

温度和盐度对大泷六线鱼仔鱼存活与生长的影响

菅玉霞 潘雷 胡发文 高凤祥 张少春 王雪 郭文*

(山东省海水养殖研究所, 青岛 266002)

摘要 研究了温度和盐度变化对大泷六线鱼 *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks 仔鱼存活与生长的影响。结果表明,大泷六线鱼初孵仔鱼及10日龄仔鱼在温度4~16℃范围内都能存活与生长,存活率均在84%以上,温度为20℃试验组的存活率均低于50%。盐度渐变条件下,盐度10~30范围内存活率都大于90%,在盐度为5及以下时仔鱼的存活率降为0,仔鱼对高盐度的适应能力较差。盐度突变条件下,盐度25和30的试验组仔鱼的存活率都在95%以上,盐度10~20的试验组仔鱼出现不同程度的死亡,存活率可达56%~75%。大泷六线鱼仔鱼的最适生长温度为12~16℃,最适生长盐度为25~30。

关键词 大泷六线鱼 温度 盐度 存活 生长

中图分类号 S965.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2012)05-0024-06

The effects of temperature and salinity on survival and growth of larval *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks

JIAN Yu-xia PAN Lei HU Fa-wen GAO Feng-xiang

ZHANG Shao-chun WANG Xue GUO Wen*

(Mariculture Institute of Shandong Province, Qingdao 266002)

ABSTRACT The effects of temperature and salinity on the survival and growth of larval *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks were studied. It showed that the newly-hatched larvae and 10 dph larvae of *H. otakii* Jordan et Starks could survive and grow at temperature of 4~16℃, with the survival rate of more than 84%, while the survival rate was below 50% at 20℃. Under gradual salinity change, the survival rate was more than 90% at salinity of 10~30. The survival rate was zero when the salinity was 5 and below, and the ability of adapting to high salinity was also poor. Under sudden salinity change, the survival rate was more than 95% at salinities of 25 and 30, and the survival rate was 56%~75% at salinity of 10~20. The most suitable temperature range is 12~16℃, and the most suitable salinity range is 25~30 for *H. otakii* Jordan et Starks.

KEY WORDS *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks Temperature Salinity Survival Growth

山东省渔业资源修复行动计划项目和山东省科技发展计划项目(2011GHY11502)共同资助

* 通讯作者。E-mail: yzszsjd@126.com

收稿日期: 2011-11-21; 接受日期: 2012-02-13

作者简介: 菅玉霞(1979-), 女, 助理研究员, 主要从事海水鱼类及单细胞藻类培养。E-mail: jianyuxia79@163.com, Tel: 13853274686

大泷六线鱼 *Hexagrammos otakii* (Jordan et Starks) 又称欧氏六线鱼, 俗名黄鱼、黄棒子, 隶属鲷形目、六线鱼科。大泷六线鱼属近海冷温性底层鱼类, 在我国黄海、渤海以及日本、朝鲜和俄罗斯远东诸海均有分布, 其肉味鲜美, 有“北方石斑”之称。

国内外学者对大泷六线鱼进行了一些相关研究, 于鸿仙等(1998)进行了六线鱼人工育苗技术的研究; 邱丽华等(1999)研究了大泷六线鱼仔鱼的摄食及生长; 温海深等(2007)研究了大泷六线鱼性腺发育的周年变化等。但关于温度和盐度变化对大泷六线鱼仔鱼存活和生长的影响, 还未见报道。温度和盐度是影响海水鱼类生存、生长的重要环境因子, 不同的鱼类对温度和盐度的适应范围也有较大的差异。作者研究了温度和盐度对大泷六线鱼仔鱼存活及生长的影响, 可为育苗生产提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验鱼为大泷六线鱼初孵仔鱼以及 10 日龄仔鱼, 体长分别为 6.68 ± 0.25 mm、 7.87 ± 0.36 mm, 取自山东省海水养殖研究所海水良种繁育中心。试验容器规格为 47 cm×33 cm×24cm 的塑料箱。

1.2 试 验 方 法

1.2.1 大泷六线鱼仔鱼对温度渐变适应能力的试验

试验于 2010 年 12 月 4 日在山东省海水养殖研究所海水良种繁育中心内进行, 共设置 5 个温度梯度: 4℃、8℃、12℃、16℃、20℃。每个温度梯度设 3 个平行组, 其中 16℃ 为对照组。各试验组水温均通过控温仪 (WEIPRO MX300 IC) 来调控, 试验期间温度波动 ± 0.5 ℃, 每 4h 升降 1 个温度梯度。试验用水为沉淀砂滤后的海水, 每箱放 50 尾鱼。48 h 后观察各温度中大泷六线鱼仔鱼的存活状况。

1.2.2 大泷六线鱼仔鱼对温度突变适应能力的试验

温度梯度同“1.2.1”, 设置 3 个平行组。每箱放 50 尾鱼。调到相应的温度后开始试验, 48 h 后计算平均存活率。

1.2.3 大泷六线鱼仔鱼对盐度渐变适应能力的试验

共设置 8 个盐度梯度, 0、5、10、15、20、25、30、35, 每个盐度梯度设 3 个平行组, 盐度 30 为对照组。每箱放 50 尾鱼。试验用水为沉淀砂滤后的海水, 盐度通过在砂滤海水中加入海水晶和曝气 24h 的自来水来调节, 盐度用海水比重计(精确度 ± 1) 来标定, 每 4h 升降 1 个盐度梯度。试验水温设定为 16 ± 0.5 ℃。48 h 后观察各盐度大泷六线鱼仔鱼的存活状况。

1.2.4 大泷六线鱼仔鱼对盐度突变适应能力的试验

盐度梯度同“1.2.3”, 每箱放 50 尾鱼。将生活于盐度为 30 海水中的大泷六线鱼仔鱼直接放入盐度为 0、5、10、15、20、25、30、35 的水中, 48 h 后观察大泷六线鱼仔鱼的存活状况。试验水温设定为 16 ± 0.5 ℃。

1.2.5 大泷六线鱼仔鱼生长试验

1.2.5.1 温度变化对大泷六线鱼仔鱼生长的影响

共设置 5 个温度梯度, 4℃、8℃、12℃、16℃、20℃, 每个温度梯度设 3 个平行组, 以 16℃ 水温作为对照, 每箱放 30 尾鱼。各相同温度海水每天换水 1 次。仔鱼开食后投喂褶皱臂尾轮虫, 密度为 6~8 个/ml, 每天 1 次, 轮虫在投喂前用小球藻强化培养。试验持续 15 d, 记录试验前后仔鱼的全长。同时取 15 日龄仔鱼, 每天投喂卤虫无节幼体 1 次, 后期混合投喂配合饲料, 吸底、换水, 试验持续 30 d, 试验结束时测量仔鱼全长。

1.2.5.2 盐度变化对大泷六线鱼仔鱼生长的影响

仔鱼投喂方式同上, 每箱放 30 尾鱼。根据盐度存活试验情况, 共设 6 个盐度梯度, 10、15、20、25、30、35, 每个梯度设 3 个平行, 以自然海水盐度 30 作为对照, 各相同盐度海水每天换水 1 次, 试验水温为 16 ± 0.5 ℃。试验用水和降低盐度方法同“1.2.3”。

1.3 数据处理

对所得数据运用 SPSS 16.0 统计软件进行单因子方差分析,采用 Duncan 比较法检验组间差异, $P < 0.05$ 表明差异显著。

2 实验结果

2.1 温度渐变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

从表 1 看出,温度对大泷六线鱼仔鱼存活率影响显著($P < 0.05$)。温度 4~16℃ 的各组平均存活率显著高于温度为 20℃ 的试验组,平均存活率可达 85% 以上。温度为 20℃ 的试验组,存活仔鱼活力差,死亡鱼体色发白,成蜷曲状。

表 1 温度渐变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

Table 1 The effect of gradual temperature change on survival rate of *H. otakii* larvae

温度 Temperature	初孵仔鱼 Newly-hatched larvae			10 日龄仔鱼 10 dph larvae		
	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate
	4	50	43.3	86.6 ^a	50	46.3
8	50	45	90 ^a	50	47.3	94.6 ^a
12	50	48.3	96.6 ^b	50	50	100 ^b
16	50	50	100 ^b	50	50	100 ^b
20	50	18	36 ^c	50	24	48 ^c

注:同一栏中不同字母表示存在显著性差异($P < 0.05$),下同

Note: Data in same column with different superscript are significantly different. Same in the following tables

2.2 温度突变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

试验结果见表 2。4~16℃ 温度组具有较高的存活率,温度 20℃ 的试验组存活率在 30% 以下,鱼体发白、腐烂、呈蜷曲状死亡($P < 0.05$)。

表 2 温度突变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

Table 2 The effect of sudden temperature change on survival rate of *H. otakii* larvae

温度 Temperature	初孵仔鱼 Newly-hatched larvae			10 日龄仔鱼 10 dph larvae		
	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate
	4	50	43.3	86.6 ^{ab}	50	44
8	50	42.3	84.6 ^a	50	43	86 ^a
12	50	46	92 ^{bc}	50	49.3	98.6 ^b
16	50	48.7	97.4 ^{cd}	50	50	100 ^b
20	50	10	20 ^e	50	14.3	28.6 ^c

2.3 盐度渐变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

试验结果见表 3。盐度对大泷六线鱼仔鱼存活率影响显著($P < 0.05$)。初孵仔鱼及 10 日龄仔鱼在盐度

10~30 范围内存活率都大于 90%,当盐度降为 5 时则全部死亡。初孵仔鱼在盐度 35 时表现为活力很差,1 h 后即伏在箱底不动,2.5 h 后全部死亡。10 日龄仔鱼在盐度 35 时的存活率为 40%。

表 3 盐度渐变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

Table 3 The effect of gradual salinity change on survival rate of *H. otakii* larvae

盐度 Salinity	初孵仔鱼 Newly-hatched larvae			10 日龄仔鱼 10 dph larvae		
	试验前鱼数量(尾) The Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate
0	50	0	0 ^a	50	0	0 ^a
5	50	0	0 ^a	50	0	0 ^a
10	50	48	96 ^b	50	47.7	95.4 ^b
15	50	45.3	90.6 ^c	50	49	98 ^{cd}
20	50	49	98 ^{bd}	50	48.3	96.6 ^{bc}
25	50	48	96 ^b	50	50	100 ^d
30	50	50	100 ^d	50	50	100 ^d
35	50	0	0 ^a	50	20	40 ^e

2.4 盐度突变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

从表 4 中可以看出,盐度为 25 和 30 的试验组仔鱼的存活率都在 95% 以上,明显高于其他的试验组($P < 0.05$)。盐度为 0 和 5 的试验组仔鱼全部死亡。盐度为 35 时,初孵仔鱼全部死亡,10 日龄仔鱼的存活率仅为 20%。盐度为 10~20 的试验组,仔鱼出现不同程度的死亡,存活率可达 56%~75%。

表 4 盐度突变对大泷六线鱼仔鱼存活的影响

Table 4 The effect of sudden salinity change on survival rate of *H. otakii* larvae

盐度 Salinity	初孵仔鱼 Newly-hatched larvae			10 日龄仔鱼 10 dph larvae		
	平均存活率(%) Average survival rate	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment	平均存活率(%) Average survival rate	试验前鱼数量(尾) Amount of fishes before experiment	试验后鱼数量(尾) Amount of fishes after experiment
0	50	0	0 ^a	50	0	0 ^a
5	50	0	0 ^a	50	0	0 ^a
10	50	28	56 ^b	50	32	64 ^b
15	50	37.3	74.6 ^c	50	34.3	68.6 ^c
20	50	31.7	63.4 ^d	50	36	72 ^d
25	50	48	96 ^e	50	50	100 ^e
30	50	50	100 ^f	50	50	100 ^e
35	50	0	0 ^a	50	10.3	20.6 ^f

2.5 大泷六线鱼仔鱼生长试验

2.5.1 温度对大泷六线鱼仔鱼生长的影响

由表 5 可见,温度对生长情况的影响显著。在温度 4~16℃ 范围内,5 日龄仔鱼和 15 日龄仔鱼的全长随着温度的升高而增加,而 20℃ 的试验组,仔鱼的全长呈现下降趋势。其中 12℃、16℃ 温度组仔鱼的全长变化显著高于其余各组($P < 0.05$)。

表5 5日龄仔鱼和15日龄仔鱼在不同温度条件下的全长变化

Table 5 The length change of 5dph and 15dph larvae of *H. otakii* under different temperature

温度 Temperature	5日龄仔鱼全长(mm) Length of 5dph larvae		15日龄仔鱼全长(mm) Length of 15dph larvae	
	试验前	试验后	试验前	试验后
	Before experiment	After experiment	Before experiment	After experiment
4	8.014±0.038	9.763±0.158 ^a	10.857±0.137	20.947±0.119 ^a
8	8.014±0.038	10.269±0.095 ^b	10.857±0.137	22.609±0.124 ^b
12	8.014±0.038	10.876±0.084 ^c	10.857±0.137	25.826±0.127 ^c
16	8.014±0.038	11.118±0.216 ^c	10.857±0.137	27.638±0.168 ^d
20	8.014±0.038	10.18±0.192 ^{bd}	10.857±0.137	19.786±0.098 ^e

2.5.2 盐度对大泷六线鱼仔鱼生长的影响

不同盐度海水对大泷六线鱼仔鱼生长的影响见表6。盐度为10~35的各试验组,仔鱼均能正常摄食与生长。其中,25、30盐度组的全长增长最快,与其他试验组的差异显著($P<0.05$)。

表6 5日龄仔鱼和15日龄仔鱼在不同盐度条件下的全长变化

Table 6 The length change of 5dph and 15dph larvae of *H. otakii* under different salinity

盐度 Salinity	5日龄仔鱼全长(mm) Length of 5dph larvae		15日龄仔鱼全长(mm) Length of 15dph larvae	
	试验前	试验后	试验前	试验后
	Before experiment	After experiment	Before experiment	After experiment
10	8.014±0.038	10.073±0.106 ^a	10.857±0.137	20.356±0.125 ^a
15	8.014±0.038	9.988±0.149 ^a	10.857±0.137	21.620±0.151 ^b
20	8.014±0.038	10.687±0.083 ^b	10.857±0.137	25.749±0.078 ^c
25	8.014±0.038	11.025±0.187 ^c	10.857±0.137	27.836±0.206 ^d
30	8.014±0.038	11.569±0.179 ^d	10.857±0.137	28.462±0.097 ^e
35	8.014±0.038	10.358±0.086 ^e	10.857±0.137	22.539±0.162 ^f

3 讨论

3.1 温度变化对大泷六线鱼仔鱼存活与生长的影响

温度是影响海水鱼类生存、生长最重要的环境因子之一。适宜的温度是鱼类正常存活生长的必要条件,是维持正常生理状态、促进生长的重要保障,温度过高或过低均会对鱼类的生理生态状况产生不利影响。一定范围内增温对鱼类生长发育具正效应,而水温过高时,则往往会抑制鱼类的存活与生长。

在温度影响试验中,4~16℃时仔鱼的存活率高,水温20℃时仔鱼的存活率低,多表现为鱼体灰白、腐烂、蜷曲死亡,这与大泷六线鱼的生活习性相关。大泷六线鱼为近海冷温性底栖鱼类,它的产卵繁殖时间为每年10月下旬~11月中旬,一般在秋季底层水温10~15℃时产卵,幼体培育期自然海水水温一般在3~12℃。据庄虔增等(1999)的报道,在水温11.5~16.0℃范围内,水温越高,大泷六线鱼仔鱼的游动频率越快,死亡率也越高,这与本研究结果有差异,出现这种差异的原因除了与试验条件下仔鱼培养密度有关外,还与卵子质量密切相关。据庄虔增等(1999)观察,一般低龄鱼产的卵颜色较深,孵出的仔鱼色素也深,成活率较高;而高龄鱼产的卵颜色较淡,仔鱼体色也浅,成活率低。

鱼类的生长在一定温度范围内随着水温的升高而增加,但当水温超过其最适水温时,生长则会下降。本研究表明,随着温度的升高,大泷六线鱼仔鱼的生长呈现先升高后降低的趋势,这与上述报道基本一致。在4~16℃范围内仔鱼均能生长,16℃时全长增长最快,12~16℃范围内全长增长显著高于其他温度组。因此可以得出结论,在本研究条件下大泷六线鱼仔鱼的适宜温度范围为4~16℃,最适温度范围为12~16℃。

3.2 盐度变化对大泷六线鱼仔鱼存活与生长的影响

盐度是鱼类生理学和实验生物学的重要指标,是影响鱼类生长代谢等各种生理活动的重要环境因素,盐度的变化迫使鱼类自身通过一系列的生理变化来调整体内渗透压的动态平衡,致使其生长存活与摄食等相关生理指标发生相应变化。

在盐度渐变试验中,10~30 盐度范围内初孵仔鱼和 10 日龄仔鱼在 48h 内存活率差别不大,主要是刚孵出的仔鱼依靠卵黄营养,无向外界摄食的能力,因而其消耗的能量也大大降低,仔鱼体内所贮存的能量足以满足维持体内渗透压平衡所需要的能量,因此各个盐度条件下大泷六线鱼仔鱼存活率无较大差别。而当盐度为 35 时,初孵仔鱼表现为活力差,1 h 后即伏在箱底不动,2.5 h 后全部死亡。10 日龄仔鱼在盐度 35 时的存活率也仅为 40%。这是高盐条件下仔鱼用于维持体内渗透压的稳定而消耗的能量增加,从而不利于仔鱼的生存。Tytler 等(1998)认为海水硬骨鱼初孵仔鱼体液中的盐度通常为 12~16,当环境盐度较低时,仔鱼用于维持体内渗透压的稳定而消耗的能量也减少,从而有利于仔鱼的生存。

盐度影响仔鱼的生长,尤其是变态期仔鱼。Daniels 等(1996)发现变态期南方鲆仔鱼在盐度为 10 时存活率很低,但生长较好,同时完成变态率较高;盐度在 20~30 时存活率较高,但生长慢,同时变态率也相对稍低。吉松隆夫(1994)指出鲑鲈在高盐度条件下生长比低盐度的生长要差,而低盐度各组生长无显著差别。本研究中,盐度变化对大泷六线鱼仔鱼的生长影响显著,在 10~35 范围内,仔鱼的生长基本呈现先升高后降低的变化趋势,盐度 25~30 范围内仔鱼的全长变化显著高于其他各盐度组。因此可以得出结论,在本研究条件下大泷六线鱼仔鱼的适宜盐度范围为 10~30,最适盐度范围为 25~30。大泷六线鱼仔鱼在盐度 35 时生长缓慢,原因是在非等渗环境中,鱼类需要消耗大量的能量来维持渗透压的平衡,从而造成增长率显著降低。

鱼类的不同发育时期对温度和盐度的要求不同,本研究只进行了温度和盐度变化对大泷六线鱼仔鱼时期的影响,至于温度和盐度变化对大泷六线鱼整个发育阶段的影响,还有待今后进一步研究完善。

参 考 文 献

- 于鸿仙,庄虔增,徐春华,于平,肖炼. 1998. 六线鱼人工育苗技术研究. 齐鲁渔业, 15(5): 21~24
- 冯昭信,韩华. 1998. 大泷六线鱼资源合理利用的研究. 大连水产学院学报, 13(2): 24~28
- 庄虔增,于鸿仙,刘岗,徐春华,于平,肖炼. 1999. 六线鱼苗种生产技术的研究, 6(1): 103~106
- 苏锦祥. 2000. 鱼类学与海水鱼类养殖. 第二版. 北京: 中国农业出版社, 255~256
- 吴立新,秦克静,姜志强,赵陆经. 1999. 大泷六线鱼人工育苗初步试验. 海洋科学, 23(6): 32~34
- 邱丽华,姜志强,秦克静. 1999. 大泷六线鱼仔鱼摄食及生长的研究. 中国水产科学, 6(3): 1~4
- 张雅芝,刘冬娥,方琼珊,王涵生,秦志清. 2009. 温度和盐度对斜带石斑鱼幼鱼生长与存活的影响. 集美大学学报(自然科学版), 14(1): 8~13
- 赵明,陈超,柳学周,庄志猛,徐永江,薛宝贵,杨志,王妍妍,曲江波. 2011. 盐度对七带石斑鱼胚胎发育和卵黄囊仔鱼生长的影响. 渔业科学进展, 32(2): 16~21
- 胡俊恒,班红琴. 2010. 盐度对鱼类的影响及鱼类的渗透压调节机制. 河北渔业, 8: 41~44
- 柳学周,徐永江,马爱军,姜言伟,翟介明. 2004. 温度、盐度、光照对半滑舌鲷胚胎发育的影响及孵化条件调控技术研究. 海洋水产研究, 25(6): 1~6
- 姜志强,赵祥东,王国祖. 2002. 不同盐度下牙鲆幼鱼存活、生长和摄食的研究. 大连水产学院学报, 17(2): 79~83
- 姜志强,刘钢,金柏. 2005. 盐度对美国红鱼生长和摄食的影响. 大连水产学院学报, 20(2): 91~94
- 姜志强,吴立新,郝拉娣. 2005. 海水养殖鱼类生物学及养殖. 北京: 海洋出版社, 99~106
- 徐永江,柳学周,马爱军,孙中之,庄志猛. 2005. 半滑舌鲷胚胎发育及仔鱼生长与盐度的关系. 海洋科学, 29(11): 39~43
- 高淳仁,王印庚,马爱军,朱建新,刘新富,雷霖霖. 2006. 温度对大菱鲆幼鱼生长、成活率和体内蛋白酶活性的影响. 海洋水产研究, 27(6): 33~36
- 温海深,王连顺,牟幸江,陈彩芳,姚璐,陈松林. 2007. 大泷六线鱼精巢发育的周年变化研究. 中国海洋大学学报, 37(4): 581~585
- 吉松隆夫. 1994. メナダの养殖生物学研究. 日本: 九州大学农学部
- Daniels, H. V., Berlinsky, D. L., Hodson, R. G., and Sullivan, C. V. 1996. Effects of stocking density, salinity, and light intensity on growth and survival of southern flounder *Paralichthys lethostigma* larvae. *Journey of the World Aquaculture Society*, 27(2): 153~159
- Tytler, P., and Blaxter, J. H. S. 1988. The effects of external salinity of the drinking rates of larvae of herring, plaice and cod. *J. Exp. Biol.* 138: 1~15