

# 使用 Agilent 7900 ICP-MS 在 scICP-MS 模式下进行单细胞分析

仅使用 100  $\mu$ L 样品测量单细胞中的四种元素

## 作者

Tetsuo Kubota  
安捷伦科技公司

## 测定完整细胞的元素含量

扩展对金属在细胞生物学中的作用的了解是一个新兴的研究领域。许多元素对细胞健康至关重要，元素不平衡、缺乏或过量可能会破坏自然细胞过程。用于测量细胞中金属的传统整体性分析方法依赖于样品溶解、提取或消解，然后利用原子光谱进行分析。这些样品前处理步骤破坏了细胞结构，因此报告的金属浓度结果为数千个细胞的平均值。

在单细胞 ICP-MS (scICP-MS) 中，样品溶液中包含的完整细胞被雾化，各个细胞悬浮在气溶胶液滴中。使用与通过 ICP-MS (spICP-MS) 进行单纳米颗粒分析的成熟方法类似的方法将各个细胞引入等离子体中。

## 驻留时间更短的高灵敏度 ICP-MS

使用水溶液配制酵母细胞样品。Agilent 7900 ICP-MS 配备具有小内径 (1.0 mm) 中心管的石英炬管以及标准镍锥。AIF-3 三重管雾化器和雾化室 (均购自 S.T.Japan) 专门用于将完整细胞引入 ICP-MS。ISIS 3 配备有注射泵 (AS ONE Corporation, Japan) 以控制进入 ICP-MS 的低样品流速。7900 ICP-MS 为采集短时信号提供了最佳条件，这些短时信号是单细胞和单颗粒应用的一大特点。它将极高的灵敏度与较短 (0.1 ms) 的驻留时间相结合，能够实现快速时间分辨分析 (TRA) 模式。快速 TRA 允许以每秒 10000 次测量的采样速率进行单元素采集，测量之间无需稳定时间。极高的灵敏度对于检测单个细胞中的阿克 (ag,  $1.0 \times 10^{-18}$  g) 级分析物至关重要。

## 多元素采集

使用 Agilent ICP-MS MassHunter 软件的单纳米颗粒应用模块的快速多元素纳米颗粒分析模式进行方法设置、采集和数据处理。使用该软件模块，将采集多元素数据并将其汇总到 ICP-MS MassHunter 数据分析面板的表格中，如图 1 所示。



图 1. ICP-MS MassHunter 数据分析概览。最终的单细胞分析结果以表格和图形格式进行报告

## 细胞雾化和传输效率

为确定细胞传输效率，将 ICP-MS 计算得出的细胞数量除以通过显微镜计数得出的细胞数量。得出的细胞传输效率为 25%。确保大量细胞得到雾化和分析，可提高数据的准确度。

## 信号分布

使用 scICP-MS 在多元素模式下分析单个酵母细胞。 $^{31}\text{P}^+$ 、 $^{34}\text{S}^+$ 、 $^{56}\text{Fe}^+$  和  $^{66}\text{Zn}^+$  的信号分布如图 2 所示。单细胞中的每种元素都能够与背景清楚地区分开。在单次采集中测量多种元素的能力可节省时间并减少每次分析所需的样品量。

总采集时间为 240 s，所需样品量约为 100  $\mu\text{L}$ 。如果单独测定各种分析物，则采集时间将达到 640 s，所需的样品量为 400  $\mu\text{L}$ 。

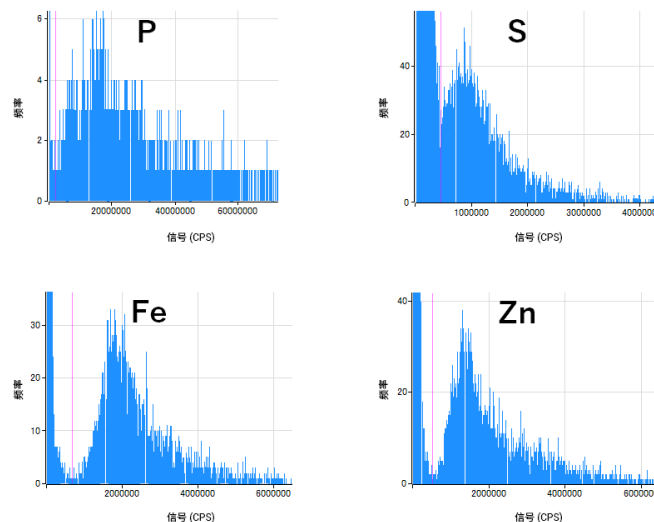


图 2. 单细胞中四种分析物的信号分布

## 平均质量

表 1 所示的 P、S、Fe 和 Zn 的平均质量数据由 ICP-MS MassHunter 软件自动计算得出。除核酸和蛋白质的主要成分 P 和 S 以外，还测量了各个细胞中亚飞克 ( $\text{fg}$ ,  $1.0 \times 10^{-15} \text{g}$ ) 级的 Fe 和 Zn。

表 1. 单细胞中各种分析物的平均质量（阿克）和精密度 ( $n = 3$ )

分析物	平均质量 (ag)	RSD (%)
P	70800	2.4
S	54900	16.1
Fe	485	0.7
Zn	873	2.6

## 研究展望

安捷伦多元素 scICP-MS 方法能够用于详细测量和研究多种金属在细胞生物学中的作用。该技术提供了有关单个细胞中固有金属含量和金属络合物的有价值的信息。scICP-MS 还可用于研究细胞对金属和含金属纳米颗粒的吸收、累积和释放。

www.agilent.com

仅限研究使用。不可用于诊断目的。

本文中的信息、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，2019  
2019年3月29日，中国出版  
5994-0845ZHCN

 **Agilent**  
Trusted Answers