

基于 HPLC-ICP-MS 的水蛭中总砷和无机砷含量及其转移率研究

杨 丽^{1,2}, 童培珍^{1,2}, 吴妙梨^{1,2}, 邓立萍^{1,2}, 邱韵静^{1,2}, 潘礼业^{1,2}, 李国卫^{1,2}

(1. 广东一方制药有限公司, 广东 佛山 528244; 2. 广东省中药配方颗粒企业重点实验室, 广东 佛山 528244)

摘要:目的:建立水蛭中总砷及无机砷的分析方法,并研究水蛭煎煮后总砷及无机砷的转移率。方法:采用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法测定水蛭药材、饮片和标准汤剂总砷量,同时采用人工胃液处理样品,以高效液相色谱—电感耦合等离子体质谱(HPLC-ICP-MS)测定无机砷含量,分析其转移率并进行风险评估。结果:水蛭中的砷主要为无机砷,且三价砷含量高于五价砷,所有批次的水蛭饮片煎煮后总砷及无机砷的转移率均大于60%,风险评估结果显示水蛭中的砷所致安全性风险较低。结论:该方法准确度高,专属性好,揭示水蛭药材在煎煮过程中砷及无机砷的转移规律,可为保障水蛭药材的质量和用药安全提供重要参考依据。

关键词:水蛭;高效液相色谱—电感耦合等离子体质谱法;总砷;无机砷;转移率

DOI:10.11954/ytctyy.202407011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号:R286.2

文献标识码:A

文章编号:1673-2197(2024)07-0057-05



Study on Total Arsenic and Inorganic Arsenic Contents and Their Transfer Rates in *Leeches* Based on HPLC-ICP-MS

Yang Li^{1,2}, Tong Peizhen^{1,2}, Wu Miaoli^{1,2}, Deng Liping^{1,2}, Qiu Yunjing^{1,2}, Pan Liye^{1,2}, Li Guowei^{1,2}

(1. Guangdong Yifang Pharmaceutical Co., Ltd., Foshan 528244, China; 2. Guangdong

Provincial Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Formula, Foshan 528244, China)

Abstract; Objective: To establish a method for the analysis of total arsenic and inorganic arsenic in *Leeches*, and to study the transfer rate of total arsenic and inorganic arsenic after decoction. **Methods:** The content of total arsenic in *Leeches* was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The samples were treated with artificial gastric juice, and the content of inorganic arsenic was determined by HPLC-ICP-MS and its transfer rate and safety risk were analyzed. **Results:** The arsenic in *Leeches* was mainly inorganic arsenic and the trivalent arsenic content was higher than that of pentavalent arsenic. The transfer rates of total arsenic and inorganic arsenic in all batches of leeches after decocting were greater than 60%. Risk assessment results showed that arsenic in leeches posed a low safety risk. **Conclusion:** The method has high accuracy and good specificity, and reveals the transfer law of total arsenic and inorganic arsenic in the decoction process of *Leeches*, which can provide an important reference for quality control and drug safety of *Leeches*.

Keywords: *Leeches*; HPLC-ICP-MS; Total Arsenic; Inorganic Arsenic; Transfer Rates

水蛭为水蛭科动物水蛭 *Hirudo nipponica* Whitman、蚂蟥 *Whitmania pigra* Whitman 或柳叶蚂蟥 *Whitmania acranulata* Whitman 的干燥全体^[1], 目前市场上以蚂蟥的用量最大。水蛭性平, 其味咸、苦, 有小毒, 归肝经, 具有破血、逐瘀、通络功效, 常用于治疗癥瘕痞块、血瘀经闭、跌扑损伤、中风偏瘫等症。现代药理学研究表明, 水蛭可用于脑血栓、冠心

病、痛风、慢性肾脏病等疾病的治疗^[2]。随着水蛭功效的持续开发, 与水蛭相关的中成药及保健品日益增多, 临床用量不断增大, 其野生资源逐渐枯竭, 目前多为人工养殖。但由于养殖技术尚不成熟, 土壤、水肥等因素可能会导致水蛭重金属及有害元素含量超标。另外, 因为水蛭自身的遗传特性, 对有害元素砷的摄取和富集能力较强, 半衰期长, 不易分解, 持

收稿日期: 2024-03-11

基金项目: 佛山市科技创新项目(2120001002309); 佛山市南海区重点领域科技攻关专项(南科[2023]20号-18)

作者简介: 杨丽(1994—), 女, 硕士, 广东一方制药有限公司研究员, 研究方向为中药饮片及中药配方颗粒质量控制。

E-mail: yangli13570236746@126.com

续蓄积后可能出现毒性反应^[3-4],严重影响药材质量,因此有必要对水蛭中的有害元素砷进行研究。

砷主要包含有机砷和无机砷两种形态,有机砷无毒,而无机砷于1980年被国际癌症研究机构确认为I类致癌物,包括三价的亚砷酸盐和五价的砷酸盐^[5-7]。与简单测定总砷的含量相比,对无机砷的检测更能反映水蛭药材的安全性。目前尚未有与水蛭中无机砷的含量及转移率相关的文献报道,因此,本研究以水蛭(蚂蟥)为研究对象,采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定药材、饮片、标准汤剂中总砷的含量,进一步以高效液相色谱—电感耦合等离子体质谱法(HPLC-ICP-MS)测定两种无机砷的含量,分析其转移率,并参照风险评估的基本步骤对水蛭药材及饮片中的砷的风险进行评估,以期控制水蛭的药材质量,保证其用药安全提供依据。

1 仪器与材料

1.1 仪器

Thermo ICAPQ 型电感耦合等离子体质谱仪(赛默飞世尔科技有限公司);VB24plus 型石墨消解仪(莱伯泰科技仪器有限公司);Thermo Vanquish 型超高效液相色谱仪(赛默飞世尔科技有限公司);KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);DHG-9146A 型电热恒温鼓风干燥箱(精宏仪器公司);ME204E 型万分之一天平(梅特勒—托利多公司);Milli-Q Direct 型超纯水系统(默克股份有限公司)。

1.2 材料

胃蛋白酶(美国 Sigma 公司,优级纯);甲醇(默克公司,色谱级);甲酸(天津科密欧股份有限公司,色谱级);碳酸铵(西陇科学股份有限公司,分析纯);硝酸(广州化学试剂厂,优级纯);水为超纯水(实验室自制)。砷单元素标准溶液(中国计量科学研究院,批号:GBW08611,含量:1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$);亚砷酸根(国家标准物质中心,批号:GBW08668,含量:75.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$);砷酸根(国家标准物质中心,批号:GBW08667,含量:17.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$);20 批样品分别收集于江苏、安徽、湖北,经广州中医药大学黄海波教授鉴定为水蛭科动物蚂蟥 *Whitmania pigra* Whitman 的干燥全体,详细信息见表 1。

2 方法与结果

2.1 总砷含量测定

2.1.1 ICP-MS 工作条件 射频功率为 1 550 W,雾化气流速为 1.17 L/min,冷却气流速为 14.00 L/min,辅助气流速为 0.80 L/min,碰撞气体流速为 4.22 mL/min,雾化室温度为 2 $^{\circ}\text{C}$,蠕动泵转速为

表 1 水蛭(蚂蟥)药材信息

编号	饮片批号	产地
1	MH01	江苏省泰州市姜堰区张甸镇
2	MH02	江苏省宿迁市沭阳县漕沟镇
3	MH03	江苏省宿迁市沭阳县漕沟镇
4	MH04	江苏省宿迁市宿城区罗圩镇
5	MH05	江苏省宿迁市宿城区陈集镇
6	MH06	江苏省连云港市灌云县四队镇
7	MH07	江苏省连云港市东海县张湾乡
8	MH08	江苏省连云港市赣榆区墩尚镇
9	MH09	江苏省镇江市丹阳市界牌镇
10	MH10	江苏省泰州市姜堰区张甸镇
11	MH11	江苏省南通市如皋市江安镇
12	MH12	安徽省宿州市萧县青龙集镇
13	MH13	安徽省宿州市萧县石林镇
14	MH14	安徽省宿州市萧县张庄寨镇
15	MH15	安徽省宿州市萧县石林镇
16	MH16	湖北省襄阳市宜城流水镇
17	MH17	湖北省襄阳市宜城王集镇
18	MH18	湖北省襄阳市宜城郑集镇
19	MH19	湖北省襄阳市宜城郑集镇
20	MH20	湖北省襄阳市宜城郑集镇

40 r/min,采用跳峰采集模式,采样深度为 5 mm,重复 3 次,计算平均值。

2.1.2 对照品溶液的制备 精密量取砷单元素标准溶液适量,加 2% 硝酸溶液制成每 1 mL 含砷 1 μg 的溶液,作为对照品储备液。精密量取上述储备液适量,加 2% 硝酸溶液制成每 1 mL 含砷为 0 ng、0.5 ng、2.5 ng、5 ng、20 ng 的系列对照品溶液。

2.1.3 供试品溶液的制备 取本品适量,取约 0.5 g,精密称定,置于聚四氟乙烯消解罐中,加硝酸 8 mL 进行消解。采用程序升温(0~20 min,0~130 $^{\circ}\text{C}$;20~35 min,130~150 $^{\circ}\text{C}$;35~55 min,150~180 $^{\circ}\text{C}$)。消解完毕后,冷却至室温,在 120 $^{\circ}\text{C}$ 挥至约 1 mL,转移至 50 mL 量瓶中,加入金元素标准溶液 200 μL ,加水定容至刻度,摇匀,即得。除不加金元素的标准溶液外,同法制备试剂空白溶液。

2.1.4 样品中总砷的测定 按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1.1”项下工作条件对 20 批水蛭(蚂蟥)药材、饮片、标准汤剂的总砷含量进行测定,并计算转移率,结果见表 2。

表 2 水蛭(蚂蟥)药材、饮片、标准汤剂总砷测定结果

批号	药材含量 (mg/kg)	饮片含量 (mg/kg)	标准汤剂按饮片折算 含量(mg/kg)	转移率 (%)
MH01	4.26	4.48	3.99	89.06
MH02	4.25	4.16	3.85	92.55
MH03	4.39	4.79	3.90	81.42
MH04	4.15	4.31	3.59	83.29
MH05	4.67	4.45	5.16	115.96
MH06	4.85	4.12	3.78	91.75
MH07	4.55	4.35	5.08	116.78

(续表 2)

批号	药材含量 (mg/kg)	饮片含量 (mg/kg)	标准汤剂按饮片折算 含量(mg/kg)	转移率 (%)
MH08	4.34	4.30	3.18	73.95
MH09	5.21	5.07	4.76	93.89
MH10	5.01	5.35	5.72	107.00
MH11	5.88	5.12	4.35	85.01
MH12	5.52	5.04	4.22	83.68
MH13	4.39	5.12	4.89	95.51
MH14	4.26	4.86	5.12	105.35
MH15	4.35	4.07	3.56	87.47
MH16	11.46	13.80	12.15	88.04
MH17	6.64	6.90	5.58	80.90
MH18	6.61	6.72	6.22	92.57
MH19	6.96	7.01	6.59	94.05
MH20	5.21	5.01	4.25	84.76
均值	5.35	5.45	5.00	92.15

结果显示,20批水蛭(蚂蟥)药材的总砷含量为4.15~11.46 mg/kg,均值为5.35 mg/kg;饮片总砷含量为4.07~13.80 mg/kg,均值为5.45 mg/kg;标准汤剂总砷含量为3.18~12.15 mg/kg,均值为5.00 mg/kg。根据2020年版《中华人民共和国药典》规定,水蛭药材有害元素砷的含量不得过5 mg/kg,本次研究收集的20批水蛭(蚂蟥)药材,合格率仅为55%,平均超限30%。其中,江苏、安徽、湖北三个产地水蛭(蚂蟥)药材中总砷的平均含量分别为4.69 mg/kg、4.63 mg/kg及7.37 mg/kg,湖北最高,江苏与安徽相差不大,不同产地的RSD值为28.18%,说明不同产地水蛭重金属及有害元素含量有较大差异,可能与地方环境和养殖方式有关。20批样品的转移率均高于70%,最高可达116.78%,说明水蛭在煎煮过程中有害元素砷较易溶出,合格的药材不一定能生产出合格的产品,可能存在一定的安全风险。由于砷的毒性主要来源于无机砷,故需进一步对毒性较大的砷酸和亚砷酸进行分析。

2.2 无机砷含量测定

2.2.1 HPLC-ICP-MS 工作条件 采用 Hamilton PRP-X100 阴离子交换色谱柱(250 mm×4.1 mm, 10 μm);以含2%甲醇的0.1 mol/L 碳酸铵(加甲酸调节 pH 值至8.9)溶液为流动相 A,以2%甲醇溶液为流动相 B,梯度洗脱(0~4 min, 20% A; 4~4.01 min, 20%~100% A; 4.01~10 min, 100% A; 10~10.01 min, 100%~20% A; 10.01~15 min, 20% A);柱温为30℃;流速为1 mL/min。采用电感耦合等离子体质谱检测器,等离子气体流速为15 L/min;辅助气体流速为1 L/min;载气气体流速为1 L/min;补偿气体流速为1 L/min;射频功率1 550 W;雾化室温度2℃。

2.2.2 对照品溶液的制备 分别精密吸取亚砷酸根对照品溶液130 μL、砷酸根对照品溶液570 μL 置

10 mL 量瓶中,加0.02 mol/L 乙二胺四醋酸二钠溶液制成每1 mL 含亚砷酸(以砷计)984.1 ng、砷酸(以砷计)997.5 ng 的混合对照品溶液。

2.2.3 供试品溶液的制备 取本品适量,取约0.5 g,精密称定,精密加入硝酸人工胃液20 mL,称定质量,超声处理(功率300 W,频率40 kHz)15 min,取出,放置过夜。置37℃烘箱中放置3 h(每隔0.5 h 取出振摇1 min),取出,再称定质量,用硝酸人工胃液补足减失重量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。同法制备空白溶液。

2.2.4 方法学考察 (1)线性关系。分别精密吸取“2.2.2”项下对照品混合溶液0.1 mL、0.25 mL、0.5 mL、1 mL、2.5 mL,置5 mL 量瓶中,加0.02 mol/L 乙二胺四醋酸二钠溶液制成每1 mL 含两种价态砷各20 ng、50 ng、100 ng、200 ng、500 ng、1 000 ng(均以砷计)的溶液,即得。吸取系列标准曲线溶液各50 μL,注入液相色谱仪,测定。以峰面积为纵坐标,浓度为横坐标,绘制标准曲线,计算回归方程。结果显示,三价砷及五价砷在浓度20~1 000 ng/mL 范围内线性关系良好,相关系数均在0.999 以上。

(2)精密度试验。取“2.2.2”项下三价砷及五价砷的标准溶液,按“2.2.1”项下工作条件重复进样6次,记录峰面积并计算RSD值。结果显示,三价砷和五价砷峰面积的RSD值分别为0.61%、1.92%,表明仪器精密度良好。

(3)重复性试验。取批号MH01的药材粉末(过三号筛),按照“2.2.3”项下方法制备供试品溶液,平行6份,按“2.2.1”项下工作条件进样分析,计算供试品溶液中三价砷及五价砷的含量及RSD值。结果显示,三价砷和五价砷含量的RSD值分别为7.77%、5.75%,表明该分析方法的重复性良好。

(4)加样回收率试验。取批号MH01的药材粉末(过三号筛)9份,每份0.25 g,精密称定,分别精密加入高、中、低三个浓度的对照品溶液,按“2.2.1”项下工作条件测定,计算三价砷及五价砷的含量及回收率。结果显示,三价砷及五价砷的平均回收率分别为112.73%、114.30%,RSD分别为4.70%、4.30%,表明该方法的准确度良好,结果见表3。

2.2.5 样品中无机砷的测定 挑选符合《中华人民共和国药典》标准的10批水蛭(蚂蟥)样品,按“2.2.3”项下的供试品制备方法和“2.2.1”项下的工作条件进行测定,结果见表4。

结果表明,10批水蛭(蚂蟥)药材无机砷含量在1.90~3.24 mg/kg 范围内,均值为2.56 mg/kg;饮片无机砷含量为1.99~3.39 mg/kg,均值为2.66 mg/kg;标准汤剂无机砷含量为1.60~

表 3 水蛭(蚂蟥)药材三价砷和五价砷加样回收率考察结果

(n=9)

元素	序号	加入量(μg)	样品量(μg)	测得量(μg)	回收率(%)	平均回收率(%)	RSD(%)
三价砷	1	0.454 2	1.010 9	1.554 5	119.68	112.73	4.70
	2	0.454 2	1.012 1	1.540 5	116.34		
	3	0.454 2	1.041 9	1.656 0	135.21		
	4	0.908 4	1.009 7	2.027 6	112.06		
	5	0.908 4	1.014 5	1.991 1	107.51		
	6	0.908 4	1.014 9	1.968 3	104.95		
	7	1.362 6	1.042 3	2.497 4	106.79		
	8	1.362 6	1.035 0	2.473 0	105.53		
	9	1.362 6	1.027 0	2.478 1	106.50		
五价砷	1	0.455 0	1.072 3	1.575 1	110.51	114.30	4.30
	2	0.455 0	1.073 6	1.578 8	111.04		
	3	0.455 0	1.105 1	1.576 5	103.60		
	4	0.910 0	1.071 0	2.137 6	117.21		
	5	0.910 0	1.076 1	2.141 0	117.02		
	6	0.910 0	1.076 6	2.135 5	116.37		
	7	1.365 0	1.105 6	2.710 8	117.60		
	8	1.365 0	1.097 9	2.701 7	117.50		
	9	1.365 0	1.089 4	2.698 5	117.89		

表 4 水蛭(蚂蟥)药材、饮片、标准汤剂无机砷测定结果

批号	药材含量(以砷计)(mg/kg)			饮片含量(以砷计)(mg/kg)			标准汤剂按饮片折算含量 (以砷计)(mg/kg)			转移率(%)		
	三价砷	五价砷	三价砷+ 五价砷	三价砷	五价砷	三价砷+ 五价砷	三价砷	五价砷	三价砷+ 五价砷	三价砷	五价砷	三价砷+ 五价砷
MH01	2.01	0.99	3.00	1.61	1.11	2.72	1.27	0.92	2.42	78.88	82.88	88.97
MH02	1.58	1.43	3.01	1.69	1.67	3.36	1.35	1.08	2.43	79.88	64.67	72.32
MH03	1.88	0.98	2.86	1.92	1.02	2.94	1.67	0.95	2.62	86.98	93.14	89.12
MH04	1.25	0.93	2.18	1.28	1.11	2.38	1.05	0.83	1.88	82.03	74.77	78.99
MH05	1.78	1.35	3.13	1.84	1.49	3.33	1.39	1.00	2.39	75.54	67.11	71.77
MH06	1.30	0.80	2.10	1.34	0.91	2.26	0.98	0.87	1.85	73.13	95.60	81.86
MH07	1.92	1.32	3.24	1.81	1.58	3.39	1.55	0.99	2.54	85.64	62.66	74.93
MH08	1.03	0.87	1.90	1.28	0.91	2.19	1.11	0.80	1.91	86.72	87.91	87.21
MH14	1.13	0.99	2.12	1.04	1.05	2.08	0.96	0.85	1.81	92.31	80.95	87.02
MH15	1.11	0.90	2.01	1.07	0.92	1.99	0.88	0.72	1.60	82.24	78.26	80.40
均值	1.50	1.06	2.56	1.49	1.18	2.66	1.22	0.90	2.15	82.34	78.80	81.26

2.62 mg/kg,均值为 2.15 mg/kg。10 批药材、饮片及标准汤剂中无机砷占总砷比例的平均值分别为 58.0%、60.8%和 52.89%,说明水蛭中的砷元素主要是以毒性较大的无机砷的形式存在,且三价砷含量高于五价砷。10 批水蛭饮片煎煮后三价砷及五价砷的转移率均大于 60%,最高可达 93.14%,说明水蛭中的无机砷较易溶出,其潜在的健康安全风险较大,有必要进行风险评估。

2.3 风险评估

为评估水蛭药材的安全风险,参照 2020 年版《中华人民共和国药典》(四部)9302 指导原则建立重金属及有害元素的限量标准^[8],按下列公式计算最大限量理论值:

$$L=\frac{A\times W}{M\times 10}\times\frac{AT}{EF\times ED}\times\frac{1}{t}$$

式中,L 为最大限量理论值(mg/kg);A 为每日

允许摄入量(mg/kg bw);W 为人体平均体质量(kg),一般按 63 kg 计;M 为中药材(饮片)每日人均可服用的最大剂量(kg);AT 为平均寿命天数,一般为 365 天/年×70 年;EF 为服用频率(天/年);ED 为一生的服用中药的暴露年限;t 为中药经煎煮后重金属元素的转移率(%)。参照联合国粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会[FAO/WHO(JECFA)]最新的评估数据,统一折算为每日允许摄入量(ADI)为 0.83 μg/kg^[9],水蛭饮片临床最大用量为 3 g,使用频率按每年 90 天,用药 20 年计算,总砷转移率按均值86.12%计算,最大限量理论值为 28.73mg/kg,水蛭中砷含量均低于评估限度,危害风险较低。

3 讨论

3.1 色谱条件优化

目前砷形态的测定方法较多,如气相色谱—质

谱联用法(GC-MS)、高效液相色谱-氢化物发生-原子荧光法(HPLC-AFS)等,本研究采用 HPLC-ICP-MS 法,具有灵敏度高、重复性好、检出限低等优点,广泛应用于食品、药品等砷形态的检测^[10-12]。由于砷元素多以阴离子形态存在,故本研究采用 Hamilton PRP-X100 阴离子交换色谱柱进行分离。并在《中华人民共和国药典》“汞、砷元素形态及价态测定法”的基础上,对流动相系统进行了优化,比较了不同种类(磷酸氢二铵、碳酸铵)、不同浓度(0.05 mol/L、0.1 mol/L、0.2 mol/L)及 pH(8.3、8.6、8.9、9.2)的缓冲盐溶液,最终选择含 2% 甲醇的 0.1 mol/L 碳酸铵(加甲酸调节 pH 值至 8.9)溶液为流动相,因为碳酸铵在高温下易挥发,避免因流动相沉积锥孔而导致熄火的情况发生^[13],且色谱峰的分离度及峰形均较好。在供试品的制备方面,本研究与《中华人民共和国药典》的提取方法进行对比,结果显示,两种提取方法测得的三价砷和五价砷含量无明显差异,说明本研究确定的制备方法已提取完全,且更加省时省力。

3.2 水蛭重金属含量及转移率分析

本研究收集 20 批不同产地的水蛭(蚂蟥)药材,测定总砷含量,发现合格率仅有 55%,有害元素砷超标问题严重,与文献报道一致^[3-4]。不同产地的水蛭药材砷含量差异较大,来自湖北襄阳的 4 批药材含量明显高于其他产地,均为不合格药材,可能是由于襄阳特殊的地理位置及工业大气污染物排放严重的原因;同一省份不同产区的药材也有一定差异,如江苏的南通市比宿迁市水蛭总砷含量高了 35%,说明产地的选择对水蛭药材的质量控制至关重要。

为研究水蛭煎煮后总砷的转移情况,对标准汤剂中的总砷含量进行测定并计算转移率,结果显示,20 个批次转移率均高于 70%,说明饮片中的总砷极易转移到标准汤剂中,其中有部分批次转移率超过 100%,可能是因为煎煮过程中砷进行了富集,或者由于煎煮用的水、器具等外界引入。标准汤剂中总砷合格率仅 35%,其中有 3 批合格的饮片煎煮成标准汤剂后砷含量超出限度,说明合格的饮片可能也无法生产出合格的产品,其中间产物和制剂砷超标风险较高,摄入过量会影响人体的正常代谢。

根据文献报道,砷有有机和无机两种形式,有机砷毒性较低,其中的砷甜菜碱(AsB)和砷胆碱(AsC)则被认为无毒^[14];无机砷化合物毒性极强,如砷酸盐[As(V)]、亚砷酸盐[As(III)]。为科学地评估水蛭药材的安全性,挑选出 10 批合格的样品,对有毒的砷酸盐和亚砷酸盐进行测定,结果显示水蛭中所含的无机砷含量远低于限量标准,其安全风险较小。

3.3 水蛭重金属控制

水蛭作为底栖动物,生长周期长,生活环境复杂,其生长的水体或土壤可能受到重金属的污染,导致其体内有害元素不断积累。且水蛭又是杂食性动物,主要吸食水中的漂浮生物、蜗牛等软体动物幼体、田螺、小型昆虫等,食物链的蓄积作用导致水蛭体内重金属的大量富集^[3-4],故水蛭的规范化养殖对控制药材质量至关重要。如在选址时选择水质、土壤符合国家标准的地方;加强对饵料及饲料的质量监督管理,可采用血粉+田螺混合作为替代饲料;在养殖模式中加强对水质及底泥基质的检测,有利于对水蛭生长期的重金属控制。

本文对全国 3 个主要产区的水蛭(蚂蟥)样品进行总砷及无机砷测定,建立的方法简便、灵敏、专属性好,可为水蛭药材的安全性研究提供数据支持,也可对其他重金属易超标的中药品种提供有效的研究参考。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:85-86.
- [2] 刘璇,高美凤,孔毅. 水蛭化学成分及药理作用的研究进展[J]. 药物生物技术,2017,24(1):76-80.
- [3] 李红霞,王文,徐国杰,等. 采用电感耦合等离子体质谱法检测水蛭药材中重金属的含量[J]. 北京中医药大学学报,2017,40(6):498-502.
- [4] 王文祎,杨瑶琨,吕晓娜,等. 水蛭药材重金属元素残留分析[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2015,17(9):1890-1892.
- [5] 刘晶,孙铭忆,吴慧敏,等. 砷元素形态价态的研究进展[J]. 中国中药杂志,2023,48(9):2396-2402.
- [6] 吕翔,王佳佳,邵霞,等. 砷元素形态分析和在中药研究中的应用进展[J]. 中成药,2017,39(8):1679-1683.
- [7] 王宁欣. 无机砷在淡水浮游植物和动物中的富集与毒性效应研究[D]. 南京:南京大学,2014.
- [8] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:四部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:520-522.
- [9] 陈明,叶小敏. 电感耦合等离子体质谱法测定复方甘草片中重金属和有害元素含量及其风险评估[J]. 中国药业,2023,32(21):86-90.
- [10] 海来约布,群培,卢君蓉,等. 基于 HPLC-ICP-MS 的藏药佐塔汞,砷元素形态、价态分析及安全性评价[J]. 中草药,2022,53(10):2985-2990.
- [11] 谷善勇,骆骄阳,刘好,等. 高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法检测 17 种大宗常用中草药中砷元素形态[J]. 中国中药杂志,2019,44(14):3078-3086.
- [12] 李康,李丽敏,程益清,等. 基于 HPLC-ICP-MS 的海螺蛸中不同砷形态含量及其转移率研究[J]. 分析测试学报,2023,42(8):1000-1006.
- [13] 吴良发,吴毅,周志强,等. 高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法测定大七厘剂中 6 种砷形态含量[J]. 药物流行病学杂志,2023,32(10):1127-1134.
- [14] MICHAEL F HUGHES. Arsenic toxicity and potential mechanisms of action[J]. Toxicology Letters,2002,133:1-16.

(编辑:张 晗)