

利用Hansel iQuad 2300 ICP-MS 准确定量黄芪质控样中的铅、镉、砷、汞、铜

作者 黄泽超 衡昇质谱（北京）仪器有限公司

使用 KED 模式对黄芪中 5 种元素定量分析



前言

黄芪作为传统补益类中药材，其临床疗效与用药安全备受关注。药材中铅、镉、砷、汞、铜等有害元素残留，不仅直接影响产品质量，更对人体健康构成潜在风险，已成为黄芪质量安全评价的核心内容。建立快速、准确、灵敏的多元素同步定量方法，对保障黄芪药材及相关产品的用药安全具有重要意义。

电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）凭借检出限低、线性范围宽、多元素同时测定等优势，已广泛应用于中药材重金属分析。

本研究采用 Hansel iQuad 2300 型 ICP-MS，针对黄芪基质特点优化前处理与仪器检测条件，建立对黄芪质控样品中 Pb、Cd、As、Hg、Cu 5 种元素的精准定量分析方法，为黄芪药材重金属限量控制与质量标准提升提供可靠的技术支撑。

实验部分

样品和试剂

所使用样品均由客户提供，参照中国药典四部 电感耦合等离子体质谱法对样品进行测试

用硝酸 ($\geq 65\%$, GR) ,对水样进行酸化处理。使用 18.2 M Ω ·cm (Millipore, Bedford, MA, USA) 去离子水 (DIW) 进行所有稀释。

标样

使中国计量科学研究所的铜、汞、镉、砷、铅等 13 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 Sc、Ge、Rh、Re 的内标 (ISTD)溶液。

汞稳定剂：200 μ g/L 金标液（2 % (v/v) 硝酸溶液）

样品前处理

取约 0.4g 的样品，精密称取，于微波消解罐中，加入 8ml 硝酸，100mg/l 金标准溶液 0.1ml，混匀后按照表 1 的消解程序进行微波消解。消解结束后取出消解罐，140 $^{\circ}$ C 赶至剩余约 1ml，冷却至室温后，转移至 50ml 离心管中，用 2%的硝酸定容至刻线，待测。

表 1.微波消解仪升温程序

温度/ $^{\circ}$ C	升温时间/min	保持时间/min
120	5	2
150	3	2
170	3	5
190	2	25

仪器

微波消解仪 M6 (屹尧科技)

使用标准 iQuad 2300 ICP-MS (衡昇质谱) 进行分析。使用 KED 模式去除质谱干扰。

使用 ICP-MS 软件内的自动调谐功能对 ICP-MS 进行优化。所用仪器运行条件及各元素电子稀释参数如表 1 所示。

表 2. 2300 ICP-MS 运行条件

参数	设置
RF 功率 (W)	1400
采样深度 (mm)	1.5
雾化器气体 (L/min)	1.00
雾化器	玻璃同心雾化器
雾室	玻璃双筒雾室
氦气流速 (mL/min)	4.80
测量模式	KED 模式

表 3. 电子稀释参数

元素名称	电子稀释参数
Cu	-0.38
As	-0.50
Pb	-0.50
Cd	-0.50
Hg	-0.50

表 4. 各元素的重复性结果

元素	RSD
	n=6
Cu	0.9%
As	2.1%
Pb	1.8%
Cd	2.0%
Hg	2.3%

正确度

测试本质控样，5 种元素的结果均在质控范围内，标的物证书见图 2，质控样回收率见表 5。

图 2. 质控样结果及范围

项目	参考值	范围Z (2)	单位
镉	2.62	2.17-3.07	mg/kg
汞	0.76	0.64-0.88	mg/kg
铅	2.82	2.34-3.30	mg/kg
砷	3.35	2.71-3.99	mg/kg
铜	29.9	24.2-35.6	mg/kg

表 5. 所有元素的回收率

	测试结果mg/kg	参考中值mg/kg	回收率
Cu	31.0	29.9	103.7%
As	3.53	3.35	105.4%
Pb	2.82	2.62	107.6%
Cd	2.93	2.82	103.9%
Hg	0.79	0.76	103.9%

结果与讨论

线性范围及相关系数 R²

图 1 显示了代表性元素的线性校准曲线。

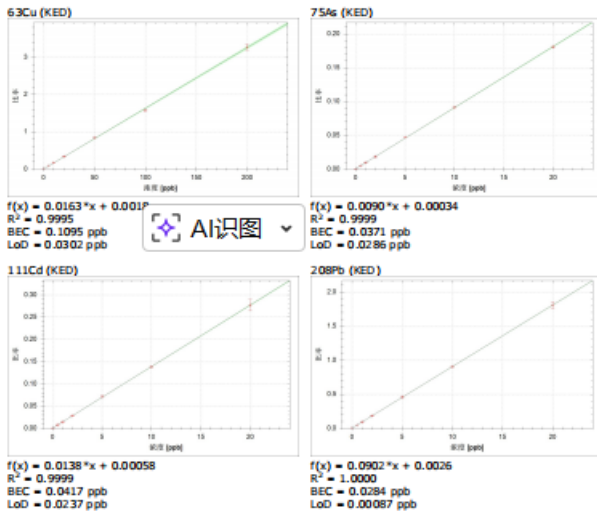


图 1. Cu、As、Cd、Pb 的标准曲线

重复性

对黄芪质控样品进行 6 次平行测定，计算铅、镉、砷、汞、铜五种元素测定结果的相对标准偏差 (RSD) 结果显示，各元素 RSD 均小于 5%，表明本方法在 Hansel iQuad 2300 ICP-MS 测定条件下重复性良好，精密度高，仪器信号稳定，受基质影响小，能够满足中药材重金属定量分析的稳定性要求。

结论

采用 Hansel iQuad 2300 ICP-MS 建立了黄芪中重金属的检测方法，通过优化前处理与仪器参数，实现了对铅、镉等重金属的精准测定。重复性良好，质控样测定值在标准允许误差范围内，方法正确度可靠。该方法有效规避了黄芪基质干扰，可作为黄芪重金属检测的稳定方法，为其质量管控提供了可靠技术支撑。

参考文献

- GB5009.268-2025 食品中多元素的测定 第一法

www.hansel-inst.com
衡昇质谱 (北京) 仪器有限公司

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。