

文章编号 : 1004 - 7271(2005) 01 - 0012 - 07

白斑狗鱼胚胎和卵黄囊期仔鱼的发育

乔德亮¹, 李思发¹, 凌去非¹, 殷建国², 李岩平², 蔡晓琴², 何智杰²

- (1. 上海水产大学农业部水产种质资源及养殖生态重点开放实验室, 上海 200090 ;
2. 新疆生产建设兵团农十师额尔齐斯河特种鱼类繁育场, 新疆 北屯 836000)

摘 要 连续观察了 7 批白斑狗鱼胚胎及卵黄囊期仔鱼的发育状况并进行比较分析。结果显示 (1) 白斑狗鱼在水温 7 ~ 13 ℃ 时, 胚胎期需 248 h, 有效积温 100 ~ 120 ℃ · d ; 水温 11 ~ 13 ℃ 时, 卵黄囊期需 10 d, 有效积温 110 ~ 130 ℃ · d。(2) 白斑狗鱼出膜前期可见眼球色素, 出膜期可见体色素。白斑狗鱼胚胎卵黄囊表面有许多小油滴分布。白斑狗鱼出膜前期胚体头尾绕卵黄囊超过一周。(3) 白斑狗鱼胚胎颜色随着发育进程由起始的淡黄色转为绿黄色, 最终出膜前转变为棕褐色。胚胎发育不同步, 仔鱼出膜数百分比第 1 天、第 2 天、第 3 天、第 4 天分别是 20%、50%、20%、10%, 为避免互相残食, 对分批出膜的仔鱼即使是同批受精卵也应分开饲养。

关键词 白斑狗鱼, 胚胎发育, 卵黄囊, 仔鱼

中图分类号 S 917 文献标识码 : A

Development of embryo and yolk-sac stage larva of white spot pike, *Esox lucius*

QIAO De-liang¹, LI Si-fa¹, LING Qu-fei¹, YING Jing-guo², LI Yan-ping², CAI Xiao-qing², HE Zhi-jie²

- (1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology Certificated by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China ;
2. Ertix River Special Fish Breeding Farm of the 10th Subgroup of Xingjiang Construction Group, Beitun 836000, China)

Abstract The development of embryo and yolk-sac stage larva of white spot pike (*Esox lucius*) was studied. (1) At 7 - 13 ℃, it needs 248h from fertilizing to hatching stage, and the accumulative temperature of 100 - 120 ℃ · d is necessary. At 11 - 13 ℃, it needs 10 d from hatching stage to yolk-sac absorbed stage, and the accumulative temperature of 110 - 130 ℃ · d is necessary. (2) In white spot pike, eye color appeared in pre-hatching stage, and body color appeared in hatching stage. There are many small oil drips on the surface of yolk-sac of white spot pike. In pre-hatching stage, head and tail of embryo of white spot pike are close each other or partly overlap. (3) Color of embryo of white spot pike changes gradually from light-yellow in early stage to green-yellow in middle stage, and finally to brown in pre-hatching stage. Development of embryos of white spot pike is not synchronizing. on 1st, 2nd, 3rd and 4th day, the percentages of hatched larvae are 20%, 50%, 20% and 10% respectively. In order to avoid preying on each other, white spot pike larva, hatched on different days, should be farmed separately.

收稿日期 2004-06-30

基金项目 新疆生产建设兵团科委资助项目(NKB02N10NK16XM)

作者简介 乔德亮(1967 -) 男, 安徽和县人, 硕士, 主要从事水产动物种质资源与种苗工程方面的研究。

通讯作者 李思发(1938 -) 男, 上海水产大学首席教授, 博士生导师, 主要从事水产动物种质资源与种苗工程研究。E-mail : ls038@

Key words : *Esox lucius* ; development of embryo ; yolk-sac ; larva

白斑狗鱼 (*Esox lucius*) 属鲑形目 (Salmoniformes) 狗鱼科 (Esocidae) 狗鱼属 (*Esox*) , 分布于北半球北部 , 我国仅产于新疆北部额尔齐斯河流域。

白斑狗鱼自然生活于寒冷地带河川湖泊中 , 为大型凶猛鱼类 , 过去一直是天然捕捞对象 , 亦可作为游钓对象 , 其养殖在国内外刚刚起步。通过调查研究和查阅资料 , 我们认为其生长迅速 (饵料充足情况下当年可达 800 g 以上) 品味鲜美 , 营养价值高 , 是深受人们喜爱的水产品 , 但受水土开发、过度捕捞等因素影响 , 天然资源不断减少 , 难以满足人们需要 , 应大力开发养殖。

2001 年上海水产大学与新疆生产建设兵团合作 , 在国内率先突破了白斑狗鱼人工繁殖及苗种培育技术 , 2002 年已形成批量生产 , 这为今后进一步研究提供了物质保障和技术基础。本文通过观察研究白斑狗鱼胚胎及卵黄囊期仔鱼发育情况 , 旨在为白斑狗鱼早期生活史、繁殖生物学、保护生物学、资源增殖、人工繁殖生产等的研究积累一些资料。

1 材料和方法

1.1 材料来源

白斑狗鱼亲鱼一部分取自额尔齐斯河水系野生群体、一部分取自新疆生产建设兵团农十师额尔齐斯河特种鱼类繁育场。采用人工授精方法 , 授精过程借助授精液以提高受精率。授精后用滑石粉脱粘、再用孔雀石绿消毒后入孵化桶孵化。

1.2 实验方法

取脱粘后受精卵带回实验室静水充气孵化 , 水源与孵化桶水源相同 , 每天换水一次以除去排泄物。用体视解剖镜、显微镜仔细观察、描述、绘图 , 并用显微测微尺测量胚胎及仔鱼的大小。在取样活体观察的同时 , 用 Bouin 氏液固定一些标本以备核查。开始每半小时观察一次 , 以后每小时观察一次 , 及时做好观察时间和水温记录。

1.3 胚胎及仔鱼发育时期划分及观察

白斑狗鱼胚胎及卵黄囊期仔鱼发育阶段划分参照长江水产研究所^[1]、刘筠^[2]和殷名称^[3]的方法 , 同一批材料如 50% 个体出现某时期特征 , 则表示这批材料已发育到该时期。观察实验室内 4 个批次、孵化桶内 3 个批次的胚胎及仔鱼 , 比较后描述各时期特征 , 求平均值确定一定温度下各发育阶段时间跨度。

1.4 有效积温计算

种内生物体完成某一发育阶段所需的总热量是一个常数或者说生物体完成某一发育阶段所需的时间 (天数或时数) 和温度 (°C) 乘积是一个常数 , 即度·日或度·时^[4]。本文采用有效积温 = 度·日 , 度 (°C) 为某一昼夜水体温度平均值 , 天 (d) 为某一发育阶段的昼夜数。

2 结果

2.1 胚胎及仔鱼发育的有效积温

通过 7 个批次连续观察 , 分析比较 , 得出白斑狗鱼从受精到胚胎出膜需有效积温 100 ~ 120 °C·d , 水温为 7 ~ 13 °C 时需 248 h ; 从胚胎出膜到卵黄囊吸收完毕 , 需有效积温 110 ~ 130 °C·d , 水温为 11 ~ 13 °C 时需 10 d。

2.2 胚胎及卵黄囊期仔鱼各阶段发育时间

白斑狗鱼胚胎及卵黄囊期仔鱼各阶段发育时间见表 1。

表 1 白斑狗鱼胚胎及卵黄囊期仔鱼发育时间

Tab.1 Development time of embryo and yolk-sac stage larva of *Esox lucius*

图序	发育时期	水温(℃)	受精后时数
1	受精卵	7~8	0
2	胚盘隆起		6 h
3	2 细胞期		8 h
4	4 细胞期		11 h
5	8 细胞期		13 h
6	16 细胞期		16 h
7	32 细胞期		18 h
8	桑椹胚期		21 h
9	囊胚期		23 h
10	原肠期		68 h
11	神经胚期	9~10	95 h
12	眼囊期		120 h
13	晶体出现期		188 h
14	心跳期		210 h
15	出膜前期	11~13	226 h
16	出膜期		248 h
			出膜后天数
17	循环期		1 d
18	鳔管形成期		7 d
19	开口期		9 d
	卵黄囊耗尽期		10 d

2.3 各阶段形态特征描述

受精卵(图版-1):刚受精胚胎圆球形,淡黄色,卵质均匀分布。受精后 30~60 min 受精膜形成并举起,受精卵卵径为 2.1~2.3 mm,受精膜举起后为 3.0~3.2 mm。

胚盘隆起(图版-2):由于胚胎原生质向卵球一极移动集中而形成胚盘原基,胚盘原基继续突起形成隆起的胚盘,此极朝上即为胚胎的动物极。另一端朝下为胚胎的植物极卵黄,卵黄囊表面布有许多小油滴颗粒。

2 细胞期(图版-3):胚盘分裂为两个大小相等的细胞。

4 细胞期(图版-4):分裂球再次分裂,分裂沟与第一次相垂直,形成 4 个大小相等的细胞。

8 细胞期(图版-5):细胞继续纵分裂,两个分裂沟与第一次分裂沟相平行,8 个细胞排成两排,中间 4 个细胞稍大,两侧 4 个稍小。

16 细胞期(图版-6):两个分裂沟与第一次分裂沟相垂直,16 个细胞排成 4 排,位于一个层面上,中间 4 个稍大,周围 12 个稍小。

32 细胞期(图版-7):4 个分裂沟与第一次分裂沟相平行,32 个细胞排成 4 排,位于同一层面上。

桑椹胚期(图版-8):细胞继续分裂,由于分裂速度不一致,细胞大小不等且开始分层排列,最终许多细胞高高位于卵黄囊上,类似桑椹即为桑椹胚期。此期为卵裂期与囊胚期的过渡期。

囊胚期(图版-9):细胞继续分裂,分裂球体积显著减小,细胞界限不清楚,胚体的细胞团组成囊胚层,高举于卵黄之上即为囊胚早期。囊胚层细胞不断分裂,细胞层数减少,囊胚层由高变矮。囊胚期可分为囊胚早期、囊胚中期(受精后 37 h)和囊胚晚期(受精后 55 h),到囊胚晚期时囊胚表面细胞向卵黄部分下包约占整个胚胎的 1/3,囊胚层变扁。

原肠期(图版-10):胚盘细胞下包约 1/2 时进入原肠早期。随后经过原肠中期(下包约 2/3,受精后 74h),下包约 3/4 时即为原肠晚期(受精后 85 h)。这期间在外包前沿区出现一条隆起的环带称为胚环,在胚盘一定部位形成外观增厚的隆起即为胚盾,胚盾是胚体的始基。原肠期是胚层分化的时期,原肠期

进行的质量好坏对胚胎发育起决定作用。

神经胚期(图版-11) 胚盘外包继续进行, 下包约 4/5, 后继续下包直至胚孔封闭。在此期间外胚层分化出神经板、神经沟和神经管, 胚体转为侧卧。神经胚阶段既是原肠期的继续又是各胚层更深层分化的开始。

眼囊期(图版-12) 胚体前端两侧长椭圆形眼囊出现。体节 12~15 对, 脑分为前、中、后三部分, 胚体绕卵黄一半稍多。少数胚胎油滴成簇状或单个分布。在眼囊出现之前约受精后 111 h 胚体中部出现 2~3 对体节即为体节出现期。

晶体出现期(图版-13) 眼杯中出现眼晶体。尾芽(受精后 129 h 出现)、耳囊(受精后 138 h 出现)形成, 体节 30~35 对, 胚体包卵黄约 2/3。尾芽细胞分裂迅速, 胚体的延伸主要靠尾芽细胞分裂增生。

心跳期(图版-14) 心脏开始搏动, 心率 60~70 次/分钟。胚体间歇性抽动(受精后 200 h 开始), 鳃板 2 块, 嗅窝、耳石(受精后 206 h 出现)形成, 体节 45~50 对, 胚体下包约 3/4, 尾部稍游离卵黄囊。

出膜前期(图版-15) 心率 120~130 次/分钟, 胚体扭动频繁, 胚体头部接近或超过尾部, 尾部约 1/4 游离卵黄囊。鳃板 3 块, 体节 50~60 对。眼球色素可见。外观胚体棕褐色, 有两段黑虚线。

出膜期(图版-16) 胚体破膜而出, 多数因头背面孵化腺分泌孵化酶作用而头部先出膜, 少数因胚体扭动、尾部扇动而尾部先出膜。仔鱼头仍向腹面, 脊椎后部向上翘呈 S 形, 全长约 8.5 mm, 体节 60~65 对, 体后约 1/3 可见直肠, 卵黄囊长椭圆形约占全长 2/5。背鳍、尾鳍和臀鳍的鳍褶透明且相连。卵黄囊边缘、头背面、脊椎附近布有星状色素即体色素出现。

循环期(图版-17) 血流清晰可见, 背大动脉向后, 尾静脉向前, 心脏红色, 血管无色。胸鳍突起形成, 鳃板 5 块, 体表、卵黄囊色素增加, 尾鳍可见少量色素, 尾鳍条开始分化。

鳔管形成期(图版-18) 鳔开始充气, 能够控制鱼体沉浮, 鱼体游动自如。出膜后 5 d 色素布满全身。头向前, 身体变直, 口可张合, 但未见吃食。心脏位于卵黄囊前, 鳃丝形成, 心脏、鳃丝、血管鲜红, 胸鳍扇动频繁, 卵黄囊变细约一半包于体内。

开口期(图版-19) 下颌稍长于上颌, 开口摄食, 肠道开始蠕动, 肛门通, 肛门口见粪便, 肝脏出现, 腹鳍突起可见。卵黄囊更细小, 约 3/4 包于体内。

卵黄囊耗尽期 卵黄囊吸收完毕, 鱼体由完全依靠卵黄物质的内源性营养期经过利用卵黄和外源食物的混合性营养期转变为完全依靠外源食物的外源性营养期。

3 讨论

3.1 白斑狗鱼胚胎发育特点

总体看白斑狗鱼胚胎发育符合淡水硬骨鱼类胚胎发育的一般规律, 但由于种的差异性, 与常见淡水鲤科鱼类(青、草、鲢、鳙、鲤、鲫、鲂等)比较, 其胚胎发育又表现出自己的特点, 主要体现在以下几个方面。

(1) 眼球色素和体色素出现较早。白斑狗鱼出膜前期可见眼球色素, 出膜期可见体色素, 而其它常见淡水鲤科鱼类眼球色素在出膜期与血液循环期之间出现、体色素在血液循环期与鳔管形成期之间出现。

(2) 卵黄囊表面有油滴分布。大多数淡水鱼类胚胎无油滴分布, 仅少数淡水鱼类如梭鲈(*Lucioperca lucioperca*)、银鲈(*Bidyranus bidyanus*)、河鲈(*Perca fluviatilis*)等卵黄囊表面具油球分布^[5,6]。白斑狗鱼许多小油滴单个随机分布于卵黄囊表面, 而梭鲈、银鲈、河鲈胚胎许多油滴聚集成成为一个大油球, 极少数胚胎附带几个小油球。

(3) 胚胎发育不同步。白斑狗鱼繁殖季节早, 水温较低, 孵化期长, 结果导致同批受精卵胚胎发育出现不同步现象。发育不同步表现为仔鱼出膜数的百分比第 1 天为 20%、第 2 天为 50%、第 3 天为 20%、第 4 天为 10%。白斑狗鱼为凶猛性捕食鱼类, 所以在养殖生产中应将先后出膜的鱼苗分开饲养, 以免

互相残食。

(4)发育后期受精膜较硬,胚体头尾绕卵黄囊超过一周。白斑狗鱼出膜前胚体头尾绕卵黄囊超过一周,而其它常见鲤科鱼类胚体头尾始终保持一定距离。白斑狗鱼在眼囊期后胚胎受精膜较硬,这时可用水直接冲洗卵膜去除外面脏物以便清晰观察胚胎,而其它常见鲤科鱼类受精膜不太硬,不能直接用水冲洗。

3.2 白斑狗鱼受精卵质量优劣鉴别

在原肠期前白斑狗鱼受精卵质量优劣鉴别同一般淡水鱼类,采用镜检。

在神经胚、器官分化期后用肉眼观察白斑狗鱼胚胎,可见淡黄色胚体弧形附在卵黄上,到心跳期后、出膜前期可见两段黑虚线(由于眼球色素和体色素出现引起)。胚胎颜色随着胚胎发育进程由淡黄色变为绿黄色,最终转变为棕褐色。这些特征在劣质受精卵上不表现或表现不明显。

3.3 白斑狗鱼环境适应性探讨

3.3.1 水温适应性

将白斑狗鱼胚胎发育有效积温(100~120 °C·d)与其它几种鱼类比较,发现白斑狗鱼胚胎发育有效积温较冷水性鱼类如高白鲑(*Coregonus peled*)^[7]、虹鳟(*Salmo gairdnerii*)^[8]、大麻哈鱼(*Oncorhynchus keta*)^[8]等、冷水繁殖温水性鱼类如大银鱼(*Protosalanx hyalocranius*)^[9]、太湖短吻银鱼[*Salangichthys (Neosalanx) tangkahkeii taihuensis*]^[9]等要少,较温水性鱼类如草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)^[2,10]、鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)^[1,10]、鲤(*Cyprinus carpio*)^[10]、鲫(*Carassius auratus*)^[10]、丁(*Tinca tinca*)^[11]等、温水繁殖冷水性鱼类如施氏鲟(*Acipenser schrenskii*)^[12]等要多(表2)。

白斑狗鱼适温范围0~30 °C,最适生长温度24~25 °C^[13,14],冬季不停食,繁殖季节为春季河湖解冻时,繁殖温度4~16 °C,最适8~12 °C。我们在上海、广东等地养殖白斑狗鱼,发现夏季高温季节其生长速度不如春秋快。

表2 几种鱼类胚胎发育有效积温

Tab.2 Accumulative temperature of embryo development in some fishes

种类	水温(°C)	出膜时间	有效积温(°C·d)	来源
高白鲑(<i>Coregonus peled</i>)	1~3	100 d	100~300	[7]
虹鳟(<i>Salmo gairdnerii</i>)	3	100 d	300	[8]
大麻哈鱼(<i>Oncorhynchus keta</i>)	6~11	52~90 d	450~570	[8]
大银鱼(<i>Protosalanx hyalocranius</i>)	4~8	811 h	135~270	[9]
太湖短吻银鱼(<i>Salangichthys (Neosalanx) tangkahkeii taihuensis</i>)	4.9~14.2	312 h	64~185	[9]
草鱼(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	21~23	33.5 h	30	[2]
	24~26	25.5 h	27	[2]
	27~29	19.5 h	23	[2]
	21~25	32 h	30	[10]
鲢(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	18~20	50~60 h	44	[1]
	20~24	31.5 h	29	[1]
	26~28	18 h	20	[10]
鲤(<i>Cyprinus carpio</i>)	20	3~4 d	70	[10]
鲫(<i>Carassius auratus</i>)	20	4 d	80	[10]
丁鲟(<i>Tinca tinca</i>)	21.5	52 h	47	[11]
施氏鲟(<i>Acipenser schrenskii</i>)	17~19	95~104 h	75	[12]

综合分析以上几个因素,认为白斑狗鱼虽自然分布于北半球北纬46°以北^[15],仍属于介于冷水性鱼类和温水性鱼类之间的亚冷水性鱼类。

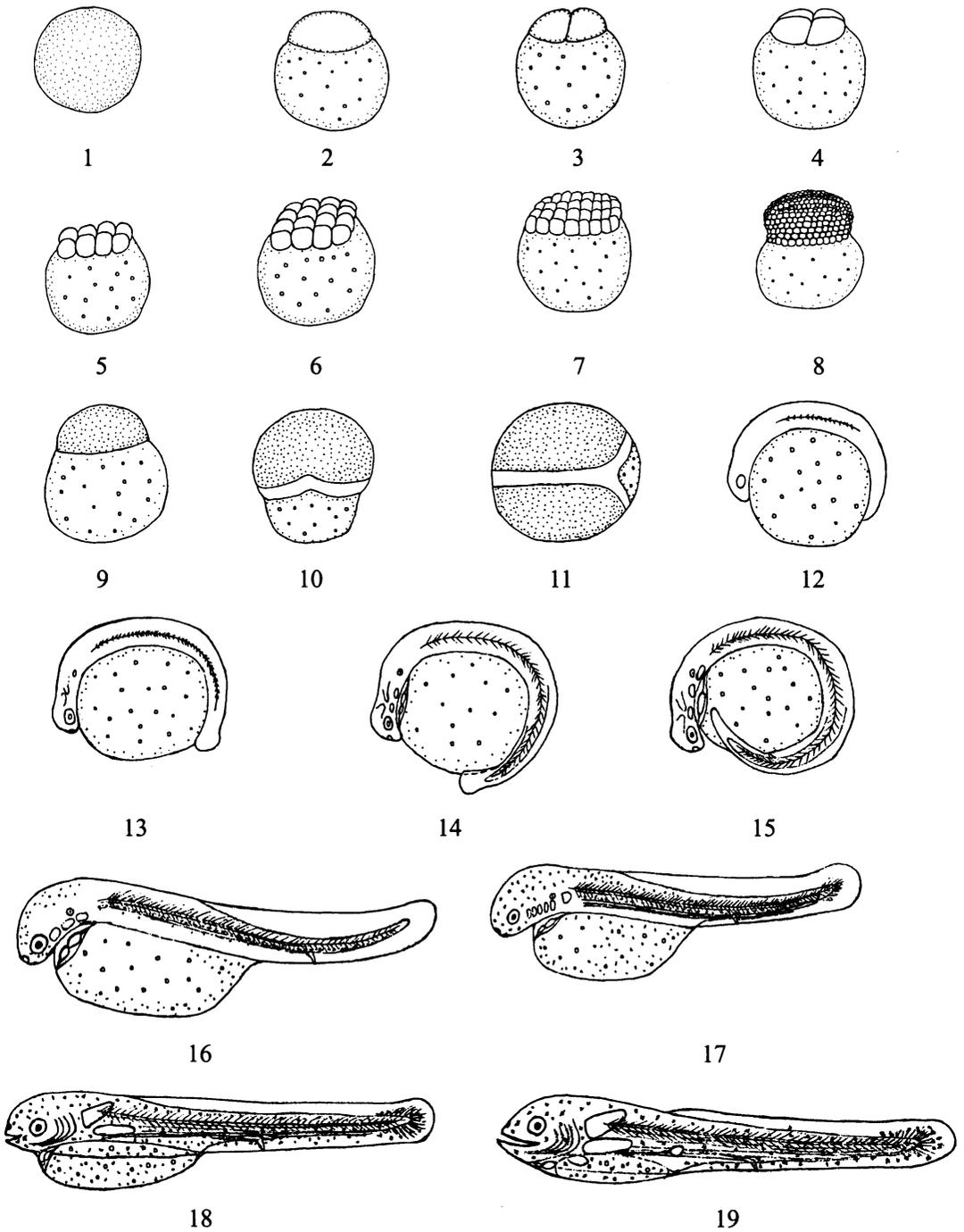
3.3.2 卵径大小适应性

白斑狗鱼受精卵卵径较大(吸水前 2.1~2.3 mm,吸水后 3.0~3.2 mm),虽小于鲟科鱼类(中华鲟 4.3~4.8 mm,施氏鲟 3.2~3.4 mm)^[2],但比常见淡水鲤科鱼类(卵径 1.5 mm 左右)^[10]要大许多。卵的大小对早期发育和成活有重要的生态学意义,大卵有利于仔鱼建立初次摄食、生长、避敌和提高成活率,大卵孵化时有利于适应较低的水温环境^[3]。

白斑狗鱼繁殖季节早(开春河湖解冻时),仔鱼出膜早,初次摄食期仔鱼个体大、体质强壮,这些都有利于其捕食其它鱼类,同时也是该物种长期演化、适应环境的内在遗传因子决定。

参考文献：

- [1] 长江水产研究所. 家鱼人工繁殖技术[M]. 北京:农业出版社,1984. 88-108.
- [2] 刘筠. 中国养殖鱼类繁殖生理学[M]. 北京:农业出版社,1993. 81-93.
- [3] 殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展[J]. 水产学报,1991,15(4):348-358.
- [4] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京:中国农业出版社,1995. 89-104,131-151.
- [5] 丁海,李荣庆. 梭鲈胚胎发育和仔鱼前期发育的初步研究[J]. 淡水渔业,1999,29(1):7-10.
- [6] 李恒颂,鄢国民,范阳,等. 银鲈胚胎和仔鱼的发育[J]. 中国水产科学,2000,7(2):5-9.
- [7] 张北平,蔡林纲,吐尔逊,等. 高白鲑受精卵人工孵化及胚胎发育观察[J]. 水产学杂志,2001,14(2):24-27.
- [8] Blaxter. Pattern and variety in development[J]. Fish Physiology,1988,11:1-8.
- [9] 张开翔. 太湖短吻银鱼的胚胎发育[J]. 湖泊科学,1998,10(1):55-61.
- [10] 王瑞霞. 组织学与胚胎学[M]. 北京:高等教育出版社,1993. 167-183.
- [11] 凌去非,李思发,乔德亮,等. 丁鲃胚胎发育和卵黄囊仔鱼摄食的研究[J]. 水产学报,2003,27(1):43-48.
- [12] 刘洪柏,宋苏祥,孙大江,等. 施氏鲟的胚胎及胚后发育研究[J]. 中国水产科学,2000,7(3):5-10.
- [13] Casselman J M. Effects of environmental factors on growths, survival, activity and exploitation of northern pike[J]. Am Fish Soc Sepc Publ,1978,11(2):114-118.
- [14] Bevelhimer M S, Stein R A, Carline R F. Assessing significance of physiological difference among three esocids with a bioenergetics model[J]. Can J Fish Aquat Sci,1985,42(1):57-69.
- [15] 张弥曼,周家健. 狗鱼化石(*Esox teleostei*)在中国的首次发现[J]. 古脊椎动物学报,2002,40(2):81-96.



图版 Plate

1. 受精卵; 2. 胚盘期; 3. 2细胞期; 4. 4细胞期; 5. 8细胞期; 6. 16细胞期; 7. 32细胞期; 8. 桑椹胚期; 9. 囊胚期; 10. 原肠期; 11. 神经胚期; 12. 眼囊期; 13. 晶体出现期; 14. 心跳期; 15. 出膜前期; 16. 孵出期; 17. 循环期; 18. 鳃管形成期; 19. 开口期