

# ICP-AES 法测定茶叶中的多种元素

ICP-035

**摘要:** 参考国家标准《茶叶中铁、锰、铜、锌、钙、镁、钾、钠、磷、硫的测定 – 电感耦合等离子体原子发射光谱法》方法, 采用岛津真空型光室电感耦合等离子体光谱仪 ICPE-9000 测定了茶叶标准品 GBW10016 中多种元素含量。实验结果表明, 铁、锰、铜、锌、钙、镁、钾、钠、磷、硫线性关系及重复性良好, 茶叶标准品测定结果与标定值吻合, 各元素的方法检出限良好。该方法快速高效, 定量准确, 完全能满足测定要求。

**关键词:** ICP-AES 茶叶 微量元素 真空光室

茶叶是世界三大饮料(茶、咖啡和可可)之一, 含多种有机成分和人体必需的营养元素。影响茶叶品质的主要成分分为无机和有机成分两类, 无机成分主要为营养元素, 营养元素对茶叶品质的影响尤为明显, 如适量锰可提高茶叶中茶氨酸和谷氨酸含量, 而锰含量过高对茶多酚有一定的抑制作用; 适量的锌能促进茶叶氨基

酸、茶多酚和香气物质等成分的形成。因此, 准确了解茶叶中营养元素状况, 对改善茶叶品质具有指导意义。本文参考国家标准《茶叶中铁、锰、铜、锌、钙、镁、钾、钠、磷、硫的测定 – 电感耦合等离子体原子发射光谱法》征求意见稿, 采用岛津真空型光室 ICPE-9000 对茶叶标准品 GBW10016 进行了方法验证。

## 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 ICPE-9000 等离子体发射光谱仪  
仪器稳定后, 按表 1 仪器工作条件测定。

表 1 仪器工作条件

观测方向	等离子体气 (L/min)	辅助气 (L/min)	载气 (L/min)	高频频率 (MHz)	高频输出功率 (kW)	矩管类型	雾化器	雾化室
轴向纵向	10	0.6	0.7	27.12	1.2	Mini	同心	旋流

### 1.2 实验器皿及试剂

实验所用玻璃器皿均用硝酸溶液(1+1)浸泡 24 小时后, 用去离子水冲洗, 干燥备用; 实验所用 HNO<sub>3</sub> 为 MOS 级, 实验用水为超纯去离子水。实验所用器皿均为塑料材质。

茶叶标准品 GBW10016。

### 1.3 样品的前处理

称取 0.2500g GBW10016 茶叶样品于聚四氟消解罐中, 加入 6 mL 硝酸, 放入微波消解仪中, 设置 15 min 升至 200°C, 并且 200°C 保持 10 min, 冷却至 60°C 取出消解罐, 转移至 100 mL 聚四氟乙烯烧杯中, 电加热板 250°C 加热, 蒸发至 1 mL 溶液时转移至 25 mL PVC 容量瓶中, 用超纯水定容至 25 mL (钾稀释 20 倍后测定; 钙、磷、硫稀释 5 倍后测定)。

### 1.4 仪器参数和分析线的选择

根据表 2 制备铁、锰、铜、锌、钙、镁、钾、钠、磷、硫的混合标准溶液, 含 2% 硝酸。

表 2 不同元素标准曲线浓度

元素	标准曲线浓度 (mg/L)				
Fe	0	0.01	0.1	1.0	10
Mn	0	0.01	0.1	1.0	10
Cu	0	0.01	0.1	1.0	10
Zn	0	0.005	0.05	0.5	5
Ca	0	0.02	0.2	2.0	20
Mg	0	0.02	0.2	2.0	20
K	0	0.01	0.1	1.0	10
Na	0	0.01	0.1	1.0	10
P	0	0.01	0.1	1.0	10
S	0	0.01	0.1	1.0	10

**结果与讨论**

2.1 标准曲线与轮廓图

各元素的标准曲线如下：

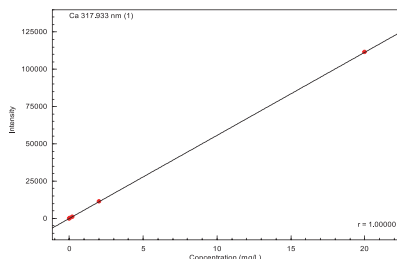


图 1 钙元素的标准曲线

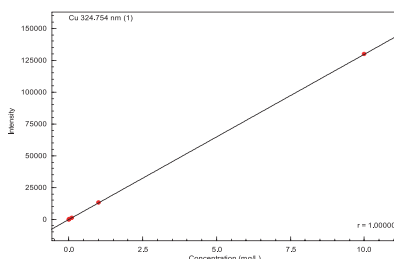


图 2 铜元素的标准曲线

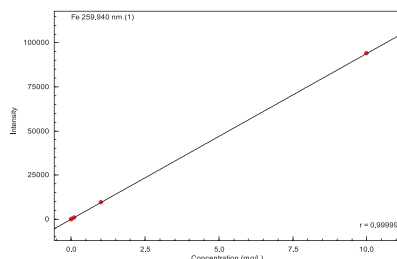


图 3 铁元素的标准曲线

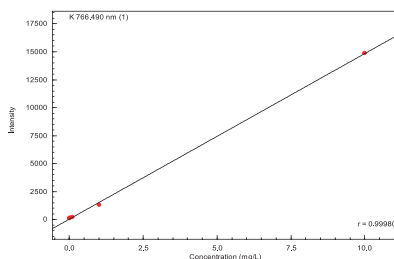


图 4 钾元素的标准曲线

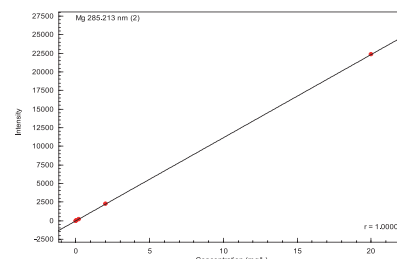


图 5 镁元素的标准曲线

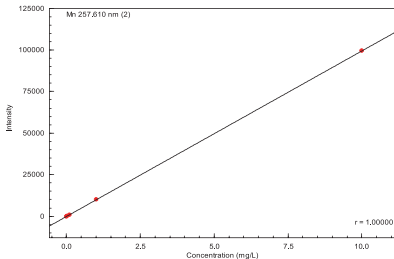


图 6 锰元素的标准曲线

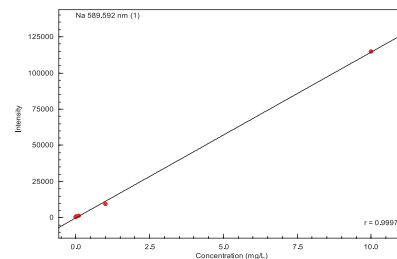


图 7 钠元素的标准曲线

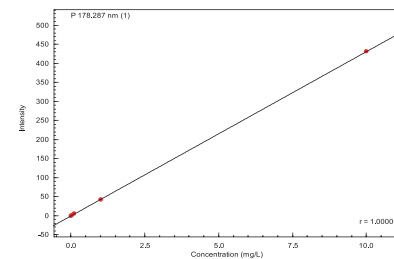


图 8 磷元素的标准曲线

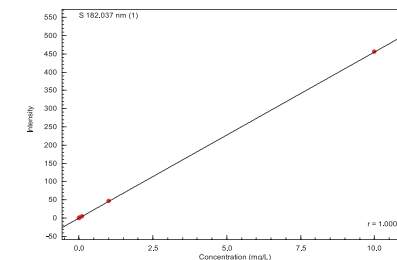


图 9 硫元素的标准曲线

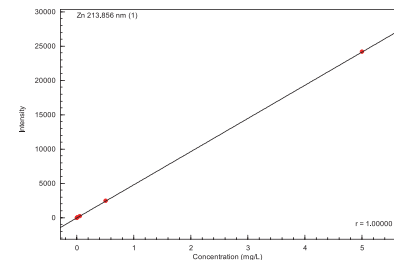


图 10 锌元素的标准曲线

2.2 轮廓图

各元素的轮廓图如下:

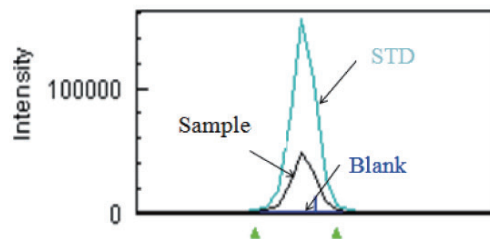


图 11 Ca 317.933 nm 轮廓图

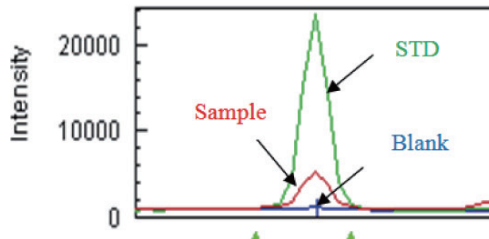


图 12 Cu 324.754 nm 轮廓图

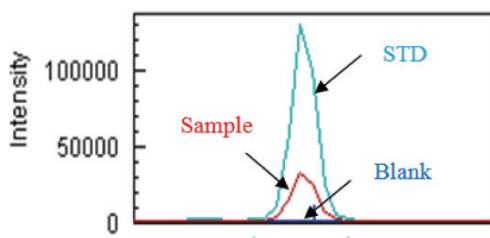


图 13 Fe 259.940 nm 轮廓图

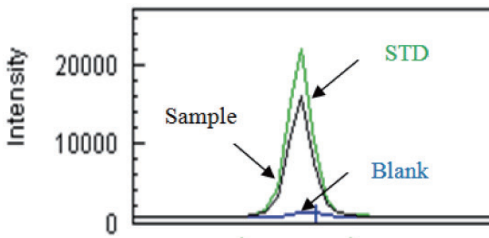


图 14 K 766.491 nm 轮廓图

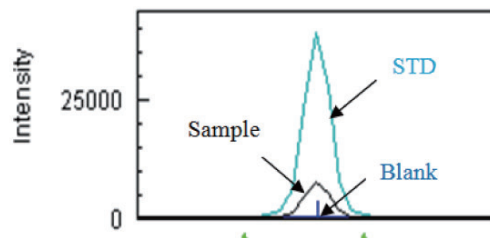


图 15 Mg 285.213 nm 轮廓图

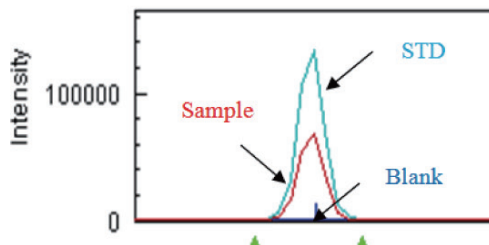


图 16 Mn 257.610 nm 轮廓图

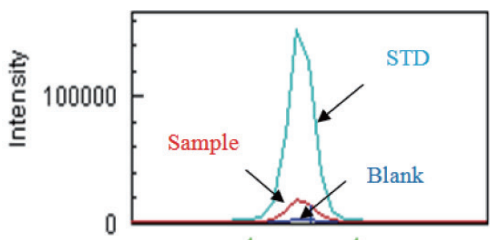


图 17 Na 589.592 nm 轮廓图

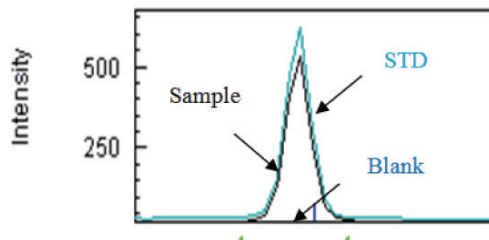


图 18 P 178.287 nm 轮廓图

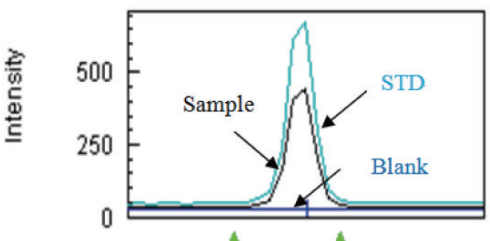


图 17 Na 589.592 nm 轮廓图

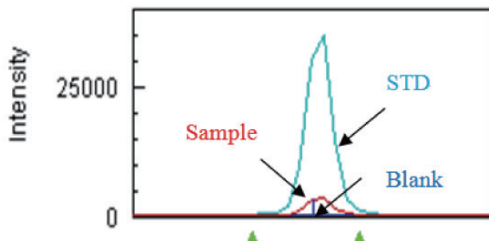


图 18 P 178.287 nm 轮廓图

### 2.3 方法的检出限

对空白标准溶液的分析元素进行 10 次测定，取 3 倍的空白标准偏差所对应的浓度即为各元素的检出限，其结果见表 3。

表 3 检出限

元素名称	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Zn
检出限 (μg/L)	0.4	2	0.5	34	0.05	0.07	3	8	4	0.2

### 2.4 茶叶标准品测定结果及给定值

按实验方法对 GBW10016 茶叶样品进行分析，分析结果见表 4。

表 4 GBW10016 茶叶样品分析结果及给定值

元素名称	Ca	Cu	Fe	K	Mg
测定结果 (μg/g)	3180	18.1	248	$1.66 \times 10^4$	1810
样品标定值 (μg/g)	$3260 \pm 80$	$18.6 \pm 0.7$	$242 \pm 18$	$1.63 \times 10^4 \pm 700$	$1860 \pm 110$

元素名称	Mn	Na	P	S	Zn
测定结果 (μg/g)	506	90	4335	3265	50.7
样品标定值 (μg/g)	$500 \pm 20$	$90 \pm 10$	$4500 \pm 300$	$3000 \pm 300$	$51 \pm 2$

## 结论

本文参考国家标准《茶叶中铁、锰、铜、锌、钙、镁、钾、钠、磷、硫的测定—电感耦合等离子体原子发射光谱法》方法，采用岛津真空光室型电感耦合等离子体光谱仪 ICPE-9000 测定了茶叶标准品 GBW10016 中多种元素含量。实验结果表明，铁、锰、铜、锌、钙、镁、钾、钠、磷、硫线性关系及重复性良好，茶叶标准品测定结果与标定值吻合，各元素的方法检出限良好。该方法快速高效，定量准确，完全能满足测定要求。