

烟台市农村地区集中式生活饮用水硝酸盐污染现状

徐建军, 徐迎春, 王松松, 于桂梅

摘要:

[目的] 调查烟台市农村地区集中式生活饮用水中硝酸盐污染现状, 分析污染来源。

[方法] 2014—2016年按照 GB/T 5750—2006《生活饮用水标准检验方法》对烟台市12个涉农县、市、区3 705个农村小型集中式供水单位的出厂水和末梢水在枯、丰水期进行采样和检测, 采集水样10 644份, 运用Excel 2003和SPSS 11.5对硝酸盐的监测结果进行统计分析。

[结果] 烟台市农村集中式生活饮用水中硝酸盐质量浓度均值为26.31 mg/L。按GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》中规定限值(≤ 20 mg/L)进行评价, 硝酸盐超标率为46.91%。水中硝酸盐的超标率在枯水期(46.93%)、丰水期(46.89%)的差别无统计学意义($P>0.05$); 出厂水(46.92%)和末梢水(46.89%)硝酸盐超标率的差别也无统计学意义($P>0.05$)。饮用水中硝酸盐含量及超标率较高地区均分布在烟台的中西部。

[结论] 烟台市农村集中式生活饮用水硝酸盐污染严重, 分布呈现一定的区域性。

关键词: 烟台市; 农村; 生活饮用水; 硝酸盐; 污染

引用: 徐建军, 徐迎春, 王松松, 等. 烟台市农村地区集中式生活饮用水硝酸盐污染现状[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(12): 1072-1075. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17330

Nitrate pollution of centralized drinking water system in rural areas of Yantai City XU Jian-jun, XU Ying-chun, WANG Song-song, YU Gui-mei (Department of Public Health Monitoring and Evaluation, Yantai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Yantai, Shandong 264003, China). Address correspondence to YU Gui-mei, E-mail: ytcncygm@sina.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To investigate nitrate pollution of drinking water distributed by centralized treatment systems in rural areas of Yantai City, and analyze pollution sources.

[Methods] According to *Standard sampling and testing methods for drinking water* (GB/T 5750-2006), 10 644 samples of finished water and tap water from 3 705 small centralized water supplies in 12 agricultural counties/county-level cities/districts of Yantai City were collected in all dry seasons and wet seasons during the period of 2014-2016. Excel 2003 and SPSS 11.5 were used for statistical analysis on the monitoring results of nitrate.

[Results] The average concentration of nitrate in drinking water in selected rural areas of Yantai was 26.31 mg/L. According to the limits of nitrate ≤ 20 mg/L in *Drinking water health standards* (GB 5749-2006), the unqualified rate of nitrate was 46.91%. There was no difference in the qualified rates of nitrate between dry season (46.93%) and wet season (46.89%) ($\chi^2=0.0015$, $P>0.05$), nor between finished water (46.92%) and tap water (46.89%) ($\chi^2=0.0008$, $P>0.05$). The rural areas with high unqualified rates of nitrate were concentrated in midwest of Yantai.

[Conclusion] A heavy nitrate pollution of drinking water is identified in rural areas of Yantai city, showing a regional distribution.

Keywords: Yantai City; rural area; drinking water; nitrate; pollution

Citation: XU Jian-jun, XU Ying-chun, WANG Song-song, et al. Nitrate pollution of centralized drinking water system in rural areas of Yantai City[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(12): 1072-1075. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17330

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[作者简介] 徐建军(1986—), 男, 硕士, 主管医师; 研究方向: 环境与健康; E-mail: rzxujianjun@163.com

[通信作者] 于桂梅, E-mail: ytcncygm@sina.com

[作者单位] 烟台市疾病预防控制中心公共卫生监测与评价科, 山东 烟台 264003

近年来,由于农村地区化肥(尤其氮肥)大量施用引起的硝酸盐淋洗现象普遍存在,生活饮用水硝酸盐污染问题日益严重^[1]。而长期饮用硝酸盐含量高的水,对人体特别是婴幼儿有一定的危害,甚至可能导致新生儿患高铁血红蛋白症、消化系统疾病^[1-2]。

为系统掌握烟台市农村生活饮用水卫生现状,及时发现和处置饮用水安全隐患,防范饮用水污染危害,保障广大居民的饮水安全,烟台市疾病预防控制中心(以下简称“疾控中心”)于2014—2016年组织开展了对烟台市12个涉农县、市、区农村集中式生活饮用水水质监测工作。

1 材料与方法

1.1 调查对象

烟台市12个涉农县、市、区共有3705个农村小型集中式供水单位(日供水量<1000 m³,或供水人口<10000人的供水单位),涵盖烟台市所有涉农区县集中式供水单位,覆盖人口约380万,占烟台农村总人口的80.85%。97.31%(3605/3705)的供水单位以地下水为水源水,其余为地表水。以地下水为水源的供水单位中仅0.22%(8/3605)有消毒设施,其他无任何处理设备;以地表水为水源的供水单位水处理方式为混凝沉淀、滤过、消毒,无特殊处理工艺。本研究采集所有供水单位水样。

1.2 调查方法

1.2.1 调查样本量 分别于枯水期(3—5月)和丰水期(7—9月)进行2次采样,每次采集出厂水和末梢水,出厂水在出厂进入输送管道前采集,末梢水在居民家中采集。每个调查单位全年共采集样品4件。2014—

2016年共调查3705个小型农村集中式供水单位,采集水样10644份。

1.2.2 检测方法 水样采集、运输、保存严格按照GB/T 5750—2006《生活饮用水标准检验方法》^[3]执行,检验方法按照GB/T 5750.5—2006《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》离子色谱法进行。硝酸盐检出限为0.01 mg/L。

1.3 评价方法

按照GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》中规定限值[硝酸盐(以氮计)≤20 mg/L]进行卫生学评价。

1.4 质量控制

进行10%平行样品和10%加标回收样品测定。检测环境、设备及人员严格执行质量体系文件。同时为确保质量,在每年的枯水期、丰水期,市疾控中心都对负责该项目监测的县市区疾控中心进行督导质控。

1.5 统计学分析

采用Excel 2003进行数据录入,SPSS 11.5软件包进行统计分析。采用卡方检验进行率的比较,检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 硝酸盐含量总体状况

10644份水样中硝酸盐质量浓度差异较大,范围为0.01~147.6 mg/L,均值为26.31 mg/L,按照GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》小型集中式供水硝酸盐(以氮计)限值(20 mg/L)统计,硝酸盐超标率为46.91%。各县市区硝酸盐超标情况见表1。

表1 2014—2016年烟台市农村生活饮用水中硝酸盐超标情况											
县市区	2014年			2015年			2016年			合计	
	检测数	超标数	超标率(%)	检测数	超标数	超标率(%)	检测数	超标数	超标率(%)	检测数	超标率(%)
莱阳市	400	176	44.00	756	365	48.28	376	157	41.76	1532	698 45.56
招远市	372	231	62.09	396	234	59.09	420	343	81.67	1188	808 68.01
栖霞市	160	78	48.75	398	236	59.30	206	75	36.41	764	389 50.92
莱州市	320	207	64.69	370	210	56.76	532	186	34.96	1222	603 49.35
蓬莱市	536	356	66.32	496	353	71.17	298	153	51.34	1330	862 64.81
福山区	120	43	35.83	120	38	31.67	84	32	38.10	324	113 34.88
龙口市	200	143	71.50	600	425	70.83	580	392	67.59	1380	960 69.56
海阳市	670	194	28.96	560	181	32.32	—	—	—	1230	375 30.49
长岛县	40	0	0.00	54	22	40.74	36	6	16.67	130	28 21.54
莱山区	246	43	17.48	—	—	—	—	—	—	246	43 17.48
牟平区	356	23	6.46	428	20	4.67	374	71	18.99	1158	114 9.85
开发区	64	0	0.00	36	0	0.00	40	0	0.00	140	0 0.00
合计	3484	1494	42.91	4214	2804	49.58	2946	1415	48.03	10644	4993 46.91

[注]莱山区2014年完成了对当地集中式供水监测的全覆盖,后两年无数据;海阳市2014—2015两年完成了全覆盖监测,2016年无数据。

2.2 饮用水中硝酸盐区域分布特征

由表2可见,烟台市各县市区农村地区饮用水中硝酸盐质量浓度为0.01~147.6 mg/L。龙口市超标率最高,达69.56%;其次,招远、蓬莱、栖霞、莱州四市硝酸盐质量浓度超标率也较高。由图1可见,烟台市农村地区生活饮用水中的硝酸盐含量分布呈现一定的区域分布,主要超标均分布在烟台的中西部区域。

表2 烟台市农村地区不同区域硝酸盐含量及超标情况

县市区	检测水样数 (份)	质量浓度(mg/L)		超标	
		范围	均值	份数	率(%)
莱阳市	1532	0.81~98.80	23.90	698	45.56
招远市	1188	0.82~99.00	29.30	808	68.01
栖霞市	764	0.41~108.79	31.22	389	50.92
莱州市	1222	1.18~117.50	28.10	603	49.35
蓬莱市	1330	3.50~57.20	30.82	862	64.81
福山区	324	0.01~58.00	17.03	113	34.88
龙口市	1380	6.90~147.60	47.90	960	69.56
海阳市	1230	1.22~46.70	20.71	375	30.49
长岛县	130	0.08~80.00	20.75	28	21.54
莱山区	246	0.70~52.10	14.63	43	17.48
牟平区	1158	0.20~66.90	8.60	114	9.85
开发区	140	0.80~8.90	5.60	0	0.00



图1 烟台市各县市区硝酸盐质量浓度均值区域示意图

2.3 饮用水中硝酸盐的时间分布特征

烟台市农村地区不同时期不同类型饮用水中硝酸盐含量及超标率结果见表3。对枯水期和丰水期水样中硝酸盐超标率之间进行比较,差异无统计学意义($\chi^2=0.0015$, $P>0.05$)。对出厂水和末梢水水样中硝酸盐超标率之间进行比较,差异也无统计学意义($\chi^2=0.0008$, $P>0.05$)。

表3 烟台市农村地区不同时期不同类型饮用水中硝酸盐含量参数表

监测时期	出厂水			末梢水			合计		
	水样数	超标数	超标率(%)	水样数	超标数	超标率(%)	水样数	超标数	超标率(%)
枯水期	2631	1236	46.98	2206	1034	46.87	4837	2270	46.93
丰水期	2893	1356	46.87	2914	1367	46.91	5807	2723	46.89
合计	5524	2592	46.92	5120	2401	46.89	10644	4993	46.91

3 讨论

饮用水中硝酸盐对健康的影响较大,因为硝酸盐在人体内经微生物作用可还原生成有毒的亚硝酸盐,它可与人体血红蛋白反应,致高铁血红蛋白症。长期摄入亚硝酸盐会造成智力下降,反应迟钝^[1-2]。亚硝酸盐还可间接与次级胺结合而形成致癌物质——亚硝胺,进而诱导消化系统癌变^[1]。WHO指出,当摄入含硝酸盐50~100 mg/L(以氮计11.3~22.6 mg/L)的水时,可引起1岁以下婴儿高铁血红蛋白症^[3]。依据硝酸盐限值20 mg/L评价,本次调查烟台市硝酸盐合格率仅为53.09%。虽然国标限值较WHO严格,但超标地区还是有必要加大对婴幼儿的重点保护,并对这些地区实施优先改水。

对枯水期、丰水期出厂水和末梢水的统计分析发现,硝酸盐含量不随季节变化发生改变,同时管网对其影响不明显。与田佩瑶等^[4]对北京饮用水的硝酸盐特征一致。

硝酸盐在生活饮用水卫生标准中是一个非常重要的毒理学指标。水体硝酸盐对人体健康的影响已引起世界各国的重视。我国1985年颁布的GB 5749—85《生活饮用水卫生标准》中硝酸盐限值是 ≤ 20 mg/L,2006年颁布的GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》中限值为 ≤ 10 mg/L,但对于小型集中式供水和分散式供水仍放宽到 ≤ 20 mg/L。本次监测结果显示,烟台市的农村饮用水中硝酸盐含量偏高,其中部分农村地区的硝酸盐质量浓度超过了20 mg/L的限值。高新昊等^[5]在山东省农村地区地下水硝酸盐污染调查中发现,青岛、烟台两地的硝酸盐含量明显高于其他地市,与本次调查结果一致。

从烟台市各县市区硝酸盐含量及超标率分析结果可以看出,硝酸盐含量超标呈现一定的地域性,均分布在烟台市的中西部。一方面,这可能与地质条件有关(烟台中西部更靠近渤海,而东南部靠近黄海)。赵同科等^[6]对环渤海七省(市)地下水硝酸盐含量调查也发现,地质形成对硝酸盐来源有一定影响。刘贯

群等^[7]对青岛市大沽河平原地区地下水硝酸盐污染来源的研究中也发现硝酸盐呈现一定的地域性。另一方面,硝酸盐(氮)含量高可能与水源类型及环境污染有关。烟台市农村小型集中式供水的卫生学调查表明,95%以上的农村集中式供水水源为地下水,地下水易受土壤和降水的影响。田佩瑶等^[4]对北京市农村饮用水中硝酸盐调查发现,水源类型是影响农村饮用水中硝酸盐含量的重要因素。由于农作物的大量种植,氮肥投入量较大;硝酸氮是土壤中氮元素的主要存在形态,它具有极易溶于水、移动性强的特点。近年来,由于大量使用氮肥引起的硝酸盐淋洗现象非常普遍,地下水硝酸盐污染问题日益严重^[5]。刘贯群等^[7]对青岛市大沽河平原地区地下水硝酸盐污染来源的研究中发现,农业生产中施用化肥,粪肥与化肥的混合污染是地下水硝酸盐的重要来源。

综上所述,烟台市农村生活饮用水硝酸盐污染严重,分布呈现一定的区域性,中西部地区硝酸盐浓度高于全市平均水平,硝酸盐含量不随季节变化发生改变。建议应选好水源并加强水源地周围环境的保护和管理,硝酸盐含量过高的地区建议更换水源或采用综合离子交换去除水中的硝酸盐。

(志谢:本论文的数据得到了烟台市各县市区疾控中心的大力支持,再次表示衷心感谢)

参考文献

- [1]郭占景,杨玲,范尉尉,等.河北省某县饮用水硝酸盐污染状况及其影响因素分析[J].环境卫生学杂志,2013,3(4):324-327.
- [2]常宪平,崔宝荣,赵建忠,等.丰台农村地区自备井水质总硬度和硝酸盐氮水平分析[J].预防医学情报杂志,2012,28(4):276-278.
- [3]联合国世界卫生组织.饮用水国际标准[M].李运衡,译.3版.北京:中国建筑工业出版社,1975.
- [4]田佩瑶,王心宇,魏建荣,等.北京市农村饮用水中硝酸盐暴露水平及分布特征[J].中国卫生检验杂志,2016,26(19):2849-2851.
- [5]高新昊,江丽华,刘兆辉,等.山东省农村地区地下水硝酸盐污染现状调查与评价[J].中国农业气象,2011,32(1):89-93.
- [6]赵同科,张成军,杜连凤,等.环渤海七省(市)地下水硝酸盐含量调查[J].农业环境科学学报,2007,26(2):779-783.
- [7]刘贯群,周书玉,黄修东,等.多种方法识别青岛大沽河平原区地下水硝酸盐污染源[J].环境科学学报,2017,37(1):349-356.

(收稿日期:2017-05-02;录用日期:2017-10-17)

(英文编辑:汪源;编辑:丁瑾瑜;校对:王晓宇)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志微信公众号正式上线

《环境与职业医学》杂志微信公众号已正式上线,该平台包括“读者”“作者”和“我们”三个主菜单,主要提供稿件状态查询、当期最新内容及稿件撰写要求等内容,同时也发布国内外最新研究动态及发展前沿等资讯,满足读者网络时代碎片化阅读的需求。本平台旨在为编者、作者、读者之间搭建一个分享、学习、互动的平台,以此推动《环境与职业医学》杂志的健康发展。

请直接扫描二维码或在公众号中搜索“环境与职业医学”(微信号:JEOM),即可关注本刊微信公众号。

《环境与职业医学》编辑部

