

油松木质部解剖特征对气候变化的响应与适应

宋文琦, 王晓春

(东北林业大学生态研究中心, 森林生态系统可持续经营教育部重点实验室, 哈尔滨 150040)

摘要: 中国北方油松 (*Pinus tabulaeformis*) 林在水土保持、防风固沙和维系区域生态安全方面具有重要意义。近年来气候暖干化可能会威胁油松林健康, 严重影响生产力和生态系统服务功能。为探究油松如何响应气候暖干化, 本研究油松典型分布区, 沿水分梯度设置 18 个采样点, 利用木材解剖学、VS 模型等方法, 分析水分梯度下、不同年龄、油松纯林、混交林内不同树种木质部解剖结构以及油松纯林冠层特征与树干木质部解剖结构的关系, 从而揭示油松生长对气候变化的响应与适应策略。结果表明: 油松径向生长受细胞壁厚度和细胞数量控制, 但木质部解剖特征在干旱和湿润地区存在差异。较干旱地区低龄油松的轮宽显著高于高龄油松, 但湿润地区正好相反, 表明湿润时低龄油松生长可能受到限制。低龄油松的茎水力结构比高龄更安全, 平均管胞面积和导水率更低, 径向厚度跨度比 (rTSR) 更高, 湿润地区油松木质部解剖参数在龄级间的差异较大。混交林中油松、白桦 (*Betula platyphylla*) 和辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 轮宽和木质部导水率均受生长季相对湿度限制。油松的水分敏感性低于白桦 (r_{max} 油 = 0.38, r_{max} 白 = 0.43, $p < 0.05$), 高于辽东栎 ($p > 0.05$)。在极端干旱时, 油松抵抗力最高 (R_t 油松 = 2.31, R_t 白桦 = 1.64, R_t 辽东栎 = 1.31, $p < 0.05$), 辽东栎恢复力最强 (R_c 辽东栎 = 0.94, R_c 白桦 = 0.73, R_c 油松 = 0.57, $p < 0.05$)。在干旱地区, 油松表现为较低的细胞壁厚度; 在湿润地区, 随油松冠层绿度增加 (NDVI) 木质部平均细胞壁厚度增加、总细胞壁厚度和细胞数量降低。湿润地区油松木质部细胞壁增厚活动开始之前的冠层变绿通过加速土壤水分蒸发、降低土壤水分, 抑制木质部在生长季内快速生长阶段的生长。因此, 我们认为升温 and CO₂ 施肥效应诱导的生长季提前和植被变绿不能显著促进中国北方温带油松林内油松地上茎生物量的积累。

我们的结果表明干旱地区油松纯林可能存在向更年轻更矮小林分发展的趋势, 湿润地区低龄油松生长存在衰退的趋势。未来对于干旱地区高龄油松和湿润地区低龄油松的重点保护可能是维持油松纯林干旱弹性和生产力的重要措施。未来继续气候暖干化可能导致白桦生长衰退, 极端干旱事件会导致油松生长下降, 针阔混交林内辽东栎可能代替油松成为优势树种, 甚至变为辽东栎纯林。上述结果可为油松生长-气候关系的机理解释、预测气候变化下油松混交林的发展趋势及油松天然林如何保护提供理论基础和科学依据。

关键词: 油松; 中国北方; 温带森林; 树木年轮; 木质部解剖; 气候变化