

# 几种药物和重金属对异育银鲫仔鱼 急性中毒的影响

宋天复

(上海水产大学水产养殖系, 200090)

**提 要** 采用静水生物试验法测定了孔雀石绿、呋喃唑酮、硫酸铜硫酸亚铁合剂、食盐、亚甲基蓝和汞(Hg)、镉(Cd)、铜(Cu)、锌(Zn)对异育银鲫仔鱼的急性中毒。结果表明,4种鱼用药物(亚甲基蓝除外)的安全浓度各为0.012、32.9、0.68、870ppm, Hg、Cd、Cu、Zn的安全浓度各为0.0006、0.0113、0.027、0.095ppm。

**关键词** 急性中毒影响, 异育银鲫, 仔鱼

室内进行高密度培育异育银鲫仔鱼时,往往需要用药物进行消毒、防病治病,但选择何种药物与适宜浓度尚无确切记述。仔鱼阶段是鱼类一生中最敏感的阶段之一。用仔鱼进行毒性试验,可能更为灵敏。因此,作者于1992年6月间,用5种鱼用药物和4种重金属对异育银鲫仔鱼进行了急性中毒研究,求得使用的安全浓度。这将对仔鱼的防病治病和水质管理等方面有所助益。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验用鱼

试验用鱼取自上海浦东新区孙桥养殖场人工繁殖的异育银鲫仔鱼,在室内用人工开口饲料饲养1星期,选择平均体长7.80mm、平均体重3.07mg的健康无病的仔鱼。

### 1.2 药物

试验用药见表1,先配成母液,再按需稀释。试验用水为曝气4天以上的自来水。

### 1.3 试验条件

急性中毒试验采用静水法,在1000ml烧杯中盛不同浓度的试验溶液1000ml,放入20尾仔鱼,设2重复组,另设1一对照组。当时水温范围18~21°C,溶氧在5ppm以上,pH6.7左右。每24h投喂1次人工开口饲料。

### 1.4 试验方法

根据有关资料<sup>[1,5,6,8]</sup>,选择适当浓度进行预试验,观察仔鱼的反应,以确定试验用浓度。浓度共分6个等对数间距进行全量试验,各种药物浓度见表2。试验开始前8小时作连续观察,然后按8、12、24、48、72、96h观察仔鱼的反应,并记录仔鱼死亡数。

表1 试验用药的规格和生产厂

Table 1 Grades and manufacturers of test chemicals

药 物	规 格	生 产 厂
硫酸铜	分析纯	上海试剂一厂
硫酸亚铁	化学纯	江苏宜兴化学试剂厂
呋喃唑酮	医 用	安徽阜阳制药厂
食 盐	食 用	中国盐业总公司上海市公司
孔雀石绿	生物染色剂	上海穆本模型厂
亚甲基蓝	生物染色剂	上海试剂三厂
氯化汞	化学纯	上海化学试剂总厂
氯化镉	分析纯	上海亭新化工厂
硫酸锌	分析纯	上海金山化工厂

表2 试验用药浓度(ppm)

Table 2 Levels of test chemicals and heavy metals (ppm)

药 物	1	2	3	4	5	6
呋喃唑酮	50	79	126	199	316	500
孔雀石绿	0.040	0.063	0.100	0.159	0.251	0.400
亚甲基蓝	0.500	0.790	1.260	1.990	3.160	5.000
食 盐	1500	2400	3800	6000	9500	15000
硫酸铜硫酸亚铁合剂	1.000	1.580	2.510	3.980	6.310	10.000
Hg	0.050	0.080	0.130	0.200	0.320	0.500
Cu	0.500	0.800	1.260	2.000	3.160	5.000
Zn	2.000	3.160	5.000	8.000	12.600	20.000
Cd	1.000	1.580	2.510	3.980	6.310	10.000

## 1.5 毒性评估

根据2重复组试验仔鱼的中毒症状、死亡和存活情况以及死亡时间,取其平均值,算出相应的死亡率和存活率。用直线内插法在半对数坐标纸上求值 $LC_{50}^{(2)}$ ,用96h  $LC_{50} \times 0.1$ 求出安全浓度<sup>[1]</sup>。重金属对仔鱼的 $LC_{50}$ 是将死亡率换算成概率单位与相应的浓度对数回归<sup>[3]</sup>,应用统计学方法<sup>[2]</sup>和计算机应用技术,编成BASIO程序在IBM-PC机上计算得回归方程、 $LC_{50}$ 、 $LC_{50}$ 的95%可信限。Cu、Zn安全浓度用96h  $LC_{50} \times 0.01$ 求得。Hg、Cd安全浓度用96h  $LC_{50} \times 0.005$ 求得<sup>[7]</sup>。

## 2 结 果

对照组仔鱼96h内未见异常反应,存活率达100%。5种鱼用药物和4种重金属对异育银鲫仔鱼的急性中毒结果见表3~4与图1~4。

从图表中可以看出其作用趋势是,随着浓度的增加和时间的延长,仔鱼的死亡率亦逐渐增大,而各种药物的中毒作用结果又有所不同。

表 3 5 种鱼用药物和 4 种重金属对异育银鲫仔鱼的急性中毒试验  
Table 3 Experimental results of acute toxicity of test chemicals  
and heavy metals to larva of crucian carp

	浓度 (ppm)	开始死亡 时间 (h)	最 高 死亡率 (%)	死亡时间 (h)	LC50(ppm)				安全浓度 (ppm)
					24h	48h	72h	96h	
呋喃唑酮	126	96	5	96	—	—	—	329	32.9
	500	72	75	96					
孔雀石绿	0.10	24	25	96	0.30	0.18	0.14	0.12	0.012
	0.40	12	100	24					
亚甲基蓝	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.00	—	—	—	—	—	—	—	—
食 盐	6000	—	—	—	10900	10600	10100	8700	870
	15000	0.5	100	1					
硫酸铜硫酸亚铁合剂	3.98	8	27.5	96	8.32	7.50	7.17	6.76	0.68
	10.00	3	92.5	96					
Hg	0.08	24	22.5	96	0.254	0.156	0.128	0.116	0.0006
	0.50	2.5	100	72					
Cu	2.00	8	30	96	3.499	3.003	2.706	2.691	0.027
	5.00	3.5	100	72					
Zn	8.00	12	27.5	96	21.601	12.446	10.405	9.488	0.095
	20.00	5	95	72					
Cd	2.51	8	57.5	96	5.037	4.334	3.423	2.254	0.0113
	10.00	2.5	100	48					

注: 5ppm 亚甲基蓝 96h 仍未见死亡, 故未求得安全浓度。

表 4 Hg, Cu, Zn, Cd 对异育银鲫仔鱼的急性中毒试验结果的回归方程和 95% 可信限  
Fig. 4 The regression equation and 95% confidence for experimental results  
of acute toxicity of Hg, Cu, Zn, and Cd to larva of crucian carp

重金属	试验时间	概率单位—浓度 (ppm)	n	相关系数 (R)	LC50 (ppm)	LC50的95%可信限 (ppm)
	(h)	对数回归方程				
Hg	24	$y=3.587x+7.134$	5	0.965	0.254	0.180—0.358
	48	$y=3.882x+8.136$	6	0.989	0.156	0.132—0.183
	72	$y=3.991x+8.561$	5	0.974	0.128	0.097—0.170
	96	$y=3.073x+7.880$	4	0.971	0.116	0.077—0.173
Cu	24	$y=4.955x+2.305$	3	0.905	3.499	3.444—3.554
	48	$y=3.654x+3.255$	5	0.968	3.003	2.082—4.331
	72	$y=3.896x+3.315$	4	0.994	2.706	2.121—3.452
	96	$y=3.522x+3.486$	4	0.971	2.691	1.558—4.647
Zn	24	$y=2.660x+1.450$	4	0.990	21.601	14.602—31.954
	48	$y=3.709x+0.939$	5	0.985	12.446	9.630—16.085
	72	$y=4.346x+0.579$	5	0.971	10.405	7.548—14.344
	96	$y=3.955x+1.135$	5	0.957	9.488	6.526—13.794
Cd	24	$y=3.546x+2.510$	4	0.961	5.037	3.208—7.908
	48	$y=3.787x+2.588$	3	0.992	4.334	2.304—8.152
	72	$y=3.897x+2.918$	3	0.999	3.423	3.361—3.486
	96	$y=3.739x+3.681$	5	0.981	2.254	1.776—2.860

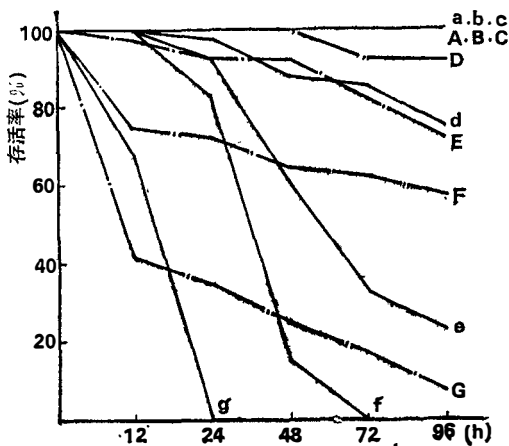


图1 不同浓度的孔雀石绿(a~g)和硫酸铜硫酸亚铁合剂(A~G) 试验溶液对异育银鲫仔鱼存活率的影响(A, a为对照组; b~g与B~G分别为0.04, 0.063, 0.100, 0.159, 0.251, 0.400与1.00, 1.58, 2.51, 3.98, 6.31和10.00ppm)

Fig. 1 Effect of different levels of malachite green (a-g) and mixture of copper sulphate and ferrous sulphate (ratio 5:2) (A-G) solutions on survival rates in larva of crucian carp (A, a: control; b-g and B-G: 0.04, 0.063, 0.100, 0.159, 0.251, 0.400, and 1.00, 1.58, 2.51, 3.98, 6.31 and 10.00 ppm, respectively)

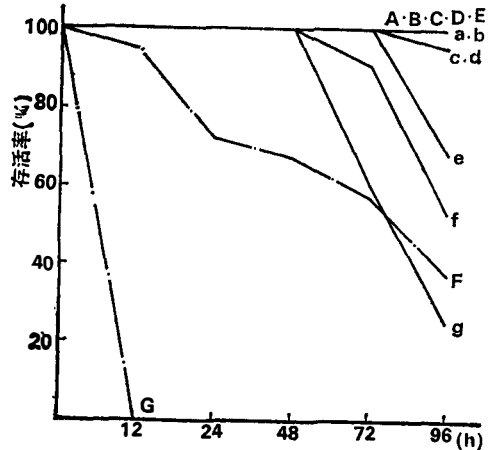


图2 不同浓度的呋喃唑酮(a~g)和食盐(A~G) 试验溶液对异育银鲫仔鱼存活率的影响(A, a为对照组; b~g与B~G分别为50, 79, 126, 199, 316, 500和1500, 2400, 3800, 6000, 9500, 15000ppm)

Fig. 2 Effect of different levels of furazolidone (a-g) and common salt (A-G) solutions on survival rates of larvae of crucian carp (A, a: control; b-g and B-G: 50, 79, 126, 199, 316, 500 and 1500, 2400, 3800, 6000, 9500 and 15000 ppm, respectively)

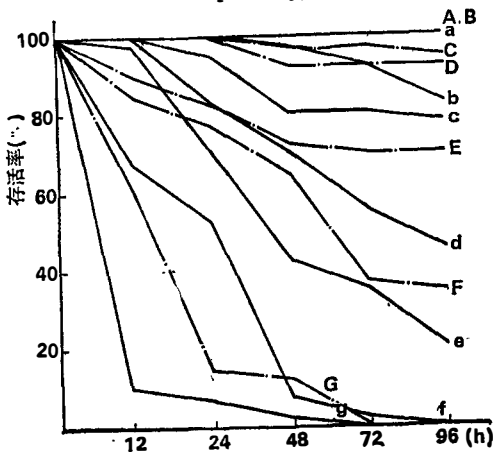


图3 不同浓度的Hg(a~g)和Cu(A~G)试验溶液对异育银鲫仔鱼存活率的影响(A, a为对照组; b~g和B~G分别为0.05, 0.08, 0.13, 0.20, 0.32, 0.50与0.50, 0.80, 1.26, 2.00, 3.16, 5.00ppm)

Fig.3 Effect of different levels of Hg (a-g) and Cu (A-G) solutions on survival rates of larva of crucian carp (A, a: control; b-g and B-G: 0.05, 0.08, 0.13, 0.20, 0.32, 0.50 and 0.50, 0.80, 1.26, 2.00, 3.16 and 5.00 ppm, respectively)

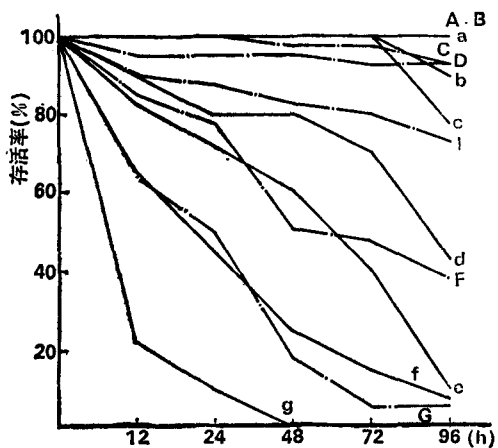


图4 不同浓度的Cd(a~g)和Zn(A~G)试验溶液对异育银鲫仔鱼存活率的影响(A, a为对照组; b~g和B~G分别为1.00, 1.58, 2.51, 3.98, 6.31, 10.00与2.00, 3.16, 5.00, 8.00, 12.60, 20.00ppm)

Fig. 4 Effect of different levels of Cd (a-g) and Zn (A-G) solutions on survival rates of larva of crucian carp (A, a: control; b-g and B-G: 1.00, 1.58, 2.51, 3.98, 6.31, 10.00 and 2.00, 3.16, 5.00, 8.00, 12.60, 20.00 ppm, respectively)

### 3 讨 论

#### 3.1 5种鱼用药物的毒性

按药物安全浓度的大小, 其毒性顺序为孔雀石绿>硫酸铜硫酸亚铁合剂>呋喃唑酮>食盐(见表3)。用亚甲基蓝试验则未见仔鱼死亡。这与有关报道的结论很相似, 但其安全浓度又不同于其他鱼类<sup>[5,7]</sup>。

孔雀石绿的毒性最强, 安全浓度很低, 比常用遍洒量(0.15~0.20ppm)低10倍左右。孔雀石绿会严重妨碍肠道中酶(胰蛋白酶、 $\alpha$ -淀粉酶)的活性<sup>[6]</sup>, 有致癌作用<sup>[1]</sup>, 宜慎用, 甚至不用。硫酸铜硫酸亚铁合剂安全浓度接近常用遍洒量, 按用药要点可以使用。呋喃唑酮安全浓度较高, 比一般遍洒浓度(0.025~0.050ppm)高几百倍, 所以在生产常用剂量范围内可以安全使用。食盐的安全浓度更高, 用作遍洒消毒不太经济, 常用于鱼体浸洗消毒, 可治疗水霉病<sup>[1]</sup>等。亚甲基蓝的使用也十分安全, 可按常用量使用。

#### 3.2 4种重金属的毒性

按其安全浓度大小排列, 毒性顺序为 Hg>Cd>Cu>Zn (表3), 与蓝伟光等(1991)对真鲷仔鱼的结果有所不同。

表5 4种重金属的安全浓度比较

Table 5 Comparison of safe concentrations of 4 heavy metals

	Hg (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
异育银鲫仔鱼 (7.8mm)	0.0006	0.0113	0.0270	0.0950
真鲷仔鱼 (5.0~7.0mm)	0.0004	0.0270	0.0070	0.0440
国家渔业水质标准	0.0005	0.0050	0.0100	0.1000

从表3和表5可知, Hg的毒性最强, 与一般文献中所述一致<sup>[7,8]</sup>。作为常用鱼药之一的硝酸亚汞, 使用浓度达0.1~0.2ppm, 宜慎用。Cd的毒性次之, 从试验中见到, 当试验鱼出现明显中毒症状后, 并不立即死亡, 可以持续数日不死。与Cu相比, Cd的24h LC<sub>50</sub>>Cu的24h LC<sub>50</sub>。但96h LC<sub>50</sub>值, 则Cd<Cu。这表明, Cd的毒性强于Cu, 但毒性进程较迟缓。从图3和图4中可以看到, 低浓度时仔鱼的死亡率很低, 随着试液浓度的提高, 仔鱼的死亡率迅速增大。这可否认为Cu和Zn对异育银鲫仔鱼的毒性也具有一个生态幅度<sup>[8]</sup>。

从表5上可见, 异育银鲫仔鱼对4种重金属的抗毒力强于真鲷仔鱼, 而对Cd的耐力则恰相反。真鲷仔鱼对Cu特别敏感, 其安全浓度比异育银鲫仔鱼低3倍多。总的来看, 这2种鱼对4种重金属的安全浓度均接近于国家渔业水质标准, 其中真鲷的Cu和Hg的安全浓度, 真鲷和异育银鲫仔鱼的Zn的安全浓度, 均低于国家渔业水质标准。在修订水质标准时应加以考虑。

本试验仅以单一药物或重金属进行, 只考虑单一的毒性效应。在生产实际中, 水体中往往存在着多种污染因子, 在防病治病用药中可能会出现估计不到的综合效应(拮抗或协同), 因此

有必要对各种因子的综合毒性效应作进一步的研究。

参加本工作的还有赵强,梅有利,特此致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 陈月英等,1992.淡水鲢对九种常用鱼药物的敏感性试验.水产养殖,(1):19—22.
- [2] 范福仁,1966.生物统计学,235.江苏人民出版社(宁).
- [3] 杨纪珂等,1983.应用生物统计,308—310.科学出版社(京).
- [4] 俞豪祥,1989.鲫鱼养殖,1—10.上海科学技术出版社.
- [5] 高莉霞等,1990.鳊鱼苗对六种鱼药的敏感性试验.淡水渔业,(4):18—20.
- [6] 黄琪琰等,1987.鱼病学,39—48.上海科学技术出版社.
- [7] 湛江水产专科学校主编,1989.淡水养殖水化学,141—144.农业出版社(京).
- [8] 蓝伟光、陈宽,1991.Hg、Cu、Cd、Zn对真鲷仔鱼的急性毒性研究.海洋科学,(5):56—59.

## ACUTE TOXIC EFFECT OF SEVERAL CHEMICALS AND HEAVY METALS ON LARVA OF CRUCIAN CARP

Song Tian-fu

(Department of Aquaculture, SFU, 200090)

**ABSTRACT** The acute toxic effect of malachite green, furazolidon, mixture of copper sulphate and ferrous sulphate (ratio 5:2), common table salt, methylene blue and heavy metals such as Hg, Cd, Cu and Zn on larva of crucian carp, *Carassius auratus gibelio* were determined with static bioassay test. The experimental results showed that the safe concentrations of 4 kinds of chemicals to fish disease (except methylene blue) were 0.012, 32.900, 0.680 and 870 ppm, respectively. The safe concentrations of 4 kinds of heavy metals (Hg, Cd, Cu and Zn) were 0.0006, 0.0113, 0.0270 and 0.0950 ppm, respectively.

**KEYWORDS** acute toxic effect, crucian carp, larva