

硝酸稀土在金鱼体内富集作用的初步研究*

胡 泗 才 杨 志 斌

(江 西 大 学)

前文^[1]我们报告了硝酸稀土对几种习见鱼类的急性毒性, 本文将进一步观察金鱼 [*Carassius auratus* L.] 对水环境中的硝酸稀土的富集能力。关于稀土元素在鱼体内富集作用的研究, 国内未见报道, 国外研究也很少, 以往仅见国外资料^[2]提及: 当水中含有可溶性铈化合物时, 铈可累积于鱼类的骨骼中。我国的稀土资源极为丰富, 不仅在工业上广泛使用稀土, 而且正在大力开展稀土农用方面的试验, 将有越来越多的稀土进入农田和水体。因此, 研究稀土元素在鱼体内, 特别是在可食部分的肌肉和内脏内的富集作用, 是非常必要的。

一、材料及方法

1. 实验药物 实验用的硝酸稀土为轻稀土的硝酸盐 $[\text{RE}(\text{NO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$ 由本校化学系提供, 按氧化物计算, 内含 $\text{RE}_2\text{O}_3 41\%$ 。实验时先将硝酸稀土配成 0.5% 及 5% 的母液, 然后按不同浓度的用量加入实验水中。

2. 实验用鱼 实验用金鱼购自南昌市人民政府的当年生鱼种, 平均体长 3.91 厘米 (3.5—4.7 厘米), 平均体重 4.69 克 (3.1—6.5 克)。

3. 实验用水 实验时以地下水作稀释用水, 静置 24 小时后使用, 其溶解氧 7.3 毫克/升, pH6.6。实验液的 pH 为 6.5—6.6。

4. 实验方法 实验分为 3 组。I 组为稀释水对照组; II 组用金鱼的 96 小时 TLm 值^[3]乘 0.01, 即含硝酸稀土 0.36 毫克/升; III 组用金鱼的 96 小时 TLm 值乘 0.1, 即含硝酸稀

土 3.6 毫克/升。实验容器用陶瓷缸, 每缸盛液 50 升, 放金鱼 16 尾, 两缸合为一组。实验自 1981 年 9 月 2 日开始, 历时 9 周。实验时水温 25.5—16.5℃。实验期间每天换液一次, 每缸换液 45 升。(鱼不捞出, 以免损伤。)水中溶解氧保持在 4 毫克/升以上, 以满足实验鱼正常呼吸的需要, 每天换液后每组投喂等量的市售干鱼虫。

实验开始后每周取样一次。每组取鱼 3 尾, 去头、鳍及鳞片后, 反复刮洗, 剖开腹部取出内脏(包括肝、心、肾、性腺及胆囊等)在坩埚中烘干; 鱼的胴体放入坩埚中煮熟, 剥下肌肉(尽量少带骨)放入原坩埚中烘干备用。

稀土的分离与测定过程是: 样品经 600℃ 灼烧 6 小时, 余下白色残渣加入 1:1 HNO_3 及少量 H_2O_2 。加热溶解, 并除尽 H_2O_2 。冷却后将溶液注入 25 毫升容量瓶, 以水稀释至刻度摇匀备用。吸取上述溶液 5.0 毫升, 经 PMBP/苯萃取分离, 0.06N HCl 反萃后, 以 RE-CAS-Phen-CTAB 四元络合物体系 (pH=9.5; CAS 为铬天菁 S, Phen 为邻菲罗啉, CTAB 为溴化十六烷基三甲基铵。)分光光度测定稀土总量。

鉴于实验前及对照组的鱼本身即含有一定的稀土(但稀释用的地下水中未检出稀土), 故计算浓缩因子时采用下式:

$$\text{浓缩因子} = \frac{\text{实验组鱼体中稀土含量}}{\frac{\text{一对照组鱼体中稀土含量}}{\text{实验组水体中稀土含量}}}$$

* 张丰旺讲师代为标本拍照, 特此致谢。

二、实验结果

1. 实验鱼的生存情况 在整个实验过程中,各组鱼的摄食、活动情况都基本正常,但在非洲鲫鱼的预试及本次实验中,含稀土组,特别是 III 组,都发现有少数鱼(非洲鲫鱼:II 组占 6.4%,III 组占 15.6%;金鱼:II 组占 3.2%,III 组占 9.4%。)在实验开始 4—5 周后,单侧或双侧眼球明显膨突,个别的眼球上还出现疣状物。(图 1)而对照组未出现此种现象。

2. 硝酸稀土在金鱼体内的富集作用 实验数据及其计算见表 1。

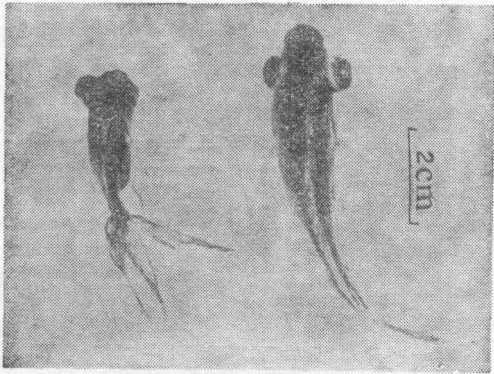


图 1 硝酸稀土对实验鱼眼球的影响
左侧: 非洲鲫鱼, 双眼膨突, 硝酸稀土的浓度为 3.6 毫克/升, 第 35 天取样。
右侧: 金鱼, 左眼膨突, 稀土浓度与取样时间同上。

表 1 硝酸稀土在金鱼体内的富集作用(按 RE_2O_3 计算, 毫克/公斤)*

组 别 富集作用 实验时间 (天)	I 组		II 组		III 组	
	肌肉	内脏	肌 肉	内 脏	肌 肉	内 脏
实验前	0.57	10.5	0.57	10.5	0.57	10.5
7	0.73	13.3	0.89(0.44)	12.1 (—)	1.80(0.30)	15.0(0.50)
14	0.63	11.9	0.90(0.75)	22.0 (28.1)	1.90(0.35)	40.0(7.81)
21	0.61	12.3	1.60(2.75)	20.0 (21.4)	21.00(5.66)	81.0(19.1)
28	0.82	12.9	1.87(2.92)	17.0 (11.4)	9.74(2.48)	213.6(55.8)
35	1.70	12.5	2.20(1.39)	21.8 (25.8)	15.1(3.72)	333.3(89.1)
42	0.71	13.0	1.71(2.77)	21.0 (22.2)	13.1(3.44)	107.1(26.1)
49	0.65	12.1	1.87(3.39)	38.5 (73.3)	11.94(3.14)	114.3(28.4)
56	0.75	12.6	2.00(3.47)	56.8(122.8)	7.36(1.84)	138.0(34.8)
63	0.56	12.7	1.78(3.39)	55.9(120.0)	8.45(2.19)	200.0(52.0)

* 括号内的数字为浓缩因子。

三、讨 论

1. 实验表明, 金鱼对水中硝酸稀土的富集能力是较弱的, 尤其是它的肌肉, 在 0.36 毫克/升及 3.6 毫克/升的浓度下, 历时 9 周, 其浓缩因子的最大值也只有 5.66. 肌肉是鱼类的主要可食部分, 稀土在鱼肉中积累较少无疑是个好的现象. 金鱼内脏对硝酸稀土的富集能力强于肌肉, 而且随着实验天数的增加, 内脏中稀土的含量也逐渐增加. 实验中内脏的浓缩因子最大值达 122.8, 一般都比同时期肌肉的浓缩因子要大数十倍. 鱼的部分内脏

亦可食用. 看来, 稀土污染对鱼类内脏的食用价值影响较大.

2. 文献^[3]指出, 稀土对眼结膜有较强的刺激作用. 鱼类的眼球终日与水接触, 实验中稀土组有少数鱼的眼球会渐渐膨突起来的现象可能与此有关. 其病理机制的进一步探讨可能有一定的意义.

参 考 文 献

[1] 胡泗才等, 环境科学, 1(2), 60(1980).
[2] Я. М. 格鲁什科(钟祥浩译), 工业污水中有毒金属及其无机化合物, 196 页, 科学出版社, 1979 年.
[3] Haley, T. J., J. Pharm. Sci., 54(5), 663(1965).