文章编号:1005-3832(2017)04-0040-04

三种常用水产药物对卡拉白鱼的急性毒性

张健¹,李赫¹,宋文华¹,蒋湘辉¹,胡宗云¹,富丽静¹,张涛¹,杨国成²

(1.辽宁省淡水水产科学研究院,辽宁省水生动物病害防治重点实验室,辽宁 辽阳 111000;

2.辽阳县水产技术推广站,辽宁 辽阳 111000)

摘要:在水温(23±1)℃和pH6.9~7.3下,采用半静态法研究敌百虫、二氧化氯和聚维酮碘三种常用药物对平均体质量(6.1±0.23)g的卡拉白鱼 *Chalcalburnus chalcoides* 的急性毒性。结果表明:敌百虫对卡拉白鱼的24h、48h、72h、96h半致死质量浓度分别为0.40mg/L、0.34mg/L、0.31mg/L和0.29mg/L,安全质量浓度为0.07mg/L;二氧化氯对卡拉白鱼24h、48h、72h、96h的半致死质量浓度分别为28.18mg/L、27.16mg/L和24.93mg/L、23.00mg/L,安全质量浓度为7.57mg/L;聚维酮碘对卡拉白鱼24h、48h、72h、96h的半致死质量浓度分别为119.91mg/L、83.87mg/L、72.78mg/L和64.61mg/L,安全质量浓度为14.13mg/L。三种药物对卡拉白鱼的毒性由高至低依次为:敌百虫>二氧化氯>聚维酮碘。敌百虫对卡拉白鱼毒性较强,在生产中需谨慎使用;二氧化氯和聚维酮碘的安全质量浓度高于生产中常用的泼洒浓度,可安全使用。

关键词:卡拉白鱼;敌百虫;二氧化氯;聚维酮碘;急性毒性

中图分类号:S948 **文献标识码:**A

Acute Toxicity of Three Pesticides to Shemaia *Chalcalburnus chalcoides*

ZHANG Jian¹, LI He¹, SONG Wen-hua¹, JIANG Xiang-hui¹, HU Zong-yun¹, FU Li-jing¹, ZHANG Tao¹,
YANG Guo-cheng²

(1. Key Laboratory for Prevention and Control of Aquatic Animal Diseases of Liaoning Province, Freshwater Fisheries Science Institute of Liaoning Province, Liaoyang 111000, China;

2. Fisheries Technology Extension of Liaoyang County, Liaoyang 111000, China)

Abstract: The acute toxicity of trichlorophon, chlorine dioxide and povidone iodine to shemaia *Chalcalburnus chalcoides* with body weight of (6.1 ± 0.23) g was studied at water temperature of (23 ± 1) °C and pH 6.9~7.3 using a semi-static test method. The results showed that the median-lethal concentration (LC_{50}) of trichlorophon was 0.40 mg/L in 24 h, 0.34 mg/L in 48 h, 0.31 mg/L in 72 h and 0.29 mg/L in 96 h, with safe concentration of 0.07 mg/L, the LC_{50} of chlorine dioxide was 28.18 mg/L in 24 h, 27.16 mg/L in 48 h, 24.93 mg/L in 72 h and 23.00 mg/L in 96 h, with safe concentration of 7.57 mg/L, the LC_{50} of povidone iodine was 119.91 mg/L in 24 h, 83.87 mg/L in 48 h, 72.78 mg/L in 72 h and 64.61 mg/L in 96 h, with safe concentration of 14.13 mg/L. The order of toxicity of the three drugs was arranged in descending order as trichlorophon > chlorine dioxide > povidone iodine. The findings indicate that trichlorophon has higher toxicity with caution utilization in aquaculture, and that chlorine dioxide and povidone iodine has lower toxicity and safe use in aquaculture.

Key words: *Chalcalburnus chalcoides*; trichlorophon; chlorine dioxide; povidone iodine; acute toxicity

卡拉白鱼 *Chalcalburnus chalcoides aralensis* 隶属鲤科、雅罗鱼亚科、卡拉白属^[1],主要分布在黑海、里海和咸海等水域,是一种优质的小型经济鱼类。

卡拉白鱼肉质细嫩、味道鲜美、无肌间刺,营养丰富,食性杂,适应性强,成鱼个体达100~150g,深受消费者的喜爱^[2,3],市场供不应求,经济效益可观。

收稿日期:2017-03-02

基金项目:辽宁省海洋与渔业厅项目(201302);辽宁省水生动物病害防治重点实验室项目(2011006);辽阳市科学计划类项目(2012007)。

作者简介:张健(1980-),男,工程师,硕士研究生,从事水生生物疾病学。E-mail: zhanglnly@126.com

李赫(1982-),女,副高级工程师,硕士研究生,从事水生生物疾病学。Email: lihelyln@126.com

张健和李赫同为第一作者。

通信作者:宋文华(1974-),男,研究员,从事水生生物疾病学研究。E-mail: songlnly@126.com

表 1 试验药物的规格和厂家
Tab.1 The specifications and manufacturers of the drugs used in the test

名称	性状	有效含量 /%	生产厂家
敌百虫	白色粉末	90	湖北沙隆达股份有限公司
二氧化氯	白色圆片	8	山西昌泰动物药业有限责任公司
聚维酮碘	红棕色液体	10	西安富迪生物工程有限公司

2001 年,黑龙江水产研究所引入了卡拉白鱼,研究了其生物学、生理学、养殖学、胚胎学和组织学等^[4-7]。2012 年,辽宁省淡水水产科学研究院引进该鱼,在人工繁养殖和人工饲料方面取得了较好的成绩^[8,9]。近几年,卡拉白鱼规模化养殖在我国天津等地快速发展,但目前关于卡拉白鱼的病害防治还未见系统的研究和报道。本文通过研究 3 种常用水产药物对卡拉白鱼的急性毒性试验,探讨其对卡拉白鱼的半致死质量浓度和安全质量浓度,为卡拉白鱼病害防治中的科学用药提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验所用的卡拉白鱼平均体质量 (6.1 ± 0.23)g,体长 (6.5 ± 0.42)cm,来自辽宁省淡水水产科学研究院沈阳试验基地。试验前在 $120\text{cm} \times 100\text{cm} \times 60\text{cm}$ 的水箱中暂养 1 周后,随机挑选健康的卡拉白鱼在 $48\text{cm} \times 37\text{cm} \times 28\text{cm}$ 塑料箱中进行试验。

试验用水为曝气 2d 的自来水,水温在 (23 ± 1) $^{\circ}\text{C}$,增氧泵持续供氧,使水体溶解氧保持在 7 mg/L 以上,pH 值在 6.9~7.3 之间。

敌百虫、二氧化氯和聚维酮碘三种常用药物的规格和产地见表 1。

1.2 方法

按照水产疾病防治中常规用药剂量适当扩大和缩小几个浓度进行预试验,依据结果确定正式试验的浓度范围,即 96h 无死亡的浓度为最高浓度,24h 全部死亡的浓度为最低浓度范围。按照等对数间距设置 7 个试验浓度梯度,每种药物浓度设 2 个平行,另设一个空白对照。塑料箱中各注入 40L 曝气水,随机放入 20 尾卡拉白鱼。先将试验药物配成母液,试验开始后根据试验浓度要求,现用现配,每 24h 换药液一次。试验开始时连续观察 8h,然后分别记录 24h、48h 和 96h 各质量浓度组中卡拉白鱼的死亡数和存活数。将死亡个体及时挑出后,5min

内不出现反应可判定为死亡。试验期间不投喂。

1.3 数据处理

半致死质量浓度 LC_{50} 按寇氏法 (Kardner)^[10] 求出:

$$\text{Log } LC_{50} = X_m - d(\sum p - 0.5)$$

式中 X_m 为死亡组最大剂量的对数, d 为相邻组浓度对数差, p 为各组的死亡率, $\sum p$ 为各组死亡率的总和。

$$\text{安全浓度 } SC = 48hLC_{50} \times 0.3 / (24hLC_{50} / 48hLC_{50})^2$$

式中 SC 为安全质量浓度;24h LC_{50} 和 48h LC_{50} 分别为 24h 和 48h 半致死质量浓度。

2 结果与分析

2.1 敌百虫对卡拉白鱼的急性毒性试验

放入不同质量浓度的敌百虫药液后,卡拉白鱼即出现了不同程度的应激反应。低质量浓度中卡拉白稍有躁动,游速加快;随着质量浓度的增加,卡拉白鱼开始乱蹿,撞击箱壁,经过一段时间后,出现侧游或翻肚倒挂以及触碰反应迟缓等现象。试验鱼死前身体抽搐、丧失平衡和身体弯曲。敌百虫对卡拉白的毒性试验结果见表 2。

2.2 二氧化氯对卡拉白鱼的急性毒性试验

随着浓度和时间的增加和延长,卡拉白鱼死亡率逐渐增加。低质量浓度时,试验鱼中毒现象不明

表 2 卡拉白鱼在不同质量浓度敌百虫溶液中的死亡率
Tab.2 Mortality of shemaia Chalcalburnus chalcoides exposed to various doses of trichlorphon

质量浓度 /mg·L ⁻¹	累计死亡率 /%			
	24h	48h	72h	96h
0	0	0	0	0
0.25	0	0	7.5	10
0.28	2.5	20	37.5	65
0.31	12.5	47.5	57.5	75
0.35	32.5	62.5	72.5	87.5
0.40	45	72.5	82.5	92.5
0.45	60	87.5	95	97.5
0.50	100	100	100	100

显,活动能力同对照组相似。质量浓度为20mg/L时,试验鱼在72h时出现死亡。随着药物质量浓度增加,各试验组鱼体先后出现焦躁不安、上下蹿动、侧游、仰游等中毒症状,最后呆滞于水底死亡。死亡鱼体的中毒症状基本一致,仅在死亡时间上有差别(表3)。

表3 卡拉白鱼在不同质量浓度二氧化氯溶液中的死亡率

Tab.3 Mortality of shemaia *Chalcalburnus chalcoides* exposed to various doses of chlorine dioxide

质量浓度 /mg·L ⁻¹	累计死亡率/%			
	24h	48h	72h	96h
0	0	0	0	0
20.00	0	0	2.5	2.5
22.06	10	25	35	62.5
24.33	25	25	55	65
26.83	50	55	62.5	87.5
29.59	55	60	75	90
32.64	70	80	95	100
36.00	90	92.5	100	100

2.3 聚维酮碘对卡拉白鱼的急性毒性试验

随质量浓度的增加和胁迫时间的延长,聚维酮碘对卡拉白鱼的急性毒性效应明显增强,死亡率明显升高(表4)。低质量浓度50mg/L试验组在72h出现死亡;高质量浓度150mg/L试验组24h死亡率达87.5%,72h全部死亡。死鱼有的漂浮在水面,有的静卧水底,口、鳃盖微张,水中漂浮大量鳞片。

表4 卡拉白鱼在不同质量浓度聚维酮碘溶液中的死亡率

Tab.4 Mortality of shemaia *Chalcalburnus chalcoides* exposed to various concentrations of povidone iodine

质量浓度 /mg·L ⁻¹	累计死亡率/%			
	24h	48h	72h	96h
0	0	0	0	0
50.00	0	0	2.5	2.5
60.05	2.5	25	42.5	57.5
72.11	7.5	20	47.5	62.5
86.60	12.5	45	57.5	87.5
104.00	25	90	95	100
124.90	75	95	100	100
150.00	87.5	92.5	100	100

2.4 三种药物的半致死质量浓度和安全质量浓度比较

由表5可知,敌百虫对卡拉白鱼的24h、48h、72h、96h LC_{50} 分别为0.40mg/L、0.34mg/L、0.31mg/L和0.29mg/L,安全质量浓度为0.07mg/L;二氧化氯对卡

拉白鱼的24h、48h、72h、96h LC_{50} 分别为28.18mg/L、27.16mg/L、24.93mg/L和23.00mg/L,安全质量浓度为7.57mg/L;聚维酮碘对卡拉白鱼的24h、48h、72h、96h LC_{50} 分别为119.91mg/L、83.87mg/L、72.78mg/L和64.61mg/L,安全质量浓度为14.13mg/L。

依据有毒物质对鱼类毒性的等级评价标准,将96h LC_{50} 分为4级:96h LC_{50} > 10.0mg/L为低毒;1.0mg/L < 96h LC_{50} ≤ 10.0mg/L为中毒;0.1mg/L < 96h LC_{50} ≤ 1.0mg/L为高毒;96h LC_{50} < 0.1mg/L为剧毒。根据这一标准,敌百虫96h LC_{50} 为0.29mg/L,为高毒性药物;二氧化氯96h LC_{50} 为23mg/L,为低毒性药物;聚维酮碘96h LC_{50} 为64.61mg/L,为低毒性药物。三种药物对卡拉白鱼的毒性大小依次为:敌百虫 > 二氧化氯 > 聚维酮碘。

表5 敌百虫、二氧化氯和聚维酮碘的半致死质量浓度和安全质量浓度

Tab.5 Median-lethal concentrations and safe concentrations of trichlorophon, chlorine dioxide and povidone iodine for shemaia *Chalcalburnus chalcoides*

药物	半致死质量浓度 /mg·L ⁻¹				安全质量浓度 /mg·L ⁻¹
	24h	48h	72h	96h	
敌百虫	0.40	0.34	0.31	0.29	0.07
二氧化氯	28.18	27.16	24.93	23.00	7.57
聚维酮碘	119.91	83.87	72.78	64.61	14.13

3 讨论

3.1 敌百虫对卡拉白鱼的毒性

敌百虫是一种高效、低毒和低残留的有机磷酯类药物,经机体吸收后,产生胆碱酯酶抑制剂,抑制了胆碱酯酶的活性,使体内的乙酰胆碱不能被分解,使昆虫、甲壳类等神经中毒死亡^[11,12]。敌百虫广泛用于防治鱼类体外的寄生虫病,常用剂量为0.2~0.5mg/L。不同鱼类对敌百虫的敏感性差异很大。敌百虫对草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、南方大口鲶 *S. meridionalis* Chen、唇鲮 *Hemibarbus labeo* 和黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraeo* 的安全质量浓度分别为8.48mg/L、4.10mg/L、4.23mg/L和0.65mg/L^[13-16]。本试验结果表明,卡拉白鱼对敌百虫非常敏感,其安全质量浓度为0.07mg/L,这与敌百虫对斑点叉尾鮰 *Ictalurus punctatus* 的毒性相当^[17]。敌百虫的安全质量浓度比常用泼洒量低很多,因此不宜作为卡拉白鱼病害防治药物。

3.2 二氧化氯对卡拉白鱼的毒性

二氧化氯是一种高效、低毒的广谱水产养殖杀菌消毒剂^[18],对鱼类的烂鳃病、肠炎病、赤皮病、水霉病、出血性败血病以及对虾的弧菌病等有较好的疗效,对水体中的病原微生物、病毒、细菌芽孢及真菌等也有极强的杀灭作用^[19]。

二氧化氯在氢离子的作用下可以产生具有强氧化作用的新生态氧,其渗入病原体的细胞膜,与氨基酸产生氧化分解反应,使蛋白质失活而达到杀灭病原体的目的。使用二氧化氯不会产生致癌物质,病原体也不会产生耐药性^[20],还能改善养殖水体的水质。

资料显示,二氧化氯对湘云鲫 *Carassius auratus Triploid*、鳊 *Siniperca chuatsi*、草鱼和泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus* 的安全浓度分别为 3.24mg/L、0.37mg/L、6.34mg/L 和 2.32mg/L^[13,21-23]。不同鱼类对二氧化氯的安全质量浓度也有一定差别。

本试验中,二氧化氯对卡拉白的安全质量浓度为 7.57mg/L,与对草鱼的安全质量浓度相近。而二氧化氯的常用泼洒浓度为 0.2~0.3mg/L,远远低于其安全质量浓度,在卡拉白鱼养殖中可广泛使用,是比较理想的药物。

3.3 聚维酮碘对卡拉白鱼的毒性

聚维酮碘为碘和聚乙烯吡咯烷酮的络合物,可氧化病原体的蛋白质,与蛋白质的氨基结合使其变性,使病原体代谢机能障碍而死亡,是一种高效、低毒、广谱、无毒副作用及无残留的杀菌剂^[24,25]。碘在溶剂中缓慢释放,聚维酮碘的杀菌作用持久,可有效抑制或杀灭大部分真菌、细菌、病毒及原虫等病原体^[26],尤其是病毒和弧菌。

本试验结果表明,聚维酮碘对卡拉白鱼的安全质量浓度为 14.13mg/L,低于其对瓦氏黄颡鱼^[27](60.65mg/L)和泥鳅^[23]的安全质量浓度(232mg/L);高于对蓝点笛鲷 *Lutjanus rivulatus* 幼鱼^[28](2.84mg/L)和梭鱼 *Liza haematocheila*^[29]的安全质量浓度(4.7mg/L),与对斜带石斑鱼的安全质量浓度 14.27mg/L^[30]相当。在生产中,聚维酮碘的常用泼洒质量浓度为 0.2~0.5mg/L(以有效碘计),远低于本试验的安全质量浓度,可按照常规质量浓度用于卡拉白鱼养殖中病害防治。

综上所述,二氧化氯和聚维酮碘可安全用于卡拉白鱼的疾病防治,而敌百虫不宜使用。但是,药物

的毒性及鱼的耐受性受水温、溶解氧和有机物等水质因子,以及养殖动物生理状态和规格等因子的影响,在用药过程中还需结合实际,密切观察鱼类的活动情况,以确保用药安全和有效。

参考文献

- [1] 尼科里斯基 LB. 分门鱼类学[M].北京:高等教育出版社,1958:177-178.
- [2] 蔺玉华,耿龙武,吴文化.威海卡拉白鱼的含肉率及肌肉营养成分[J].大连水产学院学报,2005,20(4):345-348.
- [3] 蔺玉华,耿龙武,吴文化,等.池塘驯养威海卡拉白鱼某些生物学特性研究[J].天津师范大学学报:自然科学版,2004,24(4):30-33.
- [4] 蔺玉华,耿龙武,卢金星,等.威海卡拉白鱼对盐碱耐受性研究[J].吉林农业大学学报,2004,26(5):561-565.
- [5] 耿龙武,蔺玉华,张艳玲,等.威海卡拉白鱼耗氧率和窒息点的测定[J].水产学杂志,2007,20(1):14-20.
- [6] 蔺玉华,耿龙武,吴文化,等.威海卡拉白鱼胚胎和仔鱼早期发育[J].中国水产科学,2004,11(3):208-213.
- [7] 王信海,蔺玉华,姜秋俚,等.盐度对威海卡拉白鱼生长组织学特征的影响[J].中国水产科学,2008,15(5):808-815.
- [8] 刘义新,金广海,杨培民,等.卡拉白鱼人工繁殖和苗种培育[J].水产养殖,2014,8:133-134.
- [9] 吴瑞兰.卡拉白鱼人工繁育及池塘养殖试验研究[J].安徽农业科学,2014,42(36):12918-12919,12948.
- [10] 吴邦灿,费龙.现代环境监测技术[M].北京:中国环境科学出版社,1999:252-254.
- [11] 周斌,方萍,张亚雷,等.有机磷农药生物降解技术研究进展[J].化工环保,2005,25(5):353-356.
- [12] 王丽红,张林,陈欢林.有机磷农药酶生物传感器研究进展[J].化学进展,2006,18(4):440-442.
- [13] 叶素兰,余治平.六种水产药物对草鱼鱼种的急性毒性试验[J].水产科学,2007,26(10):564-566.
- [14] 黄凯,杨子江,黄志凯.7种常用药物对南方大口鲶的急性毒性研究[J].水利渔业,1999,19(4):37-39.
- [15] 李赫,宋文华,骆小年,等.三种常用药物对唇?的急性毒性[J].水生态学杂志,2014,27(4):26-34.
- [16] 张耀武,陈万光,郑建武.5种常用渔药对黄颡鱼鱼种的急性毒性试验[J].水生态学杂志,2009,2(1):122-125.
- [17] 房英春,肖友红,周雪,敌百虫对斑点叉尾鲷的急性毒性试验[J].安徽农业科学,2009,37(19):9021-9022,9266.
- [18] 何义进,邢华,熊家娟,等.二氧化氯控制欧洲鳗细菌性感染[J].湛江海洋大学学报,2000,20(1):18-23.
- [19] 杨先乐.新编渔药手册[M].北京:中国农业出版社,2005:248-252.