

刘银华, 何国森, 钱毅, 等. 5种常用消毒剂对锦鲤幼鱼的急性毒性试验[J]. 渔业研究, 2019, 41(1): 70–74.

5种常用消毒剂对锦鲤幼鱼的急性毒性试验

刘银华¹, 何国森¹, 钱毅², 刘路遥²

(1. 福建省淡水水产研究所, 福建 福州 350002;

2. 福建农林大学, 福建 福州 350002)

摘要: 在水温为 26~28℃ 条件下, 使用静水试验法, 进行了 5 种常用消毒剂对全长 (4.73 ± 0.82) cm 的锦鲤幼鱼的急性毒性试验。结果显示: 5 种试验药物对锦鲤幼鱼的安全浓度分别为二氧化氯 (4.960 mg/L)、高锰酸钾 (0.773 mg/L)、溴氯海因 (0.290 mg/L)、三氯异氰尿酸 (0.057 mg/L)、聚维酮碘 (0.071 mg/L)。5 种试验药物毒性大小依次为三氯异氰尿酸 > 聚维酮碘 > 溴氯海因 > 高锰酸钾 > 二氧化氯。

关键词: 消毒剂; 锦鲤; 急性毒性试验; 半致死浓度; 安全浓度

中图分类号: S965.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-5601(2019)01-0070-05

锦鲤 (*Cyprinus carpio*), 属鲤科, 杂食性, 性情温和, 喜结群而游, 在 2~30℃ 条件下均可生存, 适宜生长温度为 20~26℃, 对温度突变敏感^[1]。锦鲤是一种寓意吉祥的观赏鱼类, 在中国有一千多年的养殖历史, 一直深受人们的喜爱。随着锦鲤养殖规模的扩大及水环境污染的加剧等, 各种病害问题不断发生^[2-3], 使用消毒剂来防治病害就必不可少。因过量使用消毒剂产生副作用导致养殖生物大量死亡的现象时有发生, 为避免养殖动物的中毒死亡, 需要把握好消毒剂的毒性及安全浓度范围。目前, 关于消毒剂对锦鲤的急性毒性的研究并不多^[4-7]。而且, 我国水产养殖面积广阔, 品种繁多, 不同种类消毒剂对不同品种、不同规格水产动物的毒性差异较大。文章通过探讨 5 种常见消毒剂对锦鲤幼鱼的急性毒性反应, 得出该 5 种药物在锦鲤幼鱼时期的半致死浓度和安全用药浓度范围, 意在给养殖中这

几种消毒剂的使用提供理论参考, 能在实际应用中减少相应的损失。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验鱼

试验鱼来自福建省淡水水产研究所榕桥中试基地锦鲤苗种培育池, 选择正常养殖, 无病无伤, 规格均匀的锦鲤幼鱼作为试验对象, 平均全长 (4.73 ± 0.82) cm, 平均体重 (1.83 ± 0.35) g。在相同室内环境下暂养 48 h, 试验开始前 24 h 停止投喂。

1.1.2 试验渔药

试验选用溴氯海因、三氯异氰尿酸、聚维酮碘、二氧化氯、高锰酸钾 5 种市面上常见消毒剂, 详见表 1。

收稿日期: 2018-11-15

基金项目: 2017 福建省海洋与渔业结构调整专项资金。

作者简介: 刘银华 (1989-), 女, 硕士研究生, 助理工程师, 主要从事水产养殖和育种。E-mail: 962648501@qq.com

表 1 试验用消毒剂
Tab. 1 Disinfectants for experiment

序号 Number	渔药 Disinfectant	主要成分含量 Content of main component	生产厂家 Manufacturers
1	溴氯海因 Bromochlorine	1-溴-3-氯-5,5-二甲基海因 24%	武汉九州神农药业有限责任公司
2	三氯异氰尿酸 Trichloroisocyanuric acid	三氯-均三嗪 2,4,6-(1H,3H,5H)三酮 30%	武汉九州神农药业有限责任公司
3	二氧化氯 Chlorine dioxide	ClO ₂ 10%、活化剂、增效剂、稳定剂	湖北首祥生物科技有限公司
4	聚维酮碘 Polyvidone iodine	聚乙烯吡咯烷酮碘 10%	武汉九州神农药业有限责任公司
5	高锰酸钾 Potassium permanganate	KMnO ₄ ≥ 99.3%	湖北首祥生物科技有限公司

试验用药品现配现用，先配成一定浓度的母液，再根据试验需要按比例稀释，试验前药液用水稀释，混匀。

1.1.3 试验条件

试验在福建省淡水水产研究所榕桥中试基地养殖车间内进行。试验用水为经过滤并曝气 48 h 的养殖用山溪水，水温 26 ~ 28℃，pH 值约为 7.5，溶氧大于 5 mg/L。试验器材为容积 5 L 的塑料桶，每桶盛水 3 L。

1.2 试验方法

先经过 48 h 预试验，分别得到 5 种药物对锦鲤幼鱼的 48 h 无死亡浓度和 24 h 全部致死浓度。根据预试验，每种药物分别设置 5 个浓度梯度组（表 2）、1 个对照组，每组 2 个平行，每组 10 尾鱼。试验采用静水试验法，在试验过程中，为保证试验环境稳定，不换水，不增氧，不投喂。前 1 h 连续观察，至第 6 h 再次观察并记录试验鱼的活动和死亡情况，之后每 6 h 观察一次并记录，及时捞出死鱼，以针刺无反应判断为死亡。

表 2 各种试验药物的浓度
Tab. 2 Concentrations of various disinfectants

渔药 Disinfectant	浓度/mg · L ⁻¹ Concentration				
溴氯海因 Bromochlorine	1.0	3.2	4.9	7.5	10.0
三氯乙腈尿酸 Trichloroisocyanuric acid	0.21	0.56	0.87	1.55	2.10
二氧化氯 Chlorine dioxide	32	42	56	65	75
聚维酮碘 Polyvidone iodine	0.56	0.65	0.75	0.87	1.00
高锰酸钾 Potassium permanganate	15.5	16.3	18.0	19.7	21.0

1.3 数据处理

采用 Karber 氏法^[8] 计算半致死浓度 (LC₅₀)，计算公式： $\lg LC_{50} = X_m - i (\Sigma p - 0.5)$ 。式中，X_m 为最大剂量的对数；i 为相邻组浓度对数差；P 为各浓度组死亡率，Σp 为各浓度组死亡率之和，半数致死浓度 LC₅₀ 为 96 h 内引起试验动物死亡一半时的浓度。

安全浓度 SC = 96 h LC₅₀ × 0.1。

2 结果与分析

2.1 锦鲤幼鱼中毒症状

试验开始时，低浓度组的锦鲤幼鱼与未加药品的空白对照组相比，并无明显区别，处于正常活动状态；高浓度组的幼鱼在初入试验容器时反

应明显,在桶内快速窜游、打转,甚至有些会跳出水面,或撞向桶壁。一段时间后,低浓度组的幼鱼并没有发生太大变化,少部分会有游动缓慢的表现,其活力与对照组比较稍微减弱;而高浓度组的幼鱼,活力明显降低,表现出游动迟缓,一些出现僵直、平躺在水底的情况,而且体表黏液增多,对刺激反应迟钝。

高浓度溴氯海因试验组,锦鲤表现呼吸急促,伏于底部,直至死亡。高浓度三氯异氰尿酸试验组,锦鲤在 50 s 的时候就出现个体下沉,6 min 便出现个体死亡,针刺无反应,2.10 mg/L 浓度组在 3 h 便已死亡过半,12 h 全部死亡;而低浓度的三氯异氰尿酸试验组,随着时间的推移,表现也越来越激烈不安,个体体表黏液增多,直至死亡。二氧化氯试验组与三氯异氰尿酸试验组幼鱼反应症状相近,高浓度组幼鱼游动迅

速,75 mg/L 浓度组在 20 min 左右出现死亡,死亡个体体表大量黏液,18 h 全部死亡。高浓度聚维酮碘试验组在进入药液后,幼鱼呼吸明显减弱,身体失去平衡侧翻,在桶底抽动摇摆,死亡个体僵硬,1.00 mg/L 试验组在 15 min 左右出现死亡,12 h 死亡率达到 95%,0.85 mg/L 试验组在 45 min 左右出现死亡,6 h 死亡率达到 60%。低浓度高锰酸钾试验组,症状不明显,与空白对照组无差异,但随着时间的延长,鱼缺氧加重,鳃盖开合速度加快。

2.2 半数致死浓度和安全浓度

根据各个试验组的试验鱼死亡情况统计 5 种试验药物对锦鲤幼鱼的影响,得出 24 h、48 h、72 h、96 h 半数致死浓度 (LC_{50}) 及安全质量浓度 (SC) 结果,见表 3。

表 3 5 种药物对锦鲤幼鱼的半数致死浓度和安全浓度
Tab. 3 LC_{50} and SC of 5 kinds of disinfectants on *Cyprinus carpio*

渔药 Disinfectant	$LC_{50}/(mg \cdot L^{-1})$				SC/ ($mg \cdot L^{-1}$)
	24 h	48 h	72 h	96 h	
溴氯海因 Bromochlorine	3.985	3.247	3.086	2.904	0.290
三氯异氰尿酸 Trichloroisocyanuric acid	1.029	0.820	0.746	0.570	0.057
二氧化氯 Chlorine dioxide	64.911	59.725	50.643	49.597	4.960
聚维酮碘 Polyvidone iodine	0.790	0.743	0.735	0.705	0.071
高锰酸钾 Potassium permanganate	18.490	18.042	11.762	7.733	0.773

3 讨论

3.1 溴氯海因对锦鲤幼鱼的安全性

溴氯海因溶于水后,分解成游离态的活性氯、活性溴和新生态氧,可以氧化微生物体内的磷酸脱氢酶,从而杀灭该微生物^[9]。溴氯海因是一种广谱消毒剂,可作为多种鱼、贝、虾的杀菌消毒药物。试验所得溴氯海因对锦鲤幼鱼的安全浓度是 0.29 mg/L,远低于双齿围沙蚕 (*Perinereis aibuhitensis*) 的 21.6 mg/L^[10],也低于鲶鱼 (*Silurus asotus*) 的 0.56 mg/L^[11],甚至低于

水产生产上杀菌消毒常用量 (0.3 ~ 0.4 mg/L)^[9],说明锦鲤对溴氯海因敏感,在生产中要注意使用剂量。

3.2 三氯异氰尿酸对锦鲤幼鱼的安全性

三氯异氰尿酸,又叫强氯精,遇水溶解后,产生次氯酸,而次氯酸可释放活性氯和新生态氧,抑制细菌各种巯基酶活性,从而杀灭细菌^[9]。三氯异氰尿酸为广谱型杀菌剂,对细菌、真菌和病毒均有高于一般消毒剂的杀灭效果^[12]。试验所得三氯异氰尿酸对锦鲤幼鱼的安全浓度为 0.057 mg/L,远远低于泥鳅 (*Oriental weather-*

fish) 的 2.27 mg/L 和草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 鱼苗的 0.44 mg/L, 也远低于水产生产中的常用全池泼洒浓度 (0.1 ~ 0.3 mg/L)^[9], 说明锦鲤对三氯异氰尿酸比较敏感, 在锦鲤养殖生产中, 应该慎用或者禁用。

3.3 二氧化氯对锦鲤幼鱼的安全性

二氧化氯又称百毒清, 是一种强氧化剂, 作用机理有别于一般氯制剂, 活化后的二氧化氯会产生新生态氧, 具有极强的氧化作用, 可使微生物蛋白质失活, 快速杀灭微生物^[12-13]。二氧化氯对细菌、芽孢、病毒、原生动物和藻类等都有很好的杀灭效果, 如大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 在消毒剂浓度为 100 mg/L 的条件下, 10 min 就能被 100% 杀灭^[14]。二氧化氯对锦鲤幼鱼的安全浓度 (4.960 mg/L) 远远高于生产中常用的泼洒浓度 (0.1 ~ 0.3 mg/L)^[13], 与湘云鲫的试验结果 (3.24 mg/L) 一致^[15]。且经急性毒性试验后幸存的锦鲤又能存活数天, 表明二氧化氯可以在锦鲤的养殖生产中安全使用。

3.4 聚维酮碘对锦鲤幼鱼的安全性

聚维酮碘, 是聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 与分子碘形成的高分子络合物, 对菌膜亲和的 PVP 运载的碘与胞膜、胞质结合, 使蛋白质、酶、脂质等失活^[12]。聚维酮碘在水产养殖中应用较早, 其高效、低毒, 可抑制多数的细菌、真菌及病毒的生长繁殖, 甚至将其杀死。试验得出聚维酮碘对锦鲤幼鱼的安全质量浓度 (0.071 mg/L) 远低于聚维酮碘在养殖生产中常用的泼洒消毒质量浓度 (0.2 ~ 0.5 mg/L), 且与双齿围沙蚕 (89.1 mg/L)^[10] 和暗纹东方鲀 (*Takifugu obscurus*) 稚鱼 (32.97 mg/L)^[16] 的试验结果相差甚远, 却与刺参 (*Oplopanax elatus Nakai*) 幼参 (0.09 mg/L)^[17] 试验结果相近, 可见锦鲤对聚维酮碘的敏感性较强。

3.5 高锰酸钾对锦鲤幼鱼的安全性

高锰酸钾为黑紫色长棱形结晶, 味甜无臭。高锰酸钾是一种强氧化剂, 易溶于水, 产生新生态氧, 快速氧化蛋白使其失活, 从而杀灭细菌。高锰酸钾对治疗草鱼三代虫 (*Gyrodactylus*)、车轮虫 (*Trichodina*)、锦鲤的锚头蚤 (*Lernaea cyprinacea*) 等有很好的效果。试验得出高锰酸钾对锦鲤幼鱼的安全浓度为 0.773 mg/L, 高于席敏

等的试验结果 (0.495 mg/L)^[18], 这可能与试验用鱼的大小差异有关, 但两个试验所得高锰酸钾安全浓度都与生产上常用预防剂量 (2 ~ 5 mg/L) 差距较远^[19]。试验结果显示, 高锰酸钾对锦鲤的 24 h LC₅₀ 和 48 h LC₅₀ 差别不大, 而与 72 h LC₅₀ 和 96 h LC₅₀ 差异明显, 这也再次说明高锰酸钾与鱼鳃分泌物作用, 会形成二氧化锰沉淀造成缺氧, 随着时间的增加, 沉淀也越积越多^[20]。所以, 在锦鲤养殖生产中, 高锰酸钾的使用要非常谨慎, 要特别注意增氧。

4 结论

通过试验, 得到 5 种消毒剂对锦鲤幼鱼的安全浓度值为二氧化氯 > 高锰酸钾 > 溴氯海因 > 聚维酮碘 > 三氯异氰尿酸, 因此其毒性大小依次为三氯异氰尿酸 > 聚维酮碘 > 溴氯海因 > 高锰酸钾 > 二氧化氯。

参考文献:

- [1] 王新革, 于海波, 于洪. 锦鲤的养殖要点和疾病防治 [J]. 现代畜牧科技, 2016, (5): 31.
- [2] 汪建国. 淡水养殖鱼类疾病及其防治技术 (11) ——鲤和锦鲤疾病 (三) [J]. 渔业致富指南, 2015, (11): 53-55.
- [3] 包卫空. 锦鲤养殖严防锦鲤疱疹病毒 [J]. 科学养鱼, 2009, (3): 52-53.
- [4] 沈洪艳, 甄芳芳, 任洪强, 等. 两种硝基氯苯对锦鲤的急性毒性 [J]. 环境科学与技术, 2007, 30 (12): 10-11, 34.
- [5] 沈洪艳, 宋存义, 甄芳芳, 等. 对氯硝基苯对锦鲤的急性毒性效应 [J]. 河北师范大学学报 (自然科学版), 2007, 31 (4): 514-517.
- [6] 张海宾. 5 种消毒剂对锦鲤的急性毒性试验 [J]. 水利渔业, 2005, 25 (6): 96-97.
- [7] 许宝红, 肖调义, 符贵红, 等. 二氧化氯对锦鲤的急性毒性试验 [J]. 内陆水产, 2006, (5): 52-53.
- [8] 杨治国, 杨东辉, 叶新太. 八种药物对瓦氏黄颡鱼种的急性毒性 [J]. 中国水产, 2002, (3): 59-61.
- [9] 赵明军, 张红玉, 夏磊, 等. 常用消毒剂对水产动物的毒性 [J]. 中国水产, 2011, (5): 46-47.
- [10] 赖祖鹏, 冯善聪, 梁伍气, 等. 几种常用消毒剂对双齿围沙蚕的急性毒性试验 [J]. 水产科学,

- 2014, 33 (3): 147–151.
- [11] 宋文华, 于翔, 王雷, 等. 二氯异氰尿酸钠、溴氯海因、敌杀死对鲢鱼的急性毒性试验 [J]. 淡水渔业, 2003, 33 (2): 21–22.
- [12] 卜林刚. 水产养殖四种常用消毒剂使用分析 [J]. 渔业致富指南, 2016, (5): 52–53.
- [13] 赵明军, 张红玉, 夏磊, 等. 常用消毒剂对水产动物的毒性 [J]. 中国水产, 2011, (6): 48–50.
- [14] 张晓煜, 吴清平, 张菊梅, 等. 二氧化氯对大肠杆菌作用机理的研究 [J]. 中国消毒学杂志, 2007, 24 (1): 16–20.
- [15] 唐洪玉, 巢磊, 卓林, 等. 二氧化氯制剂对湘云鲫的急性毒性试验 [J]. 淡水渔业, 2003, 33 (1): 11–12.
- [16] 孙侦龙, 朱永祥, 陈芸燕, 等. 3 种水产消毒剂对暗纹东方鲃稚鱼的急性毒性试验 [J]. 水产科学, 2015, 34 (5): 277–281.
- [17] 孙振兴, 赵彦翠, 陈燕妮, 等. 几种卤素类消毒剂对刺参幼参的急性毒性作用 [J]. 海洋科学, 2008, 32 (3): 68–72.
- [18] 席敏, 侯冠军, 胡贤江. 几种药物对锦鲤的急性中毒试验 [J]. 生物学杂志, 2002, 19 (5): 33–34.
- [19] 赵明军, 张红玉, 夏磊, 等. 常用消毒剂对水产动物的毒性 [J]. 中国水产, 2011, (7): 46–47, 63.
- [20] 刘澧津, 韩希福, 张文立. 几种常用水产药物对虹鳟的毒性试验 [J]. 水产学杂志, 1993, 6 (1): 57–62.

Acute toxicity test on 5 kinds of disinfectants to juvenile *Cyprinus carpio*

LIU Yinhua¹, HE Guosen¹, QIAN Yi², LIU Luyao²

(1. Freshwater Fisheries Research Institute of Fujian, Fuzhou 350002, China;

2. Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Using the static water test method, acute toxicity test of five common used disinfectants on juvenile *Cyprinus carpio* with full length of (4.73 ± 0.82) cm was carried out at water temperature $26 \sim 28^{\circ}\text{C}$. The safe concentrations of five kinds of disinfectants were as follows: chlorine dioxide (4.960 mg/L), potassium permanganate (0.773 mg/L), bromochlorine (0.290 mg/L), trichloroisocyanuric acid (0.057 mg/L), and polyvidone iodine (0.071 mg/L), respectively. The order of their toxicities was trichloroisocyanuric acid > polyvidone iodine > bromochlorine > potassium permanganate > chlorine dioxide.

Key words: disinfectant; *Cyprinus carpio*; acute toxicity test; LC_{50} ; safe concentration