

使用 Agilent 4100 微波等离子体-原子发射光谱仪 (MP-AES) 分析饮料中的铝元素

应用简报

食品检验

作者

Yuki Yoshida

安捷伦科技公司
八王子市, 东京



摘要

饮料中如果含铝会影响其口感。本应用简报描述了使用 Agilent 4100 MP-AES 检测饮料中的铝元素。饮料含盐、糖和酒精等多种基质成分。本文对这些基质成分如何影响铝元素的测定以及如何减少这些干扰进行了研究。结果表明, 只要基质浓度以及酒精浓度已知在某一范围, 便可实现对铝元素的分析。



Agilent Technologies

前言

目前，吸收分光光度法、原子吸收分光光度法以及电感耦合等离子体-原子发射光谱均被用于食品的元素分析。根据日本自来水厂法规定的市政供水质量标准的限制，食品和饮料中铝元素的含量不得超过 0.2 mg/L。火焰原子吸收光谱 (FAAS) 对铝元素的检测灵敏度较低，且饮料中的高基质成分会堵塞燃烧头。本文旨在研究 MP-AES 是否可以替代 FAAS 用于饮料分析。

实验部分

仪器

使用 Agilent 4100 MP-AES 进行分析测定。4100 MP-AES 是一台紧凑的台式光谱仪，它可以产生稳定的磁激发氮等离子体。

使用 2.45 GHz 风冷磁控管，在炬管周围形成磁场。通过磁场激发氮气产生的等离子体，相比电感耦合等离子体的趋肤效应更强，环状结构更加稳定，从而更加有利于液体样品的引入及稳定（见表 1）。仪器采用氮气作为工作气体激发形成等离子体，而氮气则由空气压缩机以及 Agilent 4107 氮气发生器供应。与传统的更换气瓶方式相比，实验室自行进行气体发生的明显优势是降低了运行和维护成本。

本应用中所使用的样品引入系统由标准炬管、单通道旋流雾化室以及同心玻璃雾化器组成。

仪器操作条件见表 1。

表 1. Agilent 4100 MP-AES 操作条件

参数	参数值
微波功率	1.0 kW
泵速	15 rpm
积分时间	3 秒

标准品和样品前处理

样品包括：

- 大麦茶
- 绿茶
- 红茶
- 咖啡
- 可乐
- 运动饮料
- 啤酒
- Shochu highball

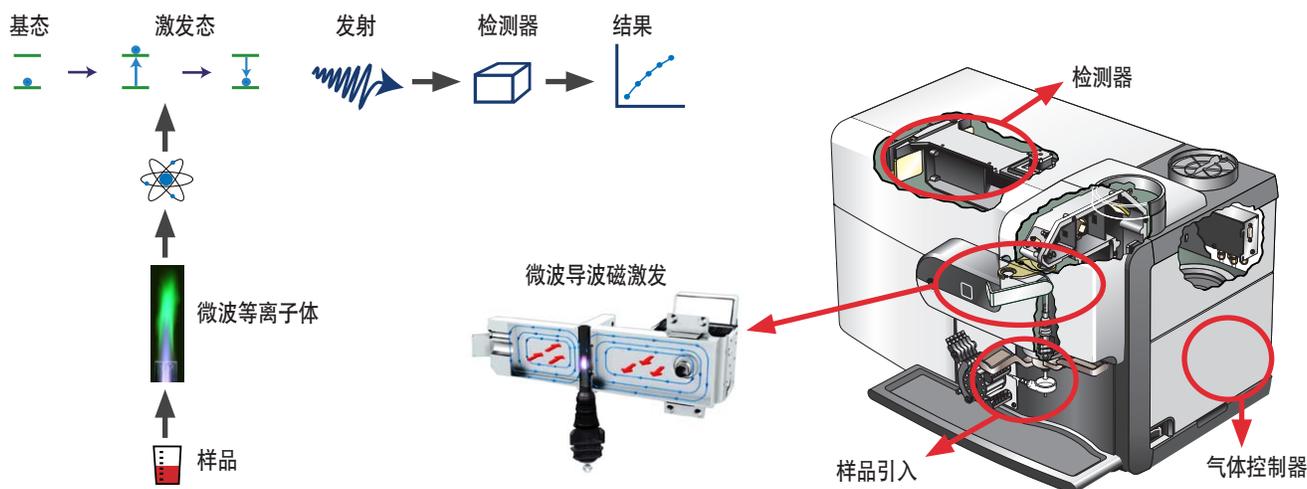


图 1. Agilent 4100 MP-AES 示意图及基本原理

结果

定量下限以及稳定性

测定了水溶液以及乙醇的定量下限以及稳定性。使用标准溶液制备 0.1% 硝酸溶液并将乙醇溶液稀释至 0.2 mg/L。将重复十次测定的空白溶液浓度的标准偏差 (σ) 的十倍作为定量下限。通过重复十次测定 0.2 mg/L 的两种溶液来计算稳定性 (见表 2)。

表 2. MP-AES 的方法检出限 (MDL)

铝	定量限 ($\mu\text{g/L}$)	0.2 mg/L 下的稳定性 (%RSD)
水溶液	1.9	1.4
乙醇 (100%)	7.9	0.7

定量限以及稳定性的结果表明微波等离子体原子发射光谱非常适合用于饮料中铝元素的分析。

糖的影响

在铝为 0.2 mg/L、糖的浓度为 0 g/100 mL，发射强度为 1 的条件下，测定了糖的浓度 (介于 0 到 50 g/100 mL) 变化对发射强度的影响。样品中糖的浓度为：红茶 (加糖) 大约为 2-5 g/100 mL，可乐大约为 11 g/100 mL (见图 2)。

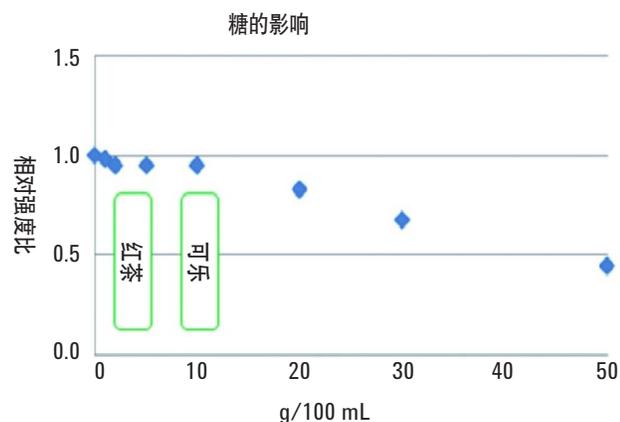


图 2. 糖浓度差异造成的发射强度的变化情况

结果表明，糖的浓度约高达 10 g/100 mL 时并没有对发射强度产生显著影响。高于 10 g/100 mL 时则需要标样以及基质匹配。由于检验的一个样品中糖的浓度约为 11 g/100 mL，所以分析采用了绝对校准方法。

酒精的影响

另外还进行了一项关于 4100 MP-AES 是否可以用于铝罐装出售的酒精饮料中铝含量测定的研究。在等离子体中引入酒精会产生相对大量的碳，碳的量与酒精的浓度有关。而碳会堵塞炬管进样器。为了避免出现这种情况，在进入等离子体前，先将空气与辅助气体混合。

将 0.2 mg/L 的铝溶液的发射强度设为 1，测定了溶液中酒精浓度变化 (从 0 到 10%) 对发射强度的影响 (见图 3)。

酒精浓度大约为 5% 时，有或没有空气发射强度都没有显著差异，但是当浓度大于 5% 时，如果没有空气，发射强度会降低。啤酒中酒精含量约为 5%，一些 shochu highballs 的酒精含量更高，大约为 8%。为此，在分析样品时加了空气。

向每个样品中添加铝，回收率实验的结果见表 3。

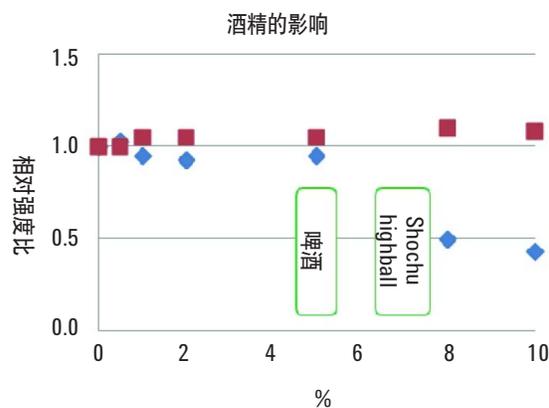


图 3. 有或没有加空气时酒精浓度差异造成的发射强度的变化情况
红色方块 = 有空气，蓝色菱形 = 没有空气

表 3. 铝添加回收率实验

铝	未加标 (mg/L)	添加 0.2 mg/L (mg/L)	回收率 (%)
大麦茶	0.00	0.22	110
咖啡	0.01	0.23	109
运动饮料	0.01	0.22	105
可乐	0.05	0.24	96
啤酒	0.04	0.23	96
Shochu highball	0.01	0.22	105

铝	未加标 (mg/L)	添加 1.0 mg/L (mg/L)	回收率 (%)
绿茶	1.14	2.12	99
红茶	2.45	3.38	98

结论

本研究表明，铝在水溶液中的定量限为 1.9 $\mu\text{g/L}$ ，在乙醇中的定量限为 7.9 $\mu\text{g/L}$ ，完全能够满足日本自来水厂法规定的市政供水质量标准。此外，也获得了良好的稳定性结果。饮料基质（糖和酒精）影响的测试结果表明，饮料中糖的浓度大约为 10 g/100 mL 时可以直接测定，无需基质匹配，如果混有空气，Agilent 4100 MP-AES 还能轻松快速的分析不同酒精浓度的样品。因此，实验表明 MP-AES 运行成本低，易于操作，可以用于饮料中铝元素的分析。

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，2013

2013 年 8 月 6 日，中国印刷

出版号：5991-2094CHCN



Agilent Technologies