

文章编号:1000-0615(2007)05-0639-08

鳊的人工繁殖与胚胎发育

宓国强¹, 沈土山², 许谷星¹, 黄鲜明¹, 顾志敏¹, 贾永义¹, 刘启文¹

(1. 浙江省淡水水产研究所, 浙江 湖州 313001;

2. 浙江省湖州市锦山鱼种场, 浙江 湖州 313012)

摘要:于2003年至2006年,在浙江湖州市锦山鱼种场进行了鳊的亲鱼培育及人工繁殖的研究。结果表明:2龄野生鳊在池塘中经3年专塘培育后,雌雄鱼的性腺成熟率达100%;性腺成熟的亲鱼经催产,产卵率达100%、受精率86.5%、孵化率88.3%。与此同时,对鳊的胚胎发育作了详细观察。鳊受精卵在21~23℃下孵化至出膜,有效积温为705.34℃·h。

关键词:鳊;亲本培育;人工繁殖;胚胎发育

中图分类号:S 961.2

文献标识码:A

Artificial propagation and embryonic development of *Elopichthys bambusa*

MI Guo-qiang¹, SHEN Tu-shan², XU Gu-xing¹, HUANG Xian-ming¹,
GU Zhi-min¹, JIA Yong-yi¹, LIU Qi-wen¹

(1. Zhejiang Institute of Freshwater Fisheries, Huzhou 313001, China;

2. Zhejiang Jinshan Freshwater Fish Seeding Ground, Huzhou 313012, China)

Abstract: Studies on techniques of parent fish nursing and artificial propagation of *Elopichthys bambusa* were carried out in Jinshan fishery farm of Huzhou city in Zhejiang province from 2003 to 2006. The results showed that the two-year-old wild fish from Taihu lake after cultivating intensively in ponds for three years, the gonad maturity rate of the female and male fish was up to 100%. When the sexual mature parent fish were induced by both hormone injection and water flow, their average rates of spawning, fertilization and hatching were 100%, 86.5% and 88.3% respectively. Furthermore, the process of embryonic development was also recorded. The fertilization eggs hatch under 21–23℃, and the effective accumulated temperature is 705.34℃·h.

Key words: *Elopichthys bambusa*; brood fish breeding; artificial propagation; embryonic development

鳊(*Elopichthys bambusa*), 俗称横鲈或横鱼, 隶属鲤形目、鲤科、雅罗鱼亚科、鳊属, 是鲤科鱼类中大型的肉食性鱼类^[1], 主要分布于我国长江中下游一带的江河湖泊中。鳊个体大且肉质鲜美, 深受群众喜爱。近年来, 随着野生资源量的减少,

人们开始利用野生鳊鱼苗进行池塘养殖的试验^[2], 并对鳊的资源状况、生态习性、生长特性等方面进行了研究^[3-7]。但采集鳊野生鱼苗可控性差, 不能满足规模化人工养殖的需要。因此要发展人工养殖, 必须突破鳊的人工繁殖技术。2003

收稿日期:2007-05-25

资助项目:浙江省重大科技招标项目(021102539)

作者简介:宓国强(1960-), 男, 浙江慈溪人, 高级工程师, 主要从事水产新品种开发研究。E-mail: zjmgq@163.com

年1月,我们将2龄野生鳊在池塘进行培育,经2年半的仿生态强化培育后,于2005年5月对性腺成熟良好的4足龄的鳊采用激素催熟、流水促产的方法进行人工繁殖并取得了成功。

1 材料与方法

1.1 亲鱼培育

用作亲鱼培育的材料鱼为与长江相通的某面积40 hm²湖泊中捕捞所获鱼龄2冬龄、平均体重1.3 kg。3年的培育过程中,投足饵料鱼、控制好池塘水质,繁殖当年池水始终保持在0.1~0.15 m·s⁻¹的流动状态。

1.2 亲鱼催产、产卵及孵化

选用4足龄以上、性腺发育成熟的雌雄鱼进行药物催产,催产剂为HCG(H)、LRH-A₂(L)和DOM(D),进行4种不同配制,一次性注射,雄鱼剂量减半。注射催产药物后的亲鱼放入产卵池中促产,产卵池水以0.25~0.30 m·s⁻¹的流速不断回流。当雌雄鱼追逐产卵后用集卵箱收集受精卵并放入环道内孵化。受精10 h左右,即胚胎发育

至原肠晚期时计算受精率,最后计算孵化率。

1.3 胚胎发育观察

受精后15 min取部分受精卵移至实验室小水族箱内单独孵化,水温21~23℃。胚胎发育过程用Olympus解剖镜观察,并用Nikon数码相机拍摄,记录胚胎发育时序。出膜后,每日一次随机从环道捞取鱼苗进行测量和观察。

2 结果

2.1 亲鱼的培育与性腺发育

捕捞来的2龄野生鳊经3年的培育体重增加了10倍多(表1),且雌鱼生长速度较雄鱼快。从表1可看出,野生鳊在3年的培育过程中,其体重每年都成倍增长。2003年1月获取的最小个体体重为1.0 kg。至2004年12月体重增达4.5 kg。再经1年培育,至2005年12月体重达9.3 kg。2龄鱼中个体较大的生长速度更快,从2003年1月的1.8 kg,至2004年12月体重猛增达11.5 kg,再经一年培育,至2005年12月达21.4 kg。

表1 鳊后备亲鱼生长与成活率

Tab.1 The growth and survival rate of brood fish candidates

时间 time	鱼龄 age	最小个体(kg) lowest weight	最大个体(kg) highest weight	平均(kg) average	尾数 individual	成活率(%) survival rate
2003-01-17	2	1.0	1.8	1.3	125	-
2003-12-26	3	2.4	6.2	4.0	102	81.6
2004-12-16	4	4.5	11.5	8.0	101	99.0
2005-12-08	5	9.3	21.4	14.8	99	98.0

在3年的培育过程中,雌雄个体的性腺得到充分的发育。2003年刚捕获的2龄野生鳊经解剖肉眼观察的初步推算:雌性个体为I期卵巢,呈粗线状。雄性个体为II期精巢。2004年4月,解剖观察推算雌鱼卵巢达到III期,雄鱼精巢达到IV期。亲鱼性腺均未成熟,雌雄鱼在体形上很难区分。2005年5月检查雄鱼时,轻压腹部即有乳白色精液流出,入水即散,雌鱼经探卵观察发现,卵粒大小整齐,有光泽,且绝大多数的卵核已偏位。随机抽取雌雄鱼各10尾进行抽查,性成熟率为100%。

2.2 不同激素配伍的催产效果

2005和2006年分别对4足龄和5足龄的鳊进行了不同剂种与剂量配伍催产试验。每公斤鱼的剂量与催产结果见表2。

由表2可知,除1200 IU HCG + 5mg DOM组合未获产外,其余组合都取得了很好的催产效果。

2.3 “效应期”的行为与产卵特点

鳊的“效应时间”在水温21~23℃时,需11 h。在“效应期”的活动特点,可分为4个不同阶段:即从激素注射开始0~8 h,亲鱼一直沿着产卵池池壁、在水面下20 cm左右的水层逆水缓慢游动;8~10 h,性情开始急躁,在水下乱窜,不断翻起浪花;10 h后,开始成对沿池壁逆水游动,雌鱼在前,雄鱼在后;11 h后开始在池边的流急处追逐产卵,每次追逐数秒钟,每尾雌鱼需多次追逐才能排空卵子,整个排卵过程约需1~2 h。

2.4 不同鱼龄的繁殖力

在繁殖季节,随机抽取4龄和5龄亲鱼进行解剖,结果见表3。

表 2 不同激素和不同剂量诱导鳊产卵的效果

Tab. 2 Effect of *Elopichthys bambusa* induced by different hormone combinations and dosages

时间 time	鱼龄 age	水温(℃) water temperature	剂种与剂量 hormone and dosages	催产尾数 individuals induced by hormone	产卵尾数 individuals producing eggs	催产率(%) induced rate
2005-05-15	4	21.5	1200H+10L+5D	3	3	100
		21.5	1200H+10L	2	2	100
2006-05-21	5	23.5	1200H+10L+5D	5	5	100
2006-05-24	5	25.0	1200H+10L	10	10	100
		25.0	1200H+5D	1	0	0
		25.0	10L+5D	1	1	100
合计 total				22	21	95.2

表 3 不同年龄鳊怀卵量的比较

Tab. 3 The comparison of fecundity between *Elopichthys bambusa* of different ages

鱼龄 age	体长(cm) body length	体重(kg) body weight	性腺 sexual gland		绝对怀卵量(万粒) absolute fecundity	相对怀卵量(grain/g) relative fecundity	性腺成熟系数(%) ripe rate of sexual gland
			重量(g) weight	长/宽(cm) length/width			
4	117.2	10.3	428.4	50.4/4.3	57.2	55.5	4.2
5	129.5	17.5	1 311.0	54.0/6.4	175.1	100.1	7.5

由表 3 可知,5 龄鱼的繁殖力明显大于 4 龄,绝对怀卵量增加 2 倍,相对怀卵量和性腺成熟系数分别提高了 80.4% 和 78.6%。

2005 年和 2006 年的 5 月,分别催产 4 龄和 5 龄亲本共 22 尾,获产 21 尾,产卵量见表 4。

从表 3 和表 4 可知,初次性成熟的 4 龄亲鱼

的产卵率与 5 龄鱼没有差别,但平均产卵量仅为 5 龄鱼的 32.27%。

2.5 不同鱼龄、不同雌雄比例的受精率与孵化率

在相同的产卵和孵化条件下,进行了不同年龄、不同雌雄亲鱼比例的鳊人工繁殖的受精率与孵化率的试验。各次试验的受精率和孵化率见表 5。

表 4 不同年龄鳊产卵量的比较

Tab. 4 A comparison of spawning quantity between *Elopichthys bambusa* of different ages

时间 time	亲鱼 parents		催产尾数 individuals induced by hormone	实产尾数 individuals producing eggs	总产卵量(万粒) total production eggs	平均产卵量(万粒/尾) average production eggs
	鱼龄 age	体重(kg) weight				
2005-05-15	4	9.5~10	5	5	240	48.0
2006-05-21	5	16~17	17	16	2 380	148.75

表 5 鳊的受精率和孵化率

Tab. 5 The fertilizing rate and hatching rate of *Elopichthys bambusa*

试验批次 test times	亲鱼尾数 parent individuals		鱼龄 age	产卵量(万粒) no. of spawning eggs	受精率(%) fertilizing rate	出苗量(万尾) seedling numbers	孵化率(%) hatching rate
	(♀)	(♂)					
1	5	4	4	240	83.3	160.0	80.0
2	5	3	5	700	67.0	405.0	86.4
3	12	9	5	1 680	86.5	1 280.0	88.3

由表 5 可知,鳊的受精率为 67.0%~86.5%,孵化率为 80.0%~88.3%。因第 2、3 批次试验的亲鱼为同一批鱼,但受精率有较大差异,由此可知,(1)雄鱼太少,会影响受精率,雄鱼与雌鱼的比例不能小于 3/4。(2)初次性成熟的 4

龄亲鱼的受精率与 5 龄亲鱼没有差别,但孵化率略低于 5 龄鱼。

2.6 胚胎发育观察

鳊胚胎在 21~23℃ 的水温中培育,从受精卵到孵化出膜共历时 31 h 40 min,积温为 705.34

℃·h。胚胎发育全过程经历胚盘形成、卵裂、囊胚、原肠、神经胚、尾芽、晶体出现、肌肉效应、心跳及出膜等主要发育时期(表6)。

胚盘形成(blastodisc formation) 鳃卵为端黄卵,当精子入卵后,卵子由于精子的进入而被激活,激活的重要特征之一是卵的原生质进一步向动物极移动和集中,逐渐在卵细胞的动物极形成一半圆形的隆起,此即为胚盘(图版-1)。

卵裂期(cleavage stage) 胚盘形成后20~30 min,在胚盘的正上方出现一纵向的分裂沟,把胚盘切割成大小相等的2个分裂球,即2细胞期(图版-2),从此胚胎发育进入卵裂期。随后细胞不断分裂形成4细胞、8细胞、16细胞、32细胞、64细胞直至多细胞的桑椹胚期(图版-3~8)。鳃的卵裂期历时2 h 20 min。

囊胚期(blastula stage) 桑椹胚期后,胚胎细胞仍不断分裂,分裂球愈分愈小,并堆叠在卵黄上方,呈现出一半圆形的隆起,此为囊胚早期(图版-9)。此后,胚胎细胞随着不断分裂,分裂球逐渐变小,细胞间的界线逐渐模糊不清,而最为重要的变化是,原来高高隆起在卵黄上的细胞团的高度逐渐下降,经历囊胚中期和囊胚晚期(图版-10~11)。鳃的整个囊胚期历时约4 h。

原肠胚期(gastrula stage) 囊胚晚期后,胚胎细胞虽然仍在不断分裂以增加胚胎细胞的数量,但最为重要的是囊胚的细胞首先通过下包开始向植物极运动,此即原肠作用。鳃原肠作用的早期发生在受精后6 h 25 min。随着分裂细胞的不断下包,胚胎背部的中轴部分细胞又以内卷的方式进行了胚胎的另一重要的原肠作用。细胞内卷不久在胚胎中轴部分出现一增厚的胚盾。此后,胚胎的下包和内卷的原肠作用不断进行,胚盾不断伸长,在胚盾不断伸长的过程中,胚胎其他部分的某些细胞也通过集中和延伸等方式加入到胚盾的细胞中。胚盾的长轴就是该胚体的主轴,胚盾的细胞包含了外胚层、中胚层和内胚层细胞。当细胞下包到整个胚体的4/5时,原肠期结束,进入神经胚期。原肠期经历了原肠早期、中期和晚期3个阶段(图版-12~14),历时约3 h。

神经胚期(neurula stage) 在原肠作用过程中,随胚盾部分的不断伸长,胚盾最前端部分逐渐膨大,形成胚体的脑泡原基,此后分化发育成脑的各个部分。当原肠期结束前后,胚盾部分的外

胚层已分化出表皮外胚层和神经外胚层两部分,进入了神经胚期(图版-15)。神经胚期外观上观察到的变化是胚体的不断伸长。实质上,在胚体内部当神经外胚层分化出来后经历一系列变化形成神经管,神经管此后分化成脑的各个部分和脊髓的原基,再经进一步分化形成各种神经器官原基。神经胚期历时约1 h。

胚孔封闭期(closure of blastopore) 下包细胞逐渐向植物极移动,最终把卵黄全部包围起来,并在整个卵黄的外围形成一薄层的包围卵黄的卵黄多核体层。卵黄多核体及卵黄构成胚体的卵黄囊,其不断向胚体及早期仔鱼提供内源性营养。鳃的胚孔封闭发生在受精后11 h 30 min(图版-16)。

尾芽期(tail-bud stage) 受精后16 h,在胚体末端腹面,稍稍伸出的圆锥状细胞团,此即为尾芽,尾芽是鱼体尾部发育的原基(图版-20)。

晶体出现期(crystal stage) 受精后约15 h眼囊形成。眼囊随着胚胎发育而不断扩大并向外伸展,在眼囊与脑相连处形成较细的眼柄,以后眼囊继续向外突出,直到它们的外侧壁抵达其相对处的外胚层,通过此处外胚层的诱导作用,使眼囊内陷而成双层壁的眼杯。此后又通过一定的诱导作用形成眼的水晶体原基,直到形成晶体,晶体的形成约在受精后19 h(图版-21)。

肌肉效应期(muscula contraction stage) 约在晶体形成后0.5 h,胚体开始表现出微弱而间歇性的肌肉抽动,此为肌肉效应期。此时在解剖镜下观察可看到血液在血管中的流动(图版-22)。

孵化期(hatching stage) 随胚胎不断发育,胚胎在受精膜内不停转动,胚胎的肌肉抽动更为频繁,且有力。约在受精后31 h 40 min胚体破膜而出。刚出膜的仔鱼具有一个很大的卵黄囊,无游泳能力(图版-24)。

2.7 胚后发育的初步观察

孵化水温21~23℃时,出膜第1天,鱼苗平均体长6.0 mm,卵黄囊很大,鱼苗仅能作间断性扭动,无游动能力,属“晒仔”阶段,出膜第2天,体长6.5 mm,卵黄囊缩小,眼色素和鳃弧出现,能上下游动,出膜第3天,体长7.5 mm,卵黄囊吸收完毕,鳔(腰点)出齐,肠管形成,能平游。鳃鱼苗出膜后90 h左右可下塘培育。

表 6 鳊胚胎发育时序 (水温 21 ~ 23 °C)
 Tab. 6 The process of embryonic development of *Elopichthys bambusa*

发育时期 development stage	发育时间 (h:min) development time	水温 (°C) water temperature	积温 (°C·h) temperature total	图版 plate
1. 受精卵	0:00	21	0	
2. 胚盘期	0:30	21	10.5	1
3. 卵裂期				
2-细胞期	1:00	21	21	2
4-细胞期	1:10	21	24.5	3
8-细胞期	1:20	21	28	4
16-细胞期	1:30	21	31.5	5
32-细胞期	1:40	21	35	6
64-细胞期	1:50	21	38.5	7
多细胞期	2:00	21	42.0	
桑椹期	2:20	21	49.0	8
4. 囊胚期				
囊胚早期	2:30	22	52.58	9
囊胚中期	3:00	22	63.58	10
囊胚晚期	5:20	22	114.84	11
5. 原肠期				
原肠早期	6:25	23	139.21	12
原肠中期	7:30	23	164.13	13
原肠晚期	9:20	23	206.3	14
6. 神经胚期	10:10	22	225.47	15
7. 胚孔封闭期	11:30	22	254.8	16
8. 肌节出现期	12:40	22	280.47	17
9. 眼基出现期	13:40	22	302.47	18
10. 眼囊期	15:05	22	333.64	19
11. 尾芽期	16:00	23	354.26	20
12. 晶体出现期	19:00	23	423.26	21
13. 肌肉效应期	19:30	23	434.76	22
14. 心跳期	25:20	22	566.01	23
15. 孵化期	31:40	22	705.34	24

3 讨论

天然水域中的鳊活动范围大、游泳快速、终生以活鱼为食。我们在鳊后备亲鱼的培育中尽量满足鳊这些原有的生活习性。前期用面积 0.67 hm² 的大池塘培育,让其有较大的活动范围,后期放入圆形的流水池塘中,不停地用流水刺激,促使性腺成熟。鳊池塘培育有其特殊的要求,与青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 相比^[8],前期的放养密度较低,后期的冲水时间较长,与翘嘴红鲌 (*Culter alburnus*) 不同^[9],需常年投足适口的鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*) 鱼种。试验表明,通过上述技术措施的实施,鳊性腺发育良好,4 足龄的鳊性腺已完全成熟,与天然水域中鳊的性腺成熟时间基本一致^[1]。所以,我们认为采用“静流水结合,投喂活饵”的池塘鳊亲本培育技术是可行的。但有关鳊

亲本的池塘培育技术,尚有不少值得探讨的问题,如整个培育过程都在流水塘中进行,会否使鳊性成熟提前或成熟度更好,亲鱼合理的放养密度、与其它亲鱼混养等方面的研究也有待开展。

鱼类促性腺激素 (GTH) 的分泌受下丘脑分泌的促性腺释放素 (GnRH) 和多巴胺 (DA) 的双重调节作用,GnRH 能促进 GTH 的释放,并诱导排卵,而 DA 对 GTH 有抑制作用^[10-13]。试验中进行了外源激素 (HCG、LRH-A₂) 和多巴胺拮抗物 (DOM) 共 3 种激素 4 种配伍的催产效果对照。从结果来看,除 HCG + DOM 激素配伍未获产外,其余均取得了很好的催产率,由此可知,由于外源激素的催产作用机理不同^[14],鳊对不同外源激素的敏感度不一,与黄鳊 (*Monopterus albus*) 和某些鲇科鱼类不同^[10-11],鳊对 LRH-A₂ 较为敏感,而对 DOM 不甚敏感,但不会象翘嘴红鲌那样,注射后会抑制排卵^[15]。试验中 1200 IU HCG + 10 mg

LRH-A₂·kg⁻¹这一激素配伍取得了很好的催产效果,但这一剂量是否为鳊催产的最佳剂量,有待更进一步的研究。

注射外源激素,可诱导鱼类排卵,但促使其顺利产卵,还需适宜的外部环境^[15]。鳊行动敏捷,创造适宜的环境是鳊能否顺利产卵的关键。试验结果表明,注射激素后的鳊,放入长 11.5 m、中间宽 6 m、两端宽 2 m、深 1.1 m 的椭圆形产卵池后,在流水环境中,将温顺地沿着产卵池的四周不停地逆水游动,达到效应时间后开始追逐产卵。因此,我们认为,人工繁殖中鳊对产卵设施的要求与“四大家鱼”基本相似^[1,16]。但鳊在更大的产卵池中的产卵效果如何,有关产卵池的形状与鳊产卵效果的关系及注射激素后的鳊在产卵池中不乱窜的原因等有待进一步探讨。

自然状况下,鳊在流急的水域中产卵^[17]。鳊在产卵池的行为与天然水域中相似,在整个效应期,鳊都在不停地逆水游动,追逐亦在流急处进行。试验中,整个效应时间内产卵池的水都以 0.25~0.3 m·s⁻¹ 的速度回流。结果表明,在这样的流速、流态刺激下,鳊能顺利地进行追逐、产卵,至于在其它流速、流态下鳊能否顺利产卵有待进一步研究。

鳊属鲤科鱼类,其所产卵为端黄卵。鱼类中根据卵黄和原生质的含量与分布状况,卵子分为两种类型,其一是间卵黄,如硬骨硬鳞鱼类的弓鳍鱼和肺鱼,还有软骨硬鳞鱼类的鲟等少数种类;另一种是端黄卵,所有硬骨鱼类。对于端黄卵来说,其胚胎发育中的所有程序都是相同的,如受精后首先是胚盘的形成,随后是卵裂、囊胚、原肠作用、神经胚、胚孔封闭、尾芽、晶体出现、肌肉效应及出膜等发育时期。所不同的是,由于硬骨鱼类中种的差异性,水域环境,生态条件等的差异,导致鱼类胚胎发育中各时期出现的时间有一定的差异。如本文所描述的鳊,在水温 21~23℃ 下孵化,受精卵历时 31 h 40 min 完成整个胚胎发育过程,出膜孵化出苗。这与鲢、鳙 (*Aristichthys nobilis*)、草鱼基本相似^[18];鲫 (*Carassius auratus*)、金鱼(水温 25℃)需 65 h 左右^[18];胭脂鱼 (*Myxocyprinus asiaticus*) 需 163 h (水温 17~21℃)^[19];大眼鳊 (*Siniperca kneri*) 约 183 h (水温 13.9~19.8℃)^[20];翘嘴红鲌需 21 h^[21];西藏亚东鲑 (*Salmo trutta*) 需 80~104 d (平均水温 4.3℃)^[22]。所以

各种不同鱼胚胎发育中所需时间的差异比较没有多大理论意义,但可作为生产指导用。

在此需要指出的是,在硬骨鱼类胚胎发育的描述与讨论中存在的几个认识误区。其一,端黄卵受精后胚盘形成的原因。有作者认为,胚盘的形成是由于卵黄的挤压而使原生质集中于动物极形成的^[22]。实际上,根据现代发育生物学理论^[23],脊椎动物的成熟卵发育到第二次成熟分裂中期时,处于“休眠”的阻断阶段,此时若不受精,卵则过熟而自行败育。当卵细胞受精后,卵则从“休眠”的阻断中激活。卵的激活表现出一系列细胞学的内部变化,如继续完成第二次成熟分裂的全过程,排出第二极体,雌性原核形成。对硬骨鱼类的端黄卵而言,另一重要的变化是卵中原生质向动物极移动集中,最终形成圆盘状的隆起,成为胚盘。因而胚盘形成时原生质的集中决不是卵黄挤压的结果。其二,在动物胚胎发育过程中的原肠作用。尽管不同动物的不同类型的卵,它们的原肠作用方式不同,但原肠作用的本质是胚胎经囊胚期后,胚胎细胞不断分裂使细胞数量增加的同时,分裂细胞获得运动性,通过不同的运动方式,细胞进行新的组合,并进行分化,最终形成外胚层、中胚层及内胚层,为胚胎进一步发育中器官的形成和分化奠定基础^[23]。第三,关于鱼类的神经管形成方式,有作者认为,在神经胚期,胚盾继续伸长,神经板逐渐形成。神经沟的存在标志神经胚开始初步形成^[22]。根据发育生物学的理论,脊椎动物在胚胎发育中神经胚期的关键是神经管的形成,神经管是胚体神经器官发育的基础。脊椎动物神经管的形成有两种方式,一为初级神经管的形成,即当胚盾中的外胚层分化出神经外胚层和表皮外胚层后,其中的神经外胚层首先形成神经板,神经板经凹陷、折叠、闭合形成神经管。此为哺乳动物、鸟类、爬行类等神经管形成的主要方式。鱼类神经管形成为次级神经管形成类型。次级神经管的形成是通过神经外胚层形成神经板,神经板形成后,随胚胎发育,胚体头部和前中部的神经板细胞增殖并向背部中央集中,逐渐下陷形成呈三角形的实心细胞索,头部的神经索首先与背部外胚层脱离,继之胚胎前中部的神经索同样如此。随着胚胎发育,头部实心神经索中出现空隙,空隙向胚体中后端推移,而最终形成神经管。

参考文献:

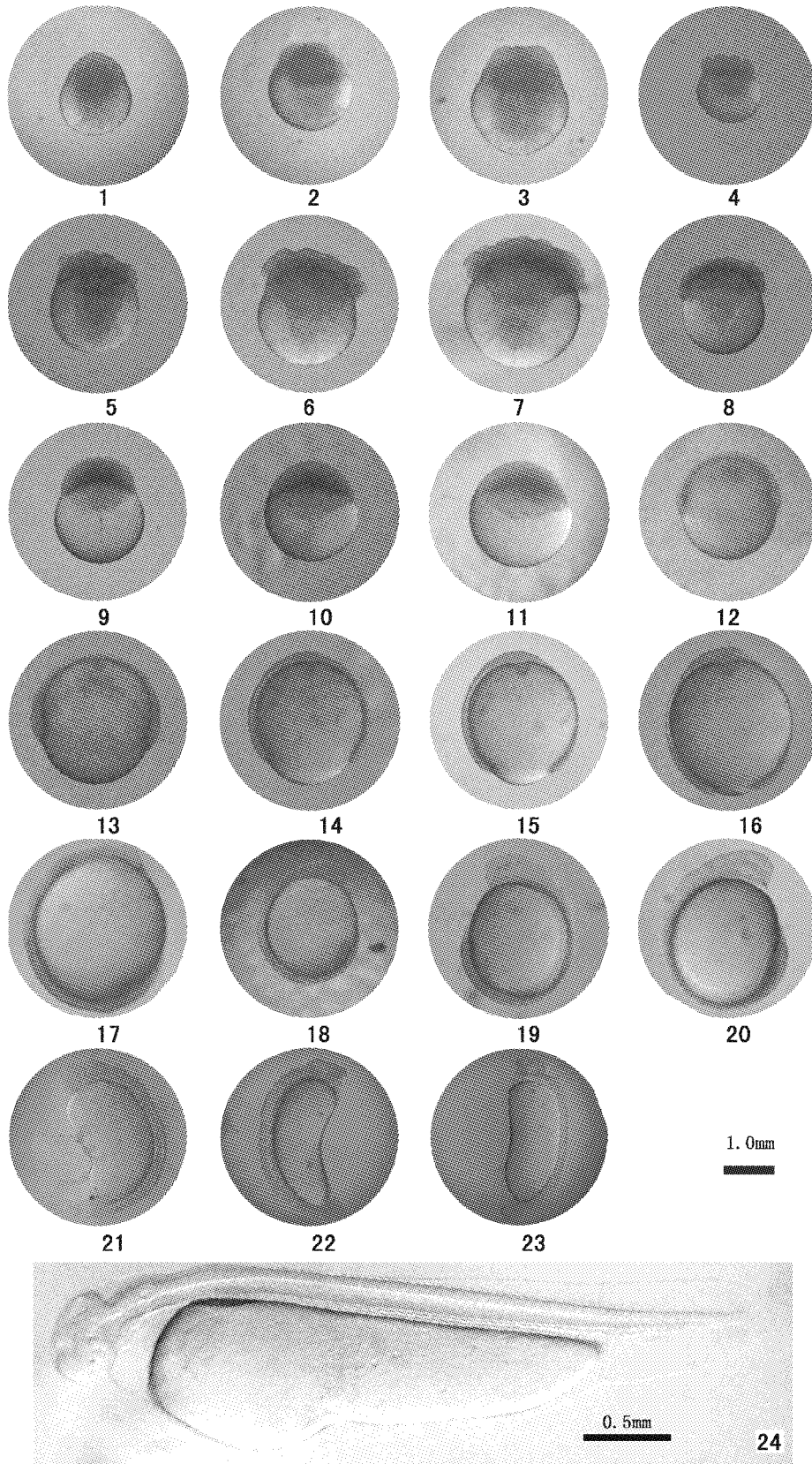
- [1] 刘建康,何碧梧. 中国淡水鱼类养殖学(第三版)[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [2] 宓国强,卢斌辉. 鳊鱼池塘养殖技术初探[J]. 淡水渔业,2004,34(5):54-55.
- [3] 赵永军,徐文彦,张慧. 鳊、鳊、鳊、鳊的生态习性[J]. 水产科学,2004,23(6):26-27.
- [4] 段辛斌,陈大庆,刘绍平,等. 长江三峡库区鱼类资源现状的研究[J]. 水生生物学报,2002,26(6):605-610.
- [5] 张家波. 丹江口水库凶猛性鱼集团生长特性组型的聚类分析[J]. 水生生物学报,1999,23(6):689-695.
- [6] 宋昭彬,曹文宣. 鳊鱼仔稚鱼耳石的标记和其日轮的确证[J]. 水生生物学报,1999,23(6):677-682.
- [7] Li K. Management and restoration of fish communities in Lake Taihu, China [J]. Fisheries, Management and Ecology,1999,6:71-81.
- [8] 雷慧僧,姜仁良,王道尊,等. 池塘养鱼学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1981.
- [9] 宓国强,顾志敏,黄鲜明,等. 不同饲料对翘嘴红鲌繁育的影响[J]. 水利渔业,2005,25(2):72-73.
- [10] 邴旭文. 模仿自然繁殖条件下的黄鳊人工繁殖试验[J]. 水产学报,2005,29(2):285-288.
- [11] 毛玉泽,林浩然. 促黄体素释放激素类似物和地欧酮诱导鲂排卵和产[J]. 中国水产科学,2001,8(2):48-51.
- [12] 周定刚,傅天佑. 人工诱导黄鳊排卵的初步研究[J]. 水生生物学报,1990,14(3):280-282.
- [13] 邴旭文. 不同外源激素对中华倒刺鲃的催产效果[J]. 浙江水产学院学报,2004,23(4):298-301.
- [14] 刘筠. 中国养殖鱼类繁殖生理学[M]. 北京:农业出版社,1993.
- [15] 顾志敏,宓国强,黄鲜明,等. 不同激素配伍和产卵环境对翘嘴红鲌产卵效益的影响[J]. 浙江水产学院学报,2004,23(4):291-294.
- [16] 蔡仁逵,王杏明,朱林庚,等. 淡水养鱼手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.
- [17] 毛节荣,徐寿山. 浙江动物志(淡水鱼类)[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1991.
- [18] 王瑞霞. 组织学与胚胎学[M]. 北京:高等教育出版社,1993:176-177.
- [19] 赵鹤凌. 胭脂鱼胚胎发育的观察[J]. 水利渔业,2006,26(1):34-35.
- [20] 蒲德永,王志坚,张耀光,等. 大眼鳊胚胎发育的观察[J]. 西南农业大学学报(自然科学版),2006,28(4):651-655.
- [21] 黄玉玲,彭敏,何安尤,等. 翘嘴红鲌胚胎发育的观察[J]. 广西科学院学报,2005,21(3):148-154.
- [22] 豪富华,陈毅锋,蔡斌. 西藏亚东鲑的胚胎发育[J]. 水产学报,2006,30(3):289-296.
- [23] 张红卫. 发育生物学[M]. 北京:高等教育出版社,2001:91-96.

图版说明

1. 胚盘期; 2. 2 细胞期; 3. 4 细胞期; 5. 8 细胞期; 6. 32 细胞期; 7. 64 细胞期; 8. 桑椹期; 9. 囊胚早期; 10. 囊胚中期; 11. 囊胚晚期; 12. 原肠早期; 13. 原肠中期; 14. 原肠晚期; 15. 神经胚期; 16. 胚孔封闭期; 17. 肌节出现期; 18. 眼基出现期; 19. 眼囊期; 20. 尾芽期; 21. 眼晶体出现期; 22. 肌肉效应期; 23. 心跳期; 24. 出膜 1 d 鱼苗

Explanation of Plate

1. One-cell; 2. 2-cell; 3. 4-cell; 5. 16-cell; 6. 32-cell; 7. 64-cell; 8. Morula Stage; 9. Early Blastula; 10. middle blastula; 11. Late blastula; 12. Early gastrula; 13. middle gastrula; 14. Late gastrula; 15. Neurula; 16. Closure of blastopore; 17. Appearance of myomere; 18. Optic rudiment; 19. Optic vesicle; 20. Tail bud; 21. Formation of eye lens; 22. muscular functioning stage 23. Heart pulsation; 24. 1 d larva after hatching



图版 鳅的胚胎发育
Plate Embryonic development of *Elopichthys bambusa*