

ICP-MS 测定食品中钍和铀含量

ICPMS-106

摘要：参考标准《SN/T 4678-2016 出口食品中铀、钍的测定方法 电感耦合等离子体质谱法》，使用岛津 ICPMS-2030 测定了小麦、玉米、白菜和豆角等多种食品中钍和铀元素含量。试验结果表明，钍和铀元素方法检出限为 20.5 和 0.65 ng/kg，重复性 (RSD) 为 0.42%~3.18%。小麦、玉米、白菜和豆角测定结果与标准物质标准值结果一致，该方法适用于食品中钍和铀含量的快速测定。

关键词：ICP-MS 食品 铀 钍

天然放射性物质广泛分布于自然界中，矿石、土壤、天然水体、大气环境及动植物组织中都有一定量的放射性核素。钍和铀是辐射防护领域中与人体健康密切相关的元素。铀及其化合物是核工业重要的原料，铀矿开采及核能利用是铀在环境中富集并产生污染的重要途径，医疗中放射性物质的使用、科学实验的放射性废物排放及意外事故放射性核素的泄露等，都可能通过食物链污染食物、影响人体健康。某些产品对放射性核素具有富集作用，可能超过安全限量对人体健康造成危害。某个地区岩石、土壤、水质及植物内

放射性特别强，表明该地区可能有铀矿的存在。

传统的钍测定使用 PMBP、三正辛胺萃取 - 分光光度法，铀使用三正辛胺萃取分光光度法和激光荧光法 (GB 14883.7-2016 食品安全国家标准 食品中放射性物质天然钍和铀的测定)。

ICP-MS 作为高灵敏度、多元素快速分析的无机质谱技术，是痕量、超痕量元素分析的主要手段。本文使用 ICP-MS 分析了小麦、玉米、白菜和豆角等食品中铀和钍元素含量。

■ 实验部分

1.1 仪器

微波消解仪，岛津 ICPMS-2030 电感耦合等离子体质谱仪。

1.2 仪器分析条件

ICP-MS 仪器分析条件见表 1。

表 1 ICP-MS 分析条件

参 数	参数设定	参 数	参数设定
高频功率	1.20 kW	等离子体气流速	8.5 L/min
辅助气流速	1.10 L/min	载气流速	0.70 L/min
炬管类型	Mini 炬管	雾化器	同轴
雾化室	旋流	雾化室温度	5°C
采样深度	5.0 mm	高频频率	27.12 MHz
碰撞气体	He	碰撞气流速	6 mL/min
池电压	-21 V	能量过滤器电压	7.0 V

■ 样品前处理

准确称取 0.500 g 样品于微波消解罐中，加入 6 mL HNO₃ 和 2 mL H₂O₂，加盖预消解 1h 后微波消解，升温程序见表 2。消解结束冷却后用少量水冲洗内盖，转移至 50 mL 离心管中，纯水定容至 25 g。

表 2 元素标准溶液浓度及分析质量数

步骤	控制温度 (°C)	升温时间 (min)	恒温时间 (min)
1	120	5	5
2	150	5	10
3	190	5	20

■ 结果与讨论

3.1 标准曲线和检出限

用 1% HNO₃ 将铀和钍溶液稀释为 0、0.05、0.10、0.20、0.50、1.00、2.00 μg/L 的标准序列；标准曲线如图 1、图 2 所示。连续测定空白计算检出限 (DL)，仪器检出限 (IDL) 和方法检出限 (MDL) 结果见表 3，钍和铀方法检出限分别为 20.5 和 0.65 ng/kg。

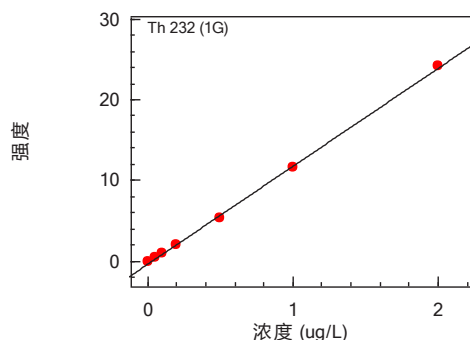


图 1 钍标准曲线

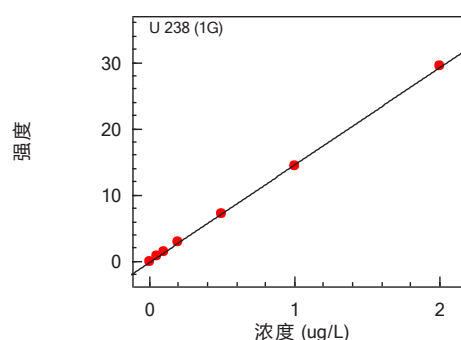


图 2 铀标准曲线

表 3 元素检出限

编号	元素	质量数	内标	相关系数	IDL (ng/L)	MDL (ng/kg)
1	Th	232	¹⁸⁵ Re	0.9996	0.41	20.5
2	U	238	¹⁸⁵ Re	0.9999	0.013	0.65

3.2 样品结果

取小麦、玉米、白菜和豆角等标准物质，按照前处理程序处理后进样测定，测定结果见表 4，结果与标准物质标准值基本一致，相对标准偏差为 0.42%~3.18%。

表 4 食品中钍和铀测试结果

样品	钍 (Th)			铀 (U)		
	测定结果 (μg/kg)	RSD (n=3, %)	标准值 (μg/kg)	测定结果 (μg/kg)	RSD (n=3, %)	标准值 (μg/kg)
小麦 (GBW10011)	3.54	3.18	(3.2)	1.58	1.11	(2.0)
玉米 (GBW10012)	5.90	1.42	4.6±1.5	2.17	2.53	(2.3)
白菜 (GBW10014)	6.35	0.42	9±3	19.4	1.71	20±3
豆角 (GBW10021)	47.8	1.26	55±10	84.8	0.29	90±5

备注：标准值一栏中括号内为参考值。

■ 结论

参考标准《SN/T 4678-2016 出口食品中铀、钍的测定方法 电感耦合等离子体质谱法》，使用岛津 ICPMS-2030 测定了小麦、玉米、白菜和豆角等不同食品中钍和铀。该方法灵敏度高，适用于食品中钍和铀的快速测定。