



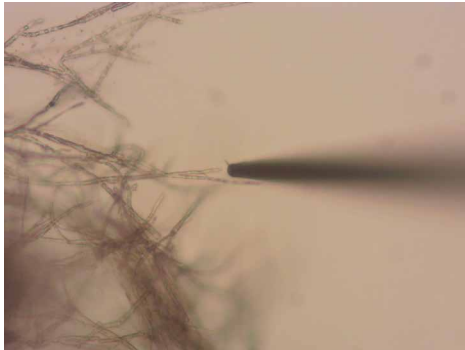
订阅本刊

# 微生态：植物 - 微生物互作

## 视频、图片、文献资源

### 样品检测视频

菌丝



根



真菌孢子



根表菌丝



### 应用报告视频

## 活体跨膜转运技术在植物 - 微生物互作上的应用

#### 专家介绍



主讲人：刘蕴琦  
中关村NMT产业联盟秘书长，联盟标准检测测试类(NMT)高级认证工程成果《非损伤检测技术及其应用》主人，主编了《NMT 101问》、《NMT》等，被誉为“行走的NMT教科书”。



### 扫码查看植物 - 微生物互作文献专辑





测样咨询

## 共生互作机制

### 一、意义

植物-微生物共生互作机制研究，通过解析活性氧、钙信号及质子泵活性等关键过程，揭示共生机制，对促进生态平衡与农业绿色发展具有重大意义。

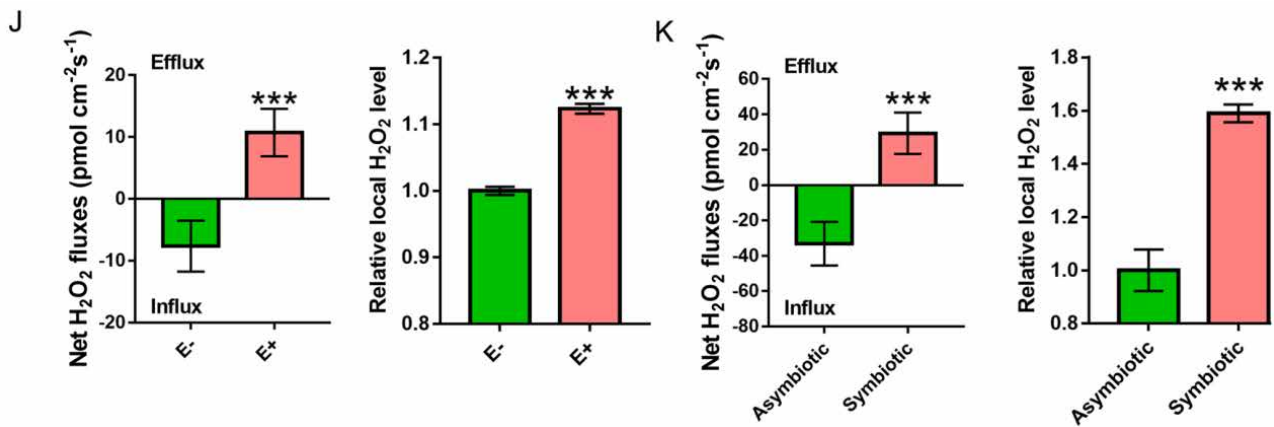
### 二、研究案例

#### 1、*J Exp Bot* 南京师大 & 西澳大学团队：在根部共生真菌调节宿主过氧化氢影响共生互作上取得进展

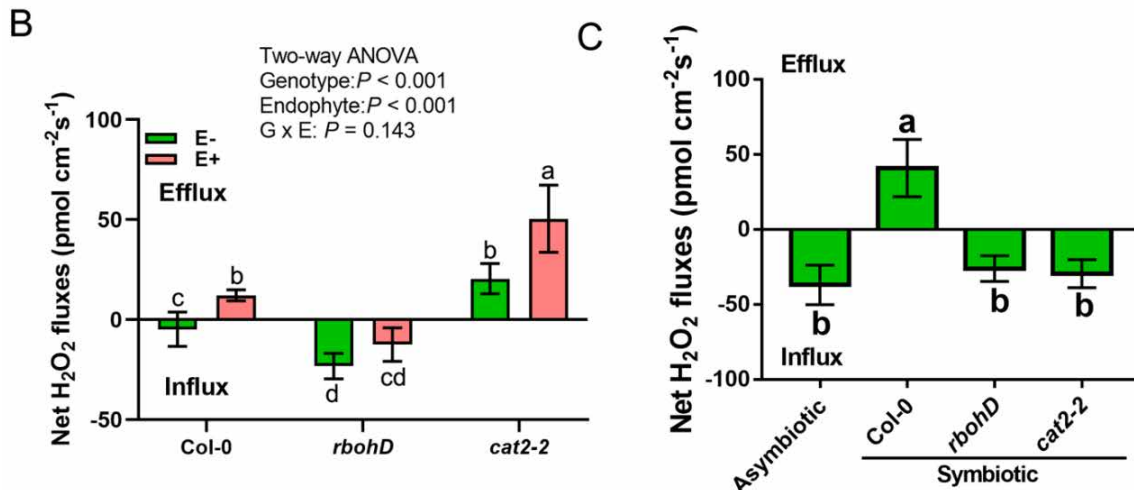
通讯作者：南京师范大学 张伟、戴传超，西澳大学 Sergey Shabala

NMT 设备：植物-微生物互作机制分析仪（旭月 / 美国扬格 PMP300）

NMT 活体生理检测仪（Physiolyzer<sup>®</sup>）（旭月 / 美国扬格 NMT300-PYZ）



菌丝定殖的根尖与未定殖的根系相比表现出显著的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 外排，且根表 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浓度升高。此外，共生菌丝尖端与非共生菌丝相比同样表现出显著的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 外排，菌丝表面 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 水平增加。因此，在植物-真菌界面存在 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 动态的改变，其中共生伙伴都趋向于将 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 扩散到植物-真菌界面。

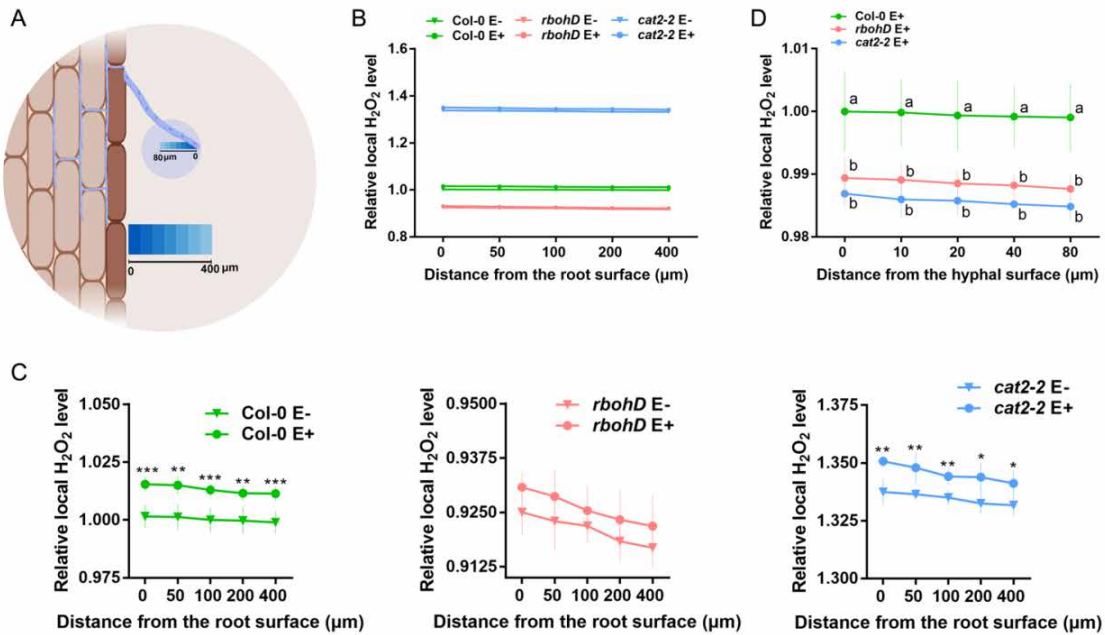


doi:10.5281/zenodo.10682271



订阅本刊

为了验证  $H_2O_2$  动态的改变是否影响了真菌 - 拟南芥相互作用，我们在研究中引入了缺失呼吸爆发氧化酶同源物 D (*rbohD*) 和缺失过氧化物酶同工酶 (*cat2-2*) 的拟南芥突变体。真菌接种导致 *cat2-2* 植株的根表更多的  $H_2O_2$  外排，而 *rbohD* 植株的根表  $H_2O_2$  保持不变。因此，与 Col-0 相比，*cat2-2* 根系表现出更强的  $H_2O_2$  外排（约 4.14 倍），而 *rbohD* 根系在真菌定殖后保留了  $H_2O_2$ 。这些结果表明，在 *rbohD* 和 *cat2-2* 真菌相互作用中植物 - 真菌交界面的  $H_2O_2$  动态受到干扰。



为了监测植物根表和菌丝表面  $H_2O_2$  浓度水平，研究使用非损伤微测技术 (NMT) 检测了根系 - 真菌界面  $H_2O_2$  浓度梯度。结果表明，与 Col-0 植物相比，*rbohD* 根系 (0-400  $\mu m$ ) 表现出较低的  $H_2O_2$  浓度梯度，而 *cat2-2* 则在植物 - 真菌界面表现出较高的  $H_2O_2$  浓度梯度。真菌接种导致 Col-0 和 *cat2-2* 根表的  $H_2O_2$  浓度梯度增加，而 *rbohD* 根表面的  $H_2O_2$  浓度梯度没有显著差异。此外，定殖在 Col-0 根表面的菌丝在菌丝际表现出较高的  $H_2O_2$  浓度梯度，而定殖在 *rbohD* 和 *cat2-2* 根表面的菌丝则没有这种现象。这些结果表明，根系和菌丝均在植物 - 真菌界面感知到  $H_2O_2$  水平的调节。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



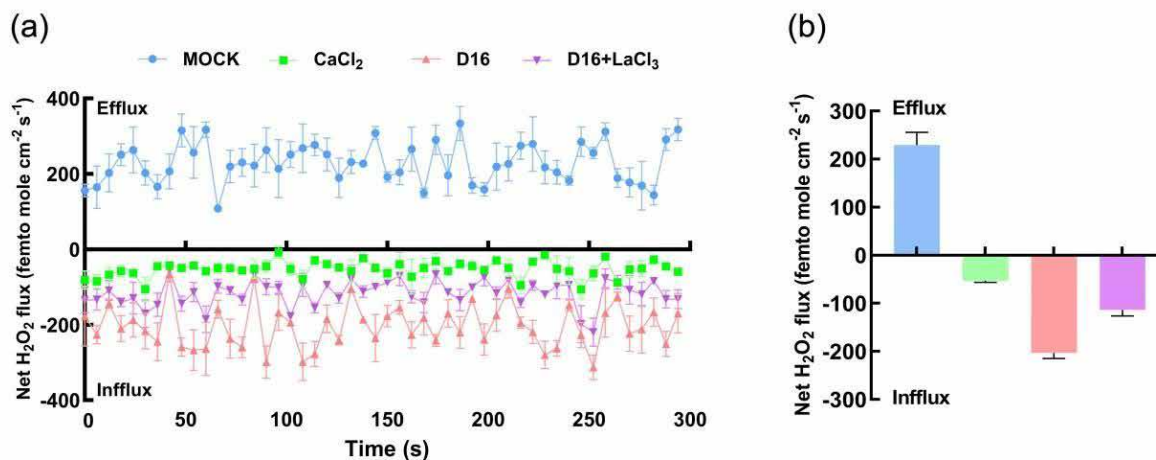
测样咨询

## 2、*Microbiol Res* 海军军医大学 & 南师大: $H_2O_2$ 和 $Ca^{2+}$ 信号串扰参与了丹参根内生真菌促丹参酮合成的过程

通讯作者: 海军军医大学 苏娟、韩婷, 南京师范大学 孙凯

NMT 设备: 植物-微生物互作机制分析仪 (旭月 / 美国扬格 PMP300)

NMT 活体生理检测仪 (Physiolyzer<sup>®</sup>) (旭月 / 美国扬格 NMT300-PYZ)



利用非损伤微测技术 (NMT) 检测在无菌水、内生真菌 D16、10 mM  $CaCl_2$  和 D16+1 mM  $LaCl_3$  处理条件下丹参幼苗根部  $H_2O_2$  实时转运速率。结果表明, 与对照组相比, D16 组、 $CaCl_2$  组和 D16+ $LaCl_3$  组的  $H_2O_2$  由外排向吸收转变 (图 a)。其中, D16+ $LaCl_3$  组的  $H_2O_2$  实时内流速率明显低于  $CaCl_2$  组, 但高于 D16 组 (图 b)。这些数据表明, 接种 D16 或单独施用  $CaCl_2$  均能刺激丹参根中  $H_2O_2$  的产生, 而  $LaCl_3$  能强烈抑制 D16 诱导的丹参根中  $H_2O_2$  的积累。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



## 互作促养分元素吸收

### 一、意义

植物-微生物互作促养分吸收研究，通过增强铵态氮、硝态氮利用及质子泵活性，提高植物养分吸收效率，对农业可持续生产和生态环境保护具有重要意义。

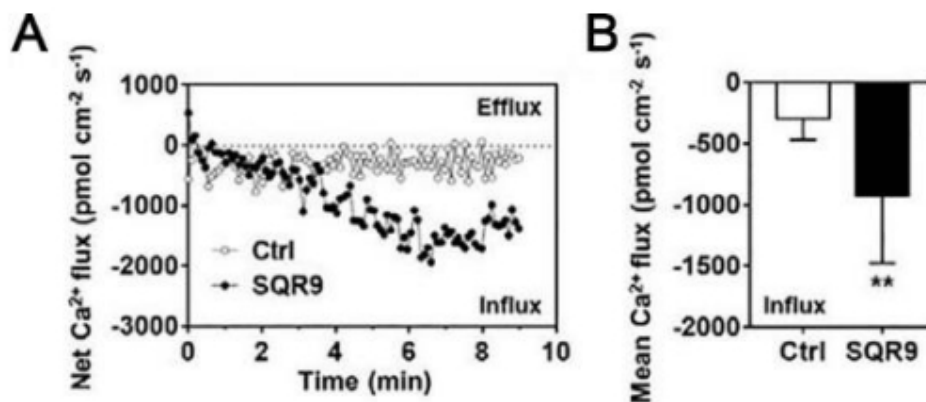
### 二、研究案例

#### 1、*J Exp Bot* 南京农大沈其荣院士、张瑞福教授团队：有益根瘤菌贝莱斯芽孢杆菌 SQR9 通过内源信号途径调控植物氮素吸收

通讯作者：南京农业大学 宣伟、张瑞福

NMT 设备：植物养分高效机制分析仪（旭月 / 美国扬格 NMP300）

人工智能高通量非损伤微测系统（旭月 / 美国扬格 aiNMT300-HIM）



利用非损伤微测技术（NMT）研究钙在菌株 SQR9 VCs 激活硝酸盐吸收中的作用，测定了对照和菌株 SQR9 VCs 共培养条件下根分生区的  $\text{Ca}^{2+}$  转运速率。结果表明，共培养条件下的根部  $\text{Ca}^{2+}$  吸收速率高于对照组（图 A，B）。证明 SQR9 通过产生挥发性代谢产物来增强植物对  $\text{Ca}^{2+}$  吸收的响应。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



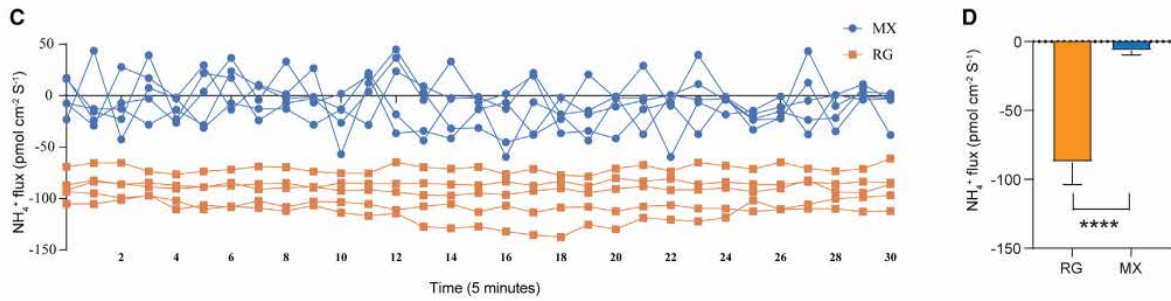
测样咨询

## 2、*Curr Biol* 深圳现代研究院杨贞标 / 福建农林大学徐通达、唐文鑫：茶树根部微生物调控氮代谢和茶氨酸合成影响茶叶品质

通讯作者：福建农林大学 **徐通达**、**唐文鑫**，深圳现代研究院 **杨贞标**

NMT 设备：植物养分高效机制分析仪（旭月 / 美国扬格 NMP300）

人工智能自动化非损伤微测系统（旭月 / 美国扬格 NMT300-SIM）



利用非损伤微测技术（NMT）检测不同茶氨酸含量的茶树品种根部  $\text{NH}_4^+$  实时吸收速率，发现茶氨酸含量更高的肉桂，其根部  $\text{NH}_4^+$  实时吸收速率高于低茶氨酸含量的毛蟹（图 c, d）。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考





订阅本刊

## 互作促重金属耐受

### 一、意义

植物-微生物互作促重金属耐受研究，旨在提升植物对 Cd、Pb、As、Cu、Zn、Cr 等重金属的耐受性，对土壤修复与环境保护具有重大意义。

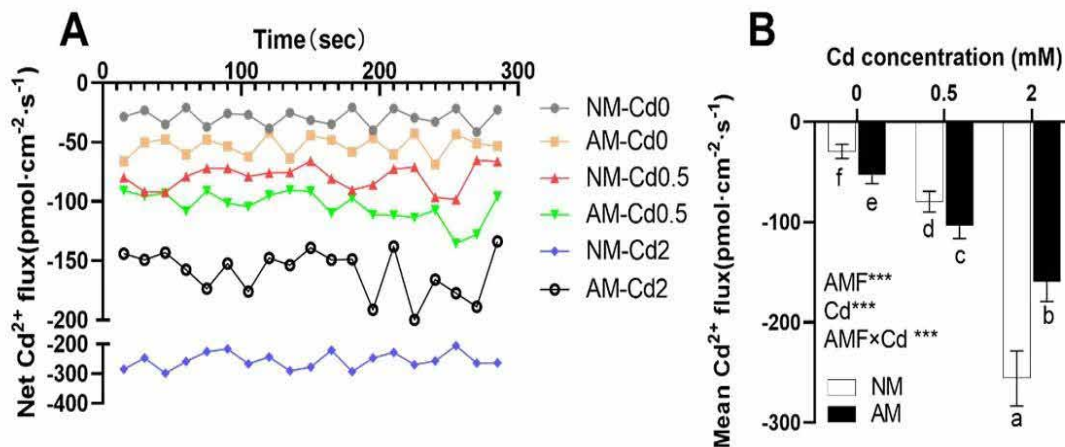
### 二、研究案例

#### 1、*J Hazard Mater* 华南农大唐明组：NMT 发现 AM 真菌对构树吸 Cd 影响呈低促高抑规律 为真菌介导菌根植物响应重金属胁迫的调控研究提供证据

通讯作者：华南农业大学 胡文涛、唐明

所用 NMT 设备：植物-微生物互作机制分析仪（旭月 / 美国扬格 PMP300）

人工智能高通量非损伤微测系统（旭月 / 美国扬格 aiNMT300-HIM）



通过非损伤微测技术测量接菌与不接菌构树根系在不同镉浓度处理 24h 后根系 Cd<sup>2+</sup> 吸收的速度，如图所示，在 0 和 0.5 mM Cd 浓度处理下，AM 处理的构树根系 Cd<sup>2+</sup> 吸收速度均显著高于 NM 处理，且随着 Cd 浓度的增加，Cd<sup>2+</sup> 吸收平均量也显著增加。而在 2 mM Cd 浓度处理下，AM 处理的构树根系 Cd<sup>2+</sup> 吸收速度则显著低于 NM 处理，猜测是根系在高浓度重金属下所吸收 Cd<sup>2+</sup> 达到饱和，接菌处理开始抑制 Cd<sup>2+</sup> 吸收以帮助植物抵抗重金属胁迫。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



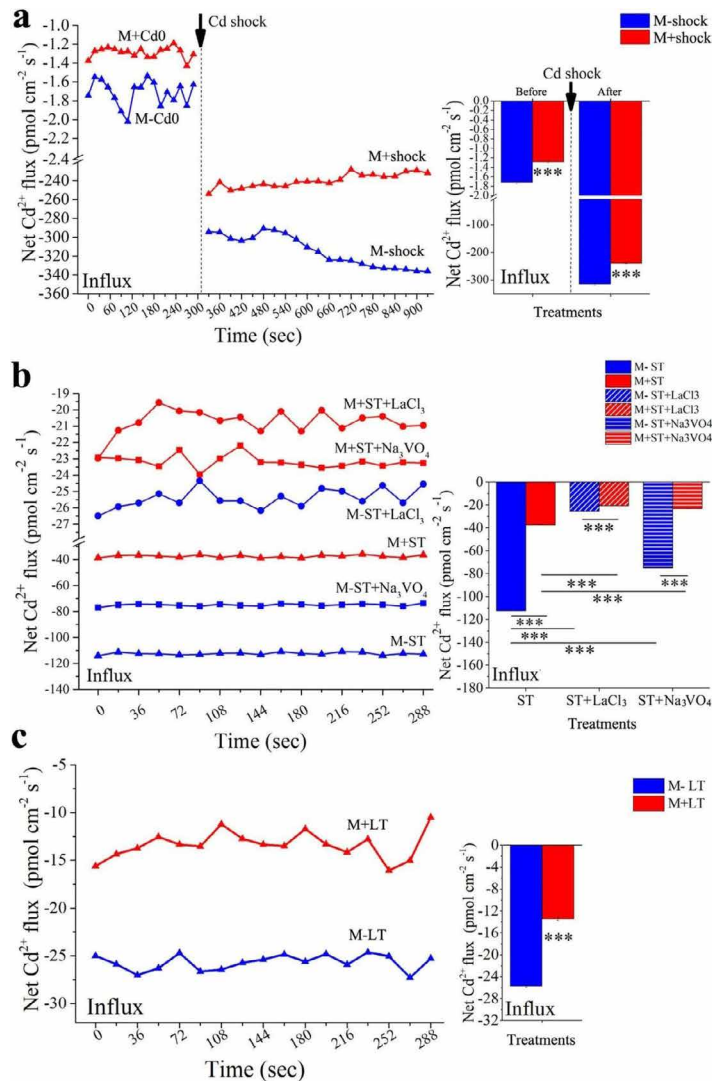
测样咨询

## 2、*J Hazard Mater* 云大赵之伟组：NMT 发现接种 AMF 抑制 Cd 胁迫下滇杨根的泌 H<sup>+</sup> 吸 Cd 为揭示 AMF 增强滇杨对矿区环境适应性机制提供证据

通讯作者：云南大学 李涛、赵之伟

NMT 设备：重金属阻控机制分析仪（旭月 / 美国扬格 HMP300）

人工智能自动化非损伤微测系统（旭月 / 美国扬格 NMT300-SIM）



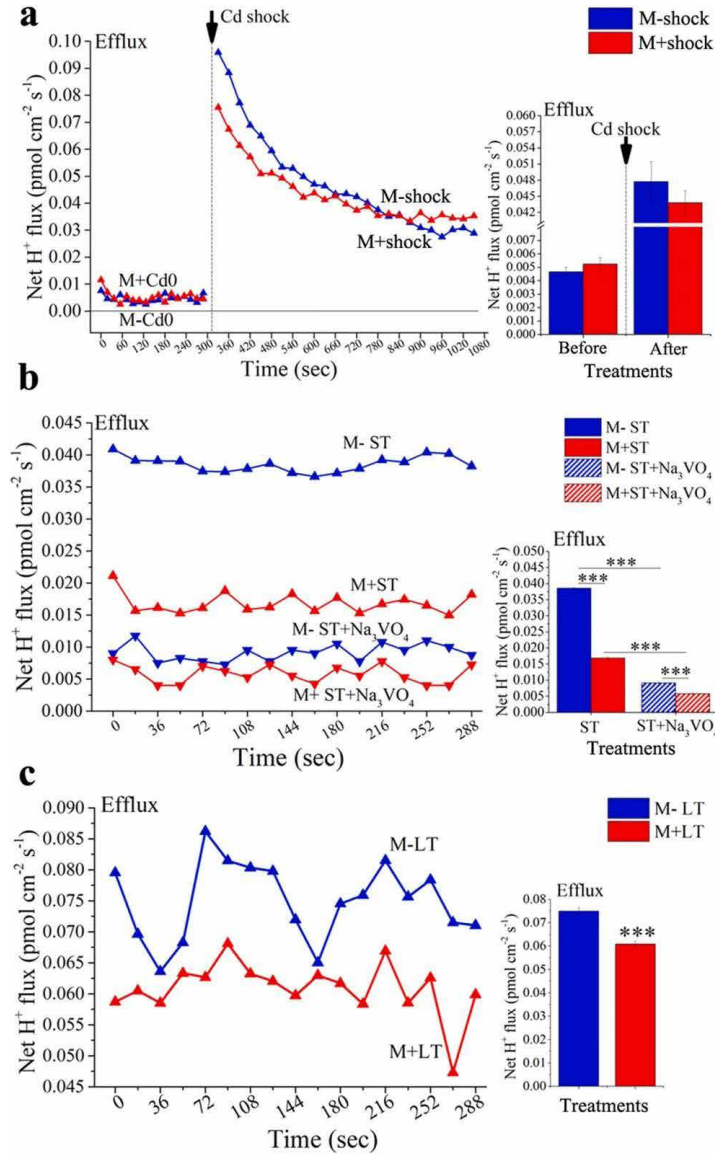
为了研究 AMF 接种对杨树 Cd<sup>2+</sup> 流速的影响，使用非损伤微测技术（NMT）检测了杨树根部的 Cd<sup>2+</sup> 净流速。结果表明，所有处理的杨树都能检测到 Cd<sup>2+</sup> 吸收。所有三个 Cd 处理时期（实时、短期和长期）的结果表明，与对照杨树的根相比，AMF 接种显著降低了杨树根部的 Cd<sup>2+</sup> 吸收。添加 LaCl<sub>3</sub>（一种 Ca<sup>2+</sup> 通道的特异性抑制剂）也显著阻断了短期处理（ST）杨树根细胞中 Cd<sup>2+</sup> 的吸收，而不依赖于是否接种 AMF。同样，在短期处理（ST）后，与非菌根对照（M-ST+LaCl<sub>3</sub>）相比，接种 AMF 进一步显著降低了添加 LaCl<sub>3</sub>（M+ST+LaCl<sub>3</sub>）的杨树中 Cd<sup>2+</sup> 的吸收速率。添加原钒酸钠（Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>，一种特殊的 H<sup>+</sup>-ATPase 抑制剂）可显著抑制 H<sup>+</sup> 外排。在添加 Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub> 的条件下，与非菌根对照（M-ST+Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>）相比，经短期 Cd 和 Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>（M+ST+Na<sub>3</sub>VO<sub>4</sub>）处理的菌根定殖的杨树根部 Cd 吸收速率显著降低。

doi:10.5281/zenodo.10682285





订阅本刊



为了研究 AMF 接种对杨树 H<sup>+</sup> 转运速率的影响，研究用 NMT 检测了杨树根部的 H<sup>+</sup> 转运速率。结果表明，所有杨树都表现来自根细胞的 H<sup>+</sup> 外排，外排速率小于 0.1 pmol·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>。无论是在 Cd 实时处理之前还是之后，接种 AMF 对未经 Cd 处理的杨树根部 H<sup>+</sup> 外排没有显著影响。然而，与对照相比，在短期和长期 Cd 暴露处理下，AMF 接种显著降低了杨树根部的 H<sup>+</sup> 外排速率。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



## 互作促耐盐碱

### 一、意义

植物-微生物互作促耐盐碱研究，通过调节 Na、K、H 等离子转运，增强植物耐盐性，为盐碱地生态修复和农业可持续发展提供科学依据。

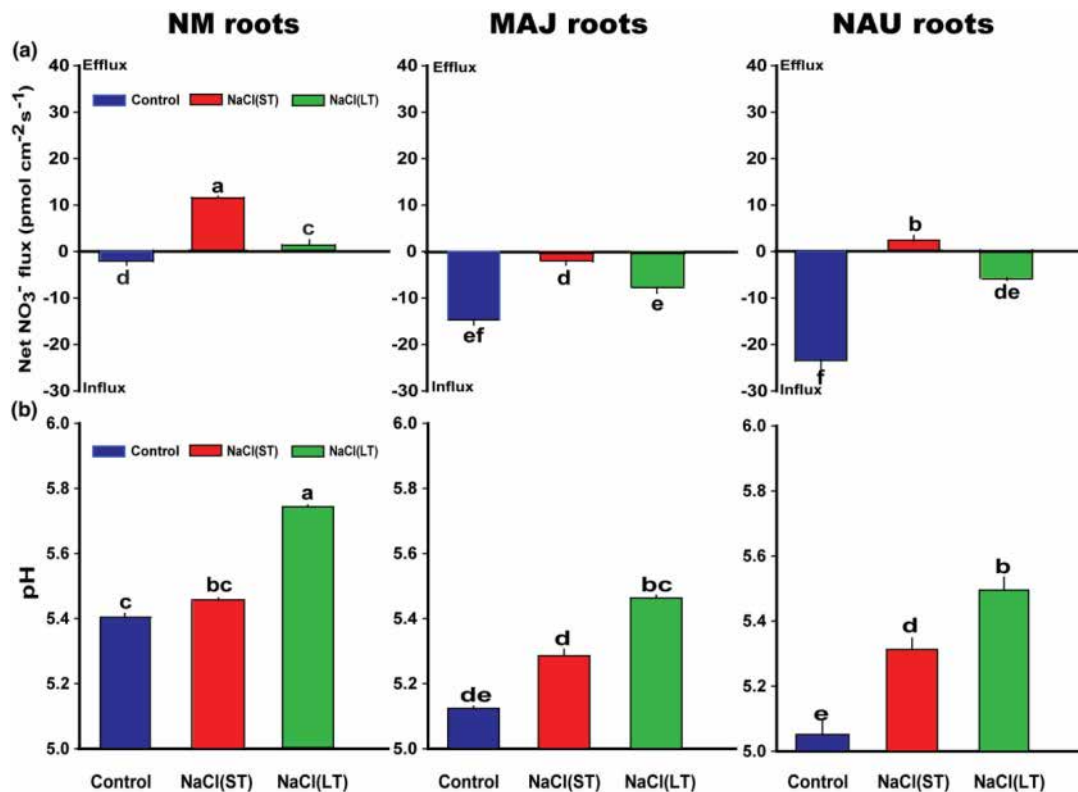
### 二、研究案例

#### 1、*New Phytol* 北京林业大学陈少良：NMT 发现定殖真菌致根际酸化促 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸收，为菌根通过保持营养吸收促宿主植物耐盐提供证据

通讯作者：北京林业大学 陈少良

NMT 设备：耐盐机制分析仪（旭月 / 美国扬格 SMP300）

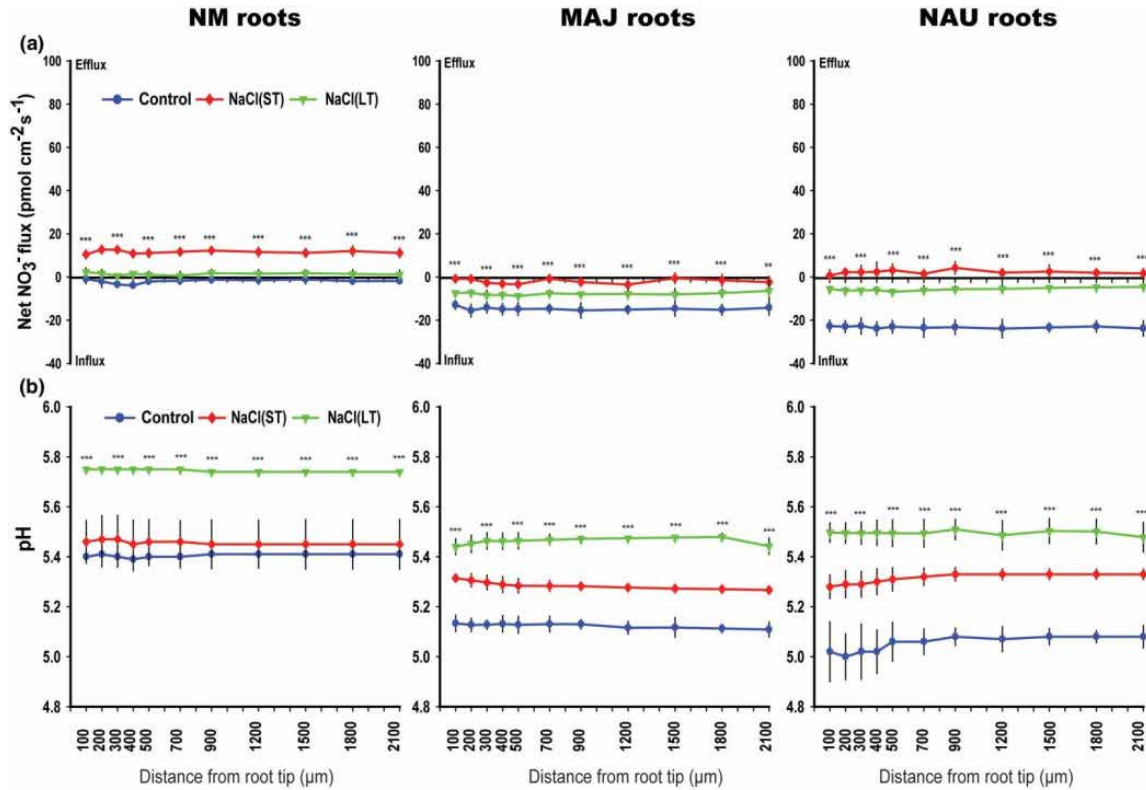
活体功能组学系统（imOmics<sup>®</sup>NMT）（旭月 / 美国扬格 imOmics300）



研究使用非损伤微测技术（NMT）来确定杨树在有无真菌定殖以及响应盐胁迫时 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 转运速率的变化。NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 转运速率的大小和方向明显受 NaCl 处理和真菌定殖的影响（图 a）。无菌根（non-mycorrhizal, NM）杨树的根尖表现出适度的 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸收，而真菌定殖的根表现出 7.4~11.8 倍的吸收（图 a）。很显然，这种刺激不需要哈蒂氏网，因为与 NM 根相比，用 MAJ 或 NAU 定殖的根会使 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸收增加（图 a）。此外，在盐胁迫下，真菌定殖的根保持了 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的净吸收，而 NM 根在短期和长期盐胁迫下显示出 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的外排（图 a）。



订阅本刊



$\text{NO}_3^-$  的吸收需要  $\text{H}^+$  的协同运输，因此取决于外部环境的 pH 值。随后研究检测了 NM 和真菌定殖的根表面的 pH 值，沿 NM 根的 pH 值是稳定的（图 b）。真菌定殖导致根表面酸性更高，pH 值范围为 5.05~5.12（图 b）。长期的盐胁迫导致 NM 植物的 pH 值明显上升至约 pH 值 5.8 ( $P < 0.001$ )。在真菌定殖的植物中，盐处理也引起 pH 升高，导致根表面的 pH 值约为 5.4，类似于 NM 对照根的 pH 值（图 b）。盐诱导植物根系 pH 值的增加是由于根表面  $\text{H}^+$  外排速率下降。无论对照条件如何，或短期或长期盐胁迫，NAU 的表面 pH 值与 MAJ 定殖的根的表面 pH 值没有差别。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



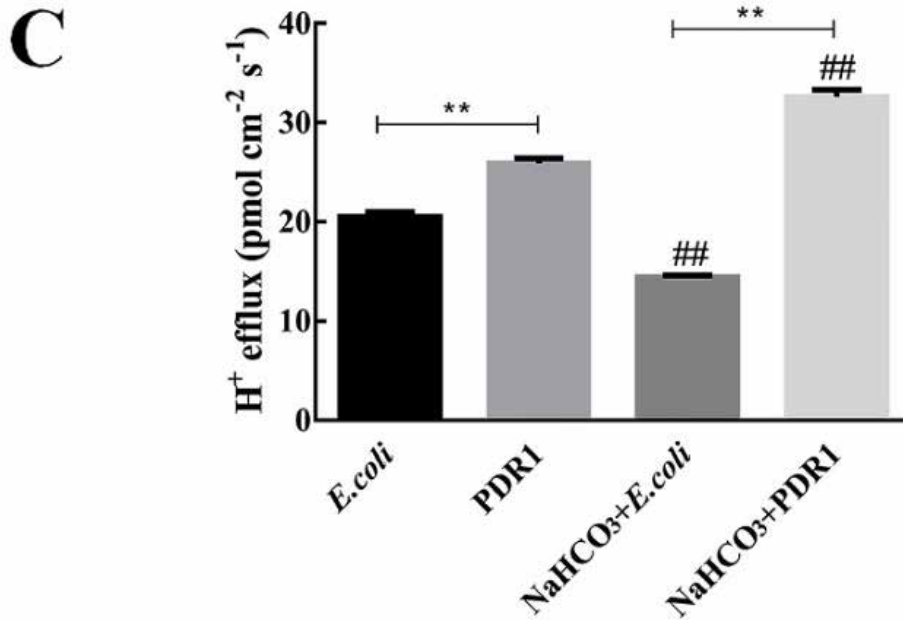
测样咨询

## 2、Plant Physiol Bioch 贵州师范大学学者：解淀粉芽孢杆菌促植物耐碱机制——根部 $H^+$ -ATPase 活性高泌酸强

通讯作者：贵州师范大学 乙引

NMT 设备：耐盐机制分析仪（旭月 / 美国扬格 SMP300）

人工智能全自动非损伤微测系统（旭月 / 美国扬格 aiNMT300-FAIM）



用解淀粉芽孢杆菌 PDR1 的 VOC 处理的拟南芥幼苗根中的  $H^+$  外排显著。在不存在和存在碱胁迫的情况下，其  $H^+$  外排程度均比大肠杆菌 DH5 $\alpha$  处理的水平要高。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



## 共生环境修复

### 一、意义

共生环境修复通过促进生物间相互作用，增强生态系统稳定性，结合质子泵活性、离子转运机制，有助于高效恢复受损环境，维护生态平衡。

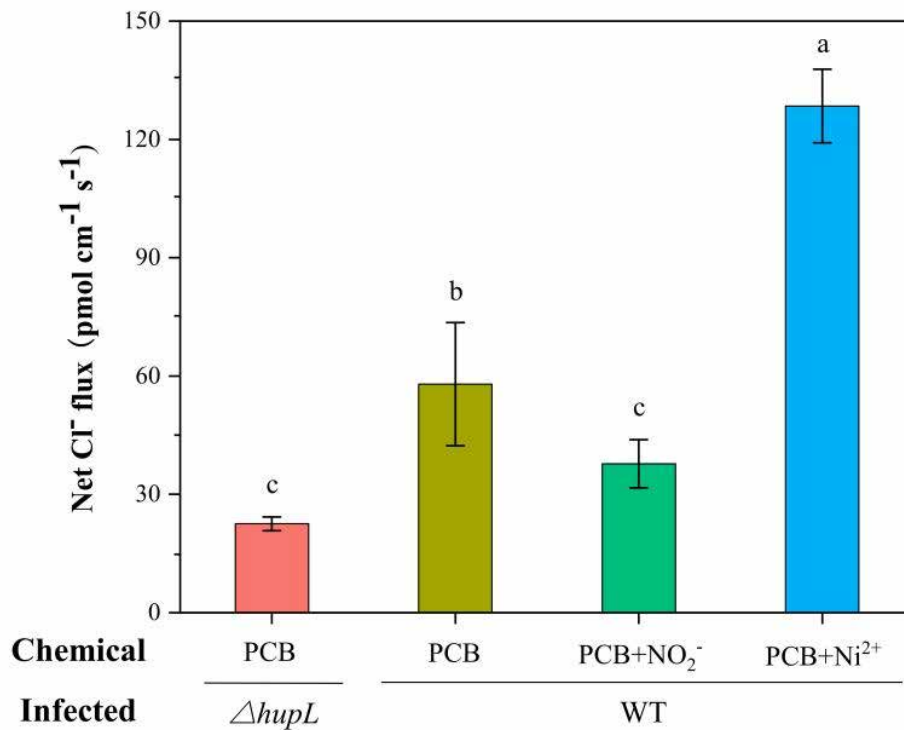
### 二、研究案例

#### 1、*Bioresource Technol* 中科院南土所滕应团队：豆科根瘤菌共生中生物氢利用揭示加速四氯联苯转化新机制

通讯作者：中国科学院南京土壤研究所 滕应

NMT 设备：环境污染毒理机制分析仪（旭月 / 美国扬格 PTP300）

NMT 活体生理检测仪（Physiolyzer<sup>®</sup>）（旭月 / 美国扬格 NMT300-PYZ）

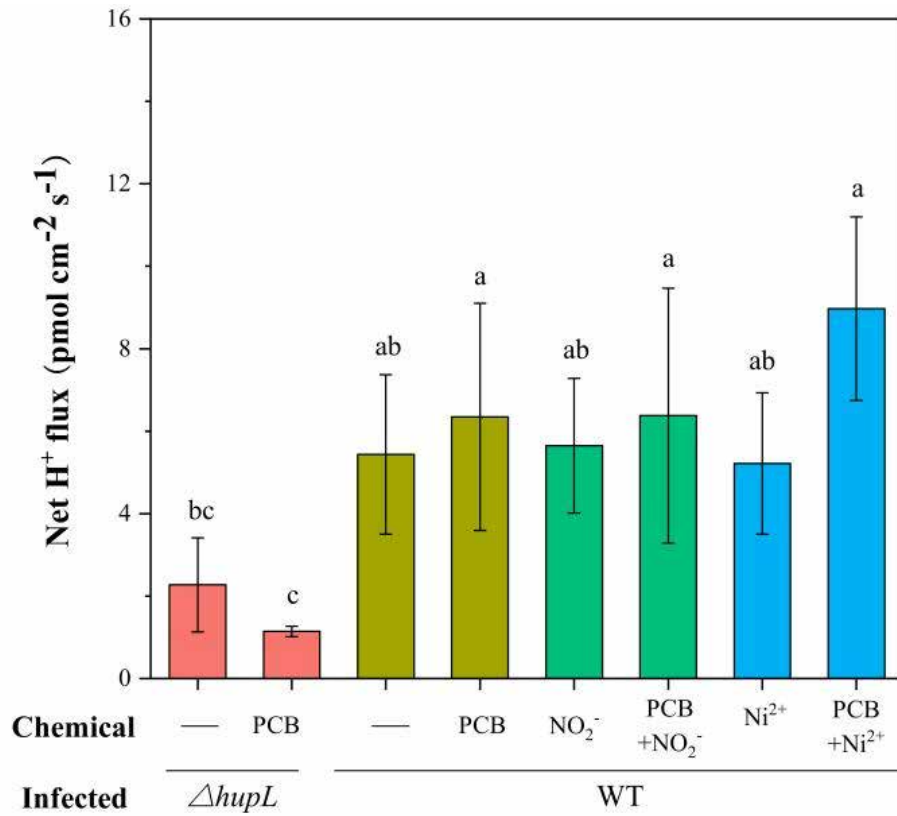


利用非损伤微测技术（NMT）检测 H<sub>2</sub> 利用下大豆根瘤排 Cl<sup>-</sup> 速率，结果显示与对照处理（ $\Delta hupL$ +PCB）相比，H<sub>2</sub> 利用处理（WT+PCB）和通过添加 Ni 离子促进氢化酶活性处理（WT+PCB+Ni<sup>2+</sup>）均显著促进了大豆根瘤中 Cl<sup>-</sup> 外排，表明大豆根瘤生物氢利用加速大豆根瘤中四氯联苯的脱氯过程。





测样咨询



利用非损伤微测技术（NMT）检测 H<sub>2</sub> 利用下大豆根瘤排 H<sup>+</sup> 速率，结果显示添加 PCB77 对净 H<sup>+</sup> 转运的影响很小，仅在 Hup<sup>-</sup> 根瘤和 Hup<sup>+</sup> 根瘤之间存在显著差异，这可能是因为大多数质子在到达根瘤表面之前就被利用了。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



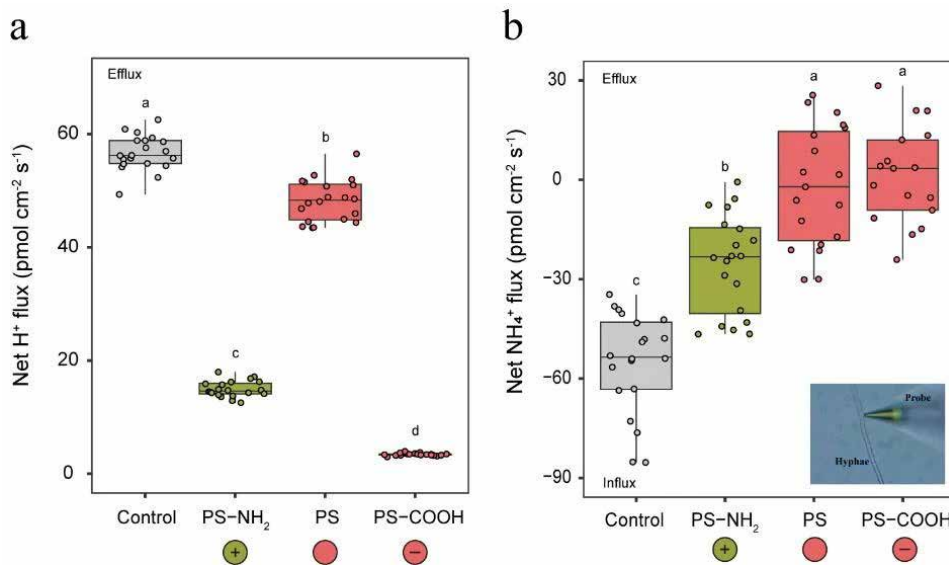
订阅本刊

## 2、*Environ Sci Technol* 暨南大学优秀团队：丛枝菌根真菌通过增强防御相关基因表达和菌丝捕获来缓解寄主植物的带电纳米塑料胁迫

通讯作者：暨南大学 李慧

所用 NMT 设备：植物 - 微生物互作机制分析仪（旭月 / 美国扬格 PMP300）

NMT 活体生理检测仪（Physiolyzer<sup>®</sup>）（旭月 / 美国扬格 NMT300-PYZ）



利用非损伤微测技术（NMT）检测不同表面电荷 NPs 对 AM 真菌的根外菌丝  $H^+$ （图 a）和  $NH_4^+$ （图 b）转运速率的影响。AM 真菌菌丝吸收  $NH_4^+$  作为重要的营养物质，与对照组相比，带正电和负电的 NPs 处理后，菌丝吸  $NH_4^+$  速率显著降低。细胞壁和细胞膜中的 NPs 可能会阻塞  $NH_4^+$  的吸收通道，导致  $NH_4^+$  的运输量明显减少。 $H^+$ （质子）外排表征的是菌丝生长和功能的活跃性， $H^+$  转运与磷和糖转运等重要转运体耦合。与对照组相比，带正电和负电的 NPs 处理后，菌丝的排  $H^+$  速率下降，这表明真菌的活性受到了影响。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考