

2014 – 2016 年无锡市环境介质总 α 、总 β 放射性水平调查

李清华 朱晓明 姚誉阳

无锡市疾病预防控制中心 江苏 无锡 214023

摘要: 目的 了解无锡市环境食品中总 α 、总 β 放射性水平。方法 根据《江苏省食品中放射性物质监测工作手册》及 GB/T5750.13 – 2006《生活饮用水标准检验方法放射性指标》,采集无锡市空气中气溶胶、沉降灰、饮用水及食品样品进行总 α 、总 β 水平监测。结果 无锡市环境及食品中放射性水平基线值已初步建立,并且发现其有一定变化规律。结论 无锡市环境样品的总放水平监测还应该加强质量控制,逐步展开监测点,增多监测频次,建立无锡市放射性本底的基础数据。

关键词: 环境样品; 总 α ; 总 β ; 放射性水平

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004 – 714X(2016)06 – 0704 – 04

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.06.024

随着核技术日益广泛的应用,人们对生活环境中的放射性指标也越发关注。近年来我国周边有核国家频繁进行核试验,国民经济的快速发展使得核技术在工业及医疗中的应用愈发广泛,无锡市周边核电站的不断发展,使得无锡市环境中的人工放射性核素的量有所增加,放射性核素污染概率亦不断增加。总 α 、总 β 放射性水平测量作为一种筛选测量,如果监测样品的数据超过相应的建议值,可为进一步分析具体放射性核素提供依据^[1]。为了解无锡市的放射性本底水平,提供辐射环境动态变化的资料,我们采集不同季节放射性气溶胶、沉降灰、生物样品,监测其总

α 、总 β 放射性水平,进行环境辐射评价。

1 样品采集、处理及测量

1.1 样品采集 ①气溶胶:使用 ZC – Q 1002 便携式大流量采样器,采样量为 120 m³,每季度采样 1 次;②沉降灰:使用 ZJ – III 降水采样器,降水盘 0.08 m²,时间周期 90 d;③环境地表辐射剂量:用热释光元件进行测量,每个季度采样 1 次;④饮用水:包括水源水和出厂水在枯水期和丰水期各 1 次,4L/次;⑤肉类:猪肉、鸡肉可食部分 500 g,每年一次;⑥蔬菜水果:采集当地种植地点明确的蔬菜(根类、茎类、叶类)萝卜、茼蒿、青菜各采集 1 次/年,可食部分 500 g;采集无锡特产阳山水蜜桃 500 g。⑦茶叶:采集无锡市种植地点明确的茶叶 500 g,采摘季节采集 1 次;⑧粮食类:采

基金项目:2014 年度无锡市卫生局面上科研项目(MS200423)

作者简介:李清华(1979 –),男,江苏无锡人,硕士,主管医师,从事放射卫生工作。

通讯作者:朱晓明

核素的含量变化较大,会受所取材料种类影响,因此想更加全面准确的反应雅安市公众辐射受照射剂量水平,还有待进一步研究,适当补充检测室内环境 γ 辐射剂量率,并增加居民内照射剂量水平调查。

参考文献

- [1] 王其亮,胡爱英,何苗挺,等.宇宙辐射电离成分随高度和纬度的变化[J].中华放射医学与防护杂志,1992,12:74 – 78.
- [2] 国家环境保护局. GB/T 14583 – 1993,环境地表 γ 辐射剂量率测定规范[S].北京:中国标准出版社,1993.
- [3] 联合国原子辐射效应科学委员会. UNSCEAR 附件 B 天然辐射源照射,电离辐射源与效应,联合国原子辐射效应科学委员会 2002 年向联合国大会提交的报告及科学附件一卷 1 辐射源[M].太原:山西科学技术出版社,2002:79.

- [4] 潘自强.中国核工业辐射水平与效应[M].北京:原子能出版社,1996.
- [5] 国家环境保护总局.全国辐射环境质量报告书[R].1995 – 2008 年.
- [6] 国家环境保护总局.全国环境天然贯穿辐射水平调查研究(1983 – 1990 年),《中国环境天然放射性水平》[M].北京,1995.
- [7] 卫生部.中国环境电离辐射水平及居民受照射剂量(外照射部分)[M].北京:卫生部出版,1986,1 – 688.
- [8] 王其亮,何苗挺,崔广志,等.我国天然环境电离辐射外照射剂量的调查与评价[J].中华放射医学与防护杂志,1987,7:78 – 83.
- [9] 王其亮.中国天然 γ 辐射剂量率水平[J].中华放射医学与防护杂志,2000,20(5):358 – 362.
- [10] 王顺生,喻亦林.临翔城区环境 γ 辐射剂量率[J].中国辐射卫生,2013,22(1):70 – 72.

收稿日期:2016 – 07 – 15 修回日期:2016 – 08 – 25

集太湖香米 500 g ,采集市场上多见的鲁王特精面粉 500 g ,收获期采集 1 次;⑨海或淡水产品:采集太湖鲤鱼和螃蟹可食部分 500 g ,捕获期采集 1 次。

1.2 样品处理及监测方法 根据《江苏省食品中放射性物质监测工作手册》,参照 GB/T 5750.13-2006《生活饮用水标准检验方法放射性指标》(标准曲线法)进行预处理(清洁、干燥和灰化)及测量。

1.3 样品的测量

1.3.1 测量仪器 北京核仪器厂生产的 BH 1227 型低本底 α 、 β 放射性测量仪。

1.3.2 标准源 以中国计量科学院²⁴¹Am(比活度为 12.6 Bq/g)作为 α 标准源,以中国计量科学研究院提供的 KCl(比活度为 14.3 Bq/g)作为 β 标准源,对 BH 1227 型低本底 α 、 β 放射性测量仪进行标定。

1.3.3 计算公式

$$A = \frac{(n_x - n_0) W}{\varepsilon F m V}$$

式中:取样量 V (L) ,残渣总量 W (mg) ,测量取样量 m (mg) ,样品源 α 计数率 n_x (计数/s) ,样品源 β 计数率 n_x (计数/s) , α 本底计数率 n_0 (计数/s) , β 本

底计数率 n_0 (计数/s) , α 计数效率 β 计数效率 α 放射回收率 F β 放射回收率(F)。

1.3.4 质量控制 样品的采集处理及监测采用国家标准方法,按照监测规范程序执行。采用 Grubbs 准则检验可疑值的取舍,低于监测下限的数据取监测下限的 1/10。

2 结果

2.1 气溶胶的放射性水平监测结果 从图 1 中可知在 2014 年至 2016 年二季度期间,放射性气溶胶总 α 在 38 ~ 1125 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ 之间,其中 2014 年 2、3 季度,2015 年 2 季度放射性气溶胶总 α 水平有两个小高峰,在此期间总 α 平均水平(中位数)为 248.5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$;总 β 水平在 38 ~ 9510 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ 之间 2014 年 2 季度、2014 年 4 季度放射性气溶胶中总 β 也有两个高峰,其中 2014 年二季度达 9120 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ 尤其值得关注。总 β 平均水平(中位数)为 327.5 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ 。其总放水平明显低于 2014 年连云港市最低水平(总 α 0.87 Bq/ m^3 总 β 0.78 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) ,其各季度变化水平也不尽相同^[2]。

2.2 沉降灰的放射性水平监测结果

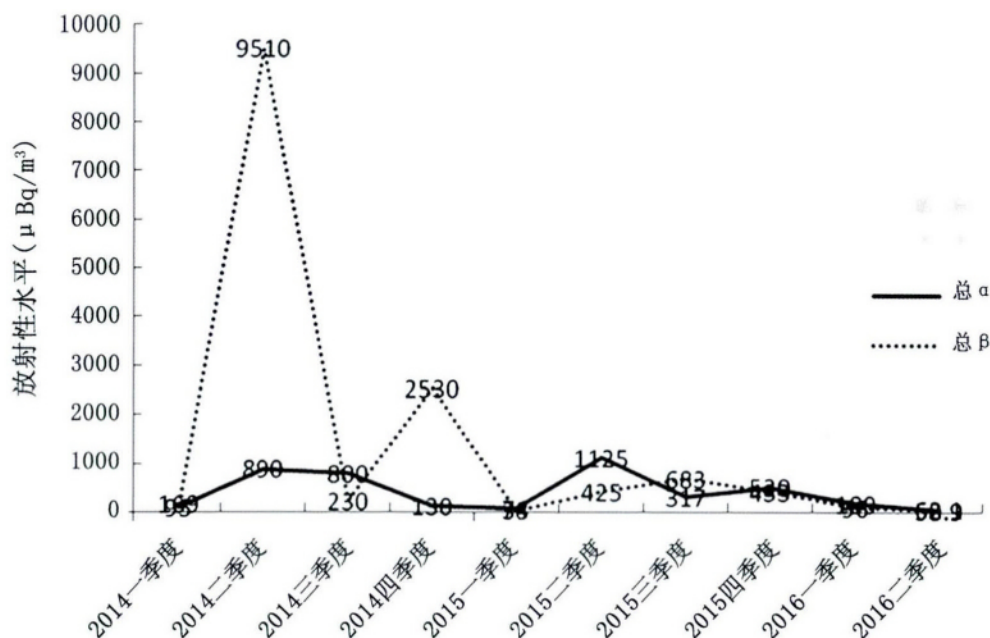


图 1 2014-2016 年各季度无锡市气溶胶总放变化趋势

从图 2 可知在 2014 年期间沉降灰中的总放含量较低(分析可能存在实验偏差) ,2015 年至 2016 年 2 季度,总 β 水平持续升高,总 α 水平上升到 2015 年三季度后,趋于平缓。沉降灰总 α 在 17 010 ~ 44 790 mBq/m^2 之间,总 α 平均水平(中位数)为 36 085 mBq/m^2 ;总 β 在 35 310 ~ 101 500 mBq/m^2 之间,总 β 平均水平(中位数)为 77 277 mBq/m^2 。其总 β 平均

水平高于 2008 年南京市水平^[3] ,低于 2014 年连云港市水平^[2]。

2.3 环境地表辐射剂量检测结果

从图 3 中可知在 2014 年期间无锡市环境地表辐射剂量逐步升高,在 2014 年 4 季度达高峰后逐渐回落,趋于平稳。平均为 $(209.8 \pm 57.3) \mu\text{Sv}$ 。

2.4 水中的放射性水平监测结果

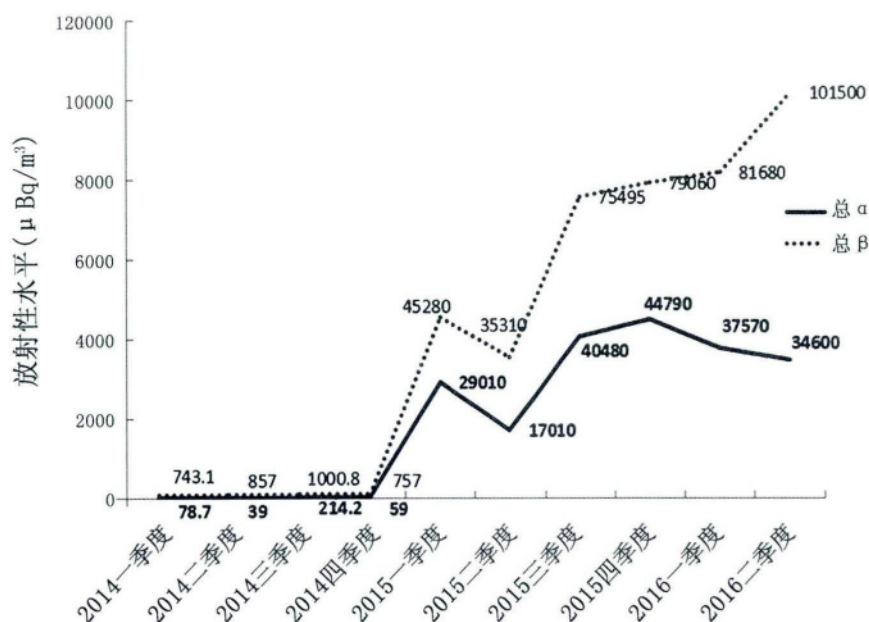


图2 2014-2016年无锡市沉降灰中总α、β含量变化趋势



图3 无锡市2014-2016年环境地表辐射量变化趋势

从图4中可知在2014年-2016年,无论是总α还是总β同时期的出厂水剂量总是小于水源水,说明无锡市饮用水经过水厂处理后总放含量明显降低,总

α含量保持相对平稳,总β含量在枯水期时有明显的波峰,可能与丰水期大量的水稀释了放射性物质有关。水源水总α在7.2~16.6mBq/kg之间,平均水

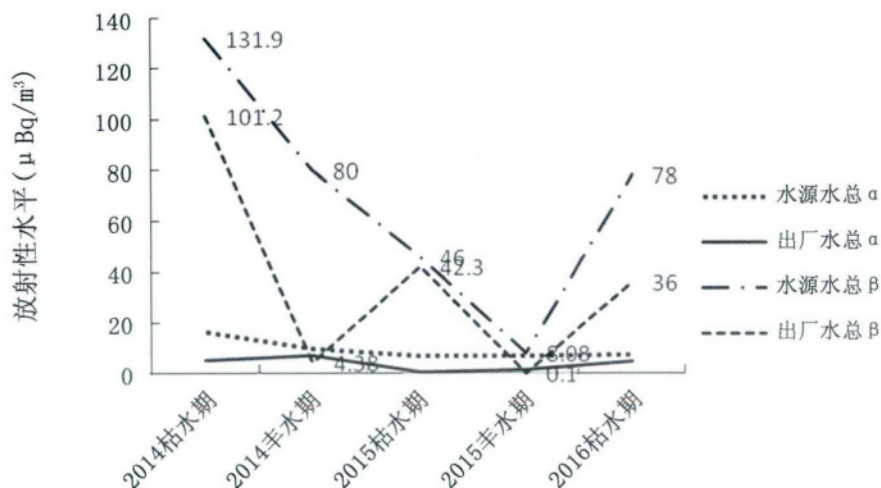


图4 2014-2016年无锡市水中总放含量变化趋势

平(中位数)为 7.5 mBq/kg; 水源水总 β 在 8.1 ~ 131.9 mBq/kg 之间,平均水平(中位数)为 78 mBq/kg; 出厂水总 α 在 0.5 ~ 7.2 mBq/kg 之间,平均水平(中位数)为 5.3 mBq/kg; 出厂水总 β 在 0.1 ~ 101.2 mBq/kg 之间,平均水平(中位数)为 36 mBq/kg; 其总放浓度在我国自来水总放含量浓度范围内(α 浓度范围为 $<0.01 \sim 0.48$ Bq/L, 总 β 浓度范围为 $<0.01 \sim 0.95$ Bq/L)^[6], 低于 1989 年无锡市地表水源水平(α 0.02 Bq/L, β 0.103 Bq/L)^[4], 低于 2003 年苏州市水平(总 α 为 0.036 Bq/L, 总 β 为 0.109 Bq/L)^[5] 及 2007 年苏州市独墅湖水平(总 α 为 0.06 Bq/L, 总 β 为 0.183 Bq/L)^[1], 符合《生活饮用水卫生标准》^[7](限制总 α 放射性活度不应超过 0.1 Bq/L, 总 β 放射性活度不应超过 1.0 Bq/L)的要求。

2.5 食品中的放射性含量

无锡市部分食品样品总 α 、总 β 放射性水平监测结果见表 1(单位为 mBq/kg 鲜重)。2014 年至 2015 年总 α 在 17.7 ~ 1195 mBq/kg 之间,总 β 在 9491 ~ 478 440 mBq/kg 之间,样品中总 α 比活度 2014 年平均(中位数)为 132.4 mBq/kg、总 β 为 76 092 mBq/kg; 总 α 比活度 2015 年平均(中位数)为 160 mBq/kg、总 β 为 55 980 mBq/kg。除 2014 年总 β 略高以外,其余均低于连云港地区^[2]。监测结果显示主要肉类(猪肉、鸡肉)、根茎类蔬菜、水蜜桃、茶叶及面粉总 α 在 2015 年高于 2014 年,青菜、螃蟹、鱼类和香米总 α 2014 年高于 2015 年; 总 α 在肉类、青菜、螃蟹和茶叶中的含量较高,和连云港地区监测结果一致^[2]。总 β 在螃蟹和茶叶中含量最高,其中螃蟹的总 β 含量最高在 2014 年达到 478.4 Bq/kg。

表 1 2014 - 2015 年无锡市部分食品中总放含量

生物 样品	总 α (mBq/kg)		总 β (mBq/kg)	
	2014	2015	2014	2015
猪肉	297.5	1195	46308	79313
鸡肉	574.8	602	76092	59516
莴苣	52.7	160	10793	18460
萝卜	19.8	34.5	51266	24110
青菜	480.4	427	129822	60829
水蜜桃	35.3	44.4	41461	12840
茶叶	308.9	700	119701	171980
螃蟹	490.9	190	141950	478440
鱼类	121.0	100	90280	55980
香米	132.4	70	28730	9491
面粉	17.7	24.5	29099	38130

3 讨论

无锡市疾控中心根据《江苏省食品放射性污染风险监测工作手册》开展环境水及食品中的总放监测已经 2 年多了。通过监测一方面可以了解掌握我市的环境样品的放射性水平状况,另一方面通过收集数据建立基线值,判断突发事件发生对本地环境是否造成放射性污染,可以起到预警和应急作用。2014 - 2016 年上半年我市的监测数据表明,我市的环境样品总 α 、总 β 放射性水平在本底范围内,未受到放射性污染。

根据监测结果,无锡市气溶胶的总 α 水平波动较小,总 β 水平在 2014 年二季度和四季度有两个高峰,同环境地表辐射放射性水平变化相符合。沉降灰的放射性水平有逐步升高的趋势,还有待于进一步观察。饮用水中的总放含量有在枯水期高于丰水期、水源水高于出厂水的变化特点。

从检测结果来看,2014 - 2016 年上半年我市采集的食品样品中螃蟹及茶叶的总 α 、总 β 放射性水平较高,与全国调查结果一致^[8],表明除莴苣之外茶叶和螃蟹也可以作为环境应急采样监测样品。

总之,无锡市环境样品的总放水平监测还应该加强质量控制,规范监测流程,严格按照国家和江苏省卫计委的工作方案,逐步展开监测点,增多监测频次,建立无锡市放射性本底的基础数据。

参考文献

- [1] 姜文华,万骏,刘犁等.苏州大学独墅湖校区环境介质总 α 、总 β 放射性水平调查[J].苏州大学学报(医学版) 2008 28(2) 283.
- [2] 庄家毅,朱磷扬,辛全兵等.2014 年连云港市环境样品中总 α 、总 β 放射性水平分析[J].中国辐射卫生 2015 24(6) 618 - 619.
- [3] 陈群,余宁乐,杨晓勇等.2008 年田湾核电站周围环境放射性水平监测[J].中国辐射卫生 2010 19(3): 329 - 330.
- [4] 符荣初,王惠玉,陆鸣等.太湖苏南运河水系城市居民生活用水中放射性水平调查[J].苏州医学院学报,1994,14(5) 458 - 459.
- [5] 张瑞菊,涂曦,俞荣生.对雨水中 α 、 β 总放射性水平的一次调查研究[J].工业卫生与职业病 2006 32(5) 294 - 295.
- [6] 周滢,姚海云,朱玲等.1995 - 2009 年我国部分地区饮用水放射性水平监测[J].辐射防护通讯 2011 31(6) 7 - 8.
- [7] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5750.13 - 2006,生活饮用水标准检验方法放射性指标[S].北京:中国标准出版社 2006.
- [8] 林炳兴,闫世平,林立雄.中国食品总 α 、总 β 放射性水平调查[J].辐射防护 2009 29(2) 07 - 108.

收稿日期: 2016 - 06 - 29 修回日期: 2016 - 08 - 15