

# 利用 Hansel iQuad 2300 ICP-MS 测试积雪草中铜、铅、砷、汞、镉元素

作者 黄泽超 衡昇质谱（北京）仪器有限公司

## 使用 KED 模式对积雪草中 5 种元素定量分析



### 前言

积雪草 (*Centella asiatica*) 作为一种传统药用植物, 因其抗炎、抗氧化及促进伤口愈合等药理活性被广泛应用于医药和化妆品领域。然而, 随着工业化和农业活动的加剧, 环境中重金属 (如铅、镉、砷、汞等) 污染问题日益突出, 这些重金属可通过土壤、水源和大气迁移至药用植物中, 并在体内富集, 进而通过食物链威胁人类健康。长期摄入重金属超标的药用植物可能导致肝肾损伤、神经系统病变甚至致癌风险。因此, 建立准确、灵敏的重金属检测方法, 评估积雪草及其制品的安全性, 对保障公众健康、规范中药材质量控制具有重要意义。

目前, 国内外对药用植物中重金属的检测主要采用原子吸收光谱法 (AAS)、电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS) 等现代分析技术, 这些方法具有高精度和低检测限的优势。然而, 针对积雪草这一特定基质, 其复杂的有机成分可能干扰重金属测定, 需优化前处理流程 (如消解方法、酸体系选择等) 以提高分析准确性。此外, 不同产地、栽培环境及加工工艺对积雪草重金属积累的影响尚需系统研究。

本文使用 Hansel iQuad 2300 ICP-MS 在建立积雪草

中多种重金属的测定方法, 分析其污染水平及分布特征, 参照中国药典 2020 版 四部 9101 分析方法验证指导原则 验证其重复性及准确度, 为制定积雪草药用安全标准提供科学依据, 同时为其他药用植物的重金属风险评估提供参考。

### 实验部分

#### 样品和试剂

所使用样品均由客户提供, 参照中国药典 2020 版 4 部 0412 电感耦合等离子体质谱法及对中国药典 2020 版 四部 9101 分析方法验证指导原则进行分析方法验证。

用硝酸 ( $\geq 65\%$ , GR) 进行微波消解和标液/样品进行前处理; 用过氧化氢 (30%, AR) 进行微波消解; 使用 18.2 M $\Omega$ -cm (Millipore, Bedford, MA, USA) 去离子水 (DIW) 进行所有稀释。

#### 标样

使用中国计量科学研究所的铅、镉、砷、汞、铜 5 种单标, 配制标准曲线。

使用 2% (v/v) 硝酸溶液由中国计量科学研究所制得含 Ge、Rh、Re 的内标 (ISTD) 溶液。

#### 汞标液稳定剂

取 0.2ml 金元素 (1000mg/L) 用硝酸溶液 (5+95) 稀释至 1000ml, 用于汞标准溶液的配制

#### 供试品溶液

取细粉约 0.3g 置于微波消解管内管中, 加入 5ml 硝酸和 2ml 过氧化氢, 混匀后按照表 1 的升温程序进行消解, 消解完成后, 取出, 冷却至室温, 转移至 50ml 量瓶中, 用一级水稀释至刻度, 摇匀, 同时做方法空白。

表 1. 微波消解仪升温程序

温度/ $^{\circ}$ C	保持时间/min
80	2
120	2
150	2
170	3
190	30

## 仪器

使用标准 iQuad 2300 ICP-MS（衡昇质谱）进行分析。使用氦气碰撞模式（KED 模式）去除质谱干扰。所用仪器运行条件及各元素电子稀释参数如表 2 所示。

表 2. 2300 ICP-MS 运行条件

参数	设置
RF 功率 (W)	1500
采样深度 (mm)	1.80
雾化器气体 (L/min)	1.09
雾化器	玻璃同心雾化器
雾室	玻璃旋流雾室
氦气流速 (mL/min)	3.95
测量模式	KED 模式
电子稀释倍数	0

## 结果与讨论

### 重复性

使用 2300 ICP-MS 在 KED 运行模式下测量 6 份供试品溶液的 5 种元素。表 3 显示，所有元素的重复性结果均符合标准要求。

表 5. 重复性数据

元素	实测平均值(μg/kg)	RSD (n = 6)	标准要求(%)
63Cu	4075	1.3	15
75As	231	2.0	15
111Cd	183	2.9	15
202Hg	2	10.1	15
208Pb	134	1.3	15

### 准确度

为评估本方法在实际样品分析中的适用性，采用积雪草样品对 5 种目标元素开展了高、低两个浓度梯度的加标回收试验。由表 4 可知，各元素在不同加标水平下的回收率均维持在 88%-99% 范围内，实验结果表明 2300 ICP-MS 系统可实现对样品中所有待测元素的精确测定。分析数据显示，该方法具有优异的测定

准确度和方法可靠性，能够完全符合中草药中多元素同步检测的技术要求。

表 4. 各种浓度下所有元素的回收率

元素	加标量(μg/L)		加标回收率(%)	
	A	B	A	B
63Cu	10	15	96.5	88.3
75As	10	15	94.9	91.8
111Cd	10	15	97.4	98.8
202Hg	1	1.5	90.3	90.0
208Pb	10	15	97.1	92.9

## 结论

iQuad 2300 ICP-MS 作为高灵敏度分析设备，被成功运用于积雪草中五种重金属元素（Pb、Cd、As、Hg、Cu）的准确定量。测定结果表明，各元素含量均显著低于《中国药典》2020 年版规定的限量标准。通过加标回收实验验证，所有目标元素的回收率均符合药典要求，且相对标准偏差（RSD）均符合标准要求，完全满足《中国药典》四部的规定。该仪器表现出卓越的方法灵敏度和检测专属性，其可靠的分析性能为中草药的质量安全控制提供了坚实的技术支撑。

## 参考文献

1. 中国药典 四部 9101 分析方法验证指导原则