

云南滇东地区 8 个州市鱼类中砷的形态测定分析

范忠吉¹, 农蕊瑜², 李 洁², 申 颖², 尚 城³, 李文廷^{2*}

(1. 大理大学公共卫生学院, 大理 671000; 2. 昆明市疾病预防控制中心, 昆明 650228;

3. 昆明医科大学公共卫生学院, 昆明 650500)

摘 要: **目的** 分析测定云南滇东 8 个州市鱼类中砷的形态以及含量。**方法** 鱼类样品经石墨湿法消解, 采用电感耦合等离子体质谱法测定总砷含量; 相同的样品经 1%硝酸热提取无机砷, 采用液相色谱-原子荧光光谱法测定各形态砷含量。**结果** 总砷及无机砷在一定浓度范围内分别有良好的线性关系, 相关系数均大于 0.999, 总砷的加标回收率为 93.57%~95.0%, 其他形态砷的加标回收率为 89.03%~92.04%, 测定总砷的质控样均在参考值范围内。132 件样品中总砷含量为 0~2.31 mg/kg; 无机砷中三价砷的含量为 0~0.279 mg/kg, 其中昆明、红河及玉溪的样品有部分超标, 超标率分别为 26.09%、22.22%、11.11%。**结论** 有 131 件鱼样品检出总砷和无机砷, 无机砷含量大部分达到国家标准要求, 只有少部分超出标准限值。应加强对水产品中砷的监测, 以确保鱼类食品的安全。

关键词: 砷; 水产品鱼类; 电感耦合等离子体质谱法; 液相色谱-原子荧光光谱

Speciation analysis of arsenic in fishes from 8 cities in Diandong area of Yunnan province

FAN Zhong-Ji¹, NONG Rui-Yu², LI Jie², SHEN Ying², SHANG Cheng³, LI Wen-Ting^{2*}

(1. School of Public Health, Dali University, Dali 671000, China; 2. Kunming Center for Disease Control and Prevention, Kunming 650228, China; 3. School of Public Health, Kunming Medical University, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: Objective To analyze and determine the form and content of arsenic in fish in 8 cities in diandong area of Yunnan province. **Methods** Fish samples were digested by graphite wet method, and total arsenic was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry. The same sample was extracted with inorganic arsenic by 1% nitric acid, and the arsenic content of each form was determined by liquid chromatography-atomic fluorescence spectrometry. **Results** Total arsenic and inorganic arsenic all had a good linear relationship in a certain concentration range, and the correlation coefficients were greater than 0.999. The recoveries of total arsenic were 93.57%~95.0%, and the recoveries of other forms of arsenic were 89.03%~92.04%. The quality control samples for determination of total arsenic were within the reference range. The total arsenic content in 132 samples were 0~2.31 mg/kg. The content of trivalent arsenic in inorganic arsenic were 0~0.279 mg/kg, among which some samples from Kunming, Honghe and Yuxi exceeded the standard, with the exceeding rates of 26.09%, 22.22% and 11.11%, respectively. **Conclusion** Total arsenic and inorganic arsenic were detected in 131 fish samples, and most of the inorganic arsenic content met the national standard requirements, and only a small part exceeded the standard limit. Monitoring of arsenic in aquatic products should be strengthened to ensure the safety of fish food.

基金项目: 昆明市卫生科技人才培养项目暨“十百千”工程培养计划(2018-sw(后备)-20)、昆明市卫生计生科研项目(2017-12-06-003)

Fund: Supported by the Kunming Health Science and Technology Talents Training Project (2018-sw(reserve)-20) and the Kunming Health and Family Planning Research Project (2017-12-06-003)

***通讯作者:** 李文廷, 主管技师, 主要研究方向为食品和水质的质量与安全。E-mail: lwt0883@qq.com

***Corresponding author:** LI Wen-Ting, Chief Technician, Kunming Center for Disease Control and Prevention, Ziyun Road, Kunming 650228, China. E-mail: lwt0883@qq.com

KEY WORDS: arsenic; aquatic fish; inductively coupled plasma mass spectrometry; liquid chromatography-atomic fluorescence spectroscopy

1 引 言

随着经济的不断发展和人们生活水平的提高,水产品一类食物在人们的膳食中出现的频率也越来越高,其中鱼类具有丰富的营养价值,鱼类的蛋白质含量约15%~24%,其所含蛋白质都是完全蛋白质,而且蛋白质所含必需氨基酸的量和比值同人体的相似,最适合人体需要,容易被人体消化吸收^[1,2]。但是,随着工业的迅速发展,工业污水及城镇生活污水中重金属积累量越来越多,水产动物因其生活环境,及生物体本身特性,很容易富集水体中的砷元素,在水产品中蓄积的重金属也随之增加,对人体健康存在潜在的危害^[3-5]。

砷是一种广泛存在环境、食品中的有毒元素,一般砷的化合物以+5、+3、0、-3价4种价态存在,不同形态砷具有不同理化性质导致其毒性有所不同,已于1980年被国际癌症研究机构确认为I类致癌物^[6],如亚砷酸根(AsIII)、砷酸根(AsV);有机砷毒性较小,如二甲基砷(dimethyl arsenic acid, DMA)、一甲基砷(monomethyl arsenic acid, MMA);砷甜菜碱(arsenobetaine,AsB)通常认为无毒^[7],无机砷中三价砷的毒性大于五价砷^[8]。通过呼吸道、消化道和皮肤接触进入人体,有蓄积性,在体内的生物半衰期为80~90 d。能使红细胞溶解,破坏其正常生理机能,能与蛋白质和酶中的巯基结合,抑制体内丙酮酸氧化酶的巯基结合,使其失去活性,慢性砷中毒会引起食欲不振、胃痛、肝肿大、神经衰弱症状群、皮肤病变等,砷还有致癌作用,比如皮肤癌^[9]。

随着环境污染的加剧和人们对食品质量安全问题的重视,水产品中金属元素污染已成为全世界普遍关注的问题^[10]。目前总砷及无机砷的测定方法主要集中在原子荧光光谱法(atomic fluorescence spectroscopy, AFS)和电感耦合等离子体质谱法(inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS),以及与液相色谱串联原子荧光光谱法(liquid chromatograph-atomic fluorescence spectroscopy, LC-AFS)和液相色谱串联电感耦合等离子体质谱法(liquid chromatograph-inductively coupled plasma mass spectrometry, LC-ICP-MS)^[11-14],国家标准 GB 5009.11-2014《食品质量安

全国家标准 食品中总砷与无机砷的测定》^[15]的总砷前处理步骤比较耗时耗力,处理效率较低。本研究采用 ICP-MS 检测总砷,液相色谱串联原子荧光光谱进行无机砷分析,并改善总砷及无机砷的前处理方法,优化实验条件参数,缩短总砷测定中样品的消解时间,改变无机砷样品的取样顺序,优化热提的条件,较大程度提高检测效率,减少砷分析测定的检测误差,分析云南省八州市鱼产品中砷的污染状况,为其监测提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

2.1.1 仪 器

NexLON350X 电感耦合等离子体质谱仪(美国 PerkinElmer 公司);ED36 石墨消解仪(北京莱伯泰科仪器有限公司);AFS-8220 液相色谱-原子荧光光谱联用仪(北京吉天仪器公司);XS205DU 型分析天平、Seven MultipH 计(瑞士 Mettler Toledo 公司);H1850 高速离心机(湖南湘仪实验室仪器开发有限公司);SHZ-825 恒温震荡水浴装置(常州金坛恒丰仪器制造有限公司);KQ-500DE 超声仪(昆山市超声仪器有限公司)。

2.1.2 试 剂

硝酸(优级纯,四川西陇化工股份有限公司);砷标准溶液(100 μg/mL)、一甲基砷(25.1 μg/g±0.8 μg/g)、二甲基砷(52.9 μg/g±1.8 μg/g)、亚砷酸(75.8 μg/g±1.2 μg/g)及砷酸根(17.5 μg/g±0.38 μg/g)标准溶液(中国计量科学研究院);锆内标储备液(10 μg/mL,美国 PerkinElmer 公司);磷酸二氢铵、氨水(分析纯,天津市风船化学试剂科技有限公司);硼氢化钾(分析纯)、氢氧化钾(优级纯)(国药集团化学试剂有限公司)。

2.2 监测对象与来源

本次实验的样品由昆明市、玉溪、昭通、文山、红河、曲靖、普洱、版纳8个州市的疾病预防控制中心购买于当地农贸交易市场的新鲜淡水鱼,昆明市采集的为草鱼18件,鲫鱼18件,乌鱼18件,黄辣丁15,其余地方均采集草鱼3件,鲫鱼3件,乌鱼2件,黄辣丁1件,具体提供份数见表1。

表 1 鱼的来源及数量
Table 1 Source and quantity of fish

来源地	昆明	红河	玉溪	昭通	文山	曲靖	普洱	版纳
数量/件	69	9	9	9	9	9	9	9

2.3 实验部分

2.3.1 样品的前处理

将样品去皮去刺后取肉置于匀浆机粉碎,准确称取粉碎的样品 2 份 5.0 g(精确到 0.001 g)样品分别放置于 50 mL 的塑料离心管中,一份样品作为总砷测定,加入 20 mL 的浓硝酸,混匀放置过夜后,将其放入石墨消解仪中,在 2000 W、120 °C 的条件下消解至溶液透亮无肉眼可见物,用纯水定容至 50 mL 备测;另一份样品作为价态砷测定,加入 20 mL 1%稀硝酸溶液,放置过夜后,于 90 °C 恒温震荡水浴装置中热提取 150 min,取出冷却至室温,10000 r/min 离心 15 min 后,取适量上层清液过 0.45 μm 滤膜后备测。样品均同时做空白对照。

2.3.2 仪器参考条件

电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)仪器条件见表 2;液相色谱-原子荧光光谱法(LC-AFS)见表 3。

表 2 ICP-MS 的仪器工作条件
Table 2 Instrument working conditions of ICP-MS

仪器参数	数值	仪器参数	数值
射频功率	1400 W	采样锥	Ni0.8 mm
采样深度	8.5 mm	截取锥	Ni0.4 mm
等离子体气	13.5L/min	积分时间	10 ms
辅助器	0.8 L/min	雾化室温度	3 °C
载气	0.85 L/min	重复测量次数	3
氧化物	<2.0%	扫描模式	全定量分析
双电荷	<3.0%		

表 3 LC-AFS 仪器工作条件
Table 3 Instrument working conditions of LC-AFS

仪器参数	数值	仪器参数	数值
总电流/mA	80	载气流量/(mL/min)	400
辅电流/mA	40	屏蔽气流量/(mL/min)	600
负高压/V	300		

2.3.3 标准曲线的配制

总砷:取 0.5 mL 100 μg/mL 砷标准储备液,用 2%硝酸溶液稀释到 50 mL,配成 1 μg/mL 的砷标准使用溶液,配制砷浓度分别为 5、10、20、30、50、100 μg/L 的标准系列。

价态砷:经计算取 398 μL 一甲基砷标准溶液、189 μL

二甲基砷标准溶液、132 μL 亚砷酸标准溶液和 571 μL 砷酸根标准溶液于 10 mL 容量瓶中,配成 10 μg/mL 的价态砷混合标准使用液。临用时将 10 μg/mL 的价态砷混合标准使用液配制成浓度为 5、10、20、30、50、100 μg/L 的标准系列。

3 结果与讨论

3.1 总砷检测方法优化

3.1.1 消解方法的选择

总砷的测定过程中,对微波消解、湿法消解、石墨消解及干灰化消解法进行比较,具体情况见表 4,实验表明石墨消解法具有消解时间最短,样品无损失以及无需人员看管等特点,对于样品量较大的实验室,能有效提高实验效率,因此选择石墨湿法消解作为样品的消解方法。

表 4 消解方法比较
Table 4 Comparison of digestion methods

消解方法	消解时长/h	消解情况
干灰化	8	样品易损失
常规湿法	≥20	样品基本需要混合酸消解,如果单独硝酸则需要更长时间
微波	≥20	必须冷消解,批量样品难于操作
石墨湿法	4	样品无损失

3.1.2 样品取样量的选择

实验中对样品取样量及消解情况做了分析对比,根据样品消解管的体积以及仪器对酸度的要求,并通过黄鱼已知样的检测分析实验,最终选择取样量为 1.0 g,硝酸用量为 5.0 mL,具体数据见表 5。

表 5 样品取样量与消解情况
Table 5 Sample quantity and digestion

取样量/g	硝酸用量/mL	消解情况
0.5	5.0	消解完全,检测值偏高
1.0	5.0	消解完全,检测值准确
1.0	10.0	消解完全,检测值偏高
2.0	5.0	消解不完全
2.0	10.0	消解完全,检测值准确,消解时间延长

3.2 无机砷检测方法优化

无机砷测定方法优化了样品的取样顺序, 确保样品能完全浸泡在提取液中, 样品热提采用水浴恒温振荡器提取, 避免了手动振荡带来的随机误差, 保证样品检测的平行性及重现性, 提高了样品的离心速度, 使后续过滤步骤更加容易, 无机砷的测定确保样品与标准同一时间处理分析, 样品离心提高转速及延长可提高过滤的处理效率。优化后的 100 μg/L 砷标准物质形态分析的色谱图见图 1。

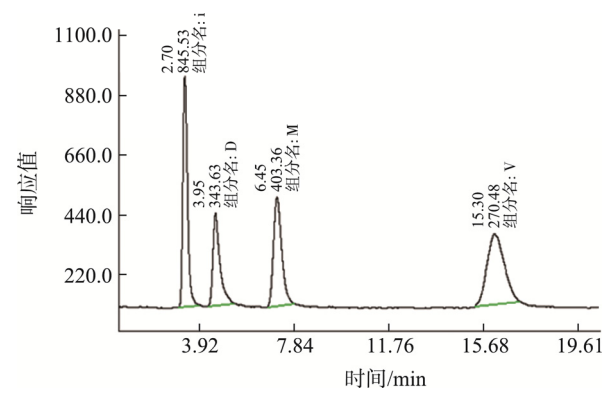


图 1 100 μg/L 砷标准形态分析的色谱图
Fig.1 Chromatogram for the morphological analysis of 100 μg/L arsenic

3.3 线性关系及检出限

根据测定响应值与质量浓度绘制标准曲线, 通过 11 次空白样品测定信号值, 计算出总砷及各价态砷的标准偏差, 将标准偏差数值当做信号值带入标准线性方程, 计算出浓度值, 乘以 3 即得各自对应的检出限, 如表 6 所示, 各形态砷均具有良好的线性关系, 有较高的灵敏度。

表 6 各形态砷的线性关系及检出限 Table 6 Linear relationship and detection limit of arsenic in various forms			
项目	回归方程	相关系数 <i>r</i>	检出限/(mg/kg)
总砷	$Y=404959X-254.03$	0.9999	0.003
三价砷	$Y=6378.9X+12379$	0.9994	0.012
二甲基砷	$Y=3791.2X-10550$	0.9995	0.049
一甲基砷	$Y=5327.9X-3728$	0.9997	0.027
五价砷	$Y=3789.4X+1924.9$	0.9996	0.040

3.4 回收率及精密度

称取同一样品 9 份, 分别加入 0.2、0.4、0.7 mL 浓度

为 1 μg/mL 的总砷标准, 进行 20、40、70 μg/L 3 种浓度水平的检测, 每个浓度为 3 份, 进行加标回收实验。其结果见表 7 所示, 总砷样品处理有较高的回收率, 具有较好的重现性。

另取同一样品 9 份, 在样品中分别加入浓度为 25.1 μg/mL 一甲基砷标准溶液 10、20、30 μL; 52.9 μg/mL 的二甲基砷标准溶液 5、10、20 μL; 75.8 μg/mL 的亚甲基砷标准溶液 5、10、15 μL; 17.5 μg/mL 砷酸标准溶液 10、20、30 μL, 上述浓度均进行 3 份样品的测定, 计算各价态砷的加标回收率。实验数据见表 8, 实验表明各形态砷均具有较好的回收率及精密度。

表 7 总砷的加标回收率(<i>n</i> =3) Table 7 Standard recovery of total arsenic (<i>n</i> =3)				
总砷加标含量 理论值/(μg/L)	实测值均值 /(μg/L)	回收率范围 /%	回收率均值 /%	相对标准 偏差/%
20	19.0	94.5~95.5	95	0.24
40	37.5	92.5~95.0	93.75	0.18
70	65.5	92.86~94.29	93.57	0.20

表 8 价态砷的加标回收率 Table 8 Standard recovery rates of valence arsenic				
名称	理论值 /(μg/L)	实测均值 /(μg/L)	回收率均值 /%	相对标准偏差 /%
三价砷	18.95	17.03	89.87	0.68
	37.9	34.65	91.42	0.71
	56.85	52.32	90.03	0.65
二甲基砷	13.25	11.87	89.58	0.46
	26.5	23.82	89.89	0.69
	52.9	48.69	92.04	0.38
一甲基砷	12.55	11.25	89.64	0.87
	25.1	22.84	90.99	0.92
	37.65	34.62	91.95	0.72
五价砷	8.75	7.89	90.17	1.09
	17.5	15.58	89.03	0.98
	26.25	23.86	90.89	1.15

3.5 质量控制

质量控制已知样的测定, 通过与样品相同条件进行消解前处理, 上机测定, 实验表明, 检测值均在已知样的参考值范围内, 实验数据表明有较高的准确性, 具体数据见表 9, 此次实验中总砷已知样浓度与给定的浓度范围基本相符。

3.6 样品检测结果

本次实验共采用 132 件鱼的样品, 131 件中含有一定

量的总砷, 因国家标准对总砷的含量的限制并没有规定, 但是如果总砷含量超过了无机砷国标最高允许限值(0.1 mg/kg)时, 需要进一步进行各价态砷的测定分析, 其各地样品含量均值见表 10。131 件样品也检出无机砷, 检出的无机砷均为三价砷, 含量为 0~0.279 mg/kg, 五价砷未检出, 采用国家标准 GB 2762-2017, 无机砷最高允许限量为 0.1 mg/kg。三价砷超标 21 件, 占 16.03%。各地超标情况见表 11。样品中的一甲基砷和二甲基砷均未检出, 检出三价砷样品的色谱图见图 2。

表 9 总砷的已知样检测
Table 9 Known sample detection of total arsenic

种类	总砷		无机砷	
	检测均值/(mg/kg)	参考值浓度/(mg/kg)	检测均值/(mg/kg)	参考值浓度/(mg/kg)
黄鱼成分分析标准物质(GBW08573)	5.09	5.08±0.39	—	—
大米成份(GBW (E) 100349)	0.24	0.25±0.03	0.17	0.19±0.03

表 10 云南不同地区鱼中总砷含量检测结果
Table 10 Test results of total arsenic in fish from different regions of Yunnan province

地区	样品量/件	含量范围/(mg/kg)	检测结果均值/(mg/kg)
昆明	69	0.01~1.96	0.37
红河	9	0.01~1.40	0.268
玉溪	9	0.02~1.34	0.31
昭通	9	0.00~1.00	0.20
文山	9	0.01~0.78	0.24
曲靖	9	0.02~1.52	0.28
普洱	9	0.02~2.31	0.39
版纳	9	0.01~1.31	0.25

表 11 云南不同地区鱼中三价砷含量检测结果及超标率
Table 11 Test results and exceeding rate of trivalent arsenic in fish in different regions of Yunnan province

地区	样品量/件	三价砷结果均值/(mg/kg)	三价砷超标量/件	三价砷超标率/%
昆明	69	0.073167	18	26.09
红河	9	0.041432	2	22.22
玉溪	9	0.060305	1	11.11
昭通	9	0.037305	0	0
文山	9	0.028901	0	0
曲靖	9	0.032508	0	0
普洱	9	0.017015	0	0
版纳	9	0.012362	0	0

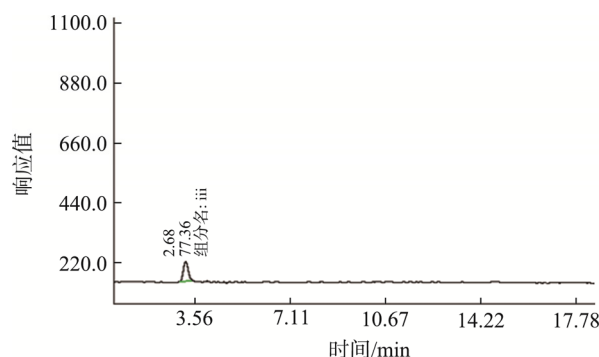


图 2 检出三价砷样品的色谱图

Fig.2 Chromatogram for the detection of trivalent arsenic samples

4 结 论

相比于国家标准 GB 5009.11-2014《食品安全国家标准 食品中总砷与无机砷的测定》的总砷测定所使用的微波消解步骤耗时长,本研究总砷前处理时间缩短,提高了检测效率,无机砷的检测降低了实验误差,方法准确可靠,适用于水产品中总砷和各价态砷的检测。本研究中昆明、红河、玉溪 3 个地方有少部分样品无机砷超过了国家标准限量,昆明市鱼样品的污染略为严重,此次实验地州市所采集的样品量较少,并不了解其样品的具体来源,因此不能准确推断这 3 个地方砷的污染情况,还需加大样品的采集量和具体来源地,才能更好的了解情况,以确保食品的质量安全,也为政府的治理提供依据。政府应该加强对各类企业及第三产业的监管,含砷化物的废水、废渣、烟尘等,应该用恰当的方式处理后再进行排放。

参考文献

- [1] 王建红. 水产品的营养价值与研究[J]. 食品安全导刊, 2017, (30): 74.
Wang JH. Nutritional value and research of aquatic products [J]. Chin Food Saf Mag, 2017, (30): 74.
- [2] 徐鸿. 鱼的营养价值值得重视[J]. 新农村, 2002, (8): 29.
Xu H. The nutritional value of fish is worthy of attention [J]. New Countrysid, 2002, (8): 29.
- [3] 孟春英, 张小军, 黄丽英, 等. 浙江沿海水产品无砷和汞含量调查及膳食风险评估[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(9): 247-253.
Meng CY, Zhang XJ, Huang LY, et al. Investigation on the content of arsenic and mercury in aquatic products in Zhejiang coastal areas and dietary risk assessment [J]. Food Ferment Ind, 2018, 44(9): 247-253.
- [4] 陈双, 徐慧静, 郝玉杰, 等. 原子荧光光度计和电感耦合等离子体质谱仪总砷测定的研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(15): 189-192.
Chen S, Xu HJ, Hao YJ, et al. Determination of total arsenic by atomic fluorescence spectrometer and inductively coupled plasma mass spectrometer [J]. Food Res Dev, 2016, 37(15): 189-192.
- [5] 源倩, 叶蔚云. 食品理化检验(第 2 版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
Yuan Q, Ye WY. Physical and chemical testing of food (2nd edition) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015.
- [6] 苏祖俭, 黄伟雄, 蔡文华, 等. 食品中无机砷分析技术进展[J]. 食品安全检测学报, 2018, 9(14): 3580-3589.
Su ZJ, Huang WX, Cai WH, et al. Progress in analytical technology of inorganic arsenic in foods [J]. J Food Qual Saf, 2018, 9(14): 3580-3589.
- [7] 李智明. HPLC-ICP-MS 测定水产品中五种砷价态[J]. 科技创新与应用, 2016, (30): 43-44.
Li ZM. Determination of five arsenic valence states in aquatic products by HPLC-ICP-MS [J]. Sci Technol Innov Appl, 2016, (30): 43-44.
- [8] 闫生厚. 原子荧光法测定水中的砷[J]. 食品界, 2016, (8): 86.
Yan SH. Determination of arsenic in water by atomic fluorescence spectrometry [J]. Food Ind, 2016, (8): 86.
- [9] 肖传方. 砷污染对健康的影响[J]. 金属世界, 1995, (1): 28.
Xiao CF. The health effects of arsenic pollution [J]. Metal World, 1995, (1): 28.
- [10] 谭秀慧, 朱晓华, 杨洪生, 等. 电感耦合等离子体质谱法测定水产品中铬、铜、锌、砷、镉、铅的含量[J]. 理化检验-化学分册, 2018, 54(1): 82-85.
Tan XH, Zhu XH, Yang HS, et al. Determination of chromium, copper, zinc, arsenic, cadmium and lead in aquatic products by inductively coupled plasma mass spectrometry [J]. Phys Test Chem Anal Part B, 2018, 54(1): 82-85.
- [11] 杨芬, 韦朝阳, 刘金鑫. 砷形态分析的样品前处理技术研究进展[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(10): 79-86.
Yang F, Wei CY, Liu JX. A review on sample pre-treatment techniques of arsenic speciation analysis [J]. Environ Sci Technol, 2016, 39(10): 79-86.
- [12] 王继霞, 张颜, 叶明德, 等. 超声辅助酶水解-高效液相色谱-氢化物发生-原子荧光光谱测定贝壳类海产品中砷形态[J]. 分析科学学报, 2018, 34(1): 145-148.
Wang JX, Zhang Y, Ye MD, et al. Speciation of arsenic in shell samples with ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis extraction combined with high performance liquid chromatography-hydride generation-atomic fluorescence spectrometry determination [J]. J Anal Sci, 2018, 34(1): 145-148.
- [13] 杨芬, 谢邵文, 韦朝阳, 等. HPLC-ICP-MS 联用技术研究甲醇对砷形态分析结果的影响[J]. 光谱学与光谱分析, 2018, 38(6): 1884-1888.
Yang F, Xie SW, Wei CY, et al. Effects of Methanol Addition on Arsenic Speciation Analysis with HPLC-ICP-MS [J]. Spectrosc Spect Anal, 2018, 38(6): 230-234.

- [14] 吕海燕, 曹小云, 钟冠南. HPLC-ICPMS测定海鱼中六种砷形态方法探讨[J]. 河南预防医学杂志, 2018, 29(8): 594-597.

Lv HY, Cao XY, Zhong GN. Simultaneous determination of six Arsenic species in marine fishes by HPLC-ICPMS [J]. Henan J Prev Med, 2018, (8): 594-597.

- [15] GB 5009.11-2014 食品安全国家标准 食品中总砷与无机砷的测定[S].
GB 5009.11-2014 National food safety standard-Determination of total arsenic and inorganic arsenic in food [S].

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



范忠吉, 主要研究方向为食品和水质的质量与安全。

E-mail: 179267837@qq.com



李文廷, 硕士, 主管技师, 主要研究方向为食品和水质的质量与安全。

E-mail: lwt0883@qq.com

“水产品加工与检测分析”专题征稿函

水产品是海洋、江河、湖泊里出产的动物或藻类的总称, 是人们日常生活中重要的食物。为了保障人们的消费质量与食用安全, 水产品的质量安全与贮藏保鲜显得尤为重要。水产品的精深加工和安全研究有利于发展渔业经济, 促进我国水产食品质量安全水平, 降低食品安全风险, 保障消费者权益。

本刊特别策划了“水产品加工与检测分析”专题, 主要围绕水产品加工与研发、水产品贮藏与保鲜、水产品药物残留检测、水产品安全控制、水产品营养研究、海洋生物活性物质开发和利用、新型海洋食品与海洋功能食品开发技术、水产品的质量与标准等方面或您认为有意义的相关领域展开论述和研究, 综述及研究论文均可, 本专题计划在2020年3月出版。

本专题由国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员担任专题主编。特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在2020年1月15日前通过网站或E-mail投稿。我们将快速处理并经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, 再次感谢您的关怀与支持!

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

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: 水产品加工与检测分析”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsqq@126.com(备注水产品加工与检测分析专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部