

2022—2024年某地区生活饮用水微生物污染状况监测与分析

高乐*

(北孚环泰(北京)科技有限公司, 北京 102600)

摘要: **目的** 监测与分析 2022—2024 年某地区生活饮用水微生物污染状况。**方法** 本研究采集 2022—2024 年某地区 546 份生活饮用水样本, 比较生活饮用水微生物检测的合格率以及不同年份、地区、水样类型、供水类型水期饮用水的菌落总数、大肠埃希氏菌、总大肠菌群合格率。**结果** 2022—2024 年菌落总数合格率逐渐上升 ($P > 0.05$), 大肠埃希氏菌、总大肠菌群合格率也呈逐渐上升趋势 ($P < 0.05$); 城市地区的微生物指标合格率高于农村地区 ($P < 0.05$); 末梢水的微生物指标群合格率高于出产水 ($P < 0.05$); 集中式供水的微生物指标合格率高于分散式供水 ($P < 0.05$); 枯水期的大肠埃希氏菌、总大肠菌群的合格率与丰水期相比 ($P > 0.05$), 枯水期的菌落总数合格率高于丰水期 ($P < 0.05$)。**结论** 该地区近年来生活饮用水水质整体情况良好, 但仍有提升空间, 通过完善水质监测, 加大管理力度, 可保障饮水安全。

关键词: 生活饮用水; 微生物检测; 水质安全

0 引言

生活饮用水与居民的日常生活息息相关, 更是维护居民健康的重要保障^[1]。在我国供水系统中, 常见的水质问题主要包括消毒剂残留量不满足规定指标, 饮用水浑浊度超出标准范围, 以及微生物含量超出安全限制。而饮用水中微生物指标不仅是判断水质是否达标的关键因素, 也是导致肠道传染病暴发的主要原因之一^[2-3]。因此, 对饮用水中的微生物进行检测已成为公共卫生管理工作中的一项重要任务, 如何有效预防微生物污染, 保证饮水安全, 是当前社会广泛关注的热点议题。根据国家规定, 生活饮用水需接受定期检测, 确保水质达标后方可提供给民众饮用, 对此, 加强饮用水水质监测工作, 成为政府部门的重点工作之一。微生物检验是进行生活饮用水水质监测的一种有效手段, 通过显微镜检查、生化反应和分子生物学技术等方法, 对水样本中的微生物进行全面检测, 以确认样本中是否存在有害微生物, 以此判断水质是否符合标准要求, 并达到预防疾病传播的目标^[4]。本文对某地区 2022—2024 生活饮用水微生物指标的检测结果进行深入剖析, 旨在评估该地区的水质安全状况, 探讨造成水质不合格的主要原因, 并据此提出相应策略, 以提升生活饮用水的安全

性, 为当地居民的健康提供坚实保障。

1 资料与方法

1.1 样本来源

随机抽取 2022—2024 年某地区的生活饮用水样本 546 份, 样本抽取于当地的各个监测点, 监测点包括城市集中式供水以及农村地区的分散式供水点, 每个监测点都在丰水期(8月至10月)和枯水期(3月至5月)进行取样。

1.2 微生物指标检测

取样后送到实验室进行微生物检验, 对微生物检验情况进行评估。主要检测标准为《生活饮用水标准检验方法第12部分: 微生物指标》(GB/T 5750.12—2023)^[5]。主要检测内容包括菌落总数、总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌, 其中菌落总数采用平板计数法进行监测, 总大肠菌群、耐热大肠菌群和大肠埃希氏菌采用多管发酵法进行检测, 参照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)^[6], 限值判定: 标准规定生活饮用水中菌落总数不能超过 100 CFU/mL, 大肠埃希氏菌不应检出, 总大肠菌群不应检出, 若上述任一指标检测不合格, 则该水样被判定为不合格。

1.3 观察指标

对比不同年份、地区、水样类型、供水类型、水期饮

* 通信作者: 高乐, 助理工程师, 研究方向为环境检测微生物领域。E-mail: 2481409605@qq.com

用水的菌落总数、大肠埃希氏菌、总大肠菌群合格率。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 18.0 统计学软件对数据进行分析，不同年份、地区、水样类型、供水类型水期饮用水的微生物指标合格率均采用 χ^2 检验；检验标准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同年份水样微生物指标合格率对照

从 2022—2024 年不同年份水样的菌落总数来看，合格率逐渐上升 ($P > 0.05$)，不同年份的大肠埃希氏菌、总大肠菌群合格率也呈逐渐上升趋势 ($P < 0.05$)，见表 1。从整体上看，饮用水中的微生物污染明显得到较好的控制成效，随着生活饮用水卫生的全面进行，2022 年后的全流程管控更有效地减少了微生物污染风险。

表 1 2022—2024 年水样微生物指标合格率对照

项目	2022 (n=171)	2023 (n=181)	2024 (n=194)	χ^2	P	
菌落总数	合格数 / 份	160	174	189	3.428	0.180
	合格率 / %	93.57	96.13	97.42		
大肠埃希氏菌	合格数 / 份	161	169	191	6.456	0.040
	合格率 / %	94.15	93.37	95.45		
总大肠菌群	合格数 / 份	169	175	194	7.278	0.026
	合格率 / %	98.83	96.69	100		

2.2 不同地区水样微生物指标合格率对照

在 2022—2024 年间，相较于农村地区，城市地区的微生物指标合格率更高 ($P < 0.05$)，见表 2。城市集中式供水普遍采用多重消毒技术和膜过滤工艺，对微生物的去除率显著高于农村，且城市严格遵守 GB 5749—2022 标准 (如菌落总数 ≤ 100 CFU)，而农村分散式供水允许菌落总数放宽至 500 CFU，导致合格率存在显著差异。

表 2 2022—2024 年不同地区水样微生物指标合格率

项目	城市 (n=257)	农村 (n=289)	χ^2	P	
菌落总数	合格数 / 份	253	270	5.711	0.017
	合格率 / %	98.44	93.43		
大肠埃希氏菌	合格数 / 份	254	267	12.933	0.000
	合格率 / %	98.83	92.39		
总大肠菌群	合格数 / 份	256	282	3.894	0.048
	合格率 / %	99.61	97.58		

2.3 不同水样类型微生物指标合格率对照

在 2022—2024 年间，末梢水的微生物指标合格率高于出产水 ($P < 0.05$)，见表 3。部分管网末梢水可能因运输过程中自然沉降、持续消毒等方面，起到二次净化作用，进一步降低污染物浓度，从整体上提升了合格率。

表 3 2022—2024 年不同水样类型微生物指标合格率对照

项目	出厂水 (n=201)	末梢水 (n=345)	χ^2	P	
菌落总数	合格数 / 份	184	339	14.208	0.000
	合格率 / %	91.54	98.26		
大肠埃希氏菌	合格数 / 份	186	335	6.056	0.014
	合格率 / %	92.54	97.10		
总大肠菌群	合格数 / 份	195	343	5.090	0.024
	合格率 / %	97.01	99.42		

2.4 不同供水类型微生物指标合格率对照

根据供水类型的不同，可见集中式供水的微生物指标合格率相较于分散式供水更高 ($P < 0.05$)，见表 4。分散式供水多依赖简易滤过或自然沉淀，无法彻底消除病原体。而集中式供水系统普遍采用持续消毒工艺，可确保管网末梢水微生物指标稳定达标，且集中式供水系统配备高温消毒或紫外线辅助处理设备，可有效灭活总大肠菌群等微生物。

表 4 2022—2024 年不同供水类型微生物指标合格率

项目	集中式 (n=313)	分散式 (n=233)	χ^2	P	
菌落总数	合格数 / 份	308	215	12.430	0.000
	合格率 / %	98.40	92.27		
大肠埃希氏菌	合格数 / 份	304	217	4.871	0.027
	合格率 / %	97.12	93.13		
总大肠菌群	合格数 / 份	312	226	6.669	0.010
	合格率 / %	99.68	97.00		

2.5 不同水期微生物指标合格率对照

枯水期与丰水期的大肠埃希氏菌、总大肠菌群的合格率无明显差异 ($P > 0.05$)，但相较于丰水期，枯水期的菌落总数合格率更高 ($P < 0.05$)，见表 5。总体而言，丰水期的微生物指标呈现出较高的水平，可能是由于丰水期雨水充沛，导致大量携带微生物的淤泥进入水源，同时较高的水温加速微生物代谢活动，为其繁殖提供了更为适宜的环境。

表 5 2022—2024 年不同水期微生物指标合格率

项目	枯水期 (n=291)	丰水期 (n=255)	χ^2	P	
菌落总数	合格数 / 份	284	239	5.042	0.025
	合格率 / %	97.60	93.73		
大肠埃希氏菌	合格数 / 份	280	241	0.910	0.340
	合格率 / %	96.22	94.51		
总大肠菌群	合格数 / 份	287	251	0.814	0.367
	合格率 / %	98.63	98.43		

3 讨论与结论

微生物检测在保障居民饮用水质量监督中扮演着至关重要的角色,其能直接反映水源是否受粪便及病原体污染,可有效评估水质的生态状况和污染程度。通过对水资源的全流程监测,可精准识别污染物的分布,并为相关部门提供数据支持。菌落总数是评估水质清洁度与净化效果的重要指标,其数值越高表明污染越重。大肠埃希氏菌作为人畜肠道主要菌群,其在水样中检出意味着水源近期遭受粪便污染,存在引发肠道传染病的风险^[7]。

本研究通过对某地区 2022—2024 年不同年份的生活饮用水中微生物指标进行检测,发现该地区的微生物指标合格率从整体上呈现逐年升高的趋势,说明该地区的生活饮用水污染状况得到显著改善。考虑其原因可能是从 2022 年起,多地执行 GB 5749—2022 新标准,对微生物指标的限值提出更高的要求,同时在省政府的有力推动下,通过建立饮用水源地监管体系,明确并强化监督职责,同时推行饮用水日监测等措施,进一步优化了居民生活饮用水供水监测体系,有效提升了当地饮用水水质。

本研究表明结果显示相较于农村水,城市水中微生物指标合格率更高($P < 0.05$),说明城市地区对水污染管控效果更佳。究其原因在于城市水源地实施动态监测且管理严格,而农村水源易受农业污染以及化工厂等造成环境和水源的污染,加之水源的消毒流程不规范,为细菌的滋生提供了条件,增加了微生物超标风险。另外由于许多居民环保意识薄弱,对饮用水知识普及不足,用水行为不良加剧污染风险。相关研究表明,农村饮用水中微生物普遍超标,其合格率受多因素的共同制约。而农村供水工程因消毒设备少、净水工艺简陋、管理不完善等原因,致使该地微生物超标^[8]。

此次研究根据水样类型的不同进行对比可发现,末梢水微生物指标合格率相较于出厂水更高($P < 0.05$)。一般末梢水经过长距离输水管道后,可能因管道问题而降低水质达标率,不过也有研究同样存在末梢水达标率超过出厂水的情况,该研究认为,部分大型水厂末梢水可能因覆盖区域广泛,故导致末梢水的采样占比较高,因此合格率也更高。其次若末梢水采样点采集的是经反渗透净水器或活性炭过滤器处理后的水,也可能使末梢水的达标率得到提高^[9]。这与本研究结果一致。

研究显示,集中式供水的微生物指标合格率高于分散式供水($P < 0.05$),提示集中供水可减少微生物污染的风险。其主要原因在于分散式供水多直接取用原水(如水井、山泉),未配置消毒设备或仅进行简易处理,缺乏封闭式储水系统和管网保护,无法有效去除微生物污染。而集中式供水通过沉淀、过滤、消毒等标准化流程确保水质

安全,且有专业团队负责水质监测、设备维护和应急处理,从而使集中式供水的水样达标率有显著提升。

枯水期与丰水期的大肠埃希氏菌、总大肠菌群的合格率无明显差异($P > 0.05$),但枯水期的菌落总数合格率高于丰水期($P < 0.05$),提示相较于枯水期,丰水期更适宜微生物繁殖。这与冉欣欣等^[10]研究者的调查结果一致。推测原因可能在于,丰水期降雨量增加,易将农田化肥、农药残留及畜禽粪便冲刷至水源地,导致微生物污染风险增加。丰水期水源浑浊度升高,悬浮颗粒物吸附微生物形成生物膜,阻碍消毒剂有效接触病原体,降低了消毒效率。

综上所述,目前该地区生活饮用水微生物合格率在三年内虽有一定改善,但城乡饮用水污染差异仍待关注。为保障居民饮用水安全,相关部门应加强水质监管,针对饮用水污染问题,需加强农饮水的消毒,并做好水源保护。同时,增加农村饮水监测频次,紧密跟踪水质动态变化。

参考文献

- [1] 刘向华. 枣庄市市中区2019年至2022年生活饮用水检测结果分析[J]. 昆明医科大学学报, 2023, 44(5): 43-46.
- [2] 孙莉, 朱鸿斌, 印悦, 等. 2015—2019年四川省农村饮用水微生物指标监测结果分析[J]. 预防医学情报杂志, 2021, 37(11): 1472-1479.
- [3] 王婧, 崔秀青, 范传刚, 等. 2018—2022年湖北省饮用水中微生物监测结果分析[J]. 环境卫生学杂志, 2025, 15(2): 112-117.
- [4] 刘晓燕, 朱文刚, 赵俊君, 等. 2019—2022年濮阳市城乡生活饮用水微生物监测结果分析[J]. 环境与健康杂志, 2024, 41(1): 73-74.
- [5] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 生活饮用水标准检验方法 第12部分: 微生物指标: GB/T 5750.12—2023 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [6] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 生活饮用水卫生标准: GB 5749—2022 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- [7] 江兵, 毛德强, 王丽. 2014—2018年重庆市移民安置区生活饮用水水质分析[J]. 环境卫生学杂志, 2022, 12(3): 213-217.
- [8] 丁婷婷, 王苏玮, 安玉琴, 等. 2018—2020年河北省农村饮用水水质分析[J]. 环境卫生学杂志, 2022, 12(11): 811-814, 820.
- [9] 魏巧珍, 杨永宏, 梁艳哲, 等. 2014—2022年黄河流域甘肃段农村饮用水水质卫生状况分析[J]. 环境卫生学杂志, 2024, 14(1): 58-64.
- [10] 冉欣欣, 李鸿, 朱小玲. 2018—2022年重庆市巴南区农村饮用水监测结果分析[J]. 环境卫生学杂志, 2024, 14(4): 338-342, 349.