



钙信号

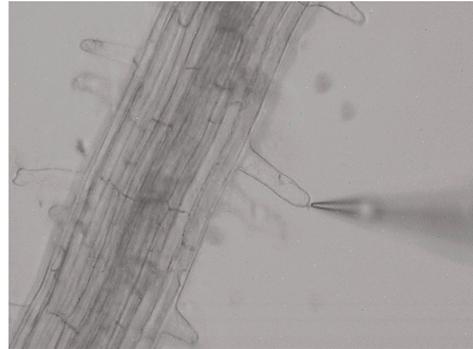
视频、图片、文献资源

样品检测视频

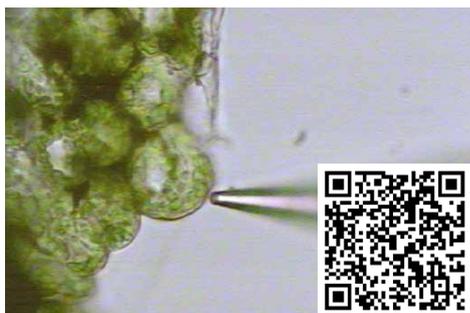
根



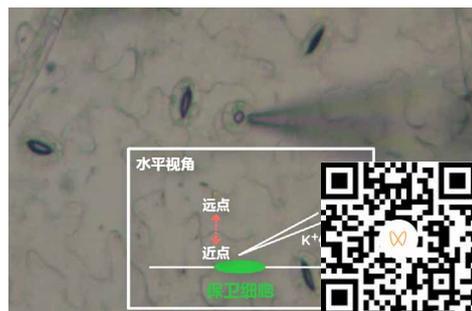
根毛



叶肉



保卫细胞



原生质体 / 液泡



扫码查看钙信号文献专辑





胁迫跨膜 Ca^{2+} 信号 / 吸 Ca^{2+} 速率

一、意义

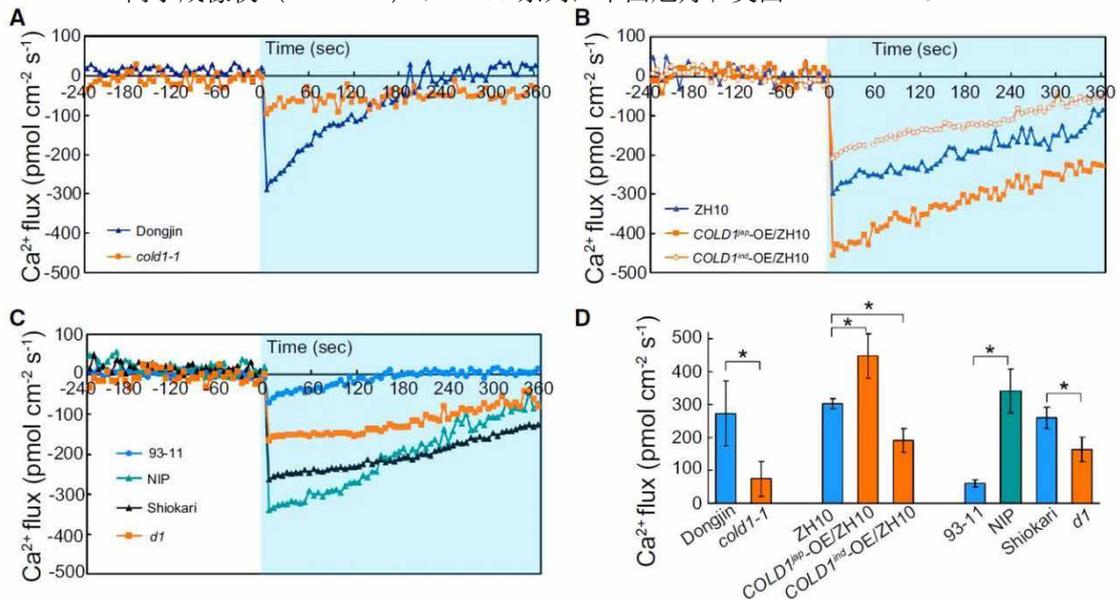
检测盐碱、干旱、重金属、高低温等非生物胁迫，以及病原微生物或分子模式抗原等生物下，根、茎、叶细胞的 Ca^{2+} 实时跨膜吸收速率。

二、研究案例

1、Cell 种康院士：无损“电生理”钙流为揭示水稻感知寒害的分子机制提供直接证据

通讯作者：中科院植物研究所 种康

所用 NMT 设备：温度胁迫钙信号分析仪（MechLyzer[®]）（TCA300 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER）、离子成像仪（Gradraw[®]）（GD100 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER）



采用 NMT 技术对水稻根系进行了冷激 / 冷休克（cold shock）下 Ca^{2+} 跨膜转运的研究。在低温刺激下，野生型 Dongjin 水稻根中有大量细胞外 Ca^{2+} 吸收，并出现负峰（A）。相比之下，*cold1-1* 在相同条件下，NMT 信号无明显变化。与野生型 ZH10 水稻相比，*COLD1^{hap}* 转基因株系在低温处理下 Ca^{2+} 吸收更显著，但 *COLD1^{ind}* 转基因株系则不太明显（B）。与 *indica* 93-11 相比，Nipponbare 的反应更强烈（C）。此外，*RGAI* 突变体 *d1* 比野生型 Shiokari 的 Ca^{2+} 吸收速率更低。*cold1-1* 或转基因株系与野生型之间在冷激后的平均最大吸收速率有显著差异（D）。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

doi:10.5281/zenodo.10472810

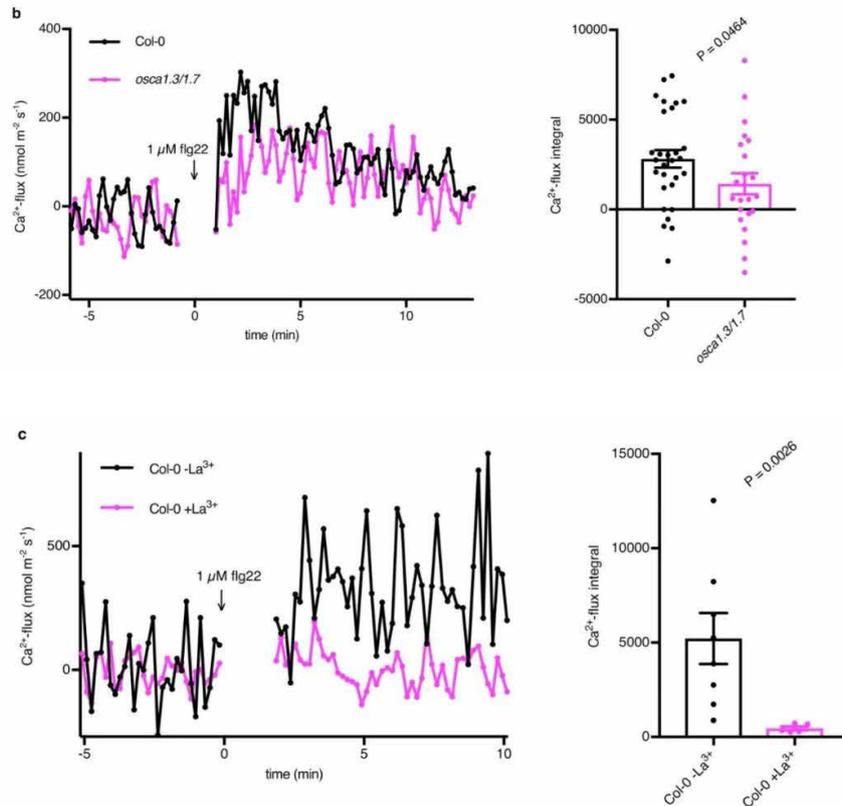


测样咨询

2、*Nature* 东英吉利大学 Zipfel: 无损“电生理”钙流为气孔免疫钙通道 OSCA1.3 的鉴定提供关键证据

通讯作者：东英吉利大学 **Cyril Zipfel**

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列, 中国旭月 / 美国 YOUNGER)



使用非损伤微测技术检测 Col-0 和 *osca1.3/1.7* 保卫细胞的 Ca^{2+} 跨膜转运速率。结果发现，与 Col-0 相比，在加入 flg22 后 7 分钟内的 Ca^{2+} 吸收速率在 *osca1.3/1.7* 中降低了（图 b）。检测在有或没有进行氯化镧预处理的情况下的 Col-0 保卫细胞的 Ca^{2+} 吸收速率，发现氯化镧处理后，在添加了 flg22 后 8 分钟内的 Ca^{2+} 吸收明显被阻断（图 c）。



扫码查看本文详细报道



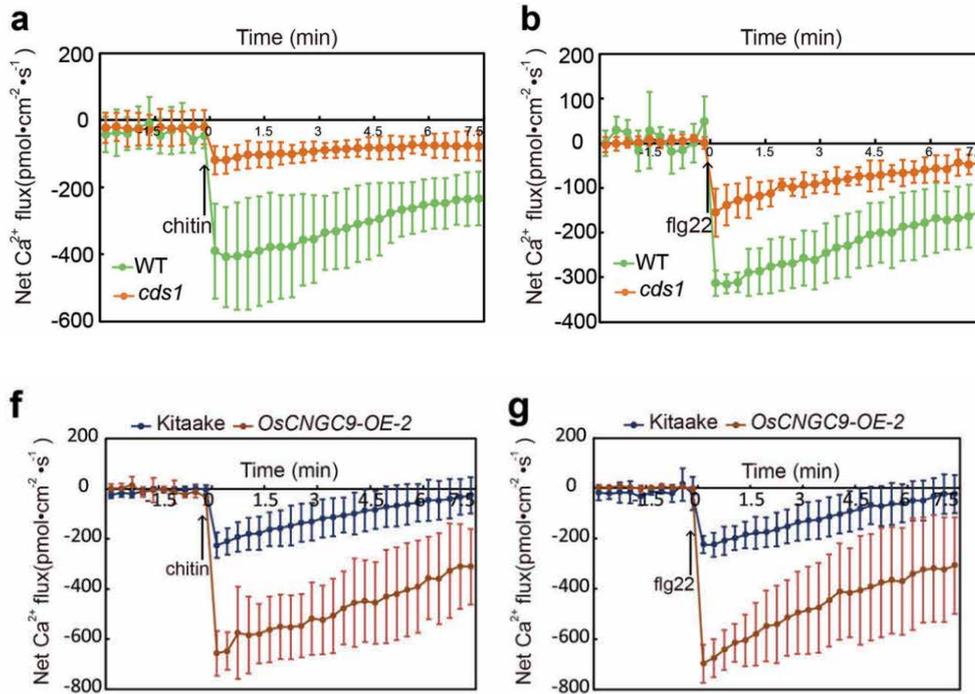
本实验对应标书参考



3、Cell Res 万建民院士：无损“电生理”钙流为 CNGC9 介导 PAMP 激活钙通道促水稻抗病提供关键证据

通讯作者：中国农业科学院作物科学研究所 万建民

所用 NMT 设备：植物免疫机制分析仪（MechLyzer[®]）（IMP300 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER）



利用 NMT 验证 CNGC9（膜钙通道）及其上游信号途径对应的各个突变体、过表达材料，在 PTI 过程中吸收 Ca^{2+} （实时跨膜 Ca^{2+} 吸收）速率的差异



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

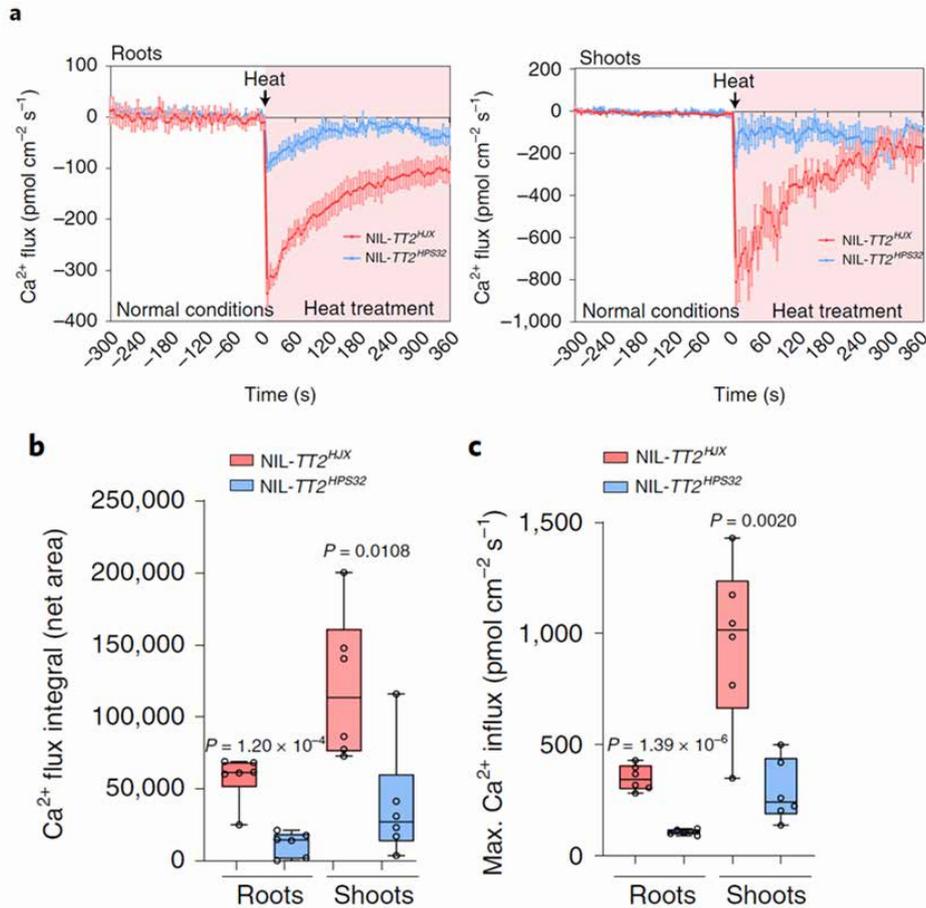


测样咨询

4、*Nat Plants* 林鸿宣院士：“无损电生理”跨膜 Ca^{2+} 流为 G 蛋白通过钙信号调节蜡质合成进而调控水稻耐热性提供证据

通讯作者：中科院分子植物科学卓越创新中心 林鸿宣

所用 NMT 设备：温度胁迫钙信号分析仪 (MechLyzer[®]) (TCA300 系列, 中国旭月 / 美国 YOUNGER)



研究采用非损伤微测技术 (NMT) 对热刺激下水稻根和地上部分进行了检测。正常条件下, 两种 NIL 在根和地上部分中 NMT 信号均无差异 (a)。在热刺激下, NIL-*TT2*^{HUX} 根和地上部分中检测到 Ca^{2+} 显著吸收 (a)。相比之下, NIL-*TT2*^{HPS32} 在相同的热刺激下 Ca^{2+} 实时转运信号变化不明显 (a)。热刺激下, NIL-*TT2*^{HUX} 比 NIL-*TT2*^{HPS32} 的平均 Ca^{2+} 实时转运速率和平均最大 Ca^{2+} 实时转运速率显著更高 (b, c)。热刺激引起的胞外 Ca^{2+} 吸收的波动表明, 细胞外 Ca^{2+} 引起的细胞质 Ca^{2+} 浓度的升高可能因为 *TT2* 功能的丧失而收到显著的抑制。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

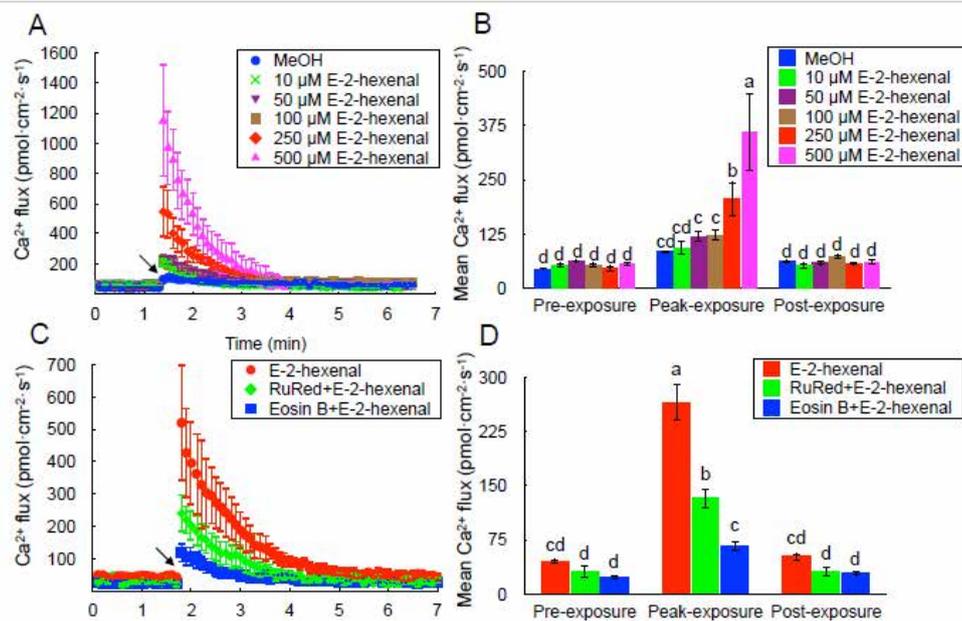


订阅本刊

5、Plant Commun 北林学者：NMT 发现反式 -2- 己烯醛促叶肉细胞瞬时排 Ca^{2+} 为探究其调控植物的昆虫耐性机制提供证据

通讯作者：北京林业大学 沈应柏

所用 NMT 设备：植物免疫机制分析仪（MechLyzer[®]）（IMP300 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER）



挥发性有机化合物 (VOCs) 在植物间的交流中起着关键作用，尤其是在受到害虫侵害时。反式 -2- 己烯醛是 VOCs 的重要组成成份，其是否能提高植物内源抗虫性尚不清楚。我们研究了反式 -2- 己烯醛诱导植物防御反应的部分过程。该研究发现，反式 -2- 己烯醛可以激活拟南芥叶肉细胞的早期信号，包括质膜上 H_2O_2 的爆发、 Ca^{2+} 的定向流动和细胞质钙浓度的增加。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

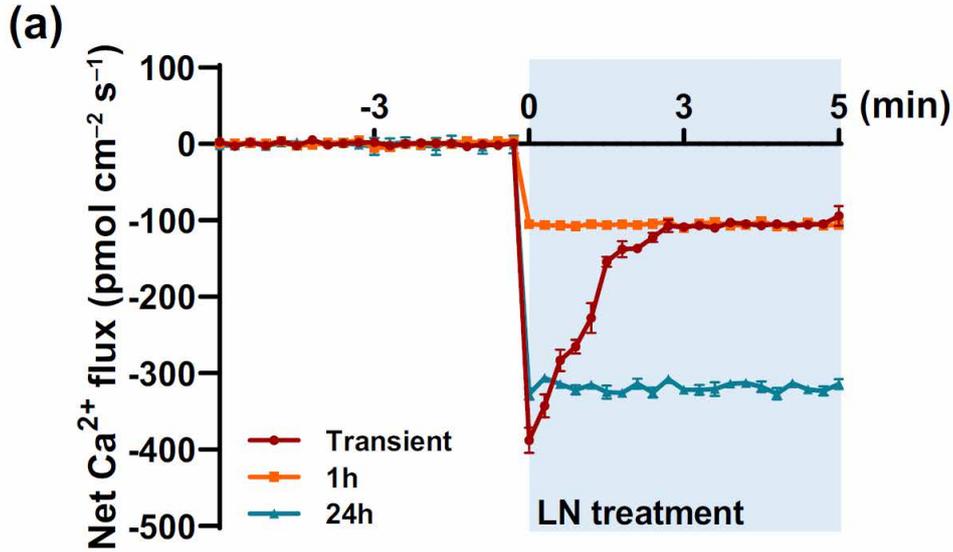


测样咨询

6、*New Phytol* 喻景权院士：Ca²⁺ 信号通过 CIPK1 磷酸化 NAM3 协调番茄分枝与硝酸盐积累

通讯作者：浙江大学 夏晓剑

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER)



展示了野生型番茄根系在低硝酸盐处理下细胞外 Ca²⁺ 内流的变化情况。实验结果显示：当植物从正常硝酸盐水平 (6 mM) 转移到低硝酸盐 (3 mM) 后，根系细胞外 Ca²⁺ 内流在 3 秒内迅速增加，随后恢复到基础水平；在处理 1 小时，Ca²⁺ 内流仍维持在较高水平；而在处理后 24 小时，Ca²⁺ 内流进一步增强。该结果表明低硝酸盐条件能够快速激活 Ca²⁺ 信号传导，且该信号在较长时间内持续增强。这一结果为后续阐明 CIPK1 依赖的 Ca²⁺ 信号在感知硝酸盐水平并调控 NAM3 蛋白稳定性及功能提供了直接证据，揭示了 Ca²⁺ 作为第二信使在硝酸盐信号转导中的关键作用。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

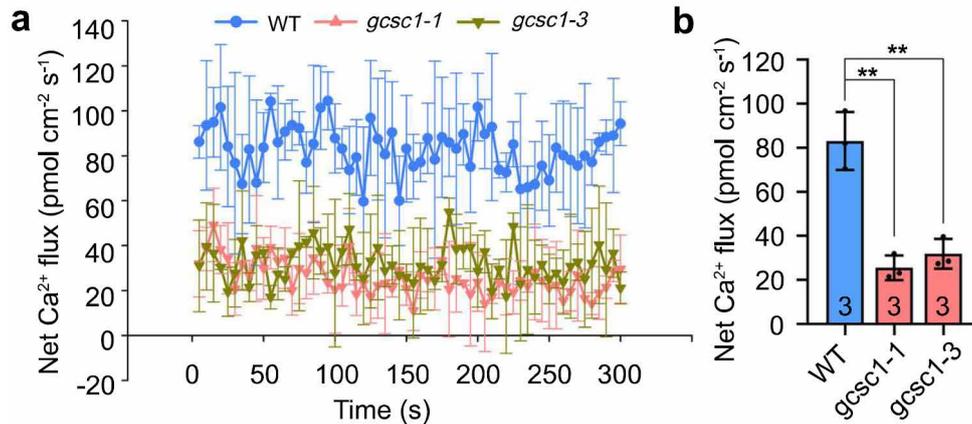


订阅本刊

7、*Nat Commun* 南农赵方杰 / 黄新元团队：叶绿体囊泡蛋白 GCSCI 调控钙外流，提升稻米钙含量

通讯作者：南京农业大学 黄新元

所用 NMT 设备：动态离子分子组学系统 (imOmics NMT System) (imNMT300 系列, 中国旭月 / 美国 YOUNGER)



利用非损伤微测技术 (NMT) 对野生型 (WT) 和 *gcsc1* 突变体叶绿体中 Ca²⁺ 流出的实时监测结果。实验显示, *gcsc1* 突变体的叶绿体 Ca²⁺ 流出量显著降低, 降幅达 30.8%~38.4%。进一步对 5 分钟内的 Ca²⁺ 流出量进行整合统计 (图 b), 确认了 *gcsc1* 叶绿体中 Ca²⁺ 流出能力显著减弱。该结果直接证明 GCSCI 参与调控叶绿体 Ca²⁺ 向细胞质的流出过程。GCSCI 功能缺失导致叶绿体内 Ca²⁺ 积累增加, 进而影响细胞内 Ca²⁺ 稳态与分配, 为解释其如何通过调控叶绿体 Ca²⁺ 外流影响籽粒钙积累提供了关键实验证据。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

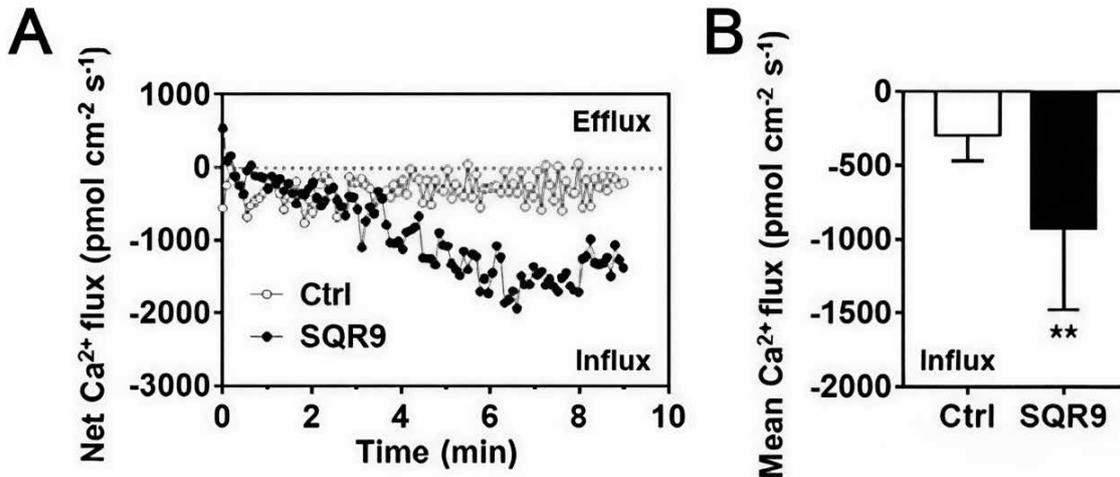


测样咨询

8、*J Exp Bot* 南京农大沈其荣院士、张瑞福教授团队：SQR9 通过激活植物钙信号通路，促进氮吸收与生长

通讯作者：南京农业大学 宣伟、张瑞福

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列, 中国旭月 / 美国 YOUNGER)



拟南芥根尖分化区在有无 SQR9 共培养条件下的瞬时钙离子 (Ca^{2+}) 转运速率及平均流速。结果显示, 与不共培养 (对照) 相比, SQR9 共培养显著增加了拟南芥根尖 Ca^{2+} 的内流速率, 表明 SQR9 产生的挥发性化合物能够触发植物细胞内 Ca^{2+} 信号的增强。该结果揭示了 SQR9 通过增强植物 Ca^{2+} 信号通路来调控氮吸收的机制。 Ca^{2+} 作为第二信介在硝酸盐信号传导中起关键作用, 其内流增强可能与下游转录因子 NLP7 的激活及硝酸盐转运基因 AtNRT2.1 的表达上调有关, 从而促进植物对氮的吸收。



扫码查看本文详细报道



[本实验对应标书参考](#)



极性生长 Ca^{2+} 信号

一、意义

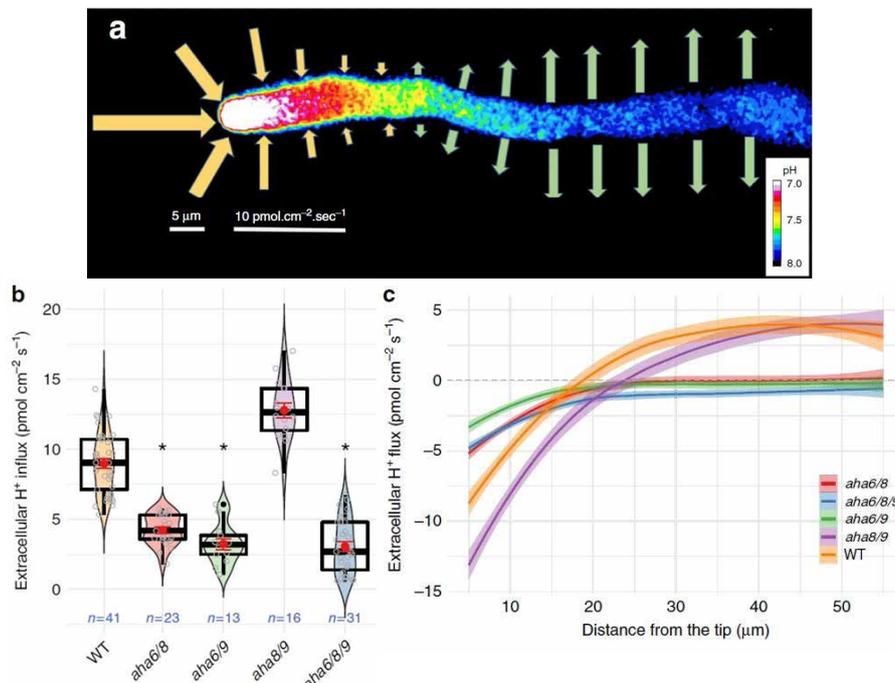
花粉管、根毛细胞、棉纤维细胞等极性生长过程中，胞内需维持稳定的 Ca^{2+} 浓度梯度。生长点与非生长点的跨膜 Ca^{2+} 流入 / 流出及速率差异，是维持胞内 Ca^{2+} 浓度梯度的重要因素。

二、研究案例

1、*Nat Commun* 马里兰大学 José A. Feijó: NMT 为质子泵激发花粉管生长并支撑细胞极性提供直接证据

通讯作者：马里兰大学 **José A. Feijó**

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER)



使用非损伤微测技术测量沿花粉管检测其跨膜 H^+ 转运速率， H^+ 跨膜转运结果可表征 AHA 活性。所有缺乏 AHA6 的突变体组合其生长速率均降低，这与尖端 H^+ 吸收减少 (b)、柄部外排减少以及吸收 / 外排分界点向柄部缩回 (c) 有关，三重突变体中的影响更为显著。野生型花粉管显示，顶端的 H^+ 吸收在距离顶端约 15–20 μm 处反转为外排 (c)，而所有缺乏 AHA6 的突变体组合几乎没有沿着花粉管的 H^+ 外排。尽管 aha8/9 显示了距尖端超过 20 μm 的反转点 (c)，但尖端的吸收和沿柄的外排与野生型相当。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

doi:10.5281/zenodo.10472826

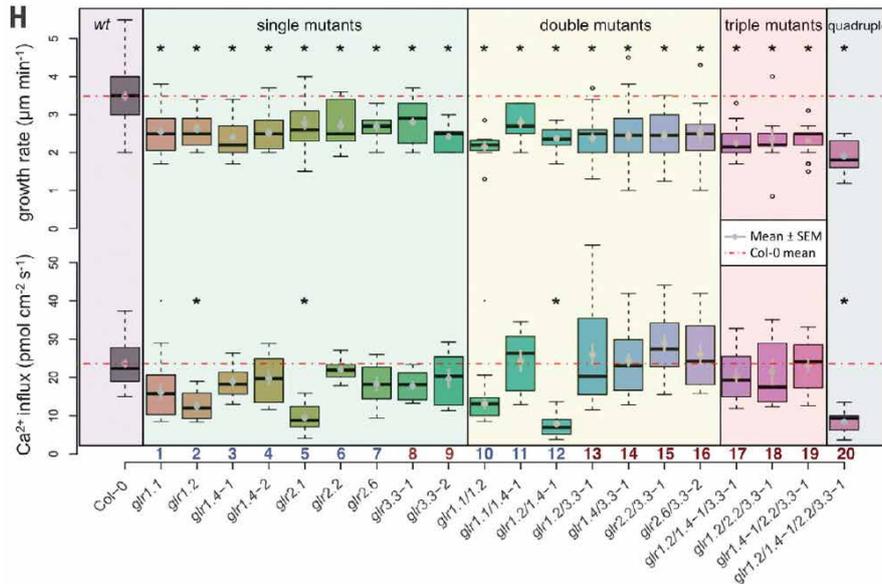


测样咨询

2、*Science* 马里兰大学 José A. Feijó: NMT 发现谷氨酸受体样通道的胞内运输对花粉管钙流的影响

通讯作者：马里兰大学 **José A. Feijó**

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列, 中国旭月 / 美国 YOUNGER)



谷氨酸类受体通道 (GLRs) 的排布与激活与 CNIH 蛋白相关。上图下半部分的结果, 是花粉管表达单突变体拟南芥 GLRs (AtGLRs) 的花粉管吸 Ca^{2+} 速率; 但是, 高阶突变体 AtGLR3.3 表现出与假设相反的现象。这些差异可以通过亚细胞 AtGLR 定位来解释, 研究人员同样探讨了这样的排序中 AtCNIHs 的意义。他们发现 AtGLRs 与 AtCNIH 对的互作产生了特定的胞内定位点。在不含配体的哺乳动物细胞中, AtCNIHs 进一步触发了 AtGLR 活性。这些数据结果共同揭示了一种机制, 即 AtCNIHs 引发 AtGLRs 的排布和活性变化, 从而调控 Ca^{2+} 稳态。



扫码查看本文详细报道



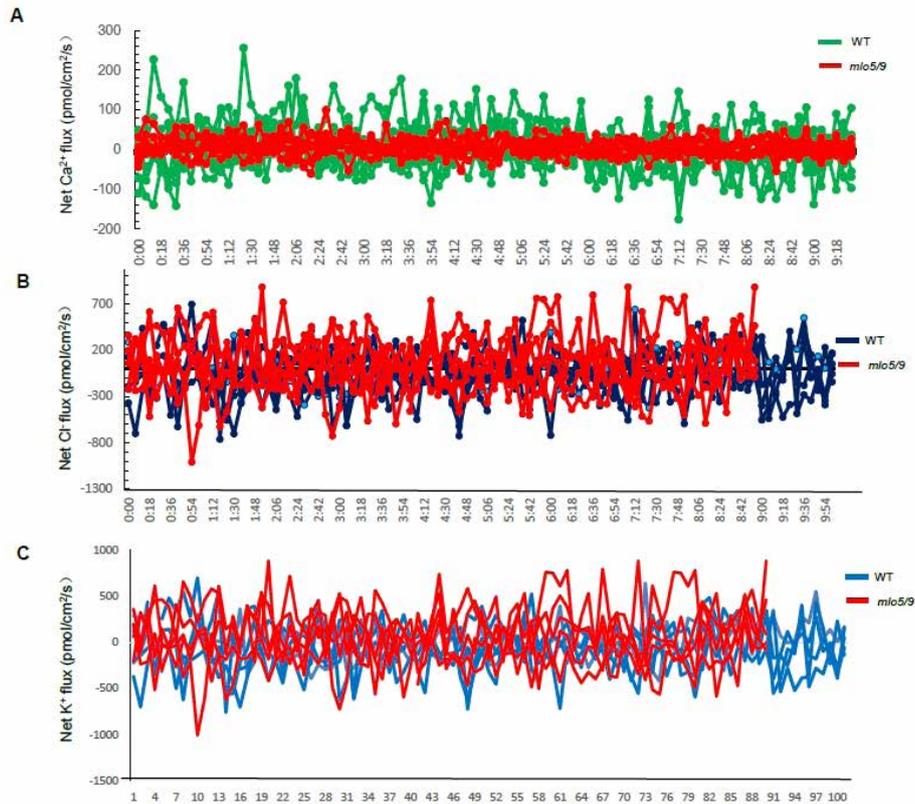
本实验对应标书参考



3、*Nat Plants* 杨维才院士：NMT 测到 *mlo5/9* 突变体花粉管钙吸收异常致无法识别胚珠的扩散信号

通讯作者：中国科学院遗传与发育生物学研究所 杨维才、李红菊

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER)



通过利用 NMT 测定花粉管尖端的 Ca²⁺ 跨膜转运速率，发现 *mlo5/9* 突变体的 Ca²⁺ 吸收与外排的波动幅度远小于野生型。这说明突变体的 Ca²⁺ 吸收受到损害，无法定向识别胚珠扩散的信号，从而导致花粉管尖端不向胚珠移动，最终出现败育。而 Cl⁻ 和 K⁺ 的跨膜转运在二者间无显著差异。



扫码查看本文详细报道



[本实验对应标书参考](#)



缺钙病害

一、意义

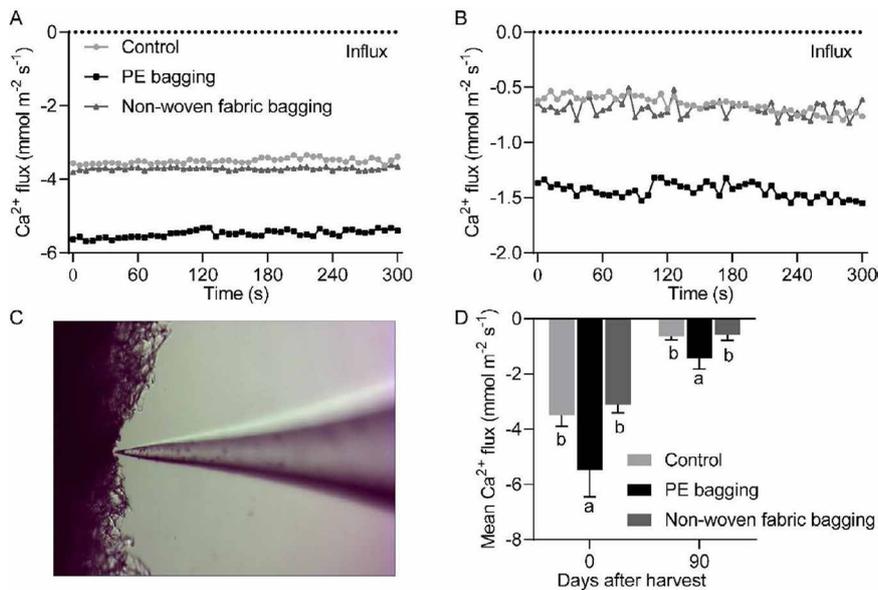
研究抗病组（缓解组）与对照组的根、叶片、果实的 Ca^{2+} 转运差异。

二、研究案例

• *Postharvest Biol Tec* 青岛农大：钙处理提升梨采后储存品质

通讯作者：青岛农业大学 杨绍兰

所用 NMT 设备：动态离子分子组学系统（imOmics NMT System）（imNMT300 系列，中国旭月 / 美国 YOUNGER）



三种处理在 0 天和 90 天时果皮组织中 Ca^{2+} 吸收的变化都是不同的（图 A, B）。随着贮藏时间的延长，对照果皮组织中的 Ca^{2+} 吸收减少，而在 PE 或无纺布套袋处理的果实果皮组织中观察到的变化趋势相同。此外，PE 套袋处理诱导了较强而稳定的 Ca^{2+} 吸收，在采收后 0d 和 90d 时分别测得 $5.48 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $1.44 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速率。PE 套袋的果实果皮组织中 Ca^{2+} 吸收显著高于未套袋（对照）和无纺布套袋的果实果皮组织（图 D）



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考