

# 水温对泥鳅人工孵化的影响

张小磊<sup>1</sup>, 齐庆超<sup>2</sup>, 梁少民<sup>1</sup>, 李春发<sup>1</sup>

(1. 河南省科学院地理研究所, 河南郑州 450052; 2. 河南省地矿局测绘地理信息院, 河南郑州 450006)

**摘要** [目的]探讨水温变化对泥鳅人工孵化产生的影响。[方法]用药物催产的方法获得泥鳅受精卵的基础上, 分别于18、20、22、24、26、28、30℃ 7个水温梯度及自然水温下开展泥鳅人工孵化试验, 并依试验数据分析了不同水温条件下泥鳅受精卵孵化时间、孵化率以及幼鱼畸形率、成活率的变化特征。[结果]泥鳅受精卵在18~30℃均能孵化, 但水温变化对其影响明显。随着水温的升高, 受精卵的发育速度在明显加快, 孵化时间呈现出幂函数型缩短趋势( $Y=104\ 342X-2\ 508, R^2=0.992$ )。受精卵的孵化率以及幼鱼的成活率在18~30℃时与水温呈正相关关系, 而在水温高于28℃时却均出现急剧降低的趋势。低温(18℃)和高温(30℃)条件下泥鳅幼鱼的畸形率均明显偏高, 尤其是在高温条件下, 致畸作用更为强烈, 畸形率达到86.3%。综合考虑受精卵孵化时间、孵化率以及幼鱼畸形率、成活率等指标后认为, 在泥鳅人工孵化日常作业中, 孵化水温不应低于18℃, 最高不宜超过28℃, 并建议孵化最佳控制水温在24~26℃。

**关键词** 水温; 泥鳅; 人工孵化; 规模化

中图分类号 S966.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)31-0071-03

## Effects of Water Temperature on Artificial Hatching of *Misgurnus anguillicaudatus*

ZHANG Xiao-lei<sup>1</sup>, QI Qing-chao<sup>2</sup>, LIANG Shao-min<sup>1</sup> et al (1. Institute of Geography, Henan Academy of Sciences, Zhengzhou, Henan 450052; 2. Institute of Surveying Mapping and Geoinformation of Henan, Zhengzhou, Henan 450006)

**Abstract** [Objective] To discuss effects of water temperature on artificial hatching of *Misgurnus anguillicaudatus*. [Method] On the basis of obtaining fertilized eggs of *M. anguillicaudatus* by drug stimulation, the artificial incubation of *M. anguillicaudatus* was carried out under 7 water temperature gradient (18, 20, 22, 24, 26, 28, 30℃) and natural water temperature. The characteristics of hatching time, hatching rate, malformation rate and survival rate of fertilized eggs of *M. anguillicaudatus* under different water temperature were analyzed according to the experimental data. [Result] The fertilized eggs of *M. anguillicaudatus* can hatch at 18-30℃, but the change of water temperature has a significant effect on it. With the increase of water temperature, the development rate of fertilized eggs was obviously accelerated, and the hatching time showed a power function shortening trend ( $Y=104\ 342X-2\ 508, R^2=0.992$ ). The hatching rate of fertilized eggs and the survival rate of juvenile fish were positively correlated with the water temperature at 18-30℃, but decreased sharply when the water temperature was higher than 28℃. The deformity rate of juvenile fish was obviously higher under low temperature (18℃) and high temperature (30℃), especially in high temperature, the teratogenicity was stronger, the malformation rate reached 86.3%. [Conclusion] After considering the hatching time, hatching rate, malformation rate and survival rate of juvenile fish, it was concluded that the incubation water temperature should not be lower than 18℃ and the highest temperature should not exceed 28℃ in the artificial incubation of *M. anguillicaudatus*. It is suggested that the best water temperature should be 24-26℃.

**Key words** Water temperature; *Misgurnus anguillicaudatus*; Artificial hatching; Large scale

泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*), 又称“鳅鱼”, 是一种常见的小型淡水鱼类。属鲤形目、鳅科、泥鳅属, 因其对生存环境要求不高、适应能力强, 而广泛分布于河川、沟渠、水田、池塘等淡水水域中, 且全年均可捕捉采收。泥鳅不但肉质鲜嫩, 营养丰富, 而且还具有多种药用价值, 素有“水中人参”之称, 深受消费者喜爱, 市场前景看好<sup>[1]</sup>。

近年来, 随着气候变暖、水资源短缺、农药的大规模使用以及过度捕捞, 野生泥鳅资源越来越少, 为满足市场需求, 各地纷纷开展了泥鳅的人工养殖, 取得了不错的经济和社会效益<sup>[2-5]</sup>。但由于目前泥鳅仍以自然孵化为主, 因而泥鳅苗种的供应无法得到有效保障, 这严重制约了泥鳅产业的规模化发展<sup>[6-9]</sup>。为此, 很多技术人员开始探索泥鳅的人工孵化技术, 并取得了一系列研究成果<sup>[10-17]</sup>, 为实现了泥鳅的人工孵化提供了诸多经验积累和方法借鉴。然而, 这些技术成果多数是对生产或试验结果的经验总结, 在运用于泥鳅的规模化生产时候, 往往收效甚微。究其原因这是由于泥鳅孵化的影响因素众多并缺少对它们的深入分析, 从而导致研究成果往往

显得粗糙, 可操作性较差, 在生产实践环节无法达到预期结果。为此, 应加强对泥鳅孵化影响因素的深入分析, 开展定量研究, 并探讨其阈值范围, 以降低孵化风险, 提高泥鳅规模化人工繁育的效率。在影响泥鳅孵化的众多因素中, 水温是至关重要的一环。基于此, 本研究从水温入手, 尝试探讨水温变化对泥鳅受精卵的孵化时间与孵化率以及幼鱼的畸形率与成活率的影响, 以期丰富人们对泥鳅人工孵化的认识, 并为相关研究提供实证参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验场地概况** 试验于2017年4—6月进行, 试验场地位于荥阳市王村河南省黄河生态试验基地。该地属北温带大陆性季风气候, 年平均降雨量542.2 mm, 年平均气温15.6℃。场地内设有孵化环道、蓄水池、供水池等孵化设施以及水井、水泵、充氧泵等孵化配套设备。整个试验场地外架有钢筋结构塑料大棚, 并置有保温层, 用于调节光照及温度。

## 1.2 试验前期处理

**1.2.1 泥鳅亲本的选择。** 试验的亲本来自基地自培, 并有少量够买自周边村民。选用体型匀称、无病无伤、体色正常的健壮泥鳅, 其中雌鳅腹部要膨大、柔软而有弹性, 看起来颜色微红, 并有透明感; 雄鳅要个体较大、胸鳍追星明显。

**基金项目** 河南省科技计划项目(172107000034); 河南省科学院科研开发专项(18DD01003)。

**作者简介** 张小磊(1981—), 男, 河南漯河人, 助理研究员, 博士, 从事资源利用与科技成果产业化研究。

**收稿日期** 2018-06-22

**1.2.2 泥鳅亲本的培育。**将雌雄亲本分离,分别置于消毒过的专用培育池中进行强化培育。培育池面积以 50~100 m<sup>2</sup> 为宜,保持水深在 40~120 cm,池底留有约 10 cm 厚的淤泥层,并设有进、排水口和防逃网。每日早晚各投喂一次,投喂量约占泥鳅总重量的 5%,繁殖前增加到 7%。保持水质“肥”“活”“嫩”“爽”,每周换水 1~2 次,每次换水量为池水的 1/3。

**1.2.3 泥鳅亲本的催产。**采用人工注射的方法进行催产。注射药剂为鱼类常用激素,主要有绒毛促性腺激素(HCG)、促黄体素释放激素类似物(LHRH-A2)、地欧酮(DOM)等,混合配施,每尾亲本注射量控制在 0.5 mL(可视鳅体大小适当调整)。注射方法为背部肌肉注射法。

**1.3 样品的采集与处理** 将亲本泥鳅按雌雄 1:1.5 的比例配组,放入泥鳅孵化环道内,环道内置有环形网槽。微流水刺激,待雌鳅上游、雄鳅追逐,缠绕并相互摩擦,进入发情高潮期并在产卵、受精过程结束后,将亲本捞出,受精卵经环形网槽留在孵化环道内。取受精卵置于恒温水族箱内的培养皿中( $\varphi = 120$  mm,每皿放 200~300 粒),培养皿需刚好没入水族箱水面,此时受精卵因重力沉于皿底,应使其分布均匀。受精卵发育过程中全程观察,并记录。

设置 18、20、22、24、26、28 和 30 °C 7 个水温梯度,微充气,每个水温梯度设置 3 个重复,同时设置自然水温组(NC),试验期内水温变化范围为 16~28 °C,平均水温为 24.8 °C。每日上午更换同水温梯度试验用水,更换量约为水族箱水位的 1/5,并及时清理死亡的受精卵,保持水质,使溶解氧处于 6~7 mg/L,pH 在 7.2~8.0 之间。所有试验用水来自同一水源。

**1.4 数据处理** 采用 Excel2007 和 SPSS17.0 软件进行数据的处理与统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 水温对泥鳅受精卵孵化时间的影响** 不同水温梯度下泥鳅受精卵的孵化时间如表 1 所示。可以看出,水温对泥鳅受精卵的孵化时间影响明显,总体来说随着水温的变化,泥鳅受精卵的孵化时间存在显著的差异。但在 24、26 °C 与 NC (24.8 °C) 组的水温梯度下,泥鳅受精卵的孵化时间却表现得较为相近,差异并不十分明显,这可能是由于在这 3 个梯度下,水温较为接近,且均处于泥鳅受精卵孵化的适宜水温范围内,从而导致了该水温范围内受精卵孵化时间的差异与其他水温区间相比明显偏弱。

为了进一步探讨水温与泥鳅受精卵孵化时间之间的关系,将不同水温梯度下泥鳅受精卵的孵化时间置于散点图上(图 1),可知,受精卵的孵化时间与水温之间表现出明显的负相关关系,分析可知它们之间的负相关关系可以用幂函数来表达,即: $Y = 104.342X^{-2.508}$  ( $R^2 = 0.992$ ),式中  $Y$  为孵化时间, $X$  为水温。这表明在试验水温梯度区间内,随着水温的升高,泥鳅受精卵的孵化时间在缩短,孵化速度在加快。

**2.2 水温对泥鳅受精卵孵化率的影响** 孵化率即受精卵的孵化比率,易受温度等环境条件的影响。在本研究中,泥鳅

受精卵在各个温度梯度下均能正常孵化,但孵化率却存在显著差异(表 2)。由表 2 知,受精卵孵化率在 30 °C 时最低,仅为 44.7%,在 26 °C 时最高,达到 91.9%;并且在低温区间(16~24 °C)内,随着水温的升高,受精卵孵化率在迅速呈直线线性上升( $R^2 = 0.991$ );在适温区间(24~26 °C)内,受精卵孵化率维持在较高水平(90.4%~91.9%),随水温变化差异不大;在高温区间(26~30 °C)内,随着水温的升高,受精卵孵化率先是有所下降,之后急剧降低,这是由于在较高的水温条件下,受精卵对温度更为敏感,受到高温刺激,受精卵发育受到抑制,可能未经过卵裂就解体了。由此可见,研究样区内泥鳅受精卵在 20~28 °C 水温区间内均能达到较高的孵化预期,且在 24~26 °C 水温区间内能得到更好的孵化结果。

表 1 不同水温条件下泥鳅受精卵孵化时间

Table 1 Incubation times of fertilized eggs under different water temperature conditions

水温梯度 Water temperature gradient/°C	起始时间 Starting time m-d-h:min	结束时间 Finish time m-d-h:min	孵化时间 Incubation period h
18	05-23-03:30	05-26-06:30	75.0
20	05-23-03:30	05-25-14:00	58.5
22	05-23-03:40	05-25-00:50	45.2
24	05-23-03:40	05-24-13:00	33.3
26	05-23-03:50	05-24-10:30	30.7
28	05-23-03:50	05-24-04:20	24.5
30	05-23-04:00	05-24-01:10	21.2
NC	05-23-04:00	05-24-12:20	32.3

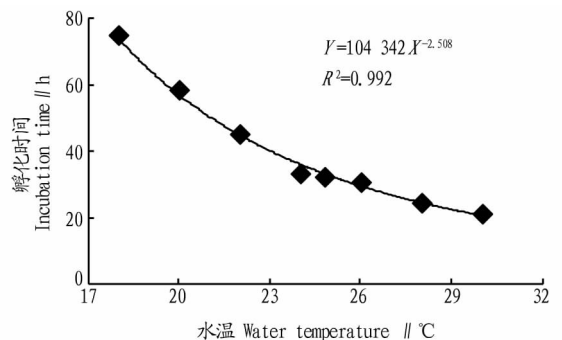


图 1 水温与泥鳅受精卵孵化时间之间的关系

Fig. 1 Relationship between water temperatures and incubation times of fertilized eggs

表 2 不同水温条件下泥鳅受精卵孵化率

Table 2 Hatching rates of fertilized eggs under different water temperature conditions

水温梯度 Water temperature gradient/°C	受精卵数量 Number of fertilized eggs//粒	孵出幼鱼数量 Number of hatched young fish//尾	孵化率 Hatching rate//%
18	261	150	57.5
20	256	180	70.3
22	272	212	77.9
24	280	253	90.4
26	296	272	91.9
28	265	227	85.7
30	262	117	44.7
NC	286	262	91.6

**2.3 水温对泥鳅幼鱼畸形率的影响** 受精卵孵化为泥鳅幼鱼后,畸形能大大降低幼鱼的品相,并对成活率构成极大的影响。因此,降低畸形率是泥鳅孵化工作的一项重要内容。本研究中,不同水温对泥鳅幼鱼畸形率的影响各不相同(图2),具体来说,随着水温的升高,幼鱼畸形率在显著下降;当水温处于适温区间(24~26℃)时,幼鱼畸形率便会趋于平缓,平均为8.4%,并在26℃时达到最低,为7.0%;但是随着水温的继续升高,幼鱼畸形率却在急剧上升,当水温上升到30℃时,幼鱼畸形率达到最高,为86.3%。这表明,低温和高温条件均能对泥鳅的幼鱼产生致畸作用,尤其是在高温条件下,致畸作用更为明显,此时受精卵孵出的幼鱼大部分尾部极短,身体呈“C”形,且心跳微弱,活动能力差。因此,应在适温条件下进行泥鳅受精卵的孵化,避免长时间极端水温刺激,从而避免幼鱼高畸形率的出现。

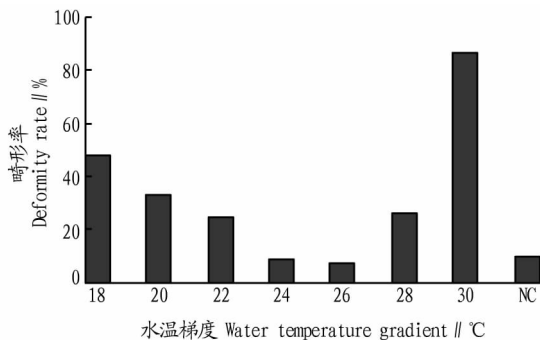


图2 水温对泥鳅幼鱼畸形率的影响

Fig.2 Effects of water temperature on the deformity rates of young *M. anguillicaudatus*

**2.4 水温对泥鳅幼鱼成活率的影响** 幼鱼成活率是衡量泥鳅人工孵化成败的一项关键指标。本研究中不同水温梯度下泥鳅幼鱼的成活率(指幼鱼孵出3d后的成活率,下同)具有明显的差异(图3),随着水温的升高,呈现出先上升再下降的变化趋势。其中成活率最大值为79.4%,对应水温26℃;最小值为29.9%,对应水温30℃;并且在适温区间(24~26℃)内,幼鱼的平均成活率为78.1%,与同类研究相比处于较高水平<sup>[18]</sup>。

上述分析表明,适当的水温(24~26℃)刺激能够提高泥鳅幼鱼的成活率,并且在一定的水温范围内,泥鳅幼鱼的成活率与水温呈正相关关系。但水温越低,泥鳅受精卵的孵化时间变得越长(表1),孵出幼鱼的畸形率也越高(图2),这不利于提高泥鳅人工孵化的生产效率。然而在水温达到30℃以上时,大部分泥鳅受精卵不能得到正常发育(表2),其余的受精卵虽然能够孵出幼鱼,但畸形率却高达86.3%,致使大量刚孵出的幼鱼在孵化结束后2d内相继死亡,并导致幼鱼成活率仅有29.9%(图2),从而使此水温条件下的泥鳅人工孵化丧失了实践意义。

### 3 讨论与结论

(1) 泥鳅受精卵在18~30℃均能孵化出幼鱼,但孵化时间受水温影响明显,随着水温的升高,两者之间呈现出幂函

数型负相关关系( $Y=104.342X-2.508, R^2=0.992$ )。

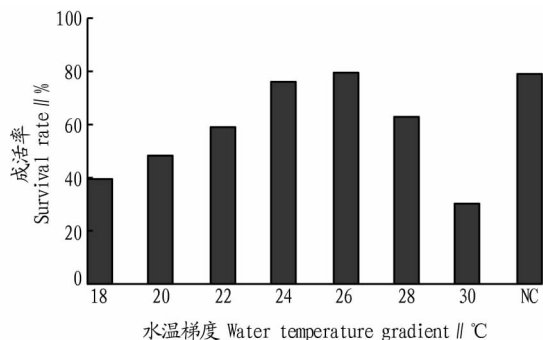


图3 水温对泥鳅幼鱼成活率的影响

Fig.3 Effects of water temperature on survival rates of young *M. anguillicaudatus*

(2) 在一定的水温范围内(18~26℃),泥鳅受精卵的孵化率以及幼鱼的成活率与水温呈正相关关系,但随着水温持续升高(高于28℃),它们均表现出急剧降低的趋势。

(3) 水温对泥鳅幼鱼的畸形率也能产生明显影响,在低温(18℃)和高温(30℃)条件下致畸作用更为明显,尤其是在高温条件下,致畸作用极为强烈。

(4) 在泥鳅人工孵化日常作业中,孵化水温不应低于18℃,最高不宜超过28℃,综合考虑受精卵孵化时间、孵化率以及幼鱼畸形率、成活率等指标,建议孵化最佳控制水温在24~26℃。

### 参考文献

- 梁少民,李春发,张小磊,等. 泥鳅生态孵化及育苗新技术[M]. 郑州:黄河水利出版社,2015.
- 张海龙,张云龙. 泥鳅规模化繁育技术[J]. 水产养殖,2017,38(5):22-24.
- 朴元植. 泥鳅人工繁育与养殖技术要点[J]. 中国水产,2016(4):79-81.
- 陈晓明,边绍新. 泥鳅人工繁育技术要点[J]. 河北渔业,2016(3):44-45.
- 黄松钱,王也可,赵婷,等. 河南地区大鳞副泥鳅和泥鳅的年龄与生长[J]. 华中农业大学学报,2014,33(5):93-98.
- 李玉华. 北方地区泥鳅工厂化繁育技术试验[J]. 河北渔业,2014(3):40-42.
- 宋长太,丁余其,蔡金红. 人工模拟自然条件繁育泥鳅苗种技术[J]. 农村养殖技术,2012(5):39-40.
- 胡廷尖,王雨辰,刘士力,等. 泥鳅规模化人工繁殖与苗种培育技术[J]. 科学养鱼,2010(10):6-7.
- 陆文浩,黄桦. 泥鳅规模化人工繁育技术初步研究[J]. 水产养殖,2016,37(12):26-29.
- 于成新. 泥鳅人工繁育技术试验[J]. 中国水产,2011(9):31-32.
- 赵睿,沈蒂,那立海. 大鳞副泥鳅人工繁育技术[J]. 中国水产,2014(9):59-60.
- 甘彪,董德孝. 泥鳅人工繁育初探[J]. 渔业致富指南,2011(13):47-48.
- 张家宏,韩光明,毕建花,等. 泥鳅自然繁殖特性及人工繁育技术研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2017,38(1):52-56,61.
- 梁少民,李春发,张小磊. 泥鳅生态孵化模式效果研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(20):6611-6612,6626.
- 梁少民,李春发,张小磊. 一种多规格可调泥鳅分选筛:CN201420838321.4[P]. 2015-07-15.
- 李春发,梁少民,张小磊. 一种泥鳅卵孵化装置:CN201620153209.6[P]. 2016-07-27.
- 张小磊,梁少民,李春发. 一种筒体泥鳅孵化装置:CN201620153242.9[P]. 2016-07-27.
- 唐燕高,王运能,洪斌,等. 泥鳅春秋季节规模化人工繁殖技术试验[J]. 农技服务,2015,32(1):157-158.