

养分元素

一、摘要

- 1、定量检测根、叶、藻、微生物等活样，对内 / 环境中 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-/\text{K}^+/\text{Mg}^{2+}$ 的实时吸收速率，验证 NRT、CLC、SLAC、AMT、MEP、HAK、HKT、MGT、MHX 等功能
- 2、定量检测 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-/\text{K}^+/\text{Mg}^{2+}$ 在活体植物体内的实时转运速率，包括根木质部装载、茎木质部导管运输、叶肉吸收等过程
- 3、定量检测 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-/\text{K}^+/\text{Mg}^{2+}/\text{Fe}^{2+}$ 等吸收转运过程中， H^+ 的动态变化 (H^+ 转运速率) 及 pH，揭示 OSA、AHA 等参与养分元素吸收转运的机制
- 4、定量检测液泡转运 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-/\text{K}^+$ 的实时速率与方向，研究细胞内氮钾内稳态，验证 NHX、CLC 等功能
- 5、定量检测高 NH_4^+ / 高 NO_3^- 胁迫下，活体根系实时排 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 的速率

扫码查看养分元素文献专辑

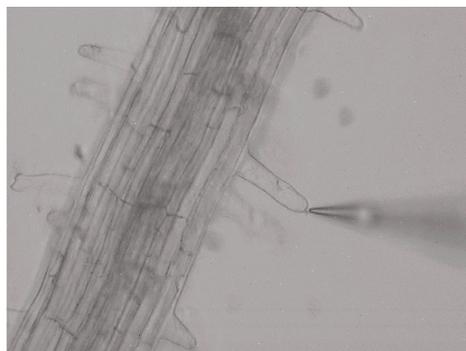


样品检测视频

根



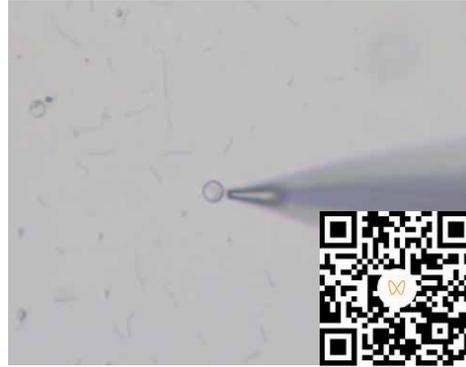
根毛



叶肉



原生质体 / 液泡



应用报告视频



根铵硝吸收速率检测

经典案例

Plant Physiol 中国农业大学 韩振海：发现抑制 bHLH130 可提升低 N 下苹果吸 NO_3^- 速率 为探究 bHLH130 调控苹果低 N 适应机制提供证据



扫码查看本文详细报道

Plant Cell Environ 南师大戴传超组：根系内生真菌调节互作界面氮通量，影响宿主对不同氮素形式的响应



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

NMT 植物养分高效机制分析仪 (NMT300-NMP-YG/XY)

实验意义

检测根实时吸收 $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ 速率。

检测指标

NH_4^+ 、 NO_3^-

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

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。

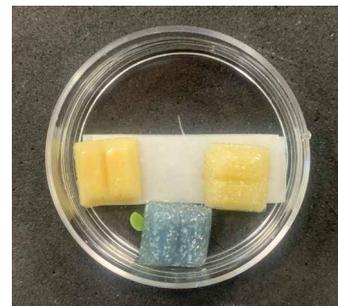
2) 同一组内，根长、根直径、根颜色尽量一致。

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。

样品前处理视频



扫码查看视频

检测过程

1. 检测位点：根成熟区。距离根尖顶点 2500 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 μm ）；10 倍（根直径 $<$ 200 μm ）
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.Liu B, Feng C, Fang X, et al. 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. doi: 10.1093/plcell/koad014.
- 3.Fang X, Liu X, Zhu Y, et al. The K⁺ and NO₃⁻ Interaction Mediated by NITRATE TRANSPORTER1.1 Ensures Better Plant Growth under K⁺-Limiting Conditions. Plant Physiol. 2020 Dec;184(4):1900-1916. doi: 10.1104/pp.20.01229.

氮高效机制：排 H^+ 促 N 吸收同化能力检测

经典案例

Nat Commun 南农朱毅勇：NMT 发现质子泵基因 OSA1 促水稻根排 H^+ 为 OSA1 促 NH_4^+ 吸收同化的机制提供证据



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

NMT 植物养分高效机制分析仪 (NMT300-NMP-YG/XY)

实验意义

探究氮高效材料的氮高效吸收利用机制，是否与该材料的质膜 H^+ -ATPase 活性强，通过向胞外排 H^+ ，在质膜表面形成有效的 H^+ 电化学梯度，提升 NH_4^+ 、 NO_3^- 吸收效率，同时有效地将胞内 NH_4^+ 同化产生的 H^+ 及时排出胞外，维持胞内环境 pH 稳态有关。

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。

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

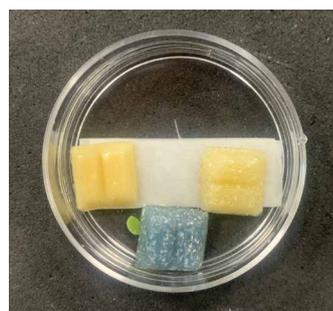
2) 同一组内，根长、根直径、根颜色尽量一致

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

样品前处理视频



扫码查看视频

检测过程

1. 检测位点: 根成熟区。距离根尖顶点 5000 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 $< 200\mu\text{m}$)
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. Sun Q, Zhai L, Zhao D, et al. Kinase MxMPK4-1 and calmodulin binding protein MxIQM3 enhance apple root acidification during Fe deficiency. *Plant Physiol.* 2022 Dec 19:kiac587. doi: 10.1093/plphys/kiac587
3. Ye J, Tian W, Zhou M, et al. STOP1 activates NRT1.1-mediated nitrate uptake to create a favorable rhizospheric pH for plant adaptation to acidity. *Plant Cell.* 2021 Sep 15:koab226. doi: 10.1093/plcell/koab226.
4. Lu Y, Deng S, Li Z, et al. Physiological Characteristics and Transcriptomic Dissection in Two Root Segments with Contrasting Net Fluxes of Ammonium and Nitrate of Poplar Under Low Nitrogen Availability. *Plant Cell Physiol.* 2021 Sep 11:pcab137. doi: 10.1093/pcp/pcab137.

钾吸收速率检测

经典案例

New Phytol 中科院南土所：根系铁毒敏感机制同一氧化氮调控的根尖区钾离子稳态平衡密切相关



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

NMT 植物养分高效机制分析仪 (NMT300-NMP-YG/XY)

实验意义

检测根实时吸收 K^+ 速率。

检测指标

K^+

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

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。

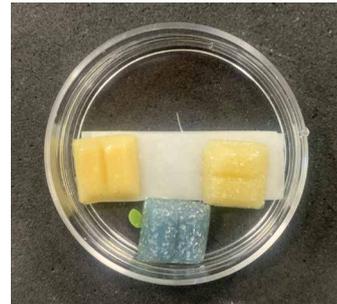
2) 同一组内，根长、根直径、根颜色尽量一致。

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

样品前处理视频



扫码查看视频

检测过程

1. 检测位点：根伸长区。距离根尖顶点 $4d$ 的位置， d = 根直径
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 $< 200\mu\text{m}$ ）
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. Lei X, Chen M, Xu K, et al. The miR166d/TaCPK7-D Signaling Module Is a Critical Mediator of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Tolerance to K^+ Deficiency. *Int J Mol Sci.* 2023 Apr 27;24(9):7926. doi: 10.3390/ijms24097926.
3. Fang X, Liu X, Zhu Y, et al. The K^+ and NO_3^- Interaction Mediated by NITRATE TRANSPORTER1.1 Ensures Better Plant Growth under K^+ -Limiting Conditions. *Plant Physiol.* 2020 Dec;184(4):1900-1916. doi: 10.1104/pp.20.01229.

氮高效机制：“胞浆 - 液泡”氮分配检测

经典案例

Plant Physiol: 湖南农大张振华组 NMT 在稻油轮作养分高效利用机理上的应用



扫码查看本文详细报道

推荐实验设备

NMT 植物养分高效机制分析仪 (NMT300-NMP-YG/XY)

实验意义

探究低氮环境下，氮高效材料的氮高效利用机制，是否与该材料细胞，将更多的 NH_4^+ 、 NO_3^- 分配到胞浆有关。根、茎、叶的液泡排 NH_4^+ 、 NO_3^- 相对较强，或吸 NH_4^+ 、 NO_3^- 相对较弱，代表该材料可能是通过该机制提升氮素利用率。

检测指标

NH_4^+ 、 NO_3^-

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

选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。

2. 根、叶片、茎选取

状态良好且外观较为一致。

检测流程

前处理

1. 在 35mm 培养皿中滴入一滴测试液，使用镊子将固定样品玻片放置到培养皿中，并压一下玻片使其贴在皿底。
2. 吸取 100 μL 液泡悬液，滴入到 35mm 培养皿中的固定样品玻片中心处，静置 10 分钟，
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 10min。

样品前处理视频



扫码查看视频

检测过程

1. 检测位点：液泡表面
2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数： $n \geq 10$ ，即每组检测不少于 10 个液泡。如同一培养皿中有多个液泡符合检测要求，可在同一培养皿中检测不止 1 个液泡。

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. Han YL, Song HX, Liao Q, et al. Nitrogen Use Efficiency Is Mediated by Vacuolar Nitrate Sequestration Capacity in Roots of Brassica napus[OPEN]. Plant Physiology. 2016 Mar;170(3):1684-98. doi: 10.1104/pp.15.01377.

钾高效机制：“胞浆 - 液泡”钾分配检测

推荐实验设备

NMT 植物养分高效机制分析仪 (NMT300-NMP-YG/XY)

实验意义

探究低钾环境下，钾高效材料的钾高效利用机制，是否与该材料细胞，将更多的 K^+ 分配到胞浆有关。根、茎、叶的液泡排 K^+ 相对较强，或吸 K^+ 相对较弱，代表该材料可能是通过该机制提升钾利用率。

检测指标

K^+

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

选取状态良好且外观形态在组内占主流的植株。

2. 根、叶片、茎选取

状态良好且外观较为一致。

检测流程

前处理

1. 在 35mm 培养皿中滴入一滴测试液，使用镊子将固定样品玻片放置到培养皿中，并压一下玻片使其贴在皿底。
2. 吸取 100 μ L 液泡悬液，滴入到 35mm 培养皿中的固定样品玻片中心处，静置 10 分钟，
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 10min。

样品前处理视频



扫码查看视频

检测过程

1. 检测位点：液泡表面
2. 检测时长：5-10 分钟
3. 重复数： $n \geq 10$ ，即每组检测不少于 10 个液泡。如同一培养皿中有多个液泡符合检测要求，可在同一培养皿中检测不止 1 个液泡。

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. Zhang X, Shen Z, Sun J, et al. NaCl-elicited, vacuolar Ca⁽²⁺⁾ release facilitates prolonged cytosolic Ca⁽²⁺⁾ signaling in the salt response of *Populus euphratica* cells[J]. Cell Calcium, 2015, 57(5-6): 348-365. doi: 10.1016/j.ceca.2015.03.001.