

水温和盐度对黄姑鱼受精卵孵化的影响

詹 炜¹, 楼 宝¹, 耿 智^{1,2}, 李三磊^{1,2}, 毛国民¹, 程国宝¹, 徐冬冬¹, 史会来¹

(1. 浙江省海洋水产研究所 浙江省海水增殖重点实验室, 浙江 舟山 316100;

2. 浙江海洋学院, 浙江 舟山 316000)

摘要:黄姑鱼(*Nibea albiflora*)是极具海水养殖潜力的高价值经济鱼类。研究不同水温(14~32℃)和盐度(5~45)条件下黄姑鱼受精卵的孵化,结果表明,水温低于17℃和高于32℃时不能孵化;盐度低于15和高于50时也不能孵化。在海水盐度25时,孵化适宜水温为20~29℃,最佳水温为20~23℃;在水温(22.0±0.5)℃时,黄姑鱼孵化的适宜盐度为25~40,最佳盐度为25。通过均匀设计,分析水温(X_1)和盐度(X_2)对孵化率(Y)的综合影响,获得最佳回归模型为 $Y=254-4.52X_1-2.78X_2$ ($R^2=0.8808$),水温和盐度对回归的贡献率分别为64.8%和55.1%;预测最佳孵化条件为水温20℃、盐度24。

关键词:黄姑鱼;水温;盐度;孵化

中图分类号:Q132.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2012)01-0071-04

黄姑鱼(*Nibea albiflora* Richardson)隶属鲈形目、石首鱼科、黄姑鱼属,为近海中下层经济鱼类,是太平洋西北部沿海的特有种,在我国东海、黄海、渤海和日本土佐湾及有明海均有其产卵场(余方平等,2005)。黄姑鱼肉味鲜美、营养丰富,其鳔有健身壮体之功效,深受消费者喜爱,目前舟山水产品市场价格颇高,是一种极具养殖潜力的海水增殖品种。我国自20世纪80年代末就进行了人工育苗试验(陈超等,1989);2005年开展了室内全人工育苗研究(孙忠等,2005);但其规模产业化生产技术没有完全突破,苗种紧缺严重阻碍了黄姑鱼的养殖发展,深入开展人工育苗条件的基础研究势在必行。

水温和盐度是鱼类生活水环境中2个重要因子,直接影响鱼类的生存、生长和繁殖(谢刚等,2003)。在进行海水鱼类人工繁育时,水温和盐度的影响显得尤为重要,往往决定整个繁育工作的成败。关于水温和盐度对海水鱼类受精卵孵化影响的研究已有许多报道,如大西洋鳕(Laurence & Rogers, 1976)、鮟状黄姑鱼(黄永春等,2006)、花鲈(Guma' A, 1978)、美国红鱼(阮树会等,2000)、半滑舌鳎(张鑫磊等,2006)、花尾胡椒鲷(谢仰杰等,2000;

2001)等;然而未见有关水温和盐度对黄姑鱼受精卵孵化影响的报道。为了探究黄姑鱼孵化的适宜水温和盐度,为其人工繁殖和规模化种苗培育提供基础资料,笔者于2010年在浙江海洋水产研究所海水养殖试验场进行了水温和盐度对黄姑鱼受精卵孵化影响的初步研究。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 亲 鱼 试验用黄姑鱼亲鱼为2008年5-7月在浙江海洋水产研究所海水养殖试验场人工繁育,经舟山登步网箱养殖至2010年2月,2010年3月移入室内30 m³水泥池,经3个月营养强化和性腺促熟培育而成。

1.1.2 受 精 卵 受精卵为亲鱼自然产卵并通过集卵网收集获得,挑选作为试验的受精卵为4细胞期。

1.1.3 试 验 仪 器 人工气候箱(江南仪器厂RXZ-128A),水质分析仪(美国YSI 556MPS),显微镜(日本NIKON E200),1 000 mL烧杯。

1.1.4 海 水 亲鱼培育海水的温度18~22℃,盐度23~25;沙滤海水,水温22℃,盐度25;低盐度海水以沙滤海水加淡水调配,高盐度海水以砂滤海水添加人工海水晶配制而成;用人工气候箱控制试验温度,水温在2~3 h内达到预期设定值(±0.5℃)。

1.2 试 验 设 计

1.2.1 水 温 对 孵 化 的 影 响 温度梯度设置为14、17、20、23、26、29、32℃共7组,每组2个平行。

1.2.2 盐 度 对 孵 化 的 影 响 设置盐度梯度9组,分

收稿日期:2011-10-10

基金项目:浙江省重大科技专项(2009C12081);浙江省科研院所扶持专项(2010F20006);浙江省海洋与渔业局海洋与海岛管理项目2010(205)。

通讯作者:楼宝,教授级高工。E-mail:loubao6577@sohu.com

作者简介:詹炜,1982年生,男,硕士,研究方向为海水养殖。E-mail:weizhan1113@163.com

别为5、10、15、20、25、30、35、40和45,每组2个平行,孵化水温(22.0 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 。

1.2.3 均匀设计综合影响 设置20、22、24、26、28、30 $^{\circ}\text{C}$ 共6个温度梯度和24、27、30、33、36和39共6个盐度梯度,按照均匀设计原理和方法组合成6个试验组(表1),每组2个平行。

表1 均匀设计试验组合

Tab.1 Test combination of uniform design

组别	温度/ $^{\circ}\text{C}$	盐度
1	20	30
2	22	39
3	24	27
4	26	36
5	28	24
6	30	33

1.2.4 操作方法 试验容器均为1 000 mL的烧杯,每个烧杯盛沙滤海水800 mL,放受精卵100粒,再置于人工气候箱中静态孵化。

1.3 观察记录与数据处理

温度、盐度对孵化影响试验中,观察受精卵的沉浮状态,48 h后记录受精卵孵化和初孵仔鱼畸形死亡

表2 不同水温对黄姑鱼孵化的影响

Tab.2 Effects of temperatures hatching fertilized eggs of *Nibea albiflora*

指标	温度/ $^{\circ}\text{C}$						
	14	17	20	23	26	29	32
孵化率/%	0	0	82.8 ± 1.8	85.2 ± 10.8	70.3 ± 3.7	66.3 ± 5.7	0
畸形率/%	-	-	3.4 ± 0.5	4.5 ± 0.2	9.4 ± 0.6	12.7 ± 0.8	-

2.2 盐度对孵化的影响

黄姑鱼卵属浮性卵,在自然海水中,全部浮于水面。在盐度对孵化影响的试验中,盐度5~15试验组的受精卵全部沉底;盐度20的试验组中,受精卵10%悬浮于水中,其余沉于底部;盐度25~45试验组中,受精卵全部漂浮在表层。

盐度5~15试验组的受精卵均未孵化;盐度20组的黄姑鱼受精卵孵化率为45.0%,但畸形率较高,为53.1%;盐度25的孵化率迅速升高,畸形率也降到最低水平(5.8%),为试验的最佳孵化盐度;在盐度25~45时,受精卵均能孵化,随着盐度的升高,畸形率呈上升趋势,盐度45时,畸形率为100%(图1)。

2.3 水温和盐度的综合影响

按照均匀设计方案,不同组别的孵化率见图2。将数据输入均匀设计3.0软件,进行二元线性回归,求得水温(X_1)和盐度(X_2)对黄姑鱼孵化率(Y)的最优模型为: $Y = 254 - 4.52 X_1 - 2.78 X_2$ ($R^2 = 0.8808$)。F-检验回归模型的显著性, P 值为0.04

亡情况,用SPSS13.0统计孵化率和畸形率(指观察到的畸形和死亡初孵仔鱼占孵出总初孵仔鱼的比例),用Excel 2003作图分析。均匀设计综合影响试验中,48 h后记录孵化情况,统计孵化率,取平均值输入均匀设计3.0软件进行数据建模(王玉方,2007),然后进行回归分析。

2 结果与分析

2.1 水温对孵化的影响

试验结果表明,水温14、17和32 $^{\circ}\text{C}$ 组,黄姑鱼受精卵均不能孵化,且均出现白浊现象;水温20~29 $^{\circ}\text{C}$ 组的受精卵能孵化,孵化率为66%~85%,畸形率在3%~13%;其中,20 $^{\circ}\text{C}$ 和23 $^{\circ}\text{C}$ 组的孵化率在80%以上,且畸形率都在5%以下,为试验的最佳孵化水温;26 $^{\circ}\text{C}$ 和29 $^{\circ}\text{C}$ 水温组,受精卵孵化率在66%~70%,畸形率在10%左右(表2)。可见在可孵化的温度范围内,随着水温的升高,黄姑鱼孵化率有一个先升高后降低的过程;畸形率随水温的升高一直上升,但总体畸形率在一个较低的水平。

<0.05,回归模型显著。 t 检验回归系数的显著性,常数项、水温和盐度的 P 值依次为0.01、0.03、0.04,均小于0.05,具显著差异。

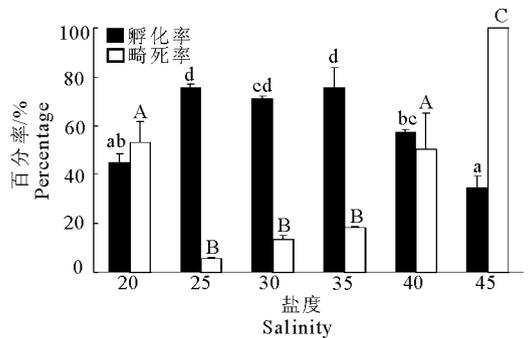


图1 不同盐度下黄姑鱼受精卵的孵化率和畸形率
Fig.1 Hatching rate and deformity-mortality rate of fertilized eggs of *Nibea albiflora* at different salinities

从回归模型来看,水温(X_1)和盐度(X_2)前的系数均为负值,说明在试验的水温和盐度范围内,孵化率随着水温和盐度升高而不断下降。 X_1 的系数绝对值大于 X_2 ,说明水温的变化对孵化的影响大于盐度。软件计算出水温和盐度对回归的贡献率分别为

64.8%和55.1%,并预测了在水温20℃和盐度24的条件下,黄姑鱼受精卵的孵化率最高。

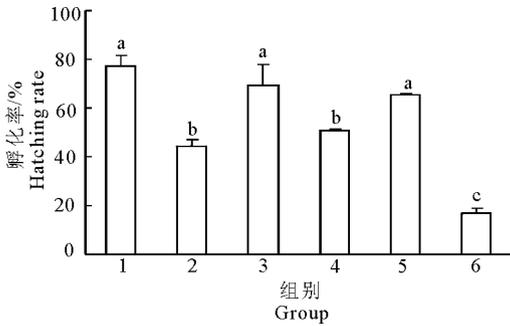


图2 不同组别黄姑鱼受精卵的孵化率

Fig.2 Hatching rate of fertilized eggs of *Nibea albiflora* at different groups

3 讨论

3.1 水温和盐度对受精卵孵化的影响

依据生产上孵化率大于50%为适宜条件(王永新等,1995),并综合畸形率的情况,本试验黄姑鱼受精卵适宜孵化水温为20~29℃,盐度为25~40,与已有的黄姑鱼人工育苗(陈超等,1989)及受精卵孵化试验(余方平等,2005)的报道相似。水温和盐度是鱼类受精卵孵化的2个重要环境因子,不适宜的孵化温度会抑制孵化过程中产生的孵化酶活性,直接阻碍孵化(黄永春等,2006);同时,水温也会改变受精卵细胞膜的渗透性及胚胎细胞代谢和分裂速度(夏连军等,2006),从而使受精卵孵化率降低,畸形率偏高。不适宜的盐度会使内外渗透压调节失衡,卵细胞发生损伤、破裂,影响孵化率。

从本试验来看,当水温在17℃以下和32℃以上时,受精卵的孵化率为0%,在可孵化的温度范围内,畸形率维持在较低水平($\leq 12.7\%$)。而在低盐度20时,受精卵基本沉在烧杯底部的情况下,孵化率为45.0%,畸形率53.1%;在高盐度45时,孵化率为34.8%,畸形率为100%。这一结果说明黄姑鱼受精卵孵化过程中对水温的变化更加敏感,不适宜的水温直接导致无法孵化,而卵膜对盐度有一定的调节作用(王宏田和张培军,1998),在一定的盐度范围内,盐度的胁迫作用虽能阻碍受精卵孵化,使孵化率下降,但更多的是表现为致畸作用。从回归模型系数的绝对值比较(4.52 > 2.78)也可看出,水温变化对孵化率的影响更大。

3.2 均匀设计的应用

均匀设计(Uniform Design)是由中国科学院应用数学所方开泰(2004)在1978年提出的一种试验

设计方法;其着重在试验范围内考虑试验点均匀散布以求通过最少的试验来获得最多的信息,因而试验次数比正交设计明显减少,使均匀设计特别适合于多因素多水平的试验。目前,在药物提取工艺(程艳芹等,2007)、反应体系优化(郭丽琴等,2010)、配方设计(杨波涛,2000)等方面均有广泛的应用,并取得良好效果。

本试验为2因素6水平的试验,采用均匀设计方法,仅用6个处理,显著小于正交试验设计所需的36个处理,充分体现了均匀设计的优越性。通过均匀设计软件3.0回归分析,预测出黄姑鱼受精卵孵化的最佳条件为水温20℃、盐度24,与单因素试验法获得的最佳水温(20~23℃)和盐度(25)基本吻合;说明均匀设计用于孵化综合条件的探索是一种简便、可行的方法。但均匀设计牺牲了正交设计中“整齐可比”的特性,对估计各因素效应和交互作用的效应偏弱,只能通过回归模型估计最优条件。因此,均匀设计在具体试验的因素选择和变量区间(即水平的上下限)选择上,较正交设计有更高的要求,使回归方程具较好的拟合度,以减少试验误差。

参考文献

- 陈超,徐延康,雷霖霖.1989.黄姑鱼人工育苗初步试验[J].水产科学,8(1):7-11.
- 程艳芹,孙秀梅,张兆旺,等.2007.均匀设计法优选甘草的半仿生提取工艺条件[J].中药材,30(5):598-601.
- 方开泰.2004.均匀试验设计的理论、方法和应用-历史回顾[J].数理统计与管理,23(3):69-80.
- 郭丽琴,卫尊征,张金凤,等.2010.均匀设计优化杨属的SRAP-PCR反应体系[J].北京林业大学学报,32(2):34-38.
- 黄永春,胡石柳,周泽斌,等.2006.鮟状黄姑鱼早期发育特征及对温盐度的适应性[J].中国海洋大学学报:自然科学版,36(1):101-106.
- 阮树会,原永党,曲永琪,等.2000.温度和盐度的变化对美国红鱼受精卵孵化的影响[J].海洋湖沼通报,(1):30-35.
- 孙忠,余方平,程国宝.2005.舟山近海黄姑鱼室内全人工育苗技术研究[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,24(1):43-47.
- 王宏田,张培军.1998.环境因子对海产鱼类受精卵及早期仔鱼发育的影响[J].海洋科学,(4):50-52.
- 王永新,陈建国,孙帼英.1995.温度和盐度对花鲈胚胎及前期仔鱼发育影响的初步报告[J].水产科技情报,22(2):54-57.
- 王玉方.2007.均匀设计软件3.0[CP].

- 夏连军,施兆鸿,王建钢,等. 2006. 温度对黄鲷胚胎发育的影响[J]. 上海水产大学学报, 15(2): 163-168.
- 谢刚,陈焜慈,胡隐昌,等. 2003. 倒刺鲃胚胎发育与水温 and 盐度的关系[J]. 大连水产学院学报, 18(2): 95-98.
- 谢仰杰,翁朝红,管延华,等. 2001. 温度对花尾胡椒鲷胚胎发育的影响[J]. 集美大学学报: 自然科学版, 6(2): 138-143.
- 谢仰杰,翁朝红,林锦宗,等. 2000. 盐度对花尾胡椒鲷胚胎和仔鱼的影响[J]. 台湾海峡, 19(1): 22-26.
- 杨波涛. 2000. 均匀设计和正交设计在微生物最佳培养基配方中的应用[J]. 渝州大学学报: 自然科学版, 17(1): 14-19.
- 余方平,孙忠,程国宝. 2005. 舟山近海黄姑鱼胚胎发育及前期仔鱼形态的观察[J]. 海洋渔业, 27(4): 265-270.
- 张鑫磊,陈四清,刘寿堂,等. 2006. 温度、盐度对半滑舌鲷胚胎发育的影响[J]. 海洋科学进展, 24(3): 342-348.
- Laurence G C, Rogers C A. 1976. Effects of temperature and salinity on comparative embryo development and mortality of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) [J]. ICES Journal of Marine Science, 36(3): 220-228.
- Guma' A S A. 1978. The effects of temperature on the development and mortality of eggs of perch, *Perca fluviatilis* [J]. Freshwater Biology, 8(3): 221-227.

(责任编辑 万月华)

Effects of Temperature and Salinity on Hatching of Fertilized Eggs of *Nibea albiflora*

ZHAN Wei¹, LOU Bao¹, GENG Zhi^{1,2}, LI San-lei^{1,2}, MAO Guo-min¹,
CHENG Guo-bao¹, XU Dong-dong¹, SHI Hui-lai¹

(1. Marine Fishery Institute of Zhejiang Province, Zhejiang Province Key Lab of
Mariculture and Enhancement, Zhoushan 316100, China;
2. Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316000, China)

Abstract: Spotted maigre *Nibea albiflora* is a fish species that has aquaculture potential in China because of its high market value. The incubation of fertilized eggs was studied at the temperature in the range of 14-32 °C and salinity ranging from 5 to 45. Fertilized eggs did not hatch, when the water temperature was below 17 °C or above 32 °C. water salinity was below 15 and above 50. With water salinity at 25, the suitable temperature for hatching ranged from 20 °C to 29 °C, and the optimum temperature was from 20 °C to 23 °C. With water temperature at (22.0 ± 0.5) °C, the suitable salinity for hatching was in the range of 25-40, and the optimum salinity was 25. The optimal regression model was obtained through an analysis of temperature (X_1), salinity (X_2) and hatching rate (Y) by homogeneous design, which had the following expression: $Y = 254 - 4.52X_1 - 2.78X_2$ ($R^2 = 0.8808$). The regression contribution rates of temperature and salinity were 64.8%, 55.1% separately. Model calculation predicted that the optimal hatching temperature was 20 °C and salinity of 24.

Key words: *Nibea albiflora*; water temperature; salinity; hatching