

调查研究

跨境电商销售日本进口婴幼儿奶粉中放射性核素含量水平调查分析

高飞¹, 陈飞², 姜珊¹, 冯峰¹, 张震², 张峰¹

(1. 中国检验检疫科学研究院食品安全研究所, 北京 100176;

2. 国家卫生健康委职业安全卫生研究中心, 北京 102308)

摘要:目的 对跨境电商销售的日本进口婴幼儿奶粉中放射性核素含量进行抽样调查,为进一步开展风险评估提供基础数据。方法 采用随机采样的方法,网购跨境电商销售的不同品牌和种类的日本进口婴幼儿奶粉,采用HDEHP萃取色层法(快速法)分析奶粉样品中锶-90活度浓度,采用 γ 能谱仪分析 γ 放射性核素活度浓度,低本底 α 、 β 测量仪分析总 α 、总 β 活度浓度,并与荷兰进口奶粉和中国本地产奶粉进行比对分析。结果 日本进口奶粉抽样样品中未检测出人工 γ 放射性核素(^{60}Co 、 ^{103}Ru 、 ^{106}Ru 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs),日本进口奶粉中有5个样品锶-90活度浓度小于方法检出限(MDL),其余样品锶-90活度浓度范围为0.13~0.18 Bq/kg;天然放射性核素中仅检测出 ^{238}U ,其活度浓度范围为33.5~109 Bq/kg;总 α 、总 β 活度浓度范围为0.05~0.12 Bq/kg。所有放射性核素含量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)和《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB14882—94)中规定的限值要求。结论 抽样结果显示,从跨境电商平台网购的日本进口婴幼儿奶粉样品中有60%生产地来自中国禁止进口的日本地区,虽然检测出放射性核素含量均未超过我国限量标准,但考虑到抽样数量和抽样范围的局限性,消费者仍需警惕网购的日本进口婴幼儿奶粉中存在放射性核素超标的风险。随着福岛核事故后续处理措施的变化,相关监管部门仍需按规定严控日本禁止进口县市的产品,并加大抽检监测力度。

关键词: 日本进口; 婴幼儿奶粉; 放射性核素; 风险监测

中图分类号: R155

文献标识码: A

文章编号: 1004-8456(2022)03-0410-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2022.03.003

Analysis of radionuclide levels in infant milk powder imported from Japan through cross-border e-commerce network sales

GAO Fei¹, CHEN Fei², JIANG Shan¹, FENG Feng¹, ZHANG Zhen², ZHANG Feng¹

(1. Institute of Food Safety, Chinese Academy of Inspection & Quarantine, Beijing 100176, China;

2. National Center for Occupational Safety and Health, Beijing 102308, China)

Abstract: Objective A sample survey was conducted on the radionuclide content in imported Japanese infant milk powder sold by cross-border e-commerce in order to provide basic data for risk assessment. **Methods** Random sampling was conducted on imported Japanese infant milk powder sold by online cross-border e-commerce, including different brands and types. The strontium-90 activity concentration of milk powder samples was analyzed by HDEHP extraction chromatography (rapid method), γ radionuclide activity concentration was analyzed by γ energy spectrometer, total α and total β activity concentration was analyzed by low background α , β measuring instrument. Then, the Radionuclide content in infant milk powder was compared with that from Chinese and imported from the Netherlands. **Results** The artificial γ radionuclides (^{60}Co , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs) were not detected in the imported milk powder samples from Japan. strontium-90 activity concentration of 5 milk powder samples imported from Japan was lower than the method detection limit (MDL). The strontium-90 activity concentration of other samples ranged from 0.13 to 0.18 Bq/kg. Only natural radionuclides ^{238}U was detected in all samples, which ranged from 33.5 to 109 Bq/kg. The activity concentration of total α and total β ranged from 0.05 to 0.12 Bq/kg. The content of all radionuclides was lower than the limit of Chinese national food safety standards (GB18871—2002 and GB14882—94). **Conclusion** The results showed that 60% of the samples of infant milk powder imported from Japan on online cross-border e-commerce platforms were produced in Areas banned from

收稿日期: 2021-10-15

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC1601602)

作者简介: 高飞 女 助理研究员 研究方向为食品安全 E-mail: gfmusic@126.com

通信作者: 张峰 男 研究员 研究方向为分析化学 E-mail: fengzhangchem@yahoo.com

import by China. Although the radionuclide content detected did not exceed China's limits, considering the limitations of the sampling quantity and scope, consumers still need to be aware of the risk of excessive levels of radionuclides in infant milk powder imported from Japan. With the follow-up measures of the Fukushima nuclear accident, the relevant regulatory authorities still need strengthen random inspection and monitoring.

Key words: Imported from Japan, infant milk powder, radionuclide, risk assessment

2011年,日本福岛核泄漏事故后,为保护我国人民群众的饮食安全^[1-5],原国家质检总局发布第44号《关于进一步加强从日本进口食品农产品检验检疫监管的公告》,禁止从日本福岛县、群马县、栃木县、茨城县、宫城县、山形县、新潟县、长野县、山梨县、埼玉县、东京都、千叶县等12个都县进口食品、食用农产品及饲料。2021年4月13日,日本政府正式通过把福岛核废水排入海洋的计划^[6],此后各国纷纷表示高度关注,美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)于2021年4月3日更新进口产品警报文件99-33,禁止乳制品(含婴幼儿配方粉)从日本进口。但现有调查显示,目前仍有部分跨境电商销售来自日本禁止进口县市的婴幼儿奶粉,这些婴幼儿奶粉的安全性引起消费者广泛关注。本文从网络跨境电商随机抽样采集日本进口婴幼儿奶粉样品,调查其是否来自禁止进口的县市,同时对奶粉中放射性核素含量进行测定,为日本进口婴幼儿奶粉安全性评估及跨境电商监管提供数据支持^[7-10]。

表1 通过跨境电商采购日本进口婴幼儿奶粉样品情况

Table 1 Infant milk powder samples imported from Japan through cross-border e-commerce

样品编号	产品名	品牌	产地	生产日期
001	婴幼儿奶粉2段(1~3岁)	明治(meiji)	日本东京都中央区(埼玉县春日部市)	2019年10月
002	婴幼儿低敏HP深度水解蛋白奶粉	明治(meiji)	日本东京都江东区	2019年12月
003	婴幼儿奶粉2段(1~3岁)	固力果(ICREO)	日本栃木县	2019年6月
004	婴幼儿奶粉2段(1~3岁)	明治(meiji)	日本东京都中央区(埼玉县春日部市)	2019年12月
005	婴幼儿奶粉2段	固力果(ICREO)	日本兵库县	2019年10月
006	婴幼儿奶粉1段(0~1岁)	明治(meiji)	日本东京都中央区(埼玉县春日部市)	2020年1月
007	婴幼儿奶粉1段(0~1岁)	明治(meiji)	日本东京都中央区(埼玉县春日部市)	2020年4月
008	婴幼儿奶粉1段(0~1岁)	固力果(ICREO)	日本兵库县丹波市	2020年3月
009	婴幼儿成长配方奶粉3段(1~3岁)	明治(meiji)	日本东京都中央区(埼玉县春日部市)	2020年5月
010	婴幼儿奶粉1段(0~1岁)	固力果(ICREO)	日本兵库县丹波市	2020年3月
011	幼儿配方奶粉3段(12~36个月)	美赞臣铂睿全跃	广东省广州市	2020年10月
012	较大婴儿配方奶粉(6~12个月)	美素佳儿FRISO	荷兰原装进口	2020年11月

1.3 检测方法

1.3.1 奶粉中镉-90含量分析

采取二-(2-乙基己基)磷酸萃取法分析奶粉样品中镉-90活度浓度。实验步骤参照GB 14883.3—2016^[11]。

1.3.2 奶粉中 γ 放射性核素分析

取奶粉样品2 kg,将奶粉样品采用烘箱干燥,加热至105℃,烘干至完全干燥,干燥后的样品经粉碎研磨后转入测量样品盒中进行测量。采用 γ 谱仪,测量样品中的¹⁴⁰Ba、²³²Th、²²⁶Ra、²³⁸U、¹³⁷Cs放射核素的比活度。实验步骤参照GB/T 11713—2015^[12]。

1 实验方法

1.1 主要仪器与试剂

GR5021型 γ 能谱仪(堪培拉Canberra,美国),所用 γ 谱仪相对探测效率为40%,能量分辨率1.7 keV,样品盒的尺寸为75 mm(直径)×75 mm(高度)。LB4200型低本底 α 、 β 测量仪(堪培拉Canberra,美国),XP105DR分析天平(梅特勒-托利多上海有限公司),马弗炉(ThermoFisher,美国),超纯水机(Millipore,美国),电热板(LabTech EH35A)。

镉载体和钷载体标准溶液、生物基体伽马核素标准物质、Am-241和K-40标准物质(中国计量院),CL-P204萃淋树脂(核工业北京化工冶金研究院),浓硝酸(BV-III级)、盐酸、过氧化氢、草酸(均为分析纯,北京化学试剂厂)。

1.2 样品采集

从网络跨境电商采购日本进口婴幼儿奶粉样品,样品类型涵盖1段、2段、3段和婴幼儿低敏HP深度水解蛋白奶粉,样品品牌包含跨境电商销量最高的明治和固力果,所抽样品详细情况见表1。

1.3.3 奶粉中总 α 、总 β 含量分析

准确称取200 mg奶粉加入250 mL蒸发皿,在电炉上不高于350℃条件下碳化后,放入马弗炉,在350℃±10℃下灼烧1 h后取出,置于干燥器中冷至室温。铺样后将制备好的样品源放入低本底 α 、 β 测量仪中做总 α 、总 β 测量^[16-17]。

2 结果与讨论

2.1 镉-90分析结果与结论

奶粉样品经上述流程处理、分析后,检测结果见

表2 奶粉样品中锶-90检测结果

Table 2 Determination results of strontium-90 in milk powder samples

样品编号	灰重/g	灰干比/%	回收率/%	效率/%	净计数/cpm	$e^{-\lambda t}$	检测结果*/(Bq/kg)
001	5.00	4.62	81.9	41.2	0.242	0.874	0.13±0.03
002	5.01	4.52	74.3	32.9	0.260	0.895	0.18±0.04
003	5.02	2.29	79.7	41.2	0.073	0.895	<MDL
004	5.02	3.86	75.8	32.9	0.302	0.892	0.17±0.03
005	5.01	3.82	83.8	32.9	0.138	0.888	<MDL
006	5.01	2.39	80.3	32.9	0.295	0.874	<MDL
007	5.01	2.38	80.8	41.2	0.158	0.888	<MDL
008	5.00	2.45	56.4	41.2	0.023	0.892	<MDL
009	5.00	4.44	88.8	32.9	0.225	0.897	0.13±0.03
010	5.00	2.46	76.7	41.2	0.438	0.897	0.13±0.02
011	5.02	3.86	75.8	32.9	0.302	0.892	0.17±0.03
012	5.00	2.45	56.4	41.2	0.023	0.892	<MDL

注: *方法检出限 MDL=0.11 Bq/kg

表2。从表2可以看出,奶粉样品中有6个样品锶-90活度浓度小于方法检出限(Method detection level,

MDL),其余5个样品锶-90活度浓度范围为0.13~0.18 Bq/kg。日本进口奶粉与荷兰进口奶粉、中国本土生产奶粉中的锶-90活度含量没有显著差异。

根据GB 14882—94《食品中放射性物质限制浓度标准》规定,鲜奶中锶-90限制浓度为40 Bq/kg,根据1 kg全脂奶粉相当于7 L鲜奶换算,奶粉中锶-90限制浓度为280 Bq/kg。另外,GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定,一般消费食品和牛奶、婴儿食品、饮用水中锶-90通用行动水平为100 Bq/kg。12个奶粉样品中锶-90活度浓度均低于GB 14882—94和GB 18871—2002规定的限制浓度或通用行动水平^[12]。

2.2 γ 核素分析结果与结论

本实验使用的GR5021型 γ 能谱仪测量系统测量⁶⁰Co、¹⁰³Ru、¹⁰⁶Ru、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、²¹⁰Po、²²⁶Ra、²³²Th、²³⁵U、²³⁸U、²⁴¹Am等放射性核素的含量。日本进口婴幼儿奶粉样品中 γ 放射性核素活度浓度检测结果见表3。

表3 奶粉样品中 γ 放射性核素活度浓度检测结果Table 3 Results of determination activity of γ radionuclides in milk powder samples

样品编号	放射性核素活度浓度/(Bq/kg)											
	⁶⁰ Co	¹⁰³ Ru	¹⁰⁶ Ru	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	²¹⁰ Po*	²²⁶ Ra	²³² Th	²³⁵ U	²³⁸ U	²⁴¹ Am
001	<0.90	<0.93	<7.83	<1.75	<0.85	<0.91	<20.40	<20.40	<396.00	<5.96	34.90	<2.02
002	<0.82	<0.82	<7.10	<1.23	<1.02	<0.84	<18.60	<18.60	<329.00	<5.17	39.50	<1.71
003	<1.73	<2.46	<15.50	<1.20	<1.71	<1.80	<46.80	<46.80	<947.00	<17.30	109.00	<4.98
004	<0.85	<0.80	<6.76	<0.97	<0.82	<0.82	<18.20	<18.20	<325.00	<5.03	41.00	<1.68
005	<0.80	<0.78	<6.82	<1.15	<0.76	<0.79	<17.50	<17.50	<313.00	<4.98	41.00	<1.62
006	<0.88	<0.78	<6.95	<0.92	<0.87	<0.84	<18.90	<18.90	<326.00	<5.22	39.30	<1.69
007	<0.83	<0.83	<6.97	<1.26	<0.84	<0.85	<19.00	<19.00	<340.00	<5.16	33.60	<1.76
008	<0.78	<1.18	<7.40	<6.50	<0.80	<0.82	<20.00	<20.00	<393.00	<5.78	39.40	<2.00
009	<0.86	<0.88	<7.22	<1.32	<0.77	<0.83	<18.80	<18.80	<329.00	<5.23	43.90	<1.70
010	<1.56	<2.32	<14.50	<1.29	<1.55	<1.58	<39.80	<39.80	<726.00	<14.10	104.00	<3.89
011	<0.12	<0.13	<0.87	<0.66	<0.09	<0.11	<1.83	<1.83	<323.00	<0.59	33.50	<0.19
012	<0.12	<0.13	<0.89	<0.74	<0.11	<0.11	<1.90	<1.90	<335.00	<0.60	38.50	<0.20

注:置信度:95%;“<”后值为测量活度时间24 h时,该核素检测的最小探测下限。*标注的核素为²²⁶Ra的子体,处于衰变平衡,其活度等于²²⁶Ra的活度

所有奶粉样品中未检测出人工 γ 放射性核素(⁶⁰Co、¹⁰³Ru、¹⁰⁶Ru、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs),天然放射性核素中仅检测出²³⁸U,其活度浓度范围为33.5~109 Bq/kg,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)和《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB 14882—94)中规定的限值要求^[13-15]。

2.3 总 α 、总 β 放射性检测

奶粉样品中总 α 、总 β 放射性核素含量^[16-17]检测结果见表4。

日本进口奶粉样品中总 α 、总 β 活度浓度范围为0.05~0.12 Bq/kg,荷兰进口奶粉、中国本土生产奶粉中的总 α 、总 β 活度含量相近,都略高于日本进口奶粉,但所有样品中的总 α 、总 β 活度都低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871

表4 奶粉样品中总 α 、总 β 放射性检测结果Table 4 Results of total α and total β radioactivity in milk powder samples

样品编号	总 α 放射性/(Bq/kg)	总 β 放射性/(Bq/kg)	样品编号	总 α 放射性/(Bq/kg)	总 β 放射性/(Bq/kg)
001	<MDL(α)	<MDL(β)	007	<MDL(α)	<MDL(β)
002	0.04	0.06	008	0.04	0.07
003	<MDL(α)	<MDL(β)	009	0.05	0.06
004	0.09	0.05	010	0.04	0.05
005	0.07	0.12	011	<MDL(α)	0.173
006	<MDL(α)	<MDL(β)	012	0.04	0.129

注:MDL(α)=0.03 Bq/L;MDL(β)=0.04 Bq/L

—2002)和《食品中放射性物质限制浓度标准》(GB 14882—94)中规定的限值要求^[13]。

3 结论

本次调查研究中网购的跨境日本进口婴幼儿

奶粉样品中有6个来自中国禁止进口的日本地区(栃木县、埼玉县、东京都),随机抽样比例达到60%,显示我国网络跨境电商平台对其销售的样品来源地监管尚有待加强。全面检测日本禁止进口地区、日本允许进口地区、中国本土、荷兰等不同来源、不同食用阶段的婴幼儿奶粉的放射性核素活度水平,检测结果显示,所有样品的放射性核素活度均不超过中国国家标准限量要求^[13,18-19]。但受限于抽样数量和随机抽样覆盖面不够广泛等因素影响,尚不能全面反映日本进口婴幼儿奶粉中放射性核素含量的总体情况,消费者仍需警惕网购日本进口婴幼儿奶粉的安全性,如发现来自禁止进口地区,应第一时间送往权威机构或监管部门进行风险排查。近期日本政府对于福岛核事故核废水排放等相关后续处理进展,可能导致日本海域放射性核素污染进一步积累与扩散,监管部门与消费者应对此保持密切关注。鉴于本次调查中发现仍存在日本禁止进口地区的产品进入市场的现象,建议监管部门一是要按规定严控日本相关地区产品的进口,重点加强对网络跨境电商平台等监管薄弱环节、婴幼儿奶粉等高关注度产品的来源地监管;二是加大抽检监测力度,可考虑增加市售婴幼儿奶粉放射性核素专项抽检计划,对市售婴幼儿奶粉中放射性核素水平开展持续性监测^[19-20]。

参考文献

- [1] BUESSELER K, AOYAMA M, FUKASAWA M. Impacts of the Fukushima nuclear power plants on marine radioactivity [J]. *Environmental Science & Technology*, 2011, 45(23): 9931-9935.
- [2] CHINO M, NAKAYAMA H, NAGAI H, et al. Preliminary estimation of release amounts of ¹³¹I and ¹³⁷Cs accidentally discharged from the Fukushima daiichi nuclear power plant into the atmosphere [J]. *Journal of Nuclear Science and Technology*, 2011, 48(7): 1129-1134.
- [3] EVANGELIOU N, BALKANSKI Y, COZIC A, et al. How "lucky" we are that the Fukushima disaster occurred in early spring: Predictions on the contamination levels from various fission products released from the accident and updates on the risk assessment for solid and thyroid cancers [J]. *Science of the Total Environment*, 2014, 500-501: 155-172.
- [4] 王茜, 庞荣华, 赵强, 等. 日本福岛核事故后四川省部分生态系统和食物链的 γ 核素放射性水平调查 [J]. *四川环境*, 2014, 33(4): 7-13.
WANG Q, PANG R H, ZHAO Q, et al. Survey on the Radioactivity Level of γ Nuclides in Partial Ecosystem and Food Chain in Sichuan Province after Japan's Fukushima Nuclear Accident [J]. *Sichuan Environment*, 2014, 33(4): 7-13.
- [5] 孟庆华, 李慧娟, 娄云, 等. 日本福岛核事故后北京地区食品放射性污染的监测与分析 [J]. *职业与健康*, 2013, 29(16): 1981-1983.
MENG Q H, LI H J, LOU Y, et al. Monitoring and analysis of food radioactive contamination in Beijing Region after the Fukushima nuclear accident [J]. *Occup and Health*, 2013, 29(16): 1981-1983.
- [6] 刘晓星. 日本福岛核废水排海将带来哪些危害? [J]. *中国科技奖励*, 2021(4): 72-73.
LIU X X. What harm will be caused by Japan's Fukushima nuclear wastewater discharge into the sea? [J]. *China Awards for Science and Technology*, 2021(4): 72-73.
- [7] 张文杰, 徐义生, 徐峻, 等. 日本核泄漏对我国北方典型区域的影响 [J]. *环境科学研究*, 2013, 26(3): 274-280.
ZHANG W J, XU Y S, XU Jun, et al. Impact of Japan's nuclear leakage on the typical areas of northern China [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2013, 26(3): 274-280.
- [8] 高飞, 杨敏莉, 张峰. 我国食品中放射性污染监测调查情况概述 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2017, 8(12): 4877-4884.
GAO F, YANG M L, ZHANG F. Research progress on monitoring of food radioactive contamination [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2017, 8(12): 4877-4884.
- [9] 潘自强. 辐射安全手册精编 [M]. 北京: 科学出版社, 2014.
PAN ZQ. *Radiation Safety Manual* [M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [10] LUJANIENÉ G, BYČENKIENĖ S, POVINEC P P, et al. Radionuclides from the Fukushima accident in the air over Lithuania: measurement and modelling approaches [J]. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2012, 114: 71-80.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中放射性物质铯-89和铯-90的测定: GB 14883.3—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standards. Determination of radioactive substances strontium-89 and strontium-90 in food: GB 14883.3—2016 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [12] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 高纯锗 γ 能谱分析通用方法: GB/T 11713—2015 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. General method for energy spectrum analysis of high purity germanium γ : GB/T 11713—2015 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [13] 徐金龙, 黄武, 孙良娟, 等. 各国食品中放射性核素限量比较 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2016, 7(4): 1731-1738.
XU J L, HUANG WU, SUN L J, et al. Comparison of radionuclides limitation in food of different countries [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2016, 7(4): 1731-1738.
- [14] 陈飞, 邵宪章, 徐颖, 等. 典型地区茶叶中天然铀和钍含量分布 [J]. *中国辐射卫生*, 2016, 25(5): 520-522.
CHEN F, SHAO X Z, XU Y, et al. Natural Uranium and Thorium Distribution of Teas in Typical Regions [J]. *Chin J Radiol Health*, 2016, 25(5): 520-522.
- [15] 拓飞, 周强, 孙全富. 我国食品中放射性物质监测工作及其挑战 [J]. *中国辐射卫生*, 2020, 29(5): 447-452.
TUO F, ZHOU Q, SUN Q F. Monitoring of radioactive substances

- in food in China and its challenges [J]. Chin J Radiol Health, 2020, 29(5): 447-452.
- [16] 中华人民共和国环境保护部. 水质总β放射性的测定 厚源法: HJ 899—2017[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2017. Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Water quality - Determination of total beta radioactivity - thick source method: HJ 899—2017[S]. Beijing: China Environmental Press, 2017.
- [17] 中华人民共和国环境保护部. 水质总α放射性的测定 厚源法: HJ 898—2017[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2017. Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Water quality - Determination of total alpha radioactivity - thick source method: HJ 898—2017[S]. Beijing: China Environmental Press, 2017.
- [18] 许家昂, 闵楠, 王垒, 等. 福岛核事故对山东海域海产品¹³⁴Cs、¹³⁷Cs放射性活度浓度的影响[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(1): 1-3, 8. XU J A, MIN N, WANG L, et al. Effects of Fukushima nuclear accident on ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs radioactive activity concentrations of seafood in Shandong Sea [J]. Chin J Radiol Health, 2017, 26(1): 1-3, 8.
- [19] 余雯, 李奕良, 何建华, 等. 海洋核应急情况下的监测项目和检测方法[J]. 辐射防护, 2013, 33(1): 49-53. YU W, LEI Y P, HE J H, et al. Analysis in Control Level of Radionuclide Concentrations in Food and Water During a Nuclear Emergency [J]. Radiation Protection, 2013, 33(1): 49-53.
- [20] 袁龙, 雷翠萍, 付照明, 等. 核应急情况下食品和饮用水中放射性核素浓度控制水平分析[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23(3): 244-247. YUAN L, LEI C P, FU X M, et al. Analysis in Control Level of Radionuclide Concentrations in Food and Water During a Nuclear Emergency [J]. Chin J Radiol Health, 2014, 23(3): 244-247.

(上接第409页)

卢江(国家食品安全风险评估中心)

匡华(江南大学食品学院)

朱心强(浙江大学医学院)

刘弘(上海市疾病预防控制中心)

刘长青(河北省疾病预防控制中心)

刘成伟(江西省疾病预防控制中心)

刘兆平(国家食品安全风险评估中心)

刘守钦(济南市疾病预防控制中心)

刘烈刚(华中科技大学公共卫生学院)

刘爱东(国家食品安全风险评估中心)

孙长颢(哈尔滨医科大学)

李宁(国家食品安全风险评估中心)

李黎(中华预防医学会)

李凤琴(国家食品安全风险评估中心)

李业鹏(国家食品安全风险评估中心)

李国梁(陕西科技大学食品与生物工程学院)

李静娜(武汉市疾病预防控制中心)

杨方(福州海关技术中心)

杨钧(青海省卫生健康委员会卫生监督所)

杨大进(国家食品安全风险评估中心)

杨小蓉(四川省疾病预防控制中心)

杨杏芬(南方医科大学公共卫生学院)

肖荣(首都医科大学公共卫生学院)

吴永宁(国家食品安全风险评估中心)

何更生(复旦大学公共卫生学院)

何来英(国家食品安全风险评估中心)

何洁仪(广州市疾病预防控制中心)

赵云峰(国家食品安全风险评估中心)

赵贵明(中国检验检疫科学研究院)

钟凯(科信食品与营养信息交流中心)

姜毓君(东北农业大学食品学院)

聂俊雄(常德市疾病预防控制中心)

贾旭东(国家食品安全风险评估中心)

徐娇(国家卫生健康委员会食品标准与监测评估司)

徐海滨(国家食品安全风险评估中心)

高志贤(军事科学院军事医学研究院)

郭云昌(国家食品安全风险评估中心)

郭丽霞(国家食品安全风险评估中心)

唐振柱(广西壮族自治区疾病预防控制中心)

黄薇(深圳市疾病预防控制中心)

黄锁义(右江民族医学院药学院)

常凤启(河北省疾病预防控制中心)

崔生辉(中国食品药品检定研究院)

章宇(浙江大学生物工程与食品学院)

章荣华(浙江省疾病预防控制中心)

梁进军(湖南省疾病预防控制中心)

程树军(广州海关技术中心)

傅武胜(福建省疾病预防控制中心)

谢剑炜(军事科学院军事医学研究院)

赖卫华(南昌大学食品学院)

裴晓方(四川大学华西公共卫生学院)

廖兴广(河南省疾病预防控制中心)

熊丽蓓(上海市疾病预防控制中心)

樊永祥(国家食品安全风险评估中心)