实验技术与方法

高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法测定保健食品类袋泡茶中5种砷形态

李晓玉[1,2,3],刘丽萍[1,2,3],陈绍占[2,3]

(1.首都医科大学公共卫生学院,北京 100069;2.北京市疾病预防控制中心 食物中毒诊断溯源技术北京市重点实验室,北京 100013;3.北京市预防医学研究中心,北京 100013)

摘 要:目的 采用高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱(HPLC-ICP/MS)联用技术建立保健食品类袋泡茶浸泡液中亚砷酸根[As(Ⅲ)]、砷酸根[As(Ⅴ)]、一甲基砷酸(MMA)、二甲基砷酸(DMA)和砷甜菜碱(AsB)5种砷形态的分析方法。**方法** 样品经热浸提后,采用Dionex IonPac AS19(4 mm×250 mm,10 μm)阴离子交换柱,30 mmol/L碳酸铵(pH=9.5)为流动相等度洗脱,10 min内进行5种砷形态的分析测定。**结果** 5种砷形态的浓度在0.2~300 μg/L范围内线性良好,相关系数(r)均>0.999,检出限为0.04~0.08 μg/L,采用精密度考察方法重复性,相对标准偏差(*RSD*)均<5%,加标回收率在80.3%~121.1%之间。**结论** 本方法适用于保健食品类袋泡茶浸泡液中砷形态的测定,试验表明保健食品类袋泡茶中砷形态主要以As(Ⅲ)和As(Ⅴ)为主,应关注其无机砷的风险性。

关键词:高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱;砷形态;袋泡茶;保健食品;检测

中图分类号:R155 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-8456(2018)05-0491-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2018.05.009

Determination of five arsenic species in the soaking solution of healthy food teabag by high performance liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry

LI Xiaoyu[1,2,3], LIU Liping[1,2,3], CHEN Shaozhan[2,3]

(1. School of Public Health, Capital Medical University, Beijing 100069, China; 2. Beijing Key Laboratory of Diagnostic and Traceability Technologies for Food Poisoning, Beijing Center for Disease Prevention and Control, Beijing 100013, China; 3. Beijing Center for Preventive Medicine Research, Beijing 100013, China)

Abstract: Objective To establish a method for the determination of 5 arsenic species including arsenite [As(Ⅲ)], arsenate [As(Ⅴ)], monmethyl arsenic (MMA), dimethyl arsenic (DMA) and arsenobetaine (AsB) in the soaking solution of healthy food teabag by high performance liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry method (HPLC-ICP/MS). **Methods** The samples were extracted by hot extraction. Five arsenic species were separated in 10 min by Dionex IonPac AS19 (4 mm×250 mm, 10 μm) anion exchange column with 30 mmol/L ammonium carbonate (pH=9.5) as the mobile phase for isometric elution. **Results** The linear ranges for 5 arsenic species were between 0.2-300 μg/L with the linear coefficients more than 0.999, and the detection limits were between 0.04-0.08 μg/L. The repeatability of the method was examined by precision. The relative standard deviation (*RSD*) for the 5 arsenic species were less than 5% and the recoveries were between 80.3%-121.1%. **Conclusion** The method was suitable for the analysis and determination of arsenic species in the soaking solution of healthy food teabag. The experiment proved that the main arsenic species in healthy food teabag were As(Ⅲ) and As(Ⅴ). Attention should be paid to the risk of inorganic arsenic.

Key words: High performance liquid chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry; arsenic species; teabag; healthy foods; test

收稿日期:2018-05-15

作者简介:李晓玉 女 硕士生 研究方向为与健康相关的元素分析 E-mail:lxy370921@163.com

通信作者:刘丽萍 女 主任技师 研究方向为光谱、质谱 E-mail:llp9312@163.com

袋泡茶,即以茶叶为原料,用过滤材料包装而成的产品[1]。随着当今社会生活节奏的加快,人们越来越多地饮用袋泡茶,尤其是一些具有保健功能的茶剂,例如减肥茶、润肠茶、健肝茶、降糖茶等。这些袋泡茶型的保健食品,其原料不仅包括茶叶,

还含有决明子、金银花、罗汉果、枸杞子、绞股蓝等中草药成分,使其具有特定的功效。但近年来有研究[2-4]表明,茶叶和中草药在生产和加工过程中存在一定的重金属污染问题,因此袋泡茶的安全问题逐渐受到关注。为确保人们能够放心的饮用保健食品类袋泡茶,我国出台了一系列相关的标准,GB 16740—2014《食品安全国家标准 保健食品》[5]、SN/T 0797—2016《出口保健茶检验通则》[6]和 NY 659—2003《茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量》[7]等都规定了重金属的限值,其中总砷的限定标准为 0.5 mg/kg。

砷作为一种备受关注的污染物,广泛存在于环境中。主要以亚砷酸根[As(Ⅲ)]、砷酸根[As(Ⅴ)]、一甲基砷酸(MMA)、二甲基砷酸(DMA)、砷甜菜碱(AsB)、砷胆碱(AsC)、砷糖(AsS)等形式存在,其中无机砷包括 As(Ⅲ)和 As(Ⅴ),有机砷主要有 AsB、DMA 和 MMA 等。无机砷被认为是人类确切的致癌物之一,若长期暴露于无机砷污染的环境中,存在较大的健康风险,MMA 和 DMA 毒性相对较低,也有一定的风险性,而 AsB、AsC 和 AsS 则基本无毒[8-9];因此,仅测定总砷已经无法全面的评价砷的危害性,随着检测技术的发展,砷形态的分析研究越来越受到重视和关注。GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》[10]中对稻谷、水产品、调味品及婴幼儿辅食品中的无机砷的含量进行了规定。国家虽然没有对茶叶中的无机砷进行限定,但在日常检测工作中,发现个别袋泡茶样品中总砷超出限定标准,存在一定的健康风险。为了进一步研究袋泡茶中砷的存在形式,本试验采用高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱(HPLC-ICP/MS)联用技术建立了袋泡茶浸泡液中 As(Ⅲ)、As(Ⅴ)、MMA、DMA 和 AsB 五种砷形态的分析方法,为食品安全风险评估提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品来源

从超市购入 18 种不同品牌不同批号的保健食品类袋泡茶,将内容物取出,装入洁净的聚丙烯离心管中,置于干燥处密封备用。

1.1.2 主要仪器与试剂

Angilent 7700x 电感耦合等离子体质谱仪、Agilent 6260 高效液相色谱仪均购自美国 Angilent,MARS5 微波消解仪(美国 CEM),Milli-Q 超纯水机,电子天平,超声波清洗器,烘箱,高速离心机。

砷标准溶液:As(Ⅲ)(GBW08666)、As(Ⅴ)(GBW08667)、MMA(GBW08668)、DMA(GBW08669)、AsB(GBW08670)均购自中国计量科学研究院,调谐液和内标液均购自美国 Agilent,硝酸、过氧化氢和碳酸铵均为优级纯,试验用水均为超纯水。砷标准使用溶液用超纯水逐级稀释配制,现用现配。

1.2 方法

1.2.1 总砷测定

称取样品 0.3 ~ 0.4 g(准确至 0.001 g)于微波消解罐中,加入 6 ml 硝酸和 1 ml 双氧水,预消解 2 h,放入微波消解仪中,按优化好的程序进行消解。用超纯水将消解液转移定容至 25 ml,同时做空白对照。参照 GB 5009.11—2014《食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定》[11]中 ICP-MS 法进行总砷的测定。

1.2.2 砷形态前处理

称取样品 0.2 ~ 0.3 g(准确至 0.001 g)于 15 ml 聚丙烯离心管中,加入 10 ml 超纯水,置于 100 ℃烘箱中热浸提 1.5 h,每 20 min 振摇 1 次。提取完毕后,取出冷却至室温,9 000 r/min 离心 10 min,取上清液,过 0.22 μm 水系滤膜,同时做空白对照。

1.2.3 仪器条件

ICP-MS:射频入射功率 1 550 W,载气为高纯氩气,载气流速 0.65 L/min,辅助气流速 0.45 L/min,射频电压 1.70 V,采样深度 8.0 mm,泵速 0.3 r/s。

HPLC:色谱分析柱为 Dionex IonPac AS19(4 mm × 250 mm,10 μm)阴离子交换色谱柱,预柱为 Dionex IonPac AG19(4 mm × 50 mm,10 μm);流动相为 30 mmol/L 碳酸铵(pH = 9.5),流动相流速 1.2 ml/min;进样体积 25 μl。

2 结果与分析

2.1 色谱条件优化

2.1.1 色谱柱选择

HPLC 是分离砷形态化合物最常用的方法,主要包括离子对色谱、离子交换色谱和尺寸排阻色谱[12]。参考相关文献[13-16],本试验选用 Hamilton PRPX-100 阴离子交换柱、Agilent Zorbar SB-AQ 反相色谱柱和 Dionex IonPac AS19 阴离子交换柱进行考察优化,分析比较了 3 种色谱柱的分离效果。研究表明 Hamilton PRPX-100 体系等度洗脱时间长,采用梯度洗脱由于流动相背景值变高,色谱图基线太高,信噪比差,影响灵敏度;Agilent Zorbar SB-AQ 体系虽然分离速度快,但考虑到减肥茶中基质的干扰问题,分离度受到影响;Dionex IonPac AS19 体系通

过改善相关的色谱条件,经优化在等度洗脱情况下可实现 5 种砷形态的有效分离。

2.1.2 流动相条件选择

配制 20、25 和 30 mmol/L 碳酸铵为流动相进行洗脱,发现前两种浓度下 DMA 和 As(III)无法实现基线分离,且出峰时间太长,故选取 30 mmol/L 碳酸铵(见图 1);考察不同 pH 值对流动相分离效果的影响,发现流动相在 pH 值为 9、9.3 和 9.5 时,保留时间分别为 17、14 和 13 min,因此选取 pH 值为 9.5 为最优条件(见图 2);改变流速至 1.2 ml/min,出峰时间减小到 10 min,此时分离效果最好,且有效缩短了洗脱时间,图 3 即为优化条件下的混合标准溶液色谱图。

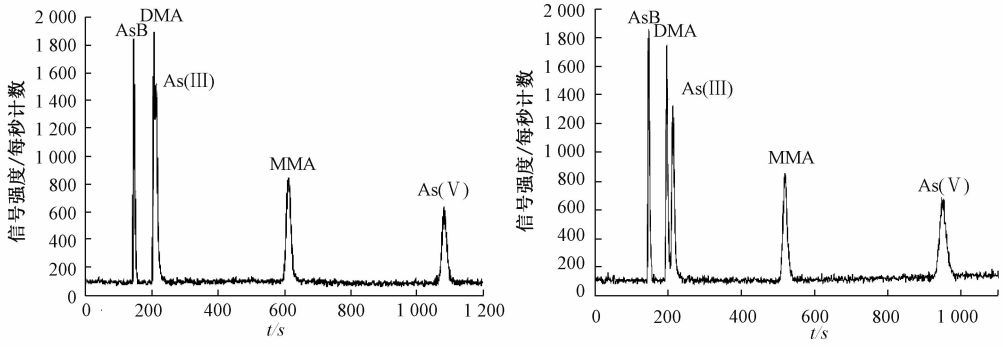

图 1 20 mmol/L(左)和 30 mmol/L(右)流动相混合标准溶液色谱图(5 μg/L)

Figure 1 Chromatogram of 5 arsenic species of 20 mmol/L (left) and 30 mmol/L (right) mobile phase (5 μg/L)

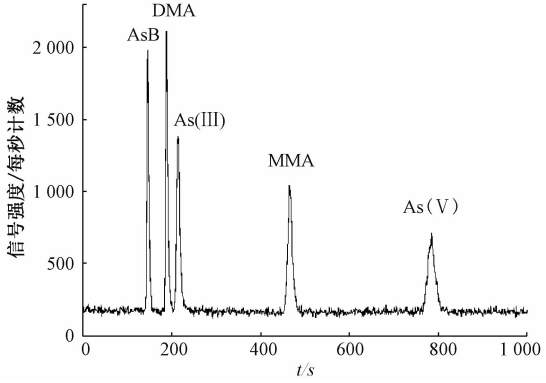

图 2 pH = 9.5 时混合标准溶液色谱图(5 μg/L)

Figure 2 Chromatogram of 5 arsenic species in pH = 9.5 (5 μg/L)

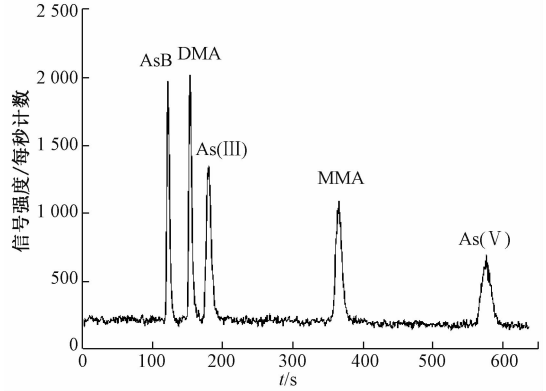

图 3 优化条件下混合标准溶液色谱图(5 μg/L)

Figure 3 Chromatogram of 5 arsenic species in optimized conditions (5 μg/L)

2.2 提取方法选择

以往研究的砷形态提取方法主要有硝酸提取[14-15,17]、乙酸提取[16]、甲醇水提取[18]等,为更好的分析袋泡茶中的砷形态,选用超纯水为提取液。分别采用超声提取、热浸提和微波萃取 3 种提取方式考察提取效果。提取液体积分别选取 5、7.5、10 和 12.5 ml,同时设置 80 ℃提取 1 h 为提取条件。结果显示,3 种提取方式的结果差异不大,其中热浸提由于操作简单,温度稳定,成本较低,同时可以模拟人们的饮茶习惯,优势更加明显。试验表明当提取液为 10 ml 时,提取效果最好。选用热浸提为提取方式,提取液体积定为 10 ml。

鉴于人们的饮茶习惯,为使袋泡茶中的砷形态充分浸出,采用 80、90 和 100 ℃ 3 种提取温度,同时设定提取时间为 1、1.5 和 2 h,且每 20 min 摇匀一次。以 5 种砷形态的含量之和,即“砷形态总量”考察提取效果,如图 4 所示,随着温度的增高,提取量逐渐增加,当温度为 100 ℃,提取时间为 1.5 h 时,砷形态的提取量最大,提取效果最佳,因此选择该条件为最佳条件。

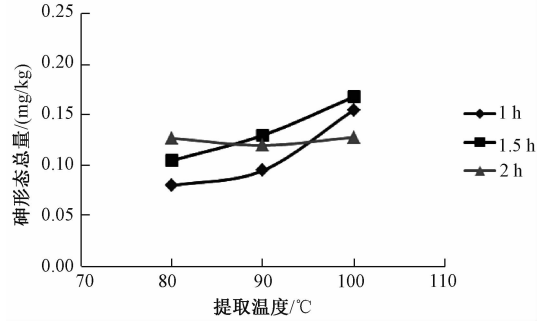

图 4 提取温度和提取时间对提取量的影响

Figure 4 Effect of extraction temperature and extraction time on the amount of extraction

2.3 方法线性范围和检出限

在最佳试验条件下,进行线性范围考察,分别配制 0.2、0.5、1.0、5.0、10、50、100 和 300 μg/L 的 5 种砷形态标准溶液,线性良好,相关系数 r 均 >0.999。考虑到样品中砷形态浓度,工作曲线范围选择 0.5 ~ 100 μg/L。采用逐级稀释法,分别测定不同浓度下 5 种砷形态的信噪比(S/N),将 $S/N=3$ 时的溶液浓度作为检出限,以取样量为 0.3 g,定容体积 10 ml,以 $S/N=10$ 时计算方法定量限,结果见表 1。

表 1 方法线性范围和检出限

Table 1 Linear range and detection limit of the method

砷形态	线性方程	线性范围/(μg/L)	相关系数 r	检出限/(μg/L)	方法定量限/(mg/kg)
AsB	$y=5569.2x+859.6$	0.2 ~ 300	1.000 0	0.04	0.004 4
DMA	$y=5552.8x+2367$	0.2 ~ 300	0.999 8	0.04	0.004 4
As(Ⅲ)	$y=5280.8x+1951$	0.3 ~ 300	0.999 8	0.07	0.007 8
MMA	$y=5873.9x+2090$	0.2 ~ 300	0.999 8	0.06	0.006 7
As(Ⅴ)	$y=5828.8x+1722$	0.3 ~ 300	1.000 0	0.08	0.008 9

2.4 方法重复性

采用精密度考察方法重复性,选择 3 种不同基质的袋泡茶,每份样品制备 7 个平行样,测定其砷形态的含量,分别计算相对标准偏差(RSD)值;由于实际样品中 5 种砷形态含量差异较大,且部分样品 DMA 和 MMA 含量较低,为了考察不同浓度水平的砷形态的测定重复性,在袋泡茶样品中加入一定浓度的混合标准溶液,制备成模拟样品测定 RSD 值,试验表明样品中不同浓度水平的砷形态的 RSD 值均 <5%,结果见表 2 和 3。

表 2 实际样品精密度测定结果($n=7$)

Table 2 Relative standard deviation in real samples

砷形态	健肝茶		减肥茶 1		减肥茶 2	
	浓度/(μg/L)	RSD/%	浓度/(μg/L)	RSD/%	浓度/(μg/L)	RSD/%
AsB	0.47,0.44,0.46,0.46,0.45,0.43,0.43	3.3	0.42,0.44,0.41,0.45,0.45,0.43,0.46	4.1	0.25,0.24,0.25,0.24,0.24,0.27,0.26	4.5
DMA	0.26,0.28,0.29,0.29,0.26,0.27,0.30	4.8	0.35,0.32,0.21,0.31,0.33,0.33,0.34	4.9	ND	—
As(Ⅲ)	1.42,1.40,1.40,1.49,1.46,1.47,1.41	2.5	3.49,3.51,3.47,3.28,3.48,3.37,3.48	4.4	5.45,5.51,5.73,5.63,5.39,5.42,5.54	2.3
MMA	1.30,1.28,1.30,1.34,1.19,1.28,1.23	3.8	0.22,0.22,0.23,0.21,0.21,0.22,0.23	4.4	ND	—
As(Ⅴ)	8.12,8.56,8.34,8.28,8.05,8.02,8.19	2.3	10.29,10.10,9.86,9.81,10.05,9.91,10.56	2.7	13.48,15.05,14.22,15.62,14.09,14.78,14.86	3.5

注:ND 为未检出;—表示无法计算 RSD

表 3 模拟样品精密度测定结果($n=7$)

Table 3 Relative standard deviation in simulated samples

砷形态	模拟样品 1		模拟样品 2		模拟样品 3	
	浓度/(μg/L)	RSD/%	浓度/(μg/L)	RSD/%	浓度/(μg/L)	RSD/%
AsB	5.20,5.34,5.34,5.28,5.25,5.26,5.38	1.2	10.60,10.68,10.67,11.09,10.91,11.06,11.32	2.4	33.12,34.05,34.06,34.16,33.69,33.87,34.11	1.1
DMA	5.56,5.66,5.53,5.22,5.24,5.40,5.48	3.0	10.49,10.88,11.18,11.35,11.43,11.53,11.26	3.2	34.06,34.96,34.61,34.31,33.66,34.29,34.91	1.4
As(Ⅲ)	11.83,11.66,11.26,10.71,10.98,11.20,11.52	3.5	15.88,16.26,16.87,17.35,18.17,17.32,16.60	4.5	37.76,38.43,37.73,37.15,36.73,37.77,38.58	1.7
MMA	5.16,5.46,5.51,5.33,5.46,5.24,5.37	2.4	10.46,10.62,11.25,11.16,11.29,11.46,11.37	3.5	32.69,34.27,33.43,33.48,32.94,33.39,33.78	1.5
As(Ⅴ)	15.55,15.37,15.64,14.77,15.58,15.77,15.84	2.3	21.86,21.50,22.50,22.40,22.68,22.40,22.29	1.9	45.29,45.48,45.54,44.90,45.38,45.97,46.08	0.9

2.5 方法准确性

为考察方法的准确性,选取 2 种不同基质的袋泡茶,分别加入 3 个不同浓度水平的混合标准溶液,测定 5 种砷形态的含量,计算加标回收率。结果表明,加标回收率均在 80.3% ~ 121.1% 之间,见表 4。

表 4 加标回收率测定结果

Table 4 Analytical results of spiking recovery test results

样品名称	砷形态种类	本底值/(μg/L)	加标量/(μg/L)	测定范围/(μg/L)	回收率/%
清润茶	AsB	0.30	5.0,10.0,30.0	5.20 ~ 5.56,10.60 ~ 11.41,33.12 ~ 35.62	97.9 ~ 117.7
	DMA	0.38	5.0,10.0,30.0	5.22 ~ 5.70,10.49 ~ 11.53,33.66 ~ 36.33	96.9 ~ 119.8
	As(Ⅲ)	6.69	5.0,10.0,30.0	10.71 ~ 11.83,15.88 ~ 18.17,36.73 ~ 40.62	80.3 ~ 114.7
	MMA	0.30	5.0,10.0,30.0	5.16 ~ 5.67,10.46 ~ 11.53,32.69 ~ 35.76	97.2 ~ 118.2
	As(Ⅴ)	10.70	5.0,10.0,30.0	14.77 ~ 15.84,21.50 ~ 22.69,44.90 ~ 47.03	81.4 ~ 121.1
减肥茶	AsB	ND	5.0,20.0,50.0	4.59 ~ 4.90,19.48 ~ 20.39,48.56 ~ 50.21	91.7 ~ 102.0
	DMA	ND	5.0,20.0,50.0	4.71 ~ 5.07,19.18 ~ 20.04,47.71 ~ 49.82	94.3 ~ 101.4
	As(Ⅲ)	2.21	5.0,20.0,50.0	6.71 ~ 7.31,21.18 ~ 21.62,49.24 ~ 50.15	90.0 ~ 102.1
	MMA	ND	5.0,20.0,50.0	4.77 ~ 5.28,20.07 ~ 20.62,50.58 ~ 51.44	95.4 ~ 105.7
	As(Ⅴ)	7.78	5.0,20.0,50.0	12.16 ~ 12.44,27.34 ~ 28.95,57.81 ~ 59.80	87.5 ~ 105.8

注:ND 为未检出

2.6　样品测定

为考察所建立方法的适用性，采用 GB 5009.11—2014 中 ICP-MS 法和所建的 HPLC-ICP/MS 法测定 18 份不同种类的市售保健食品类袋泡茶中总砷和砷形态的含量，在 18 份样品中均检出总砷和无机砷，其中有 4 份样品总砷含量超出国家对保健食品类袋泡茶砷的限量标准，结果见表 5 和图 5。

表 5　样品浸泡液测定结果

Table 5　Analytical results of sample soaking

样品编号	AsB /(mg/kg)	DMA /(mg/kg)	As(Ⅲ) /(mg/kg)	MMA /(mg/kg)	As(Ⅴ) /(mg/kg)	无机砷[a] /(mg/kg)	砷形态总量[b] /(mg/kg)	总砷[c] /(mg/kg)	浸出率[d] /%
1	ND	ND	0.015	0.013	0.057	0.072	0.085	0.124	68.5
2	ND	ND	0.093	ND	0.133	0.226	0.226	0.371	60.9
3	ND	0.009	0.035	ND	0.080	0.115	0.124	0.209	59.3
4	0.019	0.010	0.051	ND	0.257	0.308	0.337	0.334	100.9
5	ND	ND	0.201	ND	0.521	0.722	0.722	0.973	74.2
6	0.010	0.010	0.074	ND	0.074	0.148	0.168	0.305	55.1
7	ND	0.009	0.073	ND	0.085	0.158	0.167	0.333	50.2
8	ND	0.010	0.077	ND	0.080	0.156	0.166	0.235	70.6
9	ND	ND	0.208	ND	0.399	0.607	0.607	1.112	54.6
10	ND	ND	0.043	ND	0.088	0.131	0.131	0.208	63.0
11	0.016	0.015	0.033	ND	0.155	0.188	0.218	0.251	86.9
12	0.021	0.015	0.245	ND	0.452	0.697	0.733	1.156	63.4
13	0.011	0.015	0.020	ND	0.072	0.092	0.117	0.180	65.0
14	ND	ND	0.060	ND	0.060	0.120	0.120	0.199	60.3
15	ND	0.009	0.031	ND	0.082	0.113	0.122	0.138	88.4
16	ND	ND	0.031	ND	0.127	0.157	0.157	0.223	70.4
17	0.008	0.019	0.059	ND	0.082	0.141	0.168	0.242	69.4
18	0.010	0.013	0.223	0.010	0.357	0.580	0.613	1.515	40.5

注：ND 为未检出；[a] 表示 As(Ⅲ)与 As(Ⅴ)之和；[b] 表示 5 种砷形态含量之和；[c] 表示用 ICP-MS 法测定的总砷结果；[d] 表示用(b/c)×100% 计算所得

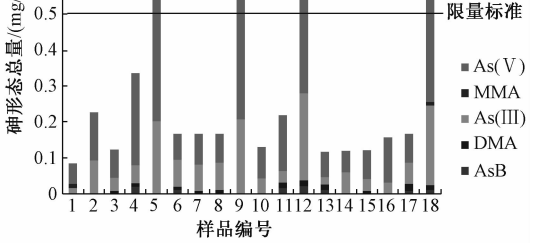

图 5　样品测定结果图

Figure 5　Analytical results of sample analysis

由于茶和食品的食用方式不同，茶仅是热水浸泡后饮用，茶和食品样品的处理方式也是有区别的，本试验借鉴饮茶习惯采用热水浸提后测定砷形态，由于袋泡茶种类丰富，不同类型的袋泡茶浸出率也有一定的差异，个别特殊基质有待进一步研究；从试验结果分析，无机砷的检出率较高，虽然浸出率差异较大，但依旧有 4 份样品的总砷和无机砷含量超出 0.5 mg/kg，提示存在无机砷的食品安全和健康风险，12 号和 17 号样品的砷形态色谱图见图 6。

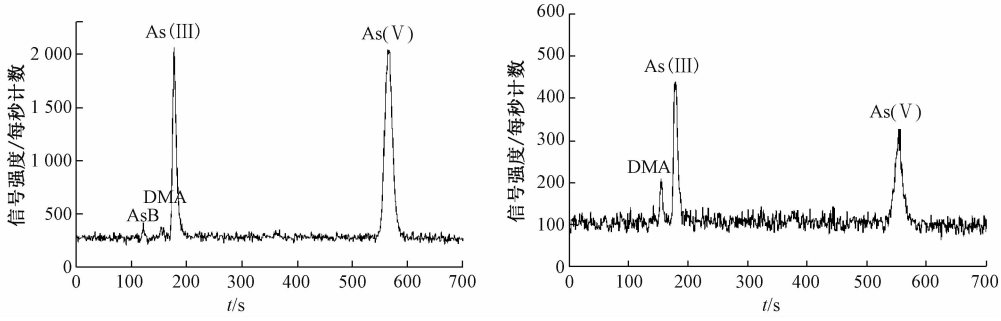

图 6　12 号(左)和 17 号(右)样品砷形态色谱图

Figure 6　Chromatogram of 5 arsenic species in No.12 (left) and No.17 (right) sample

3　小结

本试验以人们的饮茶习惯为基础，通过对样品提取方法和色谱分离条件进行优化，通过考察方法检出限、线性范围、重复性、准确性等方法学指标，建立了测定保健食品类袋泡茶浸泡液中砷形态的

HPLC-ICP/MS 方法。经试验证明,该方法操作简便、灵敏度高、重复性好、适用性强,适用于保健食品类袋泡茶浸泡液中的砷形态分析测定。

研究发现保健食品类袋泡茶砷形态主要以 As(Ⅲ)和 As(Ⅴ)形式存在,也含有少量的 DMA、AsB 和 MMA,同时总砷和无机砷超标的情况要引起相关部门足够的重视。由于袋泡茶中的陆生茶叶和中草药成分对无机砷的富集能力较强,而无机砷对人体健康具有高毒性,其危害性特别值得重点关注。为避免引起潜在的砷暴露风险,提醒相关部门加强对保健食品类袋泡茶的卫生监督与风险评估工作。

参考文献

[1] 许丽君. 袋泡茶在我国的发展现状与展望[J]. 中国茶叶加工,2007(3):15-16.
[2] 张亚莉,耿丽平,张春楠,等. 市售茶叶中重金属含量特征及其分析[J]. 中国农学通报,2017,33(28):151-157.
[3] 褚卓栋,刘文菊,肖亚兵,等. 中草药种植区土壤及草药中重金属含量状况及评价[J]. 环境科学,2010,31(6):1600-1607.
[4] 赵连华,杨银慧,胡一晨,等. 我国中药材中重金属污染现状分析及对策研究[J]. 中草药,2014,45(9):1199-1206.
[5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 保健食品:GB 16740—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
[6] 中华人民共和国国家出入境检验检疫局. 出口保健茶检验通则:SN/T 0797—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
[7] 中华人民共和国农业部. 茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量:NY 659—2003[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
[8] JOMOVA K, JENISOVA Z, FESZTEROVAM M, et al. Arsenic: toxicity, oxidative stress and human disease[J]. Journal of Applied Toxicology, 2015, 31(2):95-107.
[9] 曹立,郭小娟. 慢性砷暴露与砷毒性的研究新进展[J]. 医学综述,2014,20(17):3161-3163.
[10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中污染物限量:GB 2762—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定:GB 5009.11—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
[12] 陈绍占,刘丽萍,杜振霞. 食品中砷化合物的形态及分析技术[J]. 中国食品卫生杂志,2014,26(3):296-303.
[13] 陆奕娜,陈建伟,张林田,等. 高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱同时测定虾类中 6 种砷形态[J]. 分析科学学报,2016,32(1):141-144.
[14] 祖文川,汪雨,刘聪,等. 高效液相色谱-原子荧光光谱联用技术分析 6 种植物源性中药中砷的形态[J]. 分析试验室,2016,35(1):82-85.
[15] 韩枫,岳兵,米健秋,等. 反相色谱-电感耦合等离子体质谱联用技术快速测定大米中无机砷[J]. 环境化学,2015,34(1):194-197.
[16] 陈绍占,杜振霞,刘丽萍,等. 高效液相色谱-电感耦合等离子质谱法分析雄黄在大鼠脏器中代谢的砷形态[J]. 分析化学,2014,42(3):349-354.
[17] 章剑扬,王国庆,马桂岑,等. 离子色谱-电感耦合等离子体质谱联用测定茶叶中 4 种砷形态[J]. 中国食品学报,2017,17(7):255-262.
[18] 杨丽君,宋晓华,陈丽娟,等. 高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法同时测定果蔬中 6 种砷形态[J]. 分析试验室,2011,30(7):62-66.

·资讯·

印度 FSSAI 限制食用植物油中的反式脂肪含量

印度食品安全标准管理局(FSSAI)通知到 2022 年,所有食用植物油和脂肪中反式脂肪的限量不超过 2%(重量)。印度心脏保健基金会(HCFI)已经写信给总理、卫生部长和法律部长,禁止在印度的所有餐馆、咖啡馆、酒店和杂货店使用反式脂肪。

FSSAI 回应表示,“2011 年《食品安全标准条例》规定,在某些类型的植物油中,反式脂肪的重量百分比不得超过 5%。FSSAI 正在逐步通知,所有食用植物油和脂肪中反式脂肪的限量在 2022 年之前不超过 2%(重量)。”

印度学者表示,“反式脂肪是植物油经过部分氢化处理过程中产生的。它能够延长了食品的保质期,餐馆喜欢用它来做油炸食品,因为它不需要像其他油那样需要经常更换。”

反式脂肪会增加人体血液的黏稠度和凝聚力,容易导致血栓的形成,富含反式脂肪的食物往往含有较高的糖分和热量,会导致肥胖,反式脂肪还会诱发肿瘤、哮喘、II 型糖尿病、过敏等病症。

(来源食品伙伴网,相关链接:http://news.foodmate.net/2018/08/481687.html)

关键词:印度;食用植物油;反式脂肪;限量