘太薄,卵内压大,卵黄体受创伤后不能自我收缩愈合等等。研究胡子鲶的胚胎发育,使我们意外地发现它也许是我们所要挑选的一个比较理想的实验材料。这是因为:(1)胡子鲶属经济鱼类,一年性成熟,繁殖季节长,个体大小适中,鱼病少,易于饲养管理,人工繁殖操作简便;(2)卵子体积大,动物极(及胚体)与植物极各有其特殊的颜色,便于识别;(3)卵裂前及卵裂初期,卵子的胚盘向下指向附着盘方向,有固定的空间位置,便于人们对细胞的特定部位进行各种手术处理;(4)卵子脱膜及无膜卵的培养简便易行,去膜后的卵黄体与去膜前完全不同,受创伤后能够自我收缩愈合;(5)受精卵在卵裂后期具有独特的自我调整能力,这对于胚胎手术后的恢复极为有利;(6)胚胎发育过程中表现出一系列有别于其他鱼类的形态结构,可作为早期发育的形态鉴定指标。

附表 胡子鲶胚胎发育时程 (室温 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$)

发育阶段	距离受精的时间	胚胎发育的特征
一、卵裂阶段	0 时 0 分—6 时 40 分	受精后原生质向动物极集中,形成直径为 1 毫米的桔红色胚盘(图 1)。10 分钟在胚盘表面的中央观察到第二极体,40 分钟时第二极体脱落(图 2)。胚盘不断地进行分裂,卵黄物质不断调整和运动。整个卵子体积维持不变
1. 同步卵裂	0 时 0 分—2 时 30 分	卵子在胎盘部位发生盘状卵裂,诸分裂球每次卵裂同时发生,分裂球大小相似,比较规则地呈单层排列
2 细胞期	0 时 55 分	胚盘中央出现一卵裂沟,被切割为 2 细胞(图 3)
4 细胞期	1 时 10 分	与第一次卵裂沟的垂直方向上出现第二卵裂沟,胚盘被切为 4 细胞(图 4)
8 细胞期	1 时 25 分	胚盘发生第三次卵裂,呈 8 细胞(图 5)
16 细胞期	1 时 40 分	胚盘发生第四次卵裂,呈 16 细胞(图 6)
32 细胞期	2 时 05 分	胚盘发生第五次卵裂,呈 32 细胞(图 7)
2. 非同步卵裂	2 时 30 分—6 时 40 分	诸分裂球在分裂速度及空间排列上均表现出非一致性;卵黄体开始变形运动
64 细胞期	2 时 30 分	胚盘先后发生第六次卵裂,呈 64 细胞;分裂球大小不一,排列无序,仍为