

3种水产药物对大泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验*

菅玉霞^{1,2}, 高凤祥^{1,2}, 王雪¹, 李莉¹, 潘雷¹, 郭文¹, 胡发文^{1,2**}

(1. 山东省海洋生物研究院, 山东青岛 266104; 2. 青岛浅海底栖渔业增殖重点实验室, 山东青岛 266104)

摘要:探讨3种水产药物对大泷六线鱼(*Hexagrammos otakii*)幼鱼的急性毒性影响, 确认各药物半致死浓度(LC₅₀)和用药安全浓度(SC)。在水温14.5~16.5℃, 盐度22‰~24‰, pH值7.8~8.1, 溶解氧>6 mg/L条件下, 采用静态试验法进行高锰酸钾、聚维酮碘、甲醛等3种药物对大泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验。结果显示: 高锰酸钾、聚维酮碘、甲醛对大泷六线鱼幼鱼半致死浓度(24 h、48 h、72 h、96 h)分别为(4.10 mg/L、3.89 mg/L、3.46 mg/L、3.17 mg/L)、(19.43 mg/L、18.70 mg/L、17.59 mg/L、16.24 mg/L)和(180.71 mg/L、136.06 mg/L、119.69 mg/L、110.73 mg/L), 安全浓度分别为1.05 mg/L、5.20 mg/L和23.14 mg/L。3种药物对大泷六线鱼幼鱼的毒性大小依次为高锰酸钾>聚维酮碘>甲醛。试验结果表明, 甲醛、聚维酮碘在实际生产使用量下可放心使用, 高锰酸钾需谨慎用。

关键词:大泷六线鱼 幼鱼 急性毒性 半致死浓度 安全浓度 水产药物

中图分类号: S965.3 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2019)04-0319-06



微信扫一扫, 与作者在线交流(OSID)

0 引言

大泷六线鱼 *Hexagrammos otakii* (Jordan et Starks) 又名欧氏六线鱼, 俗称黄鱼、黄棒子, 属鲷形目(Scorpaeniformes)、六线鱼科(Hexammatidae)、六线鱼属(*Hexagrammos*), 为冷温性近海底层岩礁鱼类, 主要分布于中国黄海和渤海, 也见于朝鲜、日本和俄罗斯远东诸海^[1]。其肉质细嫩、味道鲜美, 素有“北方石斑”之称, 经济价值较高, 深受广大消费者和养殖者青睐。大泷六线鱼是中国北方网箱养殖的理想种类, 也是开展渔业增殖放流和发展游钓渔业的理

想品种, 作为北方特有名贵海水鱼类具有广阔的推广前景^[2]。常用水产药物对鱼类的毒性试验已有不少报道^[3-8], 目前对大泷六线鱼的研究主要集中在胚胎发育、苗种培育、生理特性等方面^[9-13], 尚未见有关大泷六线鱼幼鱼水产药物急性毒性试验的报道。本试验通过研究高锰酸钾、聚维酮碘、甲醛等3种生产上常用药物对大泷六线鱼的急性毒性作用, 确认了各药物半致死浓度(Semi-Lethal Concentration, LC₅₀)和用药安全浓度(Safe Concentration, SC), 研究结果可为大泷六线鱼养殖与病害防治用药安全提供参考依据。

* 山东省重点研发计划项目“恋礁性鱼类标记放流技术研究”(2017GHY15109)和青岛浅海底栖渔业增殖重点实验室补助经费(2030009)资助。

【作者简介】

菅玉霞(1979—), 女, 高级工程师, 主要从事海水鱼类增殖研究。

【**通信作者】

胡发文(1982—), 男, 副研究员, 主要从事海水鱼类增殖研究, E-mail: yzszsjd@126.com。

【引用本文】

DOI: 10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20191129.004

菅玉霞, 高凤祥, 王雪, 等. 3种水产药物对大泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(4): 319-324.

JIAN Y X, GAO F X, WANG X, et al. Acute toxicity of three aquatic drugs to juvenile fish of *Hexagrammos otakii* [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2019, 35(4): 319-324.

1 材料与方 法

1.1 试验鱼

试验用大 泷六线鱼幼鱼由山东省海洋生物研究院良种繁育基地提供,试验鱼体长为(13.20±1.27) cm,个体质量为(26.37±7.22) g。挑选外观无损伤、摄食正常、活力强的健康幼鱼用于试验。试验开始前在适宜条件下暂养 7 d,每天投喂 1 次。试验开始前 1 d 及试验期间停食。

1.2 试验药品

高锰酸钾,分析纯(≥99%),购买自成都民生消毒剂有限公司。聚维酮碘溶液(10%),生产制品,购买自青岛金康生物科技有限公司。甲醛,分析纯(37%~40%),购买自烟台三和化学试剂有限公司。

1.3 试验条件

试验用水为经过曝气后的地下井水,水温 14.5~16.5℃,盐度 22‰~24‰,pH 值为 7.8~8.1,溶解氧>6 mg/L。试验在 65 cm×45 cm×35 cm 的整理箱内进行,每个箱子加水 40 L。试验采用静态试验法^[14],试验过程中为保持溶解氧含量,各试验组微充气,不投饵。每隔 24 h 更换一次试验液以保持各药物的有效浓度。

1.4 试验方法

为确定正式试验所需药物的质量浓度范围,根据鱼病防治的药物常用量^[15]适当调整浓度比例进行预试验,设计 6 个药物浓度,每个浓度放入 10 尾鱼,持续观察 96 h,每日记录死亡鱼数量,并及时取出死亡个体。

根据预试验结果,在试验鱼 24 h 全致死浓度和 96 h 无死亡浓度间按等对数间距设置 5 个质量浓度组,每组设 3 个平行,另设 1 个空白对照组,每个试验组放幼鱼 20 尾。试验前将药品制成母液后根据质量浓度比例加药,从驯养鱼群中随机取出试验鱼迅速放入各试验容器中,试验鱼在 20 min 内分组完成。

试验开始后连续观察各试验组鱼的中毒症状和游动情况,记录 24 h、48 h、72 h、96 h 的幼鱼存活情况,及时捞出死鱼,统计死亡数量。以试验鱼失去活力、对外界刺激无反应为死亡标准^[16]。

1.5 数据处理

采用寇氏法估算半致死浓度(LC₅₀)、安全浓度(SC)和半致死浓度的 95%置信区间,相关计算公式如下^[17]:

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

$$SC = 48 \text{ h } LC_{50} \times 0.3 / (24 \text{ h } LC_{50} / 48 \text{ h } LC_{50})^2$$

$$\log LC_{50} \text{ 的 } 95\% \text{ 置信限} = \log LC_{50} \pm 1.96 \times d [\sum (pg/n)]^{0.5}$$

式中 X_m 为最大质量浓度的对数, d 为相邻质量浓度组比值的对数, p 为死亡率, $\sum p$ 为各组死亡率之和, g 为存活率, n 为每组试验鱼数。

2 结果与分析

2.1 高锰酸钾对大 泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验结果

将大 泷六线鱼幼鱼放入各高锰酸钾试验组后,试验初期各试验组大 泷六线鱼呼吸正常,对外界刺激反应迅速,随着试验时间的延长,高浓度组试验鱼出现失衡、呼吸困难等症状,随后侧卧于箱底,死亡。死亡鱼体表黏液多,嘴张开。高锰酸钾浓度为 2.51~5.00 mg/L 的试验组,随着质量浓度的增加,大 泷六线鱼的死亡率也逐渐增大。浓度为 2.00 mg/L 的试验组,96 h 内未出现死亡现象,试验鱼活动状况与对照组没有明显差别;浓度为 2.51 mg/L 的试验组,72 h 的死亡率为 5%,96 h 的死亡率为 16.7%;浓度为 5.00 mg/L 的试验组,6 h 幼鱼出现死亡,24 h 死亡率为 100%(表 1)。由表 2 可知高锰酸钾对大 泷六线鱼幼鱼 24 h、48 h、72 h 和 96 h 半致死浓度分别为 4.10 mg/L、3.89 mg/L、3.46 mg/L 和 3.17 mg/L,安全浓度为 1.05 mg/L。

表 1 高锰酸钾对大 泷六线鱼幼鱼的致死率

Table 1 The lethal rate of potassium permanganate to juvenile fish of *Hexagrammos otakii*

浓度 Concentration (mg/L)	浓度对数 Concentration logarithm	死亡率 Lethal rate (%)			
		24 h	48 h	72 h	96 h
2.00	0.301	0.0	0.0	0.0	0.0
16.7	2.51	0.400	0.0	0.0	5.0
45.0	3.16	0.500	5.0	16.7	30.0
86.7	3.98	0.600	31.7	43.3	75.0
100.0	5.00	0.699	100.0	100.0	100.0

2.2 聚维酮碘对大 泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验结果

大 泷六线鱼幼鱼对聚维酮碘的反应较为强烈,各试验组鱼都表现出了上下窜游的现象,高浓度试验组甚至有鱼跃出箱外的现象。大 泷六线鱼幼鱼在高浓度试验组内中毒症状明显,表现为鱼体侧游、呼吸频

率减慢, 体表分泌黏液多, 直至死亡。各试验组随着聚维酮碘浓度的升高和试验时间的延长, 死亡率也逐渐升高。对照组和浓度为 10.00 mg/L 的试验组, 96 h 内未出现死亡现象; 浓度为 12.56 mg/L 的试验组, 72 h 的死亡率为 5%, 96 h 的死亡率为 15%; 浓度为 25.00 mg/L 的试验组, 2 h 幼鱼出现死亡, 24 h 死亡率为 100% (表 3)。由表 4 可知聚维酮碘对大泷六线鱼幼鱼 24 h、48 h、72 h 和 96 h 半致死浓度分别为 19.43 mg/L、18.70 mg/L、17.59 mg/L 和 16.24 mg/L, 安全浓度为 5.20 mg/L。

表 2 高锰酸钾对大泷六线鱼幼鱼的半致死浓度 (LC₅₀) 和 95% 置信区间

Table 2 Semi-lethal concentration (LC₅₀) and 95% confidence interval of potassium permanganate to juvenile fish of *Hexagrammos otakii*

时间 Time (h)	半致死浓度 Semi-lethal concentration (mg/L)	95% 置信区间 95% Confidence interval (mg/L)
24	4.10	3.98~4.22
48	3.89	3.75~4.03
72	3.46	3.33~3.60
96	3.17	3.05~3.30

表 3 聚维酮碘对大泷六线鱼幼鱼的致死率

Table 3 The lethal rate of povidone iodine to juvenile fish of *Hexagrammos otakii*

浓度 Concentration (mg/L)	浓度对数 Concentration logarithm	死亡率 Lethal rate (%)			
		24 h	48 h	72 h	96 h
10.00	1	0.0	0.0	0.0	0.0
12.56	1.099	0.0	0.0	5.0	15.0
15.81	1.199	6.7	15.0	25.0	40.0
19.88	1.299	53.3	61.7	73.3	83.3
25.00	1.398	100.0	100.0	100.0	100.0

表 4 聚维酮碘对大泷六线鱼幼鱼的半致死浓度 (LC₅₀) 和 95% 置信区间

Table 4 Semi-lethal concentration (LC₅₀) and 95% confidence interval of povidone iodine to juvenile fish of *Hexagrammos otakii*

时间 Time (h)	半致死浓度 Semi-lethal concentration (mg/L)	95% 置信区间 95% Confidence interval (mg/L)
24	19.43	18.81~20.06
48	18.70	18.06~19.36
72	17.59	16.94~18.27
96	16.24	15.58~16.92

2.3 甲醛对大泷六线鱼幼鱼的急性毒性试验结果

大泷六线鱼幼鱼放入甲醛试验组后, 高浓度组幼鱼急速游动并伴有呼吸频率加快, 30 min 后基本适应环境, 并能正常游动。明显中毒后开始侧游, 对外界刺激反应减弱, 死亡鱼体色发白, 体表黏液增多。甲醛浓度为 105.29~240.00 mg/L 的试验组, 随着质量浓度的增加, 大泷六线鱼的死亡率也逐渐增大。对照组和浓度为 80.00 mg/L 的试验组, 96 h 内未出现死亡现象; 浓度为 105.29 mg/L 的试验组, 48 h 的死亡率为 11.7%, 96 h 的死亡率为 31.7%; 浓度为 240.00 mg/L 的试验组, 8 h 幼鱼出现死亡, 24 h 死亡率为 100% (表 5)。由表 6 可知甲醛对大泷六线鱼幼鱼 24 h、48 h、72 h 和 96 h 半致死浓度分别为 180.71 mg/L、136.06 mg/L、119.69 mg/L 和 110.73 mg/L, 安全浓度为 23.14 mg/L。

表 5 甲醛对大泷六线鱼幼鱼的致死率

Table 5 The lethal rate of formaldehyde to juvenile fish of *Hexagrammos otakii*

浓度 Concentration (mg/L)	浓度对数 Concentration logarithm	死亡率 Lethal rate (%)			
		24 h	48 h	72 h	96 h
80.00	1.903	0.0	0.0	0.0	0.0
105.29	2.022	0.0	11.7	21.7	31.7
138.58	2.142	20.0	66.7	81.7	100.0
182.39	2.261	33.3	78.3	100.0	100.0
240.00	2.380	100.0	100.0	100.0	100.0

表 6 甲醛对大泷六线鱼幼鱼的半致死浓度 (LC₅₀) 和 95% 置信区间

Table 6 Semi-lethal concentration (LC₅₀) and 95% confidence interval of formaldehyde to juvenile fish of *Hexagrammos otakii*

时间 Time (h)	半致死浓度 Semi-lethal concentration (mg/L)	95% 置信区间 95% Confidence interval (mg/L)
24	180.71	173.11~188.65
48	136.06	129.57~142.88
72	119.69	115.08~124.49
96	110.73	107.21~114.37

3 讨论

半致死浓度是衡量药物对试验鱼毒性大小的指标, 半致死浓度值与药物的毒性呈负相关, 即其值越小, 药物毒性越大; 其值越大, 毒性越低^[18-20]。常以 96 h 半致死浓度作为鱼类急性毒性分级标准, 分为剧毒 (LC₅₀ ≤ 0.1 mg/L)、高毒 (0.1 mg/L < LC₅₀ ≤

1.0 mg/L)、中毒($1.0 \text{ mg/L} < \text{LC}_{50} \leq 10.0 \text{ mg/L}$)和低毒($\text{LC}_{50} > 10.0 \text{ mg/L}$) 4个等级^[21]。本试验中高锰酸钾、聚维酮碘、甲醛对大泷六线鱼的96 h半致死浓度分别为3.17 mg/L、16.24 mg/L和110.73 mg/L,按照药物对其毒性依次为高锰酸钾>聚维酮碘>甲醛。试验结果表明,高锰酸钾是中毒药物,聚维酮碘和甲醛是低毒药物。

高锰酸钾是一种强氧化剂,遇有机物即放出氧,从而起到杀菌、杀虫、解毒作用。生产上常用于防治鱼、虾等细菌、真菌和寄生虫类疾病和设施、工具的消毒^[22]。然而作为一种强氧化剂,高浓度的高锰酸钾还原生成的二氧化锰与蛋白质结合生成的蛋白盐复合物会对鱼类造成鳃部组织损伤,使其呼吸困难,甚至中毒身亡^[23]。不同鱼类对高锰酸钾耐受程度不同,高锰酸钾对双斑东方鲀幼鱼的安全浓度为0.53 mg/L^[6]、对松江鲈鱼幼鱼的安全浓度为0.78 mg/L^[14]、对黑脊倒刺鲃的安全浓度为2.53 mg/L^[24]、对南方大口鲶的安全浓度为3.18 mg/L^[25]等。本试验研究表明,高锰酸钾对大泷六线鱼幼鱼的安全浓度为1.05 mg/L,大泷六线鱼对高锰酸钾的耐受能力介于上述几种鱼类之间,由此可见,鱼的种类不同,同一种药物对不同种类鱼的毒性是不一样的。高锰酸钾在渔业生产上的常用剂量为2.00~5.00 mg/L,本试验中高锰酸钾的安全浓度为1.05 mg/L,小于生产常用剂量,由此可见大泷六线鱼对高锰酸钾比较敏感,使用时应该根据实际情况调整使用。

聚维酮碘作为水产养殖常用消毒药物之一,具有低毒、高效、广谱的特点,可保持长久的抑菌杀菌能力,促进鱼类皮肤机械损伤愈合,防治水产动物烂鳃、腐皮等细菌性疾病的很好^[26]。不同鱼类对聚维酮碘的耐受程度也不同,聚维酮碘对双斑东方鲀幼鱼的安全浓度为6.34 mg/L^[6]、对梭鱼幼鱼的安全浓度为4.70 mg/L^[27]、对斜带石斑鱼幼鱼安全浓度为14.27 mg/L^[28]、对漠斑牙鲆幼鱼的安全浓度为4.06 mg/L^[29]等。本试验研究表明,聚维酮碘对大泷六线鱼幼鱼的安全浓度为5.20 mg/L,大泷六线鱼对聚维酮碘的耐受能力介于上述几种鱼类之间。生产中聚维酮碘的使用浓度为4.50~7.50 $\mu\text{g/L}$ ^[30](以有效碘计),大泷六线鱼对聚维酮碘的安全浓度5.20 mg/L远高于生产中常用浓度,因此聚维酮碘可应用于大泷六线鱼育苗和养殖生产上消毒,使用时需考虑水温、水质、大泷六线鱼幼鱼状态等来界定其用量。

甲醛是一种有刺激性臭味的化学试剂,在气态或

者液态下,均呈现强大的杀菌作用^[31]。甲醛是广谱性杀菌剂,具有杀灭效果好、残留低等特点,常用于放养前鱼种的消毒,还可在养殖过程中作为驱杀虫剂用于防治车轮虫(*Trichodina*)、本尼登虫(*Benedenia*)等寄生性鱼病^[32]。不同鱼类对甲醛的耐受程度也不同,甲醛对斜带石斑鱼的安全浓度为73.67 mg/L^[28]、对蓝点笛鲷的安全浓度为19.88 mg/L^[33]、对锦鲤的安全浓度为5.87 mg/L^[34]、对双斑东方鲀幼鱼的安全浓度为0.83 mg/L^[6]、对黄姑鱼的安全浓度为30.10 mg/L^[35]等。本试验研究表明,甲醛对大泷六线鱼幼鱼的安全浓度为23.14 mg/L,大泷六线鱼对甲醛的耐受能力介于上述几种鱼类之间,这可能与试验鱼的品种、规格及具体试验条件差异性有关。甲醛在生产上的常规泼洒用量在10.00~30.00 mg/L^[36],甲醛对大泷六线鱼幼鱼的安全浓度23.14 mg/L正好在此范围内,生产上可放心使用。甲醛在生产上作为遍洒药物时,用药量大,经济成本较高,因此一般情况下只作为浸洗药物。常用浸洗浓度为100.00~250.00 mg/L^[28],需要掌握好浸洗时间。

当前水产养殖滥用渔药的现象十分严重,渔药使用中的问题多是凭经验选用药物,药物用量过低无法达到药效,药物用量过高又对机体产生毒害作用,严重者甚至渔药品种选择错误,非但达不到病害防治的目的,反而会造成不必要的经济损失。因此选择药物时要对症下药,正确选用药物和确定各种药物的使用剂量,注意其安全性及有效性。科学、合理用渔药是防止水产品药物残留超标,提高水产品质量的根本途径^[37]。实际生产中要严格按照各种鱼类的药物安全浓度来使用药物,综合考虑水温、溶氧等环境因子和鱼类活动情况,做到合理、科学用药。

4 结论

合理使用药物是控制水生动物病害蔓延的重要环节,生产中应选择毒性小、对水体污染小或无污染的药品。尽量使用消毒剂,少用抗生素类药物^[38-39]。同时兼顾价格便宜、来源和使用方便等特点^[39]。就本试验所涉及的3种渔药而言,甲醛、聚维酮碘对大泷六线鱼的安全浓度(23.14 mg/L和5.20 mg/L)均高于生产使用浓度,其中甲醛挥发性强、无残留,可放心使用,但是全池泼洒成本较高。聚维酮碘杀菌谱广,低毒、低刺激,成本也较低,可放心使用。高锰酸钾对大泷六线鱼的安全浓度(1.05 mg/L)低于生产使用浓度,需慎用。

参考文献

- [1] 刘蝉馨, 秦克静. 辽宁动物志: 鱼类[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987.
- [2] 潘雷, 胡发文, 高凤祥, 等. 大泷六线鱼人工繁殖及育苗技术初步研究[J]. 海洋科学, 2012, 36(12): 39-44.
- [3] 杨思雨, 冯冰冰, 蒋超, 等. 3种常用消毒剂对大鳞鲃的急性毒性试验[J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2018, 15(18): 20-23.
- [4] 张建国, 姜华, 田甜, 等. 3种水产药物对鲈鱼和白甲鱼的急性毒性试验[J]. 水产科学, 2018, 37(5): 628-633.
- [5] 何阔, 杨淞, 汤居平, 等. 5种常用水产药品对似鲶高原鳅鱼苗的急性毒性实验[J]. 水产养殖, 2016, 37(10): 17-22.
- [6] 吴建绍, 李雷斌, 朱志煌, 等. 6种药物对双斑东方鲀(*Fugu bimaculatus*)幼鱼的急性毒性试验[J]. 渔业研究, 2017, 39(6): 455-462.
- [7] 王稼农, 黄健, 黄仁彬, 等. 秋水仙碱对斑马鱼肝脏和鳃组织中SOD及 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATPase}$ 活性的影响[J]. 广西科学, 2010, 17(2): 144-147.
- [8] 王志芳, 肖俊, 罗永巨. 水环境镉污染对养殖鱼类的影响研究进展[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(3): 166-171.
- [9] 胡发文, 潘雷, 高凤祥, 等. 大泷六线鱼胚胎发育及其与水温的关系[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(1): 28-33.
- [10] 菅玉霞, 潘雷, 胡发文, 等. 温度和盐度对大泷六线鱼仔鱼存活与生长的影响[J]. 渔业科学进展, 2012, 33(5): 24-29.
- [11] 菅玉霞, 房慧, 张少春, 等. 大泷六线鱼仔鱼饥饿试验及不可逆点的研究[J]. 海洋科学, 2014, 38(3): 111-115.
- [12] 潘雷, 房慧, 张少春, 等. 大泷六线鱼仔稚幼鱼期消化酶活力的变化[J]. 渔业科学进展, 2013, 34(3): 54-60.
- [13] 李莉, 王雪, 菅玉霞, 等. 不同月龄大泷六线鱼形态性状与体质量的相关性及通径分析[J]. 上海海洋大学学报, 2019, 28(1): 58-66.
- [14] 卢玲, 宋福. 鱼类急性毒性试验[J]. 生物学通报, 2002, 37(7): 52-53.
- [15] 农业部《新编渔药手册》编撰委员会. 新编渔药手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [16] 周裕华, 周文玉, 潘桂平, 等. 4种常用药物对松江鲈鱼急性毒性试验[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(11): 256-257.
- [17] 徐滨, 聂媛媛, 魏开金, 等. 四种水产药物对硬刺松潘裸鲤幼鱼的急性毒性试验[J]. 淡水渔业, 2017, 47(2): 86-90.
- [18] 李代金, 黄辉, 谭德清. 6种常用渔药对厚颌鲂鱼苗的急性毒性试验[J]. 水生态学杂志, 2009, 2(6): 25-29.
- [19] 中国兽医协会. 2011年执业兽医资格考试应试指南: 水生动物类[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [20] 于振海, 朱永安, 孟庆磊, 等. 4种常用水产药物对大鳞鲃的急性毒性试验[J]. 水产科学, 2018, 37(5): 674-678.
- [21] 蔡道基. 农药环境毒理学研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [22] 黄志斌, 胡红. 水产药物应用表解[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2001.
- [23] 杨治国, 胡安华, 马超, 等. 高锰酸钾在水产动物病害防治中的应用[J]. 河北渔业, 2010(10): 45-49.
- [24] 郑国泉, 袁定清. 常用渔药对黑脊倒刺鲃的急性毒性试验[J]. 水利渔业, 2004, 24(4): 38-40.
- [25] 李玮, 彭智. 南方大口鲈鱼苗对6种药物的忍受力试验[J]. 水利渔业, 2005, 25(1): 76-77.
- [26] 陈辉, 杨先乐. 渔用药无公害使用技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [27] 罗刚, 许建和, 滕亚娟. 五种药物对梭鱼鱼种的急性毒性实验[J]. 水产科技情报, 2012, 39(1): 42-45.
- [28] 程敏红, 杨小立, 庞强, 等. 5种常用渔药对斜带石斑鱼幼鱼的急性毒性试验[J]. 水产科学, 2014(2): 69-74.
- [29] 段秀娟, 任延军. 聚维酮碘、硫酸铜及氯氰菊酯对漠斑牙鲆幼鱼的急性毒性试验[J]. 河北渔业, 2015(5): 1-4.
- [30] 龚路军, 付国斌, 李赛城, 等. 水产用聚维酮碘的使用技术[J]. 渔业致富指南, 2007(11): 51-52.
- [31] 张益昌. 甲醛在水产养殖中的应用及注意事项[J]. 河南水产, 1998(3): 19-26.
- [32] 张怀礼, 张红梅. 福尔马林在水产养殖中用途广[J]. 渔业致富指南, 2003(7): 26.
- [33] 施钢, 陈刚, 张健东, 等. 4种水产药物对蓝点笛鲷幼鱼急性毒性试验[J]. 南方水产科学, 2011, 7(3): 50-55.
- [34] 杨志强, 李潇轩, 马行空, 等. 4种常用水产药物对锦鲤幼鱼的急性毒性[J]. 水产学杂志, 2018, 31(1): 25-29.
- [35] 邵鑫斌, 闫茂仓, 单乐州, 等. 黄姑鱼对2种驱虫药物的耐受性研究[J]. 水利渔业, 2006, 26(6): 94-96.
- [36] 赵明军, 张洪玉, 夏磊, 等. 常用消毒剂对水产动物的毒性(连载三)[J]. 中国水产, 2011(7): 46-47, 61.
- [37] 中国兽药典委员会. 中华人民共和国兽药典: 一部[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [38] 孟庆显. 海水养殖动物病害学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [39] 薛清刚, 王文兴. 对虾疾病的病理与诊治[M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1992.

Acute Toxicity of Three Aquatic Drugs to Juvenile Fish of *Hexagrammos otakii*

JIAN Yuxia^{1,2}, GAO Fengxiang^{1,2}, WANG Xue¹, LI Li¹, PAN Lei¹, GUO Wen¹, HU Fawen^{1,2}

(1. Marine Biology Institute of Shandong Province, Qingdao, Shandong, 266104, China; 2. Qingdao Key Laboratory for Benthic Fisheries Aquaculture and Enhancement, Qingdao, Shandong, 266104, China)

Abstract: The effects of three aquatic drugs on the acute toxicity of juvenile fish of *Hexagrammos otakii* were investigated, and the semi-lethal concentration (LC₅₀) and safe concentration (SC) of each drug were confirmed. Under the condition of water temperature 14.5~16.5°C, salinity 22‰~24‰, pH value 7.8~8.1, dissolved oxygen >6 mg/L, a static test method was used to test the acute toxicity of three drugs, potassium permanganate, povidone iodine, formaldehyde on juvenile fish of *Hexagrammos otakii*. The results showed that the semi-lethal concentrations (LC₅₀) of potassium permanganate to *Hexagrammos otakii* for 24 h, 48 h, 72 h and 96 h were 4.10 mg/L, 3.89 mg/L, 3.46 mg/L and 3.17 mg/L, respectively; the 24 h, 48 h, 72 h and 96 h LC₅₀ of povidone iodine were 19.43 mg/L, 18.70 mg/L, 17.59 mg/L and 16.24 mg/L; the 24 h, 48 h, 72 h and 96 h LC₅₀ of formaldehyde were 180.71 mg/L, 136.06 mg/L, 119.69 mg/L and 110.73 mg/L. The safe concentration was found to be 1.05 mg/L in potassium permanganate, 5.20 mg/L in povidone iodine and 23.14 mg/L in formaldehyde. The toxicity of three drugs to juvenile fish of *Hexagrammos otakii* was potassium permanganate > povidone iodine > formaldehyde. The results showed that formaldehyde and povidone iodine can be safely used in actual production, and potassium permanganate should be used cautiously.

Key words: *Hexagrammos otakii*, juvenile fish, acute toxicity, semi-lethal concentration, safe concentration, aquatic drug

责任编辑: 符支宏



微信公众号投稿更便捷

联系电话: 0771-2503923

邮箱: gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>