

水温和盐度对广东鲂胚胎发育的影响

叶 星 潘德博 许淑英 苏植蓬 谢 刚 庞世勋 祁宝伦

(中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380)

摘 要 广东鲂胚胎发育的最低和最高临界水温分别是 20℃和 31℃, 最适水温范围是 24~28℃。胚胎发育所需时间与水温成负相关关系; 水温对胚胎发育速率的影响后期较前期大。胚胎发育的最高临界盐度为 11, 最适盐度范围是 0~7; 一定范围的盐度对广东鲂胚胎发育和孵化出膜有良好的刺激作用。盐度对胚胎发育速率的影响远不及水温对其的影响大。

关键词 广东鲂, 胚胎发育, 水温, 盐度

水温和盐度是鱼类在自然水体分布范围的主要决定因子, 直接影响着鱼类的生长和繁殖。多年来国内外许多学者对水温或盐度对不同鱼类的胚胎发育过程的影响做了大量的研究。如鲤科的草鱼、鲢、鳙[钟 麟等 1965, 郭永灿 1982]、鲤[林华英 1981]、湘华鲮[赵明蓓等 1982]、露斯塔野鲮[谢 刚等 1985] 科的长吻 [张耀光等 1991]; 鲷科的黑鲷[雷霖霖 1986]; 鳊科的鳊[谢 刚等 1995]; 鲈科的橙点石斑鱼[Kawahara 等 1997]、美洲狼鲈[Morgan 和 Rasin 1982]、尖吻鲈[叶 星等 1992]; 鲟科的鲟[张贵寅 1958 中译本]; 鲑科的五种欧鳟和茴鱼科的茴鱼[Humpesch 1986]、湖点红鲑[David 1987]; 鳕科的大西洋油鲱[Ferranro 1980]等, 为开展这些经济鱼类的人工繁殖研究、促进其养殖业发展, 以及资源、环境保护等方面的工作提供了宝贵的资料。广东鲂(*Megalobrama hoffmanni*)隶属鲤科、亚科、鲂属, 是珠江和海南岛水系特有的上等经济鱼类, 其肉质鲜美、细嫩, 深受消费者的喜爱。关于水温和盐度对广东鲂胚胎发育的影响尚未见报道。

1 材料与方法

1.1 试验材料

取自本所人工催产、人工授精经脱粘处理后的受精卵。实验选择健康无外伤的亲本进行催产。

1.2 温度对胚胎的影响试验

共设 15 个温度梯度。分别为 14、16、18、19、20、21、22、24、26、28、30、31、32、33、34℃。采用自控培养箱保持设置温度, 允许温度误差为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。每组各取 20 粒受精卵置于盛有 500mL 经充分曝气、pH 7.2、DO 5.0 mg/L 的自来水的烧杯中。每一温度梯度设二个平行组。试验以产卵时的水温为基点, 以每 10 分钟升高或降低 3℃的速率使各组逐渐达到预定的温度后恒温孵化。定时观察、记录胚胎进入原肠期和孵化出膜的时间(以 1~2 尾鱼苗孵出的

时间为准)和孵化率。由于广东鲂的卵膜较厚、不透明,解剖镜下无法清晰观察,因此用适量的胰蛋白酶使其卵膜变软变薄、再用解剖针小心将膜剥离,经脱膜处理后的胚胎在镜下可清楚地观察其发育情况。每次取样观察时轻轻地搅动水体。

1.3 盐度试验

设12个盐度梯度,分别为1、3、5、7、9、11、12、13、15、18、20、22。对照组为0。每一梯度设二个平行组。用天然浓缩海水和充分曝气的自来水配制而成。以手提式盐度计测定盐度。水温为26℃,观察方法同上。

1.4 临界值和最适范围的确定

最高和最低临界温度和盐度值的确定均以胚胎孵化出膜为准。最适孵化范围的确定则综合了孵化率在50%以上、孵化出膜后鱼苗的存活和活力正常者及试验数据的方差分析结果不存在显著性差异[南京农学院1979]。

2 结果

2.1 水温与广东鲂胚胎发育和孵化出膜时间的关系

在胚胎发育的适温范围内广东鲂胚胎发育的速率和孵化出膜所需的时间与水温呈负相关关系,即随着水温的升高发育时间逐渐缩短。表1是不同水温下胚胎发育至原肠期和孵出期的时间和孵化率。31℃组胚胎发育的时间比20℃组的快51小时30分钟,其发育速率为20℃组的3.6倍。胚胎发育至原肠期和出膜期的时间与温度的关系,可分别用下述回归方程式表示:

$$Y_1 = 820.29 e^{-0.1232X_1} \quad \text{式中 } Y_1 \text{ 为胚胎发育至原肠期时间(小时), } X_1 \text{ 为温度(}^\circ\text{C),}$$

$$n = 8, R = 0.9830 > r_{0.01} = 0.834, P < 0.01$$

$$Y_2 = 56.312 e^{-0.0742X_2} \quad \text{式中 } Y_2 \text{ 为胚胎发育至出膜期时间(小时), } X_2 \text{ 为温度(}^\circ\text{C),}$$

$$n = 8, R = 0.9772 > r_{0.01} = 0.834, P < 0.01$$

表1 水温对广东鲂胚胎发育速率和孵化率的影响

Tab. 1 The embryonic development and hatching out rate of *M. hoffmanni* in different temperatures

温度(℃)	进入原肠期时间(小时:分钟)	孵出期时间(小时:分钟)	孵化率(%)	注
14~19	未能进入原肠期		0	
20	13:30	71	10	孵出后不久即死亡
21	12	68	20	
22	10:40	58	35	
24	8:35	37:30	65	
26	8	28:30	80	
28	8	25:30	83	
30	6	21:30	48	
31	5:30	19:30	45	孵出后不久即死亡
32	6:10		0	进入原肠期后死亡
33~34	至原肠期前后死亡		0	

图1是20℃至31℃范围内广东鲂胚胎发育至原肠期和出膜期所需时间的比较,显示水温对胚胎发育不同阶段的影响程度并不相同。不同水温条件下胚胎发育至原肠期的时间差异较小,至孵化出膜期则有较大的差别。图2是水温在24.5、25.5、26.5℃时广东鲂胚胎发育至多细胞期、原肠期、眼囊期、心跳期和孵化出膜期五个阶段的速率比较,可以更清楚地看到水温对胚胎眼囊期之前发育速度的影响较小,而对眼囊期后至孵化出膜阶段的影响较大。

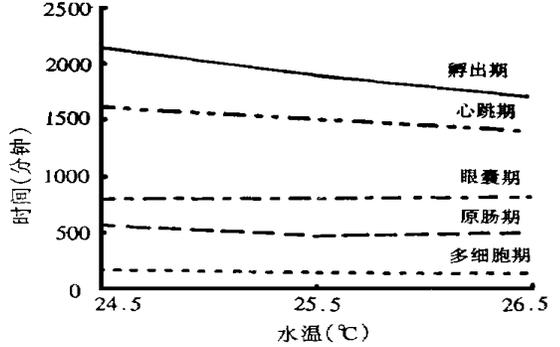
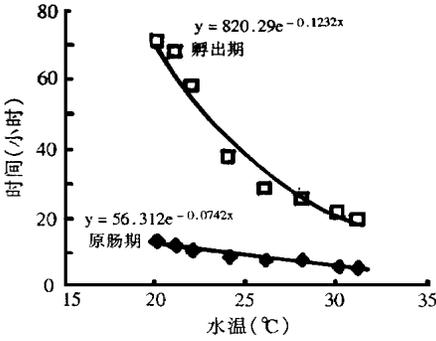


图1 广东鲂胚胎发育时间与水温的关系

图2 不同水温条件下广东鲂胚胎发育时间的比较

Fig. 1 Relationship between temperature and time of embryonic development of *M. hoffmanni*

Fig. 2 Comparisons of *M. hoffmanni* embryonic development rates at various temperatures in the optimum range

2.1.2 水温对广东鲂孵化率的影响

低温范围14~19℃组的胚胎发育至囊胚期前后便陆续死亡;高温范围32~34℃组的胚胎发育至原肠期前后也逐渐死亡。从20~31℃,各组均有鱼苗孵出,但20℃组仅有10%的孵化率,且20℃和31℃孵出的鱼苗畸形的很多(体短、卵黄囊大),不久便全部死亡。因此广东鲂胚胎发育的最低和最高临界水温分别为20℃和31℃(图3)。水温与孵化率间的函数关系可表示为:

$$Y = -1.7602X^2 + 93.41X - 1161.4$$

式中 Y 为孵化率(%), X 为水温(℃)。

对各组的孵化尾数用方差分析中的F检验分析,得 $F = 16.60 > F_{0.01}(F_{0.01} = 6.19, n_1 = 7, n_2 = 8)$, 即 $P < 0.01$ 。因此可推断:不同温度组间孵化尾数差异显著大于组内差异,换言之不同温度的处理产生不同的孵化率。用LSR法的新复极差测验分析各组间的差异程度,结果是28℃组与26、24℃组间的孵化尾数没有显著差异;26℃与24℃组间的孵化尾数也没有显著差异。同时三组的孵化率均在50%以上,孵化出膜的鱼苗存活正常。故可认为24~28℃为广东鲂鱼苗孵化的最适温度范围。

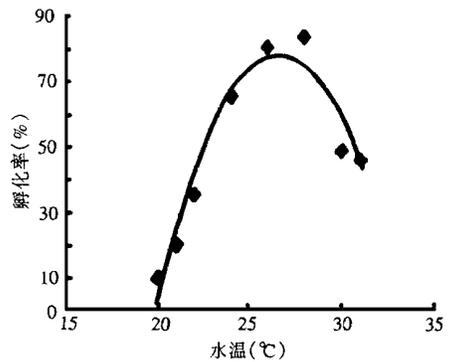


图3 水温对广东鲂孵化率的影响

Fig. 3 Relationship between temperature and hatching out rate of *M. hoffmanni*

2.2 盐度对广东鲂孵化率的影响

在0~12的盐度范围内胚胎均能完成发育孵化

出膜,其中以0~9的范围内有较高的孵化率(80%~90%),尤以5~7两组最高,均为90%,而且所孵出的鱼苗具有较强的活力,孵化所需时间较短(表2)。盐度9组虽有85%的孵化率,但孵出的鱼苗中只有30%为正常个体,约18%为畸形个体,余下的均为不甚活跃者。盐度11组则只有25%的孵化率,且鱼苗孵出后不甚活跃、80%的个体为畸型、很快死亡。盐度12组的有20%的孵化率,但均为畸形苗,因此最高临界盐度可定为11。

对各盐度组的孵化尾数进行F检验得知 $F = 12.38 > F_{0.01}$ ($P < 0.01$, $F_{0.01} = 7.19$, $n_1 = 6$, $n_2 = 7$)可推断:不同的盐度处理有不同的效应。用新复极差测验分析结果显示盐度为11组的孵化率与盐度3、5、7、9组及对对照组有极显著差异,而其余各组间皆不存在显著差异。但因盐度9组孵化出的鱼苗只有30%为正常个体,故认为0~7为最适孵化盐度。不同盐度组鱼苗孵出的时间稍有差别,但远不及温度所造成的时间差异大。

表2 盐度对广东鲂胚胎孵化率的影响

Tab. 2 Effects of salinity on *M. hoffmanni* embryonic hatching rate

盐度	到达原肠期所需时间 (小时:分钟)	孵化出膜时间 (小时:分钟)	孵化率 (%)	盐度	到达原肠期所需时间 (小时:分钟)	孵化出膜时间 (小时:分钟)	孵化率 (%)
1	5:30	34	80	3	5:30	32:30	85
5	5:30	32:30	90	7	5:30	32:30	90
9	6:17	36	85	11	6:50	33:1025	
12	8	33:35	20	13	6:30	至囊胚后期死亡	0
0(对照)	15:30	34	80				

3 小结与讨论

广东鲂胚胎发育的最适温度范围为24~28℃;最高临界水温为31℃,最低临界水温为20℃。表3是广东鲂与已报道的其它几种鱼类胚胎发育的最高和最低临界水温的比较。

表3 广东鲂和其它几种鱼类胚胎发育的临界水温比较

Tab. 3 Comparisons of upper and lower incubation temperatures of *M. hoffmanni* and some other fishes

临界水温	广东鲂	湘华鲮	橙点石斑	露斯塔野鲮	鲢、鳙、鲩、鳊	胡子鲶	蟾胡子鲶	鳊鲮	长吻	鲤
最低	20	17.5	22.1	22	18	18	20	16	16	15
最高	31	25	34	35	31	36	39	30	31	40

注:郭永灿等[1982]认为鲢鳙的最低和最高临界水温分别为16和33℃。

广东鲂胚胎发育的最高临界水温与鲢、鳙、鲩、鳊、长吻 [钟 麟等 1965, 张耀光等 1991] 相同,比湘华鲮[赵明蓓等 1982]、鳊鲮[谢 刚等 1995]的高,但比露斯塔野鲮[谢 刚等 1985]、胡子鲶、蟾胡子鲶[潘炯华和郑文彪 1985]、橙点石斑鱼[Kawahara 等 1997]、鲤[林华英 1981]的低。最低临界水温为20℃,与蟾胡子鲶相同,比鲢、鳙、鲩、鳊、湘华鲮、鳊鲮、胡子鲶、长吻、鲤高,但比露斯塔野鲮、橙点石斑鱼低。胚胎发育临界水温的高低和可孵化水温范围的大小与鱼类的自然分布是一致的。广东鲂是亚热带气候的珠江水系和海南岛水系特有的鱼类,因而其最低临界水温偏高,与产于热带地区的蟾胡子鲶相同、略低于露斯塔野鲮和橙点石斑鱼;而其最高临界水温则远低于这些热带地区的鱼类,而与产于我国长江水系长吻 和家鱼相同。因此,广东鲂胚胎的可孵化水温范围比较窄。

通常海水鱼类、洄游性和广盐性鱼类的胚胎发育需要一定的盐度,如鳊鲮胚胎发育的最高

和最低临界盐度为 40~45 和 5~10[谢刚等 1995]、尖吻鲈分别为 30 和 10[叶星等 1992];淡水鱼的胚胎通常只能忍受低盐度,如鲢的同一发育阶段的胚胎孵化率和仔鱼存活率与盐度高低成负相关,盐度低于 5.85 才能正常发育和存活[高振义 1965];胡子鲶孵化的盐度不宜大于 5[潘炯华和郑文彪 1985]。广东鲂的胚胎似具有较高的盐度适应能力,一定范围的盐度对其发育和孵化具有良好的刺激作用。在 0~9 的盐度条件下,广东鲂均可以有较高的孵化率,尤以盐度 5~7 孵化率最高,孵出的鱼苗具有更强的活力且孵化出膜的时间比对照组快 1 小时 30 分钟。最高临界盐度为 11。广东鲂广泛分布于广东境内各江段,在珠江近河口江段的崖门和磨刀门水道也见分布[陆奎贤 1990]。这些江段受到带有一定盐度的潮汐影响,长期的适应可能使广东鲂的胚胎比其它淡水鱼类更能适应一定的盐度。由其胚胎对盐度的适应能力和自然分布情况分析,广东鲂也应适合于在低盐度水体中养殖,这方面的试验工作有待进行。

鱼类胚胎的孵化出膜主要靠两方面的作用:胚体的运动和孵化酶的作用。大多数鱼类的胚胎具有起源于外胚层的单细胞孵化腺分泌孵化酶,使卵膜变薄[楼允东 1965]。孵化酶的分泌和作用受温度的影响,通常低温使酶受到抑制,高温则受破坏。胚胎发育所需时间通常在一定范围内与温度成负相关。广东鲂的胚胎发育对水温的反应与大多数鱼类的相同,但对盐度的反应则有所不同,盐度对胚胎发育的刺激作用机理有待进一步研究。

参 考 文 献

- 叶星,陈奋昌,陈永乐等. 1992. 盐度对尖吻鲈卵子孵化和幼苗存活之影响. 淡水渔业, 39~41.
- 陆奎贤(主编). 1990. 珠江水系渔业资源. 广州: 广东科技出版社. 88~93.
- 林华英. 1981. 温度对鲤鱼胚胎发育的影响. 动物学杂志, (1): 10~13.
- 赵明蓓, 黄文郁, 王祖熊. 1982. 温度对于湘华鲮胚胎与胚后发育的影响. 水产学报, 6(4): 345~350.
- 张贵寅(译). 1958. 鲟鱼类的胚胎发育与其养殖问题. 北京: 科学出版社. 175~193.
- 张耀光, 何学福, 蒲德永. 1991. 长吻 胚胎和胚后发育与温度的关系. 水产学报 15(2): 172~177.
- 钟麟, 李有广, 张松涛等. 1965. 家鱼的生物学和人工繁殖. 北京: 科学出版社. 55.
- 郭永灿. 1982. 水温对鲢鱼、草鱼胚胎发育的影响. 淡水渔业, (3): 35~40.
- 南京农学院(主编). 1979. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 85~92.
- 高振义. 1965. 不同浓度的氯化钠溶液对白鲢胚胎及仔鱼发育的影响. 水产学报, 2(3).
- 谢刚, 刘家照, 林礼堂. 1985. 露斯塔野鲮 (*Labeo rohita*) 胚胎发育与水温的关系. 淡水渔业, (2): 13~16.
- 谢刚, 祁宝伦, 曾超. 1995. 鳗鲡 (*Anguilla japonica*) 胚胎发育与水温 and 盐度的关系. 中国水产科学, 2(4): 1~8.
- 楼允东. 1965. 鱼类的孵化酶. 动物学杂志, 7(3): 97~101.
- 雷霖霖. 1986. 盐度对黑鲟胚胎和早期仔鱼发育影响的初步观察. 海洋水产研究, (7): 143~147.
- 潘炯华, 郑文彪. 1985. 胡子鲶的养殖. 广州: 广东科技出版社. 99~104.
- David E. 1987. Effects of water temperature on survival of eggs and fry of lake trout. Prog Fish Cult 49(2): 115~116.
- Kawahara S, Shams A J, Al-Bosta A A, et al. 1997. Effects of incubation and spawning water temperature, and salinity on egg development of the orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*, Serranidae). Asian Fisheries Science 9 (4): 239~251.
- Humpesch U H. 1986. Is there an optimum temperature for hatching success of salmonids and grayling egg? ASFA. 16 I (6): 10302. - IQ-16.
- Ferraro S P. 1980. Embryonic development of Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) and a fish embryo age estimation. Fish Bull. 77(4): 943~949.
- Morgan R P, Rasin V JR. 1982. Influence of temperature and salinity on development of white perch eggs. Trans Am Fish

EFFECTS OF TEMPERATURE AND SALINITY ON EMBRYONIC DEVELOPMENT OF *MEGALOBRAMA HOFFMANNI*

YE Xing, PAN De-Bo, XU Shu-Ying, SU Zhi-Peng

XIE Gang, PANG Shi-Xun, QI Bao-Lun

(Pearl River Fisheries Research Institute, CAFS, Guangzhou 510380)

ABSTRACT Responses of *Megalobrama hoffmanni* embryos to various incubation water temperatures and salinity were measured in terms of hatchability and survival rate. The upper and lower limiting incubation temperatures were estimated at 31 and 20 °C respectively. The optimum incubation temperature for *Megalobrama hoffmanni* embryos was 24–28 °C. Time for embryonic development was inversely related to incubation temperature. Effects of temperature on embryonic development was greater in later period than in the previous one. The upper limiting incubation salinity was 11, while the optimum range were estimated to be 0–7. A certain range of salinity had some positive contributions to embryonic development and hatchability. The effects of salinity on *Megalobrama hoffmanni* embryos were not so obvious as the temperature was.

KEYWORDS *Megalobrama hoffmanni*, Embryonic development, Temperature, Salinity