

功能菌群调控氮素供应对毛竹入侵的反馈机制²

滕秋梅¹, 陈志豪¹, 胡晓嫣¹, Muhammad Fahad Sardar¹, 王兴萌¹, 卢小妮¹,
王兰鸽¹, Scott X. Chang², 李永春¹

(1. 浙江农林大学环境与资源学院/亚热带森林培育国家重点实验室, 杭州 311300, 中国; 2. 加拿大阿尔伯塔大学
可再生资源系, 埃德蒙顿 AB T6G 2E3, 加拿大)

摘要: 植物侧重于获取氮素等矿质营养, 而微生物则侧重于获取碳源和能源, 二者的相互作用能够推动生态系统的演替。毛竹因其生长迅速和克隆特性具有强大的入侵能力, 加之自然保护区内不允许进行人为采伐干扰, 导致其不断向天然阔叶林蔓延并替代原有森林, 严重威胁到亚热带生态敏感区的植被多样性。土壤氮素有效性是森林生态系统生产力的主要限制因子, 植物/树种对铵或硝态氮的偏好吸收决定了入侵和非入侵物种共存或某些植物的优势地位。针对毛竹入侵常绿阔叶林过程中功能菌群如何调控土壤氮素供应并反馈到入侵进程的瓶颈问题, 采用时间代替空间法和野外原位控制实验并结合分子生物学和稳定同位素标记技术, 开展了持续的探究。发现毛竹入侵常绿阔叶林增加了土壤真菌多样性但降低了其丰度, 驱动土壤矿质氮生产增加但降低了硝化速率。真菌群落营养型预测表明, 毛竹入侵后土壤腐生真菌比例增加但共生真菌比例降低, 真菌木质素降解基因是驱动矿质氮生产增加的主要因素。毛竹入侵生境氮素矿化模式也存在季节差异, 春季特异的土壤真菌和细菌群落及功能类群, 有助于在毛竹生长季开始时显著增加矿质氮供应, 以保障其快速生长的需要并利于其向邻近阔叶林扩张。与典型常绿阔叶树种相比, 高铵硝比氮添加有利于毛竹的生物量增加, 但抑制了土壤硝化作用, 可见毛竹对铵态氮、阔叶树种对硝态氮存在偏好吸收, 进而对毛竹入侵阔叶林形成正反馈。进一步研究发现, 阔叶林和毛竹林凋落物木质素和纤维素含量的差异, 改变了真菌和细菌群落对土壤铵态氮和硝态氮生产的相对贡献; 与阔叶林凋落物相比, 毛竹可通过其凋落物淋溶液显著提高土壤氮矿化速率, 产生利于毛竹生长的土壤养分环境以促进其入侵进程。野外原位凋落物管理控制实验也表明, 阔叶林产生较高质量的凋落物(高纤维素含量和低木质素/N)通过改变土壤真菌组分和提高其木质素分解能力来增强铵态氮生产; 毛竹林中低质量的凋落物通过改变细菌群落和提高脲酶活性来增加硝态氮生产。凋落物交互移植实验也发现阔叶林土壤中存在硝态氮限制, 毛竹林中存在铵态氮限制; 但阔叶林凋落物置换到毛竹林中能弥补铵态氮限制, 而毛竹林凋落物置换到阔叶林则无法缓解硝态氮限制。综上, 从毛竹入侵改变植物群落组成重塑土壤真菌群落功能和氮矿化, 毛竹和常绿阔叶树种对铵态氮和硝态氮的偏好吸收, 毛竹和阔叶林凋落物输入经由微生物功能调控的土壤无机氮供应等三个方面, 较为系统地揭示了功能菌群驱动的氮素有效性对毛竹入侵和扩张的反馈机制。

关键词: 土壤氮素矿化; 功能菌群; 铵硝比率; 凋落物; 毛竹入侵; 亚热带森林

² 基金项目: 国家自然科学基金项目(32071742; 31670618); 浙江省自然科学基金重点项目(LZ22C160005)
联系方式: 滕秋梅 E-mail: tqm1907@163.com *通讯作者: 李永春 E-mail: ycli@zafu.edu.cn