



# 4100 微波等离子体原子发射光谱仪对食品中主量、微量和痕量元素的经济型分析

## 应用简报

食物和饮料

### 作者

Tran Nham 和 Craig Taylor\*

安捷伦科技  
墨尔本，澳大利亚

\* 通讯作者



## 引言

无论我们的目标是食品安全、质量保证还是确定产地，测定日常食物和饮料中的痕量元素极其重要。尽管一些元素在低浓度下对我们的健康是必不可少的，但像铅和铬等剧毒元素，在自然界中不可降解，并与病毒性疾病、神经系统疾病和其他疾病相关联。污染或劣质食物引起的食品恐慌不仅对健康造成危害，同时破坏了消费者的信心。销量的降低会减少盈利，而负面的公众形象会让公司失去信誉。

虽然原子光谱对食品中金属元素的分析方法手段丰富，但实际方法的采用通常取决于应用的需求，如感兴趣的元素、预期的浓度和数量及样品的类型。其它影响仪器选择的重要采购因素还包括有耗材、气体、电力、劳动力以及服务和维护的成本等。



Agilent Technologies

随着实验室预算面临越来越大的压力，安捷伦研发并拓展了其原子光谱的系列产品，首先推出了 4100 微波等离子体原子发射光谱仪 (MP-AES)。MP-AES 是一项使用氮气微波等离子体进行元素分析的新型分析技术，通过使用氮气作为其等离子体气体，显著降低了运行成本。

## 实验

本实验对以下各类标样及标准参考物质进行了比对分析：

- NIES CRM No.7 Tea Leaves 茶叶：来自日本国家环境研究所 (NIES)
- NIES CRM No.10c 米粉：来自日本国家环境研究所 (NIES)
- NIST SRM 1577 牛肝：来自美国国家标准与测试研究所
- CRM- 小麦粉：来自美国高纯度标准
- CRM- 奶粉：来自美国高纯度标准品公司
- CRM- 牡蛎组织：来自美国高纯度标准品公司

### 样品制备

三种样品分别采用酸消解法进行制备处理。分别称取 0.25 克茶叶 CRM、0.5 克牛肝 SRM 和 1 克米粉 CRM，置于 250 毫升烧杯中。分别加入 10 毫升硝酸并加盖表面皿。加热盘上加热直至完全溶解。冷却至室温后，转移至 100 毫升容量瓶中，Milli-Q 纯水定容待测。

CRM 标准的小麦粉，奶粉及牡蛎样品，来源于 High Purity Standards, USA。为制备好的溶液样品，4% 硝酸介质。

工作曲线及空白与样品匹配一致。

## 仪器

创新性 4100 MP-AES，采用专利微波激发系统，快速顺序扫描式原子发射光谱技术设计，利用氮气等离子体光源，可进行快速、无人值守的多元素分析。独特的微波激发系统，将微波能量聚集到炬管周围形成强大的轴向磁场，因而产生出稳健的环形等离子体，使得样品的引入更加有效、稳定。MP-AES 中心通道的温度约为 5000 K，由于其能够产生高强度原子发射谱线，因此极其适用于光谱分析。与火焰原子光谱仪相比，4100 MP-AES 光谱简单干扰少，同时无需使用昂贵和高度易燃气体，如乙炔，这将大大降低运行成本并增强实验室安全性。

本文采用安捷伦 4100 MP-AES 标配炬管、同心雾化器和玻璃旋流雾室进行了相关分析研究。

操作参数见表 1。

表 1. 安捷伦 4100 MP-AES 操作参数

仪器参数	设置
雾化器压力	160–180 kPa
读数时间	3 s (10 s, MDL)
重复次数	3 (10, MDL)
稳定时间	15 s
背景校正	自动

## 结果

### 方法检出限

通过消解空白样品的分析测定方法检出限。选择的分析波长和方法检出限 ( $3\sigma$ ) 见表 2。

表 2. 安捷伦 4100 MP-AES 元素波长和方法检出限 (ppb)

元素	波长 (nm)	检出限 (ppb)
Al	396.152	0.5
Ba	455.403	0.02
Ca	445.478	14
Cd	228.802	1.2
Co	340.511	4
Cr	425.433	0.5
Cu	327.396	0.4
Fe	371.993	3
K	769.897	3
K	404.414	280
P	213.618	100
Pb	405.781	5
Pb	368.343	12
Mg	518.361	4
Mn	403.076	0.5
Mo	379.825	1.5
Na	589.592	3
Na	568.821	140
Ni	341.476	2
Ni	352.453	2
Sr	407.771	0.01
Zn	213.857	4

### 食品分析

表 3 至表 8 列出了六种不同食品中主量、微量和痕量可萃取元素的分析结果。对于所有的 CRM 和 SRM 样品, 其测量值 (重复三次获得) 与验证值匹配良好。

表 3. NIES No.7 茶叶的检测结果

元素	测量值	验证值
	wt%	wt%
Ca	0.314 ± 0.013	0.320 ± 0.012
Mg	0.150 ± 0.004	0.153 ± 0.006
K	1.861 ± 0.074	1.86 ± 0.07
	mg/kg	mg/kg
Ba	5.76 ± 0.57	5.7*
Cd	nd	0.03 ± 0.03
Co	nd	0.12*
Cr	nd	0.15*
Cu	7.13 ± 0.81	7 ± 0.3
Pb	nd	0.8 ± 0.03
Ni	6.03 ± 0.63	6.5 ± 0.3
Sr	3.63 ± 0.43	3.7*
Zn	34 ± 3	33 ± 3

\* 仅作为参考值

表 4. NIES No.10c 米粉的检测结果

元素	测量值	验证值
	wt%	wt%
Mg	0.127 ± 0.006	0.125 ± 0.008
K	0.279 ± 0.012	0.275 ± 0.010
P	0.300 ± 0.010	0.335 ± 0.008
	mg/kg	mg/kg
Al	1.49 ± 0.13	1.5*
Ca	95.4 ± 7.0	95 ± 2
Cd	1.83 ± 0.14	1.82 ± 0.06
Co	nd	0.007*
Cr	nd	0.08*
Cu	4.03 ± 0.32	4.1 ± 0.3
Fe	10.6 ± 0.15	11.4 ± 0.8
Mo	nd	1.6 ± 0.1
Ni	nd	0.30 ± 0.03
Sr	0.2	0.2*
Zn	21.8 ± 1.0	23.1 ± 0.8

\* 仅作为参考值

表 5. NIST 1577 牛肝的检测结果

元素	测量值	验证值
	wt%	wt%
Na	0.247 ± 0.006	0.243 ± 0.013
K	1.00 ± 0.08	0.97 ± 0.06
	mg/kg	mg/kg
Ca	131	123*
Cd	nd	0.27 ± 0.04
Co	nd	0.18*
Cu	185 ± 6	193 ± 10
Fe	266 ± 5	270 ± 20
Pb	nd	0.34 ± 0.08
Mg	625 ± 45	605*
Mn	10.4 ± 1.41	10.3 ± 1
Mo	nd	3.2*
Sr	0.15 ± 0.07	0.14*
Zn	125 ± 4	130 ± 10

\* 仅作为参考值

表 6. CRM 小麦粉的检测结果

元素	测量值 (mg/kg)	验证值 (mg/kg)
Al	0.83 ± 0.02	0.85 ± 0.01
Ca	9.64 ± 0.97	9.5 ± 0.1
Cd	nd	0.0015*
Co	nd	0.001*
Cr	0.013 ± 0.001	0.014*
Cu	0.09 ± 0.008	0.1 ± 0.002
Fe	0.81 ± 0.04	0.90 ± 0.01
K	62.5 ± 0.5	65 ± 0.7
P	61.1 ± 1.7	65 ± 0.7
Pb	0.05 ± 0.001	0.050 ± 0.003
Mg	20.8 ± 0.1	20.0 ± 0.2
Mn	0.36 ± 0.02	0.4 ± 0.008
Ni	nd	0.009 ± 0.001
Zn	0.47 ± 0.05	0.50 ± 0.01

\* 仅作为参考值

表 7. CRM 奶粉的检测结果

元素	测量值 (mg/kg)	验证值 (mg/kg)
Al	nd	0.020 ± 0.002
Ca	131 ± 9	130 ± 1
Co	nd	0.0004*
Cr	nd	0.0003*
Cu	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.001
Fe	0.018 ± 0.002	0.020 ± 0.001
K	178 ± 6	170 ± 2
P	98.7 ± 1.3	100 ± 1
Pb	nd	0.002*
Mg	11.9 ± 0.2	12 ± 0.1
Mn	0.003 ± 0.002	0.003*
Na	48.7 ± 2.6	50 ± 1
Zn	0.48 ± 0.05	0.50 ± 0.01

\* 仅作为参考值

表 8. CRM 牡蛎组织的检测结果

元素	测量值 (mg/kg)	验证值 (mg/kg)
Al	2.92 ± 0.07	3*
Ca	15.0 ± 0.49	15*
Cd	nd	0.03*
Co	nd	0.004*
Cr	nd	0.007*
Cu	0.56 ± 0.05	0.6*
K	100 ± 0.96	100*
P	79.1 ± 0.9	80*
Pb	nd	0.005*
Mg	12.1 ± 0.2	12*
Mn	0.18 ± 0.01	0.2*
Na	48.9 ± 0.8	50*
Ni	nd	0.01*
Zn	8.3 ± 0.4	9*

\* 仅作为参考值

## 结论

安捷伦 4100MP-AES 通过采用氮气作为工作气体，降低了运行成本并增强了实验室及环境安全，可替代依赖乙炔气体工作的食品检测仪器，其在灵敏度、多元素分析能力和分析速度方面极具优势。

本研究通过简单、快速的酸消解样品制备程序（要求使用六种不同食物样品中的三种），使用 MP-AES 对所有六种标准参考物质进行主量、微量元素的分析。采用安捷伦 4107 氮气发生器能够大幅降低气体消耗，对于气源获取困难或气源昂贵的边远地区，具有十分重要的意义。

**[www.agilent.com/chem/cn](http://www.agilent.com/chem/cn)**

安捷伦对本资料可能存在的错误或由于提供、展示或使用本资料所造成的间接损失不承担任何责任。

本资料中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2011

2011年9月1日，中国印刷  
5990-8685CHCN



**Agilent Technologies**