

电感耦合等离子体质谱法测定柳州螺蛳粉中 12 种元素

覃冬杰, 吴 婧, 卢 艺, 陈荣珍, 何 畅, 刘永逸*

(柳州市质量检验检测研究中心, 柳州 545006)

摘 要: **目的** 建立电感耦合等离子体质谱法测定柳州螺蛳粉中 12 种元素含量的分析方法。**方法** 采用硝酸+双氧水进行微波消解, 电感耦合等离子体质谱法进行测定, 并对方法的线性范围、检出限、相对标准偏差及回收率进行方法学考察。**结果** 各元素在相应的浓度范围内呈良好的线性关系, 相关系数为 0.9974~0.9999, 检出限为 0.0005~0.008 mg/kg, 精密度相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)为 1.2%~4.0%, 回收率为 86.5%~97.0%。**结论** 本研究建立的方法准确、可靠、灵敏度高, 适用于柳州螺蛳粉中 12 种元素测定。**关键词:** 电感耦合等离子体质谱法; 微波消解; 柳州螺蛳粉; 元素

Determination of 12 elements in Liuzhou river snails rice noodle by inductively coupled plasma mass spectrometry

QIN Dong-Jie, WU Jing, LU Yi, CHEN Rong-Zhen, HE Chang, LIU Yong-Yi*

(Liuzhou Quality Inspection and Testing Research Center, Liuzhou 545006, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for the determination of 12 elements in Liuzhou river snails rice noodle by inductively coupled plasma mass spectrometry. **Methods** The samples were treated by nitric acid and H₂O₂ microwave digestion, detected by inductively coupled plasma mass spectrometry, and the methodologies of linear range, limit of detection, relative standard deviations and recovery rate of the method were investigated. **Results** Each elements had good linear relationships in the ranges of the corresponding concentration, the correlation coefficients were 0.9974–0.9999, the limits of detection were 0.0005–0.008 mg/kg, precision relative standard deviations were 1.2%–4.0%, and the recovery rates were 86.5%–97.0%. **Conclusion** This method is accurate, reliable and sensitive, and is suitable for the quantitative determination of 12 elements in Liuzhou river snails rice noodle.

KEY WORDS: inductively coupled plasma mass spectrometry; microwave digestion; Liuzhou river snails rice noodle; elements

基金项目: 中央引导地方科技发展专项(桂科 ZY19183022)

Fund: Supported by the Central Government Guides the Special Projects of Local Scientific and Technological Development(GuiKe ZY19183022)

*通讯作者: 刘永逸, 硕士, 副主任药师, 主要研究方向为食品药品检验和质量标准研究。E-mail: 1447667562@qq.com

*Corresponding author: LIU Yong-Yi, Master, Deputy Chief Pharmacist, Liuzhou Quality Inspection and Testing Research Center, Yang He industrial new district, Liuzhou 545006, China. E-mail: 1447667562@qq.com

1 引言

柳州螺蛳粉是柳州市的特色小吃米粉, 由特有的软韧爽口的米粉, 加上酸笋、酸豆角、花生、腐竹、木耳及浓郁适度的酸辣味螺蛳汤水等配料调合而成。近年来, 随着柳州螺蛳粉的全面走红和产品不断升级, 其食用安全性引发民众关注。柳州螺蛳粉在其生产制作中, 可能在原料、加工及存储过程中受到人员及生产设备所带来的污染, 对人体健康造成危害。

GB 2762-2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》^[1]中对铅、镉、汞、砷、锡、镍和铬有严格的限量规定, 这些元素会对人体产生很大的健康危害^[2]。近年来的食品安全报道中, 这几类元素含量常有不合格的情况出现, 是食品产业中需要重点控制的污染物指标^[3]。目前, 尚未发现对柳州螺蛳粉中这部分元素含量测定的报道, 其现行地方标准^[4]中仅对铅元素进行检测, 其他元素并未涉及, 故其安全性尚未知晓。因此, 对柳州螺蛳粉中元素的测定十分有必要。

目前测定元素常用的方法有原子吸收光谱法^[5,6]、原子荧光光谱法^[7]、电感耦合等离子体发射光谱法^[8]以及电感耦合等离子体质谱法^[9]等。其中电感耦合等离子体质谱法具有灵敏度高、线性范围宽和可同时测定多种元素等优点, 被公认是测定多元素较为理想的分析技术。食品中多元素的测定多采用 GB 5009.268-2016《食品安全国家标准 食品中多元素的测定》^[10], 但此方法仅采用硝酸进行消解, 对于柳州螺蛳粉由米粉和多种配料组成的复杂基体样品, 单一硝酸体系未必能将其消解完全, 导致测定结果出现偏差。

本研究采用电感耦合等离子体质谱法对柳州螺蛳粉中 12 种元素进行测定, 优化并建立适用于该产品的测定方法, 为分析柳州螺蛳粉中元素的污染情况提供实验依据。

2 材料与amp;方法

2.1 仪器

7700x 型电感耦合等离子体质谱仪(inductively coupled plasma mass spectrometer, ICP-MS)(美国安捷伦科技有限公司); MARS-6 型微波消解仪(美国 CEM 公司); BHW-09C 型赶酸仪(上海博通化学科技有限公司); XS205 型电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司); 明澈 24UV 型超纯水器(德国默克密理博公司)。

2.2 试剂及标准溶液

硝酸(优级纯, 德国默克公司); 实验用水为自制一级纯化水; 多元素混合标准溶液(含铅、砷、镉、铬、镍、锰、

铜、锑、钛、钴和锡)(批号 20D4020-20, 浓度 100 $\mu\text{g/mL}$)、汞标准溶液(批号 18B012-2-18, 浓度 1000 $\mu\text{g/mL}$)(国家有色金属及电子材料分析中心); ICP-MS 混合内标液(含钐、锆、铟和铋)(批号 50-025CRY2, 浓度 100 $\mu\text{g/mL}$, 美国安捷伦科技有限公司)。

2.3 样品来源

柳州螺蛳粉样品来源均为本实验室日常抽检的柳州本地生产样品, 取米粉包及各配料包, 按粉料比分别粉碎, 混合均匀, 见表 1。

表 1 柳州螺蛳粉样品来源
Table 1 Sample source of Liuzhou river snails rice noodle

| 样品编号 | 样品名称 | 类型 | 批号 |
|------|-----------|-----|----------|
| 1 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 冲泡型 | 20191010 |
| 2 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 冲泡型 | 20191013 |
| 3 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 冲泡型 | 20191018 |
| 4 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 冲泡型 | 20191025 |
| 5 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 冲泡型 | 20191025 |
| 6 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 水煮型 | 20191031 |
| 7 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 水煮型 | 20191101 |
| 8 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 水煮型 | 20191102 |
| 9 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 水煮型 | 20191103 |
| 10 | XX 牌柳州螺蛳粉 | 水煮型 | 20191106 |

2.4 仪器条件

ICP-MS 射频功率: 1320 W; 载气流速: 1.15 L/min; 辅助气流速: 0.8 L/min; 采样深度: 8 mm; 蠕动泵转速: 0.45 r/s; 雾化室温度: 2 $^{\circ}\text{C}$; 重复次数: 3 次; 碰撞反应池模式。

微波消解从室温经 20 min 升至 180 $^{\circ}\text{C}$, 保持 25 min, 然后经 15 min 降至室温。

2.5 测定方法

测定时采用在线引入内标校正定量法。内标选取以待测物中不含该内标元素, 且该内标元素与待测元素的相对原子量和电离能均接近为原则^[11]。通过半定量扫描, 发现样品中几乎不含钐、锆、铟和铋元素。所以, 本实验中钛、铬、锰和钴以钐为内标, 砷、镍和铜以锆为内标, 镉、锑和锡以铟为内标, 铅和汞以铋为内标。待仪器稳定后进行测定。

2.6 标准溶液的配制

分别精密吸取多元素混合标准溶液适量,用 5%硝酸溶液稀释并配制成含量为 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的混合对照品储备液。精密吸取混合对照品储备液适量,用 5%硝酸溶液稀释并配制成含铅、砷、镉、铬、镍、锰、铜、铈、钛、钴和锡分别为 0、1、5、10、50、100 ng/mL 的混合标准系列溶液。精密吸取汞标准溶液适量,用 5%硝酸溶液稀释并配制成含汞为 0.1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的对照品储备液,精密吸取汞对照品储备液适量,用 5%硝酸溶液稀释并配制成含汞 0、0.1、0.5、1、2、5 ng/mL 的标准系列溶液。

2.7 内标使用液的配制

精密吸取 ICP-MS 混合内标液适量,用水稀释并配制成含量为 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的内标使用液。

2.8 样品溶液的制备

精密称取供试品 0.5 g 于消解罐中,加 6 mL 硝酸和 2 mL 双氧水,放置赶酸器 100 $^{\circ}\text{C}$ 预消解 30 min,冷却后盖上罐盖,旋紧罐盖,按照微波消解仪的标准操作步骤进行消解,冷却后取出,缓慢打开罐盖排气,用少量的超纯水冲洗内盖,将消解罐放在赶酸仪上赶酸,至消解液近干后,转移至 25 mL 的容量瓶,用少量超纯水分 3 次洗涤消解罐,洗涤液合并于量瓶并用超纯水定容至刻度,混匀备用,同时做空白实验。

3 结果与分析

3.1 干扰及校正

测定干扰分为质谱干扰和非质谱干扰。质谱干扰来源于等离子体中形成的氧化物或双电荷离子以及相同质量数的其他原子与待测元素的质量数相同而产生的质谱干扰。通过选择丰度相对较高且干扰最小的同位素、对等离子体调谐条件进行合理优化、八极杆氦气碰撞反应池技术滤除干扰离子等方法消除质谱干扰。非质谱干扰主要是基质效应和信号漂移,由于本实验样品基质较复杂,会对待测元素产生抑制作用,加入内标可以补偿抑制作用以及所带来的信号漂移^[12-15]。

3.2 消解方法的选择

实验比较了 8 mL 硝酸、6 mL 硝酸+2 mL 双氧水、6 mL 硝酸+2 mL 氢氟酸作为消解体系对样品进行微波消解。在相同微波消解条件下,发现 8 mL 硝酸体系消解液略浑浊,而 6 mL 硝酸+2 mL 双氧水和 6 mL 硝酸+2 mL 氢氟酸体系消解液均澄清透明,说明消解更彻底。考虑到氢氟酸对人体的危害性较大,故选择 6 mL 硝酸+2 mL 双氧水作为消解液。见表 2。

表 2 不同消解方法测定结果(mg/kg) ($n=2$)
Table 2 Detection results of different digestion methods (mg/kg) ($n=2$)

| 元素 | 8 mL 硝酸 | 6 mL 硝酸+2 mL 双氧水 | 6 mL 硝酸+2 mL 氢氟酸 |
|----|---------|------------------|------------------|
| 铅 | 0.396 | 0.430 | 0.438 |
| 砷 | 0.109 | 0.138 | 0.142 |
| 镉 | 0.0114 | 0.0133 | 0.0129 |
| 铬 | 0.355 | 0.398 | 0.394 |
| 镍 | 0.186 | 0.200 | 0.195 |
| 锰 | 0.403 | 0.444 | 0.432 |
| 铜 | 0.358 | 0.462 | 0.470 |
| 铈 | 0.0516 | 0.0540 | 0.0523 |
| 钛 | 0.0231 | 0.0299 | 0.0294 |
| 钴 | 0.0101 | 0.0103 | 0.0098 |
| 锡 | 0.0407 | 0.0504 | 0.0497 |
| 汞 | 0.0018 | 0.0031 | 0.0032 |

3.3 线性范围及检出限

取混合标准系列溶液和汞标准系列溶液分别上机测定,以待测元素浓度为横坐标,待测元素和相应内标元素响应值的比值为纵坐标,进行线性回归,得出各元素线性回归方程。以 11 次空白溶液测定值的 3 倍标准偏差除以该元素回归方程的斜率计算仪器检出浓度,按照“2.8”项下方法乘以稀释倍数,再除以取样量,计算出各元素的检出限。见表 3。

3.4 精密度实验

精密称取编号为 1 的样品各 0.5 g 共 6 份,按照“2.8”项下方法平行操作,制备供试液,测定,计算各元素含量。结果:铅、砷、镉、铬、镍、锰、铜、铈、钛、钴、锡和汞元素含量的相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)分别为 1.8%、2.2%、2.6%、3.0%、2.4%、1.9%、3.6%、2.5%、1.8%、3.4%、4.0%和 1.2%,表明方法精密度良好。

3.5 回收率实验

取编号为 1 的样品各 0.25 g 共 6 份,按表 4 分别加入标准溶液适量,按照“2.8”项下方法分别制备加标回收试样液,测定,计算回收率。见表 4。

3.6 样品测定结果

分别取 10 批样品,分别测定样品中 12 种元素含量,结果见表 5、表 6。从表 5 可以看出,不同批次样品所含的元素含量不尽相同,但含量均较低。表明柳州螺蛳粉所受污染较小,食用安全性高。

表 3 各元素线性方程及检出限
Table 3 Linear equations and limits of detections of each elements

| 元素 | 线性回归方程 | 相关系数 | 线性范围/(ng/mL) | 检出限/(mg/kg) |
|----|--------------------|--------|--------------|-------------|
| 铅 | $Y=0.0646X+0.0854$ | 0.9999 | 0 ~ 100 | 0.007 |
| 砷 | $Y=0.0037X-0.0076$ | 0.9998 | 0 ~ 100 | 0.003 |
| 镉 | $Y=0.0081X-0.0178$ | 0.9999 | 0 ~ 100 | 0.006 |
| 铬 | $Y=0.0346X-0.0231$ | 0.9974 | 0 ~ 100 | 0.008 |
| 镍 | $Y=0.0124X+0.0739$ | 0.9986 | 0 ~ 100 | 0.002 |
| 锰 | $Y=0.0255X-0.0368$ | 0.9992 | 0 ~ 100 | 0.005 |
| 铜 | $Y=0.0257X-1.8814$ | 0.9996 | 0 ~ 100 | 0.001 |
| 铈 | $Y=0.0153X-0.0242$ | 0.9977 | 0 ~ 100 | 0.006 |
| 钛 | $Y=0.0419X+0.6348$ | 0.9985 | 0 ~ 100 | 0.004 |
| 钴 | $Y=0.0335X-0.0047$ | 0.9992 | 0 ~ 100 | 0.008 |
| 锡 | $Y=0.0076X-0.0587$ | 0.9989 | 0 ~ 100 | 0.005 |
| 汞 | $Y=0.0101X+0.0039$ | 0.9990 | 0 ~ 5 | 0.0005 |

表 4 各元素加标回收实验结果($n=6$)
Table 4 Recovery test results of each elements ($n=6$)

| 元素 | 样品含有量/(ng) | 加入量/(ng) | 测得量/(ng) | 回收率/% | 平均回收率/% | RSD/% |
|----|-----------------|----------|---------------|---------------|---------|-------|
| 铅 | 105.4 ~ 108.8 | 50 | 149.3 ~ 158.2 | 87.80 ~ 98.80 | 92.3 | 4.7 |
| 砷 | 33.82 ~ 34.90 | 50 | 81.52 ~ 84.61 | 95.40 ~ 99.42 | 97.0 | 1.5 |
| 镉 | 3.254 ~ 3.360 | 50 | 48.15 ~ 50.57 | 89.79 ~ 94.42 | 91.4 | 2.3 |
| 铬 | 97.65 ~ 100.8 | 50 | 139.3 ~ 146.1 | 83.30 ~ 90.60 | 86.5 | 2.7 |
| 镍 | 48.93 ~ 50.49 | 50 | 93.63 ~ 97.05 | 89.41 ~ 93.12 | 90.8 | 1.6 |
| 锰 | 108.9 ~ 112.4 | 50 | 154.0 ~ 161.2 | 90.25 ~ 97.68 | 95.3 | 3.0 |
| 铜 | 113.4 ~ 117.0 | 50 | 156.0 ~ 161.5 | 85.20 ~ 89.00 | 88.6 | 0.8 |
| 铈 | 13.24 ~ 13.66 | 50 | 56.59 ~ 58.43 | 86.69 ~ 89.53 | 88.0 | 1.2 |
| 钛 | 7.337 ~ 7.570 | 50 | 51.23 ~ 52.88 | 87.79 ~ 90.62 | 88.8 | 1.3 |
| 钴 | 2.525 ~ 2.605 | 50 | 48.20 ~ 49.94 | 91.35 ~ 94.67 | 92.6 | 1.3 |
| 锡 | 12.36 ~ 12.75 | 50 | 56.66 ~ 61.12 | 88.60 ~ 96.74 | 93.5 | 3.2 |
| 汞 | 0.7514 ~ 0.7753 | 5 | 5.052 ~ 5.196 | 86.01 ~ 88.41 | 87.5 | 0.5 |

表 5 样品中各元素测定结果(mg/kg) ($n=2$)
Table 5 Detection results of each elements in samples (mg/kg) ($n=2$)

| 元素 | 试样 1 | 试样 2 | 试样 3 | 试样 4 | 试样 5 | 试样 6 | 试样 7 | 试样 8 | 试样 9 | 试样 10 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 铅 | 0.430 | 0.247 | 0.156 | 0.337 | 0.285 | 0.224 | 0.368 | 0.0753 | 0.134 | 0.189 |
| 砷 | 0.138 | 0.122 | 0.107 | 0.0964 | 0.125 | 0.116 | 0.132 | — | 0.184 | 0.0781 |
| 镉 | 0.0133 | 0.0254 | 0.0633 | 0.0251 | 0.0486 | 0.0424 | 0.0993 | 0.0106 | 0.0669 | 0.0588 |
| 铬 | 0.398 | 0.487 | 0.505 | 0.269 | 0.186 | 0.367 | 0.304 | — | 0.139 | 0.479 |
| 镍 | 0.200 | 0.154 | — | — | 0.0743 | 0.105 | 0.0446 | 0.0524 | 0.137 | — |
| 锰 | 0.444 | 0.527 | 0.301 | 0.284 | 0.255 | 0.187 | 0.339 | 0.148 | 0.545 | 0.497 |
| 铜 | 0.462 | 0.688 | 0.794 | 0.387 | 0.275 | 0.584 | 0.663 | 0.275 | 0.620 | 0.409 |
| 铈 | 0.0540 | — | 0.0226 | — | — | — | — | — | 0.0174 | — |
| 钛 | 0.0299 | — | 0.0146 | 0.0755 | 0.0289 | 0.0344 | — | — | 0.0555 | 0.0186 |
| 钴 | 0.0103 | 0.0239 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 锡 | 0.0504 | 0.0682 | 0.0707 | — | 0.0255 | 0.0397 | 0.0286 | — | 0.0402 | — |
| 汞 | 0.0031 | — | — | 0.0037 | — | — | — | — | — | — |

注: “—”表示未检出。

表 6 样品中各元素测定结果 RSD(%)
Table 6 Relative standard deviation of detection results of each elements in samples (%)

| 元素 | 试样 1 | 试样 2 | 试样 3 | 试样 4 | 试样 5 | 试样 6 | 试样 7 | 试样 8 | 试样 9 | 试样 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 铅 | 1.3 | 2.2 | 1.9 | 0.8 | 3.3 | 0.8 | 2.2 | 3.7 | 2.5 | 1.9 |
| 砷 | 1.7 | 0.7 | 3.2 | 1.6 | 4.2 | 2.4 | 1.9 | — | 1.9 | 3.3 |
| 镉 | 0.6 | 1.3 | 2.5 | 2.2 | 1.9 | 1.6 | 3.6 | 3.6 | 2.7 | 2.1 |
| 铬 | 2.1 | 1.8 | 1.3 | 3.0 | 2.0 | 2.5 | 3.7 | — | 1.5 | 0.9 |
| 镍 | 0.8 | 0.6 | — | — | 1.7 | 1.3 | 2.5 | 4.5 | 2.0 | — |
| 锰 | 2.0 | 1.5 | 1.8 | 2.5 | 2.6 | 1.8 | 1.9 | 2.8 | 3.1 | 1.3 |
| 铜 | 1.3 | 0.6 | 1.1 | 1.0 | 3.3 | 2.1 | 2.4 | 3.1 | 2.4 | 1.2 |
| 铈 | 1.5 | — | 0.9 | — | — | — | — | — | 1.9 | — |
| 钛 | 1.5 | — | 2.4 | 3.4 | 2.4 | 1.9 | — | — | 2.8 | 3.3 |
| 钴 | 0.6 | 1.3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 锡 | 0.9 | 2.5 | 1.5 | — | 3.5 | 1.7 | 2.0 | — | 1.4 | — |
| 汞 | 3.7 | — | — | 2.8 | — | — | — | — | — | — |

4 结 论

本研究建立了微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定柳州螺蛳粉中 12 种元素的测定方法, 并对该方法进行优化, 由单一的硝酸消解体系优化为硝酸+双氧水消解体系。该方法操作简便, 能使样品消解更彻底, 经方法学验证, 检出限、精密性及回收率均满足分析的要求, 适用于柳州螺蛳粉中 12 种元素的同时测定。

参考文献

- [1] GB 2762-2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S].
GB 2762-2017 National food safety standard-Maximum limited standards for contaminant of food [S].
- [2] 胡曦尹, 冯扬, 李岩. 镉中毒与金属硫蛋白表达的研究进展[J]. 职业与健康, 2017, 33(21): 3022-3025.
Hu XY, Feng Y, Li Y. Advancements in cadmium intoxication and metallothionein expression [J]. Occup Health, 2017, 33(21): 3022-3025.
- [3] 陈子安, 聂志勇, 李万华, 等. 汞的肾毒性及治疗研究进展[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2016, 30(3): 286-290.
Chen ZA, Nie ZY, Li WH, *et al.* Progress in treatment and study of renal toxicity by mercury poisoning [J]. Chin J Pharmacol Toxicol, 2016, 30(3): 286-290.
- [4] DBS 45/034-2018 食品安全地方标准 柳州螺蛳粉[S].
DBS 45/034-2018 Local food safety standard-Liuzhou river snail rice noodles [S].
- [5] 李志娟, 王金星. 微波消解-石墨炉原子吸收法测定食品中铅、镉和铜[J]. 医学动物防制, 2012, (1): 107-109.
Li ZJ, Wang JX. Microwave digestion-graphite furnace atomic absorption spectrometry for the determination of lead, cadmium and copper in food [J]. Med Anim Control, 2012, (1): 107-109.
- [6] 吴立冬, 刘欢, 李晋成, 等. 火焰原子吸收法检测虾夷扇贝不同部位中重金属镉[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(10): 3313-3317.
Wu LD, Liu H, Li JC, *et al.* Determination of heavy metal cadmium in different parts of scallops by flame atomic absorption spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(10): 3313-3317.
- [7] 乔玲. 微波消解-原子荧光对蘑菇中砷的测定与分析[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(8): 155-157.
Qiao L. Determination and analysis of arsenic in mushrooms by microwave digestion-atomic fluorescence spectrometry [J]. Food Res Dev, 2016, 37(8): 155-157.
- [8] 李艳红, 彭伟, 张文熙. 微波消解-电感耦合等离子体原子发射光谱法分析食品胶中 Pb、Cr、Cd、Se、Hg [J]. 广东化工, 2018, 45(20): 144-145.
Li YH, Peng W, Zhang WX. Microwave digestion-inductively coupled plasma atomic emission spectrometry for the determination of Pb, Cr, Cd, Se and Hg in food gums [J]. Guangdong Chem Ind, 2018, 45(20): 144-145.
- [9] 陈美珠, 张琦, 卢彩兰, 等. 食品中金属元素砷、镉、铅等 ICP-MS 法的测定[J]. 中国城乡企业卫生, 2018, 33(10): 49-50.
Chen MZ, Zhang Q, Lu CL, *et al.* Determination of metal elements arsenic, cadmium and lead in food by ICP-MS [J]. China's Urban Rural Enterp Health, 2018, 33(10): 49-50.
- [10] GB 5009.268-2016 食品安全国家标准 食品中多元素的测定[S].
GB 5009.268-2016 National food safety standard-Determination of multi elements in foods [S].
- [11] 胡圣虹, 林守麟, 刘勇胜, 等. 等离子体质谱法测定地质样品中痕量稀土元素的基体效应及多原子离子干扰的校正研究[J]. 高等学校化学学报, 2000, 21(3): 38-42.
Hu SH, Lin SL, Liu YS, *et al.* Studies on the calibration of matrix effects and polyatomic ion for rare earth elements in geochemical samples by ICP-MS [J]. Chem J Chin Univ, 2000, 21(3): 38-42.
- [12] 王洁, 徐萍, 吴金莹. 微波消解-电感耦合等离子体-质谱法同时测定食品菌中 16 种金属[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(20): 7007-7010.
Wang J, Xu P, Wu JY. Determination of 16 kinds of metal elements in

edible fungi by microwave digestion and inductively coupled plasma-mass spectrometry [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(20): 7007-7010.

- [13] 孙蕊, 李晓倩, 张巧曼, 等. 电感耦合等离子体-质谱法测定吐根药材中 36 种金属元素[J]. *医药导报*, 2019, 38(6): 98-101.

Sun H, Li XQ, Zhang QM, *et al.* Determination of 36 metallic elements in ipecacuanhae by ICP-MS [J]. *Her Med*, 2019, 38(6): 98-101.

- [14] 雷超海, 秦榛妮. ICP-OES/ICP-MS 测定食品添加剂碳酸钙中 15 种杂质元素[J]. *中国食品添加剂*, 2017, (6): 204-208.

Lei CH, Qin SN. Research on determination of 15 kinds of impurity elements in food additive calcium carbonate by ICP-OES/ICP-MS [J]. *China Food Addit*, 2017, (6): 204-208.

- [15] 彭亮, 王媛媛, 黄涛, 等. ICP-MS 法测定陕西不同产地野生茜草中 9 种重金属元素[J]. *中草药*, 2018, 49(6): 1418-1423.

Peng L, Wang YY, Huang T, *et al.* Determination of nine heavy metals in *Rubia Radix et Rhizoma* from different habitats of Shaanxi province by ICP-MS [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*. 2018, 49(6): 1418-1423.

(责任编辑: 张晓寒)

作者简介



覃冬杰, 硕士, 主管药师, 主要研究方向为食品药品分析研究。

E-mail: 176425865@qq.com



刘永逸, 硕士, 副主任药师, 主要研究方向为食品药品检验和质量标准研究。

E-mail: 1447667562@qq.com

“饮料品质控制及检测分析”专题征稿函

饮料工业是我国食品工业的重要组成部分, 与人民物质生活息息相关。近年来, 随着人们物质生活水平的不断提高, 对饮料的品质要求也在不断提升, 好喝与安全已经成为一种潮流与时尚。

近年来的塑化剂风波、勾兑门、农残门、致癌门等诸多事件或多或少地困扰着饮料行业发展, 饮料品质安全问题越来越得到社会和广大消费者的关注。

鉴于此, 本刊特别策划“**饮料品质控制及检测分析**”专题, 主要围绕**饮料产业发展现状、饮料加工过程中质量控制与品质安全管理、饮料质量检测标准、饮料中有毒有害物质的检测方法、饮料包装材料等**或您认为本领域有意义问题展开讨论, 计划在 2021 年 3/4 月出版。

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 研究员和专题主编北京市营养源研究所 许洪高 研究员特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力, 综述及研究论文均可。请在 2021 年 2 月 28 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, 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**饮料品质控制及检测分析**):

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-投稿栏目选择“2021 专题: 饮料品质控制及检测分析”)

邮箱投稿: E-mail: jfoods@126.com(备注: **饮料品质控制及检测分析**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部