

撤稿声明

撤稿文章名: 高锰酸钾对中国鲑苗的急性毒性试验
 作者: 雷 娟, 粟建勇, 廖永岩, 王鹏良, 李伟峰
 邮箱: leijuanhb@163.com
 期刊名: 水产研究 (OJFR)
 年份: 2019
 卷数: 6
 期数: 2
 页码 (从X页到X页): 23-30
 DOI (to PDF): <https://doi.org/10.12677/OJFR.2019.62004>
 文章ID: 1030128
 文章页面: <https://www.hanspub.org/journal/PaperInformation.aspx?paperID=30611>
 撤稿日期: 2020-11-2

撤稿原因 (可多选):

- 所有作者
 部分作者:
 编辑收到通知来自于
- 出版商
 科研机构:
 读者:
 其他:

撤稿生效日期: 2020-11-2

撤稿类型 (可多选):

- 结果不实
 实验错误
 数据不一致
 分析错误
 内容有失偏颇
 其他:
- 结果不可再得
 未揭示可能会影响理解与结论的主要利益冲突
 不符合道德
- 欺诈
 编造数据
 虚假出版
 其他:
 抄袭
 自我抄袭
 重复抄袭
 重复发表 *
 侵权
 其他法律相关:
- 编辑错误
 操作错误
 无效评审
 决策错误
 其他:
- 其他原因:

出版结果 (只可单选)

- 仍然有效.
 完全无效.

作者行为 失误 (只可单选):

- 诚信问题
 学术不端
 无 (不适用此条, 如编辑错误)

* 重复发表: "出版或试图出版同一篇文章于不同期刊."

历史

作者回应:

是, 日期: yyyy-mm-dd

否

信息改正:

是, 日期: yyyy-mm-dd

否

说明:

“高锰酸钾对中国鲎苗的急性毒性试验研究”一文刊登在2019年6月出版的《水产研究》2019年第6卷第2期第23-30页上。因该文由于数据使用重复,作者主动申请撤稿。根据国际出版流程,编委会现决定撤除此重复稿件,保留原出版出处:

雷娟,栗建勇,廖永岩,王鹏良,李伟峰. 高锰酸钾对中国鲎苗的急性毒性试验研究[J]. 水产研究, 2019, 6(2): 23-30. <https://doi.org/10.12677/OJFR.2019.62004>

所有作者签名:



雷娟 栗建勇 王鹏良 李伟峰 廖永岩

The Acute Toxicity Effect of Potassium Permanganate on Horseshoe Crab

Juan Lei^{1,2}, Jianyong Su², Yongyan Liao^{1,2*}, Pengliang Wang^{1,2}, Weifeng Li^{1,2}

¹Guangxi Key Laboratory of Beibu Gulf Marine Biodiversity Conservation, Beibu Gulf University, Qinzhou Guangxi

²Beibu Gulf University, Qinzhou Guangxi

Email: *rock6783@126.com

Received: May 10th, 2019; accepted: May 24th, 2019; published: Jun. 3rd, 2019

Abstract

A total of six potassium permanganate treatments (50, 200, 350, 500, 650, 800 mg/L) and a control (no potassium permanganate added) were set up with potassium permanganate and seawater for the acute potassium permanganate toxicity experiment on survival rate and virulence return of Horseshoe Crab. The mean body weight of Horseshoe Crab was about 0.025 g, and the experiment was for 96 h. The results showed that Horseshoe Crab was significantly different from that in the control group ($P < 0.05$), which was the survival rate of Chinese horseshoe crab seedlings in the test group with potassium permanganate concentration higher than 800 mg/L for 48 h. At 96 h, potassium permanganate mass concentration had a significant effect on the survival rate of Chinese horseshoe crab seedlings ($P < 0.05$), and there was no significant difference between the test groups with potassium permanganate concentration below 200 mg/L ($P > 0.05$). At 96 h, the LC_{50} value of potassium permanganate to the Chinese horseshoe crab seedlings was 377.973 mg/L, which was the viable concentration of Chinese horseshoe crab seedlings. The toxicity recovery test of potassium permanganate concentration showed that the above 200 mg/L had a significant difference in the survival rate of Chinese horseshoe crab seedlings ($P < 0.05$). The survival time of the experimental group and the control group with potassium permanganate concentration above 350 mg/L was also significantly different ($P < 0.05$).

Keywords

Horseshoe Crab, Potassium Permanganate Concentration, Survival Rate, Survival Time

高锰酸钾对中国鲎苗的急性毒性试验

雷娟^{1,2}, 粟建勇², 廖永岩^{1,2*}, 王鹏良^{1,2}, 李伟峰^{1,2}

¹北部湾大学, 广西北部湾海洋生物多样性养护重点实验室, 广西 钦州

²北部湾大学, 广西 钦州

Email: *rock6783@126.com

*通讯作者。

摘要

用高锰酸钾和过滤的海水设置0 (对照)、50 mg/L、200 mg/L、350 mg/L、500 mg/L、650 mg/L、800 mg/L共7个高锰酸钾质量浓度梯度, 进行96 h的高锰酸钾对中国鲎幼苗(平均体质量0.025 g)存活影响和毒力恢复的急性毒性试验。结果显示: 试验进行到48 h以后, 高锰酸钾浓度高于800 mg/L试验组中国鲎幼苗的存活率与对照组差异显著($P < 0.05$)。试验进行到96 h时, 高锰酸钾质量浓度对中国鲎幼苗的存活率具有显著影响($P < 0.05$), 高锰酸钾浓度200 mg/L以下试验组之间差异不显著($P > 0.05$)。试验进行到96 h时, 高锰酸钾对中国鲎幼苗的 LC_{50} 值为377.973 mg/L, 为中国鲎的可存活浓度。高锰酸钾质量浓度毒性恢复试验显示高锰酸钾浓度200 mg/L以上试验组中浓度恢复对中国鲎幼苗的存活率具有显著差异性($P < 0.05$)。高锰酸钾质量浓度350 mg/L以上试验组与对照组的存活时间亦具有显著差异性($P < 0.05$)。

关键词

中国鲎幼苗, 高锰酸钾浓度, 存活率, 存活时间

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中国鲎 *Tachypleus tridentatus*, 俗称三刺鲎, 东方鲎, 隶属于节肢动物门肢口纲剑尾目鲎科。鲎自 4.45 亿年前就出现在地球上[1], 至今仍保留其原始古老的外貌[2], 是典型的活化石动物[2]。中国鲎是世界上成鲎体型最大、经济价值最大的鲎[3]。世界上 95% 的中国鲎资源分布在我国[4]。近年来, 由于环境污染和海洋过度开发利用以及过度捕捞等原因, 致使鲎资源日益减少, 数量锐减。因此, 中国鲎资源的保护已迫在眉睫。目前, 对中国鲎资源的研究主要集中在鲎资源调查和保护[4] [5] [6] [7] [8]、鲎种类分布[9] [10]、食鲎中毒[11]、鲎分子生物学[12] [13] [14]、人工繁育[15]、鲎试剂[16]等方面, 关于中国鲎幼苗的生态毒理学研究迄今为止尚未见报道。

高锰酸钾是一种强氧化剂, 能够去除水中嗅味和色度, 在水产养殖中得到广泛应用, 常用于防治鱼、虾等细菌、真菌和寄生虫类疾病以及对养殖设施和工具等的消毒。但至今为止, 高锰酸钾对中国鲎幼苗的毒性研究未见报道, 本研究在国内外首次进行了高锰酸钾对中国鲎幼苗的急性毒性试验, 指明在不同高锰酸钾质量浓度梯度下, 高锰酸钾对中国鲎幼苗的安全浓度并初步探讨高锰酸钾对中国鲎幼苗的致毒机理, 为中国鲎幼苗养殖的病害防治提供一些理论数据。

2. 材料和方法

2.1. 材料

试验用中国鲎幼苗购买于湛江人工育苗场, 属于第一期幼体, 平均体质量 0.025 g, 在盐度 25 的海水中暂养 3 d 后进行试验。高锰酸钾为深紫色细长斜方柱状结晶, 有金属光泽。

养殖容器为规格 13.6 cm × 13.6 cm × 19 cm、容量大约为 4 L 的塑料方桶, 盛水水深 10 cm。养殖用

水为海水为经沙滤的天然海水，再经 400 目筛绢网过滤备用，盐度为 25 左右。水温为 24℃~30℃，pH 为 8.5~8.8，溶解氧 5 mg/L。试验用的天平为日本岛津电子天平(TXB622L)。

2.2. 方法

2.2.1. 高锰酸钾急性毒性试验

根据预试验，本试验的高锰酸钾设置 0 (对照组)、50 mg/L、200 mg/L、350 mg/L、500 mg/L、650 mg/L、800 mg/L，共 7 个梯度，各个质量浓度由高锰酸钾药品和过滤海水配制而成。每个梯度设置 3 个平行，每个平行放置 10 只中国鲎幼苗，共计 210 只中国鲎幼苗。

将及时配制好的高锰酸钾溶液投入到各个质量浓度梯度中。试验持续 4 天，试验期间连续充气增氧，保持试验用海水中溶解氧 5 mg/L 左右，每天隔 12 小时观察一次，记录试验中国鲎幼苗的活动和存活率、存活时间、行为状态等情况。每天换等量的过滤海水两次，每次换水时现配药液以保证药物质量浓度不变。本试验期间不需要投喂饵料。

2.2.2. 高锰酸钾浓度骤变后恢复试验

试验持续 4 天后，将各个试验组和对照组存活的中国鲎幼苗直接转移入盐度为 25 的过滤海水中进行高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗的存活试验。此试验进行 2 天，试验期间连续充气增氧。每天 12 小时观察一次，记录试验中国鲎幼苗的活动和存活率、存活时间、行为状态等情况。

2.3. 统计分析

采用 SPSS 17.0 进行方差分析(One-way ANOVA)检验其差异显著性；用 LSR 法的新复极差检验(SSR 检验)法(Duncan 法)进行组间多重比较； $P < 0.05$ 为差异显著；用 Probit 法求出 12 h、24 h、36 h、48 h、60 h、72 h、84 h、96 h 的半致死质量浓度(LC₅₀)。

$$\text{存活率: } S = n_1/n \times 100\%$$

S: 存活率； n_1 : 各个容器中存活幼苗个数； n : 各个容器幼苗总数。

$$\text{存活时间: } h = (t \times n_1 + t_1 \times n_2)/10$$

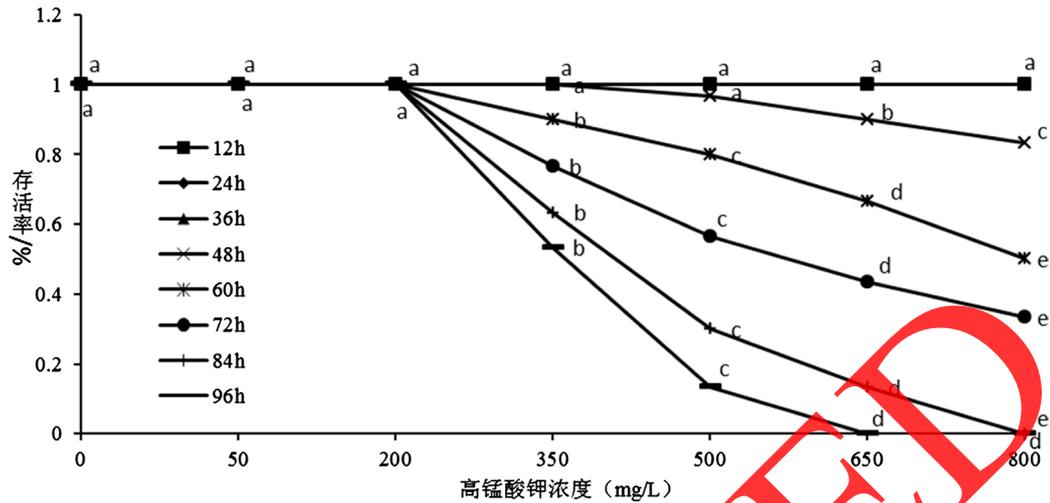
式中， t 为不同时间段(即 12、24、36、48、60、72、84、96 h)； n 为各容器中幼蟹总数目； n_1 为各容器中中国鲎幼苗存活数目； n_2 为各容器中国鲎幼苗死亡数目； t_1 为死亡中国鲎幼苗的存活时间(h)。

3. 结果与分析

3.1. 高锰酸钾浓度骤变对中国鲎幼苗的影响

3.1.1. 高锰酸钾浓度骤变对中国鲎幼苗存活率的影响

4 天的急性毒性试验发现，高锰酸钾影响中国鲎幼苗存活率详细结果见图 1。从图 1 可见，试验开始 36 h，各组存活率(100%)差异不显著($P > 0.05$)，说明在短时间内，浓度 800 mg/L 以下对中国鲎幼苗的存活率没有影响。试验进行到 48 h 以后，高锰酸钾浓度高于 800 mg/L 试验组中国鲎幼苗的存活率对对照组差异显著($P < 0.05$)，高锰酸钾质量浓度低于 650 mg/L 的试验组与对照组差异不显著($P > 0.05$)。试验进行到 60 h 时，高锰酸钾质量浓度高于 650 mg/L 的试验组与对照组差异显著($P < 0.05$)，高锰酸钾质量浓度低于 500 mg/L 的试验组与对照组差异不显著($P > 0.05$)。试验进行到 72 h 时，高锰酸钾质量浓度高于 500 mg/L 的试验组与对照组差异显著($P < 0.05$)，高锰酸钾质量浓度低于 350 mg/L 的试验组与对照组差异不显著($P > 0.05$)。试验进行至 84 h 时，高锰酸钾质量浓度高于 350 mg/L 的试验组与其余各试验组差异显著($P < 0.05$)。



注：图中某一时间时，字母相同，表示差异不显著；字母不相同，表示差异显著，下同 24 h 和 36 h 数据和 12 h 的数据一样，在图中和 12 h 的折线图重合。

Figure 1. Effect of potassium permanganate on the survival rate of Horseshoe Crab. Different letters indicate significant difference among treatments ($P < 0.05$), the same below.

图 1. 高锰酸钾浓度骤变对中国鲎幼苗存活率的影响

此外，高锰酸钾骤变浓度 350 mg/L 以上试验组与浓度 200 mg/L 组间差异显著 ($P < 0.05$)，说明浓度 350 mg/L 以上不适合中国鲎幼苗存活。试验进行到 96 h 时，高锰酸钾质量浓度对中国鲎幼苗的存活率具有显著差异性 ($P < 0.05$)，高锰酸钾浓度 200 mg/L 以下试验组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。高锰酸钾质量浓度 350 mg/L 以上试验组与浓度 200 mg/L 试验组之间差异显著 ($P < 0.05$)，说明高锰酸钾质量浓度 350 mg/L 以上试验组不适合中国鲎幼苗存活。

3.1.2. 高锰酸钾对中国鲎幼苗影响的 Probit 分析

将图 1 的数据，进行 Probit 分析，得到不同时间下的高锰酸钾对中国鲎幼苗的毒力回归方程，结果见表 1。

Table 1. Regression equation of potassium permanganate on the toxicity of Horseshoe Crab
表 1. 高锰酸钾对中国鲎幼苗的毒力回归方程

时间/h	不同时间下高锰酸钾对中国鲎幼苗的毒力回归方程
48	$y = 3.714 - 0.004x$
60	$y = 2.738 - 0.004x$
72	$y = 2.359 - 0.004x$
84	$y = 3.045 - 0.007x$
96	$y = 4.078 - 0.011x$

注：“y”为中国鲎幼苗死亡几率值；“x”为高锰酸钾质量浓度的对数值。

从表 1 可见，随着时间的推移，毒力方程趋于稳定，48 h 后，毒力方程变异不大。

将图 1 的数据进行 Probit 分析后，得到高锰酸钾质量浓度对中国鲎幼苗的 LC_{50} 如图 2。

从图 2 可见，试验进行到 12 h、24 h 和 36 h 时，高锰酸钾浓度 800 mg/L 以下的试验组中国鲎幼苗存活率为 100%，未产生毒性。随着试验时间的推移，高锰酸钾质量浓度对中国鲎幼苗的 LC_{50} 值逐渐降低。

但是试验进入 72 h 后逐渐趋于稳定。试验进行到 96 h 时, 半致死质量浓度为 377.97 mg/L。当高锰酸钾的质量浓度超过 377.97 mg/L 时, 将对中国鲎幼苗存活率产生影响。所以, 高锰酸钾对中国鲎幼苗的安全质量浓度为 377.97 mg/L。

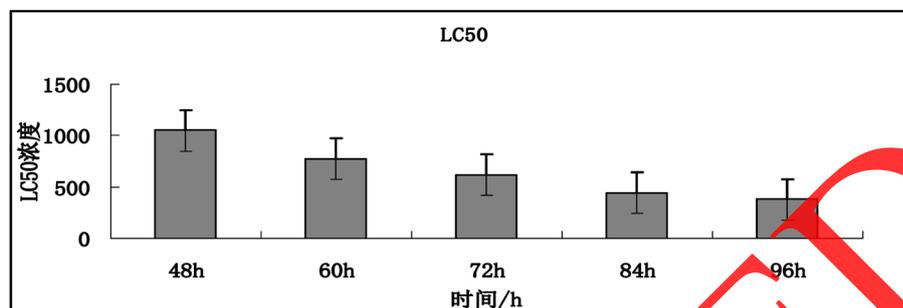


Figure 2. The LC₅₀ of potassium permanganate on Horseshoe Crab
图 2. 高锰酸钾对中国鲎幼苗的 LC₅₀

3.1.3. 高锰酸钾对中国鲎幼苗存活时间的影响

以试验结束时的 96 h 为尚存活个体的存活时间, 从试验开始至死亡个体死亡时间为其存活时间。96 h 的急性毒性试验发现, 高锰酸钾对中国鲎幼苗的存活时间影响明显, 结果见图 3。

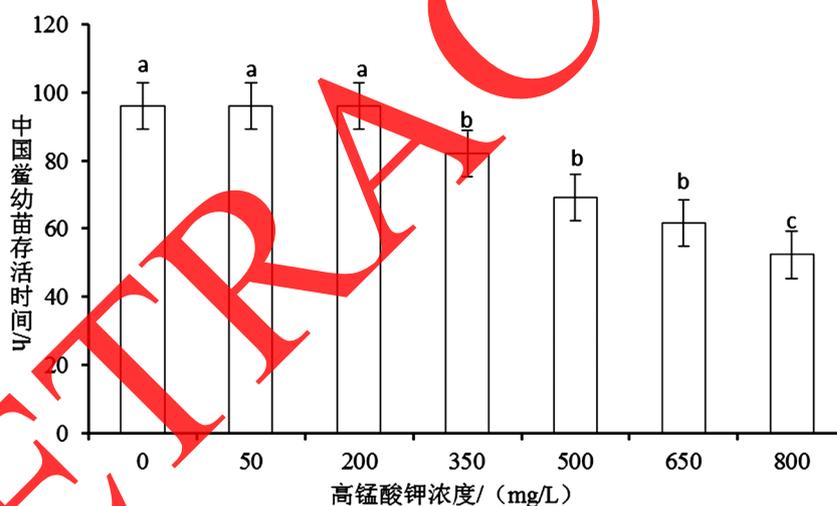


Figure 3. Effect of potassium permanganate on the survival time of Horseshoe Crab
图 3. 高锰酸钾对中国鲎幼苗存活时间的影响

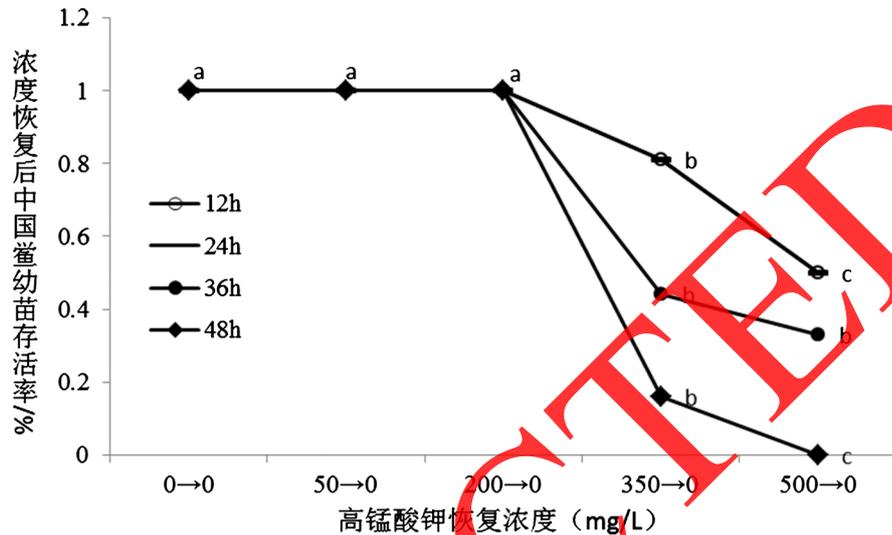
由图 3 可见, 350 mg/L 以下高锰酸钾质量浓度组在 96 h 时间的急性毒性试验期间, 存活时间大于 91.33 h, 与对照组差异不显著($P > 0.05$)。但 500 mg/L 以上高锰酸钾质量浓度试验组, 存活时间小于 61.1 h, 与对照组差异显著($P < 0.05$)。高锰酸钾浓度为 800 mg/L 试验组, 96 h 的急性毒性试验期间, 存活时间仅为 52.4 h, 与 500 mg/L 试验组差异显著($P < 0.05$)。

3.2. 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗的影响

3.2.1. 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗存活率的影响

以试验结束时尚存活的个体进行高锰酸钾浓度恢复试验。经过 48 h 的恢复试验发现, 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗的存活率影响明显, 结果见图 4。

由图4可见, 试验进行到48 h时, 200 mg/L以下试验组与对照组相比对中国鲎幼苗的存活率差异不显著($P > 0.05$)。高锰酸钾浓度200 mg/L以上试验组中浓度恢复对中国鲎幼苗的存活率具有显著差异性($P < 0.05$)。但高锰酸钾浓度500 mg/L以上的试验组中高锰酸钾浓度对中国鲎幼苗产生一定的致死毒性并难以恢复, 且随着浓度的增大而增大。



注: 24 h数据和12 h数据一样, 在图中和12 h折线图重合。

Figure 4. Effect of potassium permanganate recovery on the survival rate of Horseshoe Crab
图4. 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗存活率的影响

3.2.2. 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗存活时间的影响

经过48 h的恢复试验发现, 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗的存活时间影响比较明显, 结果见图5。由图5可见, 试验进行到48 h时, 高锰酸钾浓度350 mg/L以下试验组与对照组没有明显差异性($P > 0.05$)。高锰酸钾质量浓度350 mg/L以上试验组与对照组具有显著差异性($P < 0.05$)。

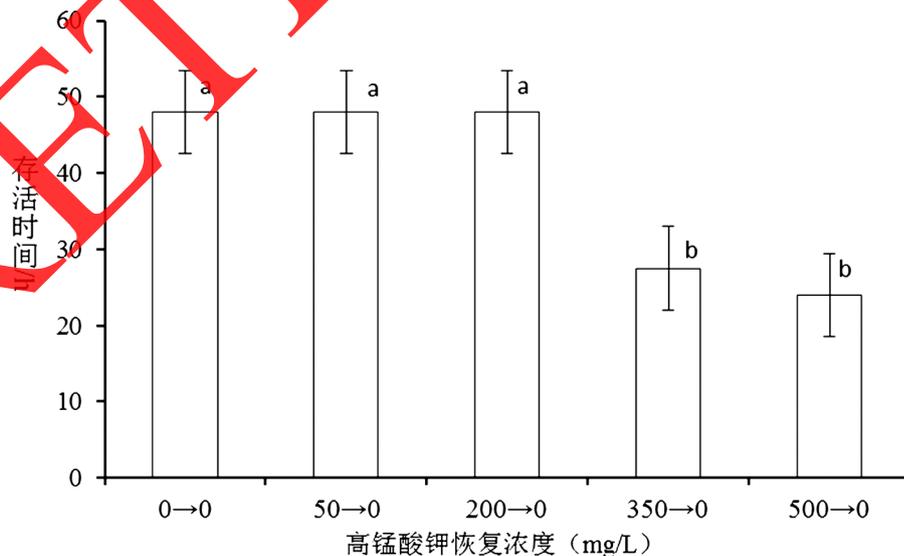


Figure 5. Effect of potassium permanganate recovery on the survival time of Horseshoe Crab
图5. 高锰酸钾浓度恢复对中国鲎幼苗存活时间的影响

4. 讨论

高锰酸钾是水产养殖中广泛使用的消毒剂和杀虫剂, 常用于养殖动物的防治和水体的消毒[17] [18] [19] [20], 消毒效果非常好, 但有一定的副作用。本研究表明, 96 h 的高锰酸钾质量浓度对中国鲎幼苗的半致死质量浓度为 377.97 mg/L, 此结果高于中华鲟[21]、虎斑乌贼[22]、金鱼[23]、草鱼[24]、虹鳟[19]、黄鳝[25]等的半致死质量浓度, 说明高锰酸钾对每个物种的安全浓度不同, 其原因可能有两个, 一是中国鲎幼苗对高锰酸钾溶液的耐受性比较好, 另一个原因可能是相比其他水生动物来说, 中国鲎幼苗的发育阶段比较早, 是水生动物发育阶段不同对高锰酸钾溶液的耐受性有差异引起的。

本实验的结果表明, 随着浸泡高锰酸钾溶液时间的延长, 中国鲎对高锰酸钾的敏感性逐渐增强, 即 24 h、48 h、72 h、96 h 的半致死重量浓度依次降低, 这可能是由于高锰酸钾在浓度很高的情况下能氧化幼鲎苗本身, 并能通过氧化分解出二氧化锰等黄色物种堵塞鲎苗的呼吸器官所致。另外, 通过恢复实验发现, 低浓度实验组的中国鲎幼苗表现出, 在短时间的中毒症状后可恢复正常存活, 可能说明中国鲎幼苗对高锰酸钾有一定的耐受性, 当超过这个耐受浓度(本实验中时 500 mg/L)时, 才会出现不能恢复存活的现象。在水产养殖中, 高锰酸钾的常用剂量为泼洒浓度 0.2~0.5 mg/L、药浴浓度 10~20 mg/L。本实验的高锰酸钾对中国鲎幼苗的安全浓度比常用药浴浓度高的多, 因此, 认为高锰酸钾不宜作为中国鲎幼苗的消毒、治病的药物。

5. 结论

本实验结果表明, 高锰酸钾对中国鲎幼苗的安全浓度为 37.797 mg/L, 比鱼类养殖生产上防治病时常规的泼洒用量大的多, 说明中国鲎幼苗对高锰酸钾的耐受能力要远远高于鱼种和成鱼。高锰酸钾虽对不同鱼类表现出不同的毒性作用, 但其安全质量浓度有一定的差异, 主要是由于高锰酸钾对受体生物的耐受性不同所致, 这可能会与实验对象的年龄、大小、体长等因素有关, 也可能与水体中水温、水质、pH、硬度等环境条件以及高锰酸钾与实验对象之间的内在特殊关系有关。

基金项目

2019 年广西北部湾大学省重点实验室自主课题(2019ZB04); 2015 年钦州学院高层次人才科研启动基金(17KYQD08)。

参考文献

- [1] David, M.R., Grahama, Y., Godfrey, S.N., *et al.* (2008) The Oldest Horseshoe Crab: A New Xiphosurid from Late Ordovician Konservat-Lagerstätten Deposits, Manitoba, Canada. *Palaeontology*, **51**, 1-9. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2007.00746.x>
- [2] Walls, E.A., Berkson, J. and Smith, S.A. (2002) The Horseshoe Crab, *Limulus polyphemus*: 200 Million Years of Existence, 100 Years of Study. *Reviews in Fisheries Science*, **10**, 39-73. <https://doi.org/10.1080/20026491051677>
- [3] 廖永岩, 叶富良, 洪水根. 鲎, 一种珍贵的海洋药用动物[J]. 中国海洋药物, 1998, 17(4): 34-40.
- [4] 廖永岩, 李晓梅. 中国海域鲎资源现状及保护策略[J]. 资源科学, 2001, 23(2): 53-57.
- [5] 陈秋明. 厦门海域中国鲎资源的研究和保护[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(6): 9-11.
- [6] 李琼珍. 中国鲎保育工作研究进展[J]. 生物学杂志, 2010, 27(4): 71-74.
- [7] 李琼珍, 胡梦红. 广西北海中国鲎资源现状以及保育工作进展[J]. 海洋环境科学, 2011, 30(1): 131-134.
- [8] 谢蕙莲, 范航清, 廖永岩, 等. 鲎保育的三赢策略[J]. 广西科学, 2017, 24(5): 509-515.
- [9] 廖永岩, 刘金霞. 亚洲海域鲎的种类和分布[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(6): 85-90.
- [10] 吴芳丽, 黄茜枝, 李琼珍, 等. 中国鲎和圆尾鲎血淋巴细胞分类和特征的比较研究[J]. 水生生物学报, 2015, 39(6): 1169-1176.

- [11] 刘金霞, 周明文, 廖永岩. 食鲎中毒研究进展[J]. 中国热带医学, 2010, 10(5): 636-638.
- [12] 李林明, 叶海辉, 黄辉洋, 等. 中国鲎脑神经节的组织学观察[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2011, 50(6): 1091-1094.
- [13] 翁朝红, 谢仰杰, 肖志群, 等. 中国鲎保守 miRNA 靶基因预测及功能分析[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2017, 22(6): 1-8.
- [14] 何兰珍, 康信煌, 张国光, 等. 中国鲎长枝葡萄霉及其脂肪酸类代谢产物研究[J]. 广东化工, 2017, 44(350): 25-27.
- [15] 邹丽珍. 中国鲎幼鲎人工养殖饵料初步研究[J]. 福建农业科技, 2016(9): 32-35.
- [16] 颜明艳, 王月, 顾华鑫, 等. 鲎试剂产业在中国的发展现状及相关建议[J]. 生物学杂志, 2017, 35(2): 88-91.
- [17] 孙文君. 沙塘鳢对 6 种常用药物的敏感性研究[J]. 内陆水产, 2005, 30(4): 28-30.
- [18] 卜艳珍, 李效宇, 杨太有. 四种常用药物对金鱼的急性毒性试验[J]. 河南水产, 2004, 59(4): 30-31.
- [19] 王立新, 周继术, 邢西谋, 等. 四种药物对虹鳟鱼苗的毒性研究[J]. 动物医学进展, 2003, 24(4): 92-94.
- [20] 李正友, 安苗. 丁鱼对几种药物的敏感性研究[J]. 水利渔业, 2004, 24(4): 36-37.
- [21] 王建国, 王权, 黄爱军, 等. 高锰酸钾和三氯异氰尿酸对中华鲟的急性毒性作用[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 239-241.
- [22] 谭永胜, 刘建勇, 徐彬晓. 高锰酸钾对虎斑乌贼胚胎和幼体的毒性研究[J]. 水产养殖, 2011, 32(1): 12-15.
- [23] 王凡, 郭向萌. 高锰酸钾对金鱼的急性毒性试验[J]. 江苏农业科学, 2009(3): 280-281.
- [24] 温茹淑, 郑清梅, 方展强, 等. 敌百虫和高锰酸钾对草鱼鱼种的急性毒性研究[J]. 水产科学, 2007, 26(7): 405-407.
- [25] 向泉, 周维禄, 王小艳, 等. 4 种常用药物对黄鳝苗种急性毒性研究[J]. 重庆水产, 2004(4): 34-37.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2373-1443, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojfr@hanspub.org