

# 济南市居民水产品中常见重金属含量监测及风险评估

孙 婷, 刘铁诚, 杨 丽, 李士凯, 张 军\*

(济南市疾病预防控制中心, 济南 250021)

**摘 要:** **目的** 了解济南市居民水产品中铅、镉、汞、砷四种重金属的污染现状, 评估暴露风险。 **方法** 2016~2019 年对济南市 6 类水产品中的铅、镉、汞、砷含量进行监测, 以山东省居民食物标准人均水产品消费量数据和 4 种重金属元素的健康指导值或基准剂量为参数, 应用点评估方法对济南市居民水产品铅、镉、汞、砷暴露水平进行评估。 **结果** 共监测水产品 561 份, 镉超标率最高, 为 7.31%; 其次为铅, 超标率为 3.39%。水产品中 4 种重金属元素平均含量和 P<sub>95</sub> 含量由大到小顺序均依次为砷、铅、镉、汞, 铅、镉超标率较高, 集中在甲壳类、双壳类和干制水产品等种类。居民水产品中每月铅、镉、汞、砷的平均暴露量分别为 3.52、2.66、0.58、13.25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 与相应的暂定每月允许摄入量或基准剂量相比较, 安全限值均大于 1; P<sub>95</sub> 含量分别为 15.60、13.21、1.96、67.76  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 安全限值也均大于 1。 **结论** 济南市居民水产品中铅、镉、汞、砷暴露水平位于安全限值以内, 通过水产品摄入这 4 种重金属元素没有明显风险, 但应重视干制水产品、双壳类、甲壳类中铅、镉富集性问题。

**关键词:** 水产品; 重金属; 暴露评估

## Monitoring and risk assessment of common heavy metals in aquatic products of residents in Jinan city

SUN Ting, LIU Tie-Cheng, YANG Li, LI Shi-Kai, ZHANG Jun \*

(Jinan Municipal Centre for Disease Control and Prevention, Jinan 250021, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the pollution status of lead, cadmium, mercury and arsenic in aquatic products of residents in Jinan, and to assess their exposure risk. **Methods** The content of lead, cadmium, mercury and arsenic in six kinds of aquatic products in Jinan was monitored from 2016 to 2019. Taking the per capita aquatic product consumption data of residents' food standards in Shandong Province and the health guidance values or benchmark doses of 4 heavy metal elements as parameters, the exposure levels of lead, cadmium, mercury and arsenic in aquatic products of residents in Jinan city was evaluated by point assessment method. **Results** A total of 561 aquatic products were monitored, with the highest exceeding rate of cadmium 7.31%, followed by lead, the exceeded rate was 3.39%. The average contents and P<sub>95</sub> contents of 4 heavy metals in aquatic products were arsenic, lead, cadmium and mercury in the order from the largest to the smallest. The lead and cadmium exceeded the standard at a high rate, which were concentrated in crustaceans, bivalves and dried aquatic products. The average monthly exposure levels of lead, cadmium, mercury and arsenic in residential aquatic products are 3.52, 2.66, 0.58 and 13.25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , respectively. Compared with the corresponding provisional tolerable monthly

\*通讯作者: 张军, 主任医师, 主要研究方向为疾病预防控制。E-mail: 535516643@qq.com

\*Corresponding author: ZHANG Jun, Chief Physician, Jinan Municipal Centre for Disease Control and Prevention, Jinan 250021, China. E-mail: 535516643@qq.com

intake or benchmark dose limit, the margins of safety were all greater than 1. The contents of  $P_{95}$  were 15.60, 13.21, 1.96, and 67.76  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , respectively, and the margins of safety were all greater than 1. **Conclusion** The exposure levels of lead, cadmium, mercury and arsenic in aquatic products of Jinan residents are within the safety limits, and there is no obvious risk of ingestion of these four heavy metals through aquatic products, but it should be pay attention to the problem of the enrichment of lead and cadmium in dried aquatic products, bivalves and crustaceans.

**KEY WORDS:** aquatic products; heavy metals; exposure risk

## 1 引言

山东是沿海大省, 拥有 3000 多公里的金黄海岸线, 是中国重要的海水养殖大省, 水产资源丰富, 品种多样。水产品营养丰富, 富含蛋白质、钙、锌、镁、钾, 是人们食品中动物蛋白的主要来源, 因此安全健康的水产品对满足人类的蛋白和食品安全需求至关重要。重金属, 是指密度为  $6.0 \text{ g}/\text{cm}^3$  以上的金属元素, 有害重金属主要包括: 铅(Pb)、镉(Cd)、汞(Hg)和砷(As)。由于砷的毒性与重金属相似, 所以列入重金属范围。重金属主要通过水介质在环境中迁移转运, 也可以通过复杂的食物链进行转移, 当重金属被生物收入体内而有蓄积时, 金属在生物的逐级传递过程中便逐渐浓集放大。近年来现代工业迅速发展, 人类的生产活动、采矿、冶炼、使用重金属的工业生产过程, 施用农药(铅、镉、汞、砷等), 通过废水、废气、废渣将重金属元素及其化合物排放入环境, 造成重金属污染<sup>[1,2]</sup>。

水产品对水体中的污染十分敏感, 如果长期受环境污染的影响, 对水产品生物体内系统和器官产生毒害作用, 且污染后不易被发现, 很难随代谢产物排除体内, 并通过食物链为主要途径进入人体, 干扰人体正常生理功能, 威胁人体健康。因此, 加强对水产品化学污染物, 尤其是有害重金属的监测很有必要<sup>[3-6]</sup>。

本研究对济南市居民水产品中铅、镉、汞、砷 4 种有害重金属含量进行调查, 同时结合膳食消费量数据, 建立起有害重金属暴露量与造成有害作用可能性之间的关系进行暴露评估, 对通过食用水产品摄入的 4 种有害重金属对人群健康产生不良作用的可能性进行估计, 为日常监管提供数据支持。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料

#### 2.1.1 样品采集

2016~2019 年期间, 遵循随机采样的原则在济南市每个区(县)选择 1~2 个采样点, 采样点应选择居民消费量大、流通范围广的地点。在每个采样点随机采集 6 类 561 份水产品, 包括甲壳类、双壳类、头足类、海鱼、淡水鱼、干制水产品。每份样品采样量均不少于 500 g, 采样环节包括超市、农贸市场、养殖点、餐饮店等场所。

#### 2.1.2 食物消费量数据

本研究依据《山东省居民膳食营养与健康状况》<sup>[7]</sup>研究中的膳食消费量数据, 其中, 居民膳食水产品平均消费量为 39.7 g/标准人 d。

### 2.2 仪器与方法

H-Class 超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司); ICAP Qc 电感耦合等离子体质谱仪(美国热电公司); I class-5500 Qtrap 超高效液相色谱-串联质谱联用仪(美国 AB Sciex 公司); Milli-Q 超纯水机(美国密理博公司); AFS9300 原子荧光光度计(艾塔科学仪器有限公司)。

### 2.3 检验方法与判定标准

根据《国家食品污染物及有害因素风险监测工作手册》<sup>[8]</sup>规定的检验方法进行测定, 铅、镉、砷采用电感耦合等离子体质谱分析法检验, 汞采用原子荧光光度法检验。

食品中化学污染物的监测结果按 GB2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》<sup>[9]</sup>规定的铅、镉、汞、砷限量标准判定, 无限量规定的类别不做判定。

### 2.4 暴露评估

#### 2.4.1 评估依据

铅: 粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)2010 年第 73 次会议取消了铅的暂定每周耐受摄入量(provisional tolerable weekly intake, PTWI), (25 $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW(body weight), 未制定新的健康指导值, JECFA 通过评估分析铅的毒理学资料后, 确定以成人心血管效应(收缩压升高)为指标的基准剂量(benchmark dose limit, BMDL)的 95%可信区间下限 1.3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW(相当于每月 39  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW)作为本次评估铅暴露的判断指标<sup>[10]</sup>。

镉: 联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization, FAO)/世界卫生组织(World Health Organization, WHO)食品添加剂联合专家委员会(JECFA)2011 年 73 次会议制定的食品中的镉的暂定每月允许摄入量(provisional tolerable monthly intake, PTMI) 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW 作为镉的健康指导值<sup>[11]</sup>。

汞: FAO/WHO 推荐 JECFA 建议的汞的暂定每周允许摄入量(PTWI)为 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW<sup>[12]</sup>。砷: WHO/JECFA 在 2010

年 72 次会议上撤销了无机砷的暂定每周可耐受摄入量 (PTWI) 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW, FAO/WHO 通过评估分析, 确定以无机砷导致人类肺癌为终点的基准剂量的下限 (BMDL) 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW (相当于每月 90  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW) 作为本次评估无机砷暴露的判断指标<sup>[13]</sup>。根据风险评估保守原则, 本次评估中水产品汞、砷的暴露评估采用总汞和总砷含量进行评价。

#### 2.4.2 评估方法

本次暴露评估采用点评估法<sup>[14]</sup>。依据水产品中重金属的平均含量和相对应的标准人的平均消费量, 计算水产品中重金属的暴露量。本研究采用安全限值 (margin of safety, MOS) 的方法对居民水产品中铅、镉、无机砷和甲基汞暴露进行风险评估。即 MOS 为健康指导值或基准剂量与标准人膳食暴露量的比值,  $\text{MOS} \geq 1$  表示暴露对居民健康风险可以接受,  $\text{MOS} < 1$  表示暴露对居民健康风险较高。标准人体重统一按 60 kg 标准计算。四种重金属检测数据低于 LOD 且未检出率  $< 60\%$  的样品, 按 LOD 的 1/2 计算<sup>[15]</sup>。计算公式为:

$$\text{慢性暴露点评估模型: } EXP_C = \sum_{i=1}^n \frac{x_k \cdot c_k \cdot P \cdot 30}{BW}$$

$\text{MOS} = \text{PTMI}$  或  $\text{BMDL}/\text{膳食暴露量}$

式中,  $EXP_C$  表示居民每月膳食暴露量,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW·月;  $x_k$  表示第  $k$  种食品居民消费量, kg;  $c_k$  表示第  $k$  种食品平均消费量,  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ;  $BW$  为居民平均体重, kg;  $n$  为食品种类数目;  $p$  为加工因子, 本研究未考虑食品加工前后重金属含量变化, 取  $p=1$ 。

### 3 结果与分析

#### 3.1 水产品中 4 种重金属的污染情况

共监测水产品 561 份, 包括甲壳类 85 份、双壳类 90 份、头足类 86 份、淡水鱼 80 份、海水鱼 80 份、干制水产品 140 份, 4 种元素在水产品中的检出状况如表 1 所示。镉的超标率最高, 其次为铅, 砷的检出率最高 (GB 2762 中只规定水产品甲基汞和无机砷的标准限量, 故总汞、总砷的超标率不做计算)。铅平均含量为 177.44  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,  $P_{50}$  和  $P_{95}$  铅含量分别为 65.55、78.66  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; 镉平均含量为 134.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,  $P_{50}$  和  $P_{95}$  含量分别为 10.00、665.50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。铅超标样品为 1 份甲壳类、2 份双壳类和 16 份干制水产品, 镉超标样品为 10 份甲壳类、5 份双壳类、1 份头足类、4 份淡水鱼和 20 份干制水产品对于铅, 平均含量最高的水产品是双壳类 (190.98  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), 其次为甲壳类 (96.07  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ); 对于镉, 双壳类和甲壳类的污染最严重, 平均含量为 355.90、143.84  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; 头足类中汞的平均含量最高, 为 70.35  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 其次为海水鱼; 甲壳中砷的平均含量最高, 为 1.04 mg/kg, 其次为双壳类。

#### 3.2 水产品中 4 种重金属的暴露评估结果

根据水产品中 4 种重金属元素的含量与居民消费量的数据, 计算济南市居民水产品中铅、镉、汞、砷的暴露

量与 MOS。济南市居民水产品中砷的平均暴露量和高端暴露量均最高, 铅次之。通过 MOS 法将 PTMI/BMDL 与暴露量进行比较,  $\text{MOS}_1$  和  $\text{MOS}_2$  均大于 1。砷的  $\text{MOS}_1$ 、 $\text{MOS}_2$  均最低, 其中  $\text{MOS}_2$  为 1.33 略大于临界值 1, 如表 2。结果表明, 经水产品暴露于四种重金属元素的健康风险较低。

### 4 结论与讨论

监测结果显示, 4 种金属元素铅、镉、汞、砷在所有监测的水产品中均有检出, 并且有不同程度的蓄积水平, 但不同种类及不同元素的污染水平差异较大。

鱼类和头足类样品总体监测状况良好, 淡水鱼和海水鱼总的合格率为 96.25% (154/160), 6 份超标样品为淡水鱼中镉超过国家标准限量 0.1 mg/kg; 1 份头足类样品镉含量超过 2.0 mg/kg 的国家标准限量。双壳类和甲壳类水产品的超标项目为铅、镉。其中, 铅在甲壳类水产品中的超标率最高, 为 11.76% (10/85); 镉在双壳类水产品中检出率最高, 为 94.44% (85/90); 与其他 3 种元素相比, 镉的超标比例最高, 总超标率为 7.13% (40/561)。双壳类和甲壳类水产品对于铅、镉的富集性强, 贝类由于底栖的生活模式、滤食的食性、移动性差等特点, 对环境污染通常缺乏回避能力, 容易暴露于污染物并对其进行富集<sup>[16]</sup>。通过 GB 2762-2017 也可以看出, 内脏是铅、镉元素富集的部位, 建议居民在食用水产品特别是贝类产品时, 尽量去除内脏后食用。本次监测中干制水产品种类主要包括鱼干、扇贝干、虾干、虾米、鱿鱼干等熟制和半熟制样品, 干制水产品的铅、镉含量的平均含量分别为 45.14、55.32  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 超标率分别为 11.43% (16/140) 和 14.29% (20/140), 安全状况好于绍兴市售干制水产品 (铅、镉均值为 0.108、0.120 mg/kg, 超标率分别为 20.31% 和 39.73%)<sup>[17]</sup>。

评估结果显示, 济南市居民水产品中重金属累计平均暴露水平位于安全限值以内, 表明对普通居民来说, 仅通过水产品摄入铅、镉、汞、砷的风险较低, 这与杭州、绍兴、广东、大连膳食暴露评估结果基本一致<sup>[18-20]</sup>。针对高端消费人群, 四种金属元素的高端暴露量及对应的 MOS 表明, 暴露风险顺序为砷 > 镉 > 汞 > 铅, 但尚不认为会造成人体的健康损害。2013~2017 年中国居民水产品中铅、镉、汞、砷的暴露评估显示, 镉、汞的暴露水平较高, 其次为砷、铅<sup>[21]</sup>。

本次评估采用点评估方法对居民水产品中重金属暴露进行评估, 简便易行, 基本描述了济南市居民水产品中铅、镉、汞、砷的暴露的总体情况。但由于体重、污染物含量、监测水平、消费量等方面的差异, 同时未考虑 6 种不同水产品类别的各自消费量, 未对每个子类别的水产品进行风险评估和膳食贡献率大小分析。本次评估仅针对水产品来源的重金属暴露, 并未考虑居民膳食中其他食物种类的暴露风险, 而重金属在自然界中普遍存在, 因此并不代表人群重金属的总暴露风险。

表 1 济南市不同种类水产品中 4 种重金属的监测结果(n=3)  
Table 1 Surveillance results of the four heavy metals in different aquatic products in Jinan(n=3)

食品类别	样品数/份	镉含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )				铜含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )				监测范围			
		检出率/%	超标率/%	$\bar{x}\pm s$	$P_{95}$	监测范围	检出率/%	超标率/%	$\bar{x}\pm s$		$P_{95}$		
甲壳类	85	72.94	1.18	96.07 $\pm$ 106.47	70.00	240.00	ND-733.00	78.82	11.76	143.84 $\pm$ 311.36	14.06	629.77	ND-1720.00
双壳类	90	65.56	2.22	190.98 $\pm$ 310.42	126.00	617.90	ND-2010.00	94.44	5.56	355.90 $\pm$ 461.62	197.50	1476.25	ND-2106.00
头足类	86	41.25	0	54.08 $\pm$ 91.23	2.50	269.41	ND-438.41	66.25	1.16	94.96 $\pm$ 132.83	26.40	57.69	ND-602.91
淡水鱼	80	71.25	0	49.33 $\pm$ 40.93	54.87	106.04	ND-221.19	47.50	5.00	10.00 $\pm$ 30.66	0.5	60.46	ND-176.00
海水鱼	80	41.25	0	30.51 $\pm$ 59.57	25.00	93.35	ND-460.00	31.25	0	3.31 $\pm$ 8.17	0.5	13.29	ND-56.40
干制水产品	140	79.29	11.43	45.14 $\pm$ 54.65	22.85	1812.00	ND-2720.00	76.67	14.29	55.32 $\pm$ 124.08	15.35	215.70	ND-658.00
合计	561	61.92	3.39	177.44 $\pm$ 347.63	65.55	786.35	ND-2720.00	65.82	7.13	134.05 $\pm$ 320.72	10.00	665.50	ND-2106.00
食品类别	样品数/份	汞含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )				砷含量/( $\text{mg}/\text{kg}$ )				监测范围			
		检出率/%	超标率/%	$\bar{x}\pm s$	$P_{95}$	监测范围	检出率/%	超标率/%	$\bar{x}\pm s$		$P_{95}$		
甲壳类	85	63.53	-	22.35 $\pm$ 60.84	3.14	127.82	ND-345.0	64.71	-	1.04 $\pm$ 2.51	0.14	5.24	ND-8.81
双壳类	90	37.78	-	11.16 $\pm$ 19.28	0.08	57.12	ND-90.4	76.67	-	1.33 $\pm$ 1.49	0.75	4.24	ND-5.23
头足类	86	71.25	-	70.35 $\pm$ 154.71	8.18	375.05	ND-904.0	80.00	-	0.51 $\pm$ 0.89	0.16	2.78	ND-3.50
淡水鱼	80	36.25	-	4.13 $\pm$ 8.75	0.08	19.31	ND-50.0	73.75	-	0.08 $\pm$ 0.15	0.03	0.42	ND-0.82
海水鱼	80	52.50	-	36.27 $\pm$ 64.14	15.40	112.65	ND-562.5	56.25	-	0.37 $\pm$ 0.83	0.03	1.35	ND-6.25
干制水产品	140	83.33	-	31.31 $\pm$ 52.22	16.95	88.60	ND-298.1	87.14	-	0.08 $\pm$ 0.13	0.04	3.81	ND-5.41
合计	561	57.44	-	23.39 $\pm$ 70.98	3.92	78.88	ND-904.0	73.09	-	1.32 $\pm$ 2.77	0.27	6.82	ND-8.81

注: ND 表示未检出。

表 2 居民水产品中每月 4 种金属暴露量  
Table 2 Exposure to four metals per month in residential aquatic products

项目种类	铅	镉	汞	砷
PTMI 或 BMDL/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )	39	25	4.2	90
平均暴露量/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )	3.52	2.66	0.58	13.25
MOS <sub>1</sub>	11.08	9.40	7.24	6.79
高端暴露量(P95)/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )	15.60	13.21	1.96	67.76
MOS <sub>2</sub>	2.50	1.89	2.14	1.33

注: MOS<sub>1</sub> 对应平均暴露量, MOS<sub>2</sub> 对应 P<sub>95</sub> 高浓度暴露量。每月按 30 d 计算。

## 参考文献

- [1] 常元勋. 金属毒理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2008.  
Chang YX. Metal toxicology [M]. Beijing: Peking University Press, 2008.
- [2] 王伟, 刘国庆. 水产品中重金属镉污染安全评估[J]. 现代农业科技, 2011, (11): 326–327.  
Wang W, Liu GQ. Safety assessment of heavy metal cadmium pollution in aquatic products [J]. Mod Agric Sci Technol, 2011, (11): 326–327.
- [3] 姚智卿. 铅对人体健康的危害[J]. 微量元素与健康研究, 2011, (9): 67–69.  
Yao ZQ. The harm of lead to human health [J]. Trace Element Health Res, 2011, (9): 67–69.
- [4] 李剑, 曾祥程, 黄志勇. 贝类产品汞含量及其健康风险评估[J]. 中国食品学报, 2012, (12): 143–146.  
Li J, Zeng XC, Huang ZY. Mercury content in shellfish and its health risk assessment [J]. Chin J Food Sci, 2012, (12): 143–146.
- [5] 李孝军, 唐行忠. 水产品中砷污染的风险评估[J]. 现代农业科学, 2009, (3): 149–150.  
Li XJ, Tang XZ. Risk assessment of arsenic contamination in aquatic products [J]. Sci Mod Agric, 2009, (3): 149–150.
- [6] 石阶平. 食品安全风险评估[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.  
Shi JP. Food safety risk assessment [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010.
- [7] 周景洋, 张俊黎. 山东省居民膳食营养与健康状况[M]. 济南: 山东电子音像出版社, 2008.  
Zhou JY, Zhang JL. Dietary nutrition and health status of Shandong residents [M]. Jinan: Shandong Electronic Audio-Visual Publishing House, 2008.
- [8] 杨大进, 李宁. 2014 年国家食品污染物及有害因素风险监测工作手册[M]. 北京: 中国质检出版社, 2014.  
Yang DJ, Li N. 2014 National work manual for risk monitoring of food contaminants and harmful factors [M]. Beijing: China Quality Control Press, 2014.
- [9] GB 2762-2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S].  
GB 2762-2017 National standard food safety-Limit of pollutant in food [S].
- [10] JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants [R]. WHO Technical Report Series, 2011, (960): 149–162.
- [11] EFSA Scientific Committee. Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food [J]. EFSA J, 2012, 10(12): 2985.
- [12] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluation of certain food additives and contaminants [R]. 2011.
- [13] FAO/WHO. Safety evaluation of certain contaminants in food [R]. 2011.
- [14] 罗祎, 吴永宁. 食品安全风险分析化学危害评估[M]. 北京: 中国标准出版社, 2012.  
Luo W, Wu YN. Food safety risk analysis chemical hazard assessment [M]. Beijing: China Standard Press, 2012.
- [15] 王绪卿, 吴永宁, 陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题[J]. 中华预防医学会杂志, 2002, 36(4): 278–279.  
Wang XQ, Wu YN, Chen JS. Low level data processing in food contamination monitoring [J]. Chin J Prev Med, 2002, 36(4): 278–279.
- [16] 王志芳, 肖俊, 罗永巨. 水环境镉污染对养殖鱼类的影响研究进展[J]. 广西科学院学报, 2019, 35(3): 167–171.  
Wang ZF, Xiao J, Luo YJ. Advances in research on the effects of cadmium pollution in water environment on cultured fish [J]. J Guangxi Acad Sci, 2019, 35(3): 166–171.
- [17] 樊伟, 王晶, 王若燕, 等. 绍兴市市售动物性水产制品有毒重金属污染调查[J]. 预防医学, 2018, 30(8): 837–840.  
Fan W, Wang J, Wang RY, et al. Investigation on toxic heavy metal pollution of animal aquatic products sold in Shaoxing city [J]. Prev Med, 2008, 30(8): 837–840.
- [18] 宋晓昀, 李瑞, 张磊, 等. 大连市海产品铅、镉污染状况分析与评价[J]. 实用预防医学, 2013, 20(12): 1474–1475.  
Song XJ, Li R, Zhang L, et al. Analysis on the pollution status of lead and cadmium in Marine products sold in Dalian [J]. Pract Prev Med, 2013, 20(12): 1474–1475.
- [19] 梁辉, 周少君, 戴光伟, 等. 2010–2014 年广东省水产品中铅镉含量调查与评价[J]. 中国食品卫生杂志, 2017, 29(2): 209–212.  
Liang H, Zhou SJ, Dai GW, et al. Investigation and evaluation of lead and cadmium content in aquatic products of Guangdong province from 2010 to 2014 [J]. Chin J Food Hyg, 2017, 29(2): 209–212.
- [20] 薛明, 龚立科, 王姝婷, 等. 2016 年杭州市市售即食鱼类制品中 7 种有毒元素污染状况调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(13): 1948–1955.  
Xue M, Gong LK, Wang ST, et al. Investigation and analysis on pollution status of 7 toxic elements in ready-to-eat fish products sold in Hangzhou

in 2016 [J]. Chin J Health Inspect, 2017, 27(13): 1948-1955.

[21] 王慧, 毛伟峰, 蒋定国, 等. 中国居民水产品中四种常见重金属暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2019, 31(5): 470-475.

Wang H, Mao WF, Jiang DG, et al. Risk assessment of specific heavy metals exposure to products in China [J]. Chin J Food Hyg, 2019, 31(5): 470-475.

(责任编辑: 韩晓红)

### 作者简介



孙 婷, 主管技师, 主要研究方向为营养与食品安全。

E-mail: home402@163.com

张 军, 主任医师, 主要研究方向为疾病预防控制。

E-mail: 535516643@qq.com



## “食品实验室质量控制与标准物质”专题

随着食品等领域测量范围和对象的快速增加、仪器精密度的提高以及对更准确和更可靠数据的需求, 高质量的实验室控制要求及标准物质的需求日益增加, 近年来国内外对实验室质量控制及标准物资的研制技术与应用也越来越重视。

鉴于此, 本刊特别策划了“食品实验室质量控制与标准物质”专题, 由学报编委张磊博士(天津阿尔塔科技有限公司)担任专题主编, 主要围绕(1)国内外实验室质量管理(体系)及不确定度评价、实验室质量控制、实验室能力评价及认证认可; (2)国内外标准物质研制技术规范现状; (3)标准物质在食品安全检测中的应用与需求、不确定度评定与控制研究; (4)标准物质的制备、均匀性和稳定性控制技术; (5)食品安全标准物质发展趋势; (6)高准确度测量方法的研究与开发; (7)标准物质研制中的工作经验; (8)法规对标准物质生产、使用的政策与要求; 其他与标准物质相关的技术和理论研究等问题展开讨论, 计划在 2020 年 8~9 月出版。之前也组织过类似的专题, 由中国计量科学研究院张庆合研究员担任专题主编, 成效很不错, 很多研究人员积极参与进来。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心吴永宁总技师和专题主编学报编委张磊博士(天津阿尔塔科技有限公司)特邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可。以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在 2020 年 07 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下邮件, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**食品实验室质量控制与标准物质**):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者登录-注册投稿-投稿选择“专题: **食品实验室质量控制与标准物质**”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: **食品实验室质量控制与标准物质**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部