

松枯梢病拮抗菌的筛选及作用机制研究

李爽^{1,2,3,4}, 罗航^{1,2,3,4}, 陈平安^{1,2,3,4}, 周国英^{1,2,3,4}, 刘君昂^{1,2,3,4}

(1.中南林业科技大学; 2.经济林培育与保护教育部重点实验室; 3.南方人工林病虫害防控国家林业和草原局重点实验室; 4.森林有害生物防控湖南省重点实验室 长沙 410004)

摘要:【目的】松树是北半球最重要的树种之一，同时也是我国重要的造林树种，而松枯梢病的发生严重威胁了松树健康。近年来，枯梢病的蔓延速度加快，危害程度增加，造成极大损失，挖掘防治枯梢病的拮抗菌并研究其作用机制，为松枯梢病的生物防治提供菌种资源。

【方法】筛选可拮抗松枯梢病病原菌的功能微生物，测定预先培养拮抗菌不同时间后对病原菌的抑制率，鉴定拮抗功能微生物，测定其对枯梢病的盆栽防效，利用荧光定量 PCR 法测定拮抗功能微生物在松树针叶和根际土中的定殖动态，测定喷叶处理后松树的防御酶活性，探究拮抗功能微生物对松球壳孢菌的作用机制。【结果】鉴定发现松枯梢病病原菌为松球壳孢菌 (*Sphaeropsis sapinea*)，从松树土壤中共分离出 192 株细菌，103 株真菌，在所分离的土壤微生物中共筛选出 79 株拮抗功能微生物，分别为细菌 62 株，真菌 17 株，其中细菌 csuftphfqs2023b-59、csuftphfqs2023b-70 和 csuftphfqs2023b-96 拮抗效果最好分别为 73.75%、81.25% 和 72.50%，且预先培养拮抗菌 72 h 后对菌丝生长的抑制效果最佳分别为 96.54%、97.47%、100.00%。经分类学鉴定，3 株拮抗菌分别为解淀粉芽孢杆菌 (*Bacillus amyloliquefaciens*)、土地类芽孢杆菌 (*Paenibacillus terrae*) 和贝莱斯芽孢杆菌 (*Bacillus velezensis*)。盆栽结果表明菌株发酵液对枯梢病的防效分别为 48.00%、56.00%、72.00%。三株细菌在松树内的定殖动态呈现先上升达到顶峰后再下降的趋势。三株细菌发酵液灌根处理后的松苗防御酶均得到增强。实验发现 csuftphfqs2023b-96 的发酵滤液和挥发性产物对菌丝生长抑制率分别为 85.20% 和 82.50%，且可产生生物膜。【结论】鉴定发现引起松枯梢病的病原为松球壳孢菌，筛选出的 79 株拮抗功能微生物中 csuftphfqs2023b-59、csuftphfqs2023b-70 和 csuftphfqs2023b-96 的功能最多，拮抗效果最好，且培养 72h 后的抑制效果最佳。盆栽结果表明 csuftphfqs2023b-96 对松枯梢病具有良好的防治效果，其发酵液可诱导松树体内的防御酶活性发生变化，提高松树对枯梢病的抗性。csuftphfqs2023b-96 主要通过产生多种抗菌物质、竞争生态位等方式拮抗松球壳孢菌并提高松树抗病性。

关键词: 松枯梢病；拮抗功能菌；定殖动态；作用机制