

小龙虾中重金属含量和分布研究

岁珂, 杭纬*

厦门大学化学化工学院化学系, 谱学分析与仪器教育部重点实验室, 福建 厦门 361005

摘要 水产品中含有大量蛋白质和人体必需的微量元素, 是人们非常喜爱的食品。然而, 随着我国经济的腾飞和工业化进程加快, 越来越多的重金属污染物通过不同方式被排放到了水体中, 食品安全问题越来越受到重视。由于小龙虾可以在受到污染的水质中生存, 其富集重金属元素的能力非常强, 因此对小龙虾体内的重金属元素进行分析, 对于评估水体的重金属污染状况和水产品的质量安全具有非常重要的意义。该研究采用微波消解-电感耦合等离子体质谱分析技术对福建漳浦地区小龙虾体内的重金属进行含量和分布研究, 结果表明小龙虾不同部位的重金属元素含量存在显著差异, 其头部富集重金属最多, 可食用部位的重金属元素含量都在限量值以内。

关键词 微波消解; 电感耦合等离子体质谱; 小龙虾; 重金属
文献标识码: A **文章编号:** 1000-0593(2018)10-0297-02

水产品中含有丰富的营养物质和多种人体必需的微量元素^[1], 其中小龙虾(学名克氏原螯虾, *Procambarus clarkii*)因其味道鲜美、营养价值高而深受广大消费者的青睐, 已成为餐桌上的常规性食品。但是由于环境污染等问题, 我们从水产品中也会摄入一些有害的元素, 进而危害人体健康^[2]; 如汞可以在体内积累, 破坏中枢神经系统, 对口、粘膜和牙齿有不良影响; 镉会对呼吸道产生刺激, 食入过量会引起中毒甚至休克; 无机砷致癌, 会损伤呼吸系统和消化系统; 铅是一种慢性和积累性毒物, 会破坏人体神经系统和造血, 影响儿童的脑部发育。因此对小龙虾中的重金属含量进行分析具有非常重要的意义。

20世纪80年代以来, 电感耦合等离子体质谱法(inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS)已经成为元素分析中重要的一项技术, 在地质、环境、生物和化工等领域得到了非常广泛的应用^[3]。生物样品的样品量一般较少、元素含量也较低, 需要高灵敏度的分析方法进行分析, 经大量实验研究表明, ICP-MS能很好地满足这种要求。在对生物有机物样品进行痕量元素分析的过程中, 常常需要对其进行化学预处理, 分解和破坏样品基体。常见的样品预处理方法有干法灰化、湿法消解、微波消解等, 其中微波消解技术具有试剂用量少、环境污染小、分析空白值低、高效快速等优点, 表现最为出色。本研究采用微波消解技术对福建漳浦小龙虾的腹部肌肉、螯足、外壳和虾头(去壳)进行预处理, 而后通过电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)对小龙虾样

品中的六种重金属元素进行含量测定, 并与食品安全国家标准-食品中污染物限量(GB 2762—2017)进行对比, 这对评估水体污染和食品安全具有非常重要的意义。

本研究所用样品为在菜市场购买的漳浦小龙虾, 将虾用超纯水洗净, 用解剖刀分别取小龙虾的腹部肌肉、虾头(去壳)、虾壳和螯足部分用滤纸拭干表面水分, 研磨混匀, 制成均匀样品, 冷冻备用。用自动变频温压双控微波消解/萃取仪(MDS-6, 上海新仪微波化学科技有限公司)对小龙虾样品进行预处理。称取三份均匀样品0.5 g置于聚四氟乙烯消解内罐中, 加入5 mL硝酸(69%, FLUKA), 密闭放入微波消解仪中消解, 消解完全后转移至容量瓶, 定容备用。取GBW(E)080672混合离子标准溶液, 以2%硝酸逐级稀释, 配置成浓度分别为20, 40, 60, 80和100 ng·mL⁻¹的标准系列溶液, 供做标准曲线使用。

本研究使用安捷伦ICP-MS 4500型仪器测定小龙虾体内的重金属含量。采用外标法进行分析, 当仪器稳定之后, 取标准溶液和适度稀释后的待测样品溶液进行上机检测, 在对每份样品重复测定三次后, 利用标准曲线法进行定量处理, 测定样品中Cr, Co, As, Se, Cd和Pb六种重金属元素。实验结果如表1和图1所示。

从实验结果可以看出, 小龙虾不同部位的重金属元素含量存在显著差异。虾头的重金属元素含量明显高于腹部肌肉, 大致趋势为虾头>外壳>螯足>腹部肌肉。其中小龙虾头部和外壳中的硒含量明显高于腹部肌肉, 砷元素在小龙虾

收稿日期: 2018-04-30, 修订日期: 2018-07-01

作者简介: 岁珂, 1995年生, 厦门大学化学系谱学分析与仪器教育部重点实验室硕士生

*通讯联系人 e-mail: weihang@xmu.edu.cn

Table 1 Comparison between heavy metals contents in different parts of crayfish and those given in GB 2762—2017

Element	Muscle of abdomen /(mg · kg ⁻¹)	Chelipeds /(mg · kg ⁻¹)	Shell /(mg · kg ⁻¹)	Head /(mg · kg ⁻¹)	GB2762—2017 /(mg · kg ⁻¹)
Cr	0.063	0.046	0.101	0.167	2.0
Co	0.018	0.041	0.083	0.047	—
As	0.016	0.038	0.048	0.070	0.5
Se	0.162	0.521	1.700	0.879	—
Cd	0.010	0.012	0.036	0.060	0.5
Pb	0.010	0.002	0.019	0.115	0.5

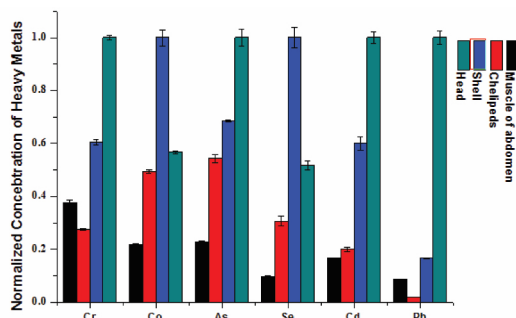


Fig 1 Normalized concentration of heavy metals in crayfish

体内的分布则相对较为均匀,头部的砷含量较高。虾头的镉和铅的含量远远大于螯足和腹部肌肉,而虾腹对铬元素的富

集能力则强于螯足。与 GB 2762—2017 规定的限量值相比,所有重金属元素在可食用部位的含量均在限量值以内,硒的含量略高于其他各元素,这与硒元素在生物体内的具体形态有关,有待进一步研究。镉、砷、硒、铅等重金属元素能够在小龙虾的头部大量富集,其主要原因是小龙虾通过虾头从水中直接吸收重金属离子,虾头内部有肝、肾、胰等解毒和排泄器官,这些器官可以产生大量的金属硫蛋白来束缚重金属元素,因此小龙虾头部的重金属元素含量较高。

采用微波消解-电感耦合等离子体质谱法对小龙虾体内重金属元素的含量和分布进行了研究,为分析水产品中的重金属元素和评估水产品的质量安全提供了一种实用、快捷、高效的方法。实验结果表明,小龙虾头部、外壳和螯足处的重金属含量远高于腹部肌肉,腹部肌肉的重金属含量均在国家限定值以内,食客在食用小龙虾时要注意部位的取舍。

References

- [1] Pieniak Z, Verbeke W, Scholderer J. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 2010, 23(5): 480.
- [2] Kaya G, Turkoglu S. *Biological Trace Element Research*, 2017; 1.
- [3] MI Hai-peng, ZHU Hong-ming, LI Gen-rong, et al(弥海鹏, 朱宏明, 李根容, 等). *Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析)*, 2017, 37(2): 646.

Determination and Distribution of Heavy Metals in Different Parts of Crayfish

SUI Ke, HANG Wei*

Department of Chemistry and the MOE Key Lab of Spectrochemical Analysis & Instrumentation, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China

Abstract Aquatic products contain large amounts of protein and trace elements, which are people's favorite foods. However, water pollution in our country is becoming more and more severe, which draws our attention to food safety issues. As the crayfish can survive in polluted water and owns the capability of enriching heavy metal elements, it is of great significance to analyze them in the body of crayfish to evaluate the pollution of heavy metals and the safety of aquatic products. In this study, heavy metals in different parts of crayfish from Zhangpu, Fujian were determined by Microwave Digestion-Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, the results showed that the contents of heavy metal elements in each part of crayfish significantly differed from each other and were all lower than maximum allowable concentrations.

Keywords Microwave digestion; Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS); Crayfish; Heavy metals

* Corresponding author

(Received Apr. 30, 2018; accepted Jul. 1, 2018)