



Elan DRC - e 等离子体质谱仪在食品分析中的应用
Food Analysis by Elan DRC-e Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer

VERSTRAETEN David
(美国 PerkinElmer 公司分析科学部比利时办事处)

了解食品中营养元素和有害元素的组成十分重要，食品分析一般要求测定其中的高含量 (mg/L) 组分，也需要测定其中的低含量 (μg/L) 组分。传统的食品样品分析需要采用多种仪器方法，如用火焰原子吸收光谱法 (FAAS) 测定食品中的高含量组分，而使用石墨炉原子吸收光谱法 (GFAA) 测定其中的痕量组分。

随着电感耦合等离子体质谱 (ICP - MS) 技术的不断发展，以上食品样品分析的挑战可在带有动态反应池 (DRC) 技术的 ICP - MS 上实现。目前已报道了多篇 Elan DRC 型 ICP - MS 应用于食品分析的文献^[1-5]。Elan DRC 型 ICP - MS 多项独特的设计使其非常适合于食品分析。某些高含量元素会使检测器达到饱和，Elan DRC 型 ICP - MS 可以选择性地抑制信号，使得食品中的高含量元素分析成为可能，同时延长了检测器的寿命^[6-7]。这些特点对于食品中营养元素的分析是十分重要的。

1 实验部分

1.1 等离子体质谱工作条件

Elan DRC - e ICP - MS 仪工作条件为：十字交叉雾化器、Scott 双通道雾室、2 mm 石英进样管、射频 (RF) 功率 1500 W。待测元素及其质量数和动态反应池工作条件列于表 1。待测元素是客户要求的最感兴趣的元素，本文并没有对样品中所有元素进行测定。

表 1 待测元素和动态反应池工作条件

待测元素	所选质量数 (m/z)	干扰	反应气	流量 ν/(mL · min ⁻¹)	反应参数 (RPq)
Ca	44				0.25
Fe	57				0.25
Cu	63				0.25
Zn	66				0.25
Se	78	⁴⁰ Ar ³⁸ Ar ⁺	O ₂	0.3	0.65
As	91 (AsO ⁺)	ArCl ⁺ , CaCl ⁺	O ₂	0.3	0.55
Cd	112				0.25
Sn	118				0.25
Hg	200				0.25
Pb	208				0.25

1.2 样品及处理

选取各类不同基体食品样品标准参考物质包括 F - 膳食 (Total Diet Food F), IMEP - 19 米粉 (Rice Flour), DORM - 2 角鲨鱼肌肉 (DORM - 2 Dogfish Muscle) 和罐装菠萝 (Canned Pineapple) 进行分析。这些样品经客户预先消解。

样品处理：称取大约 0.25 g 样品 (罐装菠萝为 5.0 g) 进行消解后定容至 25 mL，再稀释 20 倍，备 ICP - MS 分析。

1.3 样品及处理

采用外标法对样品进行定量，各元素标准溶液的浓度列于表 2。

表 2 元素标准溶液的浓度

待测元素	标准浓度 ρ _B /(μg · L ⁻¹)
Cu, Zn, Se, As, Cd, Pb	1, 2, 5
Sn	10, 20
Hg	0.1, 0.2
Ca, Fe	100, 200

2 结果与讨论

按照建立的实验方法，分别测定各类不同基体食品标准参考物质，由表 3 结果可见，测定值与标准值吻合。

表 3 各类食品标准参考物质测定

待测元素	w _B /(μg · g ⁻¹)							
	F - 膳食		IMEP - 19 米粉		角鲨鱼肌肉		罐装菠萝	
	标准值	测定值	标准值	测定值	标准值	测定值	标准值	测定值
As	<0.050	<0.040			18.0	18.1		
Ca	262	263						
Cd	0.877	0.847	1.68	1.46	0.043	0.047		
Cu	72.7	73.8	2.82	2.88				
Fe	349	354						
Se	0.391	0.340			1.40	1.44		
Zn	55.8	55.5	23.0	22.8	25.6	24.9		
Pb			0.416	0.460				
Hg					4.64	4.63		
Sn							100	94

尽管客户没有要求,但为了验证 Elan DRC - e 分析高含量组分的能力,测定了 F - 膳食中 Na 和 K 的含量。Na 和 K 在样品中含量非常高,由于 Elan DRC ICP - MS 独特的设计,实验中仅需在标准模式下设置不同的 RPa 值(无需反应气)来抑制这些高含量元素的信号,实现准确测定(见表 4)。

表 4 F - 膳食标准参考物质中 Na 和 K 的测定

元素	所选质量数 m/z	反应参数		$w_B/(\mu g \cdot g^{-1})$	
		RPq	RPa	标准溶液浓度	测定值
Na	23	0.25	0.11	2.5, 5.0	83.3
K	39	0.25	0.11	2.5, 5.0	633

3 结语

Elan DRC - e ICP - MS 可以很好地测定各类食品中的痕量元素和营养元素。Elan DRC 型 ICP - MS 仪器具备多项独特的设计,包括大孔径接口设计,通入反应气在消除干扰的同时不降低灵敏度,可以选择性地对高含量元素的信号进行抑制从而扩大动态线性范围,专利设计的反应池不被高含量样品污染,这些特点保证了 Elan DRC 型 ICP - MS 仪器用于分析高含量样品(如食品)具有非常出色的稳定性,使其特别适合于高含量基体样品的分析。Elan DRC - e ICP - MS 已成为各类不同基体食品分析的理想仪器。

4 参考文献

- [1] Chan Yo S C L. Analysis of Ling Zhi (Canoderma lucidum) using dynamic reaction cell ICP-MS and ICP-AES[J]. *J Anal Atom Spectrom*, 2003, 18(2): 146 - 150.
- [2] Knopp M A F, Chan K R Neubauer. Analysis of food substances with dynamic reaction cell ICP-MS[R]. PerkinElmer Corporation, 2004, 00710_01.
- [3] Hammer D, Nicolas M, Andrey D. Improved chromium determination in various food matrices using DRC ICP-MS[J]. *Atomic Spectroscopy*, 2005, 26(6): 203 - 208.
- [4] Wu M-C, Jiang S-J, His T-S. Determination of the ratio of calcium to phosphorus in foodstuffs by DRC-ICP-MS[J]. *Anal Bioanal Chem*, 2003, 377: 154 - 158.
- [5] Verstraeten D. Analysis of beer by dynamic reaction cell (DRC) ICP-MS[R]. PerkinElmer Corporation, 2006, 007503A_01.
- [6] Abou-Shakra F. Extending the dynamic range of the Elan DRC by selective attenuation of high signals[R]. PerkinElmer Corporation, 2005, 00743_01.
- [7] Beres S, Dionne L, Neubauer K, Thomas R. Reducing the impact of spectral interferences on the determination of precious metals in complex geological matrices using DRC-ICP-MS[R]. PerkinElmer Corporation, 2005, 44.

国家地质实验测试中心屈文俊研究员论文 “高温密闭溶样电感耦合等离子体质谱准确测定辉钼矿铼 - 钼地质年龄” 入选 2007 年度“中国百篇最具影响优秀国内学术论文”

2008 年 12 月 9 日,中国科学技术信息研究所在北京国际会议中心举行“2007 年度中国科技论文统计结果发布会”,公布了“中国百篇最具影响优秀国际学术论文”和“中国百篇最具影响优秀国内学术论文”的评选结果。由科技部直属的中国科学技术信息研究所公布的这一结果,代表了我国科技论文的最高水平。国家地质实验测试中心屈文俊研究员论文“高温密闭溶样电感耦合等离子体质谱准确测定辉钼矿铼 - 钼地质年龄”在此次评比中荣获“中国百篇最具影响国内学术论文”。这篇论文发表于《岩矿测试》2003 年第 23 卷第 4 期,为国家自然科学基金(49973017)支持项目成果。

为促进我国高影响、高质量科技论文的发表,引导我国的论文增长模式由重视数量向重视质量方向转变,中国科学技术信息研究所自 2007 年开始进行“中国百篇最具影响优秀国际学术论文”和“中国百篇最具影响优秀国内学术论文”的评选,并将这些论文作为我国最具影响的学术论文代表。论文每年评选 1 次,国际论文源为 2007 年被美国《科学引文索引》(SCI)收录的中国论文,国内论文源为 2007 年被中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)收录的国内论文。

在论文的全面评定中,采用定性和定量相结合,即文献计量和专家评估相结合的方式进行,文献计量指标包括:论文的创新性、发表论文的期刊水平、是否处于研究前沿、是否属于研究热点、论文的合作强度、论文的文献类型、论文的完整性、论文的参考文献情况、论文他引量等。