

生活饮用水系统微囊藻毒素 LR 含量调查及气候因素影响

张彩虹¹ 苏宇亮²

摘要 **目的** 了解某市生活饮用水系统微囊藻毒素(MC)污染情况,探讨当地温度、光照时数、降雨量等气候因素与微囊藻毒素-LR(MC-LR)含量相关性。**方法** 2008~2010 年每年 3 月和 9 月,采集水源水、出厂水、管网水水样,采用高效液相色谱法检测水中 MC-LR 的含量,采用 SPSS 18.0 统计软件对数据进行统计学分析。**结果** 2008~2010 年共检测了 248 份水样,有 12 份水样检出 MC-LR,总检出率为 4.8%,最高含量为 0.115 μ g/L。3 月和 9 月的水样中 MC-LR 检出率存在极显著性差异($P<0.01$)。水源水、出厂水和管网水水样中 MC-LR 检出率无显著性差异($P>0.05$)。MC-LR 含量与温度、光照时数间存在较强的线性相关关系($P<0.01$),与降雨量间无相关关系($P>0.05$)。**结论** 某市生活饮用水系统受到以 MC-LR 为代表的微囊藻毒素的污染,但其值低于国家标准《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)规定的限值 0.001mg/L。温度、光照时数对 MC-LR 含量有重要影响。

关键词 生活饮用水;微囊藻毒素 LR;气候因素

中图分类号 R123.1 **文献标识码** A **文章编号** 1009-9727(2011)12-1448-02

Survey of contamination of microcystin-LR in drinking water systems and influence of climatic factors.
ZHANG Cai-hong, SU Yu-liang. (Zhuhai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Zhuhai 519002, Guangdong P. R. China)

Abstract Objective To survey the pollution level of microcystin-LR in drinking water systems in Zhuhai City and analyze the correlation of the local temperature, light hours, rainfall with microcystin-LR (MC-LR) concentration. **Methods** Water samples were collected from source water, finished water, tap water in 2008~2010 in March and September each year. Concentration of MC-LR was determined by high performance liquid chromatography. **Results** 248 water samples were tested, MC-LR was detected in 12 water samples, the total detection rate was 4.8%, the maximum of MC-LR was 0.115 μ g/L. There was a significant difference of the detection rate of MC-LR between March and September ($P<0.01$). There were no significant differences in detection rates of MC-LR in source water, finished water, tap water ($P>0.05$). There was a strong linear relationship between MC-LR concentration and temperature and light hours ($P<0.01$), without correlation with rainfall ($P>0.05$). **Conclusion** Drinking water systems of the city were polluted by MC-LR, and the MC-LR concentration was below national standard "standards for drinking water quality" (GB5749-2006) limit of 0.001mg/L. Temperature and light hours influence MC-LR concentration.

Key words Drinking water; Microcystin-LR; Climatic factors

近年来,随着我国经济的发展,随着工农业的发展和环境的变化,排入水体的各种污染物不断增加,导致湖泊和水库的富营养化,从而加速了淡水湖泊蓝藻水华的频频发生(如云南滇池、江苏太湖、安徽巢湖),藻类污染的主要危害是来自它裂解所释放出的微囊藻毒素,是一种肝毒素,对肝产生严重的损害。许多国家出现的由藻毒素引发的事件大多与 MC-LR 有关。世界卫生组织(WHO)推荐饮用水中 MC 的代表亚型 MC-LR 的基准值为 1 μ g/L^[1],我国新修订的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)也规定其限值为 0.001mg/L^[2]。对湖泊、水库水、出厂水及淡水鱼中 MC 污染状况的调查国内已见北京、上海、江苏、浙江、福建、广东等地有报道^[3-5],对管网水中的 MC 污染研究未见报道,温度、光照时数、降雨量等气候因素与城市生活饮用水系统中 MC-LR 含量的相关性研究也未见文献报道。本课题组在 2008~2010 年,每年 3 月和 9 月对某市生

活饮用水系统全过程的 MC-LR 含量进行了调查,同时研究光照时数、温度、降雨量对 MC-LR 含量的相关性影响。

1 材料与方法

1.1 采样点的分布 水源水共采集 10 个水库和抽水泵站 9 个(覆盖所有水源点),出厂水共采集 11 个水厂(覆盖所有水厂),管网水采集 11 个点(包括住宅、医院、工厂、酒店等场所)。

1.2 采样时间 2008~2010 年期间,每年 3 月和 9 月按照我国《生活饮用水卫生规范》的要求分别采集水样。

1.3 MC-LR 的检测

1.3.1 仪器和试剂 Varian Prostar 240 型高效液相色谱仪;色谱柱: Varian ChromSpher 5 PAH; MC-LR 标准购自中科院武汉水生生物研究所。

1.3.2 检测方法 《生活饮用水卫生标准检验方法》(GB/T 5750.8-2006 13.1 高效液相色谱法),色谱条件:柱温:室温,流

动相 水(0.1%三氟乙酸):甲醇=40:60,流速:1ml/min。

1.4 统计分析 对所收集的资料采用 SPSS 18.0 统计软件进行统计学分析,包括卡方检验、多重线性相关分析等。

2 结果

2008~2010 年共检测了 248 份水样,有 12 份水样检出 MC-LR,总检出率为 4.8%,最高值为 0.115μg/L,没有超过国家标准《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)规定的限值 1.0μg/L 的水样。生活饮用水系统各环节中 MC-LR 检出情况见表 1。

表 1 2008~2010 年生活饮用水系统各环节中 MC-LR 的检出情况			
样品种类	总份数	检出份数	检出率 (%)
水源水	115	5	4.3
出厂水	66	4	6.1
管网水/二次供水	67	3	4.6
合计	248	12	4.8

从表 1 可以看到,水源水、出厂水和管网水各环节水样中 MC-LR 的检出情况无显著性差异($\chi^2=0.293$, $P>0.05$)。

2008 年 3 月检测 42 份水样,1 份水源水检出 MC-LR,检出率为 2.4%;2010 年 9 月监测 43 份水样,11 份(水源水 4 份、出厂水 4 份、管网水/二次供水 3 份)检出 MC-LR,检出率为 25.6%。其它月份均未检出。

表 2 2008~2010 年生活饮用水系统中 MC-LR 的含量情况(μg/L)			
采样时间	水源水 (份数/浓度)	出厂水 (份数/浓度)	管网水/二次供水 (份数/浓度)
2008 年 3 月	20/ND~0.115	11/ND	11/ND
2008 年 9 月	19/ND	11/ND	10/ND
2009 年 3 月	19/ND	11/ND	12/ND
2009 年 9 月	19/ND	11/ND	11/ND
2010 年 3 月	19/ND	11/ND	10/ND
2010 年 9 月	19/ND~0.107	11/ND~0.103	13/ND~0.103

注:ND 为未检出,统计分析时 ND 算作 0。

2010 年 9 月采集的水样 MC-LR 检出率最高为 25.6%,明显高于 2008 年 3 月采集水样中 2.4%的 MC-LR 检出率,差异有极显著性($\chi^2=9.432$, $P<0.01$)。3 月和 9 月采集的水样 MC-LR 检出率存在极显著性差异($\chi^2=8.757$, $P<0.01$)。

为了解温度、光照时数、降雨量 3 种气候因素与微囊藻毒素检出情况的相关性,我们从该市统计年鉴收集了 2008~2010 年 3 月和 9 月的温度、光照时数、降雨量数据见表 3。

表 3 温度、光照时数、降雨量情况				
项目	月份	2008 年	2009 年	2010 年
温度(℃)	3 月	19.5	18.8	19.8
	9 月	28.8	28.8	29.0
光照时数(h)	3 月	153.3	52.1	114.2
	9 月	215.5	204.0	210.2
降雨量(mm)	3 月	53.0	168.5	74.3
	9 月	273.6	205.3	188.2

以温度、光照时数、降雨量和 MC-LR 含量为变量,进行多重线性相关分析,分析结果见表 4。

表 4 温度、光照时数、降雨量和 MC-LR 含量的多重线性相关分析结果

项目		温度	光照时数	降雨量	MC-LR 含量
温度	Pearson 相关性	1	.888**	.780**	.190**
	显著性(双侧)		.000	.000	.003
	N	248	248	248	248
光照时数	Pearson 相关性	.888**	1	.486**	.177**
	显著性(双侧)	.000		.000	.005
	N	248	248	248	248
降雨量	Pearson 相关性	.780**	.486**	1	.046
	显著性(双侧)	.000	.000		.467
	N	248	248	248	248
MC-LR 含量	Pearson 相关性	.190**	.177**	.046	1
	显著性(双侧)	.003	.005	.467	
	N	248	248	248	248

注:**,在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

3 讨论

本课题组监测的生活饮用水系统中各供水环节都有检出 MC-LR 的情况,虽然含量低未超出国家规定的限值,已表明存在 MC-LR 污染,提示该市个别水源受到一定程度的污染,水源地的保护工作应引起关注。相关部门需加强水质监测,出厂水处理工艺应寻求有效去除水中 MC-LR 的措施,尤其关注 MC-LR 低含量的去除方法,同时管网水中二次供水蓄水池的定期清洗应该重视。

在本地温度、光照、降雨量和 MC-LR 含量的相关性研究中,SPSS 18.0 统计软件以方阵形式给出变量间的相关系数,MC-LR 含量与温度、光照时数、降雨量的相关系数分别为 0.190、0.177、0.046, P 值分别为 0.003、0.005、0.467,可见在 0.01 水平(双侧)上,MC-LR 含量与温度、光照时数间存在较强的线性相关关系,MC-LR 含量与降雨量间无相关关系。说明在富营养化水域中,南方地区高温和日照长度的变化对微囊藻的生长繁殖有重要的生态作用。

监测数据显示 3 月和 9 月采集的水样 MC-LR 检出率存在极显著性差异,其原因可能是该市从 4 月开始进入夏季,气温逐渐升高,日照时间变长,适合微囊藻喜强光、高温的生长特性,在适宜的环境中经过夏秋季的生长繁殖,9 月份水中检出微囊藻毒素的机率较春季高。夏秋季加强对生活饮用水系统中 MC-LR 的监测更有实际意义。

参考文献:

[1] World Health Organization. Guidelines for Drinking Water Quality: Addendum to Vol 2.Geneva[M].World Health Organization, 1998, 95-110.

[2] 中华人民共和国卫生部.生活饮用水卫生标准(GB5749-2006)[S].北京:中国标准出版社,2006, 8.

[3] 吴和岩.上海市供水系统微囊藻毒素 LR 含量调查[J].卫生研究, 2005, 34(2):152-154.

[4] 董传辉,俞顺章.江苏几个地区与某湖周围水厂不同类型水微囊藻毒素调查[J].环境与健康杂志,1998,15(3):111-113.

[5] 陈华.福建省部分水源微囊藻毒素污染调查[J].福建医科大学学报,2006,40(5).