

盐酸 - 硫酸体系浸提 - ICP-OES 法测定土壤有效态磷的含量

ICP-179

摘要：土壤中有有效磷的含量是土壤普查的主要指标之一，本文参考行业标准《森林土壤磷的测定》（LY/T 1232-2015），使用岛津电感耦合等离子体发射光谱仪 ICPE-9820 建立了盐酸 - 硫酸体系浸提测定土壤中有有效态磷含量的方法。结果表明，该方法检出限低，测试重复性好，分析结果准确性高，满足土壤有效态磷含量的测定要求。

关键词：ICP-OES 土壤普查 有效态磷

为全面掌握中国土壤资源情况，国务院印发《关于开展第三次全国土壤普查的通知》，决定自 2022 年起开展第三次全国土壤普查，利用四年时间全面查清农用地土壤质量，为土壤的科学分类、规划利用、改良培肥、保护管理等提供科学支撑。

磷是自然界中极为重要的一种元素，土壤中磷含量过低会导致植物生长缓慢，磷含量过剩则会造成植物对其他微量元素的吸收减少，作物减产。而有效态磷是指在特定环境条件下能被植物吸收利用的磷元素。与土壤

中的全磷含量不同，有效态更能反映土壤的肥力、活性及环境作用等。因此，对土壤中的有效态磷元素进行准确测定对于评价土壤质量具有重要意义。

本文根据《土壤普查土壤样品制备、保存、流转和检测技术规范》（征求意见稿）中指导的有效磷检测方法，参考行业标准《森林土壤磷的测定》（LY/T 1232-2015），使用盐酸 - 硫酸体系浸提，岛津 ICPE-9820 型电感耦合等离子体发射光谱仪测定土壤有效态磷元素的含量，方法准确可靠，可为土壤质量评价提供帮助。

■ 实验部分

1.1 仪器设备

岛津 ICPE-9820 型电感耦合等离子体发射光谱仪。



图 1 岛津 ICPE-9820 型电感耦合等离子体发射光谱仪

1.2 分析条件

仪器分析条件见表 1 所示。

表 1 ICPE-9820 分析条件参数

仪器参数	设定值	仪器参数	设定值
高频功率	1.20 kW	等离子体气流速	10.0 L/min
辅助气流速	0.60 L/min	载气流速	0.70 L/min
炬管类型	Mini	雾化器类型	同轴
雾化室	旋流雾室	高频频率	27.12 MHz

1.3 样品前处理

按照标准 LY/T 1232-2015 配制浸提液并对土壤样品进行处理，过程见下图 2 所示。

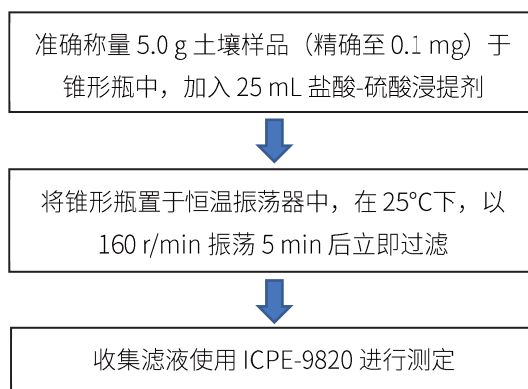


图 2 土壤有效态磷元素样品前处理过程

■ 结果与讨论

2.1 标准曲线

使用盐酸 - 硫酸浸提剂 (0.05 mol/L HCl-0.025 mol/L H₂SO₄) 配制系列浓度为 0.00 mg/L、0.20 mg/L、1.00 mg/L、2.00 mg/L、4.00 mg/L、10.0 mg/L、20.0 mg/L 的磷元素标准液。

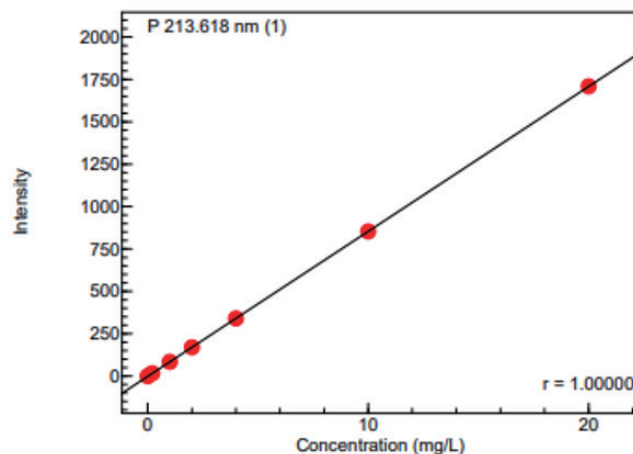


图 3 磷元素标准曲线

2.2 检出限

使用样品空白溶液测定 11 次，分别以浓度的 3 倍和 10 倍标准偏差 (SD) 计算检出限和定量限。按土壤样品称量 5.0 g，浸提剂 25 mL，计算方法检出限和定量限，结果见下表 2 所示。

表 2 检出限

元素	仪器检出限 (mg/L)	仪器定量限 (mg/L)	方法检出限 (mg/kg)	方法定量限 (mg/kg)
P	0.023	0.075	0.115	0.375

2.3 样品分析结果

分别对黄土土壤有效态成分分析标准物质 GBW07493 和某耕地土壤样品进行测定，并对耕地土壤样品进行加标，考察加标回收率，样品有效态磷元素含量的分析结果见下表所示。

表 3 标准样品 GBW07493 有效态磷分析结果

测定项目	GBW07493 标准值 (mg/kg)	测定结果 (mg/kg)	RSD (%, n=3)
有效磷	32±3	35	0.34

表 4 加标回收实验结果

样品名称	测定项目	测定浓度 (mg/L)	加标浓度 (mg/L)	加标测定浓度 (mg/L)	回收率 (%)	RSD (%, n=3)
耕地土壤 1	有效磷	0.68	1.00	1.72	104	2.26
耕地土壤 2	有效磷	0.31	1.00	1.36	105	2.75

■ 结论

本文利用岛津公司 ICPE-9820 型电感耦合等离子体发射光谱仪建立了测定土壤有效态磷元素含量的方法。结果显示：方法线性良好 ($r \geq 0.9999$)，质控样品测试结果与标准值吻合，加标回收率高 (90%~110% 之间)，测定精密度好 ($RSD < 3.0\%$)，满足土壤有效态磷元素含量测定要求，为第三次全国土壤普查提供帮助。

岛津应用云

