

## 按研究方向

### 盐胁迫

#### 一、摘要

##### 1、表型研究

- 1) 定量检测样品排 / 吸  $\text{Na}^+$  速率, 直接表征 Na-H 逆向转运体、Na-H 交换体活性, 验证 SOS1、NHX1 等功能
- 2) 定量检测样品失  $\text{K}^+$  速率, 直接表征其综合耐盐保  $\text{K}^+$  能力
- 3) 定量检测活体样品内外部不同位置的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  浓度

##### 2、机制研究

###### 1) 保 $\text{K}^+$ 机制

###### a. 外向 $\text{K}^+$ 通道 (GORK) 耐盐保 $\text{K}^+$ 贡献率

定量检测盐胁迫下的排  $\text{H}^+$  速率, 结合其保  $\text{K}^+$  能力, 判断耐盐 / 保  $\text{K}^+$  能力强的样品, 其保  $\text{K}^+$  机制是否是通过活跃的 PM  $\text{H}^+$ -ATPase 排  $\text{H}^+$ , 促盐胁迫下质膜复极化, 关闭 GORK, 从而达到保  $\text{K}^+$  效果

###### b. 非选择性阳离子通道 (NSCC) 耐盐保 $\text{K}^+$ 贡献率

以  $\text{K}^+$  外排速率为落脚点, 从激活 NSCC 的关键信号 ROS 及 ROS 胞内胞外产生的途径, 利用 RBOHs 突变体、RBOH 抑制剂、胞内 ROS 清除剂等, 验证是否通过调节 NSCC 实现保  $\text{K}^+$  及其调节机制

###### 2) 质子泵 $\text{H}^+$ -ATPase

检测盐胁迫下的实时排  $\text{H}^+$  速率, 用最直接的指标定量表征盐胁迫下  $\text{H}^+$ -ATPase 活性提升的程度

###### 3) $\text{Ca}^{2+}$ 信号转导

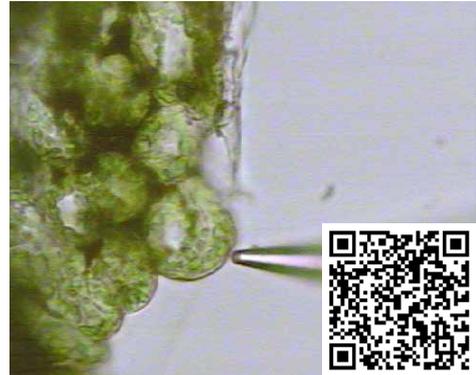
以排 / 吸  $\text{Na}^+$  速率、失  $\text{K}^+$  速率为落脚点, 结合  $\text{Ca}^{2+}$  通道抑制剂、 $\text{Ca}^{2+}$  螯合剂、外源  $\text{Ca}^{2+}$ , 以及 Na-H 逆向转运体抑制剂、Na-H 交换体抑制剂、 $\text{K}^+$  通道抑制剂、 $\text{H}^+$ -ATPase 抑制剂, 辅以外源 ROS, 验证  $\text{Ca}^{2+}$  信号是否参与了促植物排  $\text{Na}^+$ 、液泡区隔  $\text{Na}^+$ 、保  $\text{K}^+$  等过程, 以及这一过程中的  $\text{Ca}^{2+}$  信号转导机制

扫码查看盐碱胁迫文献专辑



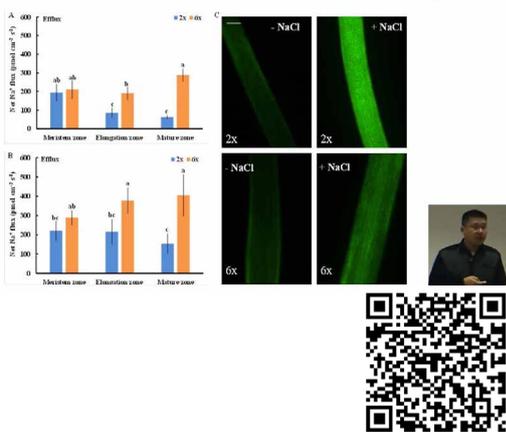
样品检测视频

叶肉

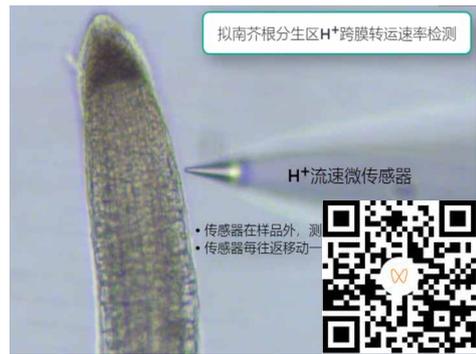


应用报告视频

不同倍性甘薯近缘野生种 *Ipomoea trifida* 钾钠平衡调控机制



根



专家介绍



主讲人: 刘彦强  
中关村NMT产业联盟秘书长, 联盟标准化技术委员会非损伤微测技术(NMT)高级认证工程师。是“国家成果《非损伤微测技术及其应用》”主要完成人。



原生质体 / 液泡



## 根 SOS1 活性 / 排 Na<sup>+</sup> 速率检测

### 经典案例

Mol Plant 谢旗: NMT 发现 VPS23A 促盐胁迫下根排 Na<sup>+</sup> 为 ESCRT 组分增强 SOS 模块功能维持拟南芥耐盐提供证据



扫码查看本文详细报道

EMBO J 中农郭岩 / 南农章文华: NMT 发现盐激后磷脂酸促根排 Na 吸 K 为磷脂酸通过调控 SOS 和 AKT1 维持钠钾稳态提供关键证据



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究耐盐材料的耐盐机制, 是否与盐胁迫下, SOS1, 即质膜 Na<sup>+</sup>-H<sup>+</sup> 逆向转运体活性强, 引起的细胞排 Na<sup>+</sup> 强有关。排 Na<sup>+</sup> 速率越大, 代表 SOS1 活性越强。

### 检测指标

Na<sup>+</sup>

### 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

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub> 浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考:

拟南芥、水稻、烟草: 100~150 mM NaCl

棉花: 200 mM NaCl

### 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

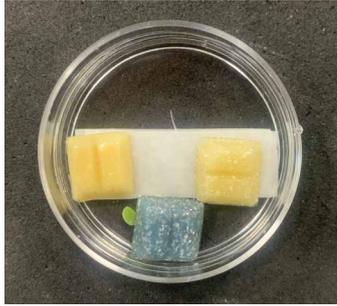
2) 同一组内, 根长、根直径、根颜色尽量一致

3) 优先新生根或嫩根

### 检测流程

#### 前处理

1. 将盐碱处理后的样品取出, 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。

#### 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，  
 $d = \text{根直径}$
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.Chen G, Xuan W, Zhao P, et al. OsTUB1 confers salt insensitivity by interacting with Kinesin13A to stabilize microtubules and ion transporters in rice. *New Phytol.* 2022 Sep;235(5):1836-1852. DOI: 10.1111/nph.18282.
- 3.Li J, Shen L, Han X, et al.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.
- 4.Su Y, Liu Y, Xiao S, et al. Isolation, characterization, and functional verification of salt stress response genes of NAC transcription factors in *Ipomoea pes-caprae*. *Front Plant Sci.* 2023 Feb 1;14:1119282. DOI: 10.3389/fpls.2023.1119282.

## 叶肉 SOS1 活性 / 排 Na<sup>+</sup> 速率检测

### 经典案例

Int J Mol Sci 联盟专家 S Shabala 等：盐胁迫下 NHXs 调节耐盐水稻叶肉排 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup> 速率下降 为水稻耐盐研究提供新见解



扫码查看本文详细报道

J Exp Bot: 华中农大别之龙 | 离子流揭示中国南瓜与印度南瓜的耐盐策略



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究耐盐材料的耐盐机制，是否与盐胁迫下，SOS1，即质膜 Na<sup>+</sup>-H<sup>+</sup> 逆向转运体活性强，引起的排 Na<sup>+</sup> 强有关。排 Na<sup>+</sup> 速率越大，代表 SOS1 活性越强。

### 检测指标

Na<sup>+</sup>

### 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。

### 实验处理

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub> 浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考：

拟南芥、水稻、烟草：100~150 mM NaCl

棉花：200 mM NaCl

### 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. 叶片选取

1) 根据您的研究需求，选择植株上特定位置的叶片，例如从下往上数的第 x 片叶片。部分研究可能无此要求，同一研究的叶片选取标准需保持一致。

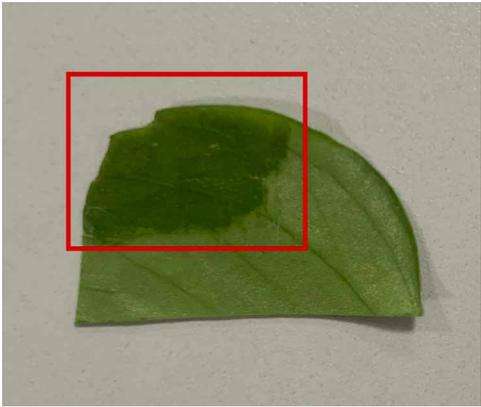
2) 同一组内，叶龄、叶片颜色、大小尽量一致

3) 优先完整无损伤的叶片

### 检测流程

#### 前处理

1. 从目标叶片上剪取 1cm\*1cm 的叶片组织，揭去叶片组织的下表皮，暴露叶肉组织。如果叶片面积较小，直接用整片叶片。



叶片暴露叶肉组织

2. 对折叶片，叶片下表面朝外，让暴露出叶肉组织处于外侧弯折面处，使用铝箔条将远离弯折面的叶片组织条尾部夹住，使用样品固定专用树脂块将样品压在培养皿底部，露出叶片弯折处的叶肉组织。



叶肉细胞样品固定

3. 加入测试液浸没叶片，静置 2 小时，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：外侧弯曲面的叶肉组织上的任意一点
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 块叶片组织。如同一株样品有多片叶片符合检测要求，可在同一株上取不止 1 片叶片，也可在同一叶片上取不止 1 块叶片组织，一组实验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
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 — 样品表面距离：5 $\mu$ 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. Qin R, Hu Y, Chen H, et al. MicroRNA408 negatively regulates salt tolerance by affecting secondary cell wall development in maize. *Plant Physiol.* 2023 May 31;192(2):1569-1583. DOI: 10.1093/plphys/kiad135.
3. Solis CA, Yong MT, Zhou M, et al. Evolutionary Significance of NHX Family and NHX1 in Salinity

Stress Adaptation in the Genus *Oryza*. *Int J Mol Sci*.  
2022 Feb 14;23(4):2092. DOI: 10.3390/ijms23042092.  
4.Li S, Sun M, Miao L, et al. Multifaceted regulatory  
functions of CsBPC2 in cucumber under salt stress  
conditions. *Hortic Res*. 2023 Mar 15;10(5):uhad051.  
DOI: 10.1093/hr/uhad051.

## 液泡区隔 Na<sup>+</sup> 能力 / 液泡膜 NHX1 活性检测

### 经典案例

中科院植物所李银心组：利用非损伤微测技术检测植物 NHX1 活性



扫码查看本文详细报道

Plant J: 根系液泡隔离 Na<sup>+</sup> 的活性是大麦耐盐的关键参数



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究耐盐材料的耐盐机制，是否与盐胁迫下，NHX1，即液泡膜 Na<sup>+</sup>-H<sup>+</sup> 逆向转运体活性强，引起的液泡区隔 Na<sup>+</sup> 强有关。吸 Na<sup>+</sup> 速率越大，代表 NHX1 活性越强。该研究主要以研究茎、叶的液泡为主。

### 检测指标

Na<sup>+</sup>

### 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

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub> 浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考：

拟南芥、水稻、烟草：100~150 mM NaCl

棉花：200 mM NaCl

### 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 100μL 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



扫码查看

### 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≥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：2μm

### 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 G, Yuan S, Qi H, et al. The Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> Exchanger NHX1 Controls H<sup>+</sup> Accumulation in the Vacuole to Influence Sepal Color in *Hydrangea macrophylla*. *Int. J. Plant Biol.* 2023, 14, 266-275. DOI: 10.3390/ijpb14010022
3. Zhang X, Shen Z, Sun J, et al. NaCl-elicited, vacuolar Ca<sup>2+</sup> release facilitates prolonged cytosolic Ca<sup>2+</sup> 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.

## 根 $H^+$ -ATPase 活性 / 排 $H^+$ 速率检测

### 经典案例

Mol Plant 山大 刘树伟: NMT 发现 TaCCD1 提升碱胁迫下根  $H^+$ -ATPase 活性 为解析 TaCCD1 调控小麦耐碱分子机制提供证据



扫码查看本文详细报道

Plant Cell 浙大金崇伟: NMT 发现酸胁迫下 STOP1 促根吸  $H^+$  致根际 pH  $\uparrow$  为探究 STOP1-NRT1.1 提升植物 NUE 及耐酸机制提供证据



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究耐盐材料的耐盐机制, 是否与盐胁迫下质膜  $H^+$ -ATPase 活性强有关。质膜  $H^+$ -ATPase 向细胞外、根外泌  $H^+$ , 形成  $H^+$  电化学梯度, 驱动次级转运体对各种营养物质、离子的转运。还可以有效抑制盐碱胁迫引起的根际碱化, 降低 pH, 促进根生长。

### 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

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或  $Na_2CO_3+NaHCO_3$  浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考:

拟南芥、水稻、烟草: 100~150 mM NaCl

棉花: 200 mM NaCl

### 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

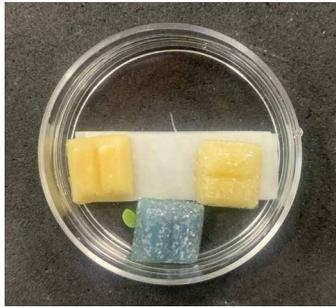
2) 同一组内, 根长、根直径、根颜色尽量一致

3) 优先新生根或嫩根

### 检测流程

#### 前处理

1. 将盐碱处理后的样品取出, 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

#### 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 $\mu\text{m}$  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 $\mu\text{m}$

#### 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. Lan T, Xu Y, Guo S, et al. Investigation of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> 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  $\times$  euramericana ‘Neva’ under NaCl stress, Canadian Journal of Forest Research, 2017,47(6):828-838. DOI: 10.1139/cjfr-2016-0460

## 叶 $H^+$ -ATPase 活性 / 排 $H^+$ 速率检测

### 经典案例

Aquat Toxicol 南京地湖所谢丽强: NMT 发现微囊藻毒素 LR 可破坏苦草根叶 Ca/H 平衡 从而影响营养物质积累



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究耐盐材料的耐盐机制, 是否与盐胁迫下质膜  $H^+$ -ATPase 活性强有关。质膜  $H^+$ -ATPase 向细胞外、根外泌  $H^+$ , 形成  $H^+$  电化学梯度, 驱动次级转运体对各种营养物质、离子的转运。

### 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。

### 实验处理

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或  $Na_2CO_3+NaHCO_3$  浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考:

拟南芥、水稻、烟草: 100~150 mM NaCl

棉花: 200 mM NaCl

### 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. 叶片选取

1) 根据您的研究需求, 选择植株上特定位置的叶片, 例如从下往上数的第  $x$  片叶片。部分研究可能无此要求, 同一研究的叶片选取标准需保持一致。

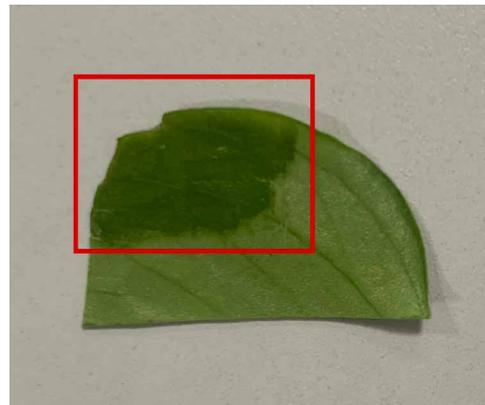
2) 同一组内, 叶龄、叶片颜色、大小尽量一致

3) 优先完整无损伤的叶片

### 检测流程

#### 前处理

1. 从目标叶片上剪取 1cm\*1cm 的叶片组织, 揭去叶片组织的下表皮, 暴露叶肉组织。如果叶片面积较小, 直接用整片叶片。



叶片暴露叶肉组织

2. 对折叶片，叶片下表面朝外，让暴露出叶肉组织处于外侧弯折面处，使用铝箔条将远离弯曲面的叶片组织条尾部夹住，使用样品固定专用树脂块将样品压在培养皿底部，露出叶片弯折处的叶肉组织。



叶肉细胞样品固定

3. 加入测试液浸没叶片，静置 2 小时，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：外侧弯曲面的叶肉组织上的任意一点

2 检测时长：5-10 分钟

3. 重复数：n≥8，即每组检测不少于 8 块叶片组织。

如同一株样品有多片叶片符合检测要求，可在同一

株上取不止 1 片叶片，也可在同一叶片上取不止 1 块叶片组织，一组实验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

2. 采样规则：X-30

3. 传感器 — 样品表面距离：5μm

#### 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. Qin R, Hu Y, Chen H, et al. MicroRNA408 negatively regulates salt tolerance by affecting secondary cell wall development in maize. *Plant Physiol.* 2023 Mar 2:kiad135. DOI: 10.1093/plphys/kiad135.

3. Solis C, Yong M, Zhou M, et al. Evolutionary Significance of NHX Family and NHX1 in Salinity Stress Adaptation in the Genus *Oryza*. *Int J Mol Sci.* 2022 Feb 14;23(4):2092. doi: 10.3390/ijms23042092.

4. Li S, Sun M, Miao L, et al. Multifaceted regulatory functions of CsBPC2 in cucumber under salt stress conditions. *Hortic Res.* 2023 Mar 15;10(5):uhad051. doi: 10.1093/hr/uhad051.

## 根保钾能力检测

### 经典案例

J Exp Bot 江苏师范大学: 多倍体维持钠钾稳态促耐盐能力的新机制



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究盐胁迫下植物的保钾能力,  $K^+$  外排越小, 保钾能力越强。

### 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。

### 实验处理

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或  $Na_2CO_3+NaHCO_3$  浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考:

拟南芥、水稻、烟草: 100~150 mM NaCl

棉花: 200 mM NaCl

### 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

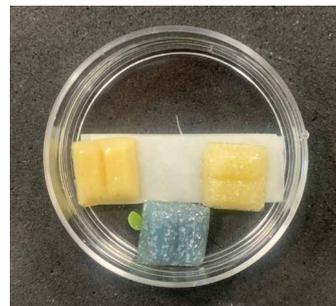
2) 同一组内, 根长、根直径、根颜色尽量一致

3) 优先新生根或嫩根

### 检测流程

#### 前处理

1. 将盐碱处理后的样品取出, 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。



拟南芥样根品固定

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≥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 ≥200μm）；10 倍（根直径 < 200μm）
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 -- 样品表面距离：5μm

### 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. Wang J, Cai C, Geng P, et al. A New Discovery of

Argon Functioning in Plants: Regulation of Salinity Tolerance. *Antioxidants*. 2022; 11(6):1168. doi: 10.3390/antiox11061168.

3. Liu J, Zhang J, Ma G, et al. Melatonin improves rice salinity stress tolerance by NADPH oxidase-dependent control of the plasma membrane K<sup>+</sup> transporters and K<sup>+</sup> homeostasis[J]. *Plant, Cell & Environment*, 2020. doi: 10.1111/pce.13759.

4. Liu Y, Yu Y, Sun J, et al. Root-zone-specific sensitivity of K<sup>+</sup>-and Ca<sup>2+</sup>-permeable channels to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> determines ion homeostasis in salinized diploid and hexaploid *Ipomoea trifida*. *J Exp Bot*. 2019 Feb 20;70(4):1389-1405. DOI: 10.1093/jxb/ery461.

## 叶肉保钾能力检测

### 经典案例

Int J Mol Sci 联盟专家 S Shabala 等：盐胁迫下 NHXs 调节耐盐水稻叶肉排  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  速率下降 为水稻耐盐研究提供新见解



扫码查看本文详细报道

Tree Physiol 中国林科院张华新、杨秀艳：NMT 发现白刺通过维持叶肉排  $\text{Na}^+$  保  $\text{K}^+$  能力及  $\text{H}^+$  泵活性来适应盐胁迫



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究盐胁迫下植物的保钾能力， $\text{K}^+$  外排越小，保钾能力越强。

### 检测指标

$\text{K}^+$

### 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。

### 实验处理

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或  $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{NaHCO}_3$  浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考：

拟南芥、水稻、烟草：100~150 mM NaCl

棉花：200 mM NaCl

### 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. 叶片选取

1) 根据您的研究需求，选择植株上特定位置的叶片，例如从下往上数的第 x 片叶片。部分研究可能无此要求，同一研究的叶片选取标准需保持一致。

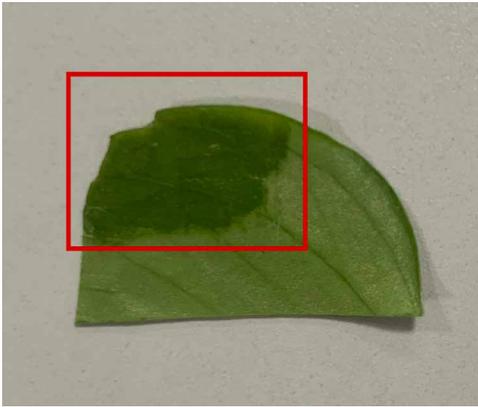
2) 同一组内，叶龄、叶片颜色、大小尽量一致

3) 优先完整无损伤的叶片

### 检测流程

#### 前处理

1. 从目标叶片上剪取 1cm\*1cm 的叶片组织，揭去叶片组织的下表皮，暴露叶肉组织。如果叶片面积较小，直接用整片叶片。



叶片暴露叶肉组织

2. 对折叶片，叶片下表面朝外，让暴露出叶肉组织处于外侧弯折面处，使用铝箔条将远离弯曲面的叶片组织条尾部夹住，使用样品固定专用树脂块将样品压在培养皿底部，露出叶片弯折处的叶肉组织。



叶肉细胞样品固定

3. 加入测试液浸没叶片，静置 2 小时，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：外侧弯曲面的叶肉组织上的任意一点
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 块叶片组织。如同一株样品有多片叶片符合检测要求，可在同一株上取不止 1 片叶片，也可在同一叶片上取不止 1 块叶片组织，一组实验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
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 — 样品表面距离：5 $\mu$ 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. Li S, Sun M, Miao L, et al. Multifaceted regulatory functions of CsBPC2 in cucumber under salt stress conditions. Horticulture Res. 2023 Mar 15;10(5):uhad051. doi: 10.1093/hr/uhad051.
3. Solis C, Yong M, Zhou M, et al. Evolutionary Significance of NHX Family and NHX1 in Salinity Stress Adaptation in the Genus Oryza. Int J Mol Sci.

2022 Feb 14;23(4):2092. doi: 10.3390/ijms23042092.

4. Lan T, Xu Y, Guo S, et al. Investigation of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> 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

## 根 GORK 保钾机制检测

### 经典案例

J Exp Bot 江苏师范大学: 多倍体维持钠钾稳态促耐盐能力的新机制



扫码查看本文详细报道

Tree Physiol 中国林科院张华新、杨秀艳: NMT 发现白刺通过维持叶肉排  $\text{Na}^+$  保  $\text{K}^+$  能力及  $\text{H}^+$  泵活性来适应盐胁迫



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

探究耐盐材料的保钾机制, 是否与 GORK (外向  $\text{K}^+$  通道) 的调控有关。盐胁迫下, 保钾能力越强, 即  $\text{K}^+$  外排越小, 且  $\text{H}^+$  外排相对较大, 代表该耐盐材料在盐胁迫下, 通过提升质膜  $\text{H}^+$ -ATPase 活性, 加大向胞外排  $\text{H}^+$ , 缓解因盐胁迫引起的质膜去极化, 从而抑制质膜去极化激活的 GORK, 减少  $\text{K}^+$  外排, 实现保钾。

### 检测指标

$\text{K}^+$ 、 $\text{H}^+$

### 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

100~400 mM NaCl 处理 24 小时。NaCl 或  $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{NaHCO}_3$  浓度与您该课题的其它实验胁迫浓度保持一致。常见样品胁迫浓度参考:

拟南芥、水稻、烟草: 100~150 mM NaCl

棉花: 200 mM NaCl

### 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

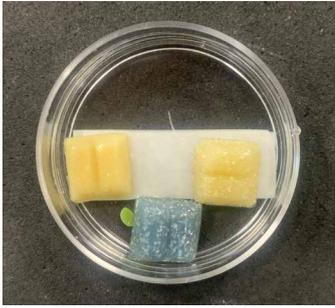
2) 同一组内, 根长、根直径、根颜色尽量一致

3) 优先新生根或嫩根

### 检测流程

#### 前处理

1. 将盐碱处理后的样品取出, 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

#### 样品前处理视频



扫码查看视频

#### 检测过程

1. 检测位点：  
 $K^+$ ：根伸长区。距离根尖顶点 4d 的位置，d= 根直径  
 $H^+$ ：根成熟区。距离根尖顶点 5000  $\mu m$  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  $\geq 200 \mu m$ ）；10 倍（根直径  $< 200 \mu m$ ）
2. 采样规则：X-30
3. 传感器 -- 样品表面距离：5  $\mu m$

#### 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.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.Sun Z, Li J, Guo D, et al. Melatonin enhances KCl salinity tolerance by maintaining  $K^+$  homeostasis in Malus hupehensis. Plant Biotechnol J. 2023 Jul 19. doi: 10.1111/pbi.14129.
- 4.Al Nayef M, Solis C, Shabala L, et al. Changes in Expression Level of OsHKT1;5 Alters Activity of Membrane Transporters Involved in  $K^+$  and  $Ca^{2+}$  Acquisition and Homeostasis in Salinized Rice Roots. Int J Mol Sci. 2020 Jul 10;21(14):4882. doi: 10.3390/ijms21144882.

## 盐胁迫跨膜钙信号检测

### 经典案例

Plant Cell Environ 北林陈少良:  $H_2O_2$  和  $Ca^{2+}$  调节植物盐胁迫下的  $K^+/Na^+$  平衡



扫码查看本文详细报道

Hortic Res 江苏师大学者: NMT 结合根系转基因技术快速验证耐盐基因功能



扫码查看本文详细报道

### 推荐实验设备

NMT 耐盐机制分析仪 (NMT300-SMP-YG/XY)

### 实验意义

检测盐胁迫下根、茎、叶细胞的  $Ca^{2+}$  实时跨膜吸收(内流)速率。

### 检测指标

$Ca^{2+}$

### 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

正常培养的植物样品

### 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 $\mu$ L 原生质体悬液, 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

### 检测过程

1. 先检测盐处理前的信号，再瞬时加入 1 mL 盐处理母液（500 mM NaCl, 0.1 mM CaCl<sub>2</sub>, 500 mM 甘露醇, 0.2 mM MES, pH5.8）后，检测处理后信号。
2. 检测位点：原生质体表面
3. 检测时长：盐处理前 5 分钟，盐处理后 10~20 分钟
4.  $n \geq 10$ ，即每组检测不少于 10 个原生质体。如同一培养皿中有多个原生质体符合检测要求，可在同一培养皿中检测不止 1 个原生质体。

### 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 $\mu$ 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 L, Liu X, Wei M, et al. Ammonium has stronger Cd detoxification ability than nitrate by reducing Cd influx and increasing Cd fixation in *Solanum nigrum* L. *J Hazard Mater.* 2021 Dec 1;425:127947. doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.127947.
3. Zhu M, Li Q, Zhang Y, et al. Glycine betaine increases salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) by regulating Na<sup>+</sup> homeostasis. *Front Plant Sci.* 2022 Sep 30;13:978304. DOI: 10.3389/fpls.2022.978304.
4. Liu J, Ma J, He C, et al. Inhibition of cadmium ion uptake in rice (*Oryza sativa*) cells by a wall-bound form of silicon. *New Phytol.* 2013, 200: 691-699. doi: 10.1111/nph.12494.