



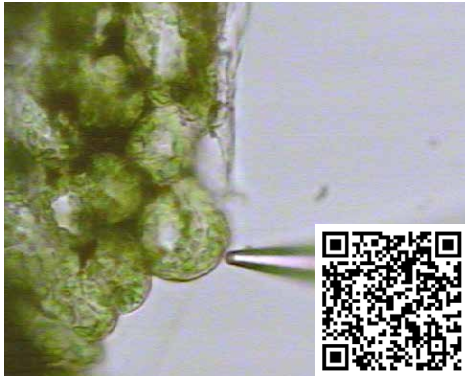
订阅本刊

# 旱涝胁迫

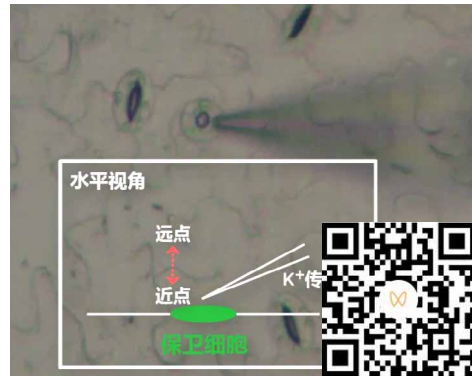
## 视频、图片、文献资源

### 样品检测视频

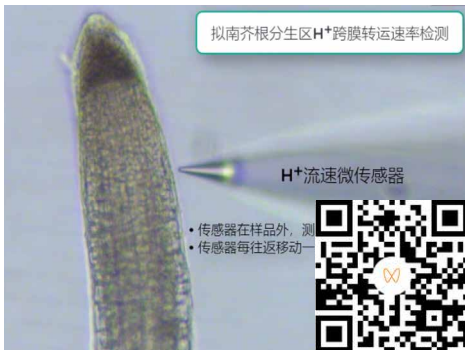
叶肉



保卫细胞



根



扫码查看水旱胁迫文献专辑





## 旱涝胁迫跨膜钙信号 / 吸 $\text{Ca}^{2+}$ 速率

### 一、意义

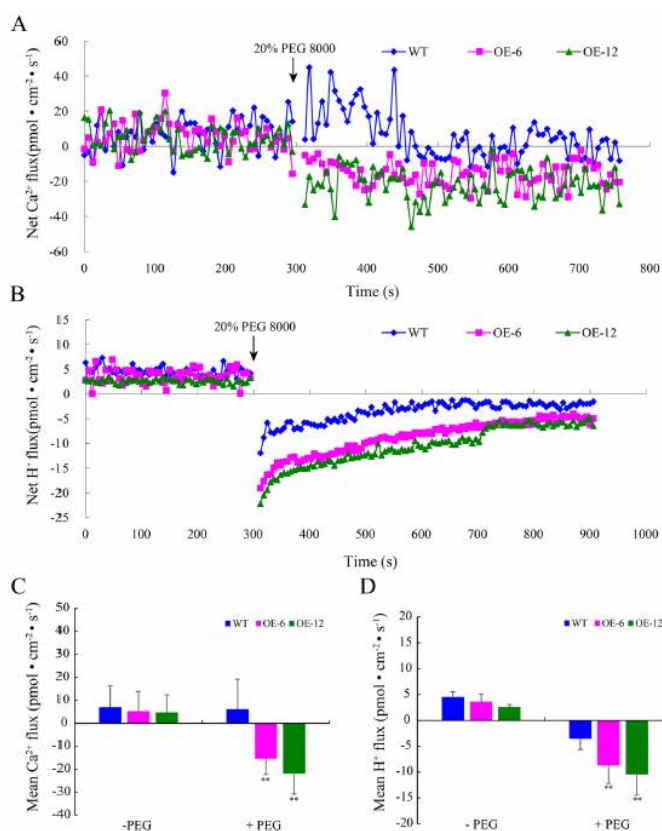
检测干旱或水淹胁迫下的  $\text{Ca}^{2+}$  实时跨膜吸收速率。

### 二、研究案例

#### 1、*Ind Crop Prod* 海大 & 广东海大：NMT 从 $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{H}^+/\text{Ca}^{2+}$ 流角度为探究石斛 CIPK24 促耐盐旱机制提供证据

通讯作者：海南大学 周扬、江行玉

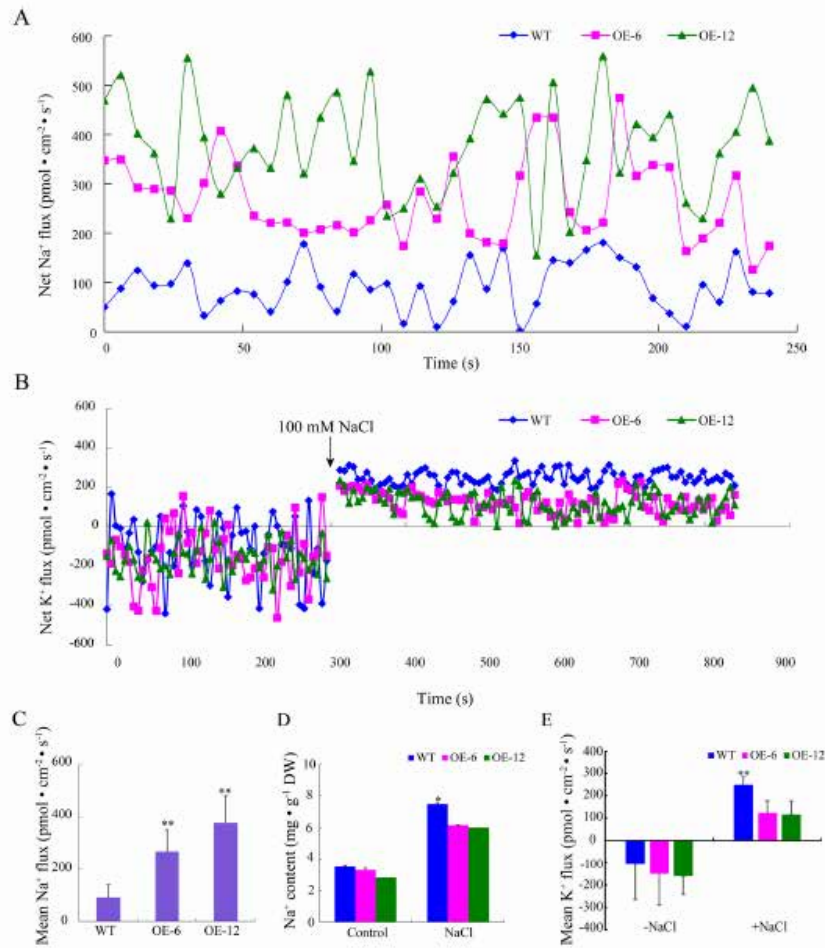
所用 NMT 设备：人工智能全自动非损伤微测系统



为了探究探讨干旱胁迫下  $\text{Ca}^{2+}$  是否介导根系信号转导，研究使用非损伤微测技术（NMT）检测了胁迫前后拟南芥根部  $\text{Ca}^{2+}$  实时转运速率的变化。结果表明，在正常条件下，野生型拟南芥和转基因拟南芥均表现出一定的  $\text{Ca}^{2+}$  外排。在干旱胁迫下，转基因植株与野生型植株根部  $\text{Ca}^{2+}$  实时转运速率方向和幅度存在显著差异。在干旱胁迫下，野生型植株的根部仍然表现出  $\text{Ca}^{2+}$  外排，而 OE-6 和 OE-12 的根部，表现出  $\text{Ca}^{2+}$  吸收，吸收速率分别为 -15.40 和 -21.88。研究继续检测了转基因拟南芥和野生型拟南芥根部成熟区在干旱胁迫下的  $\text{H}^+$  实时转运速率。结果表明，PEG 胁迫瞬时处理导致  $\text{H}^+$  由显著外排向显著吸收变化，表明 PM  $\text{H}^+$ -ATP 酶活性的激活。在 10 min 试验中，两个转基因株系 (OE6 和 OE12) 的平均吸  $\text{H}^+$  速率分别为 -8.74 和 -10.48，分别比野生型拟南芥高 145.20% 和 194.23%。



订阅本刊



研究进一步用非损伤微测技术 (NMT) 检测了盐胁迫前后拟南芥根部净 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> 实时转运速率的变化。盐胁迫 24 h 后, 野生型和转基因拟南芥根部的 Na<sup>+</sup> 均呈现出外排趋势。在盐胁迫下, 转基因株系中 Na<sup>+</sup> 的平均净外排高于野生型植株, 转基因根系 (OE6 和 OE12) 中的 Na<sup>+</sup> 外排分别提高了 191.49% 和 312.89%。正常条件下, 转基因植株与野生型植株 Na<sup>+</sup> 含量无显著差异; 盐胁迫下, 所有植株 Na<sup>+</sup> 含量均增加, 而转基因拟南芥 Na<sup>+</sup> 含量显著低于野生型植株。此外, 在处理前, 野生型和转基因拟南芥根部均观察到 K<sup>+</sup> 的吸收, 野生型和转基因根系 (OE6 和 OE12) 5 min 内吸收速率分别为 -104.95、-147.90 和 -158.47, 无显著差异。当诱导盐胁迫时, 所有被测根部均观察到 K<sup>+</sup> 外排。转基因植株 (OE6 和 OE12) 根部的平均 K<sup>+</sup> 外排率分别为 123.74 和 116.32, 分别为盐胁迫下野生型植株根部的 49.65% 和 46.67%。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考

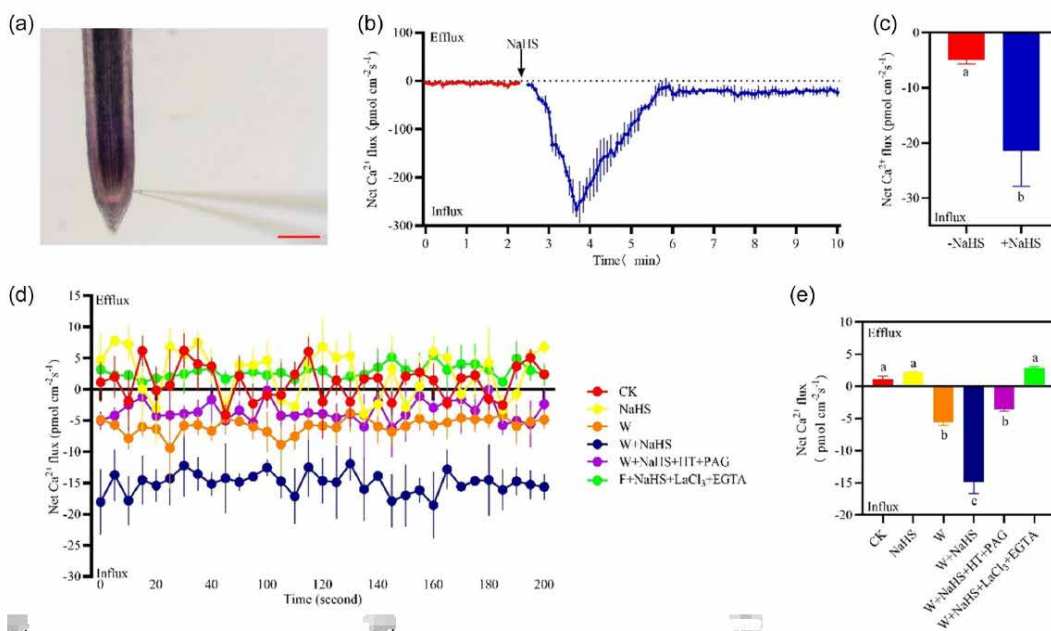


测样咨询

## 2、PCE 厦大郑海雷组：NMT 发现 H<sub>2</sub>S 促水淹时根系吸 Ca<sup>2+</sup> 为从线粒体角度揭示 H<sub>2</sub>S 在红树植物水淹适应中的作用提供证据

通讯作者：厦门大学 郑海雷

所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪<sup>®</sup> (Physiolyzer<sup>®</sup>)



为了确定 Ca<sup>2+</sup> 是否参与了 H<sub>2</sub>S 对白骨壤水淹胁迫的缓解作用，采用 NMT 系统测定了白骨壤幼苗根系 Ca<sup>2+</sup> 的实时转运。我们测定了在 24 h 水淹处理的同时 200 μM NaHS 对 *A. marina* 的根系 Ca<sup>2+</sup> 实时转运的影响。结果表明，在正常条件下 Ca<sup>2+</sup> 吸收稳定地保持在 -4.9±0.7 pmol·cm<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> 左右，而 NaHS 的瞬时加入迅速增加了 Ca<sup>2+</sup> 吸收，并最终在几分钟内稳定下来。此外，我们还测量了不同处理组合下的 Ca<sup>2+</sup> 实时转运。结果表明，与对照相比，水淹处理增加了 Ca<sup>2+</sup> 吸收，水淹的同时 H<sub>2</sub>S 处理进一步增强了 Ca<sup>2+</sup> 吸收。然而，HT + PAG 处理减少了 H<sub>2</sub>S 引起的 Ca<sup>2+</sup> 吸收。更重要的是，LaCl<sub>3</sub> + EGTA 处理导致 Ca<sup>2+</sup> 外排，完全逆转了内涝和 H<sub>2</sub>S 处理引起的 Ca<sup>2+</sup> 吸收。以上结果结果表明，水淹胁迫和 H<sub>2</sub>S 处理均显著诱导白骨壤幼苗根系 Ca<sup>2+</sup> 吸收。



扫码查看本文详细报道



本实验对应标书参考



## H<sup>+</sup>-ATPase 活性 / 表面 pH / 排 H<sup>+</sup> 速率

### 一、意义

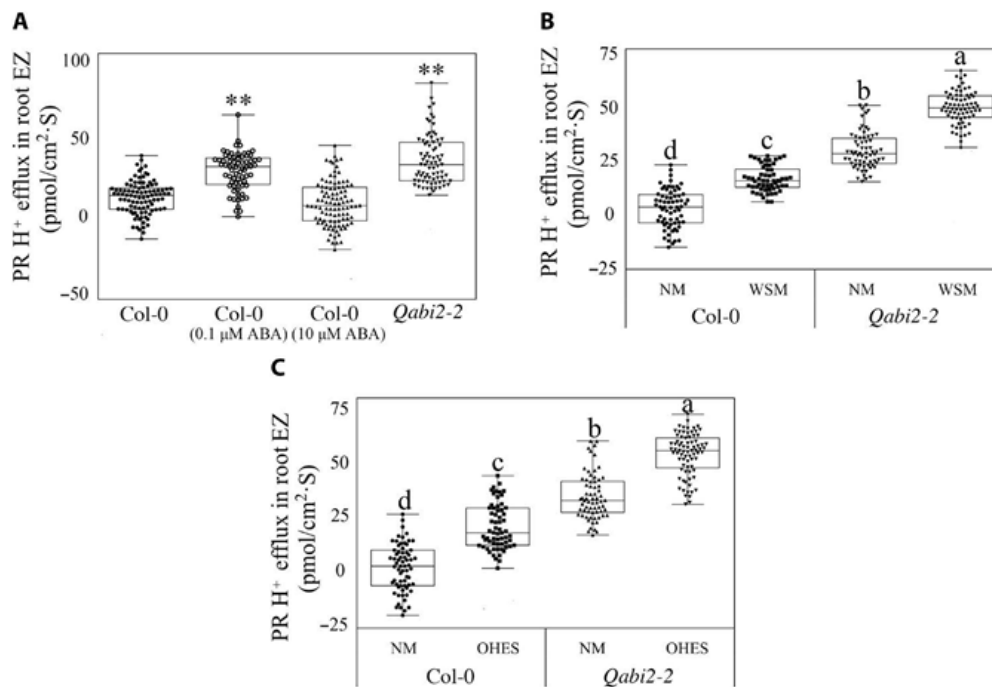
干旱胁迫初期，H<sup>+</sup>-ATPase 活性被抑制，组织细胞正常生长时的泌 H<sup>+</sup> 过程被抑制，即 H<sup>+</sup> 外排减小或转变为 H<sup>+</sup> 吸收。植物在适应干旱，例如促进干旱胁迫下根系生长的过程中，H<sup>+</sup>-ATPase 被激活，H<sup>+</sup> 外排增强，可用于验证植物耐旱机制，是否与根系 H<sup>+</sup>-ATPase 活性强有关。此外，研究发现，根系向水生长过程中，根的高渗一侧 H<sup>+</sup>-ATPase 活性相比低渗一侧强，细胞壁酸化强烈，根细胞生长更快，引起根部向低渗一侧弯曲生长。

### 二、研究案例

#### • *Sci Adv* 福建农林许卫锋：NMT 发现低浓度 ABA 促进质子分泌是根系响应水分胁迫和向水性的关键机制

通讯作者：福建农林大学 许卫锋

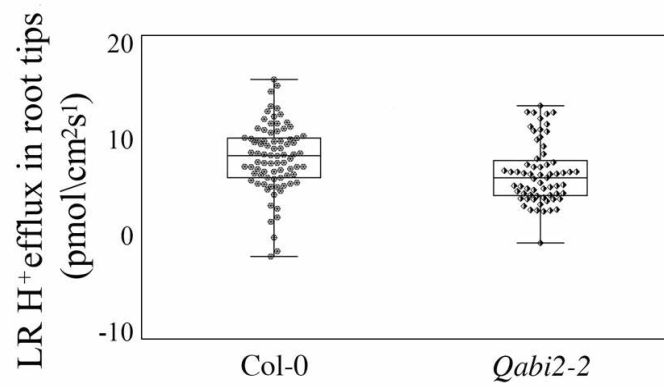
所用 NMT 设备：非损伤微测系统（平台版）



为了解释为什么 *Qabi2-2* 植株表现出增强的主根生长和向水响应，研究使用非损伤微测技术（NMT）测定了 WT 和 *Qabi2-2* 幼苗在正常培养基、水分胁迫培养基和倾斜向水实验系统下主根伸长区的根表 H<sup>+</sup> 外排情况。在正常培养基中，萌发后 10 天（10 dag）*Qabi2-2* 幼苗的主根伸长区 H<sup>+</sup> 外排显著高于 WT（A）。与之相反，在添加 0.1 μM ABA 的培养基中，*Qabi2-2* 幼苗的 H<sup>+</sup> 外排水平与 WT 相似，而 10 μM ABA 强烈抑制了 WT 的 H<sup>+</sup> 外排（A）。WT 和 *Qabi2-2* 幼苗在水分胁迫和倾斜向水实验系统中表现出显著高于正常培养基的主根 H<sup>+</sup> 外排，表明水分胁迫促进了主根非原质体 H<sup>+</sup> 外排（B, C）。



测样咨询



*Qabi2-2* 幼苗侧根根表 H<sup>+</sup> 外排速率与 WT 无显著差异。表明 *Qabi2-2* 对拟南芥主根伸长和侧根发育有不同的机制。



扫码查看本文详细报道

[本实验对应标书参考](#)





## 抗旱保钾能力 / 排 $K^+$ 速率

### 一、意义

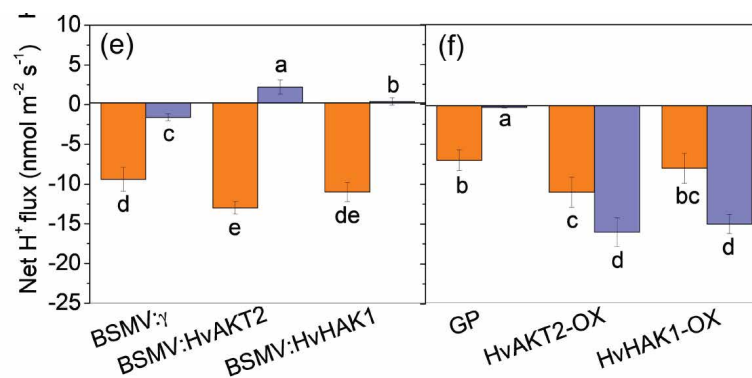
干旱胁迫下，维持渗透压稳定可以减少水分流失，而  $K^+$  是维持细胞渗透压的重要组分。 $K^+$  的跨膜转运调控，对于植物抗旱起到重要作用。

### 二、研究案例

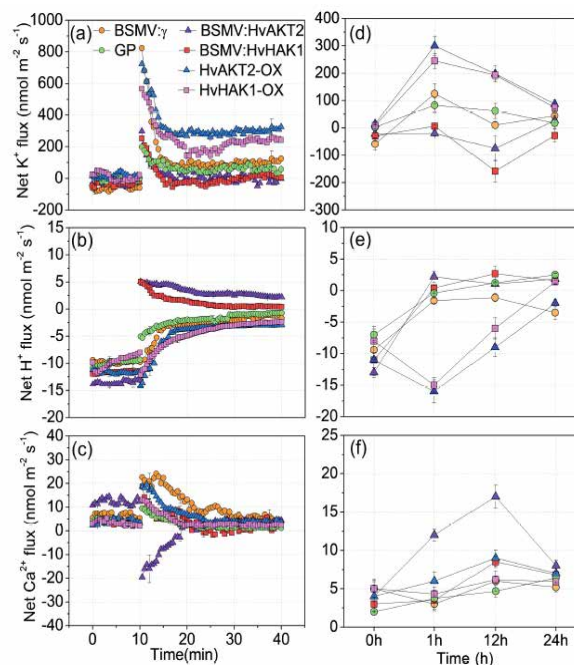
• *Plant Biotechnol J* 浙大陈仲华、邬飞波：HvAKT2 和 HvHAK1 通过增强叶肉  $H^+$  稳态提升耐旱能力

通讯作者：浙江大学作物科学研究所 邬飞波、陈仲华

所用 NMT 设备：非损伤微测技术科研平台



干旱（20% PEG 处理 1 h）导致接种了 BSMV:HvAKT2 和 BSMV:HvHAK1 的干旱敏感型大麦叶片叶肉  $H^+$  由外排向吸收转变（e）。相反，与 Golden Promise 相比，HvAKT2 和 HvHAK1 过表达则显著增加了叶肉对于干旱胁迫的响应（f）。





测样咨询

然后对所有大麦品系（XZ5、沉默株系、Golden Promise 和过表达株系）在 24 h 内进行  $K^+$ 、 $H^+$  和  $Ca^{2+}$  实时转运速率测定，以了解 *HvAKT2* 和 *HvHAK1* 在大麦抗旱性中的作用。与对照相比，在 PEG 诱导的干旱胁迫 1 h 和 12 h 后，沉默 *HvAKT2* 和 *HvHAK1* 株系的叶肉组织  $K^+$  的吸收显著降低（a, d）。模拟接种的植株在对照组和 PEG 诱导干旱处理的植株叶片中表现出  $H^+$  外排，而 *HvAKT2*- 和 *HvHAK1*- 沉默的植株在 PEG 诱导后则表现出的  $H^+$  吸收（b, e）。BSMV:*HvHAK1* 植株叶片叶肉细胞  $Ca^{2+}$  跨膜转运在干旱处理 1 h 和 12 h 后显著增加（c, f）。在沉默株系的根部观察到类似的  $K^+$ 、 $H^+$  和  $Ca^{2+}$  跨膜转运趋势。

在过表达 *HvAKT2* 和 *HvHAK1* 的植物的叶肉组织中，PEG 诱导的干旱胁迫导致 *HvAKT2*-OX 和 *HvHAK1*-OX 植物的  $K^+$  吸收速率比 Golden Promise 高 2.6 倍和 1.8 倍（a）。在所有植物中，经过 PEG 处理 24 h 后， $K^+$  吸收速率均减少，但在过表达株系中，其  $K^+$  吸收速率（70~80  $nmol\ m^{-2}s^{-1}$ ）仍显著高于对照（a, d）。在对照和 PEG 诱导的干旱处理 1 h 和 12 h 后，过表达 *HvAKT2* 和 *HvHAK1* 的植物比 Golden Promise 保持着更显著的  $H^+$  外排（b, e）。*HvAKT2*-OX 植株叶片叶肉细胞的  $Ca^{2+}$  跨膜转运在干旱 1 h 和 12 h 后显著增加（c, f）。



扫码查看本文详细报道

[本实验对应标书参考](#)





## 保卫细胞离子信号调控

### 一、意义

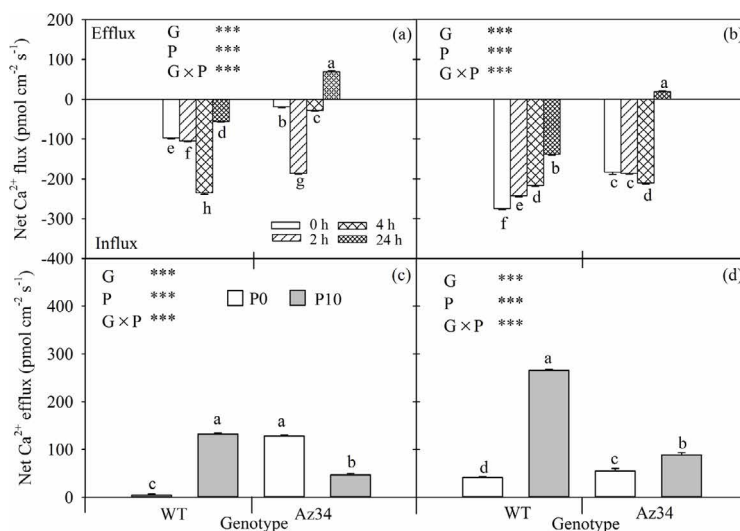
植物可以通过调节气孔大小，促进光合作用，同时减少蒸腾损失，提升植物抗旱能力。气孔主要是由保卫细胞组成，当保卫细胞体积增大时，气孔被撑开，反之则气孔关闭。保卫细胞体积受保卫细胞胞浆的渗透压调节，而渗透压主要受胞浆中的离子、糖分等浓度的影响。这其中， $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $NO_3^-$  是直接影响保卫细胞渗透压的最重要几种离子，并且  $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $NO_3^-$  跨膜进出保卫细胞过程，受胞浆的  $Ca^{2+}$  浓度和  $pH$  ( $H^+$ ) 调控。定量检测上述这些离子跨膜进出保卫细胞的过程，可深入揭示植物气孔开闭的微观调控机制。

### 二、研究案例

#### • *EEB* 环发所王耀生、哥本哈根大学：NMT 验证干旱胁迫促大麦叶片 ABA 增加调节保卫细胞排 $K^+$ 吸 $Ca^{2+}$ 介导气孔关闭

通讯作者：中国农科院环发所 王耀生

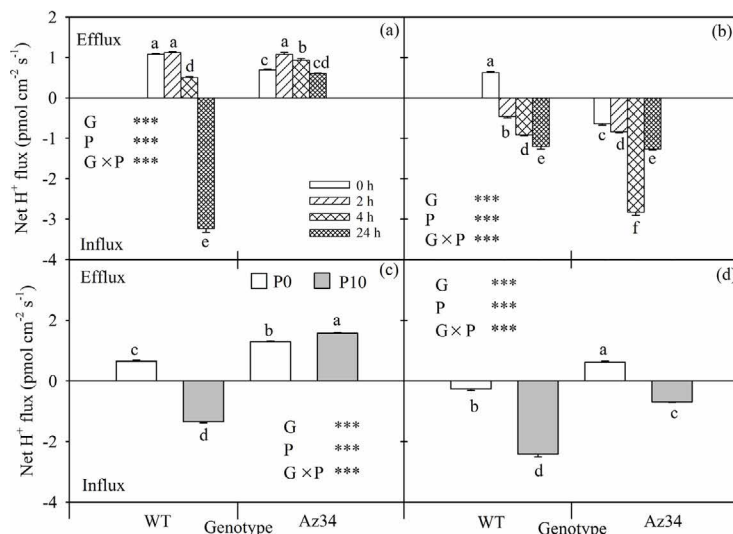
所用 NMT 设备：NMT 活体生理检测仪<sup>®</sup> (Physiolyzer<sup>®</sup>)



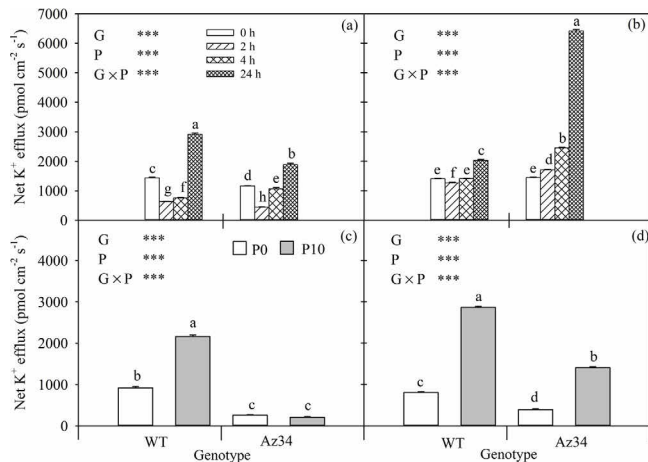
与对照组相比，PEG 处理 2 h 后，两种基因型保卫细胞的  $Ca^{2+}$  吸收速率均显著增加，WT 在处理 4 h 后达到最大值（图 1a）。随着 PEG 暴露时间的增加，WT 叶肉细胞内  $Ca^{2+}$  吸收逐渐减少，Az34 叶肉细胞内  $Ca^{2+}$  由吸收转向外排（图 1b）。PEG 处理后第 9 d，WT 的保卫细胞  $Ca^{2+}$  外排速率明显增加，而 Az34 的外排速率明显减少（图 1c）。PEG 处理后第 9 d，两种基因型的叶肉细胞  $Ca^{2+}$  外排速率均显著增加，WT 的叶肉细胞  $Ca^{2+}$  外排速率高于 Az34（图 1d）。



测样咨询



PEG 暴露后，WT 保卫细胞的 H<sup>+</sup> 跨膜转运随着时间的延长逐渐从外排转为吸收，而 Az34 保卫细胞的 H<sup>+</sup> 呈外排趋势（图 2a）。WT 中叶肉细胞的 H<sup>+</sup> 跨膜转运由外排转为吸收，随着 PEG 暴露时间的增加，吸 H<sup>+</sup> 速率逐渐增加。在 PEG 诱导的短期干旱胁迫下，Az34 叶肉细胞的 H<sup>+</sup> 吸收速率显著增加（图 2b）。PEG 处理后第 9 d，WT 保卫细胞的 H<sup>+</sup> 由外排转为吸收，而 Az34 的 H<sup>+</sup> 外排速率明显增加（图 2c）。与对照相比，PEG 处理后第 9d，WT 叶肉细胞中的 H<sup>+</sup> 吸收速率显著增加，而 Az34 的 H<sup>+</sup> 跨膜转运从外排变为吸收，并且 WT 叶肉细胞中的 H<sup>+</sup> 吸收速率高于 Az34（图 2d）。



两种基因型的保卫细胞 K<sup>+</sup> 外排速率在 PEG 处理的第 2、4 h 均下降，但在 PEG 处理的第 24 h 较对照处理相比有所增加。PEG 处理 24 h 后，WT 保卫细胞的 K<sup>+</sup> 外排速率明显大于 Az34（图 3a）。此外，随着 PEG 暴露时间的延长，Az34 叶肉细胞的 K<sup>+</sup> 外排速率增加，24 h 后达到最大值，与对照组相比，WT 的 K<sup>+</sup> 外排速率在 PEG 处理后 24 h 明显增加（图 3b）。PEG 处理后第 9 d，WT 保卫细胞的 K<sup>+</sup> 外排速率明显增加，而 Az34 保卫细胞的 K<sup>+</sup> 外排速率无明显变化（图 3c）。与对照组相比，PEG 处理后第 9 d，两种基因型的 K<sup>+</sup> 外排速率显著增加，WT 的 K<sup>+</sup> 外排速率高于 Az34（图 3d）。



本实验对应标书参考



扫码查看本文详细报道