无菌条件下马尾松对松材线虫防御机制的转录组学分析

朱景辉，朱丽华*

（南京林业大学林学与草原学院，江苏南京 210037）

摘要：【目的】松材线虫（*Bursaphelenchus xylophilus*）引起的松树萎蔫病对全球的松林生态系统产生重大影响。迄今为止，松树对松材线虫的防御机制仍然不完全清楚。为了深入理解这一机制，本研究以马尾松为研究对象，探究其与松材线虫之间的互作关系。【方法】本研究通过建立无菌条件下松材线虫和马尾松幼苗之间的互作系统，排除了其他微生物和环境因素的干扰，观察和分析了马尾松对松材线虫侵染的响应。利用第二代和第三代测序技术，对松材线虫侵染后的马尾松进行了全面的转录组分析，从而揭示了马尾松在面对松材线虫侵染时的基因表达变化。【结果】研究发现，在松材线虫侵染后，对不同时间点差异表达基因进行分析，共筛选获得了 3718 个差异表达基因，这些基因的表达变化反映了马尾松的生理和分子层面上的防御反应。转录组数据分析显示，马尾松在松材线虫侵染后，主要在 72 小时通过激活芪类、水杨酸和茉莉酸途径，以及萜烯合成等途径来应对松材线虫的入侵。这些途径参与了信号传导、细胞壁强化、病原体识别和抗性基因的表达等多个环节。特别值得注意的是，甲羟戊酸途径（MVA）作为萜烯合成的关键途径，它可能在松树的早期防御反应中发挥了重要作用。这一发现为理解松树如何通过调节萜烯合成来增强其对松材线虫的抗性提供了新的视角。此外，发病相关蛋白和抗性基因的诱导也是马尾松防御机制的重要组成部分。这些蛋白和基因的表达上调，有助于马尾松识别病原体、激活免疫反应，并最终抑制松材线虫的进一步侵袭。【结论】本研究中的转录组分析不仅展示了马尾松在无菌条件下对松材线虫的复杂防御策略，而且揭示了萜烯合成途径在马尾松防御中起重要作用，同时表明发病相关蛋白和抗性基因的表达上调有助于马尾松识别病原体、激活免疫反应，并抑制松材线虫的侵袭，这为未来关键抗性基因的功能分析奠定了基础。通过对这些基因的功能分析，我们可以更好地理解马尾松如何在分子层面上应对抗松材线虫的侵害。