

铜和汞对蝌蚪联合毒性的影响

杨再福

(华东师范大学生物学系, 上海 200062)

摘要: 研究了铜和汞共存对泽蛙蝌蚪的联合毒性。Cu²⁺对泽蛙蝌蚪的 24 h、48 h、96 h 的半致死浓度分别为 0. 201、0. 138 和 0. 118 mg · L⁻¹, Hg²⁺对泽蛙蝌蚪的 24 h、48 h、96 h 的 *LC*₅₀ 分别为 0. 135、0. 112 和 0. 103 mg · L⁻¹。Cu²⁺和 Hg²⁺共存对蝌蚪联合毒性的 24 h、48 h 和 96 h 的相加指数 *AI* 分别为 0. 082、0. 166 和 0. 322, 皆大于零, 表现为协同作用。

关键词: 铜; 汞; 蝌蚪; 联合毒性

中图分类号: X503. 223 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267 (2001) 05 – 0370 – 02

Joint – Toxicity of Copper and Hydrargyrum on Tadpole

YANG Zai-fu

(Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062 China)

Abstract: Joint – toxicity of copper and hydrargyrum on tadpole was studied in the present investigation. It was demonstrated that *LC*₅₀ of Cu²⁺ on tadpole were 0. 201, 0. 138 and 0. 118 mg · L⁻¹ for 24 h, 48 h and 96 h, while that of Hg²⁺ were 0. 135, 0. 112 and 0. 103 mg · L⁻¹ for 24 h, 48 h and 96 h, respectively. According to the additive index method of Marking, it has been found that the additive index (*AI*) were 0. 082, 0. 166 and 0. 322 in 24 h, 48 h and 96 h respectively, revealing that there is a clear synergism action.

Keywords: copper; hydrargyrum; tadpole; joint toxicity

硫酸铜多年来在水产养殖的疾病防治中经常使用: 在鱼类养殖中使用 0. 7 mg · L⁻¹ 的浓度全池遍洒用于防治车轮虫、口丝虫等原生动动物病, 并可杀死口吸虫、甲壳类等。或用 8 mg · L⁻¹ 药浴 20—30 min, 防治鱼类烂鳃病、赤皮病和原虫类等疾病。蛙类养殖中常用 0. 7 mg · L⁻¹ 防治蝌蚪的体外寄生虫病等^[1-4], 硫酸铜直接进入水环境作为一种杀虫剂在水产养殖中使用多年, 但对两栖类蝌蚪的影响未见报道。每年都有大量 Hg 通过“三废”排放到环境之中^[5]。但铜和汞对两栖类的联合毒性研究未见报道, 本文采用泽蛙为实验对象, 以生产实践中常见的污染浓度为参考, 研究了不同浓度的铜和汞对泽蛙蝌蚪的联合毒性, 为有关部门在制定水质标准和处理污染事故时提供科学的依据。

1 材料与方法

1. 1 材料

泽蛙蝌蚪取自同一母体的受精卵孵出的蝌蚪, 孵

收稿日期: 2000 – 10 – 29

基金项目: 铁道部科技基金资助项目 (J98Z34)

作者简介: 杨再福 (1969—), 男, 华东师范大学生物系在读博士, 研究方向为特种水产养殖与环境生态。

化出膜养 5 d 后开始实验, 实验用水为曝气 3 d 以上的自来水, pH 为 6. 5, 硬度为 7. 5 德国度, 温度为 (23 ± 1) °C, 溶解氧大于 5. 0 mg · L⁻¹。

硫酸铜 (CuSO₄) 为分析纯, 配制成 Cu²⁺ 溶液, 用分析纯的氯化汞 (HgCl₂) 配制 Hg²⁺ 溶液, 实验中的浓度均采用 Cu²⁺ 和 Hg²⁺ 含量为浓度标准。

1. 2 方法

预备实验: 选定几个浓度范围进行实验, 观察 24 h 及 48 h 的蝌蚪反应, 找出实验的正确浓度范围。

正式实验: 实验在盛水 4 L 的缸中进行, 设含铜 (Cu²⁺) 浓度为 0、0. 051、0. 071、0. 100、0. 140、0. 196、0. 272、0. 381 mg · L⁻¹ 8 个处理组。含汞 (Hg²⁺) 0、0. 06、0. 09、0. 10、0. 15、0. 22、0. 29 mg · L⁻¹ 7 个处理组, Cu²⁺ 和 Hg²⁺ 共存对蝌蚪联合毒性实验浓度范围是在实践和预备实验的基础上制定的。每缸放入蝌蚪 12 只, 采用静止实验法。前 8 h 连续观察, 及时清出死亡个体, 接着在 24 h、48 h 和 96 h 观察并记录, 用直线内插法求出半致死浓度。

联合毒性评价方法: 联合毒性采用 Marking 的相加指数法, 分别求出 Cu²⁺ 和 Hg²⁺ 及二者混合物对蝌蚪的 *LC*₅₀ 值, 根据公式 $S = (Am / Ai) + (Bm / Bi)$, *S*

为混合毒物生物活性, A、B 为实验毒物, i 及 m 分别为单一毒物 LC_{50} 值及混合毒物 LC_{50} 值。当 $S \leq 1$ 时, $AI = (1/S) - 1$; 当 $S \geq 1$ 时, $AI = S(-1) + 1$ 。用 AI 判断联合毒性, $AI > 0$ 时为协同作用, $AI < 0$ 时为拮抗作用, $AI = 0$ 时为相加作用。

2 结果与讨论

以泽蛙蝌蚪为实验动物,以直线内插法求出不同时间的半致死浓度,铜(Cu^{2+})对蝌蚪毒性实验结果见表 1, 汞(Hg^{2+}) 对蝌蚪毒性实验结果见表 2, Cu^{2+} 和

表 1 Cu^{2+} 对蝌蚪的毒性实验结果

Table 1 Toxicity of Cu^{2+} on tadpole by the test

实验浓度 /mg · L ⁻¹	实验蝌蚪死亡数/只			半致死浓度/mg · L ⁻¹
	24 h	48 h	96 h	
0	0	0	0	
0.051	0	0	0	
0.071	0	1	1	24 h LC_{50} = 0. 201
0.100	1	2	3	48 h LC_{50} = 0. 138
0.140	3	6	8	96 h LC_{50} = 0. 118
0.196	5	10	12	
0.272	8	12	—	
0.381	12	—		

表 2 Hg^{2+} 对蝌蚪的毒性实验结果

Table 2 Toxicity of Hg^{2+} on tadpole by the test

实验浓度 /mg · L ⁻¹	实验死亡数/只			半致死浓度/mg · L ⁻¹
	24 h	48 h	96 h	
0	0	0	0	
0.06	0	0	0	
0.09	1	2	4	24 h LC_{50} = 0. 135
0.10	2	4	6	48 h LC_{50} = 0. 112
0.15	7	12	—	96 h LC_{50} = 0. 103
0.22	12	—		
0.29	12	—		

Hg^{2+} 共存对蝌蚪的联合毒性见表 3。 Cu^{2+} 和 Hg^{2+} 共存对蝌蚪联合毒性的 24 h、48 h 和 96 h 的相加指数见表 4。结果表明, Cu^{2+} 和 Hg^{2+} 共存对蝌蚪 24 h、48 h、96 h 的联合毒性均为协同作用, 这表明 Cu^{2+} 和 Hg^{2+} 的存在使它们的毒性增强, 这对于环境保护工作提出了更高的要求, 在环境保护中不能只考虑单一因子的影响, 主要应根据许多因素的共同作用, 制定出更为科学的标准。

在鱼类养殖中使用 0.7 mg · L⁻¹ 的硫酸铜 (含

表 3 Cu^{2+} 和 Hg^{2+} 共存对蝌蚪毒性实验结果

Table 3 Results of toxicity of the both heavy metals on tadpole

浓度/mg · L ⁻¹	蝌蚪死亡数/只			半致死浓度/mg · L ⁻¹	
	Cu^{2+}	Hg^{2+}	24 h	48 h	96 h
0	0	0	0	0	0
0.025	0.003 7	0	0	0	0
0.038	0.007 4	0	0	0	1
0.051	0.014 8	0	2	4	4
0.076	0.022 1	3	5	9	9
0.102	0.036 9	5	8	11	
0.152	0.059 0	8	11	12	
0.305	0.088 6	12	—		

表 4 Cu^{2+} 和 Hg^{2+} 共存对蝌蚪的联合毒性

Table 4 Joint - toxicity of Cu^{2+} and Hg^{2+} on tadpole

时间/h	Cu^{2+} / Hg^{2+} 联合 LC_{50}	相加指数 AI	结果
24 h	0. 124/0. 041 5	0.082	协同作用
48 h	0.086/0.026 3	0.166	协同作用
96 h	0.070/0.016 8	0.322	协同作用

Cu^{2+} 为 0.178 mg · L⁻¹)全池遍洒来防治车轮虫、口丝虫等原动物病, 其浓度超出了蝌蚪 48 h 的 LC_{50} 值 0.138 mg · L⁻¹, 对蝌蚪具有较大的危害, 如铜与汞共存的条件下对蝌蚪则具有更大的毒性。在环境保护中可在蛙类的繁殖期间不使用硫酸铜进行常规的鱼病防治, 同时在鱼病防治中有待于开发其它的低毒性药物, 以降低对蛙类的危害。

参考文献:

[1]易 秀. 铜对生物有机体的联合毒性及抗性机理[J]. 农业环境保护, 1997, **16**(4):187 - 189.

[2] 黄玉瑶,赵忠宪. 铜离子对鳊鲴仔鱼的急性毒性[J]. 中国环境科学, 1992, **12**(4):255 - 266.

[3]郑曙明. 养鱼全书[M]. 成都:四川科技出版社, 1997. 363 - 364.

[4]吴高升. 牛蛙 棘胸蛙 青蛙 虎纹蛙养殖技术 100 问[M]. 杭州:浙江科学技术出版社, 1997. 57 - 59.

[5]于常荣,等. 松花江鱼类汞污染现状研究[J]. 环境科学, 1994, **15**(4):35 - 38.

[6]修瑞琴,等. 氟与硒对鱼类联合毒性的研究[J]. 中国环境科学, 1995, **15**(5):348 - 350.

[7]陈家长,等. 铅和铬对鱼类联合毒性研究[J]. 浙江水产学院学报, 1998, **17**(3):169 - 173.

[8]Marking L L. ASTM STP 634. 1977, 634: 99.

[9] Klaverkamp J F, et al. Arch Enriron Contam Toxicol, 1983, 12: 415.