

低浓度 Zn 对中国对虾的亚急性致毒效应*

刘发义 梁德海 孙 凤

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

I. 材料和方法

I. 1. 饲养试验

实验用对虾于 1987 年 8 月上旬取自青岛市黄岛对虾养殖场, 平均体长为 6.5cm (范围为 5.3~7.4cm), 平均体重 3.5g。对虾运回经过几天暂养后, 分成 3 组, 每组 50 尾, 分别移入含 Zn 0.1、0.5 和 1.0 mg/L

海洋科学, 1991 年 3 月, 第 2 期

(为加入 Zn 的量) 的海水中, 水族箱为长立方体形, 水体约 0.7m³。在养殖过程中, 每 2d 换含相同浓度 Zn 的新鲜海水 1/3, 每天早晚各投喂人工配合饵料一次。分别于暴露 Zn 后 8, 16 和 27d 取样, 每次取虾 10 尾, 测定其体长和体重, 观察其生长情况。

I. 2. 虾体中 Zn 的测定

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1712 号。

将测量过体长和体重的虾,解剖取出肌肉、壳、肠和肝胰脏,分别称重,湿法消化,用 WFD-Y₂ 型原子吸收分光光度计(北京第二光学仪器厂)测定其中的 Zn。

I. 3. 细胞色素氧化酶的测定

取出上述的肝胰脏,部分用来测定其中的细胞色素氧化酶的活性,方法见文献 [6]。

I. 4. 凝胶层析

取部分肝胰脏,加约 3 倍体积 (V/W) 0.02 mol/L Tris-HCl 缓冲液 (pH8.0),用玻璃匀浆器匀浆,在 TGL-168 型台式高速离心机中 16000r 离心 20 min,上清液用 Sephadex G-75 柱进行层析,方法详见文献 [2]。

II. 结果和讨论

II. 1. 对生长的影响

图 1 是对虾在不同浓度 Zn 的海水中的生长曲线。从图中看出,在 0.1mg/L Zn 的海水中,对虾的体长和体重都有增加;在 0.5mg/L Zn 的海水中,对虾也呈增长趋势,但生长较 0.1mg/L 组慢;在 1mg/L 组,

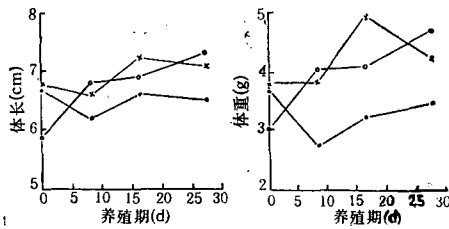


图 1 各组对虾的生长曲线

○—○ 0.1mg/L Zn ×—× 0.5mg/L Zn
●—● 1.0mg/L Zn

对虾则没有生长,甚至有下降的现象。由此看出,在 0.5mg/L Zn 的海水中,对虾的生长可能已受到影响,1mg/L 的 Zn 对生长的影响更大。由于实验虾数量不够,未能设观察生长情况的对照组,即海水中不加 Zn 的组,无法比较对虾在 0.1mg/L Zn 的海水中生长是否也会受到影响。

II. 2. 组织中 Zn 的含量

为了降低浓度 Zn 在对虾体内的蓄积情况,我们于暴露 Zn 8d 和 27d 后,分别测定了肌肉、壳、肠和肝胰脏中 Zn 的含量,结果示于表 1。

从表 1 中数据看出,虽然各组对虾的肌肉、壳、肠和肝胰脏中 Zn 的含量,在 27d 时比 8d 稍有增加,但增加的量都不大,而且对照组相应组织中 Zn 的含量也有增加,增加的量与其它各组差不多。这种增加,一种可能是测量误差或生物个体差异引起的,另一种可能是,对虾从饵料中吸收了少量的 Zn。上述结果说明,在我们的实验条件下,向海水中添 0.1,0.5 和 1.0mg/L 的 Zn 并未引起 Zn 在对虾的肌肉、壳、肠和肝胰脏中明显蓄积。我们在饵料中的 Zn 对中国对虾的影响的研究中,发现即使在饵料中添加 800mg/kg 的 Zn,对虾体内也未发生明显的 Zn 的蓄积现象^[3],可见对虾对海水和饵料中的 Zn 的积累能力都不大。在本实验中,对肝胰脏细胞液组分进行凝胶层析,发现 Zn 在不同分子量的物质库中的分布,各组对虾在不同的暴露时间都没有明显的、规律性的变化,这与 Zn 在各组织,包括肝胰脏中没有发生明显的积累有关。

II. 3. 对细胞色素氧化酶活性的影响

各组对虾在海水中生活不同时间后,其肝胰脏中细胞色素氧化酶的活性如表 2 所示,酶活性单位 U 以 $\log \Delta A_{530nm} = 0.01/\text{min}$ 表示。

从表 2 中看出,对照组的虾,在 27d 的实验期间

表 1 对虾组织中 Zn 的含量 ($\mu\text{g/g}$ 湿重)

组织	暴露于 Zn 的时间 (d)	海水中 Zn 的浓度 (mg/L)			
		对照	0.1	0.5	1.0
肉	8	12.26	13.23	11.57	8.72
	27	631.85	14.70	279.86	11.90
壳	8	20.68	14.96	34.76	100.10
	27	99.39	57.58	35.59	195.80
肠	8	33.85	23.33	24.87	71.87
	27	64.39	87.97	55.63	144.28
肝胰脏	8	95.81	41.72	56.30	72.38
	27	109.63	323.26	115.20	81.39

表 2 肝胰脏中细胞色素氧化酶的活性

暴露于 Zn 的时间 (d)	比活性 (U/mg 蛋白)			
	对照组	0.1mg/L Zn	0.5mg/L Zn	1.0mg/L Zn
8	12.785	14.321	12.022	2.151
16	12.719	12.876	18.580	2.433
27	12.665	14.454	16.428	1.369

内,其肝胰脏细胞色素氧化酶的比活性维持在 12.665~12.785 之间,含 Zn0.1mg/L 组的虾,其肝胰脏中酶活性的变化也不大,在 12.876~14.454 之间波动;在 0.5mg/L 组中,随着暴露于 Zn 的时间的延长,该酶的活性有所升高,到 16d 时比活性比 8d 时以及对照组高出 50% 左右,但到 27d 时,活性又有所下降;而 1mg/L 组的虾,其肝胰脏细胞色素氧化酶的活性则比对照组低 5~9 倍,以上结果说明,海水中 Zn 的浓度为 0.1mg/L 时,对肝胰脏细胞色素氧化酶的活性没有太大的影响;0.5mg/L 的 Zn,对该酶可能有激活作用;而 Zn 浓度达到 1.0mg/L 时,又严重抑制这种酶的活性。Zn 并不是细胞色素氧化酶的组成成分,它是否能激活这种酶,也未见报道;重金属能使酶的活性受到抑制,这种例子很多,但在本实验中,肝胰脏 Zn 的含量在各组中并未发生明显的变化(见表 1),可其中细胞色素氧化酶的活性却受到明显的抑制,其原因尚不清楚。

总结上述实验结果,当海水中的 Zn 达到 1mg/L 时,对虾的生长会受到明显影响,其肝胰脏中细胞色素氧化酶的活性也受到严重的抑制,甚至 Zn 浓度只有 0.5mg/L 时,其生长和酶活性也会受到一定影响。细胞色素氧化酶是呼吸链末端的特征酶,起着传递电子的作用,但是对虾的生长受到影响是否是由于这种酶的作用受到干扰所致,尚难以结论,但是酶活性的降低

似乎可以作为对虾受到 Zn 的影响的一种反应。

目前,我国沿海有的地方海水中 Zn 的含量已经达到或超过 0.5mg/L 的水平,例如南黄海西部有的海域,Zn 的浓度可达 0.9mg/L^[4],另外,我国二类和三类海水水质标准规定 Zn 的最高含量为 1mg/L,饮用水和地面水中 Zn 的最高允许浓度也为 1mg/L,工业废水中 Zn 及锌化合物的最高允许排放浓度为 5.0mg/L^[5]。这些情况说明,养虾海水中 Zn 的浓度有可能达到或超过 0.5mg/L,甚至 1.0mg/L,因此在对虾养殖中要很好地注意监测和控制海水中 Zn 的含量。

参考文献

- [1] 吴彰宽、陈国江,1988。二十三种有害物质对对虾的急性致毒试验。海洋科学 4: 36~40
- [2] 刘发义等,1988。铜在中国对虾体内的积累和致毒效应。海洋与湖沼 19(2): 133~139。
- [3] 梁德海等,1989。饵料中的锌对中国对虾的影响。海洋科学 5: 49~52。
- [4] 刘育民、石亚先,1984。南黄海西部海域污染状况调查。海洋湖沼环境污染学术讨论会论文集,科学出版社,pp. 44~48。
- [5] 周爱和,1983。锌污染。中国大百科全书——环境科学。中国大百科全书出版社,pp. 426。
- [6] Smith, L., 1954. Methods in Enzymology. Uolume LIII, ed. by Fleischer S. and L. Packer, Academic Press, New York, pp. 45-47。