

# 半滑舌鳎胚胎发育及仔鱼生长与盐度的关系

徐永江<sup>1</sup>，柳学周<sup>1</sup>，马爱军<sup>1,2</sup>，孙中之<sup>1</sup>，庄志猛<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所，山东 青岛 266071；2. 农业部水生动物遗传育种和养殖生物学重点开放实验室，江苏 无锡 214081)

**摘要：**就半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis* Günther)受精卵和早期仔鱼生长发育与盐度的关系作了初步探讨。受精卵在盐度低于 25 的海水中全部下沉，在高于 29 的海水中浮在水面，而当盐度在 26~28.5 之间时在海水中呈悬浮状态。受精卵孵化的最适盐度为 25~35，此盐度范围内孵化率都可达 88% 以上，盐度低于 20 或高于 40 孵化率降低，初孵仔鱼畸形率升高。盐度对仔鱼生长有一定的影响：盐度在 25~35 时初孵仔鱼存活率最高，盐度 32.5 时生长最好；盐度 30~32.5 范围内刚开口仔鱼的存活率较高，生长最快；盐度低于 20 时变态期仔鱼的存活率与盐度高于 25 时没有显著差异 ( $P > 0.05$ )，但两者体长存在显著差异 ( $P < 0.05$ )。盐度高于 40 或低于 10 会延滞胚胎发育速率，孵化时间在盐度低于 10 时会相对延长。

**关键词：**半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis* Günther)；盐度；胚胎发育；仔鱼生长

**中图分类号：**Q41；Q493 **文献识别码：**A **文章编号：**1000-3096(2005)11-0039-05

盐度是影响海水鱼类胚胎和仔鱼生长、发育的重要因素。国内外许多学者对盐度或水温对不同鱼类的胚胎发育过程的影响做了大量研究<sup>[1-5]</sup>，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。

半滑舌鳎(*Cynoglossus semilaevis* Günther, 1873) 属鲽形目(Pleuronectiformes)、舌鳎科(Cynoglossidae)、舌鳎属(*Cynoglossus* Buchanan-Hamilton, 1822)，为中国近海常见的暖温性底栖大型鱼类。中国沿海都有分布，生长速度快、个体大，肉味鲜美，是一种经济价值很高的名贵海水鱼类。关于半滑舌鳎的早期发育形态特征<sup>[6]</sup>、人工育苗的研究<sup>[7]</sup>始于 20 世纪 80 年代，但关于盐度对半滑舌鳎胚胎发育和仔鱼生长的影响，国内还未见该方面的报道。作者研究了盐度对半滑舌鳎胚胎发育和仔鱼生长发育的影响，以期对半滑舌鳎的人工育苗提供科学的指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 受精卵和仔鱼

受精卵通过莱州明波水产有限公司培育的亲鱼

自然产卵获得。在水温  $23.8 \pm 0.3$  条件下，受精卵收集完毕时已经处于多细胞或桑椹期。挑选发育正常的受精卵用于盐度试验。挑选正常受精卵孵化出的健康仔鱼用于试验。

### 1.2 不同盐度海水的配制

实验盐度梯度设为 9 个，分别为：40，35，32.5（自然海水），30，25，20，15，10，5；高盐度海水以砂滤海水添加人工海水素配制而成；低盐度海水以砂滤海水加淡水（充分曝气除氯气）配制。海水比重计（精确度  $\pm 1\%$ ）标定盐度。

收稿日期：2005-04-06；修回日期：2005-07-23

基金项目：国家“863”高技术研究发展计划项目

(2002AA603011, 2004AA603320)；国家自然科学基金资助项目(30271027)；农业部水生动物遗传育种和养殖生物学重点开放实验室项目

作者简介：徐永江(1981-)，男，山东济南人，硕士，研究方向：发育生物学，E-mail: xuyongjiang1981@163.com；柳学周，通讯作者，电话：0532-85811982

### 1.3 不同盐度条件下受精卵的浮性及孵化试验

以 1 000 mL 量筒进行受精卵浮性试验, 每次取卵量 500 粒, 自受精卵进入量筒时开始计时, 观察记录受精卵在不同盐度海水中的存在状态和达到稳定的时间。

每组设置 2 个平行, 在 2 000 mL 烧杯中各放入 200 粒受精卵, 微充气以避免卵在低盐度海水中沉底堆积死亡, 孵化水温 22~23℃, pH 8.0~8.2。仔鱼孵出后, 记录孵化率和初孵仔鱼畸形率; 畸形仔鱼指尾部弯曲、脊柱弯曲的个体。

### 1.4 不同盐度海水中仔鱼的存活和生长

盐度设置改为 8 组, 分别为 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 对照 32.5。各取初孵仔鱼 100 尾分别置于 8 个盛有不同盐度海水的 2 000 mL 烧杯中, 每组设 2 个平行, 以相同盐度海水换水 1 次/d, 试验持续 72 h; 取 5 日龄仔鱼各 100 尾, 分别置于 8 个盛有不同盐度海水的 10 L 玻璃缸中, 每组设 2 个平行, 每天以经小球藻强化的褶皱臂尾轮虫投喂一次, 及时清底、换水, 试验持续 7 d, 记录仔鱼的存活率, 试验结束时选择差异明显的组测量体长。

取 15 日龄仔鱼各 100 尾, 分别置于 8 个盛有不同盐度海水的 10 L 玻璃槽中, 每组设 2 个平行, 每天投喂虫无节幼体一次, 吸底、换水 1 次/d, 试验持续 11 d, 记录仔鱼的存活率、变态完成率, 试验结束时测量体长。

## 2 结果

### 2.1 不同海水盐度条件下受精卵的浮性及孵化率

半滑舌鲷受精卵为光滑透明、圆形浮性卵, 卵径 0.99~1.33 mm。多油球, 一般 87~126 个, 球径 0.03~0.12 mm, 随胚胎发育其数量和分布也变化。受精卵在不同盐度海水中分布状态不同。盐度低于 25 时, 受精卵全部下沉到底部, 盐度大于 29 时, 全部浮于水表面, 盐度在 26~28.5 时, 受精卵在水中悬浮, 经 18~24 min 后在水体中稳定 (图 1)。受精卵孵化的适宜盐度为 20~35, 其平均孵化率都大于 80%。最适盐度为 25~35, 其平均孵化率都大于 88%, 4 个最适盐度组之间孵化率没有显著差异 ( $P>0.05$ )。盐度低于 30, 孵化率随盐度降低而降低。盐度低于 20 或高于 35 时, 初孵仔鱼的畸形率升高 (表 1)。

### 2.2 不同盐度下半滑舌鲷受精卵胚胎发育进程

试验中观察到盐度对胚胎发育有一定影响 (表 2)。高于 25 盐度组的胚胎发育进程较快, 心跳已形成但慢而无节律性, 而高于 30 盐度组的个体心跳快而有节律性, 且胚体也开始扭动, 表明胚胎不久将孵出。低于 20 盐度组的胚胎心脏没有形成。从孵化时间来看 (全部孵化), 盐度低于 10 时孵化时间明显延长, 40 盐度条件下孵化时间也会延长。

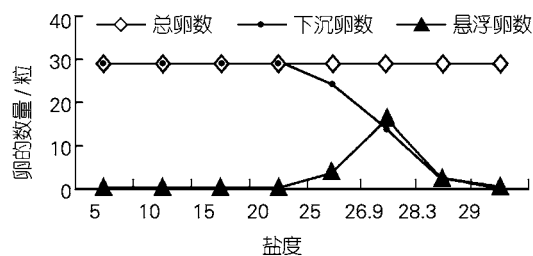


图 1 半滑舌鲷受精卵在不同盐度海水中的浮性

Fig. 1 The buoyancy situation of fertilized eggs of *Cynoglossus semilaevis* Günther in sea water of different salinities

表 1 半滑舌鲷受精卵在不同盐度下的孵化率、畸形率和孵化时间

Tab.1 Hatching rate, deforming rate and hatching time of *Cynoglossus semilaevis* Günther embryos under different salinities

盐度	孵化率 (%)	仔鱼畸形率 (%)
5	28.7	23
10	58.4	19
15	74.6	3.5
20	86.9	1.46
25	89.5	2.1
30	94.6	1.05
32.5	87.8	1.5
35	89.2	8
40	67.2	28.5

### 2.3 不同盐度海水对仔鱼的存活和生长的影响

初孵仔鱼和 5 d 仔鱼在不同盐度条件下的存活率和生长情况见表 3。初孵仔鱼在盐度 25~35 之间时, 存活率都可以达到 50% 以上, 而低于 20 或高于 35 时存活率降低; 仔鱼生长对照组情况最好, 10 盐度组最差, 40 盐度组其次。

表 2 不同盐度对半滑舌鳎胚胎发育进程的影响

Tab. 2 Effects of different salinities on embryonic development speed of *Cynoglossus semilaevis* Günther

盐度	胚胎发育			孵化时间* (时:分)	备注
	试验初始	13.17 h	18.25 h		
5	桑椹期	心脏未形成	克氏泡期	23:10	60%左右胚胎发育停止
10	桑椹期	心脏未形成	克氏泡期	23:00	胚胎发育正常
15	桑椹期	心脏未形成	克氏泡期	22:40	胚胎发育正常
20	桑椹期	心脏隆起,无心跳	克氏泡期	22:40	胚胎发育正常
25	桑椹期	心跳慢无节律	克氏泡消失,无晶体	22:30	胚胎发育正常
30	桑椹期	心跳快有节律性,胚体扭动	晶体期	22:15	胚胎发育正常
32.5	桑椹期	心跳快有节律性,胚体颤动	晶体期	22:10	胚胎发育正常
35	桑椹期	心跳快有节律,胚体颤动	晶体期	22:30	胚胎发育正常
40	桑椹期	心跳快有节律,胚体颤动	晶体期	22:30	20%左右胚胎发育停止

注: \*时间数据为自胚胎置于不同盐度海水中培育开始计时

表 3 初孵仔鱼和 5 日龄仔鱼在不同盐度条件下的存活率及体长变化

Tab.3 The survival rate and length change of day-0.5 and day-5 post-hatching larvae of *Cynoglossus semilaevis* Günther under different salinities

盐度	初孵仔鱼存活率* (%)	初孵仔鱼体长 (mm)		5 d 仔鱼存活率** (%)	5 d 仔鱼体长 (mm)	
		开始时	结束时		开始时	结束时
10	18	4.05 ± 0.015	4.18 ± 0.158 a	15.6	5.36 ± 0.057	6.83 ± 0.12 <sup>a</sup>
15	44.95			54		
20	37.3			49		
25	63			60		
30	53.3			56		
32.5	74.5	4.05 ± 0.015	6.0 ± 0.193 <sup>b</sup>	76	5.36 ± 0.057	8.0 ± 0.582 <sup>b</sup>
35	53.3			48.5		
40	32.7	4.05 ± 0.015	4.99 ± 0.11 <sup>c</sup>	20	5.36 ± 0.057	7.12 ± 0.325 <sup>c</sup>

注: \*存活试验时间为 72 h; \*\*存活试验时间为 7 d; 实验结束时测量最高、最低盐度和对照组; 比较差异[b(32.5)>c(40)>a(10)]

表 4 不同盐度条件下变态期仔鱼存活率和生长

Tab. 4 The survival rate and growth of larvae of *Cynoglossus semilaevis* Günther under different salinities during metamorphosis stage

盐度	存活率 (%)	变态率 (%)	试验开始时体长 (mm)	试验结束时体长 (mm)
10	69.8	11.3	10.515 ± 0.12	11.6
15	73.3	16.5	10.515 ± 0.12	12.28
20	77	20	10.515 ± 0.12	12.56*
25	83.3	23.3	10.515 ± 0.12	13.5**
30	86.5	60	10.515 ± 0.12	13.76
32.5	90	66.7	10.515 ± 0.12	13.96
35	70	63.3	10.515 ± 0.12	13.64
40	60.3	53.3	10.515 ± 0.12	13.06

注:  $P < 0.05$  (与自然海水条件下生长的仔鱼的比较); \*\* $P > 0.05$  (同上)

不同盐度海水对变态期仔鱼存活率和生长的影响见表 4。盐度的突变对半滑舌鲷变态期仔鱼影响较小,各个盐度组都有较高的存活率,差异不大。生长情况差异较大:10~20 盐度组的仔鱼生长较慢,比对照组的个体体长短、消瘦,试验结束时完成变态率也低;40 盐度组的个体生长良好。说明半滑舌鲷变态期仔鱼对盐度突变的适应性增强,同时试验结束时完成变态率高,但生长与对照组相比仍有一定差异,同时存活率相对较低;30~35 盐度组个体生长较好,存活率和变态率都较高。

### 3 讨论

#### 3.1 盐度对胚胎发育的影响

鱼类卵的发育实质上受渗透梯度的调节,随着胚胎和仔鱼的发育,渗透调节的能力和机理都在变化。盐度主要影响鱼类卵内渗透压的稳定性,在适盐范围内卵内渗透压可通过自身调节保持在相对稳定水平,故而就会有较高的孵化率。半滑舌鲷的胚胎似具有较高的卵内渗透压调节能力和盐度适应能力,在 10~40 盐度范围内都有较高的孵化率;而以 25~35 盐度范围内的孵化率最高,为其最适孵化盐度范围。盐度高于 35 或低于 15,孵化率降低,初孵仔鱼畸形率升高。试验中 40 和 5 盐度组的胚胎在发育过程中胚体出现模糊解体现象,这可能是低盐条件下细胞骨架解体和高盐条件下胚胎细胞运动过程受到影响所致<sup>[8]</sup>。

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<sup>[9]</sup>。本试验观察到盐度对胚胎发育进程有一定的影响,40,10 和 5 盐度条件下孵化时间都延长,并且胚胎发育速率在不同盐度下不尽相同。盐度是否对孵化酶的分泌和作用产生了影响有待于今后进一步研究。

#### 3.2 盐度对仔鱼生长发育的影响

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<sup>[10]</sup>。本研究表明在 10~35 盐度范围内初孵仔鱼在 72 h 内存活率差别不大。在 10~35 的盐度范围内,仔鱼多数处于不运动状态,因而其消耗的能量也大大

降低。同时,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,不会造成能量的短缺,这可能是不同盐度条件下半滑舌鲷仔鱼存活率无较大差别的主要原因。

盐度影响仔稚鱼的生长,尤其是变态期仔鱼<sup>[11]</sup>。Daniels 等发现变态期南方鲷仔鱼在盐度为 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<sup>[12]</sup>。吉松隆夫指出鲷在高盐度条件下生长比低盐的生长要差,而低盐度各组生长无显著的差别<sup>[13]</sup>。本试验中,低于 20 盐度组的仔鱼个体生长慢,与其它组相比短、消瘦;而高于 25 的各盐度组的仔鱼生长快,试验结束时的体长差异不大,可能是由于低盐度对卵黄囊的吸收速度和消化酶<sup>[14]</sup>有一定的抑制作用,影响了仔鱼的生长营养需求,进而影响到仔鱼的生长。同时,低于 25 盐度组的个体变态完成数量少,而高盐组的个体完成变态数量多(表 4),可知低盐度对仔鱼的变态有一定的延滞作用。在实际生产过程中低于 20 和高于 40 盐度都不利于仔鱼的变态和生长。

参考文献:

- [1] Lee Cheng-sheng, Bhuno M. Effects of salinity on eggs development and hatching in grey mullet (*Mugilcephalus*) [J]. *J Fish Biology*, 1981,19:179-188.
- [2] 叶星,潘德博,许淑英,等.水温和盐度对广东鲂胚胎发育的影响[J]. *水产学报*,1998,22(4):322-326.
- [3] Fonds M. Laboratory observations on the influence on development of the eggs and growth of the larvae of the *Solea solea*[J]. *Mar Ecol Progr Ser*,1979,1(2):91-99.
- [4] Morgan R P, Rasin V. Influence of temperature and salinity on development of white perch eggs[J]. *Trans Am Fish Soc*,1982,111:396-398.
- [5] Kawahara S, Shams A J, Bosta A A ,et al. Effects of incubation and spawning water temperature ,and salinity on egg development of the spotted grouper (*Epinephelus coioides*,Serranidae)[J]. *Asian Fisheries Science*, 1997, 9(4):239-251.
- [6] 姜言伟,万瑞景.渤海半滑舌鲷早期形态及发育特征研究[J]. *海洋水产研究*,1988,9:193-198.

- [7] 姜言伟, 万瑞景, 陈瑞胜. 渤海半滑舌鳎人工育苗工艺技  
术的研究[J]. 海洋水产研究, 1993, 14: 25-33.
- [8] 吴贤汉, 张宝禄, 曲艳梅. 温度和盐度对青岛文昌鱼胚胎  
发育的影响[J]. 海洋科学, 1998, 4: 66-68.
- [9] 楼允东. 鱼类的孵化酶[J]. 动物学杂志, 1965, 7(3): 97-101.
- [10] Tyler M, Blaxter J H S. The Effects of external salinity on  
the drinking rates of larvae of herring, plaice and cod[J]. *J  
Exp Biol*, 1988, 138: 1-15.
- [11] DeSilva S S, Perera M K. Digestibility in *Sartherodon*  
*niloticus* fry effect of dietary protein level and salinity with  
other observations on variability in daily digestibility[J].  
*Aquaculture*, 1984, 38: 293-306.
- [12] Daniels H V, Berlinsky D L, Hoodson R G, *et al.* Effects of  
stocking density, salinity, and light intensity on growth and  
survival of southern flounder *Paralichthys lethostigma*  
Larvae[J]. *Journey of The World Aqualculture Society*,  
1996, 27(2): 153-159.
- [13] 吉松隆夫. メナダの养殖生物学研究[D], 日本: 九州大学  
农学部, 1994.
- [14] 陈品健, 王重刚, 郑森林. 盐度影响真鲷幼鱼消化酶活力  
的研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1998, 37(5):  
754-756.

## Effects of salinity on embryonic development and growth of early life stages of *Cynoglossus semilaevis* Günther

XU Yong – jiang<sup>1</sup>, LIU Xue – zhou<sup>1</sup>, MA Ai – jun<sup>1,2</sup>, SUN Zhong – zhi<sup>1</sup>, ZHUANG Zhi – meng<sup>1</sup>

(1. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Qingdao 266071, China;

2. Key Open Laboratory for Genetic Breeding of Aquatic Animals and Aquaculture Biology of the Ministry of Agriculture, Wuxi 214081, China)

**Received:** Apr., 6, 2005

**Key words:** *Cynoglossus semilaevis* Günther; salinity; embryonic development; larvae growth

**Abstract:** A variety of salinity studies were conducted with the early life stages of *Cynoglossus semilaevis* Günther. Eggs were buoyant above 29 and sank below 25, providing varying levels of suspension with salinities of 26 ~ 28.5 in the water column. Eggs were incubated at 5 ~ 40 respectively, the suitable salinities for hatching range from 25 to 35. Salinity above 40 or below 20 leads to low hatching rate with high deforming rate of larvae. The larvae of 12 h post-fertilization and larvae of first feeding stage were reared at 10 ~ 40 for 72h and 7d respectively, the suitable salinity range for survival for the former is 25 ~ 35, the latter is 30 ~ 32.5, and the most suitable salinity for both growths is 30 ~ 32.5. In an 11-day study, the larvae of 15d were acclimated to 8 salinities ranging from 10 ~ 40, no great difference was detected in survival among 15 ~ 35, but the growth between salinities above 25 and below 20 exhibited a remarkably statistical difference ( $P < 0.05$ ). Metamorphosis rate of the fish of 15 days was observed, salinities ranging 30 ~ 35 provided high complete metamorphosis rate. Longer hatching time was observed under 10.

( 本人编辑: 刘珊珊 )