

外源激素调控红松雌花形成的分子机制研究

赵曦阳*...

(吉林农业大学林学与草学学院, 长春 130118)

摘 要: 红松是东北亚地区重要的生态防护和木本油料树种, 周期性结实对红松松子产量影响极大。花芽分化和发育是影响红松结实的最重要因素, 但迄今未见详细报道。为明确红松花芽分化和发育的生物学特征, 构建人为调控促进红松成花结实技术体系, 解析红松成花诱导调控机理。本研究以进入结实期的红松无性系为材料, 利用形态学和解剖学方法研究了红松花芽分化、大小孢子叶球及胚发育等重要的生殖发育过程, 明确了花芽分化期内源物质的动态变化规律; 同时利用外源赤霉素对红松进行处理, 筛选促进雌花增加的最佳的处理组合; 然后结合转录组和代谢组技术对花芽分化期的花芽进行测序, 通过对组学数据的挖掘分析, 鉴定出响应外源激素信号与参与红松雌花芽调控的关键基因与代谢物。(1) 红松大小孢子叶球的分化时间分别为 7 月中旬至 8 月中上旬和 7 月初至 7 月底; 第二年 4 月中旬至 6 月中旬进行性器官和性细胞的发育; 6 月中旬为开花期, 授粉后功能大孢子发育成雌配子体; 第三年 6 月中旬, 卵细胞发育成熟并在 6 月中下旬完成受精; 9 月中旬, 受精卵发育为成熟胚。(2) 在生理分化阶段, 可溶性糖、C、P、GAs、ABA 等含量和 C/N 呈升-降的变化趋势, 可溶性蛋白、N 和 K 含量呈降-升的趋势, 淀粉、IAA 和 JA 含量持续下降, 说明高水平的可溶性糖、C、和 SA 等含量有助于促进红松花芽分化的启动, 低水平的淀粉、IAA 和 JA 含量有利于生理分化的进行。(3) 不同种类赤霉素处理红松结果表明不同时间的处理效果为 6 月>5 月>4 月, 不同激素种类处理效果为 GA₄/7>GA₇>GA₄>GA₃, 最优的外源激素处理组合为 6 月-GA₄/7-200 mg/株, 较对照增加 180%; 重复验证试验中激素处理组的雌花数量较 CK 组增加 268%。(4) 利用多组学技术, 鉴定到红松花芽分化过程中重要赤霉素信号的关键基因和代谢物。随着红松生理分化的进行, 顶芽分化发育过程中差异基因数目逐渐增多, 代谢成分在逐渐积累。处理组(TFS3)和未处理组(FS3)的顶芽生理分化末期与未分化期(FS1)相比上调的差异基因数均最多, 分别为 6313 和 5169 个。GRAS、ARF、MADS-box、MYB、AP2/ERF、等转录因子在红松芽的成花诱导的过程具有重要的调控功能, 286 个基因被显著富集在糖和淀粉代谢途径、类黄酮生物合成等通路上, 67 个差异基因在 GA 和 IAA 植物激素信号转导通路中发挥重要作用。本研究明确了红松花芽分化过程和一系列重要生殖阶段的发育特征及内源物质变化规律, 提出了促进红松开花结实的最优外源激素处理组合, 鉴定出参与红松成花诱导和赤霉素相应的关键功能基因, 丰富了松科植物生殖生物学的基础知识, 对进一步探索红松和松科植物的成花机制与种子生产具有重要的参考意义。