



测样咨询

生殖 & 生长发育

一、摘要

- 1、定量检测花粉管的实时 Ca^{2+} 、 H^+ 信号，表征极性生长细胞 Ca^{2+} 浓度梯度、pH 梯度的动态稳态；
- 2、花粉与柱头识别过程中的动态 pH、跨膜 Ca^{2+} 流检测。

扫码查看生殖生长发育文献专辑

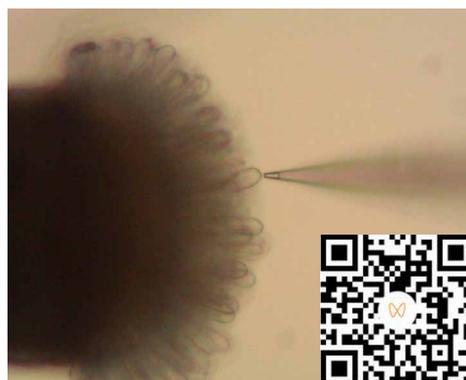


样品检测视频

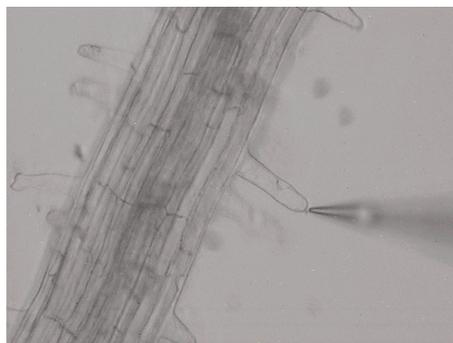
花粉管



柱头



根毛



根





订阅本刊

极性生长细胞 Ca^{2+} 梯度 / 空间 Ca^{2+} 跨膜转运检测

实验意义

花粉管细胞内，尖端 Ca^{2+} 浓度高，远离尖端（基部） Ca^{2+} 浓度低的 Ca^{2+} 浓度梯度，对维持花粉管的极性生长非常重要。而这一浓度梯度的维持，与花粉管尖端的持续跨膜 Ca^{2+} 流入、基部的持续 Ca^{2+} 流出密切相关。

经典案例

Nature Plants 杨维才：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



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列)

检测指标

Ca^{2+}

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求，根据您的研究需求获取花粉即可。该实验使用苗期样品较多。

• 培养方式

植株：水培、琼脂培养基、土培、沙培均可。

样品选取

1. 植株选取

选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。

2. 花的选取

1) 根据您的研究需求，选择植株上特定位置的花。

2) 同一组内，花期、花的颜色、大小尽量一致

3) 优先完整无损伤的花

检测流程

• 前处理

1. 在上午，将取下的花粉管萌发（体外、半体外、琼脂板、溶液均可）4 小时。

2. 在 35mm 培养皿中滴入一滴测试液，使用镊子将样品固定玻片放置到培养皿中，并压一下玻片使其贴在皿底。

3. 吸取 100 μL 萌发好的花粉管悬液，滴到 35mm 培养皿中的样品固定玻片中心处，静置 10 分钟。

4. 向培养皿中缓慢加入 4mL 测试液，缓 5s 后弃去。

5. 再次缓慢加入 4mL 测试液，静置 10 分钟后检测。

6. 如果采用固定琼脂板萌发，则直接在琼脂板中加入测试液，浸没琼脂板表面，静置 10 分钟后直接在琼脂板上检测。

• 样品前处理视频



扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：花粉管尖端顶部或其他位点

2. 检测时长：5-10 分钟

3. 重复数： $n \geq 8$ ，即每组检测不少于 8 个花粉管。如同一培养皿中有多个花粉管符合检测要求，可在同一培养皿中上检测不止 1 个花粉管，一组内的花粉管所采集的植株数不可少于 3 个。



测样咨询

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：20 倍
2. 采样规则：X-10
3. 传感器 -- 样品表面距离：2 μ m

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. Lan T, Xu Y, Guo S, et al. Investigation of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ distribution and ion fluxes of the halophyte Chinese iris under NaCl stress by non-invasive micro-test techniques.Research Square, 2022 DOI: 10.21203/rs.3.rs-1708018/v1
3. Liu X, Ma F, Zhu H,et al. Effects of magnetized water treatment on growth characteristics and ion absorption, transportation, and distribution in Populus × euramericana ‘Neva’ under NaCl stress,Canadian Journal of Forest Research, 2017,47(6):828-838. DOI: 10.1139/cjfr-2016-0460



订阅本刊

极性生长细胞 pH 梯度 / 空间 H⁺ 跨膜转运检测

实验意义

花粉管细胞内，尖端 pH 低，远离尖端（基部）pH 高的 pH 梯度，对维持花粉管的极性生长非常重要。而这一浓度梯度的维持，与花粉管尖端的持续跨膜 H⁺ 流入、基部的持续 H⁺ 流出密切相关。

经典案例

Nature Commun: 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



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

非损伤微测系统 (NMT300-SIM 系列)、Gradraw[®]
离子成像仪 (GD-100 系列)

检测指标

H⁺

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求，根据您的研究需求获取花粉即可。
该实验使用苗期样品较多。

• 培养方式

植株：水培、琼脂培养基、土培、沙培均可。

样品选取

1. 植株选取

选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。

2. 花的选取

- 1) 根据您的研究需求，选择植株上特定位置的花。
- 2) 同一组内，花期、花的颜色、大小尽量一致
- 3) 优先完整无损伤的花

检测流程

• 前处理

1. 将取下的花粉管萌发（体外、半体外均可）4 小时。
2. 在 35mm 培养皿中滴入一滴测试液，使用镊子将样品固定玻片放置到培养皿中，并压一下玻片使其贴在皿底。
3. 吸取 100μL 花粉管悬液，滴入到 35mm 培养皿中的固定样品玻片中心处，静置 10 分钟。
4. 向培养皿中缓慢加入 4mL 测试液，再吸出弃去。
5. 再次缓慢加入 4mL 测试液，静置 10 分钟。

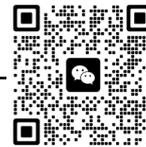
• 样品前处理视频



扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：花粉管表面任意一点
2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数：n≥8，即每组检测不少于 8 个花粉管。如同一培养皿中有多个花粉管符合检测要求，可在同一培养皿中上检测不止 1 个花粉管，一组内的花粉管所采集的植株数不可少于 3 个。



测样咨询

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：20 倍
2. 采样规则：X-10
3. 传感器 — 样品表面距离：2 μ m

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.Meng JG, et al. Integration of ovular signals and exocytosis of a Ca²⁺ channel by MLOs in pollen tube guidance. NAT PLANTS. 2020. 6(2):143-153.
- 3.Zhang C, et al. Low Concentration of Aluminum-Stimulated Pollen Tube Growth of Apples (*Malus domestica*). PLANTS (Basel). 2022. 11(13):1705.
- 4.Chen T, et al. Combined proteomic and cytological analysis of Ca²⁺-calmodulin regulation in *Picea meyeri* pollen tube growth. PLANT PHYSIOLOGY. 2009. 149: 1111.



订阅本刊

花粉 - 柱头识别信号 / 柱头乳突细胞 Ca^{2+} 、pH 信号检测

实验意义

检测花粉与柱头融合过程中，柱头乳突细胞 - 的 Ca^{2+} 、pH 实时信号变化。

推荐实验设备

人工智能全自动非损伤微测系统 (aiNMT300-FAIM 系列)

检测指标

Ca^{2+} 、 H^+

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求，根据您的研究需求获取花粉即可。该实验使用苗期样品较多。

• 培养方式

植株：水培、琼脂培养基、土培、沙培均可。

样品选取

1. 植株选取

选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。

2. 花的选取

- 1) 根据您的研究需求，选择植株上特定位置的花。
- 2) 同一组内，花期、花的颜色、大小尽量一致
- 3) 优先完整无损伤的花

检测流程

• 前处理

1. 在 35mm 培养皿中间粘贴双面胶。
2. 将柱头粘贴到双面胶上，使含有乳突细胞的柱头部位暴露在双面胶外，将柱头柄处粘到双面胶上。
3. 向培养皿中缓慢加入 4mL 测试液，再吸出弃去。
4. 再次缓慢加入 4mL 测试液，静置 10 分钟。

• 样品前处理视频



扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：花粉管表面任意一点
2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数： $n \geq 8$ ，即每组检测不少于 8 个花粉管。如同一培养皿中有多个花粉管符合检测要求，可在同一培养皿中上检测不止 1 个花粉管，一组内的花粉管所采集的植株数不可少于 3 个。

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：20 倍
2. 采样规则：X-10
3. 传感器 -- 样品表面距离：2 μm



测样咨询

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.Meng JG, et al. Integration of ovular signals and exocytosis of a Ca²⁺ channel by MLOs in pollen tube guidance. NAT PLANTS. 2020. 6(2):143-153.
- 3.Zhang C, et al. Low Concentration of Aluminum-Stimulated Pollen Tube Growth of Apples (*Malus domestica*). PLANTs (Basel). 2022. 11(13):1705.
- 4.Chen T, et al. Combined proteomic and cytological analysis of Ca²⁺-calmodulin regulation in *Picea meyeri* pollen tube growth. PLANT PHYSIOLOGY. 2009. 149: 1111.



订阅本刊

根向水生长时细胞壁酸化过程 / 泌 H⁺ 速率检测

实验意义

检测根弯曲向水生长过程中，弯曲外侧（高渗一侧）H⁺-ATPase 的激活程度，即该侧排 H⁺ 速率。

经典案例

福建农林大学许卫锋团队解析了 ABA 协同质子泵调控根系向水性的细胞生长途径



扫码查看本文详细报道

Plant J: NMT 监测水淹胁迫下叶柄细胞泌氢促伸长



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

非损伤微测系统（NMT300-SIM 系列）

检测指标

H⁺

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求。该实验使用苗期样品较多，常见样品苗龄参考：

拟南芥：1~4 周

水稻：1~5 周

烟草：1~3 周

杨树：4~7 周

棉花：1~4 周

• 培养方式

琼脂培养基培养。

实验处理

准备 1/2 正常培养基 + 1/2 干旱培养基的平板，其中左下是干旱培养基，右上是正常培养基，将种子播在正常培养基上进行生长，培养至样品根在培养基中出现弯曲现象

样品选取

1. 植株选取

选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。

2. 根选取

1) 主根或侧根均可，同一研究需保持一致，即都是主根或都是侧根

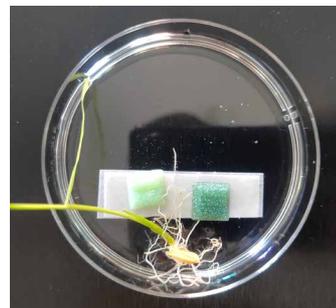
2) 同一组内，根长、根直径、根颜色尽量一致

3) 优先新生根或嫩根

检测流程

• 前处理

1. 将处理后的样品取出，将样品根按照自然弯曲的状态水平摆放，使用滤纸条和样品固定专用树脂块将样品的一条根，按压固定在培养皿底部，并在皿底标记好根部弯曲内测和外测的位点。体积较小样品，可整株置于培养皿中；如体积较大，剪取目标根并固定好。



根样品固定

doi:10.5281/zenodo.10682161



测样咨询

2. 加入测试液浸没根，静置 30min，不同规格的培养皿对应加入测试液体积：

35/60/90 mm 培养皿，分别对应 4/10/40 mL 测试液

• 样品前处理视频



扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：根向水生长后，弯曲的内侧和外侧根表上的点

2. 检测时长：5-10 分钟

3. 重复数： $n \geq 8$ ，即每组检测不少于 8 条根。如同一株样品有多条根符合检测要求，可在同一株上取不止 1 条根，一组内使用的植株数不可少于 3 株。

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：4 倍（根直径 $\geq 200\mu\text{m}$ ）；10 倍（根直径 $\leq 200\mu\text{m}$ ）

2. 采样规则：X-30

3. 传感器 — 样品表面距离： $5\mu\text{m}$

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. Miao R, et al. Comparative Analysis of Arabidopsis Ecotypes Reveals a Role for Brassinosteroids in Root Hydrotropism. PLANT PHYSIOL. 2018. 176(4):2720.

3. He Y, et al. Involvement of 14-3-3 protein GRF9 in root growth and response under PEG-induced water stress. J EXP BOT. 2015. 66(8): 2271.

4. Xu, W, et al. Abscisic acid accumulation modulates auxin transport in the root tip to enhance proton secretion for maintaining root growth under moderate water stress. NEW PHYTOL. 2013. 197(1): 139-150.



订阅本刊

顶端弯钩打开时细胞壁酸化过程 / 泌 H⁺ 速率检测

实验意义

检测植物顶端弯钩打开过程中，弯钩内外侧细胞的 PM H⁺-ATPase 活性，即排 H⁺ 速率。

推荐实验设备

NMT 活体生理检测仪[®] (Physiolyzer[®]) (NMT300-PYZ 系列)

检测指标

H⁺

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求。该实验使用苗期样品较多，常见样品苗龄参考：

拟南芥：1~4 周

水稻：1~5 周

烟草：1~3 周

杨树：4~7 周

棉花：1~4 周

• 培养方式

水培、琼脂培养基、土培、沙培均可，推荐使用水培和琼脂培养，其次是沙培和基质较松散的土培。

实验处理

黑暗处理 3 天的幼苗，光照 2 小时。

样品选取

1. 植株选取

- 1) 选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。
- 2) 选取同一组内，上胚轴长度、直径、颜色尽量一致
- 3) 选取茎弯曲位点一致的样品

检测流程

• 前处理

1. 将处理后的样品取出，在顶端弯钩弯曲度最大的位点处切开，弃去尖端部分，使用滤纸条和样品固定专用树脂块将样品按压固定在培养皿底部。
2. 加入测试液浸没样品，在光照培养箱中静置 30min，不同规格的培养皿对应加入测试液体积：35/60/90 mm 培养皿，分别对应 4/10/40 mL 测试液

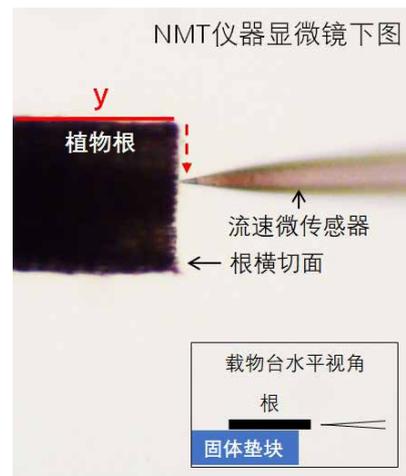
• 样品前处理视频



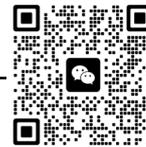
扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：顶端弯钩截面靠近弯曲内侧、外侧的两点，记为 A、B。A 距离弯曲内侧表面 1/10 胚轴直径，B 距离弯曲外侧表面 1/10 胚轴直径



顶端弯钩切面检测示意图



测样咨询

2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数：n≥8，即每组检测不少于 8 条茎。

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：4 倍（根直径 $\geq 200\mu\text{m}$ ）；10 倍（根直径 $\leq 200\mu\text{m}$ ）
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 — 样品表面距离：5 μm

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. Li L, et al. Cell surface and intracellular auxin signalling for H⁺ fluxes in root growth. NATURE. 2021. 599(7884): 273.
3. Yang B, et al. The sugar transporter ZmSUGCAR1 of the nitrate transporter 1/peptide transporter family is critical for maize grain filling. PLANT CELL. 2022. 34(11):4232.



订阅本刊

顶端弯钩打开过程 IAA 转运检测

实验意义

检测植物顶端弯钩打开过程中，弯钩内外侧细胞的 IAA 实时转运方向及速率。

推荐实验设备

非损伤微测系统 (NMT300-SIM 系列)

检测指标

IAA

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求。该实验使用苗期样品较多，常见样品苗龄参考：

拟南芥：1~4 周

水稻：1~5 周

烟草：1~3 周

杨树：4~7 周

棉花：1~4 周

• 培养方式

水培、琼脂培养基、土培、沙培均可，推荐使用水培和琼脂培养，其次是沙培和基质较松散的土培。

实验处理

黑暗处理 3 天的幼苗，光照 2 小时。

样品选取

1. 植株选取

- 1) 选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。
- 2) 选取同一组内，上胚轴长度、直径、颜色尽量一致
- 3) 选取茎弯曲位点一致的样品

检测流程

• 前处理

1. 将处理后的样品取出，在顶端弯钩弯曲度最大的位点处切开，弃去尖端部分，使用滤纸条和样品固定专用树脂块将样品按压固定在培养皿底部。

2. 加入测试液浸没样品，在光照培养箱中静置 30min，不同规格的培养皿对应加入测试液体积：

35/60/90 mm 培养皿，分别对应 4/10/40 mL 测试液

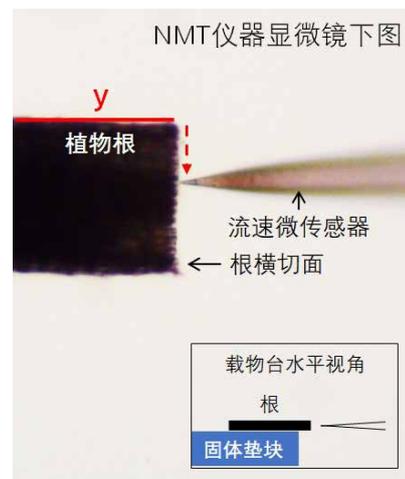
• 样品前处理视频



扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：顶端弯钩截面靠近弯曲内侧、外侧的两点，记为 A、B。A 距离弯曲内侧表面 1/10 胚轴直径，B 距离弯曲外侧表面 1/10 胚轴直径



顶端弯钩切面检测示意图



测样咨询

2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数：n≥8，即每组检测不少于 8 条茎。

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：4 倍（根直径 $\geq 200\mu\text{m}$ ）；10 倍（根直径 $\leq 200\mu\text{m}$ ）
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 — 样品表面距离：5 μm

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. Wan YL, et al. The Signal Transducer NPH3 Integrates the Phototropin1 Photosensor with PIN2-Based Polar Auxin Transport in Arabidopsis Root Phototropism. PLANT CELL. 2012. 24: 551.
3. Li L, et al. Cell surface and intracellular auxin signalling for H⁺ fluxes in root growth. NATURE. 2021. 599(7884): 273.



订阅本刊

根部植物生长素 IAA 转运检测

实验意义

检测植物根表 IAA 的转运速率。

经典案例

Plant Commun 余玲 / 徐国华: NMT 监测活体根系 IAA 流动证实 OsHAK5 调节生长素运输调控水稻株型



扫码查看本文详细报道

PBJ 农科院棉花所、浙江农科院: NMT 发现 AKR2A 协调 IAA 和 H₂O₂ 积累调控棉纤维伸长



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

非损伤微测系统 (NMT300-SIM 系列)

检测指标

IAA

样品培养及处理

• 苗龄

苗龄无强制要求。该实验使用苗期样品较多, 常见样品苗龄参考:

拟南芥: 1~4 周

水稻: 1~5 周

烟草: 1~3 周

杨树: 4~7 周

棉花: 1~4 周

• 培养方式

水培、琼脂培养基、土培、沙培均可, 推荐使用水培和琼脂培养, 其次是沙培和基质较松散的土培。

样品选取

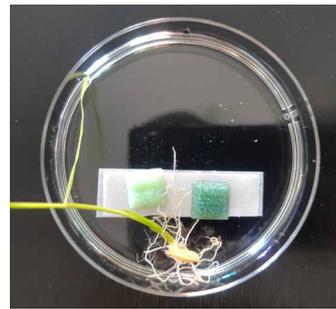
1. 植株选取

- 1) 选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。
- 2) 选取同一组内, 上胚轴长度、直径、颜色尽量一致
- 3) 选取茎弯曲位点一致的样品

检测流程

• 前处理

1. 将处理后的样品取出, 使用滤纸条和样品固定专用树脂块将样品的一条根, 按压固定在培养皿底部。体积较小样品, 可整株置于培养皿中; 如体积较大, 剪取目标根并固定好。



根样品固定

2. 加入测试液浸没根, 静置 30min, 不同规格的培养皿对应加入测试液体积:

35/60/90 mm 培养皿, 分别对应 4/10/40 mL 测试液



测样咨询

• 样品前处理视频



扫码查看视频

• 检测过程

1. 检测位点：根分生区。距离根尖顶点 500 μm 的位置
2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数：n \geq 8，即每组检测不少于 8 条根。如同一株样品有多条根符合检测要求，可在同一株上取不止 1 条根，一组内使用的植株数不可少于 3 株。

耗材清单



扫码查看购买耗材



扫码查看实验溶液

检测参数

1. 物镜倍数：4 倍（根直径 $\geq 200\mu\text{m}$ ）；10 倍（根直径 $\leq 200\mu\text{m}$ ）
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 — 样品表面距离：5 μm

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. Wan YL, et al. The Signal Transducer NPH3 Integrates the Phototropin1 Photosensor with PIN2-Based Polar Auxin Transport in Arabidopsis Root Phototropism. PLANT CELL. 2012. 24: 551.
3. Zhang X, et al. Phosphorylation-Mediated Dynamics of Nitrate Transceptor NRT1.1 Regulate Auxin Flux and Nitrate Signaling in Lateral Root Growth.PLANT PHYSIOL. 2019. 181(2):480.