

四氧化三锰纳米颗粒提高棉花抵抗强光胁迫的能力

Mn_3O_4 nanoparticles enhance the cotton's ability to resist high light stress

孙桂兰^{1,2}, 袁鹤真^{1,2}, 马慧欣^{1,2}, 陈玲玲^{1,2}, 李召虎¹, 吴洪洪^{1,2*}

(1. 农业农村部长江中游作物生理生态与耕作系统重点实验室 / 华中农业大学作物纳米生物学与技术中心 / 华中农业大学植物科学技术学院农学系, 武汉 430070; 2. 湖北洪山实验室, 武汉 430070)

摘要:合成的聚丙烯酸修饰的四氧化三锰纳米颗粒(PMO, 10.81 nm, -26.93 mV)能够提高棉花幼苗抵抗强光胁迫的能力,其具体机理如下:体内试验表明,在强光胁迫下(1 800~2 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$),与对照组相比,350 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ PMO 显著提高强光胁迫 24 h 后两叶期棉花的抗性,表现为 PMO 显著提高棉花第一片叶的 PS II 最大量子效率 (F_v/F_m)、PS II 潜在量子效率 (F_v/F_0) 和非光化学猝灭系数 (NPQ), 分别提高 153.8%、186.3% 和 75.9%。利用荧光探针 DCF、DHE 和 HPF 以及激光共聚焦成像技术观察到:PMO 显著降低棉花叶片中活性氧 (ROS) 含量, 其中, 显著降低第一片叶中过氧化氢 (H_2O_2) 含量(27.0%) 和第二片叶中超氧阴离子 ($\cdot\text{O}_2^-$) 含量(50.0%), 并且显著降低 2 片叶中羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$) 含量(25.7% 和 28.6%)。另外, 利用试剂盒测定 ROS 含量和组织化学染色进一步验证了上述结果。PMO 显著提高两片叶中过氧化物酶 (POD) 活性, 分别提高 71.2% 和 129.5%; 显著提高第二片叶的过氧化氢酶 (CAT) 活性(51.3%)。PMO 显著提高第二片中叶绿素 a(20.5%) 和叶绿素 b(21.4%) 的含量; 显著提高两片叶的微丝骨架荧光强度, 分别提高 19.0% 和 30.4%, 显著下调第一片叶中 *GhADF1*、*GhADF7* 和第二片叶的 *GhADF2*、*GhADF7* 基因的表达量。体外试验表明, PMO 具有纳米拟酶的特性, 350 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ PMO 清除 $\cdot\text{OH}$ 、 $\cdot\text{O}_2^-$ 和 H_2O_2 的能力分别为 63.9%、30.8% 和 4.3%。上述结果表明, PMO 具有 ROS 清除能力, 能够清除强光胁迫下棉花叶片中部分过量的 ROS, 降低胁迫下过量 ROS 对棉花叶片的影响, 提高棉花的抗性。

关键词:四氧化三锰; 纳米颗粒; 棉花; 强光胁迫

第一作者简介: 孙桂兰(1994—), 女, 在读博士, 研究方向为纳米材料提高作物抗逆的机理和应用, sunguilan@webmail.hzau.edu.cn * 通信作者: 吴洪洪(1987—), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为植物纳米生物学抗逆、转基因和智能植物构建, honghong.wu@mail.hzau.edu.cn