

橡胶树 150 年驯化的分子机制解析

晁金泉, 吴绍华, 史敏晶, 田维敏

中国热带农业科学院橡胶研究所/热带作物生物育种全国重点实验室

天然橡胶是一种重要的工业原材料, 主要来自于热带地区的橡胶树。橡胶树属于大戟科, 原产亚马逊雨林地区。自 1876 年英国人魏克汉引种开始, 开启了橡胶树人工驯化历程。橡胶树传统育种周期长达 40 余年, 目前生产上经过 2-3 代人工杂交的品种与未经选择的实生树相比产量有 4-5 倍的提高, 但其内在的分子机制尚不清楚。为揭示橡胶树早期驯化的分子机制, 我们构建了目前为止质量最高的橡胶树基因组 (1.58Gb, contig N50 = 11.21Mb), 以及 335 份代表性种质重测序的变异图谱。群体结构分析发现, 橡胶树野生群体可以分为三个类群, 目前的栽培种与由来自马托格罗索州的野生类群相近。与野生种相比, 虽然栽培种内部的核苷酸多态性未明显降低, 但 LD 距离显著延长, 表明 150 年驯化已经在基因组上留下了选择痕迹。橡胶树树皮中的次生乳管密切联系着天然橡胶生产, 是橡胶树产量形成的结构基础。为揭示调控乳管分化的关键基因, 我们对 208 份橡胶树种质材料进行 GWAS 分析, 在第 15 号染色体上鉴定到 1 个显著区段, 该区段相关基因中仅 *Hb15g001250* (*HbPSK5*) 在形成层区域特异表达。*HbPSK5* 启动子区域存在一个与乳管数量密切关联的 SNP (G/A), 多乳管种质基因型 GG 比例要远远高于少乳管种质, 群体分析进一步显示 GG 基因型在橡胶树育种过程中得到了选择, 比例由野生种的 0.96% 到初生代的 9.09%、次生代的 20.00%、三生代的 37.84%。*HbPSK5* 编码磺肽素, 一种由 5 个氨基酸构成的小肽类激素。实验形态学证明人工合成的磺肽素可以有效诱导次生乳管形成。此外还揭示了 5 个 HbMYC 成员可转录激活该基因的启动子。在橡胶草中过表达 *HbPSK5* 及其转录激活因子 *HbMYC26* 均可以显著促进橡胶草根部乳管形成, 进而提高天然橡胶含量。本研究系统分析了橡胶树 150 年驯化的分子机制, 对其他产胶植物的快速驯化均具有重要的指导意义。