

## 稀土元素铈(III)对卤虫卵孵化率及幼体变态率的影响\*

### THE EFFECTS OF RARE EARTH CERIUM (III) ON HATCH RATE, METAMORPHISM RATE OF BRINE SHRIMP

韩希福<sup>1</sup> 王荣<sup>1</sup> 李德尚<sup>2</sup> 李爱杰<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(<sup>2</sup>青岛海洋大学水产学院 266003)

关键词 铈(III), 卤虫卵, 孵化率, 幼体变态率

稀土元素是钪、钇和原子序数 57~71 的 15 个元素的总称。稀土元素及其化合物广泛地应用于电子技术、原子能工业、玻璃及制陶工业、石油化工、医学、农业及科学研究上。我国是世界上稀土蕴藏量最丰富的国家,目前已探明的储量占世界总量的 80%。我国在世界上首次将稀土用于农业和水产养殖获得成功,并已取得了巨大的经济效益。据张芳捷等报道,近 20 a 来,我国已经在咸、淡水池塘推广使用稀土  $660 \times 10^4$  ha,单产提高 14.41%~18.81%。铈元素是稀土元素中含量最高的元素,占稀土总量的 45%,海洋和海洋生物中都含有一定量的稀土元素。稀土元素在适宜浓度下,对水生生物有促进生长发育,提高同化率的作用,并能够预防疾病和改善生存环境。过高的浓度则会抑制水生生物的生长发育,甚至有毒害作用。由于陆地上应用的稀土最终大部分都会经地表径流进入大海。因此,研究稀土元素对海洋生物的影响,特别是对近岸生物的影响很重要。有关稀土元素对卤虫(*Atemia salina*) 卵的孵化率和幼体变态率的影响,国内外尚未见报道。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料及试剂

实验用卤虫卵为埭口品系。单一稀土元素用氯化亚铈( $CeCl_3 \cdot 7H_2O$ ),由中国有色金属有限公司上海分公司生产。将试剂在烘箱中烘至恒重(105℃, 24 h)。冷却后准确称量氯化亚铈,配成 1 000 mg/L 的铈溶液母液,使用液临用时用母液稀释配制。实验用海水用布鲁杰威兹(Bruje wcz)法配制。

### 1.2 实验方法

1.2.1 铈对卤虫卵孵化率影响实验 在 200 cm<sup>3</sup> 烧杯中加入 100 cm<sup>3</sup> 布氏海水,充气 1 h。然后加入氯化亚铈溶液,调配成 0, 0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 2.1 mg/L 的 9 个梯度浓度,每个浓度设两个平行样。每个烧杯中准确放入 100 粒卤虫卵,每 6 h 观察一次孵化总数,并记录。实验期间,水温控制在  $27 \pm 0.5$  °C。幼虫每天投喂杜氏盐藻(*Dunaliella salina*) 两次。

1.2.2 铈对卤虫的变态率影响实验 在 300 cm<sup>3</sup> 烧杯中加入 200 cm<sup>3</sup> 布氏海水,配成与 1.2.1 相同的 9 个浓度梯度。准确放入 50 只孵出 2 h 的无节幼体(N),每 6 h 观察一次变态成蚤状幼体(Z)的数量。由蚤状幼体变态为成虫的实验方法与上述方法相同。

## 2 结果

### 2.1 铈元素对卤虫卵孵化率的影响

通过实验发现,在 0.1~2.1 mg/L 浓度范围内,铈元素能够明显促进卤虫卵的孵化速度和孵化率(表 1)。实验结果中以 2.1 mg/L 的浓度最为有效,终孵化率提高 21.0%,且在不同时间中统计孵化率与对照组差异极显著( $P < 0.01$ )。浓度为 1.8 mg/L 和 0.3, 0.1 mg/L 的 3 个,铈元素也有较大的促进孵化速度和孵化率的作用,终孵化率比对照组分别提高 12.5%, 11.0% 和 10.5%,有显著性差异( $P < 0.05$ )。提高较

\* 国家自然科学基金资助项目 49790010 号,973 计划资助项目 G1999043707 号。

收稿日期:2000-05-12;修回日期:2001-01-23

**表 1 不同浓度的铈元素对卤虫卵孵化率的影响**

浓度 (mg/L)	孵化率(%)					平均
	18 h	24 h	36 h	42 h	50 h	
0	23	39.5	43.5	45.5	43	39.8
0.1	28.5	39.5	50	51	53.5	44.5
0.3	27.5	45	50.5	52	54	45.8
0.6	31.5	42.5	47.5	51	49.5	44.4
0.9	21.5	36	41.5	48.9	49.5	39.48
1.2	20	43	51.5	52.5	50.5	43.5
1.5	16.5	35.5	40.5	43	45	36.1
1.8	32	43.5	50	54	55.5	47
2.1	37	51.5	62.5	63	64	55.6

小的还有 1.2 和 0.6, 0.9 mg/L 3 个实验组, 比对照组分别提高了 7.5%, 6.5% 和 6.5%, 在统计上无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

### 2.2 铈元素对卤虫从无节幼体至蚤状幼体变态率的影响

在实验过程中, 可以看到铈元素能够很好地保持烧杯中海水的水质。对照组的海水在卤虫蜕皮 4~6 次后, 会因微生物的分解活动而显混浊, 而实验组仍然呈澄清状, 说明铈溶液有抑菌作用。当放入盐藻后, 实验组的卤虫摄食活跃。从表 2 可以发现, 所有实验组的变态率均高于对照组, 且差异显著 ( $P < 0.05$ )。其中 1.8, 0.6 和 0.3 mg/L 3 个实验组差异极显著 ( $P < 0.01$ )。1.8 mg/L 实验组比对照组提高 29.9%, 0.6 mg/L 实验组比对照组提高 24.7%, 0.3 mg/L 实验组比对照组提高 27.6%。这一切实验结果说明, 铈元素能够提高卤虫的蚤状幼体/无节幼体的变态率。

**表 2 不同浓度的铈元素对卤虫由无节幼体转变为蚤状幼体的变态率影响**

浓度(mg/L)	变态率(%)
0	68.33
0.1	90.96
0.3	95.9
0.6	93.04
0.9	80.57
1.2	82.8
1.5	87.88
1.8	98.18

### 2.3 铈元素对卤虫成虫率的影响

卤虫从蚤状幼体转化为成体的过程约经 24 h 即

能完成。在完成此过程前需要经历一次蜕皮。这次蜕皮常常使甲壳类有较低的成活率。在实验过程中, 可以清楚地观察到这个蜕皮过程常有部分个体因蜕皮困难而死亡。稀土元素能够提高该次蜕皮的成功率。本次实验中 0.6 mg/L 实验组成虫率最高, 比对照组提高 21.3%, 差异极显著 ( $P < 0.01$ )。在 1.5, 0.9 和 0.1 mg/L 3 个实验组也分别比对照组提高 16.1%, 15.5% 和 13.7%, 有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。只有 1.2 mg/L 实验

组成虫率较对照组低(表 3)。

**表 3 不同浓度的铈元素对卤虫成虫率的影响**

浓度(mg/L)	变态率(%)
0	47.73
0.1	61.54
0.3	56.57
0.6	69.03
0.9	63.2
1.2	38.0
1.5	63.79
1.8	50.0

## 3 讨论

### 3.1 稀土元素在大洋中的浓度较低, 在海洋表面的浓度为 70 $\mu\text{mol/L}$ , 3 500 m 深处为 290 $\mu\text{mol/L}$ 。其分布与营养盐分布一致。该浓度水平一般不会对海洋生物产生效用。但在近岸水域, 铈元素常可高达 0.234 4 mg/L 的水平, 在本次实验的浓度范围之内。从实验结果看到, 铈元素在该浓度水平上能够促进卤虫的孵化率。这和 Suzuki, Bingle 在海洋鱼类和双壳类及海洋硅藻上所观察到的结果是一致的。稀土元素铈 III 可促进卤虫的发育和变态, 对其成虫率亦有正效用。以前该类研究不多, 仅有幸福言等关于镧对中国对虾 (*Penaeus chinensis*) 卵子和无节幼体变态的影响研究<sup>[1]</sup>。他们发现 0.3~1.8 mg/L 浓度可提高孵化率 33.9%~49.1%, 高于本次实验结果。除了稀土元素的种类不同外, 动物的敏感性也是重要因素。中国对虾的主要生活区域在黄渤海中, 产卵区域主要在海州湾几条河流的入海口处, 而卤虫主要生活在海岸边的晒盐池、池塘等陆地水中, 因而其对稀土的适应浓度范围亦不同。近岸海水中的稀土元素浓度

常比远海的浓度高几倍,所以中国对虾对稀土元素的敏感性高于卤虫。或者它们存在种类之间的差异也未可知,需要进一步的研究探讨。

3.2 稀土元素对卤虫的变态及孵化率的促进作用,可能主要是由于:(1)促进了卤虫卵的细胞分裂: Buccigross 发现镧系元素在适宜的浓度下可提高钙调蛋白的生物活性。钙调蛋白能影响环核苷酸磷酸二酯酶和腺苷环化酶,以及膜结合的  $\text{Ca}^{2+}$ -ATP 酶,磷酸化酶激酶和肌球蛋白轻链激酶的活性。(2)提高了卤虫的蜕皮素水平: 稀土离子在浓度很小时能够激活脊椎动物生长激素系统。在本实验所用的铈元素浓度下,使卤虫蜕皮速度提高,可能与提高卤虫的蜕皮

素水平有关,这需要进一步研究。(3)提高了卤虫的摄食强度: David 发现镧系元素能够激活动物的胰蛋白酶系统,产生 1 000 D 或更小的  $\alpha$  链片断。从本次实验中可以看到 0.6, 1.2, 1.8 和 2.1 mg/L 的实验组卤虫对盐藻的摄食特别活跃,说明其消化酶分泌旺盛,食欲提高,加快了卤虫的生长发育。在鱼类养殖上曾观察到加入稀土后,日本鳗鲡 (*Anguila japonicus*) 的食欲提高,生长加快的现象,可能与本实验的原理是一致的。

#### 参考文献

- 1 幸福言,袁有宪,曲克明。中国稀土学报,1997,15(1): 89~92

(本文编辑:刘珊珊)