

# 盐度对鲈鱼稚鱼的生长及脂肪酸组成的影响\*

王 艳, 胡先成, 罗 颖

(重庆师范大学 重庆市动物生物学重点实验室, 重庆 400047)

**摘 要** 本文研究了鲈鱼稚鱼在 15‰、12.5‰、10‰、7.5‰、5‰、2.5‰及淡水 7 个不同质量分数盐度水体中的生长情况,并用气相色谱法分析了稚鱼脂肪酸的组成及其含量的变化。结果表明,盐度对鲈鱼稚鱼的生长及存活率均有影响,在盐度为 7.5‰的水体中的稚鱼生长最好,存活率较高;不同盐度水体中稚鱼的脂肪酸含量也有差异,其中 SFA 的差异不显著,PUFA 的含量随实验水体盐度的降低而呈增高趋势,尤其以 EPA、DHA 和 AA 最为显著。

**关键词** 鲈鱼 稚鱼 盐度 脂肪酸

中图分类号 S965.211

文献标识码 A

文章编号 1672-6693(2007)02-0062-04

## Effects of Salinity on Growth and Fatty Acids Composition of Juvenile *Lateolabrax japonicus*

WANG Yan, HU Xian-cheng, LUO Ying

(Key Laboratory of Animal Biology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

**Abstract** :At 15‰, 12.5‰, 10‰, 7.5‰, 5‰, 2.5‰ salinities and freshwater the growth rate, survival rate and fatty acids composition of juvenile *Lateolabrax japonicus* are examined in this paper. The fatty acids composition and its changes of the juvenile fish are analyzed by methods of gaschromatography( GC ). Experimental results show that gaining weight and survival rate are significantly affected by salinities. The highest growth rate is found best in 7.5‰ salinity and the survival rate is also very good. Fatty acids contents change in different salinities. The differences in total saturated fatty acid( SFA ) are not significant. The total polyunsaturated fatty acid( PUFA ) content increases with the salinity decrease, especially in EPA( C20 5n3, eicosapentaenoic acid ), DHA( C22 6n3, docosahexaenoic acid ) and AA( C20 4n6, arachidonic acid ).

**Key words** *Lateolabrax japonicus* juvenile fish salinity fatty acid

鲈鱼( *Lateolabrax japonicus* )属鲈形目( Perciformes )、鲈科( Serranidae )、花鲈属( *lateolabrax* ),主要分布于我国、朝鲜及日本沿海,是一种广温、广盐的浅海内湾性鱼类。它具有生长快、抗病力强、适温与适盐范围广等优点,因此,已成为我国重要的网箱与池塘养殖经济鱼类之一。尽管 20 世纪 90 年代以来,人工繁殖和养殖鲈鱼的研究工作已迅速开展,但在其仔稚鱼方面的研究甚少,有关鲈鱼稚鱼盐度耐受性方面及脂肪酸分析方面未见报道。

在鱼类的胚胎发育和胚后发育阶段中,脂肪都是重要的代谢能源,因此可根据鱼体脂类的组成和

脂肪酸组成评价鱼苗的营养状况<sup>[1]</sup>;而且,研究在不同盐度下广盐性鱼类的生长和脂肪酸变化对于评价鱼苗的营养状况并进一步预测鱼苗的早期资源有重要的参考价值,也可作为仔稚鱼饵料的配制提供参考。国外一些学者在鱼类的脂肪营养以及鱼类脂肪酸对人类健康的作用等方面做了一些研究<sup>[2-4]</sup>,也对鳕鱼<sup>[5]</sup>、大菱鲆<sup>[6]</sup>、金头鲷<sup>[7-8]</sup>等仔稚鱼的脂肪酸组成进行了研究。作者在对鲈鱼胚胎发育进行研究的基础上<sup>[9]</sup>,进一步对鲈鱼稚鱼的脂肪酸组成及其盐度影响进行研究,将为仔稚鱼的营养研究提供更为丰富的资料。

\* 收稿日期 2006-11-15 修回日期 2007-01-25

资助项目:重庆市科委自然科学基金( No. 7877 ),重庆市教委科学技术研究项目( No. 040807 )

作者简介:王艳( 1980- )女,河北廊坊人,硕士研究生,研究方向为水生动物发育生物学。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料的获取

实验材料为厦门集美大学人工孵化养殖的鲈鱼稚鱼,其体重平均为 $0.1380(\pm 0.0281)$ g,体长平均为 $2.344(\pm 0.1208)$ cm,空运回重庆,饲养于用海盐配制的15‰人工海水中,期间投喂水蚯蚓。2006年3月9日将驯化后的稚鱼直接投放于不同盐度的水体中饲养,水体大小为15 L,水温为 $10.8\sim 16.8^{\circ}\text{C}$ ,溶氧保持在 $4.5\text{mg/L}$ 以上。实验分为15‰、12.5‰、10‰、7.5‰、5‰、2.5‰及淡水7个质量分数盐度梯度,每个盐度水体中投放20尾稚鱼,室温下饲养15 d后取样,用滤纸吸干稚鱼体表水分,然后用电子天平称重(精确至 $0.1\text{mg}$ )。样品保存于 $-70^{\circ}\text{C}$ 低温冰箱中,待测,同时统计各盐度梯度水体中稚鱼的存活率。

### 1.2 脂肪酸测定

精确称取适量恒重( $70^{\circ}\text{C}$ 烘箱烘干24 h)的样品,加入10 mL盐酸,于 $80^{\circ}\text{C}$ 水浴中水解50 min,加入10 mL乙醇混合,冷却后用20 mL石油醚-乙醇混合溶液分次振荡提取脂肪,收集有机层,氮气下吹干,在提取的脂肪中加入 $0.4\text{mol/L}$ 氢氧化钠-甲醇溶液5 mL,超声混合后放置30 min,加入体积分数为14%的三氟化硼-乙醚溶液2~4滴, $80^{\circ}\text{C}$ 水浴60 min,冷却后用正己烷提取,取 $1.0\mu\text{L}$ 上机分析,并以标准脂肪酸甲酯对照。

脂肪酸分析采用毛细管气相色谱法。用Agilent6890型气相色谱仪(美国安捷公司)和SPTM-2380熔融毛细管柱( $30\text{m}\times 0.25\text{mm}\times 0.20\mu\text{m}$ )进行分析。采用自动进样系统,进样口温度为 $250^{\circ}\text{C}$ ,载气为高纯氮气,流速为 $19\text{cm/s}$ ,分流方式进样,分流比为50:1。柱温采用程序升温法: $140^{\circ}\text{C}$ 保持5 min,然后每分钟升高 $4^{\circ}\text{C}$ ,升到 $240^{\circ}\text{C}$ 后,保持10 min。检测器温度为 $260^{\circ}\text{C}$ ,脂肪酸标样由SIGMA公司提供。对各脂肪酸的测定是在相同色谱条件下,依据标准脂肪酸的保留时间来确定。面积归一化法计算脂肪中各脂肪酸的质量分数。

### 1.3 数据的处理

用SPSS11.5软件对数据进行方差分析,并进行Duncan多重比较。

## 2 结果

### 2.1 不同盐度下鲈鱼稚鱼体重的变化

各盐度水体中鲈鱼稚鱼体重增长情况见表1。表1显示,在盐度质量分数分别为15‰、12.5‰、10‰、7.5‰、5‰、2.5‰及淡水各水体中,盐度为7.5‰的水体中的稚鱼生长最好,体重最重,平均为 $0.4196\text{g}$ ;其次为15‰盐度水体中的稚鱼,其平均体重为 $0.3911\text{g}$ ;其它各盐度水体中稚鱼的体重增长差异不显著。方差分析表明,盐度对鲈鱼稚鱼体重增长的影响极显著( $F=3.619$ ,  $p<0.01$ )。

### 2.2 不同盐度下鲈鱼稚鱼的存活率

各盐度水体中鲈鱼稚鱼的存活率见表2。鲈鱼稚鱼在盐度为2.5‰的水体中存活率最高,为95%;其次是在10‰盐度的水体,存活率为90%;再其次是在7.5‰盐度的水体,其存活率为85%;在最低盐度即淡水中,其存活率也可达65%。

表1 不同盐度下稚鱼的体重变化

盐度质量 分数/‰	样本数/ 尾	体重/g
0	13	$0.3254\pm 0.0237^b$
2.5	19	$0.3468\pm 0.0230^{bc}$
5	15	$0.3207\pm 0.0237^b$
7.5	17	$0.4196\pm 0.0212^a$
10	18	$0.3221\pm 0.0187^b$
12.5	14	$0.3120\pm 0.0204^b$
15	15	$0.3911\pm 0.0207^{ac}$

注:同一列中的相同字母表示经Duncan多重比较差异不显著( $p<0.05$ )

表2 鲈鱼稚鱼在不同盐度下的存活率

盐度质量 分数/‰	最初样本数 /尾	存活数/ 尾	存活率/%
0	20	13	65
2.5	20	19	95
5	20	15	75
7.5	20	17	85
10	20	18	90
12.5	20	14	70
15	20	15	75

### 2.3 不同盐度下鲈鱼稚鱼脂肪酸含量的变化

本研究共检测到21种脂肪酸(见表3),其中含有9种饱和脂肪酸(SFA)、5种单不饱和脂肪酸(MUFA)、7种多不饱和脂肪酸(PUFA)。从15‰、12.5‰、10‰、7.5‰、5‰、2.5‰直至淡水的不同盐度组中,SFA分别占总脂肪酸的质量分数为32.29%、34.81%、35.15%、33.31%、36.13%、33.82%、34.56%,不同盐度间无明显差异,在5‰盐度中其含量最高。在这9种饱和脂肪酸(SFA)中,以C16:0含量最高,

各盐度的平均质量分数为 17.82% ;以 C22:0 含量最低,平均为 0.32%。MUFA 分别占总脂肪酸的质量分数为 30.00%、27.33%、26.27%、27.96%、26.30%、25.68%、29.31% ,不同盐度间也没有明显差异,在 15‰盐度中其含量最高,为 30.00% ,在淡水中的含量与其很接近,为 29.31% ;在 5 种单不饱和脂肪酸 (MUFA)中,C18:1n9 含量最高,各盐度的平均含量为 17.93% ,C20:1n9 含量最低,平均含量为 0.49%。PUFA 分别占总脂肪酸的质量分数为 37.71%、

表 3 鲈鱼稚鱼在不同盐度下脂肪酸成分含量变化 %

脂肪酸成分	脂肪酸质量分数						
	15‰	12.5‰	10‰	7.5‰	5‰	2.5‰	0‰
C13:0	—	—	0.20	—	—	—	—
C14:0	2.91	2.27	3.04	2.80	2.96	2.72	2.79
C14:1	0.98	0.78	1.06	0.94	1.05	0.92	0.80
C15:0	1.43	1.39	1.60	1.48	1.68	1.48	1.34
C16:0	16.82	17.45	18.09	17.37	18.61	17.43	18.95
C16:1	6.90	5.29	6.03	6.15	6.29	5.80	9.01
C17:0	2.11	2.24	2.19	2.11	2.19	2.00	1.64
C17:1	2.03	1.80	1.75	1.82	1.75	1.61	1.66
C18:0	7.92	10.34	8.92	8.71	9.87	9.01	8.41
C18:1n9	19.66	18.97	16.98	18.44	17.21	16.93	17.31
C18:2n6	27.06	26.50	26.81	26.68	25.14	27.17	22.16
C18:3n6	2.23	2.29	1.75	1.93	1.68	1.99	1.67
C18:3n3	4.85	3.74	5.22	4.60	5.31	5.10	4.39
C20:1n9	0.43	0.49	0.45	0.61	—	0.42	0.53
C21:0	0.50	0.33	0.40	0.44	0.42	0.44	0.49
C20:2	0.24	0.33	0.26	—	—	0.31	0.36
C22:0	0.27	0.36	0.28	—	—	0.31	0.37
C20:4n6	1.34	1.86	1.78	1.92	1.91	2.14	2.11
C23:0	0.33	0.43	0.43	0.40	0.40	0.43	0.57
C20:5n3	1.16	1.33	1.51	1.59	1.70	1.85	2.87
C22:6n3	0.83	1.82	1.24	2.00	1.83	1.93	2.61
ΣSFA	32.29	34.81	35.15	33.31	36.13	33.82	34.56
ΣMUFA	30.00	27.33	26.27	27.96	26.30	25.68	29.31
ΣPUFA	37.71	37.87	38.57	38.72	37.57	40.49	36.17
Σ	6.84	6.89	7.97	8.19	8.84	8.88	9.87
Σ	30.63	30.65	30.34	30.53	28.73	31.3	25.94
n-3/n-6	0.22	0.22	0.26	0.27	0.31	0.28	0.38
EPA+DHA	1.99	3.15	2.75	3.59	3.53	3.78	5.48

注 SAF—饱和脂肪酸;MUFA—单不饱和脂肪酸;PUFA—多不饱和脂肪酸;n-3PUFA—n-3 系列多不饱和脂肪酸;n-6PUFA—n-6 系列多不饱和脂肪酸;n-3/n-6—n-3 系列与 n-6 系列多不饱和脂肪酸之比;EPA+DHA—C20:5 及 C22:6 之和;—为未检测出。

37.87%、38.57%、38.72%、37.57%、40.49%、36.17% 在 2.5‰盐度中其含量最高,其次为 7.5‰水体中的样本。在检测到的 7 种多不饱和脂肪酸(PUFA)中,C18:2n6 含量最高,各盐度平均含量为 25.93% ;C20:5n3 含量最低,平均含量为 1.72%

。作为海水仔稚鱼两种主要的必需脂肪酸 EPA (C20:5n3 ,Eicosapentaenoic acid)和 DHA (C22:6n3 ,Docosahexaenoic acid)的含量随着水体盐度的降低呈现出明显上升趋势,在盐度为 15‰、12.5‰、10‰、7.5‰、5‰、2.5‰及淡水各水体中,EPA 占总脂肪酸的含量分别为 1.16%、1.33%、1.51%、1.59%、1.70%、1.85%、2.87% ;DHA 占总脂肪酸的含量分别为 0.83%、1.82%、1.24%、2.00%、1.83%、1.93%、2.61% ;花生四烯酸 AA (C20:4n6 ,Arachidonic acid)也是海洋鱼类的必需脂肪酸,在本研究中也具有上述相同的变化趋势,且在盐度为 2.5‰时最高。n-3 系列和 n-6 系列 PUFA 之比 (n-3/n-6)在不同盐度中分别为 0.22%、0.22%、0.26%、0.27%、0.31%、0.28%、0.38% ,也随水体盐度的降低而逐渐升高。

### 3 分析与讨论

#### 3.1 盐度与稚鱼生长效率的关系

鲈鱼属广盐性鱼类,可在盐度 0~35‰水体中养殖成功<sup>[10]</sup>。黄家富<sup>[11]</sup>研究盐度对鲈鱼人工繁殖和仔鱼培育的影响时得出,高于 25 g/L 盐度环境中鲈鱼孵化率最高,孵化出的鱼苗最健壮,成活率也最高,20 g/L 盐度仔鱼存活率最佳,而在淡水环境中最差。王永新<sup>[12]</sup>等认为其胚胎和仔鱼发育的适宜盐度为 19~28‰,故鲈鱼虽为广盐性鱼类,其早期发育仍有一定盐度范围限制。从本实验结果分析,盐度对于鲈鱼稚鱼的生长有一定影响。

在本实验研究中,鲈鱼稚鱼在 7.5‰盐度下体重增长最快,可能该盐度是其等渗点盐度,在此盐度下,稚鱼用于调节渗透压的代谢耗能最少,而用于生长的能量较多。有研究者认为,等渗点盐度可节省鱼类能量,当鱼生活于等离子或等渗介质中,新陈代谢消耗最小。鱼类渗透压和离子浓度与环境介质不同,鱼就需要付出一些能量来满足离子和渗透压调节的新陈代谢消耗。因此,通过控制外部环境来使鱼体渗透压调节的能量消耗减少到最小,在一定程度上可以提高鱼类的生长和对食物的利用率<sup>[13]</sup>。

#### 3.2 盐度对鲈鱼稚鱼存活率的影响

本研究结果表明,鲈鱼稚鱼对于盐度急剧变化的适应能力很强,将稚鱼直接移入盐度为15‰、12.5‰、10‰、7.5‰、5‰、2.5‰及淡水水体中,其均能适应。在2.5‰盐度水体中的稚鱼存活率最高,其次为10‰和7.5‰盐度。可见,稚鱼已能够耐受低盐度的水体环境,并且存活率较高,即便是在淡水中,其存活率也可达65%。根据此情况,在生产养殖过程中,可尽早将其投放入淡水中养殖,以降低养殖成本,且在0-15‰小范围内的盐度波动不会对其存活率造成太大的影响。

王涵生<sup>[14]</sup>对真鲷仔稚鱼进行研究发现,海水盐度在从正常到淡化一半的范围内变动时,不但不会对真鲷仔稚鱼的生长发育速度造成不利影响,反而会提高它们的存活率。鲈鱼稚鱼在自然环境下的生态最适盐度为20‰左右,7.5-10‰盐度刚好是其生态最适盐度的一半左右,实验中,鲈鱼稚鱼也表现出生长快、存活率高的现象,所以该盐度可能是其生理最适盐度或是其体液的等渗点。Holliday<sup>[15]</sup>曾指出,许多海水鱼类仔鱼在较低盐度下成活率较高,是因为这个盐度水平与鱼类体液的渗透压相一致。这一现象的机制是相当复杂的,牵涉到鱼类遗传特性与环境影响的双重作用、鱼体体液渗透压与海水盐度的关系及其影响仔稚鱼存活率的途径等。这些都有待于进行更深入的生态学、生理学和生物化学方面的研究。

### 3.3 盐度对鲈鱼稚鱼脂肪酸含量的影响

在该盐度影响实验中,值得注意的是,海水鱼类所必需的PUFA的含量,呈现出随着水体盐度的不断降低而逐渐增加的趋势,尤其以3种必需脂肪酸—EPA(C20:5n3)、DHA(C22:6n3)和AA(C20:4n6)最为明显。通常认为,鱼类本身不能全程合成n-3和n-6系列的脂肪酸,而必须从食物中获得,因此,一般将n-3系列和n-6系列的脂肪酸都列为必需脂肪酸(EFA)。

PUFA对海水鱼类的作用主要是维持细胞膜结构和机能的完整性<sup>[16]</sup>。PUFA在维持生物膜的结构和功能上起重要作用,这些脂肪酸的损失将使仔鱼对环境适应能力下降。EPA、DHA和AA均与维系细胞膜的结构和机能有关,但是,与陆生哺乳动物相反,鱼类细胞膜中的高度不饱和脂肪酸以DHA和EPA为主。在本实验的结果中,淡水中样本的EPA和DHA占总脂肪酸的含量比最高盐度即15‰水体中样本的EPA和DHA含量高许多,这可能是

由于稚鱼要耐受低盐的不利环境,同时稚鱼尚处在器官迅速发育阶段,为了提高自身的应激能力和维系细胞膜的结构及功能,需要在体内储存或合成大量的EPA和DHA,以便能够应对外界的不利环境<sup>[16-17]</sup>;或者是其他的脂肪酸被大量消耗,而使EPA和DHA相对含量增高。

河口性鱼类可将18C PUFA(亚麻酸和亚油酸)转化为20C和22C长链PUFA,该能力称为生物转化能力<sup>[18]</sup>。鲈鱼属广盐河口性鱼类,本实验中,稚鱼体内的各种PUFA特别是DHA、EPA和AA均持续增加,一方面是源于稚鱼对于低盐度水体的忍耐耗能时对PUFA的蓄留,另一方面也表明河口鱼类的仔稚鱼具有将碳链较短的脂肪酸前体转化为长链PUFA的能力。

### 参考文献:

- [1] FRASER A J, SARGENT J R, GAMBLE J C, et al. Lipid Classes and Fatty Acid Composition as Indicators of the Nutritional Condition of Larval Atlantic Herring [J]. Am Fish Soc Symp, 1987, 2: 129-143.
- [2] COWEY C B, SARGENT J R. Lipid Nutrition in Fish [J]. Comp Biochem Physiol, 1977, 57B: 269-273.
- [3] WATANABE T. Lipid Nutrition in fish [J]. Comp Biochem Physiol, 1982, 73B: 3-15.
- [4] STEFFENS W. Effects of Variation in Essential Fatty Acids in Fish Feeds on Nutritive Value of Freshwater Fish for Humans [J]. Aquaculture, 1997, 151: 97-119.
- [5] ZHENG F, TAKENCHI T, YOSHIEDA K, et al. Requirement of Larvae Cod for Arachidonic Acid, Eicosapentaenoic Acid and Docosahexaenoic Acid Using by Their enriched *Artemia nauplii* [J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1996, 62: 669-676.
- [6] CASTELL J D, BELL J G, TOCHER D R, et al. Effects of Purified Diets Containing Different Combinations of Arachidonic and Docosahexaenoic Acid on Survival, Growth and Fatty Acid Composition of Juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. Aquaculture, 1994, 128: 315-333.
- [7] KOVEN W, ROGIER VA, SIGAL L, et al. The Effect of Dietary Arachidonic Acid on Growth, Survival, and Cortisol Levels in Different 2 Age gilthead Seabream Larvae (*Sparus auratus*) Exposed to Handling or Daily Salinity change [J]. Aquaculture, 2003, 228: 307-320.
- [8] BESSONART M, IZQUIERDO M S, SALHI M, et al. Effect of Dietary Arachidonic Acid Levels on Growth and Survival of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) larvae [J]. Aquaculture, 1999, 179: 265-275.

- [9] 胡先成, 曹双俊, 周忠良, 等. 花鲈胚胎发育的研究[J]. 重庆师范学院学报(自然科学版), 1997, 14(2): 51-56.
- [10] 廖国璋. 花鲈的生态特性及池塘养殖问题[J]. 水产科技情报, 1998, 25(3): 130-132.
- [11] 黄家富, 汤弘吉. 盐度环境对淡水养成七星鲈鱼种鱼之成熟、稚鱼培育之影响[R]. 台湾省水产试验所试验研究报告, 1988, 44: 77-84.
- [12] 王永新, 陈建国, 孙帼英. 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, 1995, 22(2): 54-57.
- [13] 王云峰, 朱鑫华. 盐度对鱼类生态生理学特征的影响[J]. 海洋科学集刊, 2002, 44: 151-158.
- [14] 王涵生. 盐度对真鲷受精卵发育及仔稚鱼生长的影响[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 33-38.
- [15] HOLLIDAY FGT. The Effect of Salinity on the Eggs and Larvae of Teleostean[A]. Fish Physiology[C]. New York: Academic Press, 1969: 293-311.
- [16] 王吉桥, 张欣, 刘革利. 海水鱼类必需脂肪酸营养与需要的研究进展[J]. 水产科学, 2001, 20(15): 39-43.
- [17] 高淳仁, 雷霖霖. 海水鱼类高度不饱和脂肪酸营养研究概况[J]. 海洋水产研究, 2000, 21(3): 72-76.
- [18] 朱邦科, 曹文宣. 鲢早期发育阶段鱼体脂肪酸组成变化[J]. 水生生物学报, 2002, 26(2): 130-135.

(责任编辑 李若溪)

## 研究快讯

# 扫描电镜观察河川沙塘鳢孵化腺及其孵化酶颗粒\*

胡先成<sup>1,2</sup>, 周忠良<sup>2</sup>, 赵云龙<sup>2</sup>, 王艳<sup>1</sup>, 李嘉尧<sup>2</sup>, 林凌<sup>2</sup>

(1. 重庆师范大学 重庆市动物生物学重点实验室, 重庆 400047; 2. 华东师范大学 生命科学学院, 上海 200062)

关键词: 河川沙塘鳢 孵化腺 发生 孵化酶颗粒

中图分类号: Q959.483

文献标识码: B

文章编号: 1672-6693(2007)02-0066-01

利用光学显微镜和连续切片技术对河川沙塘鳢 *Odontobutis potamophila* (Günther) 胚胎发育过程中孵化腺的发生进行了观察和研究, 同时利用扫描电镜系统观察了孵化腺分泌孵化酶的过程。河川沙塘鳢的孵化腺为单细胞腺体, 发生于外胚层。孵化腺细胞(Hatching gland cells, HGCs)最早发生自眼晶体形成期的胚胎, 初发生时分布于头部腹面及其与卵黄囊连接处。随着胚胎的发育, HGCs 逐渐扩展, 细胞体积增大, 数量急剧增多, 至眼黑色素出现期的胚胎, HGCs 的数量达到最多, 大约有 900~1200 个。HGCs 广泛分布于胚胎头部两侧、头部腹面及其与卵黄囊连接处、卵黄囊的前腹面。HGCs 大多呈椭圆形, 短径为 5~8 μm, 长径为 7~12 μm, 细胞核位于细胞基部, 呈椭圆形或新月形, 内有许多染色质颗

粒。HGCs 在 H. E 染色中呈桃红色。孵化酶在 HGCs 内形成后被包装成孵化酶颗粒, 至孵化前期时, 孵化酶颗粒自 HGCs 顶部的开口分泌出来, 属于全浆分泌方式。分泌到胚胎表面的孵化酶颗粒有的以单体形式存在, 有些则粘结成团。分泌的孵化酶颗粒呈圆球形, 直径为 0.5~1.0 μm。孵化酶进入卵周液, 对卵膜内层进行消化和降解, 保留的外层很薄而且很脆弱, 胚胎通过一定的运动即可破膜而出。孵化后 2 天, HGCs 便从表皮中消失, HGCs 的退化并从表皮中消失可能与 HGCs 内逐渐出现的溶酶体有关, 或者与细胞内残留的酶原颗粒有关。

(责任编辑 李若溪)

\* 收稿日期: 2007-03-21

资助项目: 上海市科学技术委员会重大项目(No. 04DZ19301) 重庆市动物生物学重点实验室项目(No. 0402)

作者简介: 胡先成(1964-)男, 副教授, 博士研究生, 从事水生动物发育生物学研究。

