

# 重铬酸钾对方形网纹溞的 毒性研究\*

庄德辉

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

周晏敏

(齐齐哈尔市环境监测中心站)

## 摘要

研究了在25℃条件下重铬酸钾对方形网纹溞 *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Müller) 存活、生殖和生长的影响。急性试验求得重铬酸钾对该溞的24h和48hEC<sub>50</sub>值分别为1.0179 mg/L和0.4127 mg/L,其可信限分别为0.4698—1.7180 mg/L和0.1980—0.6988 mg/L。慢性试验以存活、生殖和生长为毒性指标,未觉察反应浓度(NOEC)为0.0625 mg/L,最低觉察反应浓度(LOEC)为0.1250 mg/L,其应用系数在0.15—0.30之间。流水试验(NOEC)为0.03125 mg/L, (LOEC)为0.0625 mg/L,其应用系数在0.08—0.15之间。结果还表明生长是最敏感的指标。

关键词: 重铬酸钾; 毒性; 方形网纹溞。

自从美国EPA推出网纹溞生活周期毒性试验<sup>[1]</sup>之后,网纹溞用于环境质量监测受到广泛的重视<sup>[2-4]</sup>。重铬酸钾是国际标准化组织(ISO)提出的水毒理学试验标准药物。为检验重铬酸钾在各种试验条件下对网纹溞的毒性,并探索网纹溞毒性试验方法在我国的适用性和推广应用的可能性,我们分别进行了急性、慢性和流水试验,现将试验结果报道如下。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

1.1.1 药剂 重铬酸钾(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>),分析纯,含量不少于99.8%,武汉中南化学试剂厂产品。使用前经105℃烘干2h,置于干燥器保存备用。

1.1.2 仪器 pHB-29C酸度计,上海雷磁仪器厂。TH-2溶氧测定仪,无锡无线电八厂。Conductivity Meter, model 4070. Cole-Parmer.

1.1.3 稀释用水 自来水经活性炭过滤,静置24h以上备用。pH6.9—8.4,DO值6.9—9.2 mg/L,电导率384—426 ms/m,水温25±1℃。

1.1.4 试验溞 方形网纹溞采自四川成都郊区,经2年以上室内驯养,试验用同一母体的后代,试验开始时,所有藻年龄均小于24h。

### 1.2 方法

第一作者简介: 男, 56岁, 副研究员

\* 国家自然科学基金资助项目

1.2.1 急性试验 试验设5—7个浓度组及对照组, 每组用80mL烧杯2个, 各盛试验液50mL, 放置蚤10只. 试验重复1次.

1.2.2 慢性试验 设置5个浓度组及对照组, 试验进行7天. 试验开始时, 蚤置于25mL烧杯的15mL试验液中, 每杯1只, 10个平行, 共60杯. 隔天换水, 每天喂食1次, 每次喂菌液(5g 金鱼饵料加1L水发酵2d) 1滴(约0.05mL)和栅藻液(细胞密度约为20万个/mL) 1滴(约0.05mL). 每天检查并记录蚤存活数和产幼体数. 检查后移去幼蚤. 试验结束时测量蚤的体长.

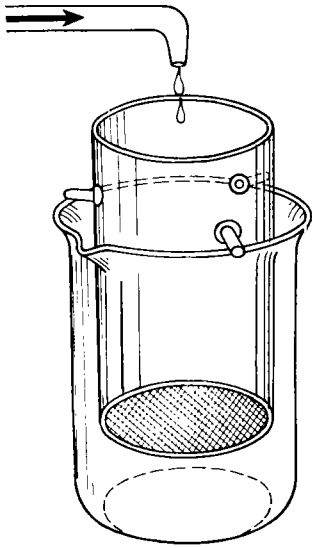


图1 网纹蚤流水试验容器

Fig.1 The vessel of constant-flow test for *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller)

显著性测验.

## 2 结果

### 2.1 急性试验

急性试验结果见表1.

表1 重铬酸钾对方形网纹蚤的急性试验结果 (mg/L)

Table 1 Acute toxicity of  $K_2Cr_2O_7$  to *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller)

试验次数	24h EC <sub>50</sub> (95%可信限)	48h EC <sub>50</sub> (95%可信限)
1	0.5785(0.4698—0.7124)	0.2883(0.1980—0.4199)
2	1.3258(1.0220—1.7180)	0.5596(0.4481—0.6988)
3	1.1494(1.1344—1.4986)	0.3903(0.3377—0.4511)
平均值	1.0179	0.4127

目前国际上对网纹蚤尚无标准参考毒物. 若参照ISO规定, 重铬酸钾对大型蚤24h EC<sub>50</sub>的有效浓度范围为0.9—2.0mg/L, 表3所示的网纹蚤也在这个范围之内.

### 2.2 慢性试验(7天)

慢性试验结果见表2.

1.2.3 流水试验 流水试验用有机玻璃恒流稀释装置(中国科学院水生生物研究所研制)<sup>[5]</sup>. 试验设5个试验组及对照组. 试验容器自行设计, 结构如图1. 用150mL烧杯, 内套内径5cm, 高7.5cm玻璃筒(实际贮水容量约108mL), 套筒底部蒙上13号(网孔0.112mm)筛绢. 试验液由上部滴入. 调节流速2mL/min(约每h更换1次). 每天上午喂菌液和栅藻液各0.5mL.

1.2.4 统计学处理 急性试验结果用直线回归法计算EC<sub>50</sub>值及其95%可信限. 慢性试验和流水试验结果用方差分析、D值检验和t值检验等方法进行显著性测验.

2.2.1 存活 表 2 显示 0.50mg/L 组 7 天仅存活 40%, 明显受到影响; 而 0.25mg/L 组以下各组存活 90%—100%, 几乎未见影响。

2.2.2 生殖 方差分析结果(表 3) 表明, 各浓度组生殖量有显著差异。用差数  $D$  值检验( $D$  值为 6.7927), 显示对照组与 0.25、0.50mg/L 组差异显著, 而对照组与 0.03125、0.0625 及 0.125mg/L 各组差异不显著。

表 2 重铬酸钾对方形网纹溞的慢性试验结果

Table 2 Chronic toxicity of  $K_2Cr_2O_7$  to *Ceriodaphnia quadrangla* (O. F. Müller)

浓度, mg/L	平均生殖量(±SD), 个	平均体长(±SD), mm	存活率 %
对 照	23.90 ± 3.96	1.13 ± 0.02	100
0.03125	24.40 ± 5.06	1.14 ± 0.01	100
0.06250	23.00 ± 4.92	1.13 ± 0.02	100
0.12500	20.00 ± 4.98	1.08 ± 0.02	90
0.25000	11.50 ± 6.50	1.02 ± 0.03	100
0.50000	3.00 ± 3.38	0.92 ± 0.03	40

表 3 方形网纹溞 7 天生殖量在重铬酸钾不同浓度中的方差分析

Table 3 Analysis of variance in the reproduction of *Ceriodaphnia quadrangla* (O. F. Müller) kept at different concentrations of  $K_2Cr_2O_7$  for 7 days

变异来源	自由度	离均差平方和	均方差
总 变 异	59	5151.9	
组间变异	5	3712.1	742.42
组内变异	54	1439.8	26.66

$F = 742.42/26.66 = 27.84$                        $F_{0.01} = 2.38$   
 $F > F_{0.01}$       差异显著

2.3.3 生长 方差分析结果(表 4) 表明, 各浓度组生长有显著差异。仍用差数  $D$  值检验( $D$  值为 0.0502), 显示对照组与 0.125、0.25 及 0.50mg/L 各组差异显著, 而对照组与 0.03125 及 0.0625mg/L 组差异不显著。

表 4 方形网纹溞 7 天平均体长在重铬酸钾不同浓度中的方差分析

Table 4 Analysis of variance in the mean body-length of *Ceriodaphnia quadrangla* (O. F. Müller) kept at different concentrations of  $K_2Cr_2O_7$  for 7 days

变异来源	自由度	离均差平方和	均方差
总 变 异	29	0.205	
组间变异	5	0.189	$37.825 \times 10^{-1}$
组内变异	24	0.016	$0.661 \times 10^{-1}$

$F = 37.825 \times 10^{-1} / 0.661 \times 10^{-1} = 57.224$                        $F_{0.01} = 2.62$   
 $F > F_{0.01}$       差异显著

2.3.4 NOEC和LOEC评价用 Parkhurst 等<sup>[6]</sup>的方法,将3项毒性指标的NOEC和 LOEC列于表5. 从表中可以见到,重铬酸钾对方形网纹溞的NOEC为0.0625mg/L,LOEC为0.1250mg/L,说明在25℃下,重铬酸钾对方形网纹溞的7天慢性毒性阈限在0.0625—0.1250mg/L之间.从表5还可以看出,3项指标中以生长指标最为敏感.若按对方形网纹溞存活、生殖和生长都没有影响的安全浓度除以48hEC50值(0.4127mg/L),则可算出应用系数在0.15—0.30之间.

表5 用3项毒性指标评价在慢性试验条件下重铬酸钾对方形网纹溞的NOEC和LOEC(mg/L)

Table 5 No-observed-effects concentrations (NOECs) and lowest-observed-effects concentrations (LOECs) of  $K_2Cr_2O_7$  to *Ceriodaphnia quadrangla* (O. F. Müller) at chronic test condition

毒性指标	NOEC	LOEC
存活	0.2500	0.500
生殖	0.1250	0.250
生长	0.0625	0.125

## 2.4 流水试验(7天)

在恒流试验条件下重铬酸钾对方形网纹溞的试验结果见表6.

表6 在恒流试验条件下重铬酸钾对方形网纹溞的影响

Table 6 Effects of  $K_2Cr_2O_7$  on *Ceriodaphnia quadrangla* (O. F. Müller) at the constant-flow test condition

重铬酸钾浓度, mg/L	存活率, %			体长, (第7天)	生殖量, (7天累计)
	第3天	第5天	第7天	mm	个
对照	100.0	92.5	92.5	1.03±0.03	44.00±16.78
0.03125	95.0	87.5	87.5	1.01±0.04	47.50±19.92
0.06250	90.0	80.0	77.5	0.96±0.04	35.50±23.05
0.12500	72.5	72.5	67.5	1.00±0.03	39.75±24.62
0.25000	70.0	62.5	57.5	0.97±0.03	25.50±20.99
0.50000	16.7	16.7	13.3	0.85±0.07	0

2.4.1 存活 试验统计了第3、5和7天的存活百分率,结果显示存活百分率依浓度升高而逐渐下降.对第7天存活百分率进行了 $t$ 值检验,结果表明,对照组与0.5mg/L组差异显著( $P<0.01$ ),而对照组与0.25mg/L以下各组差异不显著( $P>0.05$ ).

2.4.2 生殖 7天累计生殖量经 $t$ 值检验表明,对照组与0.25mg/L组以上差异显著( $0.05>P>0.01$ ),而对照组与0.125mg/L组以下差异不显著( $P>0.05$ ).

2.4.3 生长 重铬酸钾对方形网纹溞7天生长的影响,经 $t$ 值检验,显示出对照组与0.0625mg/L以上各组有差异( $P<0.01$ ),对照组与0.03125mg/L组没有差异.

2.4.4 NOEC和LOEC评价在恒流条件下,3项指标的NOEC和LOEC列于表7.从表中可以看出,NOEC为0.03125mg/L,LOEC为0.0625mg/L,阈限在0.03125—0.0625mg/L之间.表中还可看出,3项指标中也是以生长指标最为敏感,其应用系数在0.08—0.15之间.

表 7 用 3 项毒性指标评价在恒流试验条件下重铬酸钾对方形网纹蚤的 NOEC 和 LOEC (mg/L)

Table 7 No-observed-effects concentrations (NOECs) and lowest-observed-effects concentration (LOECs) of  $K_2Cr_2O_7$  to *Ceriodaphnia puadrangula* (O. F. Müller) at the constant-flow test condition

毒性指标	NOEC	LOEC
存活	0.25000	0.5000
生殖	0.12500	0.2500
生长	0.03125	0.0625

#### 4 讨论

急性试验是最常用的毒性试验方法。由于急性试验花费时间短,又能反映毒物的毒性强度,故被广泛使用。然而急性试验不能反映长时间的作用结果,也不能直接得出安全浓度,必须通过推算,推算过程中选择应用系数受人为因素影响很大。尽管推算可以考虑各种因素,使结果接近实际情况,但总不如直接从慢性试验求得来得准确。网纹蚤的慢性毒性试验只要进行 7 天,在这样短的时间内就能得出存活、生殖和生长等 3 项指标的结果,这是鱼类的试验无法比拟的。

本研究中慢性试验得出重铬酸钾对方形网纹蚤的毒性阈限在 0.0625—0.1250 mg/L 之间。流水试验阈限在 0.03125—0.06250 mg/L 之间。二者对比表明,流水试验所显示的毒性要强些,流水试验维持毒物浓度相对稳定,比静置换水应该准确些。然而流水试验需要有流水稀释装置,要调好流速和校准浓度必须费功夫。

本研究的结果表明,网纹蚤毒性试验方法是实用的,在我国推广应用完全有可能。

#### 参 考 文 献

- 1 庄德辉. 中国环境科学, 1990, 10(1): 61
- 2 Winner R W. Environ Toxicol Chem, 1988, 7: 153
- 3 Di Toro D M *et al.* Environ Toxicol Chem, 1991, 10: 261
- 4 Sasson-Brickson G *et al.* Environ Toxicol Chem, 1991, 10: 201
- 5 贺锡勤等. 环境科学学报, 1986, 6(4): 487
- 6 Parkhurst B R *et al.* Environ Poll(Series A) 1981, 24(1): 21

1993-01-28收到

# TOXICITY OF $K_2Cr_2O_7$ TO *GERIODAPHNIA* *QUADRANGULA* (O.F.MÜLLER)

Zhuang Dehui

(*Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072*)

Zhou Yanmin

(*Qiqihaer Environment Monitoring Center, Qiqihaer 161005*)

## ABSTRACT

Effects of  $K_2Cr_2O_7$  on survival, growth, reproduction of *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F. Muller) were studied under renewed static conditions. In acute test the EC50 of  $K_2Cr_2O_7$  to *C. quadrangula* was estimated to be 1.0179 (0.4698—1.7180) mg/L for 24h and 0.4127 (0.1980—0.6988) mg/L for 48h under  $25 \pm 1^\circ C$ . In chronic test (7 days) considering three criteria as a whole, the no-observed-effects concentrations (NOECs) were justified as 0.0625mg/L and the lowest-observed-effects concentrations (LOECs) were 0.125mg/L. The application factors were determined within the range of 0.15—0.30. Results of test showed that toxicity of  $K_2Cr_2O_7$  to *C. quadrangula* was more toxic in constant-flow test than in renewed static test and growth in both tests was regarded as a more sensitive index for the toxicological assessments.

**Keywords:**  $K_2Cr_2O_7$ , toxicity, *Ceriodaphnia quadrangula*.