

浙江海域虾姑中重金属镉的监测及健康风险评估

王范盛, 金衍健, 严忠雍, 李子孟, 朱剑

(浙江省海洋水产研究所, 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江舟山 316021)

摘要 [目的] 监测浙江海域中虾姑的重金属镉的含量, 并对其健康风险进行评估。[方法] 以浙江附近海域捕获的虾姑为材料, 根据 GB5009.12-2010 中的石墨炉原子吸收光谱法测定其体内的重金属镉含量, 并利用健康风险指数的方法对多个菜场或码头采来的虾姑中镉的健康风险进行评估。[结果] 试验发现, 所采集的海捕虾姑样品中镉含量都符合国家规定标准, 各个虾姑样品的健康风险指数均小于 1, 按照平均摄入量来计算, 每个虾姑都是处于安全水平的。[结论] 浙江海域虾姑镉含量未超标, 健康风险指数也在安全范围内, 且营养丰富, 但摄入也应有一定的限值。

关键词 浙江海域; 虾姑; 重金属; 镉; 健康风险指数

中图分类号 S949 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-107-02

Determination of Cd in *Oratosquilla oratoria* and Its Risks to Human Health in Sea Area of Zhejiang

WANG Fan-sheng, JIN Yan-jian, YAN Zhong-yong et al (Key Laboratory of Sustainable Utilization of Technology Research for Fishery Resource of Zhejiang Province, Marine Fishery Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan, Zhejiang 316021)

Abstract [Objective] To determine Cd in *Oratosquilla oratoria* and evaluate its risks to human health in sea area of Zhejiang. [Method] According to the graphite furnace atomic absorption spectrometry method in national food safety standard GB5009.12-2010, Cd content of *Oratosquilla oratoria* captured in the Zhoushan Archipelago sea area were determined. Human Health Risk Assessment Model was further used to evaluate the health risk of lead content of *Oratosquilla oratoria* in local markets and docks. [Result] Data indicated Cd content in all the crabs meet the regulation in related standards prescribed by the state. The results of total assessment showed that the mean health index was less than 1. [Conclusion] Cd content in *Oratosquilla oratoria* does not exceed the standard, health risk index is also within the scope of security.

Key words Zhejiang sea area; *Oratosquilla oratoria*; Heavy metal; Cd; Health risk index

水体中的重金属可以通过鳃的呼吸作用、摄食行为、体表与水体的渗透交换等途径进入甲壳动物体内, 并可能在生物体内富集。如果水体中重金属的暴露浓度超过了生物体的最大重金属排出能力, 生物将开始净积累重金属, 此时生物体内的重金属含量与重金属的进入速率成正比, 且主要受可溶性重金属的生物可利用性制约, 即与水体中游离态重金属离子的暴露浓度相关^[1]。

虾姑(*Oratosquilla oratoria*) 又名皮皮虾、琵琶虾等, 是一种营养丰富、肉汁鲜美的海产品, 其肉质含水分多, 肉质鲜嫩, 蛋白质含量高, 并含有多种维生素、氨基酸, 且易于消化吸收, 深受人们的喜爱。虾姑的生长区域很广泛, 在太平洋、大西洋及印度洋的大陆棚或深海里都有发现, 最深的可达 2 km 深的水底, 不过一般都在沿岸或大陆棚生活; 海域从温带到热带都有, 但以亚热带水域为主。镉是一种对人体全身各组织具有广泛亲和力的毒物, 致使红细胞膜和红细胞变形性改变影响它们的功能和寿命; 另外, 还可以使心脏舒张功能、兴奋性、传导性和收缩性均有减退; 同时可以引起血压升高或降低^[2]。

环境健康风险评价是 20 世纪 80 年代兴起的一项新的研究领域, 其主要特点是以风险系数作为评价^[3], 把环境污染与人体健康联系起来, 定量描述污染对人体健康危害的风险, 有非常重要的意义, 是有效控制污染物风险的技术依据^[4-5]。按照世界贸易组织 SPS 协定的要将风险评估技术引入到食品安全管理, 可重点对各种化学污染物、生物因素

风险评估开展暴露评估研究, 获得膳食摄入量和机体负荷状况, 并探索其健康效应^[6]。

笔者根据 GB5009.12-2010 中“石墨炉原子吸收光谱法”对浙江海域的虾姑中镉含量进行测定, 并对其健康风险进行评估, 为人们食用虾姑是否会带来健康风险提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料 供试样品在浙江省舟山市国际水产城、东河菜场、宁波西河菜场、台州金叶菜场、温州中兴菜场、东港菜场等多个菜场和码头捕捞渔船上直接抽取, 送至浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 样品共计 60 个。

主要试剂: 去离子水; 硝酸(优级纯 $\geq 60\%$, CNW); 磷酸二氢铵(分析纯), 国药集团化学试剂有限公司; 镉标准贮备溶液(1 000 mg/L), 介质 1.0 mol/L HNO₃, 国家有色金属及电子材料分析测试中心; 高纯氩气(99.999%), 上海申艳化工有限公司。主要仪器: 万分之一电子天平, 进样杯, 100 ml 容量瓶, 250 ml 容量瓶, 10.00 ml 具塞刻度比色管, 100 ~ 1 000 μ l 移液枪, 10.0 ml 移液管, 100 ml 量筒, 钥匙, 烧杯, 玻璃棒, 碎肉机, 胶头滴管, 洗耳球, 干燥恒温箱, 可调式电热板, 镉空心阴极灯, VARIAN-AA240Z 石墨炉原子吸收分光光度计。

1.2 样品预处理 虾姑去壳、去肠腺, 均质后成为待测样品。称取试样 0.200 0 ~ 0.300 0 g 于具有聚四氟乙烯内筒的高压消解罐中, 加入 4.0 ml 30% 过氧化氢、6.0 ml 硝酸, 轻轻摇匀, 加盖放置过夜。次日装入微波消解仪中消解, 待消解完成, 消解罐外罐温度冷却至室温后, 用配套扭力扳手打开。将聚四氟乙烯内筒去盖, 按序放置到数字控温赶酸架上, 温度设置为 200 ~ 210 $^{\circ}$ C, 加热赶酸至其内样液剩 1.00 ml 左右结束。冷却至室温后, 加入 4.00 ml 硝酸溶液, 最后将消解液

基金项目 浙江省海洋环保项目(浙海渔计[2011]123号); 浙江省科技计划项目(2014F50001)。

作者简介 王范盛(1987-), 男, 浙江普陀人, 助理工程师, 从事海洋生态环境监测。

收稿日期 2015-11-30

移入 25 ml 具塞比色管内,并用去离子水多次冲洗聚四氟乙烯内筒,合并洗液于比色管中。用水稀释至刻度,混匀,即为试样溶液。同时做试剂空白,质控样待测^[7]。

1.3 样品的测定 参照 GB 5009.12-2010《食品中镉的测定》中“石墨炉原子吸收光谱法”进行测定,检出限为 0.001 mg/kg。仪器条件:设置条件波长为 283.3 nm,狭缝为 0.5 nm,干燥温度 120 ℃,15 s;灰化温度 600 ℃,持续 16 s,原子化温度 2 150 ℃,2 s;灯电流为 10.0 mA。对有些干扰试样,加入适量的基体改进剂磷酸(50.00 g/L)。

分别吸取 1.00 mg/L 镉标准使用溶液 0、0.50、1.00、2.00、2.50、3.00 ml 至 6 个 100 ml 容量瓶中,再用硝酸溶液

(1+99) 稀释至刻度,摇匀。分别配制成 0、5.00、10.00、20.00、25.00、30.00 μg/L 的标准系列。

1.4 健康风险评估 利用健康风险指数的方法对采自多个菜场及码头的虾姑样品中的镉的健康风险进行评估。

2 结果与分析

2.1 虾姑中镉的含量 对 6 个场所各 10 个所采集来的虾姑样品进行分析检测,将每个组的含量进行统计,并计算出它们的平均值。由表 1 可见,6 个场所采集的虾姑样品中镉含量最高的为东港菜场,其他几个场所中含量均相差不多,且含量范围均符合国家规定标准。

表 1 6 个菜场各 10 个样品测得的镉的含量

样品	国际水产城	东河菜场	西河菜场	中兴菜场	金叶菜场	东港菜场
1	0.018	≤0.001	0.028	0.045	0.018	0.089
2	≤0.001	≤0.001	≤0.001	0.017	0.038	0.077
3	0.011	0.022	0.042	0.014	0.049	0.011
4	0.011	≤0.001	0.090	0.020	0.007	0.010
5	≤0.001	0.017	0.021	0.006	0.028	0.071
6	≤0.001	≤0.001	0.014	0.013	0.025	0.013
7	≤0.001	0.023	≤0.001	0.020	0.019	0.089
8	≤0.001	≤0.001	0.045	0.058	0.024	0.092
9	0.075	≤0.001	0.017	0.023	0.014	0.011
10	≤0.001	≤0.001	0.014	0.004	0.011	0.035
平均	0.012	0.006	0.027	0.022	0.023	0.050

2.2 健康风险评估 基于联合国粮食与农业组织/世界卫生组织(FAO/WHO)于 1993 年建议,每人每日镉元素人体容许摄入量为 0.15 mg(按成人体重 63.65 kg 计算),由此计算出重金属污染元素的每日摄入量,计算公式如下:

$$DI = FIR \times C \quad (1)$$

式中, DI 为每日镉允许摄入量($\mu\text{g}/\text{d}$), FIR 为成年人虾姑每日摄入量(mg/d), C 为虾姑中的镉浓度(mg/kg)。

RI 为健康风险指数,是假定在吸收量等于摄入量,以测定的人体摄入量与参考量的比值作为评价标准,当 $RI > 1$ 则存在健康风险,且 RI 数值越大,健康风险也越大,当 $RI < 1$ 的时候,则处于安全水平。计算公式如下:

$$RI = \frac{(EF \times ED \times IFR \times C)}{RFD \times WAB \times TA} \times 10 \quad (2)$$

式中, RI 为健康风险指数; EF 为人体暴露频率(365 d/年); ED 为暴露区间(70 年),通常一般是指人的平均寿命; IFR 为成年人对虾姑每日摄入量(20 g/d)(引用美国环保局统计数据); C 为虾姑中的镉浓度(mg/kg); RFD 参考 WHO 建议值 $0.3 \times 10^{-4} \text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$; WAB 为我国成年人平均体重(63.65 kg); TA 为非致癌性暴露的平均时间(365 d/年 \times 暴露年数)。根据上述公式对浙江 6 个虾姑交易场所所采来的样品中镉的含量进行计算,得出 6 个场所的 RI 值分别为 0.08、0.26、

0.36、0.25、0.17、0.58。从健康风险指数来看,虾姑中镉的 RI 都小于 1,处于安全水平。

3 结论

通过对浙江 6 个场所所采集的共 60 个虾姑样品进行重金属镉的检测分析,发现所有虾姑样品中镉含量都符合国家规定标准。根据健康风险指数计算公式,求得各个样品的 RI 值均小于 1,所以按照平均摄入量来计算,每个虾姑都是处于安全水平的。

参考文献

- [1] 李磊,沈新强. 六价铬离子在脊尾白虾和三疣梭子蟹体内的富集动力学[J]. 浙江大学学报,2015,41(4):476-482.
- [2] 李凤娟,刘文荣. 有关铅对人体的危害(综述)[J]. 职业与健康,1998(2):7-8.
- [3] 刘丽,徐永福. 南美白对虾中铅、镉含量的测定与健康风险评估[J]. 安徽农业科学,2013,41(35):13758-13759.
- [4] 葛云. 微型旋耕机主要工作部件的应力仿真与可靠性设计[D]. 石河子:石河子大学,2005.
- [5] 高辉松,朱思洪,史俊龙,等. 温室大棚用电动微耕机研制[J]. 机械设计,2012(11):83-87.
- [6] 邹小南,谭红. 食品安全风险评估及其在农药残留上的应用[J]. 贵州农业科学,2008,36(3):169-172.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国标准:食品安全国家标准,食品中铅的测定-金属指标:GB5009.12-2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.