

北方半干旱区乡土杨树杂交种质抗旱相关评价及基因挖掘

张伟溪¹, 丁密¹, 苏晓华¹, 苗露澜¹, 李爱平², 王小江², 余金金¹, 李政宏¹, 黄秦军¹,
丁昌俊^{1*}

(1.林木遗传育种全国重点实验室, 国家林业和草原局林木培育重点实验室, 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2.内蒙古自治区林业科学研究院, 呼和浩特 010010)

摘要: 以内蒙古通辽天然小叶杨 (*Populus simonii* Carr.) 与荷兰北部欧洲黑杨 (*P. nigra* L.) 杂交 F₁ 代的 30 个无性系为试验材料, 对其自然半干旱条件下的 F₁ 代生长性状及叶片解剖结构性状进行综合评价研究, 为选育抗旱适应性强的杨树品种及亲本资源利用提供依据。对 F₁ 代 30 个无性系的不同林龄 (4 年、5 年、6 年) 生长性状及 9 个叶片解剖结构性状 (6 年生) 进行差异比较、遗传变异分析和杂种优势研究, 采用相关性分析评判各指标的关联程度, 采用主成分分析筛选典型叶片解剖结构性状, 最后采用隶属函数法对 30 个杨树无性系 6 年生典型叶片解剖结构及生长性状进行抗旱性综合评价。结合转录组测序数据, 挖掘与生长、叶片解剖结构相关的抗旱关键基因。研究结果显示, 不同无性系间 9 个叶片解剖结构及生长性状均存在极显著差异; 生长性状变异系数变化范围分别为 17.28%~19.24% 和 28.22~29.87%, 各叶片解剖结构性状变异系数范围为 5.78%~18.82%, 重复力变化范围为 0.91~0.96; F₁ 代的下表皮厚度、栅海比和叶片组织紧密度、栅栏组织厚度的正向超中亲优势明显, 且角质层厚度、下表皮厚度、叶片组织紧密度出现明显正向超高亲优势, 超高亲优势率为 1.14%~2.06%; 相关性分析结果表明, 各指标之间具有较高的相关性, 最终筛选出角质层厚度、叶片组织疏松度、叶片组织紧密度、栅海比和海绵组织厚度 5 个指标为叶片解剖结构指标。通过隶属函数分析, 最终筛选出 02-06、02-01、02-05、02-24、02-03、02-13 等 6 个无性系是最具有生长潜力和抗旱能力的无性系。利用不同生长势子代和亲本差异表达基因与其生长、叶片解剖结构指标进行关联分析, 筛选出 6 个与生长和叶片解剖结构性状显著相关基因模块, 3114 个 DEGs, 主要涉及生长、应激响应、信号转导和过氧化酶激活等功能。共表达网络构建筛选出钙离子转运蛋白 (Potri.006G054700)、生长素响应因子 (Potri.014G100100)、半乳糖合酶 (Potri.010G042000) 等 6 个主效 hub 基因和水分响应 (Potri.011G010300)、锌指蛋白 (Potri.009G029600)、ATP 结合/质膜组成 (Potri.017G074000) 等 12 个候选基因, 这些基因可能对杂交子代速生及抗旱性提高具有重要调节作用。