



移动扫码阅读

刘沛友,赵文晋,石越辉,等.疫情期间毕节市饮用水生物毒性监测与评估[J].能源环境保护,2020,34(5):90-94.

LIU Peiyou, ZHAO Wenjin, SHI Yuehui, et al. Monitoring and assessment of drinking water biological toxicity in Bijie city during the COVID-19[J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(5):90-94.

## 疫情期间毕节市饮用水生物毒性监测与评估

刘沛友,赵文晋,石越辉,燕 蛟

(毕节市环境监测中心站,贵州 毕节 551700)

**摘要:**新冠肺炎疫情期间,选取12个水库型饮用水水源和4个河流型饮用水水源作为研究对象,采用发光细菌法监测了生物毒性,通过单因子法评价了毒性级别和安全性。结果表明:两种类型饮用水源的生物毒性相对发光值变化范围为77%~115%,绝大多数集中在90%~100%之间;从生物毒性平均值来看,相对发光值范围为88%~98%,无毒级(相对发光值>90%)饮用水源13个,低毒级饮用水源3个。

**关键词:**饮用水;生物毒性;单因子法;安全性

中图分类号:X824

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2020)05-0090-05

### Monitoring and assessment of drinking water biological toxicity in Bijie city during the COVID-19

LIU Peiyou, ZHAO Wenjin, SHI Yuehui, YAN Jiao

(Bijie Municipal Environmental Monitoring Center Station, Bijie 551700, China)

**Abstract:** During the epidemic of COVID-19, 12 reservoir-type drinking water sources and 4 river-type drinking water sources were selected as the research objects in order to monitor the biological toxicity by the luminescent bacteria method, and evaluate the toxicity level and safety by the single factor method. The results show that the relative luminescence value of the biological toxicity of the two types of drinking water sources varies from 77% to 115%, most of which are between 90% and 100%. The relative luminous value of average bio-toxicity is between 88% and 98%. There are 13 non-toxic grade (relative luminous value > 90%) drinking water sources and 3 low-toxic grade drinking water sources.

**Key Words:** Drinking water; Bio-toxicity; Single factor method; Safety

## 0 引言

新型冠状病毒感染肺炎疫情发生以来,逐渐在全国蔓延,大量感染病人被送往医院集中隔离治疗,因此存在病毒通过医疗废物、废水传播扩散的风险,为消除风险,医疗废物必须严格规范处理,医疗废水必须加强消毒,而废水消毒将使用大量含氯消毒剂,从而产生过剩的余氯<sup>[1-2]</sup>。一方

面,游离氯可使含酚的水产生氯酚,还可以生成有机氯化物,对人体非常有害,另一方面,游离氯会对某些水生生物产生有害作用<sup>[3]</sup>。可见,游离氯一旦随着地表径流迁移到饮用水水源,可能造成水体污染和水质中毒。同时,若新型冠状病毒传播和扩散至水体中,也可能对某些水生生物产生毒害和增加感染人体的风险。针对疫情期间医院的特殊排污情况和保证饮用水安全,选取12

收稿日期:2020-06-16

第一作者简介:刘沛友(1984-),男,贵州六盘水人,工程师,主要从事生态环境分析和生态环境保护等方向的研究。

E-mail: 634501354qq.com

个水库型和 4 个河流型(地下河)城市集中式饮用水水源作为监测与评估对象,分析生物毒性现状和变化趋势、评估其使用安全性,为疫情期间保护饮用水安全提供科学依据,但是由于条件所限,不能进行含新冠病毒的水样对发光细菌发光值的影响试验,因此,本实验结果只作为综合毒性的参考。

## 1 环境现状调查

采用现场踏勘和资料收集法进行环境调查,被调查评估的饮用水源基本位于城市郊区,服务

人口众多,以水库型和地下河流型为主,周边地带属于典型的喀斯特地形风貌。水库型饮用水源的水量主要靠降雨形成的地表径流补给,河流型(地下)饮用水源的水量主要靠降雨形成的地表径流和部分地下水补给,因此水质容易受到上游水量补给区污染源的影响。被调查的 16 个城市集中式饮用水水源均已划有一级、二级保护区和准保护区,已经采取较为严格的环境保护措施。水源编号按照《集中式饮用水水源编码规范》<sup>[4]</sup>规定,将水库型编为 R,河流型编为 S,调查情况见表 1。

表 1 城市集中式饮用水源环境现状调查表

饮用水源编号	服务人口 /万人	类型	使用状况	保护区情况	补给类型	上游污染源
R1	40.0	水库型	在用		地表径流	
R2	5.0	水库型	在用		地表径流	
R3	2.8	水库型	在用		地表径流	
R4	8.7	水库型	在用		地表径流	
R5	14.8	水库型	在用		地表径流	
R6	27.0	水库型	在用		地表径流	
R7	10.0	水库型	在用		地表径流	
R8	0.4	水库型	在用	三级	地表径流	乡村和城镇生产、生活污水
R9	30.0	水库型	在用		地表径流	
R10	11.8	水库型	在用		地表径流	
R11	1.8	水库型	在用		地表径流	
R12	19.0	水库型	在用		地表径流	
S1	3.7	河流型(地下)	在用		地表径流和地下水	
S2	16.1	河流型(地下)	备用		地表径流和地下水	
S3	3.2	河流型(地下)	在用		地表径流和地下水	
S4	2.4	河流型(地下)	在用		地表径流和地下水	

## 2 监测仪器和试剂

监测使用的仪器设备:LumiFox 2000 型生物毒性分析仪,移液枪,复苏稀释液,渗透压调节液,冻干菌,计时器。

## 3 监测方法

(1)取 500  $\mu\text{L}$  复苏稀释液加入到 1 瓶发光细菌冻干粉中使其水合,摇匀,在室温下(21 ~ 25  $^{\circ}\text{C}$ )平衡 15 min,得到水合试剂<sup>[5-6]</sup>。

(2)样品准备。对对照:取 900  $\mu\text{L}$  纯水于试管中,加入 100  $\mu\text{L}$  渗透压调节液,摇匀。待测样:取 900  $\mu\text{L}$  待测样品<sup>[7-8]</sup>加入到试管中,加入

100  $\mu\text{L}$  渗透压调节液,摇匀。

(3)分别取 50  $\mu\text{L}$  冻干菌水合试剂加入到对对照和待测样中,在样品中部用移液枪吹打 15 至 20 下,混合均匀,使其反应 5 min。

(4)将仪器设置为“快速”模式,把对对照样放入检测池读取对照发光值,读完后,将待测样放入检测池读取样品相对发光值,记录分析结果。

## 4 监测结果

疫情期间 16 个城市集中式饮用水水质生物毒性监测每周监测 1 次,连续监测 5 周,相对发光值结果见表 2。

表2 生物毒性监测结果表

水源编号	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	平均值
R1	99	89	102	86	103	96
R2	88	107	89	87	104	95
R3	102	96	79	111	85	95
R4	97	99	96	101	96	98
R5	101	99	89	81	103	95
R6	81	92	94	99	85	90
R7	89	97	77	91	93	89
R8	91	91	94	97	87	92
R9	94	91	92	96	93	93
R10	81	93	87	87	90	88
R11	110	99	83	96	86	95
R12	90	91	97	97	101	95
S1	106	107	88	86	91	96
S2	115	109	77	90	97	98
S3	98	95	79	99	92	93
S4	104	104	86	87	93	95

## 5 结果与讨论

### 5.1 生物毒性变化趋势分析

从图1和图2可以看出,无论是水库型饮用水源R1~R12,还是河流型(地下)饮用水源S1~S4,从第1至第5周,其生物毒性相对发光值变化较大、范围较宽,最小相对发光值77%,最大发光值115%,绝大多数集中在90%~100%之间,没有出现毒性较高(相对发光值小于70%)的水源。

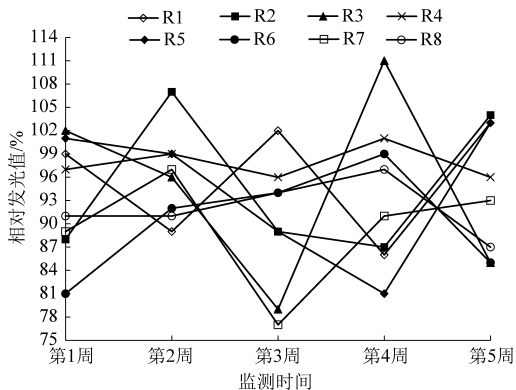


图1 生物毒性变化趋势图

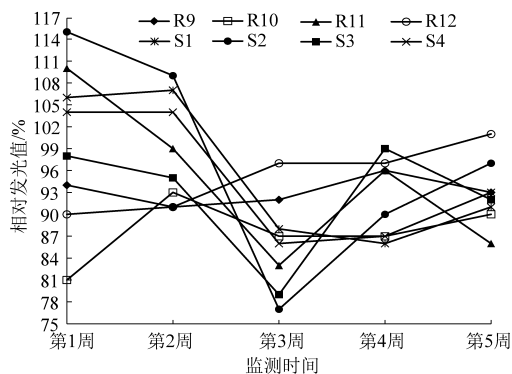


图2 生物毒性变化趋势图

值最高,均为98%,详细比较结果见图3。

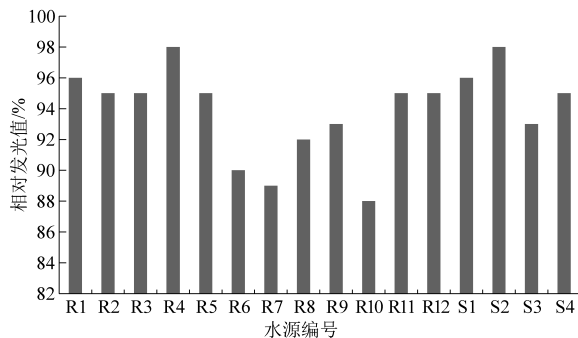


图3 生物毒性监测结果分析比较图

### 5.2 生物毒性比较分析

将16个城市集中式饮用水生物毒性的平均值进行比较分析,由图3可知,生物毒性监测结果相对发光值在88%~98%之间,其中大于90%的饮用水源13个,占总水源数的81%,饮用水R10的相对发光值最低,为88%,R4和S2的相对发光

### 5.3 生物毒性评价

水环境质量生物毒性评价采用单因子法进行评价<sup>[9-11]</sup>,即选取相应的分级标准,用测量结果与分级类别进行比较,评价其水质分级类别。生物毒性评价分级标准参照中国科学院南京土壤研究

所的水质急性毒性分级标准<sup>[12]</sup>,分为5个等级,评价结果见表3。

表3 生物毒性监测结果评价表

水源编号	生物毒性平均值/%	评价分级标准	评价结果
R1	96		无毒
R2	95		无毒
R3	95		无毒
R4	98		无毒
R5	95		无毒
R6	90		低毒
R7	89	>90%, 无毒	低毒
R8	92	70%~90% (含 90%), 低毒	无毒
R9	93	50%~70% (含 70%), 中毒	无毒
R10	88	30%~50% (含 50%), 重毒	低毒
R11	95	0~30% (含 30%), 高毒	低毒
R12	95	0, 剧毒	无毒
S1	96		无毒
S2	98		无毒
S3	93		无毒
S4	95		无毒

### 5.4 新冠病毒水样生物毒性分析的思考

新冠病毒目前在世界流行,新冠病毒对于发光细菌发光情况的影响有待进一步的研究。对于发光细菌发光值的影响的实验研究,思考如下:

发光细菌发光是细菌体内正常生理氧化反应的结果,许多有毒物质与发光细菌接触时,会使细胞的状态发生改变,从而引起生物发光的减弱。在正常水质中,发光细菌的发光量具有一定的发光范围,当水质毒性较大时,发光菌的新陈代谢会受到干扰或抑制,发光量显著下降,当毒性超过一定阈值,发光量会急剧下降或消失<sup>[13-17]</sup>。当饮用水中含有新冠病毒时,也可能引起发光细菌发光值的变化,可以设计如下实验分析其发光值是增强、减弱、还是无变化。

#### 5.4.1 参比水毒性实验

用未经处理过的地表饮用水为参比水,测定其对菌种发光量的生物抑制率,当生物抑制率 $\leq \pm 2\%$ 时,可作为参比水使用<sup>[15]</sup>。

#### 5.4.2 含新冠病毒水样毒性实验

取6只样品管,放入等量的参比水,编号为参比1、2、3、4、5、6;另取6只样品管,用等量参比水制备含不同数量级新冠病毒的水样,从低到高依次编号为样品1、2、3、4、5、6。待发光细菌复苏稳

定后,按顺序加入各参比管和样品管中,反应15 min,立即将参比管和样品管放入生物发光光度计进行检测,记录其发光量,并分别计算出参比水和样品的发光量<sup>[6,15]</sup>。实验全程应严格执行传染病毒实验相关要求,注意做好隔离防护和消毒。

#### 5.4.3 相对发光度计算

$$\text{相对发光度}(\%) = \frac{\text{样品管发光量}}{\text{参比管发光量}} \times 100$$

#### 5.4.4 相对发光度影响分析

参照中国科学院南京土壤研究所的水质急性毒性分级标准,当相对发光度 $>100\%$ 时,新冠病毒可能会引起发光细菌发光值增强或对发光细菌不产生毒性;

当相对发光度在 $90\% \sim 100\%$ 之间时,新冠病毒对发光细菌发光值基本不产生影响或对发光细菌不产生毒性;

当相对发光度 $\leq 90\%$ 时,新冠病毒可能会引起发光细菌发光值减弱或对发光细菌产生毒性。

## 6 结论

在监测调查的16个饮用水水源中,有13个饮用水的生物毒性分级属于无毒级,占总数的81%;3个饮用水的生物毒性分级属于低毒级,占总数的19%,没有出现中毒级及以上饮用水水源。

从已有的生物毒性的监测评价方法和实验结果来看,疫情期间,调查、监测区域的饮用水可能安全。但是,由于条件所限,不能进行含新冠病毒的水样对发光细菌发光值的影响试验,因此,本实验结果只作为综合毒性的参考。

## 参考文献

- [1] GB18466—2005. 医疗机构水污染物排放标准 [S].
- [2] HJ 2029—2013. 医院污水处理工程技术规范 [S].
- [3] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法: 第四版 增补版 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [4] HJ 747—2015. 集中式饮用水水源编码规范 [S].
- [5] SN/T5103—2019. 国境口岸饮用水生物毒性发光细菌检测方法 [S].
- [6] GB/T 15441—1995. 水质 急性毒性的测定 发光细菌法 [S].
- [7] HJ 494—2009. 水质 采样技术指导 [S].
- [8] HJ 493—2009. 水质 样品的保存和管理技术规定 [S].
- [9] 环境保护部. 地表水环境质量评价办法(试行) [EB/OL] (2011-03-09) [2020-0-02]. [http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201104/t20110401\\_208364.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201104/t20110401_208364.htm).
- [10] 生态环境部环境工程评估中心. 环境影响评价技术方法(2019版) [M]. 北京: 中国环境出版集团, 2019.
- [11] 生态环境部环境工程评估中心. 环境影响评价技术导则与标

- 准 (2019 版) [M]. 北京: 中国环境出版集团, 2019.
- [12] 蒋园芳. 发光细菌法检测水中综合毒性 [J]. 科技资讯, 2008, 30: 215-217.
- [13] 李再兴, 尹青, 赵俊娜, 等. 发光细菌法测定水质急性毒性研究进展 [J]. 河北科技大学学报, 2014, 35 (5): 480-484.
- [14] 朱丽娜, 刘瑞志, 夏建新, 等. 发光细菌法测定水质综合毒性研究进展 [J]. 中央民族大学学报, 2011, 20 (4): 14-20.
- [15] 李永亮, 李健, 李桂莲, 等. 发光细菌法测定医疗机构废水生物毒性 [J]. 计量学报, 2017, 38 (2): 238-241.
- [16] 关颖, 吴泳标, 林奕云, 等. 一种基于多种微生物的急性毒性测定方法 [J]. 生态科学, 2016, 35 (6): 6-13.
- [17] 段效辉, 张群, 刘鹏, 等. 一株发光细菌的分离鉴定及其对有毒物质的毒性响应 [J]. 化学与生物工程, 2019, 36 (8): 16-20.