

提效，从标准化开始！

-- 植物研究中 NMT 实验分类标准流程 (SOP) 简介

叶斌^{1,2,4}, 许越^{1,2,3,4*}

¹ 旭月 (北京) 科技有限公司, 北京, 中国 10080; ² 旭月生物功能研究院, 北京, 中国, 100080; ³ 中关村旭月非损伤微测技术产业联盟, 北京, 中国, 100080; ⁴ 国际 NMT 联盟, 19 Research Drive, Suite 6 Amherst, MA 01002, USA;

摘要: 本研究旨在探讨非损伤微测技术 (NMT) 在植物生理研究中的应用, 在国际 NMT 联盟、中关村旭月非损伤微测技术产业联盟 (简称中关村 NMT 产业联盟) 的帮助下, 在国际 NMT 标准化委员会 (NISC) 的直接指导下, 为初次接触该技术的研究者提供标准实验方案。通过针对已发表文献成果中, 不同研究方向的不同实验需求, 包括盐胁迫、重金属胁迫、植物营养、生殖发育、保卫细胞、质子泵和钙信号等, 整理汇总实验标准操作流程 (SOP), 提升 NMT 实验的成功率及效率, 推动植物生理研究的进展。

一、引言

非损伤微测技术作为一种重要的生物学研究手段, 为研究者提供了活体、实时的微环境生理研究新手段。为便于研究者快速上手, 获取客观真实的实验数据, 在国际 NMT 联盟、中关村 NMT 产业联盟的帮助下, 在国际 NMT 标准化委员会 (NISC) 的直接指导下, 以目前 NMT 应用较多的研究方向、研究材料、研究指标作为分类, 制定了实验标准操作流程 (SOP)。

二、分类及说明

盐胁迫研究: 本研究根据不同研究方向, 制定了一系列标准操作流程 (SOP)。盐胁迫研究方向: 盐胁迫对植物生长和发育造成严重影响。我们制定了一套涵盖盐胁迫相关参数的 SOP, 包括根排和叶肉排的 Na^+ 速率、 K^+ 速率, 以及 H^+ -ATPase 活性等。

重金属胁迫研究: 重金属污染对植物的毒害作用备受关注。我们提供了测量根吸收重金属速率和 H^+ -ATPase 活性的标准操作流程, 有助于评估植物在重金属胁迫下的应对能力。

养分元素研究: 植物对养分的吸收和运输对其生长至关重要。我们为根吸收铵硝速率以及 H^+ -ATPase 活性制定了 SOP, 为研究植物的养分吸收机制提供了指导。

生殖生长发育研究: 生殖发育是植物生命周期中关键的阶段。我们详细介绍了花粉管和柱头 NMT 实验的 SOP, 为研究植物繁殖过程提供了技术支持。

保卫细胞研究: 保卫细胞在植物对环境变化做出响应中发挥重要作用。我们提供了测量气孔打开和关闭过程中离子 / 分子跨膜转运速率的标准操作流程, 为探究植物的防御机制提供了方法支持。

质子泵 / H^+ -ATPase 研究: 质子泵在维持细胞内外离子平衡中具有重要功能。我们针对根排 H^+ 速率 / H^+ -ATPase 活性制定了 SOP, 为研究质子泵的调控机制提供了实验指导。

收稿日期: 2023-08-09

* 通讯作者 E-mail: xuyue_xulei@126.com

doi: 10.5281/zenodo.8227394

钙信号研究：钙信号在植物响应外界刺激中扮演关键角色。我们为根和叶的 Ca^{2+} 转运速率制定了 SOP，有助于深入探究植物的钙信号传导机制。

三、结论：

本文介绍的针对不同研究方向的 NMT 实验分类标准流程已在中关村 NMT 产业联盟的官方网站中 (<http://nmtia.org.cn/>) 展示，从实验准备到操作步骤，为初学者提供了标准性的操作指南。这些标准操作流程的制定不仅加速了实验进展，提高了实验效率，也有助于推动植物研究的深入发展。通过本文提供的标准操作流程，科研人员可以更好地利用 NMT 技术，深入研究植物的生理和生态特性，为农业和环境保护领域的进步贡献力量。

参考文献

- [1] 许越. 非损伤微测技术—2022[J].NMT 通讯,2023(01):3-9.DOI:10.5281/zenodo.8227586.
- [2] Chen G, Xuan W, Zhao P, Yao X, Peng C, Tian Y, Ye J, Wang B, He J, Chi W, Yu J, Ge Y, Li J, Dai Z, Xu D, Wang C, Wan J. OsTUB1 confers salt insensitivity by interacting with Kinesin13A to stabilize microtubules and ion transporters in rice. *New Phytol.* 2022 Sep;235(5):1836-1852.
- [3] Li L, Mao D, Sun L, Wang R, Tan L, Zhu Y, Huang H, Peng C, Zhao Y, Wang J, Huang D, Chen C. CF1 reduces grain-Cd levels in rice (*Oryza sativa*). *Plant J.* 2022 Mar 16.
- [4] Liu B, Feng C, Fang X, Ma Z, Xiao C, Zhang S, Liu Z, Sun D, Shi H, Ding X, Qiu C, Li J, Luan S, Li L, He K. The anion channel SLAH3 interacts with potassium channels to regulate nitrogen-potassium homeostasis and the membrane potential in *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 2023 Jan 19:koad014
- [5] Meng JG, Liang L, Jia PF, Wang YC, Li HJ, Yang WC. Integration of ovular signals and exocytosis of a Ca^{2+} channel by MLOs in pollen tube guidance. *Nat Plants.* 2020 Feb;6(2):143-153. doi: 10.1038/s41477-020-0599-1. Epub 2020 Feb 13. PMID: 32055051.
- [6] Pei D, Hua D, Deng J, Wang Z, Song C, Wang Y, Wang Y, Qi J, Kollist H, Yang S, Guo Y, Gong Z. Phosphorylation of the plasma membrane H^{+} -ATPase AHA2 by BAK1 is required for ABA-induced stomatal closure in *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 2022 Apr 11:koac106.
- [7] Fu L, Wu D, Zhang X, Xu Y, Kuang L, Cai S, Zhang G, Shen Q. Vacuolar H^{+} -pyrophosphatase HVP10 enhances salt tolerance via promoting Na^{+} translocation into root vacuoles. *Plant Physiol.* 2022 Feb 4;188(2):1248-1263. doi: 10.1093/plphys/kiab538. PMID: 34791461; PMCID: PMC8825340.
- [8] Li J, Shen L, Han X, He G, Fan W, Li Y, Yang S, Zhang Z, Yang Y, Jin W, Wang Y, Zhang W, Guo Y. Phosphatidic acid-regulated SOS2 controls sodium and potassium homeostasis in *Arabidopsis* under salt stress. *EMBO J.* 2023 Feb 22:e112401. doi: 10.15252/embj.2022112401. Epub ahead of print. PMID: 36811145.

(责任编辑：李雪霏)