

风险评估

2022—2024年深圳市市售水产品中铅污染特征及健康风险评估

阮莎莎,林凯,杨淋清,雷伶俐,邓高文,李瑞园,姜杰,王超
(深圳市疾病预防控制中心,广东深圳 518055)

摘要:目的 分析2022—2024年深圳市市售水产品中铅的污染特征并评估居民摄入的健康风险。方法 2022—2024年采集716份深圳市市售水产品样本,采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)检测样品中铅的含量,分析铅的污染特征,并用单因子污染指数法评价水产品中铅污染情况、暴露边界法(MOE)评估市售水产品铅暴露对人体健康风险。结果 深圳市市售水产品铅检出率为81.6%,含量范围为ND~5.746 mg/kg,贝类的铅含量最高,其次是甲壳类和头足类,鱼类铅的含量最低。716份样本中有2份样本的铅含量超出《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB 2762—2022)规定的限量。4类水产品的铅污染均处于安全水平,但有3.6%的甲壳类样品处于轻度污染水平,分别有10.1%和0.6%的贝类样本处于轻度污染和重度污染水平。通过食用水产品途径铅暴露的MOE>1。结论 深圳市市售水产品铅存在一定的检出率,但超标率处于极低水平。通过MOE法评估显示食用水产品的铅暴露引起的健康风险较低,但应重点关注贝类的铅含量及高暴露人群。

关键词:水产品;铅;健康风险;重金属;深圳市

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2025)11-1068-07

DOI:10.13590/j.cjfh.2025.11.007

Pollution characteristics and health risk assessment of lead in commercially available aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024

RUAN Shasha, LIN Kai, YANG Linqing, LEI Linggang, DENG Gaowen, LI Ruiyuan,
JIANG Jie, WANG Chao

(Shenzhen Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Shenzhen 518055, China)

Abstract: Objective To analyze the contamination characteristics of lead in commercially available aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024, and assess the associated health risks of human exposure. **Methods** A total of 716 commercially available aquatic product samples were collected in Shenzhen City from 2022 to 2024. The lead content was determined using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The contamination characteristics of lead were analyzed, and the pollution level was evaluated using the single-factor pollution index method. The health risks of lead exposure through aquatic product consumption were assessed using the margin of exposure (MOE) method. **Results** The detection rate of lead in Shenzhen's commercially available aquatic products is 81.6%, with a concentration range from ND to 5.746 mg/kg. The highest lead levels were found in shellfish, followed by crustaceans and cephalopods, while fish exhibited the lowest lead content. Among the 716 samples, two exceeded the maximum limit set by National Food Safety Standard for Contaminants in Food (GB 2762—2022), yielding an over-limit rate of 0.28%. Although 3.6% of crustacean samples and 10.1% of shellfish samples showed mild contamination, and 0.6% of shellfish samples exhibited severe contamination, the lead contamination in all four categories of aquatic products was within safe levels. The MOE of lead exposure through aquatic product consumption was greater than 1. **Conclusion** A certain detection rate of lead was observed in market-sampled aquatic products from Shenzhen City, yet the rate of samples exceeding the national limit standard was at an extremely low level. The MOE assessment indicated a low health risk from lead exposure via aquatic product consumption, but the lead content of shellfish and the resulting dietary exposure in high-consumption populations warrant particular attention.

Key words: Aquatic products; lead; health risk; heavy metals; Shenzhen City

收稿日期:2025-04-22

基金项目:深圳市医学重点学科(SZXK066)

作者简介:阮莎莎 女 主管技师 研究方向为理化检验 E-mail: 735341150@qq.com

通信作者:王超 男 副主任技师 研究方向为理化检验 E-mail: raulw2003@163.com

铅(Pb)作为一种常见的广泛分布于地壳中的环境污染物,可通过污染的土壤、水、空气、食品生产金属设备、包装材料及食品添加剂污染等途径在食品中积累。世界卫生组织(World Health Organization, WHO)将铅列为对公共卫生构成重大威胁的十大化学品之一^[1]。铅可通过食物链富集,长期摄入可能会导致急慢性中毒、对人体神经系统、心血管系统等造成损害。2019年,LARSEN等^[2]在《The Lancet Planetary Health》发表的覆盖183个国家建模研究显示,全球估计有554.5万25岁及以上成年人因铅暴露导致心血管疾病死亡,较同年全球疾病负担研究的估计值高出6倍。在儿童健康影响方面,该研究同时指出,2019年全球5岁以下儿童智商得分因铅暴露累计损失7.65亿分,其中95.3%的智商损失发生在中低收入国家^[2]。WHO 2024年报告进一步证实,这种认知损害占全球特发性智力残疾(智商低于70)负担的30%^[3],成为儿童神经发育障碍的重要危险因素。铅暴露造成的健康危害带来了沉重的经济负担:LARSEN等^[2-3]结合世界银行研究框架估计,2019年相关经济成本高达6万亿美元,约占全球生产总值的6.9%。

摄入受污染的食品是铅暴露的重要来源^[4]。深圳市作为沿海经济发达地区,水产品消费量大,其安全性直接关系到公众健康。国内外已有大量研究报告水产品中铅的污染状况,但不同地区因环境、来源及消费习惯的差异,污染特征不尽相同^[5-6]。因此,系统评估深圳市售水产品中铅的污染特征,尤其是对其污染水平、分布规律及健康风险的全面分析对保障食品安全和制定监管措施具有重要意义。

本研究旨在系统评估深圳市售水产品中铅的污染状况及其潜在健康风险。通过分析2022—2024年716份样本的铅含量数据,重点考察不同类别水产品(鱼类、甲壳类、贝类和头足类)的污染特征差异,并结合单因子污染指数法和暴露边界法(Margin of exposure, MOE)等风险评估方法量化膳食暴露风险。研究结果不仅可为监管部门制定针对性的食品安全管控措施提供科学依据,同时也能为消费者提供合理膳食建议,对保障公众健康具有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 样品采集

遵循随机抽样原则,每次采样由2名经过相应的采样技术培训,具有独立工作能力的采样人员完成。所有采集的水产品均为市售鲜活或冰鲜样品,

未包括深加工制品。采样量应满足分析测试的需要及尽可能客观地反映样品的污染状况,详细记录采样信息。每份样品独立包装保存并贴上标签以便识别,运送中保持低温。2022—2024年在深圳市各区的大中型超市、农贸市场或街道市场等地点采集样品,涵盖本地养殖、近海捕捞及部分进口水产品,具体产地信息因市场流通性难以完全追溯,但记录了采样地点与销售渠道等信息,以反映深圳市实际消费情况。具体采样信息见表1。

表1 2022—2024年深圳市水产品采样信息

Table 1 Sampling information of aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024

| 样本类型/份 | 采样时间/年 | | | 合计/份 |
|--------|--------|------|------|------|
| | 2022 | 2023 | 2024 | |
| 鱼类 | 38 | 46 | 40 | 124 |
| 甲壳类 | 56 | 87 | 80 | 223 |
| 贝类 | 120 | 126 | 100 | 346 |
| 头足类 | — | 23 | — | 23 |
| 合计 | 214 | 282 | 220 | 716 |

1.2 试剂与仪器

Agilent 7700x 电感耦合等离子体质谱仪(美国 Agilent 公司);BSA 623S-CW 电子天平(0.001 g,德国 Sartorius 公司);LABTOP MAX 超级微波消解仪(中国 Labtech 公司);Millipore 痕量元素分析超纯水系统(德国 Merck 公司)。

铅、镉和铊单元素标准溶液(1 000 mg/L,中国计量科学研究院);L-半胱氨酸(纯度≥99%,德国 Merck 公司);扇贝成分分析标准物质(中国计量科学研究院);氩气(≥99.995%)和氦气(≥99.995%)(深圳市深特工业气体有限公司)。

1.3 检测方法与评价标准

依据 GB 5009.268—2016《食品安全国家标准食品中多元素的测定》第一法电感耦合等离子体质谱法测定样品中铅的含量。检测结果根据 GB 2762—2022《食品安全国家标准 食品中污染物限量》进行评价。实验采取空白样品、平行双样和标准物质等手段进行质量控制、保证数据的准确性。铅的检出限为 0.002 mg/kg。

1.4 评价方法

1.4.1 单因子污染指数法

采用单因子污染指数(P_i)对深圳市市售水产品中铅的污染情况进行评价,评估模型为:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i} \quad (1)$$

式中: P_i 为某类水产品中铅污染指数; C_i 为某类水产品中铅实际测量平均值; S_i 为某类水产品中铅评价标准限值^[7]。铅污染水平评价标准: $P_i < 0.2$,表示产品清洁未受污染; $0.2 \leq P_i \leq 0.6$,表示产品受到轻度污

染; $0.6 < P_i \leq 1.0$,表示产品受到中度污染; $P_i > 1.0$,表示产品受到重度污染^[8]。

1.4.2 健康风险评估

联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)和WHO食品添加剂联合专家委员会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)于2010年撤销了铅每周耐受摄入量 $25 \mu\text{g}/\text{kg}$ 的健康指导值,本研究采用MOE法评估海产品中铅暴露对人群的健康风险。MOE法是由欧洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA)于2005年提出的,用于评估包括重金属在内的污染暴露对人群的健康风险。评估标准:MOE >1 表示健康风险较低;MOE ≤ 1 表示存在一定的健康风险,MOE值越大,表示风险越低。

采用FAO和WHO推荐的点评估方法^[9],计算居民经水产品铅暴露量,公式为:

$$EXP = \sum_{i=1}^n \frac{Fi \times Ci}{BW} \quad (2)$$

式中,EXP为个体每日单位体质量铅暴露量,单位: $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{BW} \cdot \text{d})$;Fi为个体第*i*种食品的消费量,单位: g/d ^[10];Ci为第*i*种食品中铅的含量,单位: mg/kg ;BW为人体平均体质量,单位: kg (61.8 kg)^[11](2015年中国居民营养与慢性病状况报告数据)。

$$MOE = \frac{BMDL_{0.1}}{EXP}$$

式中,BMDL_{0.1}为0.1%基准水平下线,是引起0.1%动物阳性反应的最低剂量。当铅的人群暴露量为

每kg体质量 $1.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ 时,成人的收缩压将上升 1 mmHg ,因此,成人铅暴露不良效应的BMDL_{0.1}是 $1.2 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{BW} \cdot \text{d})$ 。

1.5 统计学分析

根据WHO推荐的方法进行数据分析^[12],当铅含量水平低于检出限(Limit of detection, LOD)的样品比例 $\geq 60\%$ 时,低于LOD的数据可以用0或LOD计算平均值;当低于LOD的样品比例 $< 60\%$ 时,低于LOD的数据用 $1/2\text{LOD}$ 进行统计。本研究采用WPS和Graphpad Prism10进行数据处理和绘图。经检验测得的数据为非正态分布,采用非参数检验Kruskal-Wallis比较整体差异,采用Dunn's检验比较两两差异。

2 结果

2.1 市售水产品中铅的检测情况

2022—2024年,深圳市市售4类水产品(鱼类、甲壳类、贝类和头足类)中铅含量如表2所示。3年采集的716份样本中水产品中铅检出率为81.6%,含量范围为ND~ $5.746 \text{ mg}/\text{kg}$,平均值为 $0.111 \text{ mg}/\text{kg}$,中位数为 $0.052 \text{ mg}/\text{kg}$ 。716份样本中有2份样品的铅含量超出《GB 2762—2022 食品安全国家标准食品中污染物限量》规定的限量,超标率为0.28%,超标样品均为贝类。另外,铅含量的最大值是2022年的贝类样品($5.746 \text{ mg}/\text{kg}$)。由此可见,深圳市市售水产品铅有一定的检出率,但含量水平基本符合国家限量标准。

表2 2022—2024年深圳市市售四类水产品中铅的分布情况

Table 2 Content distribution of lead in four types of aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024

| 样本类型 | 采样时间/年 | 范围/(mg/kg) | 均值/(mg/kg) | 中位数/(mg/kg) | 检出率/% | 超标率/% |
|------|-----------|-------------|--|-------------|-------|-------|
| 鱼类 | 2022 | ND~0.030 | 0.002 ^a /0.004 ^b | 0.002 | 34.2 | 0 |
| | 2023 | ND~0.039 | 0.003 ^a /0.004 ^b | 0.002 | 21.7 | 0 |
| | 2024 | ND~0.076 | 0.009 | 0.002 | 55.0 | 0 |
| | 2022—2024 | ND~0.076 | 0.005 ^a /0.004 ^b | 0.002 | 36.3 | 0 |
| 甲壳类 | 2022 | ND~0.197 | 0.015 | 0.003 | 55.4 | 0 |
| | 2023 | ND~0.134 | 0.021 | 0.011 | 79.3 | 0 |
| | 2024 | ND~0.11 | 0.024 | 0.017 | 91.4 | 0 |
| | 2022—2024 | ND~0.197 | 0.021 | 0.011 | 77.6 | 0 |
| 贝类 | 2022 | 0.040~5.746 | 0.241 | 0.170 | 100.0 | 1.67 |
| | 2023 | 0.012~0.765 | 0.200 | 0.168 | 100.0 | 0 |
| | 2024 | 0.019~0.747 | 0.199 | 0.180 | 100.0 | 0 |
| | 2022—2024 | 0.012~5.746 | 0.214 | 0.174 | 100.0 | 0.58 |
| 头足类 | 2023 | ND~0.071 | 0.017 | 0.008 | 87.0 | 0 |
| 合计 | 2022—2024 | ND~5.746 | 0.111 | 0.052 | 81.6 | 0.28 |

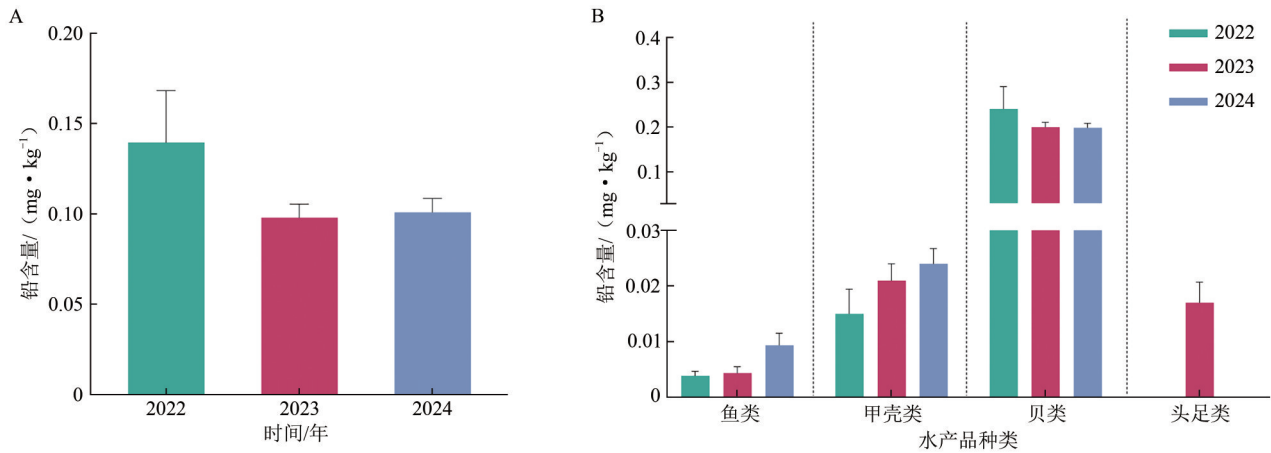
注:ND为未检出;a为低于LOD的数据用0代替计算,b为低于LOD的数据用LOD代替计算

2.2 不同年份的市售水产品中铅含量分析

如图1和表2所示,2022年市售水产品中铅检出率为76.6%,含量范围为ND~ $5.746 \text{ mg}/\text{kg}$,平均值为 $0.140 \text{ mg}/\text{kg}$,中位数为 $0.099 \text{ mg}/\text{kg}$,2023年市售水产品中铅检出率为79.8%,含量范围为ND~

$0.765 \text{ mg}/\text{kg}$,平均值为 $0.098 \text{ mg}/\text{kg}$,中位数为 $0.037 \text{ mg}/\text{kg}$,2024年市售水产品中铅检出率为88.2%,含量范围为ND~ $0.747 \text{ mg}/\text{kg}$,平均值为 $0.101 \text{ mg}/\text{kg}$,中位数为 $0.045 \text{ mg}/\text{kg}$ 。

2022—2024年水产品中铅的含量水平呈下降趋



注:图中数据为平均值±标准误

图1 2022—2024年深圳市市售四类水产品中铅含量

Figure 1 The content of lead in four types of aquatic products in Shenzhen from 2022 to 2024

势。经 Kruskal-Wallis 检验,不同年份的市售水产品铅含量分布差异无统计学意义($H=2.088, P=0.352$)。

2.3 不同种类的市售水产品中铅含量分析

如图 1 和表 2 所示,铅含量从高到低为:贝类>甲壳类>头足类>鱼类。贝类的铅含量最高,平均值为 0.214 mg/kg,中位数为 0.174 mg/kg;其次是甲壳类和头足类,平均值分别为 0.021 和 0.017 mg/kg,中位值分别为 0.011 和 0.008 mg/kg;鱼类铅的含量最低,平均值和中位数分别为 0.005/0.004 mg/kg 和 0.002 mg/kg。

2022—2024 年的数据显示,鱼类和甲壳类铅含量水平低,贝类中铅的含量水平呈下降趋势。经 Kruskal-Wallis 检验,不同种类的市售水产品铅含量分布不同,差异具有统计学意义($H=525.5, P<0.0001$)。经两两比较,除鱼类和头足类($Z=1.718, P=0.515$)、甲壳类和头足类($Z=0.208, P>0.999$)外,其余各组间铅分布均具有统计学差异($P<0.05$)。

2.4 市售水产品铅污染程度评价

采用单因子污染指数(P_i)法对水产品中铅污染程度进行评价。结果如表 3 所示,对于不同水产品铅含量的均值,所有种类的铅污染指数都处于清洁水平,属于正常背景值。

在各类水产品中,不同种类每年的 P_i 变化不大。铅污染比例从高到低为贝类(10.7%)>甲壳类(3.6%)>鱼类(0%)=头足类(0%)。鱼类和头足类均处于清洁水平,贝类出现了 10.1% 的轻度污染和 0.6% 的重度污染,甲壳类出现了 3.6% 的轻度污染。详见图 2 和表 3。

2.5 市售水产品中铅的健康风险评估

本研究采用 MOE 法评估市售水产品铅暴露对人体健康风险,MOE 法是以污染物的基准剂量与实际暴露的比值来表征健康风险水平。根据之前研究结

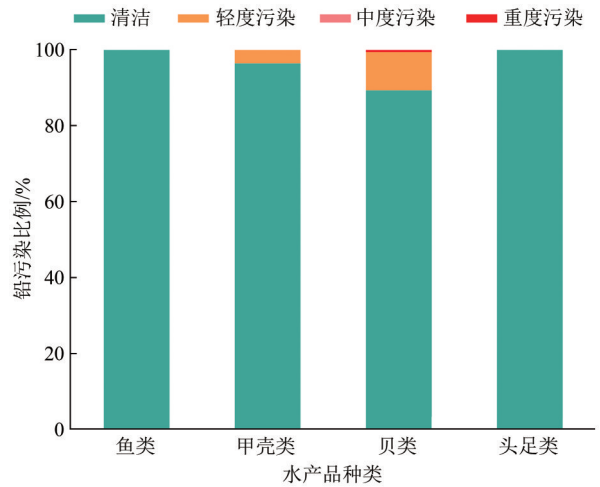


图2 2022—2024年深圳市4类水产品中铅的单因子污染比例

Figure 2 The single factor pollution proportion of lead in four types of aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024

表3 2022—2024年深圳市市售四类水产品中铅的单因子污染指数

Table 3 The single factor pollution index of lead in four types of aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024

| 样本类型 | 采样时间 | 单因子污染指数 |
|------|-----------|--------------------|
| | | P_i |
| 鱼类 | 2022 | 0.008(0.004~0.06) |
| | 2023 | 0.008(0.004~0.078) |
| | 2024 | 0.018(0.004~0.152) |
| | 2022~2024 | 0.012(0.004~0.152) |
| 甲壳类 | 2022 | 0.030(0.002~0.394) |
| | 2023 | 0.042(0.002~0.268) |
| | 2024 | 0.048(0.002~0.22) |
| | 2022~2024 | 0.042(0.002~0.394) |
| 贝类 | 2022 | 0.161(0.027~3.831) |
| | 2023 | 0.133(0.008~0.51) |
| | 2024 | 0.133(0.013~0.498) |
| | 2022~2024 | 0.143(0.008~3.831) |
| 头足类 | 2023 | 0.017(0.001~0.071) |

果,广东省居民水产品每天人均消费量为 51.6 g^[10]。根据消费比例算得在居民摄入的水产品中,鱼类、

甲壳类、贝类和头足类每日人均消费量分别为 40.609、4.876、1.316 和 4.799 g^[11,13]。结果如表 4 所

示,各类样品 MOE 的 P_{50} 和 P_{90} 均>1,说明深圳市居民食用一般市售水产品铅暴露引起的健康风险较低。

表 4 2022—2024 年深圳市四类水产品铅暴露的健康风险

Table 4 Health risk of lead in four types of aquatic products in Shenzhen City from 2022 to 2024

| 样本类型 | 平均水产品摄入量/(g/d) | 铅含量/(mg/kg) | | EXP/[$\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{BW}\cdot\text{d})$] | | MOE | |
|------|----------------|-------------|----------|--|----------|----------|----------|
| | | P_{50} | P_{90} | P_{50} | P_{90} | P_{50} | P_{90} |
| 鱼类 | 40.609 | 0.002 | 0.016 | 0.001 3 | 0.010 5 | 913 | 114 |
| 甲壳类 | 4.876 | 0.011 | 0.051 | 0.000 9 | 0.004 0 | 1 383 | 298 |
| 贝类 | 1.316 | 0.174 | 0.304 | 0.003 7 | 0.006 5 | 324 | 185 |
| 头足类 | 4.799 | 0.008 | 0.036 | 0.000 6 | 0.002 8 | 1 932 | 429 |
| 合计 | 51.6 | 0.053 | 0.252 | 0.044 3 | 0.210 4 | 27 | 6 |

3 讨论

铅是一种在自然界中广泛存在的重金属,能够通过呼吸、皮肤接触和饮食等途径进入人体,其中通过食品摄入是个体暴露的主要途径之一^[2]。铅会在人体内蓄积,半衰期长达 10~30 年,长期暴露会损伤人体神经、心血管和肾脏等系统,对儿童的神经发育尤其有害且具有不可逆性^[2]。食品中铅污染来源广泛,铅的暴露水平及健康危害一直是研究关注的焦点。

近年来,市售水产品仍存在不同程度的铅污染或超标状况,且不同类型的水产品铅污染风险水平差异很大。国内外多项研究表明水产类食品铅含量在各类食品中排名靠前,2012—2021 年涉及中国 19 个省份的 31 008 份膳食样品中铅含量数据发现,鱼虾蟹贝类中铅浓度(0.08 mg/kg)排名第 3^[14];意大利 2016—2017 年检测的 908 份食品中,甲壳类和软体动物中铅含量也排名靠前(0.039 mg/kg)^[15];2023 年广州市市售食品中铅污染状况调查中发现,双壳类水产品的铅检测均值最高,为 0.205 mg/kg^[16]。本研究发现深圳市市售水产品铅含量从高到低为:贝类>甲壳类>头足类>鱼类,其中贝类的铅含量最高,平均值为 0.214 mg/kg,检出率 100%,与上述研究结果相似。贝类铅含量水平高可能是由于贝类“非选择性”的滤食特性以及较强的蓄积重金属能力有关;另外,陆地活动通过径流排入海洋的毒性金属大量沉积于底泥中,贝类等底栖生物以沉积物为食,造成铅等重金属在体内蓄积^[17]。而鱼类、头足类等生物能在不同的区域中活动,且鱼类要通过复杂的食物链完成毒性金属的蓄积,以致其体内铅含量水平相对较低^[17]。由于深圳属于沿海城市,水产丰富,居民易获取丰富的水产品,因此,铅在该类食品尤其是贝类中的残留量需要重点关注。另外,虽然鱼类和甲壳类铅含量水平低,也应持续监测。

单因子污染指数法评估显示,市售的 4 类水产品铅平均水平的 P_i 值均属于背景值范围,说明深圳

市市售水产品中铅污染较轻。但是贝类和甲壳类出现了一定比例的轻度污染以及重度污染的个例,还是需要引起重视,加强监测。健康风险评估结果显示各类水产品中 MOE 的 P_{50} 和 P_{90} 均>1,说明食用这 4 类市售水产品铅暴露导致的健康风险较低。

然而,本研究中样品代表性方面仍有不足,头足类样本仅于 2023 年采集,且各年度样本构成比存在差异(如 2022 年头足类缺失),这可能对某些类别水产品的年度趋势分析和代表性造成一定影响。但是,本研究总体样本量较大,覆盖了主要产品类别,仍能较好地反映深圳市市售水产品中铅的总体污染水平与健康风险。

根据已有的文献纵向比较深圳水产品中铅的污染状况,结果显示,2002 年以来,深圳市市售水产品中铅的污染及暴露状况呈现持续改善趋势。从铅的超标率来看,2002 年深圳市市售水产品中铅的超标率高达 60%^[18],2007—2011 年已降至 1.3%~6.19%^[19-21],其中水产品铅超标情况虽仍存在,但已大幅下降,2017—2020 年为 1.06%~3.55%^[22-23],本研究中 2022—2024 年铅的超标率为 0.28%,整体呈明显下降趋势。在铅的污染水平方面,2002 年深圳市市售水产品中铅的污染平均水平为 0.8 mg/kg^[18];2007—2008 年铅的平均含量降至 0.16~0.19 mg/kg^[19-20],2018—2020 年铅的中位值为 0.05~0.14 mg/kg^[22],本研究中铅的平均水平为 0.11 mg/kg,中位值为 0.052 mg/kg,结果显示污染水平显著降低。这些结果清晰展现了近年来深圳市水产品中铅污染及暴露状况的改善,也从侧面反映出我国在铅污染治理过程中取得的显著成效。

本研究的健康风险评估具有不确定性。本研究只是聚焦于市售水产品中铅的污染情况,未包括所有含铅食品,未考虑从空气、皮肤等其他途径摄入的铅,在一定程度上低估了人群铅的摄入;另外,生物利用率及食品加工前后的影响也未考虑,这些因素都会导致评价结果具有不确定性。

综上所述,深圳市市售水产品中铅引起的健康风险总体上较低,但是也有一定比例的污染情况,持续的监测和评估是必要的。建议相关部门加强对水产品生产和流通环节的监测,加强监管,严格控制超标样品进入市场,保障食品安全及居民健康。

参考文献

- [1] SONG S, LIU, Y, ZHANG, W, et al. Probabilistic risk assessment of dietary exposure to lead in residents of Guangzhou, China [J]. *Food Additives & Contaminants Part A*, 2024, 41(7): 790-799.
- [2] LARSEN B, SANCHEZ-TRIANA E. Global health burden and cost of lead exposure in children and adults: a health impact and economic modelling analysis [J]. *Lancet Planet Health*, 2023, 7(10): e831-e840.
- [3] LANPHEAR B, NAVAS-ACIEN A, BELLINGER D C. Lead poisoning [J]. *The New England Journal of Medicine*, 2024, 391(17): 1621-31.
- [4] YUSA V, PARDO O. Human risk assessment and regulatory framework for minerals in food [M]. Hoboken: John Wiley & Sons, Ltd, 2015.
- [5] 郑正男, 张秋平, 朱婷婷, 等. 珠海市市售水产品中常见重金属含量监测及初步膳食暴露风险评估 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2024, 36(12): 1366-1372.
- ZHENG Z N, ZHANG Q P, ZHU T T, et al. Monitoring of common heavy metals in sold aquatic products and preliminary dietary exposure risk assessment in Zhuhai City [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2024, 36(12): 1366-1372.
- [6] 龚立科, 王姝婷, 薛鸣, 等. 杭州市市售水产品中有害元素污染状况及膳食暴露风险评估 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2022, 32(17): 2132-2137.
- GONG L K, WANG S T, XUE M, et al. Pollution status of toxic elements in commercial aquatic products in Hangzhou City and its dietary exposure assessment [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2022, 32(17): 2132-2137.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中污染物限量: GB 2762—2022 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.
- National Health Commission of the People's Republic of China, State Administration for Market Regulation. National food safety standard -maximum levels of contaminants in foods: GB 2762—2022 [S]. Beijing: China Standards Press, 2022.
- [8] 胡月, 任娣, 王鹭, 等. 江苏重点养殖海域贝类肌肉铅镉含量特征及健康风险评价 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2024, 15(24): 301-307.
- HU Y, REN D, WANG L, et al. Characteristics and health risk assessment of lead and cadmium content in shellfish muscle of key aquaculture areas in Jiangsu Province [J]. *Journal of Food Safety and Quality*, 2024, 15(24): 301-307.
- [9] World Health Organization, The Food and Agriculture Organization. Dietary exposure assessment of chemicals in food [R]. Maryland: World Health Organization, 2005.
- [10] 戴光伟, 梁辉, 周少君, 等. 广东省食用水产品中镉膳食暴露风险评估 [J]. *华南预防医学*, 2016, 42(3): 223-226.
- DAI G W, LIANG H, ZHOU S J, et al. Risk assessment of dietary exposure to cadmium from edible aquatic products in Guangdong Province [J]. *South China Journal of Preventive Medicine*, 2016, 42(3): 223-226.
- [11] 国家卫生计生委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017.
- National Health and Family Planning Commission, Bureau of Disease Prevention and Control. Report on the nutrition and chronic disease status of Chinese residents [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017.
- [12] 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]. *中华预防医学杂志*, 2002, 36(4): 278-279.
- WANG X Q, WU Y N, CHEN J S. The issue of data processing for low-level contamination monitoring in food [J]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*, 2002, 36(4): 278-279.
- [13] 苏畅, 王志宏, 贾小芳, 等. 2015年中国十五省(区、市)18~59岁居民水产品类食物摄入状况分析 [J]. *营养学报*, 2018, 40(1): 23-26.
- SU C, WANG Z H, JIA X F, et al. An analysis on marine food consumption among chinese adults aged 18 to 59 years old in 15 provinces in 2015 [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2018, 40(1): 23-26.
- [14] 李明璐, 秦周, 余勇, 等. 中国成人经膳食摄入铅的风险评估 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2022, 26(7): 862-868.
- LI M L, QIN Z, YU Y, et al. Risk assessment of lead *via* dietary intake in Chinese adults [J]. *Chinese Journal of Disease Control and Prevention*, 2022, 26(7): 862-868.
- [15] MARCELLA M, FAIRWEATHE S J, MALAGOLI C, et al. Lead exposure in an Italian population: Food content, dietary intake and risk assessment [J]. *Food Research International*, 2020, 137: 109370.
- [16] 宋韶芳, 李燕, 张维蔚, 等. 2023年广州市售食品中铅污染状况及健康风险评估 [J]. *食品安全质量检测学报*, 2025, 16(6): 76-82.
- SONG S F, LI Y, ZHANG W W, et al. Assessment of the health risks from dietary exposure to lead in Guangzhou in 2023 [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2025, 16(6): 76-82.
- [17] 董永彭, 朱志鹏. 深圳市市售水产品中砷、镉、铅含量分析及风险评价 [J]. *环境与职业医学*, 2017, 34(1): 49-52, 67.
- TONG Y P, ZHU Z P. Detection and potential health risk assessment of arsenic, cadmium, and lead in retail seafood in Shenzhen [J]. *Journal of Environmental and Occupational Medicine*, 2017, 34(1): 49-52, 67.
- [18] 江天久, 徐轶肖, 冷科明. 深圳市场水产品中重金属与农药的含量及评价 [J]. *暨南大学学报(自然科学与医学版)*, 2005(3): 417-421.
- JIANG T J, XU Y X, LENG K M. Evaluation on the heavy metal and pesticide content in aquatic product in the Shenzhen market [J]. *Journal of Jinan University (Natural Science)*, 2005(3): 417-421.
- [19] 刘奋, 戴京晶, 丘汾. 深圳市水产品重金属污染状况调查 [J]. *实用预防医学*, 2009, 16(5): 1487-1488.
- LIU F, DAI J J, QIU F. Investigation on pollutant of heavy metals in aquatic products in Shenzhen [J]. *Practical Preventive*

- Medicine, 2009, 16(5): 1487-1488.
- [20] 刘桂华, 张慧敏, 姜杰, 等. 深圳市居民食品中铅、镉的膳食暴露量评估[J]. 华南预防医学, 2009, 35(6): 28-31.
LIU G H, ZHANG H M, JIANG J, et al. Dietary exposure assessment of lead and cadmium in Shenzhen China 2009[J]. South China Journal of Preventive Medicine, 35(6): 28-31.
- [21] 王舟, 黄薇, 潘柳波, 等. 2011年深圳市水产品卫生状况及风险评估[J]. 中国公共卫生管理, 2012, 28(5): 595-597.
WANG Z, HUANG W, PAN L B, et al. Sanitary status and risk assessment of aquatic products in Shenzhen, 2011[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2012, 28(5): 595-597.
- [22] 温权, 许玉成, 李可. 深圳市售水产品铅镉汞污染状况分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(15): 5167-5172.
WEN Q, XU Y C, LI K. Analysis of pollution status of lead, cadmium and mercury in aquatic products sold in Shenzhen[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2020, 11(15): 5167-5172.
- [23] 谢思柔, 温权, 杜田, 等. 2018—2020年深圳市市售水产品重金属污染状况[J]. 预防医学情报杂志, 2022, 38(5): 603-606.
XIE S R, WEN Q, DU T, et al. Investigation of heavy metals contamination in aquatic products sold in Shenzhen of 2018 to 2020[J]. Journal of Preventive Medicine Information, 2022, 38(5): 603-606.

《中国食品卫生杂志》投稿须知

1 杂志介绍

《中国食品卫生杂志》创刊于1989年,系中文核心期刊、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊。刊号:ISSN 1004-8456/CN 11-3156/R,月刊,国内公开发行人。中国知网(CNKI)全文收录。2025年版复合类影响因子为1.988。曾连续多年获得中华预防医学会优秀期刊一等奖。

2 刊登范围

食品卫生领域的科研成果、检验检测技术、食品安全风险监测、风险评估、风险交流、食源性疾病、标准与监管、应用营养等。

3 投稿要求

稿件应具有科学性、创新性、导向性、实用性,论点明确,资料可靠,结构严谨,文字精炼,统计学方法使用恰当。

稿件正文一般不超过5000字,专家述评可视具体情况而定。稿件写作要求详见本刊官网写作指南。

根据《中华人民共和国著作权法》,请勿一稿多投,来稿文责自负。

4 投稿方式

请在本刊官方网站(www.zgspws.com)投稿。投稿前请认真阅读写作指南。

投稿时除提供稿件外,还需提供以下附件:

- (1) 介绍信
- (2) 著作权转让协议
- (3) 作者贡献声明表
- (4) 利益冲突声明表
- (5) 基金项目材料
- (6) 伦理审查决议(如涉及人体或动物实验)

5 评审流程

对于原创性不足、存在严重的科学或技术性缺陷、缺乏有价值信息、不符合期刊刊登范围的稿件,编辑部将作拒稿处理。通过初步审查的稿件将进入同行评审环节。

本刊编委来稿须遵守同样的评审流程。

6 伦理道德

当以人或实验动物为研究对象时,应按照国家相关规定提供伦理审查文件。

7 学术不端

《中国食品卫生杂志》仅接受未投稿给其他期刊且未发表过的原创性稿件,稿件不得包含任何抄袭的内容。编辑部将对一稿多投、抄袭他人研究成果的稿件进行退稿,并作相应处理。

8 版面费标准

录用稿件排版后,编辑部将根据所占版面收取版面费,收取标准为每版800元。