

# 松针中游离氨基酸浓度和氮同位素对环境氮响应

朱仁果<sup>1,2</sup>, 肖化云<sup>1</sup>, 郑能建<sup>1</sup>, 张忠义<sup>1</sup>

1. 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

2. 江西省科学院应用化学研究所, 南昌, 330096

增加的氮沉降使得一些原先氮缺乏的生态系统有着过多的氮供给。氮饱和会对植物带来一系列的影响, 比如矿物的不平衡(必须矿物 Mg, K, P 相对于 N 的缺乏; 针叶的发黄; 菌根数量的减少; 抗冻性降低; 甚至会导致森林退化和生物多样性减少。在引起某种植物种类数量大量变化之前, 植物自身的新陈代谢会对高氮输入做出响应, 表现为叶片中氮浓度增加和游离氨基酸的累积。这些新陈代谢的变化可用于指示该植物物种, 采样点, 或是生态系统是否受到过量氮沉降的影响。

然而, 由于技术条件的限制, 目前对于植物中游离氨基酸氮含量和同位素组成对大气响应的研究较少。本研究通过测定松针组织中游离氨基酸含量的变化, 以揭示环境氮含量的变化对植物氨基酸代谢可能产生的影响。在已建立的用硅烷化衍生方法测定植物组织中 20 种游离氨基酸氮同位素值方法的基础上, 通过分析松针中游离氨基酸  $\delta^{15}\text{N}$  的动态变化, 探讨环境氮源的变化对松针游离氨基酸氮同位素组成的影响以及利用游离氨基酸氮同位素示踪环境氮源的可能性。

本研究于 2012 年 3 月从贵阳市中心往外沿东北和西南 2 个方向 11 个采样点采集马尾松松针样品 20 个。采样点开阔不受建筑物等遮挡, 所有采集的松树没有明显损伤。松针枝条位于树的北面或是东北面以避免可能的光照对氨基酸浓度的影响。

分析结果表明, 马尾松针叶中 6 种主要的游离氨基酸(Asp, Asn, Glu, Gln, Pro, Arg) 含量从市区到农村逐渐降低, 其中贵阳市区马尾松针叶中 Arg 的含量是距贵阳 34km 处农村 Arg 浓度的 148 倍, 从贵阳的农村到贵阳市区 Arg 累积显著。在贵阳市 0~5 km 范围内, 马尾松针叶中精氨酸的变化范围为 305~1 360  $\mu\text{g g}^{-1}$ , 变化高达 4.5 倍而苔藓组织总氮含量仅增加了 1.8 倍。

从贵阳市往农村, 马尾松针叶的总氮同位素呈现贵阳市区低、郊区和农村地区高的分布特征。贵阳市中心马尾松的总氮同位素值最高为 5.50‰, 往东北方向马尾松的总氮同位素值逐渐偏负但均为正值, 最低值出现在距贵阳市区 34km 处(为 0.26‰)。从市中心往西南方向马尾松总氮同位素也逐渐偏负, 在 30km 处, 马尾松的氮同位素最负(为 -1.96‰)。相比之下, 马尾松针叶组织中的游离氨基酸(Pro, Asp, Glu, Asn, Arg) 氮同位素值则呈现贵阳市区偏正, 农村偏负的变化规律。

本研究中贵阳市 0~5km 范围内精氨酸的变化显著高于组织总氮。该结果表明马尾松针叶中的 Arg 对环境氮变化的响应更为灵敏, 应用于示踪环境氮沉降比组织的总氮含量有更好的分辨率。马尾松针叶中游离氨基酸(Pro, Asp, Glu, Asn, Arg) 氮同位素值呈现从贵阳市区偏正往农村偏负的变化规律, 和松针组织总氮的氮同位素值变化规律一致。这为利用这 6 种游离氨基酸的氮同位素值指示环境氮源提供了可能性。贵阳市游离氨基酸氮同位素偏正是因为受到汽车尾气排放气态  $\text{NO}_x$  的影响, 而农村地区游离氨基酸的氮同位素值相对偏负则与农业氮源的释放有关。