

火焰原子吸收光谱法测定锰矿恢复区植物中重金属

陈春强, 李明顺, 赖燕平

(广西师范大学环境与资源学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 采用硝酸-高氯酸消解体系、火焰原子吸收光谱法测定锰矿恢复区植物中重金属元素。方法线性良好, 锰、铅、铜、铬、镉的检出限分别为 0.026 mg/L、0.011 mg/L、0.004 mg/L、0.025 mg/L、0.001 mg/L, 标准样品的测定结果符合要求, 植物样品平行测定的 RSD ≤ 1.6%, 加标回收率为 83.4% ~ 97.6%。

关键词: 重金属; 火焰原子吸收光谱法; 植物; 锰矿恢复区

中图分类号: O657.31 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2009)03-0048-02

矿产开发给人类提供能源的同时也对环境造成了污染和破坏, 矿区土壤恢复已成为一个重要研究课题, 淋滤法^[1]、吸附固定法^[2]因投资昂贵、设备复杂而遭摒弃, 目前多采用植物修复法^[3]。出于经济效益考虑, 矿区土壤恢复通常选择种植农作物, 采用农业恢复利用形式。重金属离子容易发生迁移进入生物链^[4], 监测矿区植物体内重金属含量与分布, 对于动植物安全及人体健康具有重要意义, 也便于从中寻找最宜生长的作物对矿区废弃地修复。目前铅矿区^[5]、铜矿区^[6]的相关研究较多, 而锰矿区却没有引起足够重视^[7]。今采用火焰原子吸收光谱法测定锰矿恢复区作物中锰、铅、铜、铬、镉, 为研究恢复矿区农作物对重金属的富集、迁移作用^[8]提供技术支持。

1 试验

1.1 主要仪器与试剂

WXF 110型原子吸收分光光度计, 锰、铅、铜、铬、镉空心阴极灯, 北京瑞利光学仪器公司。1 000 mg/L 锰、铅、铜、铬、镉标准储备液, 天津市光复精细化工研究所, 临用时用 1% 盐酸溶液逐级稀释成 50.0 mg/L 标准中间液; 西红柿叶标准样品, 国家环境保护部标样研究所; 硝酸、高氯酸、盐酸, 优级纯; 试验用水为去离子水。

1.2 仪器工作条件

原子吸收分光光度计工作条件见表 1。

1.3 样品采集与制备

植物样品取自广西来宾锰矿思荣矿区, 采集后用塑料袋密封带回实验室。用去离子水将样品洗净、晒干, 置烘箱内先于 105 °C 烘 30 min 再于

表 1 仪器工作条件

元素	波长 λ/nm	狭缝 $\Delta\lambda/\text{nm}$	灯电流 I/mA	载气流量 $q_V/(\text{L}\cdot\text{min}^{-1})$	乙炔流量 $q_V/(\text{L}\cdot\text{min}^{-1})$
锰	279.5	0.2	3	6.5	1.5
铅	283.3	0.2	3	6.5	0.9
铜	324.7	0.2	3	6.5	1.0
铬	357.9	0.2	3	6.5	1.5
镉	228.8	0.2	3	6.5	1.0

70 °C 烘干至恒重, 粉碎, 过 80 目尼龙筛。取约 1.0 g 样品于聚四氟乙烯烧杯中, 加入 10 mL 硝酸, 加盖放置过夜。次日将烧杯置电热板上加热使微沸 3 min, 取下稍冷, 加 5 mL 高氯酸继续加热消解至白烟冒尽, 溶液呈淡黄色透明状, 取下冷却, 转移至 50 mL 容量瓶中, 用去离子水定容待测。

1.4 标准溶液制备

将 50.0 mg/L 锰、铅、铜、铬、镉标准中间液用不同介质配制成 0 mg/L ~ 4.00 mg/L 锰、0 mg/L ~ 10.0 mg/L 铅、0 mg/L ~ 5.00 mg/L 铜、0 mg/L ~ 5.00 mg/L 铬、0 mg/L ~ 1.20 mg/L 镉标准溶液系列, 其中锰、铬、镉介质为 2% 盐酸溶液, 铅、铜介质为 2% 硝酸溶液。

2 结果与讨论

2.1 标准曲线

以样品空白为参比液, 按上述条件测定锰、铅、铜、铬、镉标准溶液系列, 以吸光值为纵坐标、质量

收稿日期: 2008-10-25 修订日期: 2009-03-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30560032)

作者简介: 陈春强 (1978-), 男, 广西象州人, 实验师, 学士, 研究方向为环境监测技术。

浓度为横坐标, 绘制标准曲线, 结果见表 2。

表 2 标准曲线

元素	回归方程	线性范围	相关系数
		$\rho / (\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	r
锰	$Y = 0.0973X + 0.0012$	0~4.00	0.9990
铅	$Y = 0.0060X + 0.0004$	0~10.0	0.9995
铜	$Y = 0.0420X + 0.0020$	0~5.00	0.9993
铬	$Y = 0.0058X + 0.0006$	0~5.00	0.9993
镉	$Y = 0.0742X + 0.0004$	0~1.20	0.9994

2.2 方法检出限

用该方法平行测定 11 份空白溶液, 以 $3s/K$ 计算, 锰、铅、铜、铬、镉的检出限分别为 0.026 mg/L, 0.011 mg/L, 0.004 mg/L, 0.025 mg/L, 0.001 mg/L。

2.3 标准样品测定

用该方法测定西红柿叶标准样品, 结果见表 3。

表 3 标准样品测定结果 ($n = 6$)

元素	锰	铅	铜	铬	镉
测定值 $w / (\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$	86.2	4.78	20.7	0.65	0.79
标准值 $w / (\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$	87.1	4.97	21.1	0.67	0.82
相对误差 %	-1.0	-3.8	-1.9	-3.0	-3.7
RSD %	1.0	2.4	1.2	1.8	2.1

2.4 实际样品测定

用该方法测定矿区绿豆、木薯、橙子、花生、西瓜等作物, 结果见表 4。

表 4 实际样品测定结果 $\mu\text{g}/\text{g}$

样品	锰	铅	铜	铬	镉
绿豆	21.1	1.23	8.71	2.80	0.150
木薯根	7.09	0.600	0.710	2.80	0.220
橙子皮	29.9	1.23	0.930	3.22	0.050
花生	20.2	1.68	3.98	3.22	0.220
红西瓜子	23.3	0.600	7.16	2.80	0.840

2.5 精密度试验

称取绿豆样品 3 份, 用该方法平行测定, 结果见表 5。

表 5 精密度试验结果

元素	锰	铅	铜	铬	镉
测定均值 $w / (\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$	19.8	1.15	8.15	2.46	0.180
RSD %	1.5	0.9	0.6	1.6	0.4

2.6 加标回收试验

选择红西瓜子消解液作加标回收试验, 结果见表 6。

表 6 加标回收试验结果

元素	样品值 $m / \mu\text{g}$	加标量 $m / \mu\text{g}$	总测定值 $m / \mu\text{g}$	回收率 %
锰	0.720	5.00	5.00	85.6
铅	0.080	10.0	9.17	90.9
铜	1.11	5.00	5.76	93.0
铬	0.380	5.00	4.55	83.4
镉	0.130	5.00	5.01	97.6

3 结语

采用硝酸-高氯酸消解体系, 火焰原子吸收光谱法测定锰矿恢复区 5 种作物中锰、铅、铜、铬、镉, 方法简便、快速, 干扰元素少, 精密度与回收率均符合要求。

[参考文献]

- [1] 于常武, 许士国, 陈国伟, 等. 砂卡岩型铅矿尾砂中重金属 Mo 的淋滤实验研究[J]. 生态环境, 2008, 17(2): 636-640.
- [2] 周启星. 污染土壤修复的技术再造与展望[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002(8): 36-40.
- [3] BELL L C. Establishment of native ecosystems after mining: Australian experience across diverse biogeographic zones[J]. Ecological Engineering 2001(17): 179-186.
- [4] LIM S. Ecological restoration of mine land with particular reference to the metaliferous mine wasteland in China: A review of research and practice[J]. Science of the Total Environment 2006(357): 38-53.
- [5] YANG B, LAN C Y, YNAG C S, et al. Long-term efficiency and stability of wetlands for treating wastewater of a lead/zinc mine and the concurrent ecosystem development[J]. Environmental Pollution 2006(143): 499-512.
- [6] WONG W H, LUO Y M. Land remediation and ecological restoration of mined land[J]. Acta Pedologica Sinica 2003(40): 161-169.
- [7] 胡南, 粟银, 秦志峰, 等. 花垣河锰污染及其成因分析[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(3): 25-27.
- [8] ZHONG W K, FAN Y B, WANG M J. Pollution of heavy metals on crops and its countermeasures in China[J]. Agricultural Pollution Control, 2001(20): 270-272.