

低温胁迫对桑树幼苗形态、生理与转录表达的影响*

方尧, 张凯昕, 何美玉, 田岳, 曹旭, 刘利

(1. 江苏科技大学生物技术学院 镇江 212018)

摘要:【目的】评价 3 个品种桑树幼苗的低温耐受性, 阐释桑树耐受低温胁迫的生理和转录调控影响, 对抗寒性桑树种质资源筛选和开发利用提供理论依据。【方法】以冀桑 3 号、丰驰桑、桂桑优 12 等 3 个实生桑品种幼苗为材料, 进行 25、8、4、0、-5、-10℃的渐进式低温胁迫处理。记录试验苗的生长参数、光合气体交换参数, 观察叶片解剖和气孔特征, 计算低温损伤指数; 测定生理生化指标, 包括电导率、丙二醛、活性氧物质含量、抗氧化保护酶活性、渗透调节物质含量等; 运用 RNA-seq (RNA sequencing) 技术筛选品种特异的低温响应差异表达基因, 通过 GO 和 KEGG 分析明确其富集的代谢通路, 并进行转录因子预测。【结果】低温胁迫导致桑树幼苗叶片出现萎蔫、皱缩、脱水现象, 水渍化严重, 组织软化等; 桂桑优 12 低温损伤指数最高, 冀桑 3 号最低, 植株挺立高度下降的速率桂桑优 12 显著最快; 低温胁迫后桂桑优 12 胞间二氧化碳浓度最高, 蒸腾速率和气孔导度下降幅度最大; 冀桑 3 号叶片厚度、栅/海比以及组织结构紧密度值更大, 而桂桑优 12 组织结构疏松度值最高。4℃时桂桑优 12 的电解质渗透率、丙二醛含量显著上升且高于冀桑 3 号和丰驰桑, 桂桑优 12 光合色素含量随着温度降低下降趋势明显; 桂桑优 12 的超氧阴离子和过氧化氢积累最多, 冀桑 3 号的游离脯氨酸、可溶性蛋白和可溶性糖含量上升幅度最大, 冀桑 3 号叶片的超氧化物歧化酶和抗坏血酸过氧化物酶零下温度的活性水平显著高于桂桑优 12。在 4、0、-10℃下筛选的品种特异性低温响应基因数量分别为 547、646 和 254 个。GO 功能和 KEGG 分析显示, 4℃和 0℃环境下, 碳水化合物代谢过程、光合作用、叶绿体类囊体、类黄酮化合物被显著富集, -10℃蛋白酶体核心复合物、糖基转移酶活性等通路被富集。MYB、C2H2、NAC、mTERF、WRKY 转录因子家族在 3 个温度下均被注释到。【结论】(1) 生长形态和组织结构反映出的抗寒表现: 冀桑 3 号>丰驰桑>桂桑优 12; (2) 生理代谢水平反映出的抗寒表现: 冀桑 3 号>丰驰桑>桂桑优 12; (3) GO 功能和 KEGG 分析显示, 低温环境下碳水化合物代谢过程、光合作用、叶绿体类囊体、类黄酮化合物被显著富集, 蛋白酶体核心复合物、糖基转移酶活性等通路被富集, MYB、C2H2、NAC、mTERF、WRKY 转录因子家族基因持续响应低温胁迫。