

东北地区白斑狗鱼人工繁殖技术的研究

张伟¹, 杨春桥¹, 尹清干², 金廷海¹, 杨胜君¹, 陈影², 周井祥^{2*} (1. 长春市水产研究院, 吉林长春 130111; 2. 吉林农业大学动物科技学院, 吉林长春 130118)

摘要 在长春地区进行了白斑狗鱼的人工繁殖, 并对白斑狗鱼胚胎发育及卵黄囊期仔鱼的发育情况进行了研究。结果表明, 白斑狗鱼卵呈圆球形, 金黄色, 多油球, 卵径为 1.9 ~ 2.2 mm。白斑狗鱼受精卵在水温 10 ~ 14 °C 下经 188 h 孵化出膜, 有效积温为 2 244 °C · h; 在水温 12 ~ 14 °C 下卵黄囊期需 10 d, 有效积温为 120 ~ 140 °C · h。受精率达 73.3%, 孵化率为 48.5%。

关键词 东北地区; 白斑狗鱼; 人工繁殖; 胚胎发育

中图分类号 S965.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2013)26 - 10666 - 03

Study on *Esox lucius* Artificial Propagation Technology in Northeast China

ZHANG Wei et al (College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract Artificial propagation of *Esox lucius* was conducted in Changchun area. The development of embryo and yolk-sac larva of *Esox lucius* was observed. The results showed that eggs of *Esox lucius* are sticky and spherical shape in golden yellow color. There are many small oil drips on the surface of yolk-sac of *Esox lucius*. The diameters of the eggs are from 1.8 to 2.1 mm. Under 10 - 14 °C, they take 188 hours from fertilization to hatching with the effective accumulated temperature of 2 244 °C · h. Under 12 - 14 °C, they need 10 d from hatching stage to yolk-sac absorbed stage, and the effective accumulated temperature of 120 - 140 °C · d is necessary. The fertilization rate is 73.3%, hatching rate is 48.5%.

Key words Northeast region; *Esox lucius*; Artificial propagation; Embryonic development

白斑狗鱼 (*Esox lucius*), 隶属鲑形目 (Salmoniformes)、狗鱼科 (Esocidae) 狗鱼属 (*Esox*), 主要分布在北冰洋、波罗的海、里海、咸海等水域及北美各地水域, 在我国仅分布在新疆阿勒泰地区额尔齐斯河和乌伦古河水系^[1]。

白斑狗鱼生长速度较快, 肉质坚韧少刺, 肉味鲜美, 营养价值高, 是深受人们喜爱的优质水产品。白斑狗鱼性成熟年龄 2 ~ 3 龄, 每年 4 月中下旬 (水温 8 °C 左右) 开始繁殖, 孵化适温为 8 ~ 16 °C^[2]。近年来, 由于过度捕捞、环境变化等影响, 自然资源量已急剧减少, 同时随着市场需求量的增加, 对苗种的需求也随之加大。新疆生产建设兵团^[3]、河北农业大学^[4]等单位已相继研究了适合于当地自然条件的白斑狗鱼人工繁育技术, 但白斑狗鱼在东北地区的人工繁殖工作还少见报道。基于此, 笔者在上述基础上通过池塘培育白斑狗鱼亲鱼进行人工苗种繁殖, 旨在为白斑狗鱼环境适应性、资源增殖等研究积累一些资料, 为东北地区大规模养殖白斑狗鱼提供苗种来源。

1 材料与方法

1.1 材料来源 试验用亲鱼来自长春市水产研究院池塘培育, 选择亲鱼 3 龄、体壮无伤无病、重量 3 kg 左右个体, 于室内水泥催产池中暂养。

1.2 雌雄鉴别 性成熟雌鱼腹部膨大, 软而富有弹性, 生殖孔稍凸, 微红; 雄鱼胸鳍、腹鳍有追星, 手感粗糙, 轻压腹部生殖孔有乳白色精液流出。

1.3 试验方法 雌雄配组比例为 1:1.5, 采用人工干法授精, 授精后用滑石粉脱黏于平列孵化槽中孵化, 槽中铺 60 目

筛绢网。孵化初期, 控制水流速度, 保持微弱, 胚胎发育后期可缓慢加大, 少量仔鱼孵出后再缓慢减小水流速度。

1.4 孵化水质 孵化水为循环过滤水, 水质清新无污染, 无敌害。试验中胚胎发育水温 10 ~ 14 °C, 仔鱼发育期间水温为 12 ~ 14 °C, 在发育过程中缓慢升温。溶氧量保持在 8 ~ 10 mg/L。

1.5 胚胎及卵黄囊期发育阶段划分及观察 白斑狗鱼胚胎及卵黄囊期发育阶段划分参照长江水产研究所^[5]、刘筠^[6]和殷名称^[7]的方法, 将胚胎发育分为受精卵期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期和器官形成期 6 个发育阶段。在双目解剖镜下观察胚胎及仔鱼的发育特征, 每个阶段依其发育特征再划分为若干时期。每次观察卵数不少于 30 粒, 当其中 60% 以上达到某个时期时则记为该发育阶段的起始时间^[8]。

2 结果与分析

2.1 胚胎及仔鱼发育的有效积温 通过对白斑狗鱼胚胎发育及卵黄囊期仔鱼发育情况的观察, 发现白斑狗鱼胚胎发育有效积温 2 244 °C · h、水温 10 ~ 14 °C 时, 需 188 h; 从胚胎出膜到卵黄囊吸收完毕, 需有效积温 120 ~ 140 °C · d, 水温 12 ~ 14 °C 时需 10 d。

2.2 胚胎及卵黄囊期仔鱼各阶段发育时间 由表 1 可知, 白斑狗鱼胚胎发育时间为 188 h, 卵黄囊期仔鱼发育时间 10 d。

2.3 各发育阶段的形态特征 白斑狗鱼胚胎各发育阶段的形态特征如图 1 所示。

①受精卵: 刚受精卵圆球形, 淡黄色, 直径 2.0 ~ 2.2 mm, 受精后 30 ~ 60 min, 受精膜在精子入卵处先举起, 并迅速扩展到全卵, 形成围卵腔。②胚盘形成: 精子入卵后, 原生质向动物极方向流动而集中成较透明的盘状隆起, 即为胚盘。③2 细胞期: 胚盘经裂为 2 个大小相等的分裂球。④4 细胞期: 分裂球再次经裂。分裂沟与第 1 次相垂直, 形成 4 个大

基金项目 国家自然科学基金项目 (30671621)。

作者简介 张伟 (1959 -), 男, 吉林长春人, 研究员, 硕士, 从事鱼类营养方面研究, E-mail: zw77720100303@qq.com。* 通讯作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事水产养殖方面研究, E-mail: zhjxnd@126.com。

收稿日期 2013-07-31

表 1 胚胎及卵黄囊期仔鱼各阶段发育时间

| 发育时期 | 受精后时间 | 水温//℃ |
|--------|----------|---------|
| 受精卵 | 0 h | 10 ~ 11 |
| 胚盘隆起 | 6 h | |
| 2 细胞期 | 8 h | |
| 4 细胞期 | 10 h | |
| 8 细胞期 | 12 h | |
| 16 细胞期 | 15 h | |
| 32 细胞期 | 18 h | |
| 64 细胞期 | 20 h | |
| 分裂后期 | 22 h | |
| 囊胚早期 | 25 h | |
| 囊胚中期 | 37 h | |
| 囊胚晚期 | 48 h | |
| 原肠早期 | 52 h | |
| 原肠中期 | 57 h | 12 ~ 13 |
| 原肠晚期 | 65 h | |
| 神经胚期 | 68 h | |
| 胚孔封闭期 | 73 h | |
| 体节出现期 | 80 h | |
| 眼基出现期 | 85 h | |
| 眼囊期 | 92 h | |
| 尾芽期 | 98 h | |
| 耳囊期 | 107 h | |
| 尾鳍出现期 | 110 h | |
| 晶体出现期 | 113 h | |
| 心脏出现期 | 116 h | |
| 心跳期 | 122 h | |
| 嗅窝期 | 128 h | |
| 肌肉效应期 | 133 h | |
| 耳石期 | 140 h | |
| 出膜前期 | 145 h | 14 |
| 出膜期 | 188 h | |
| 循环期 | 出膜后 2 d | |
| 鳔管形成期 | 出膜后 5 d | |
| 开口期 | 出膜后 7 d | |
| 卵黄囊耗尽期 | 出膜后 10 d | |

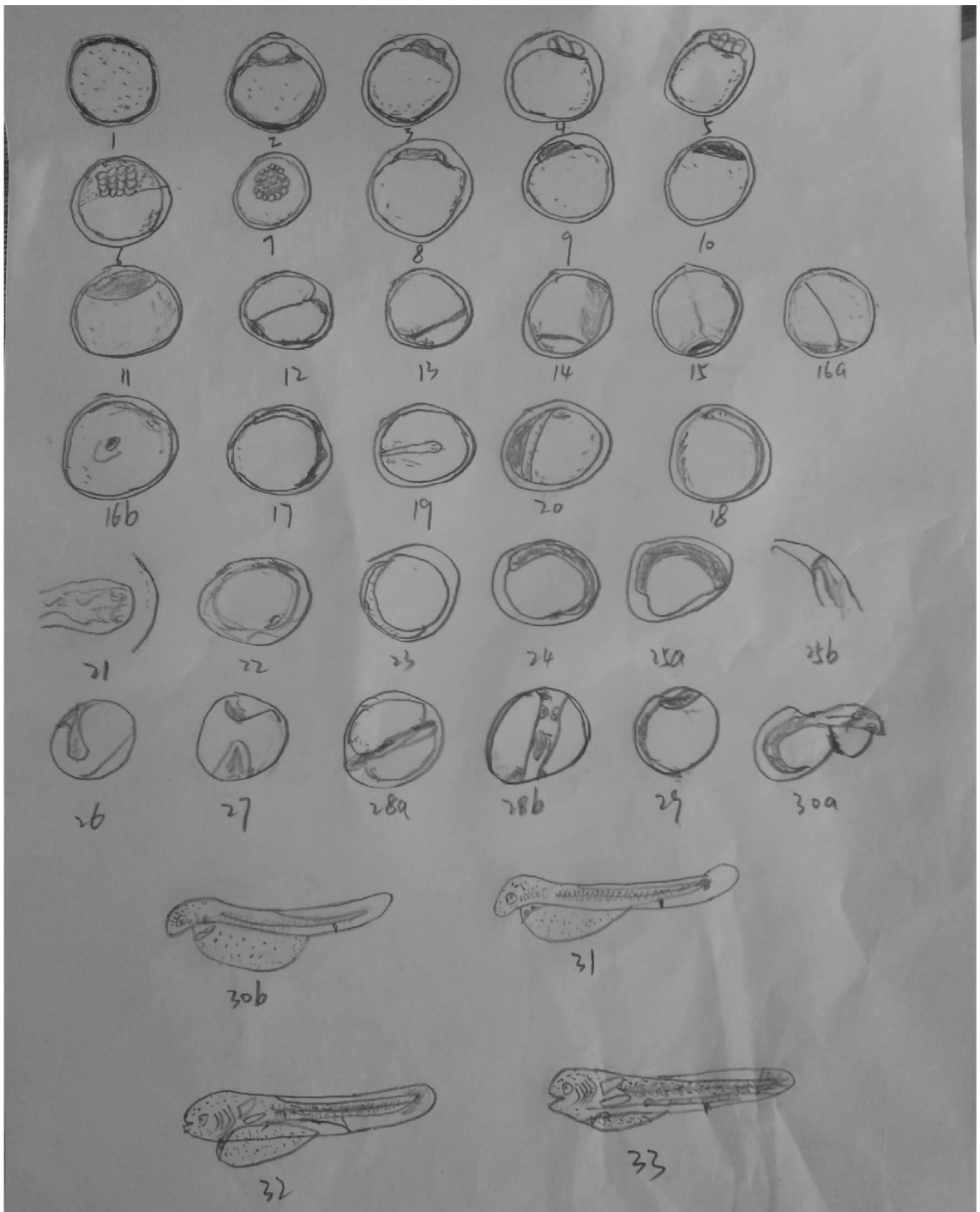
小相等的分裂球。⑤8 细胞期:有 2 个经裂面,且与第 1 次分裂面平行,形成 8 个分裂球排成 2 排,中间 4 个分裂球较大,两侧 4 个分裂球较小。⑥16 细胞期:也有 2 个经裂面,但与第 2 次分裂面平行,形成 16 个分裂球,中央 4 个分裂球较大,外周 12 个分裂球较小。⑦32 细胞期:有 4 个经裂面,且与第 3 次分裂面平行,32 个分裂球排成 4 行,且在同一平面上。⑧分裂后期:分裂球越分越小,形成多细胞的胚体。⑨囊胚早期:细胞继续分裂,分裂球体积显著减小,细胞界线不清楚,由许多分裂球组成的囊胚层高举在卵膜上。⑩囊胚中期:囊胚层较囊胚早期为低,已看不清细胞界线,解剖观察可见到囊胚腔。⑪囊胚晚期:囊胚表面细胞向卵黄部分下包,约占整个胚胎的 1/3,囊胚层变高。⑫原肠早期:胚盘下包 1/2,下包过程中因受到卵黄的阻碍,胚盘周缘之囊胚层细胞稍向内卷入,而使胚盘边缘形成 1 个增厚的胚层部分,即为胚环。胚环出现,背唇呈新月状。⑬原肠中期:胚盘下包 2/3,在胚盘一定部位形成外观加厚隆起的胚盾,胚盾是胚胎的雏形。⑭原肠晚期:胚盘下包 3/4。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。⑮神经胚期:胚盘外包继续进行,下包 4/5,神经板形成,胚体转为

侧卧。⑯胚孔封闭期:胚孔关闭,神经板中线略下凹,脊索呈柱状。⑰体节出现期:胚孔关闭后,在胚体中部出现 2 对体节,神经板头隆起。⑱眼基出现期:在前脑两侧出现 1 对肾形的突起,即眼的原基,体节 4 ~ 5 对。⑲眼囊期:眼囊呈长椭圆形,体节 7 ~ 8 对,脑可分为原始的前、中、后 3 个部分。⑳尾芽期:随着尾部的不断延伸,尾芽出现在胚体后端腹面,呈圆锥状,眼囊变圆,体节 10 ~ 15 对。㉑耳囊期:后脑两侧出现小泡状的耳囊,体节 16 ~ 18 对,眼开始内陷成眼杯,此时胚体仅绕卵黄囊约 1/2。㉒尾鳍出现期:随着体节的增加,眼杯扩大,尾部边缘表皮外突形成褶皱状的鳍,呈半圆形,尾鳍出现,体节 19 ~ 25 对。㉓晶体出现期:在眼杯口出现圆形的晶体,在耳囊下方出现鳃板,为长椭圆形隆起,胚体绕卵黄囊 2/3 略强,脑的分化较为明显,体节 26 ~ 32 对。㉔心脏出现期:在耳囊前下方,眼后下方出现椭圆形的围心腔,腔内有数个串状细胞,即心脏原基,背鳍出现,脑已经扩大,体节 33 ~ 37 对。㉕心跳期:心脏位于脊索前端,眼后下方,呈管状,开始做微弱搏动,不规律,时快时慢,继而加强,体节 38 ~ 39 对。㉖嗅窝期:在眼前下方出现浅窝状的嗅窝。㉗肌肉效应期:胚体开始间歇性颤动,2 ~ 3 次/min,体节 40 ~ 41 对。㉘耳石期:胚体扭动幅度加大,尾变弯曲,身体呈“S”形,尾尖略游离于卵黄囊,耳囊中出现 1 对发亮的钙质颗粒,即耳石,体节 45 对。㉙出膜前期:体节增至 48 ~ 50 对,胚体转动加剧,尾部游离,泄殖腔出现,心跳 97 ~ 108 次/min。㉚出膜期:出膜前期后,心跳加快至 110 ~ 120 次/min,体节从 51 对增至 61 对,胚体较出膜前期扭动更加剧烈,开始破膜而出。破膜时大部分为头部先出,也有部分为尾部先出。胚体长度仅绕卵黄囊 1 周,少数尾部可达眼后。刚出膜鱼体无色素,头部向卵黄囊方向弯曲,出膜后的仔鱼经短暂游动后随即沉入底部静卧,极少动。卵黄囊长椭圆形,约占全长 2/5,背鳍、尾鳍、臀鳍的鳍褶透明且相连。卵黄囊边缘、头背部、脊椎附近布有星状色素,即体色素出现。③循环期:血流清晰可见,流向为心脏背大动脉尾静脉卵黄囊毛细血管心脏。血液淡红色。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。④鳔管形成期:鳔形成,有气体,开始平游。嘴形成,下颌长于上颌,口张开,未见进食。头向前,身体变直,色素布满全身。卵黄吸收约 50%。鳃盖可张开,鳃耙出现,胸鳍扇动频繁。⑤开口期:消化道形成,开始摄食,尾鳍尖端分叉,背鳍、臀鳍轮廓出现,卵黄吸收大于 90%。⑥卵黄囊耗尽期:卵黄囊吸收完毕,尾鳍开始形成,可见分支鳍条,背鳍、臀鳍鳍条清晰。鱼体由完全依靠卵黄物质的内源性营养期转变为利用卵黄和外源食物的混合营养期。

2.4 孵化结果

2.4.1 授精率。从不同孵化槽中取卵,通过对 40 批白斑狗鱼原肠中期受精卵进行观察和计数,授精率为 73.3%。

2.4.2 孵化率。通过对 1 000 粒受精卵的观察,统计孵出仔鱼数,仔鱼孵化率为 48.5%。



注: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. 16细胞期;7. 32细胞期;8. 分裂后期;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. 体节出现期;18. 眼基出现期;19. 眼囊期;20. 尾芽期;21. 耳囊期;22. 尾鳍出现期;23. 晶体出现期;24. 心脏出现期;25. 心跳期;26. 嗅窝期;27. 肌肉效应期;28. 耳石期;29. 出膜前期;30. 出膜期;31. 循环期;32. 鳔管形成期;33. 开口期。

图1 白斑狗鱼胚胎各发育阶段的形态特征

3 讨论

3.1 亲鱼培育 部分亲鱼性腺发育不好,卵的质量不佳。究其原因,可能是因为亲鱼池塘越冬期间有1个阶段DO含量过高,达到20 mg/L以上,亲鱼患气泡病,死亡数100尾,影响性腺发育,卵质量不佳,进而导致部分孵化槽中有大批白卵,其孵化率较低,不到5%。因此,在亲鱼越冬期保证溶氧量在5 mg/L以上,但尽量不要超过饱和值。

3.2 孵化率 仔鱼孵化率为48.5%,与齐遵利^[8]报道在14℃下仔鱼孵化率的59.75%相比,结果偏低。究其原因,可能有以下原因:①亲鱼性腺发育成熟系数小,卵发育不成熟;②受精卵发育过程中有水霉出现,用亚甲基蓝消毒,效果并不理想。在杀死水霉的同时,会杀死部分正常发育卵。因此,在今后的繁殖工作中要注意以下方面:①亲鱼选择性成熟2
(下转第10744页)

度,即夜间气温的增温对于气温增加的贡献更大。

(2)近50年长春市暖日、暖夜、冷日、冷夜具有明显的阶段性特征。暖日和暖夜由阶段性先减后增,逐渐转换为多暖日(暖夜)、少暖日(暖夜)交替出现,整体呈上升趋势;冷日与冷夜的变化特征相近,即前期偏多,之后逐步转为多冷夜、少冷夜交替出现,再向减少的趋势变化,近年来开始呈现出增加的趋势,但整体的趋势仍是下降的。暖日、暖夜、冷日及冷夜具有一定的突变特征,暖日、暖夜在20世纪90年代以后具有显著的增加趋势,冷日、冷夜则在80年代中期显著地减少。

(3)近50年长春市暖日数增加最显著的季节是秋季,其次是冬季;暖夜数增加最显著的季节是夏季,其次是冬季。冷日数减少的季节主要是夏季,冬季冷夜数减少最为明显。四季均在变暖,但以冬季变暖最明显。气温变化最显著的月份是2月,2月暖日数的增加和冷日数、冷夜数的减少最为明显,暖夜数在6月变化最显著。

(4)笔者认为造成的长春市气温异常事件发生的根本原因在于大气环流的异常变化。以冬季为例,主要影响长春市冬季气温变化的是500 hPa的东亚大槽和850 hPa的风场变化。其中相关研究表明,500 hPa的东亚大槽位置出现东移,使得长春地区处于高压脊区内,更多受到西南暖湿气流的影响;在850 hPa的风场减弱,往往仅受贝加尔湖的西北气流影响,冷空气减弱^[13]。此外,北极涛动指数(AO)的异常变化对

于整个北半球的环流形式有明显影响,尤其是对北半球冬季的气温和降水有着明显的影响。AO指数的异常变化使得冬季的极端温度事件频发。其中AO指数具体对长春市的极端气温变化存在怎样的影响有待考证,而对于造成长春市极端气温变化的更深层原因和相关机理仍然有待进一步研究。

参考文献

- [1] 丁一汇,任国玉. 中国气候变化科学概论[M]. 北京:气象出版社,2008.
- [2] 胡宜昌,董文杰,何勇. 21世纪初极端天气气候事件研究进展[J]. 地球科学进展,2007,22(10):1067-1075.
- [3] 王冀,江志红,宋洁. 基于全球模式对中国极端气温指数模拟的评估[J]. 地理学报,2008,63(3):227-236.
- [4] 姜德君,李治民,王冀,等. 近50年齐齐哈尔市极端气候事件分析[J]. 黑龙江气象,2009,26(1):6-9.
- [5] 秦丽,张立凤,骆凯. 近48年台北市气温的小波分析[J]. 气象与环境科学,2010,33(2):59-62.
- [6] 宋轩,段金龙,杜丽平. 城市热岛效应研究概况[J]. 气象与环境科学,2009,32(3):68-72.
- [7] 陈怀亮,张红卫,薛昌颖. 中国极端天气事件与农业气象服务[J]. 气象与环境科学,2010,33(3):67-77.
- [8] 杨萍,刘伟东,侯威. 北京地区极端温度事件的变化趋势和年代际演变特征[J]. 灾害学,2011,26(1):60-64.
- [9] 许国宇. 1951-2009年冬季北京极端低温事件变化分析[J]. 气象与环境科学,2011,34(1):23-26.
- [10] 汪宝龙,张明军,魏军林,等. 1960-2009年青海省极端气温事件的变化特征[J]. 中国农业气象,2012,26(1):6-9.
- [11] 潘晓华,翟磊茂. 气温极端值的选取与分析[J]. 气象,2002,28(10):28-31.
- [12] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 3版. 北京:气象出版社,2009.
- [13] 高峰,隋波. 1951-2008年东北地区冬季气温变化及环流场特征[J]. 气象与环境学报,2001,27(4):12-16.

(上接第10668页)

年后,根据雌雄鉴别方法选择出的性腺发育良好的个体,保证卵子质量,以提高受精率及孵化率。②受精卵的培育密度要适当降低,以免卵大量积压,导致卵膜破裂,滋生水霉。大量死卵的水霉爆发可能性更大。

总之,在人工繁殖条件下,白斑狗鱼由鱼种经池塘培育成亲鱼,经适当暂养进行人工授精,其受精率为73.3%,孵化率为48.5%。培育出30000尾正常夏花鱼苗。掌握了一整套可行的亲鱼培育,人工授精,人工孵化,鱼苗鱼种培育的白斑狗鱼人工繁殖技术。这表明白斑狗鱼在东北地区的人工繁殖在技术上是可行的,为东北地区大规模养殖白斑狗鱼所需的苗种来源提供了技术保障。

参考文献

- [1] 金万昆. 淡水养殖鱼类种质资源库[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2011:247-256.
- [2] 罗建仁,白俊杰,朱新平. 水产生物繁育技术[M]. 北京:化学工业出版社,2011:9-49.
- [3] 乔德亮,李思发,凌去非,等. 白斑狗鱼胚胎和卵黄囊期仔鱼的研究[J]. 上海水产大学学报,2005,14(1):12-18.
- [4] 齐遵利,张秀文,韩叙,等. 温度对白斑狗鱼胚胎发育的影响[J]. 淡水渔业,2010,40(4):76-79.
- [5] 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.
- [6] 刘筠. 中国养殖鱼类繁殖生理学[M]. 北京:农业出版社,1993:81-93.
- [7] 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.
- [8] 杜劲松,海萨,苏德学,等. 白斑狗鱼胚胎和仔鱼发育的研究[J]. 水生生物学报,2004,28(6):629-634.