

· 专题 10: 表层地球系统生物地球化学循环及其生态环境效应 ·

## 苔藓组织游离氨基酸浓度对大气硫沉降的响应

关晖, 肖化云\*

中国科学院 地球化学研究所, 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550081

苔藓组织结构相对简单, 有其特殊的生理适应机制, 能在高寒、高温、干旱和弱光等其他陆生植物难以生存的环境中生长繁衍, 是一类良好的生物指示植物, 被世界各国广泛应用为环境变化的指示生物 (Gerdol *et al.*, 2002; Pitcairn *et al.*, 1995)。然而, 利用苔藓总硫浓度和硫同位素组成指示大气硫沉降也存在缺陷。植物组织中硫的积累过程相对比较漫长, 长期暴露于较高大气硫沉降量环境中, 植物组织中硫浓度才会有明显增长, 这通常需要数年的积累 (Hüve *et al.*, 1995; Zhao *et al.*, 1999)。多年生苔藓的硫浓度和硫同位素组成指示的是多年的平均值 (Liu *et al.*, 2009; Xiao *et al.*, 2008)。而  $\text{SO}_2$  浓度季节性差异较大, 来源也不尽相同, 且年度差异较大。如贵阳地区采暖期  $\text{SO}_2$  浓度为非采暖期的 2.2 倍 (叶辉等, 2015); 工业污染和燃煤锅炉的取缔,  $\text{SO}_2$  排放量逐年降低 (毛竹等, 2013)。所以, 苔藓总硫浓度和硫同位素组成并不能指示这种大气硫沉降的季节性甚至是年度变化。目前缺乏一种高灵敏度的指示剂来指示大气硫沉降的短期变化。

大气中的  $\text{SO}_2$  会对植物生理产生很大的影响。植物暴露于  $\text{SO}_2$  会促使硫酸盐和半胱氨酸的形成 (Rennenberg and Polle, 1994)。当植物暴露于高

$\text{SO}_2$  环境中, 为了应对  $\text{SO}_2$  引起的氧化应激, 半胱氨酸的浓度会迅速升高。植物对硫酸盐的利用不仅会影响含硫代谢物 (如半胱氨酸) 的合成, 也会对其他生物合成过程造成影响 (Kutz *et al.*, 2002; Nikiforova *et al.*, 2006)。植物体内有 20 多种常见的游离氨基酸, 不同的氨基酸的浓度都有一个微妙的平衡关系 (Hofgen *et al.*, 1995)。本课题组通过对 HPLC 方法的改进, 可以准确测定植物组织中 20 种游离氨基酸单体的浓度。前人的研究都集中在室内条件实验, 鲜有对不同  $\text{SO}_2$  浓度地区的植物组织游离氨基酸浓度的研究。目前初步测定的曲靖火电厂附近苔藓组织中 20 种游离氨基酸的浓度, 可以看出, 随着离工厂距离从远到近, 游离氨基酸含量的变化很有规律。其中, 大部分氨基酸, 包括半胱氨酸 (Cys)、天冬酰胺 (Asn)、丝氨酸 (Ser)、谷氨酰胺 (Gln)、组氨酸 (His)、甘氨酸 (Gly)、苏氨酸 (Thr)、精氨酸 (Arg)、丙氨酸 (Ala)、缬氨酸 (Val)、苯丙氨酸 (Phe)、异亮氨酸 (Ile) 以及赖氨酸 (Lys) 含量都随着离工厂距离由远到近而持续升高。少数氨基酸如色氨酸 (Trp)、蛋氨酸 (Met) 表现出相反的趋势, 含量随着离工厂距离由远到近而持续降低。初步证实了植物组织游离氨基酸响应大气硫沉降的可行性。

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目 (41603017)

第一作者简介: 关晖 (1987-), 男, 助理研究员, 研究方向: 环境地球化学. E-mail: guanhui@mail.gyig.ac.cn.

\* 通讯作者简介: 肖化云 (1970-), 男, 研究员, 博导, 研究方向: 同位素地球化学. E-mail: xiaohuayun@mail.gyig.ac.cn.