

度的影响,反萃液浓度高.此法的优点是:既减少了工业污染,又能使 Cr^{6+} 回收循环使用.技术和经济上均可行.整个试验流程见图 8.

参 考 文 献

- [1] 湖北工业建筑设计院编著,电解法处理含铬含氰废水,中国建筑工业出版社,1975年.
- [2] 尹玉英等,环境科学,1,16—20,(1979).
- [3] 上海轻工业研究所编,处理含六价铬废水,上海人民出版社,1976年.

- [4] Proceedings of the International Solvent Extraction Conference, Lyon, Vol. 2, p. 1147, 1185, (1974)
- [5] CEER, 8 (10), 26—28 (1976).
- [6] 袁承业,化学通报,2, 35 (1976).
- [7] 马恩斯,有机化学 1, 65 (1979).
- [8] Burger, L. L., *Progress in Nuclear Energy, Series III*. Vol. II, P. 307, (1958).
- [9] McKay, H. A. C., Healy, T. V., *ibid*, p. 546, (1958)
- [10] Higgins, C. E. *et al.*, *J. Phys. Chem.*, **63**, 113 (1959),
- [11] Burger, L. L. & McClanahan, E. D., EEC, **50**, 153 (1958).

硝酸稀土对鱼类的急性致毒试验*

胡泗才 罗贯一

(江西大学生物系)

硝酸稀土是稀土元素的硝酸盐.所谓稀土元素是钪、钇和镧系元素的总称,共有 17 个元素.除钪以外,其它稀土元素在地壳中的含量都比较高.我国的稀土资源也极为丰富.近十余年来,稀土元素在冶金、玻璃、陶瓷、触媒、发光材料及磁性材料等工业部门得到了广泛的应用,并显示了它的优越性能.稀土元素在农业上的应用也日渐广泛,可用来制作细菌肥料、杀菌防腐剂、植物助长剂和稀土微肥等.实验证明,硝酸稀土对水稻、棉花、油菜、大豆等作物都有一定的增产效果.

稀土元素虽已广泛应用,但它对人、畜及其他生物的影响还需深入研究.目前国内外关于稀土元素对人、鼠毒性的研究较多^[1],而对鱼类的毒性则研究较少. Doudoroff 等^[2]曾报导过铈的氯化物对鱼类的一天致死浓度,而使用较广的硝酸稀土对常见鱼类的毒性尚未见到报导.考虑到随着稀土元素的开采、提炼和使用的不断增多,排入水体的稀土元素也会越来越多,它对鱼等水生生物毒性的研究工作就显得更加迫切.为此,我们进行了这

次试验.

一、材料和方法

1. 试验药物 试验用的硝酸稀土 $[\text{RE}(\text{NO}_3)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$ 由本校化学系提供.按氧化物计算,内含 RExOy 41%. 试验时先将硝酸稀土用蒸馏水配成 1% 和 5% 的母液,然后按不同浓度的用量加入试验水中.

2. 试验鱼类 除泥鳅由市场购买外,其它均取自江西省水产科学研究所和南昌市人民公园饲养的当年鱼种.其品种及规格见

表 1 试验鱼的品种及规格

名称	学 名	平均体长 (厘米)	平均体重 (克)
白鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	3.45 (2.8—4.1)	0.74 (0.5—1.1)
草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	6.49 (5.7—7.3)	5.50 (3.4—7.4)
金鱼	<i>Carassius auratus</i>	2.36 (2.2—2.7)	1.13 (0.9—1.3)
泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	6.10 (5.1—7.5)	2.30 (1.2—3.5)

* 在试验中得到了薛士良、杨志斌两位老师的热情指导与帮助.

表 1.

3. 试验用水 试验用地下水, 放入瓷桶内静置 12 小时后使用. 其溶解氧 7.4 毫克/升, pH 6.5. 试验液的 pH 为: 白鲢 6.3—6.5; 草鱼和金鱼 6.2—6.3; 泥鳅 6.0—6.2.

4. 试验方法 试验鱼先在室内驯养一周, 每天投喂少量精料. 正式试验前先做探索性试验, 找出试验药液的浓度范围. 正式试验时按等比间距配制 5—7 个浓度, 同时设立空白对照组. 白鲢、金鱼、泥鳅用小号玻缸, 盛液 3.5 升, 每缸为一组, 放鱼 10 尾; 草鱼用大号玻缸, 盛液 5 升, 每缸放鱼 5 尾, 两

缸为一组, 共放鱼 10 尾. 试验时水温 27—30℃. 试验期间每隔 24 小时换配新鲜药液一次. 观察试验鱼中毒的表现, 记录 24、48、72、96 小时试验鱼的死亡情况. 然后将所得数据按改进寇氏法^[3] 计算中间忍受限度 (TLm), 并用 Turubell 氏公式

$$\frac{48 \text{ 小时 TLm} \times 0.3}{(24 \text{ 小时 TLm} / 48 \text{ 小时 TLm})^2}$$

和 96 小时 TLm $\times$ 0.1 两种经验式推算出安全浓度.

二、结果

1. 试验观察所得数据见表 2, 计算结果

表 2 硝酸稀土对几种鱼急性致死试验的结果

试验鱼名称	药物浓度 (毫克/升)	试验鱼尾数	试 验 鱼 存 活 数 (尾)			
			24 小时	48 小时	72 小时	96 小时
白 鲢	20.0	10	0	0	0	0
	15.8	10	3	0	0	0
	12.5	10	8	7	3	2
	10.0	10	9	7	5	4
	7.9	10	9	9	8	5
	6.3	10	10	10	10	10
	5.0	10	10	10	10	10
	0	10	10	10	10	10
草 鱼	45.0	10	0	0	0	0
	37.5	10	3	3	2	2
	31.2	10	7	6	6	6
	26.0	10	9	8	8	8
	21.7	10	10	10	10	10
	0	10	10	10	10	10
金 鱼	60.0	10	0	0	0	0
	50.0	10	1	0	0	0
	41.7	10	5	2	2	2
	34.8	10	6	5	5	5
	28.3	10	10	10	10	10
	0	10	10	10	10	10
泥 鳅	100	10	0	0	0	0
	87	10	1	0	0	0
	75	10	6	1	1	1
	65	10	6	6	6	6
	56	10	9	9	9	9
	49	10	9	9	9	9
	42	10	10	10	10	10
	0	10	10	10	10	10

表 3 硝酸稀土对几种鱼的中间忍受限度及安全浓度

试验鱼名称	中间忍受限度(毫克/升)				安全浓度(毫克/升)	
	24 小时	48 小时	72 小时	96 小时	96 小时 $TL_m \times 0.1$	$\frac{48 \text{ 小时 } TL_m \times 0.3}{24 \text{ 小时 } TL_m / 48 \text{ 小时 } TL_m^2}$
白鲢	14.00	12.24	10.47	9.37	0.937	2.805
草鱼	33.61	32.41	31.82	31.82	3.182	9.041
金鱼	39.45	36.00	36.00	36.00	3.600	8.993
泥鳅	71.50	65.75	65.75	65.75	6.575	16.702

见表 3。

以上结果表明,白鲢对硝酸稀土最为敏感,其后依次为草鱼、金鱼、及泥鳅。也就是说,泥鳅耐药性最强,而白鲢耐药性最弱。

2. 中毒反应观察 试验鱼中毒后,先是活动减少,继而浮于水面,最后失去平衡,沉于缸底而死。在试验过程中,鱼体表面附有白色粘液,并有白色渣状物沉于水底。而且稀土的浓度越大,附于鱼体的粘液和水底的沉淀物也越多。试验鱼中毒死亡,大多数发生在 24 小时内,此后尽管每昼夜换配新鲜药液一次,死亡仍然较少。死亡的鱼经解剖观察,可见其鳃部附有大量粘液。

三、讨论

1. 试验证明,硝酸稀土对鱼类的急性毒性不是很高。就目前水稻每亩一次施用 100 克的情况来看,施用硝酸稀土一般不致于引起稻田及其周围水域鱼类的急性中毒死亡。但是,稀土在鱼体内部的蓄积问题值得注意。Haley 氏曾经指出^[1],对于鼠类,皮下或肌肉注射稀土的毒性是口服给药的 10 倍,而静脉注射稀土的毒性则是口服给药的 100 倍。工业卫生方面的研究还表明^[2],稀土以什么样的方式进入体内,决定着稀土在内脏及组织中的集中程度:人口服稀土后大部分能从大便中排出;从皮肤伤口进入皮下的稀土则很难排出体外;从肺中吸入的稀土有一部分残

留在肺内,并缓慢地向骨、肝、脾等处移动。鱼类全身浸泡在水中,稀土进入体内的途径是:①由消化道摄入;②从呼吸器官鳃中进入;③还可能直接从皮肤中进入(特别是当皮肤破损时)。可见,比起陆生动物来,稀土更易进入鱼体内部。故稀土在鱼体内部的蓄积作用值得进一步探讨。

2. 试验用的硝酸稀土溶液呈弱酸性,若用 NaOH 等碱性物质调节其 pH 至中性,则会缓慢地产生沉淀,影响药效。故试验中试液的 pH 皆未调整。试验鱼的中毒死亡是否因试液偏酸而引起?试验中使用的硝酸稀土的最大浓度是 100ppm(耐药性最强的泥鳅在此浓度中 24 小时内全部死亡),经用酸度计测量,此时溶液的 pH 为 6.0。和稀释水(pH6.5)比较,仅低 0.5。可见,由于试验中使用的硝酸稀土浓度较低,故其 pH 波动范围尚小。另外,我们还做了一个对照试验,用纯硝酸配成 pH 5.7 的酸性溶液,分别放入草鱼、泥鳅各 10 尾,结果 24 小时后试验鱼全部存活。这也证明,引起试验鱼中毒死亡的原因不是试液的弱酸性。

参 考 文 献

- [1] 新金属工业(日), 6, 127—137 (1974).
- [2] R. M. 格鲁什科(钟祥浩译),工业污水中的有毒金属及其无机化合物,第 196 页,科学出版社,1979年.
- [3] 张昌绍等,药理学,第一卷,总论,第 392—393 页,人民卫生出版社,1965 年.