

# 水旱胁迫研究文献专辑

## 非损伤微测技术

### 获取更多分类文献专辑

神经研究、毒理（斑马鱼）研究、重金属胁迫、盐胁迫、IAA 研究、极性生长、温度胁迫、水旱胁迫、植物免疫、植物-微生物互作、植物营养

[>>点击获取](#)

中关村 NMT 产业联盟

[nmtia.org.cn](http://nmtia.org.cn)

扫码获取 2021 最新文献



## 目 录

|                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------|------|
| PBJ 浙大张国平: HvAKT2 和 HvHAK1 通过增强叶肉 H <sup>+</sup> 稳态提升耐旱能力.....   | 1 -  |
| Plant J 港中大、山东农大: 水稻 OsCBL10 启动子天然变异影响种子萌发期的耐淹性.....             | 4 -  |
| PROTOPLASMA 河南农大: 高温干旱胁迫致 ABA 和 ROS 积累影响水稻萌发.....                | 6 -  |
| MP 西农: 钙流在 H <sub>2</sub> S 调控 ABA 信号通路研究中充当关键生理证据.....          | 8 -  |
| PNAS 浙大、西悉尼大学: 植物耐旱和气孔进化新机理 .....                                | 10 - |
| 林科院王军辉: ABA 依赖型 K <sup>+</sup> 流速是植物耐旱的重要指标 .....                | 12 - |
| 安徽农大宛晓春: Cl <sup>-</sup> 和氨基酸在 K <sup>+</sup> 缓解茶树干旱胁迫中的作用 ..... | 15 - |
| Plant Science: 钙依赖的 OsANN10 是水稻渗透胁迫耐性的负调控蛋白 .....                | 18 - |
| 福建农林许卫锋: 根系吸 Ca <sup>2+</sup> 对水胁迫下的根系伸长至关重要.....                | 20 - |
| 西北研究院、兰大: FADs 在植物胁迫耐受中的功能 .....                                 | 22 - |

# PBJ 浙大张国平：HvAKT2 和 HvHAK1 通过增强叶肉 H<sup>+</sup>稳态提升耐旱能力

## 1.基本信息

期刊：Plant Biotechnology Journal

主题：HvAKT2 和 HvHAK1 通过增强叶肉 H<sup>+</sup>稳态提升耐旱能力

标题：HvAKT2 and HvHAK1 Confer Drought Tolerance in Barley through Enhanced Leaf Mesophyll H<sup>+</sup> Homeostasis

影响因子：6.840

作者：浙江大学陈仲华、邬飞波

## 2.中文摘要

植物对 K<sup>+</sup>的吸收通常包括由 K<sup>+</sup>通道（AKT/KAT/KC）介导的低亲和力机制和受 HAK/KUP/KT 转运蛋白调控的高亲和力机制组成，这些机制已被广泛的研究。然而，在适应旱地农业的作物中，这两种 K<sup>+</sup>吸收机制在耐旱性方面的进化和遗传机制还没有得到充分的研究。因此本研究采用进化生物信息学、生物技术和电生理学方法来确定两个重要的 K<sup>+</sup>转运蛋白 HvAKT2 和 HvHAK1 在大麦耐旱性中的作用。在耐旱型野生大麦 XZ5 中通过基因沉默（BSMV-VIGS）技术克隆了 HvAKT2 和 HvHAK1，并对其进行功能鉴定。在大麦品种“Golden Promise”中进行了农杆菌介导的基因转移。HvAKT2 和 HvHAK1 均定位于质膜，对 K<sup>+</sup>和 Rb<sup>+</sup>的选择性高于其他测试阳离子。HvAKT2 和 HvHAK1 的过表达增强了 K<sup>+</sup>的吸收和 H<sup>+</sup>的稳态，导致这些转基因株系具有耐旱性。此外，与野生型和沉默株系相比，过表达株系 HvAKT2 和 HvHAK1 对 K<sup>+</sup>、H<sup>+</sup>和 Ca<sup>2+</sup>跨膜流速以及叶片中 NO 和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的产生有明显的响应。高亲和力和低亲和力的 K<sup>+</sup>吸收机制及其与 H<sup>+</sup>稳态的协同作用在野生大麦干旱适应性至关重要。这些发现可能有助于未来在全球气候变化中培育抗逆性强的谷类作物。NMT 技术为了解 K<sup>+</sup>转运机制在大麦耐旱中的作用提供了帮助。

## 3.检测离子/分子指标

K<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>

## 4.样品信息

大麦叶肉细胞

## 5.离子/分子流实验处理方法

- ① 20% PEG 瞬时处理大麦叶片制备叶肉组织，测试液中平衡 2 h 后，用 20% PEG 瞬时处理

② 20% PEG 预处理制备叶肉组织，用 20% PEG 处理 0、1、12、24 h

## 6.离子/分子流实验结果

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  $H^+$  由外排向内流转变（图 1e）。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（图 1）。

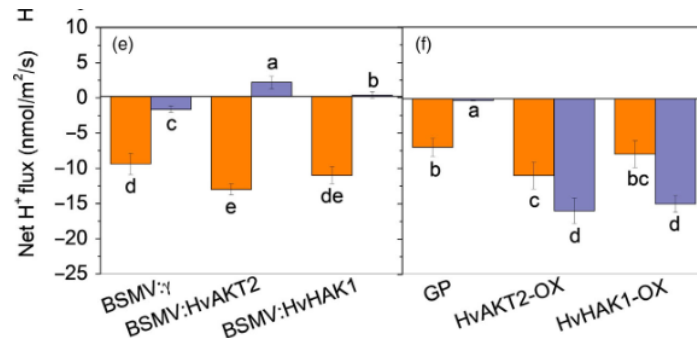


图1.

干旱胁迫下转基因大麦叶片 $H^+$ 流速的研究

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 $Ca^{2+}$ 流速测定，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（图2a, 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 $H^+$ 内流（图2b, e）。BSMV:HvHAK1植株叶片叶肉细胞 $Ca^{2+}$ 流速在干旱处理1 h和12 h后显著增加（图2c, f）。在沉默株系的根部观察到类似的 $K^+$ 、 $H^+$ 和 $Ca^{2+}$ 流速趋势。

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 $K^+$ 内流速率比Golden Promise高2.6倍和1.8倍（图2a）。在所有植物中，经过PEG处理24 h后， $K^+$ 内流速率均减少，但在过表达株系中，其 $K^+$ 内流速率（70~80 nmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>）仍显著高于对照（图2a, 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（图2b, e）。HvAKT2-OX植株叶片叶肉细胞的 $Ca^{2+}$ 流速在干旱1 h和12 h后显著增加（图2c, f）。

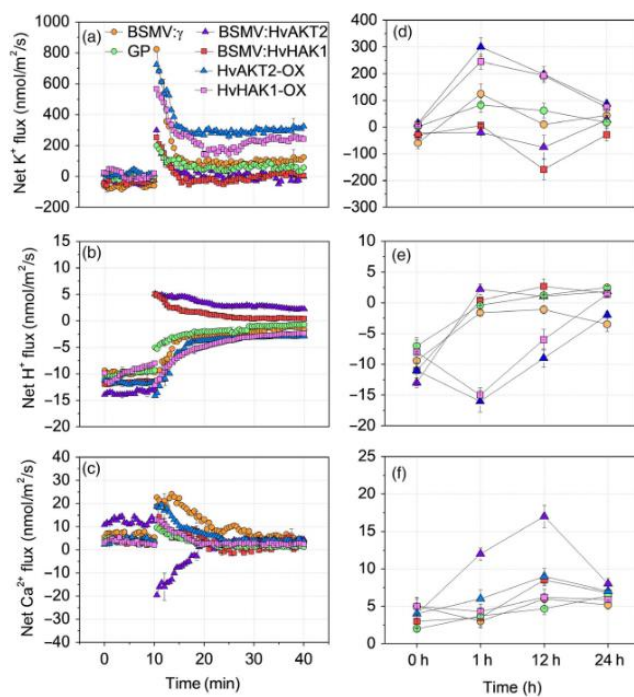


图2. 干旱胁迫下转基因大麦叶片离子流速的研究

## 7.测试液

0.1 mM CaCl<sub>2</sub>, 0.5 mM KCl, pH 5.8

# Plant J 港中大、山东农大：水稻 OsCBL10 启动子天然变异影响种子萌发期的耐淹性

## 1. 基本信息

期刊: Plant Journal

主题: 水稻 OsCBL10 启动子天然变异影响种子萌发期的耐淹性

标题: Natural variation in the promoter of rice calcineurin B-like protein10 (OsCBL10) affects flooding tolerance during seed germination among rice subspecies

影响因子: 5.775

作者: 香港中文大学张建华, 山东农业大学刘鹰高、施璐

## 2. 中文摘要 (谷歌机翻)

水稻 (*Oryza sativa* L.) 有两种生态型, 旱稻和低陆稻, 在洪水胁迫下它们表现出不同的耐受水平。在这项研究中, 最初使用两个水稻品种, 高地 (Up221, 耐水) 和低地 (Low88, 耐水) 来研究其对洪水萌发的分子机制。研究观察到, 在这两个品种中, OsCBL10 启动子序列的变异可能导致这种泛洪耐受性的差异。使用另外八个水稻品种的进一步分析表明, OsCBL10 启动子可以分为耐水型 (T 型) 或耐旱型 (I 型)。OsCBL10 T 型启动子仅存在于粳稻低地品种中, 而 OsCBL10 I 型启动子则存在于粳稻高地, in 稻高地和 low 稻低地品种中。与耐水不耐旱品种相比, 含有 OsCBL10 T 型启动子的耐水耐旱水稻品种显示出较低的  $\text{Ca}^{2+}$  流量和较高的  $\alpha$ -淀粉酶活性。此外, 与野生型相比, OsCBL10 过表达品系对水稻发芽期间的水淹和低氧处理均敏感, 且  $\text{Ca}^{2+}$  流速增加。随后的发现还表明, OsCBL10 可能会影响 OsCIPK15 蛋白的丰度及其下游途径。总而言之, 结果表明, 水稻发芽过程中对洪水胁迫的适应与两个不同的 OsCBL10 启动子有关, 这反过来影响了 OsCBL10 在不同品种中的表达, 并对 OsCIPK15 蛋白的积累及其下游级联反应产生了负面影响。

## 3. 检测离子/分子指标

$\text{Ca}^{2+}$

## 4. 样品信息

水稻距胚芽鞘尖端不同距离 (0、50、100、150、200、250、300、350、400、450、500 和 550  $\mu\text{m}$ )

## 5. 离子/分子流实验处理方法

水稻种子水淹胁迫

## 6. 测试液

0.1 mM CaCl<sub>2</sub>, 0.1 mM KCl, 0.3 mM MES, pH 6.0

## 7.文章简介

2018 年 5 月, 香港中文大学张建华、山东农业大学刘鹰高教授课题组在 Plant Journal 杂志上发表题为“Natural variation in the promoter of rice Calcineurin B-like Protein10 (OsCBL10) affects flooding tolerance during seed germination among rice subspecies”的研究论文。

现代栽培水稻来源于旱稻的逐步演化, 而这一演化过程的了解是揭示旱稻如何获得水淹抗性的关键, 对于其它植物的耐水淹育种研究具有借鉴意义。该研究通过分析水稻和旱稻的钙调磷酸酶 B 类蛋白 (OsCBL10) 的启动子区域发现两者存在差异。耐水淹的水稻品种都存在同样的 T-Type 类型启动子序列, 此类型启动子会通过影响 OsCBL10 表达进而调节水淹胁迫下的 Ca<sup>2+</sup> 信号。

该项研究中, 利用 NMT 技术检测了两个水稻栽培品种 Low88 和 Up221 胚芽鞘以及距离胚芽鞘尖端不同距离部位的 Ca<sup>2+</sup> 流速, 结果显示两个品种直接的 Ca<sup>2+</sup> 流速存在差异。

# PROTOPLASMA 河南农大：高温干旱胁迫致 ABA 和 ROS 积累影响水稻萌发

## 1. 基本信息

期刊: Protoplasma

主题: 高温干旱胁迫致ABA和ROS积累影响水稻萌发

标题: High temperature and drought stress cause abscisic acid and reactive oxygen species accumulation and suppress seed germination growth in rice

影响因子: 2.751

作者: 河南农业大学赵全志、刘娟

## 2. 中文摘要（谷歌机翻）

种子萌发是植物生命周期中最重要的生物过程之一，温度和水是影响种子萌发的两个最关键的环境因素。在本研究中，我们研究了植物激素脱落酸（ABA）和活性氧（ROS）在高温（HT）和干旱诱导的水稻种子萌发抑制中的作用。HT和干旱胁迫导致种子中ABA积累，抑制种子萌发和幼苗建立。定量实时聚合酶链反应分析表明，HT和干旱胁迫诱导水稻种子ABA合成中关键基因OsNCED3的表达。此外，在HT和干旱胁迫下，萌发种子中ROS（O<sub>2</sub>•<sup>-</sup>和H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）和丙二醛含量增加。此外，研究采用非损伤微测技术检测胚芽鞘出现部位的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>和Ca<sup>2+</sup>流速。HT和干旱胁迫导致H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>流出，但只有干旱胁迫才能显著诱导Ca<sup>2+</sup>流入。抗氧化酶测定表明，HT和干旱胁迫使超氧化物歧化酶（SOD），过氧化物酶，过氧化氢酶（CAT）和抗坏血酸过氧化物酶（APX）活性降低，与种子萌发过程中OsCu/ZnSOD，OsCATc和OsAPX2的表达一致。总之，这些结果表明，在HT和干旱条件下ABA和ROS的积累可以抑制水稻种子的萌发和生长。

## 3. 离子/分子指标

Ca<sup>2+</sup>，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

## 4. 样品检测

水稻胚芽鞘出苗位点

## 5. 离子/分子流实验处理方法

种子分别在高温38℃，20%PEG6000处理5 d

## 6. 离子/分子流结果

干旱胁迫显著加剧了发芽种子中胚芽鞘出苗位点的 $\text{Ca}^{2+}$ 净吸收（图1b）， $\text{Ca}^{2+}$ 净吸收速率比对照种子高61.2%。同时，HT对 $\text{Ca}^{2+}$ 净流入没有显著影响，尽管与对照相比略有下降。 $\text{H}_2\text{O}_2$ 流速在对照组和处理组之间的方向和大小上显示出显著差异（图1c）。对照种子表现出 $\text{H}_2\text{O}_2$ 的吸收。然而，在HT和干旱胁迫下， $\text{H}_2\text{O}_2$ 从种子外排到测试液中，分别达到1.20和0.44  $\text{pmol cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。这些结果可能表明 $\text{H}_2\text{O}_2$ 外排进一步意味着在HT和干旱胁迫下发芽种子中积累更多的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 含量。

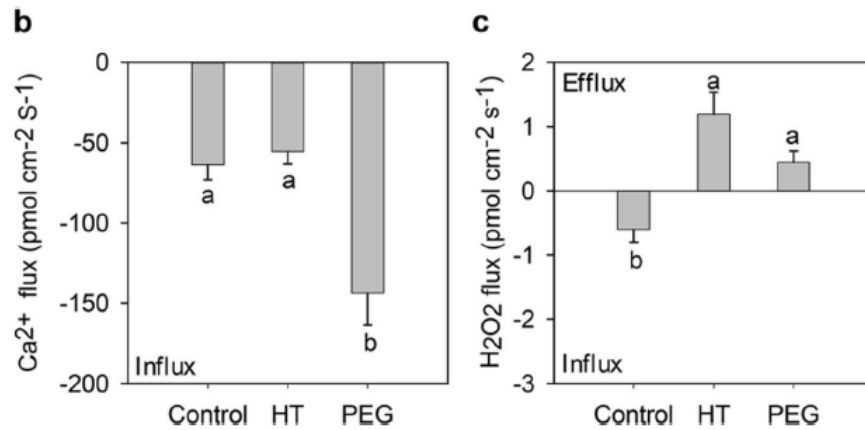


图1. 高温干旱胁迫下水稻胚芽鞘 $\text{Ca}^{2+}$ 和 $\text{H}_2\text{O}_2$ 流速的变化

## 7.测试液

0.1 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0.1 mM  $\text{KCl}$ , 0.3 mM  $\text{MES}$ , pH 6.0

# MP 西农：钙流在 H<sub>2</sub>S 调控 ABA 信号通路研究中充当关键生理证据

## 1. 基本信息

期刊: Molecular Plant

主题: 钙流在 H<sub>2</sub>S 调控 ABA 信号通路研究中充当关键生理证据

标题: Hydrogen Sulfide Positively Regulates Abscissic Acid Signaling through Persulfidation of SnRK2.6 in Guard Cells

影响因子: 10.812

作者: 西北农林科技大学李积胜

## 2. 中文摘要

植物激素脱落酸 (ABA) 在触发气孔关闭和提高植物对干旱胁迫的适应性方面起着关键作用。硫化氢 (H<sub>2</sub>S) 是一种气体信号分子, 参与 ABA 依赖性气孔关闭。然而, H<sub>2</sub>S 如何调控 ABA 信号转导仍不清楚。研究表明, ABA 诱导 DES1 在保卫细胞中催化 H<sub>2</sub>S 的产生, 而 H<sub>2</sub>S 则通过 OST1/SnRK2 的硫磺基化 (persulfidation) 来正向调节 ABA 信号传导。暴露在 SnRK2.6 表面并靠近激活环的两个半胱氨酸位点 (Cys131 和 Cys137) 被硫磺基化, 从而促进 SnRK2.6 的活性以及和 ABF2 (ABA 信号下游的转录因子) 的相互作用。当 SnRK2.6 中的 Cys131、Cys137 或两者都被丝氨酸取代时, H<sub>2</sub>S 诱导的 SnRK2.6 活性和 SnRK2.6-ABF2 相互作用部分 (SnRK2.6<sup>C131S</sup> and SnRK2.6<sup>C137S</sup>) 或完全 (SnRK2.6<sup>C131SC137S</sup>) 组成。在 *ost1-3* 突变体中引入 SnRK2.6<sup>C131S</sup>、SnRK2.6<sup>C137S</sup>、或 SnRK2.6<sup>C131SC137S</sup> 不能改变突变体的表型, 它们对 ABA 和 H<sub>2</sub>S 诱导的气孔关闭和 Ca<sup>2+</sup> 内流不敏感, 导致失水增加和抗旱能力下降。综上所述, 本研究揭示了一种新的 ABA 信号转导的翻译后调控机制, 其中 H<sub>2</sub>S 硫磺基化 SnRK2.6 促进 ABA 信号转导和 ABA 诱导的气孔关闭。通过 NMT 技术监测不同处理下不同株系的拟南芥保卫细胞 Ca<sup>2+</sup> 流速能快速、直接的了解到 ABA 在调控植物气孔关闭的机制。

## 3. 检测离子/分子指标

Ca<sup>2+</sup>

## 4. 样品信息

拟南芥保卫细胞

## 5. 离子/分子流实验处理方法

5 周龄拟南芥幼苗, 10 μM ABA/100 μM NaHS 实时处理

## 6. 离子/分子流实验结果

$\text{Ca}^{2+}$  信号是气孔运动的重要调节因子，并在 SnRK2.6 的下游调节 ABA 依赖性气孔闭合。因此，本研究分析了保卫细胞的瞬时  $\text{Ca}^{2+}$  流速。如图 1A 所示，施加 10  $\mu\text{M}$  ABA 会引起 WT 保卫细胞中显著的  $\text{Ca}^{2+}$  跨膜内流，在 ABA 处理后 20 s 到 40 s 出现  $\text{Ca}^{2+}$  内流高峰，然后迅速恢复到稳态。在 *ost1-3* 保卫细胞中，ABA 不会显著影响  $\text{Ca}^{2+}$  的流速（图 1B）。*ost1-3/2.6<sup>WT</sup>* 完全补充了 ABA 诱导的 *ost1-3* 的  $\text{Ca}^{2+}$  内流（图 1C）。但是，*ost1-3/2.6<sup>C131S</sup>*，*ost1-3/2.6<sup>C137S</sup>* 和 *ost1-3/2.6<sup>C131SC137S</sup>* 对 ABA 诱导的  $\text{Ca}^{2+}$  内流的敏感性降低了（图 1D-F）。此外，*des1* 对 ABA 诱导的  $\text{Ca}^{2+}$  内流的敏感性也降低了（图 1G）。通过计算  $\text{Ca}^{2+}$  内流速率的平均值发现，WT 和 *ost1-3/2.6<sup>WT</sup>* 的值最大，并且在 *des1*、*ost1-3/2.6<sup>C131S</sup>*、*ost1-3/2.6<sup>C137S</sup>* 和 *ost1-3/2.6<sup>C131SC137S</sup>* 中的值依次降低（图 1H）。NaHS 处理还引起 WT 保卫细胞的瞬时  $\text{Ca}^{2+}$  内流（图 1I）。NaHS 诱导的  $\text{Ca}^{2+}$  内流峰值比 ABA 诱导的内流峰值弱，但持续时间更长（图 1I-P）。*ost1-3* 和 *ost1-3/2.6<sup>C131SC137S</sup>* 对 NaHS 不敏感（图 1J, N, P）。*ost1-3/2.6<sup>WT</sup>* 补充了 NaHS 诱导的 *ost1-3* 的  $\text{Ca}^{2+}$  流入（图 1K）。*ost1-3/2.6<sup>C131S</sup>*，*ost1-3/2.6<sup>C137S</sup>* 和 *des1*，对 NaHS 诱导的  $\text{Ca}^{2+}$  内流的敏感性降低（图 1L, M, O）。

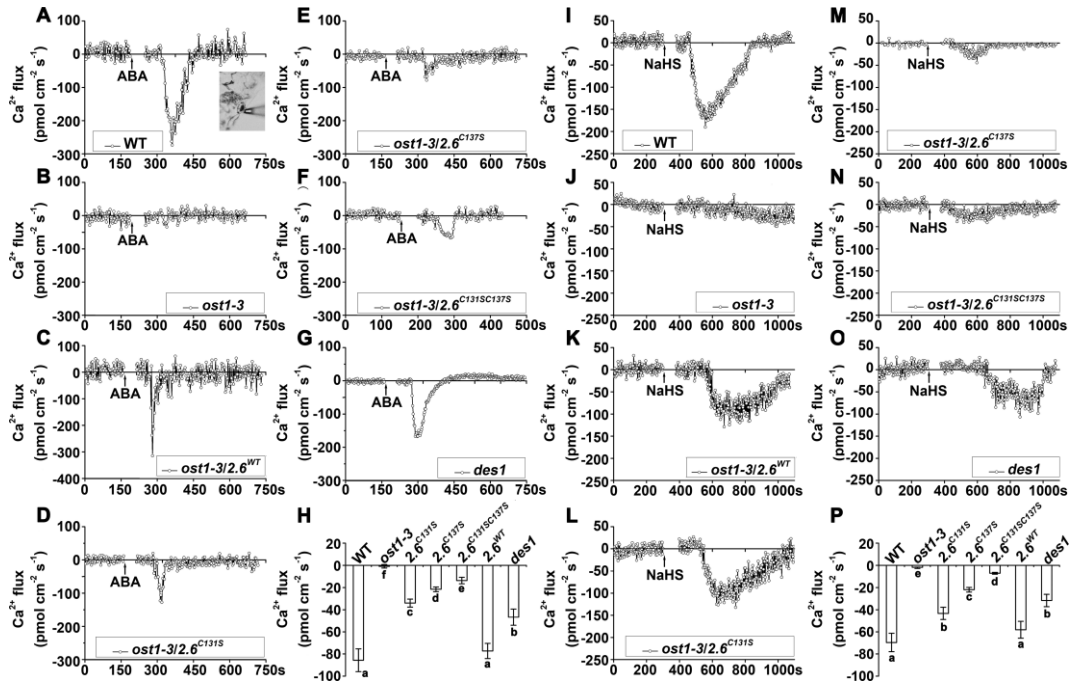


图 1. 保卫细胞  $\text{Ca}^{2+}$  净流速测定

## 7. 测试液

0.1 mM KCl, 0.1 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0.3 mM MES, 0.2 mM  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , pH 6.0

# PNAS 浙大、西悉尼大学：植物耐旱和气孔进化新机理

## 1. 基本信息

期刊：PNAS

主题：植物耐旱和气孔进化新机理

标题：Evolution of chloroplast retrograde signaling facilitates green plant adaptation to land

影响因子：9.504

作者：浙江大学/西悉尼大学陈仲华

## 2. 中文摘要

叶绿体逆行信号网络对于叶绿体的生物发生、运行和信号传递至关重要。迄今为止，逆行信号已经在陆生植物适应性的背景下得到了研究，但还没有对将叶绿体功能与气孔调节联系起来的信号级联的起源和进化进行研究。本研究证明，叶绿体逆行信号过程的关键元素——核苷酸磷酸酶（SAL1）和3-磷酸腺苷5-磷酸（PAP）代谢是从陆地植物藻类祖先链藻（streptophyte algae）中进化而来的。研究发现在包括开花植物、蕨类植物 *Ceratopteris richardii* 和苔藓类植物 *Physcomitrella patens* 中，SAL1-PAP 叶绿体逆行信号在气孔调节中的早期进化是基于 SAL1s 保守的基因、蛋白质结构、功能、酶活性和转运肽。此外，研究证明了 PAP 通过第二信使和离子运输在这些不同系的保卫细胞中调节气孔关闭。气孔的起源促进了早期陆地植物的气体交换。研究结果表明，通过利用 SAL1-PAP 信号通路和保卫细胞中的核心脱落酸信号交汇，对干旱胁迫的快速响应使植物对土地的征服成为可能。NMT 技术帮助确定了保卫细胞离子转运在进化上的保守性。

## 3. 检测离子/分子指标

$K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$

## 4. 样品信息

两种被子植物 (*A. thaliana* 和 *H. vulgare*)、一种蕨类植物 (*N. healtata*) 和一种苔藓 (*S. fallax*) 的保卫细胞

## 5. 离子/分子流实验结果

利用 NMT 技术进一步研究 PAP 对保卫细胞离子转运的保守进化程度。在两种被子植物 (*A. thaliana* 和 *H. vulgare*)、一种蕨类植物 (*N. healtata*) 和一种苔藓 (*S. fallax*) 中，通过 100  $\mu M$  PAP 处理，对照组保卫细胞的  $K^+$  和  $Cl^-$  净吸收被逆转为净外排 (图 1D, E)。与此同时，净  $K^+$  和  $Cl^-$  外排伴随着进入 4 个物种保卫细胞的净  $Ca^{2+}$  内流平均增加 4.3 倍 (图 1F)。

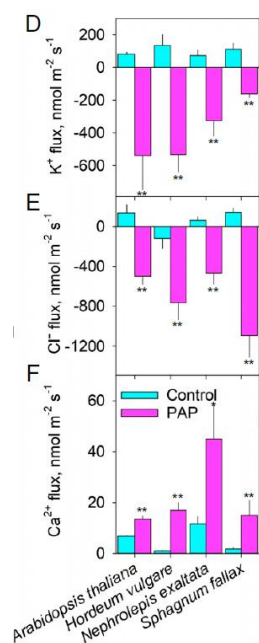
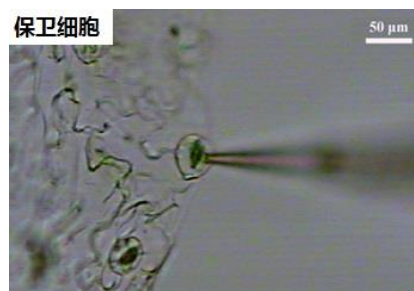


图1. PAP诱导的保卫细胞离子转运



保卫细胞检测图

# 林科院王军辉：ABA 依赖型 $K^+$ 流速是植物耐旱的重要指标

## 1. 基本信息

期刊：Plant Signaling & Behavior

主题：ABA 依赖型  $K^+$  流速是植物耐旱的重要指标

标题：ABA-dependent  $K^+$  flux is one of the important features of the drought response that distinguishes *Catalpa* from two different habitats

作者：中国林业科学研究院王军辉、麻文俊

## 2. 中文摘要（谷歌机翻）

脱落酸(ABA)诱导的气孔关闭可以提高高等植物的抗旱能力。然而，ABA 相关离子流速与木本植物根部抗旱性提高之间的关系尚不清楚。为了研究这种关系，研究采用了一种非损伤微测技术（NMT）来检测 *Catalpa fargesii* 和 *C. fargesii* f. *duclouxii* 用聚乙二醇（PEG）和 ABA 处理后的钾（ $K^+$ ）流速。PEG 处理略微增加了这两种梓树的游离脯氨酸含量。然而，同时用 ABA 和 PEG 处理导致游离脯氨酸含量大幅增加。用 PEG 处理导致  $K^+$  外流显著增加，在短期（1 d）和长期（7 d）干旱条件下，ABA 和四乙基铵（TEA，一种  $K^+$  通道抑制剂）都能阻止这种外流。此外，研究还检测了根中 SKOR（stelar  $K^+$  外向矫正通道）基因的表达，结果表明，PEG 能显著提高 *C.fargesii* f.*duclouxii* 的 SKOR 表达，但 ABA 能抑制 *Catalpa fargesii* 的 SKOR 表达。这些研究结果表明，ABA 通过抑制  $K^+$  的外排来提高 *Catalpa* 的耐旱性，但存在不同的 ABA 反应模式。耐旱物种有更好的钾保留依赖于 ABA，并且可以比其他物种积累更多的脯氨酸。SKOR 对 ABA 也有依赖性和敏感性， $K^+$  流速是 ABA 介导的干旱反应的一个目标。

## 3. 检测离子/分子指标

$K^+$

## 4. 样品信息

灰楸和滇楸根，距根尖 600  $\mu\text{m}$  根表上的点

## 5. 离子/分子流实验处理方法

- ① 225 g/L PEG、100  $\mu\text{g/L}$  ABA、225 g/L PEG+100  $\mu\text{g/L}$  ABA 处理 1 d 和 7 d
- ② 225 g/L PEG、100  $\mu\text{g/L}$  ABA、225 g/L PEG+100  $\mu\text{g/L}$  ABA 处理 1 d 后，TEA 处理 30 min

## 6. 离子/分子流实验结果

灰楸根中, 与 CK、ABA 和 PEG+ABA 处理后相比, 短期 (1 d) PEG 处理后  $K^+$  的外排速率显著升高 ( $P<0.001$ ) (图 1a, b)。长期 (7 d) 处理后, PEG 处理组的  $K^+$  的外排速率仍高于 CK 组。然而, 与 CK 相比, ABA 和 PEG+ABA 处理组从根部外排的  $K^+$  较少, 速率分别为 161 和 58  $\text{pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (图 2a, b)。

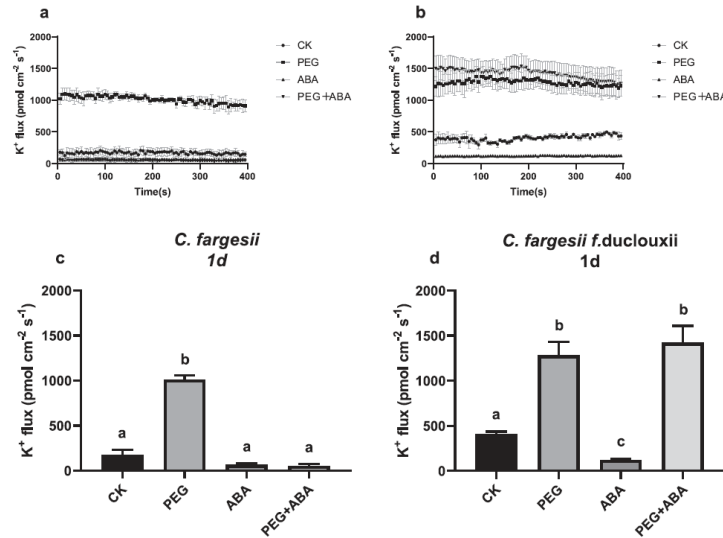


图 1. 灰楸和滇楸用 PEG、ABA 或 PEG+ABA 处理 1 d 后根中  $K^+$  外排流速

与对照组相比, PEG 处理 1 d 后导致滇楸的  $K^+$  外排速率显著增加 ( $P<0.001$ , 图 1c, d)。PEG+ABA 处理组的  $K^+$  外排速率与 PEG 处理组的  $K^+$  外排速率无显著差异, 但 ABA 相对于 PEG 导致  $K^+$  外排速率显著下降 ( $P<0.001$ )。而 ABA 对  $K^+$  外排的影响较 PEG 相比显著降低 ( $P<0.001$ )。与处理 1 d 相比, 处理 7 d 后  $K^+$  外排速率明显降低 ( $P<0.001$ ) (图 2c, d)。处理 7 d 后, CK 中  $K^+$  外排速率与 ABA 或 ABA+PEG 处理相比无明显差异。用 PEG 处理的植物有最高的  $K^+$  外排流速。

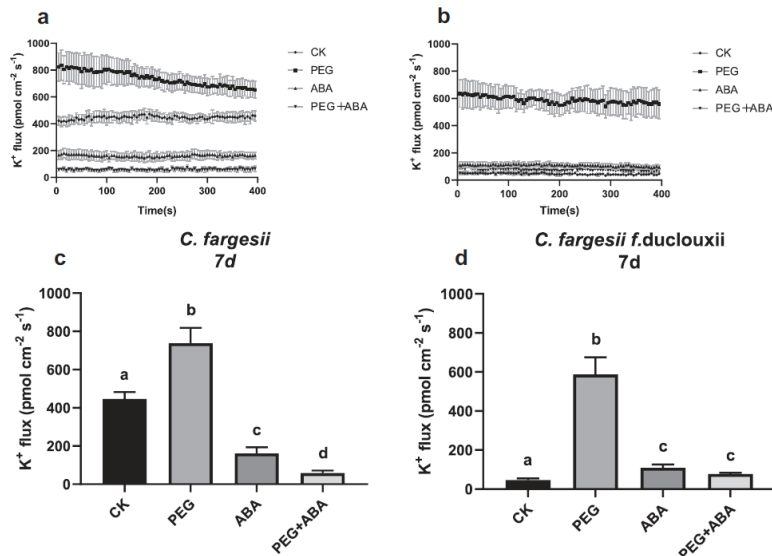


图 2. 灰楸和滇楸用 PEG、ABA 或 PEG+ABA 处理 7 d 后根中  $K^+$  外排流速

研究使用四乙铵 (TEA, 一种  $K^+$  通道阻断剂), 以确定  $K^+$  外排是否通过  $K^+$  通道调节。用 CK、PEG、ABA 或 PEG+ABA 处理幼苗 1 d, 然后进行 1 h TEA 处理。灰楸幼苗在 CK 和 CK+TEA 处理下的  $K^+$  外排速率分别为 260 和 212  $\text{pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (图 3)。滇楸幼苗在 CK 和

CK+TEA 处理下的  $K^+$  外排速率分别为 406 和 11  $\mu\text{mol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。与不使用 TEA 的 CK 相比，在 PEG、ABA 和 ABA+PEG 中培养的幼苗和用 TEA 处理的幼苗的  $K^+$  外排速率明显降低 ( $P<0.001$ )。经过短期处理 (CK、PEG、ABA 或 PEG+ABA) 后再经过 TEA 处理，灰楸表现出比滇楸更高的  $K^+$  外排速率 ( $P<0.001$ )。

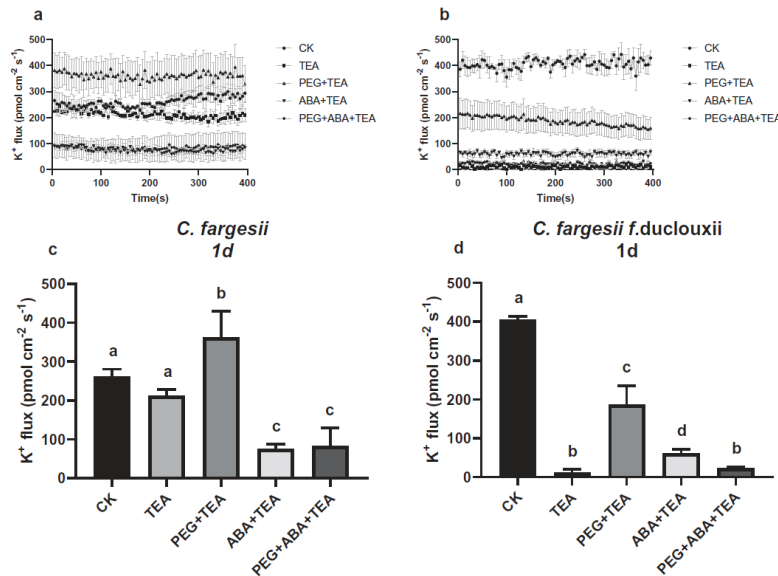


图 3. PEG、ABA 或 PEG+ABA 处理 1 d 后，经 TEA 处理 1 h 后的灰楸和滇楸幼苗根系  $K^+$  外排

## 7. 其他实验结果

- 灰楸根的游离脯氨酸的产生依赖于 ABA 的诱导，但滇楸根的游离脯氨酸的产生在干旱条件下与 ABA 无关。
- PEG 1 d 处理组中灰楸根中  $K^+$  含量增加，但滇楸根中  $K^+$  含量减少。 $K^+$  含量在 7 d 后平衡。ABA 对灰楸根保  $K^+$  的作用大于对滇楸根的保  $K^+$  作用。
- 与灰楸相比，SKOR 在滇楸中对于干旱胁迫有更好的敏感性。
- 灰楸根和滇楸根中的 SKOR 基因表达对 PEG 胁迫敏感，但是灰楸根中 SKOR 的表达下调有利于细胞中  $K^+$  的保留。

## 8. 结论

本研究发现两种梓属植物的根细胞在模拟干旱条件下均受损，导致干旱处理下  $K^+$  外排增加。研究提出，ABA 可以通过减少  $K^+$  外排，抑制 SKOR 的表达和  $K^+$  通道的活性来提高抗旱性。然而，研究发现的 ABA 依赖型和非 ABA 依赖型两个模式，在两种梓属植物中分别表现为耐旱性和干旱敏感性的不同反应。在这项研究中，NMT 技术能够实时检测木本植物根部  $K^+$  动态变化而不损害细胞，是一项十分有利的检测技术。今后的研究将结合分子生物学的方法，应用 NMT 来揭示 ABA 调控  $K^+$  通道基因的机制，期望通过分子生物学方法和电生理方法的结合来提高对经济树种耐旱机理的认识。

## 9. 测试液

0.1 mM KCl, 0.1 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0.3 mM MES, pH 6.0

# 安徽农大宛晓春： $\text{Cl}^-$ 和氨基酸在 $\text{K}^+$ 缓解茶树干旱胁迫中的作用

## 1.基本信息

期刊：Functional Plant Biology

主题： $\text{Cl}^-$ 和氨基酸在  $\text{K}^+$ 缓解茶树干旱胁迫中的作用

标题：Chloride and amino acids are associated with  $\text{K}^+$ -alleviated drought stress in tea(*Camellia sinensis*)

影响因子：2.617

作者：安徽农业大学宛晓春、张显晨

## 2.中文摘要（谷歌机翻）

干旱是影响茶树产量和品质的主要限制因素之一。以前的研究有报告指出， $\text{K}^+$ 的施用显著减轻了干旱对茶树造成的损害。然而  $\text{K}^+$ 缓解干旱胁迫的内在机制仍然不清楚。在本研究中，有两个截然不同的品种 Taicha12（耐干旱）和 Fuyun6（耐干旱）用于研究背后的内在机制  $\text{K}^+$ 缓解了茶树的干旱胁迫。本研究与干旱下的茶树案例进行了比较：在外部  $\text{K}^+$ 供应下，干旱胁迫的茶树中发现较高的水和叶绿素含量，这证实了外部供应的钾离子在缓解干旱胁迫中的作用。另外研究还发现，充足的  $\text{K}^+$ 供应促进了 Taicha12（耐干旱）的叶肉中的  $\text{Cl}^-$ 累积量高于 Fuyun6（干旱敏感）的叶肉中的累积。此外，在“干旱”或“干旱+ $\text{K}^+$ ”条件下，Fuyun6 中未检测到 Gly, Cys, Lys 和 Arg。结果表明 Arg 和 Val 的外源供应显著减轻了干旱造成的 Fuyun6 的破坏，表明了它们的作用钾对缓解茶树干旱胁迫的作用。总的来说，本研究你结果表明氯化物和氨基酸很重要茶树中与  $\text{K}^+$ 减轻干旱胁迫有关的化学成分。

## 3.检测离子/分子指标

$\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$

## 4.样品信息

茶树叶肉组织

## 5.离子/分子流实验处理方法

用 10%PEG 或 10%PEG+5 mM KCl 处理 7 d

## 6.离子/分子流实验结果

之前的研究表明，维持茶树叶肉中的  $\text{K}^+$ 与耐旱性密切相关。在干旱耐受的 Taicha12 中，

干旱诱导的叶肉  $K^+$  外排显著低于对干旱敏感的 Fuyun6。为了进一步确定哪些阴离子可能作为  $K^+$  外排的反离子来保持电荷平衡，所以在干旱胁迫下检测了  $NO_3^-$  和  $Cl^-$  的流速。在两个不同耐受性的茶树品种中，干旱刺激了第一个叶片的  $NO_3^-$  外排，而无论是否施用了  $K^+$ ，在两个茶树品种中，干旱诱导的  $NO_3^-$  外排均没有显著变化（图 1a, b）。

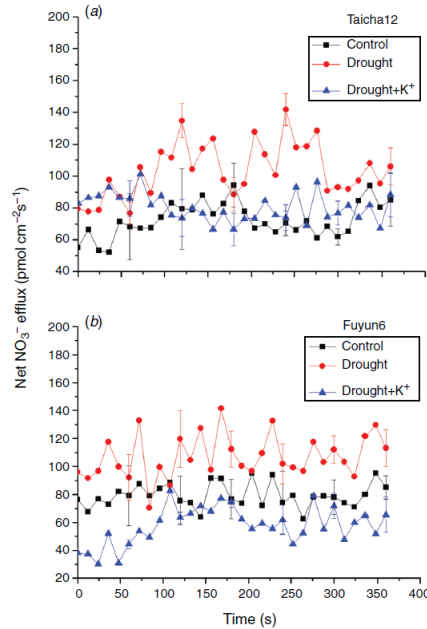


图1.干旱诱导施加 $K^+$ 的茶树叶肉细胞 $NO_3^-$ 外排

然而，在这两个茶树品种中，干旱引起的叶肉  $Cl^-$  外排是明显不同的。在 Taicha12 和 Fuyun6 中，干旱引起的叶肉细胞  $Cl^-$  外排速率分别为 1019.76（图 2a）和 1396.83 pmol cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>（图 2b）。另外，施用外源  $K^+$  后，叶肉细胞的  $Cl^-$  外排减少，表明在“干旱+ $K^+$ ”的条件下，Taicha12 的总  $Cl^-$  外排速率比 Fuyun6 的低。

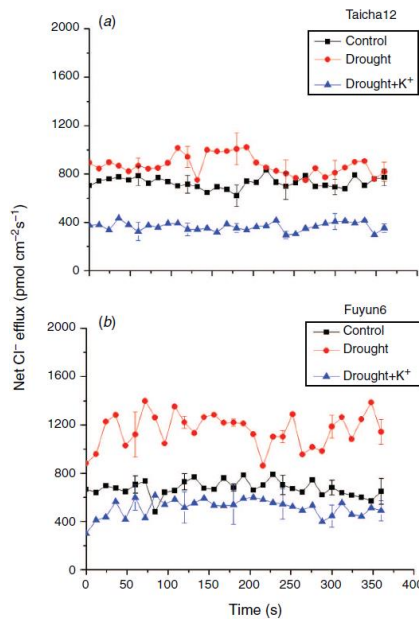


图 2.干旱诱导施加 $K^+$ 的茶树叶肉细胞  $Cl^-$  外排

## 7.其他实验结果

- $K^+$ 的供应缓解了干旱胁迫下茶树相对含水量和叶绿素含量的降低。
- 在外源  $K^+$ 供应下，Taicha12 的叶片苹果酸含量增加，Fuyun12 中的柠檬酸含量降低。
- 在三种处理下 Fuyun6 的葡萄糖、果糖和蔗糖含量无显著差异，干旱处理下 Taicha12 的葡萄糖和蔗糖含量高于对照条件下的含量。
- 干旱胁迫后，Taicha12 的氨基酸含量比 Fuyun6 高。
- 施用 Arg 和 Val 显著缓解了干旱胁迫对 Fuyun6 的影响。

## 8.结论

本研究发现，Cl<sup>-</sup>和氨基酸有助于  $K^+$ 缓解干旱胁迫对茶树的影响，而糖（葡萄糖、蔗糖和果糖）的代谢较为复杂。因此，为了进一步揭示其内在机制，可以利用转录组学和蛋白质组学等组学技术来确定  $K^+$ 增强茶树抗旱性的途径。

## 9.测试液

0.5 mM KCl, 1 mM CaCl<sub>2</sub>, pH 5.7

# Plant Science: 钙依赖的 OsANN10 是水稻渗透胁迫耐性的负调控蛋白

## 1. 基本信息

期刊: Plant Science

主题: 钙依赖的 OsANN10 是水稻渗透胁迫耐性的负调控蛋白

标题: A calcium-dependent lipid binding protein, OsANN10, is a negative regulator of osmotic stress tolerance in rice

影响因子: 3.591

作者: 河北师范大学朱正歌、高书新

## 2. 中文摘要 (谷歌机翻)

膜联蛋白是植物中的一个多基因家族,对植物生长和胁迫响应至关重要。最近的研究表明膜联蛋白在非生物应激反应中具有积极作用。有趣的是,研究发现了水稻中的膜联蛋白基因 OsANN10,该植物对渗透胁迫的反应呈负调控。降低 OsANN10 可以通过增加过氧化物酶 (POD) 和过氧化氢酶 (CAT) 的活性来显著降低  $H_2O_2$  的含量,从而进一步减少稻叶的氧化损伤,这表明 OsANN10 的负调节作用是通过在渗透压下清除 ROS 保护细胞膜免受氧化损伤。

## 3. 检测离子/分子指标

$Ca^{2+}$

## 4. 样品信息

水稻胚芽鞘尖端

## 5. 离子/分子流实验处理方法

3 日龄水稻幼苗 (WT 和 RNAi 株系) 用 20% PEG6000 处理 3 h

## 6. 离子/分子流结果

结果表明,WT 显示出  $Ca^{2+}$  外排趋势,平均速率为  $20.9 \text{ pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,而 RNAi 株系 (R1, R2) 显示出  $Ca^{2+}$  内流的状态。R1 和 R2 的平均流速分别为  $26.6 \text{ pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  和  $17.4 \text{ pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (图 1A, B)。加入 PEG 后,所有植株的净  $Ca^{2+}$  内流速率均显示瞬时增加,然后恢复稳定状态。研究发现,PEG 处理后 4 min 内,WT 的  $Ca^{2+}$  外排显著增加,平均流速为  $16.5 \text{ pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。但是,在 RNAi 株系中,  $Ca^{2+}$  仍处于内流状态,与处理前相比,相对内流速率降低。此外,

两个 RNAi 株系的平均内流速率分别为  $10.6 \text{ pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  和  $5.1 \text{ pmol cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (图 1C, D), 这表明敲除 OsANN10 可能会增强水稻中  $\text{Ca}^{2+}$  的内流。

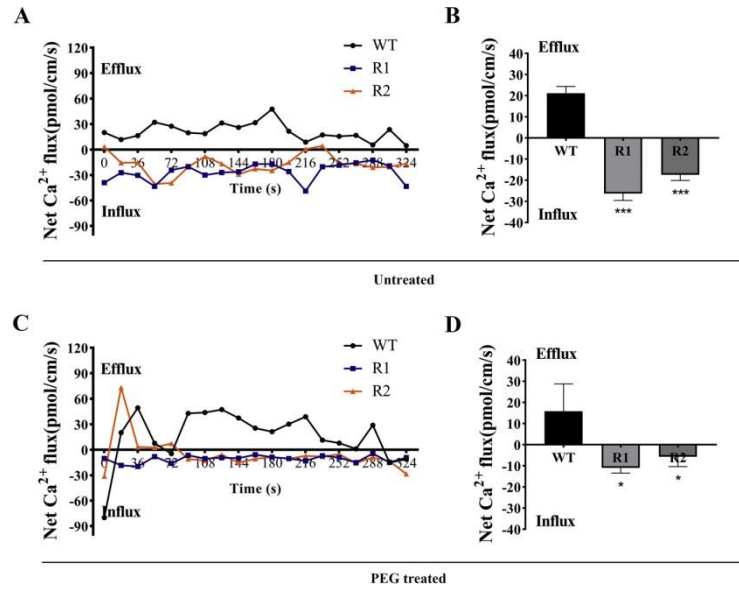


图1. 敲除OsANN10可增加水稻胚芽鞘尖端 $\text{Ca}^{2+}$ 的内流速率

## 7.其他实验结果

- OsANN10 在所有检测组织中均有表达，叶片中表达量最高。
- OsANN10 可能参与了对 PEG 的响应。
- OsANN10-GFP 主要定位于质膜和细胞外周，少量存在于细胞质中，而 GFP 信号则广泛分布于 35S::GFP 系细胞中。
- OsANN10 是一种对渗透胁迫耐受性的负调节因子。
- 敲除 OsANN10 可以激活 ROS 清除系统，从而提高对渗透胁迫的耐受性。
- OsANN10 调节气孔开度。
- OsANN10 可能以依赖于  $\text{Ca}^{2+}$  存在的方式与磷脂结合。
- 在 290 nm 激发下，OsANN10-GST 在 360 nm 处达到最大荧光强度 7684 (A.U.)。

## 8.结论

OsANN10 是水稻耐渗透胁迫的负调节因子，敲除 OsANN10 可提高 ROS 清除剂活性，降低渗透胁迫对细胞的损伤。由于 OsANN10 以  $\text{Ca}^{2+}$  依赖的方式与磷脂结合，该蛋白可能通过影响  $\text{Ca}^{2+}$  转运来调节应激反应。然而，有关 OsANN10 如何调节应激反应及其  $\text{Ca}^{2+}$  依赖性磷脂活性如何影响其功能的潜在机制尚需进一步研究。

## 9.测试液

0.1 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0.1 mM KCl, pH 6.0

# 福建农林许卫锋：根系吸 $\text{Ca}^{2+}$ 对水胁迫下的根系伸长至关重要

## 1. 基本信息

期刊: Frontiers in Plant Science

主题: 根系吸  $\text{Ca}^{2+}$  对水胁迫下的根系伸长至关重要

标题: Abscissic Acid Is Required for Root Elongation Associated With  $\text{Ca}^{2+}$  Influx in Response to Water Stress

影响因子: 4.402

作者: 福建农林大学许卫锋、苗锐

## 2. 中文摘要（谷歌机翻）

脱落酸 (ABA) 是水分胁迫下植物存活的关键激素。在这项研究中, 拟南芥生态型 Columbia-0 (Col-0) 的大规模突变体是由甲磺酸乙酯 (EMS) 诱变产生的, 在水分胁迫 1 (*irew1*) 突变体下根系伸长得到改善, 显示出显著增强的根系生长在水势梯度测定法中分离出  $\text{H}_2\text{O}$ 。然后, 在水势梯度测定或缺水条件下观察了拟南芥或番茄植物中 *irew1* 和 ABA 相关的突变体。除了 DNA 和 RNA Seq 分析外, 还监测了 ABA 途径,  $\text{Ca}^{2+}$  响应和初级根 (PR) 延伸率。研究发现, 基于表型和转录分析, 与遭受水分胁迫的野生型相比, *irew1* 表现出增强的 PR 生长, ABA 和  $\text{Ca}^{2+}$  响应。有趣的是, 在水势梯度或缺水条件下, 外源  $\text{Ca}^{2+}$  的应用增强了拟南芥和番茄植物中 *irew1*, ABA 生物合成缺陷型突变体的 PR 生长。结合其他与 ABA 相关的突变体和药理研究, 我们的结果表明 ABA 是与  $\text{Ca}^{2+}$  内流相关的根系伸长所必需的, 以响应水分胁迫。

## 3. 检测离子/分子指标

$\text{Ca}^{2+}$

## 4. 样品信息

拟南芥 (野生型及其突变体) 根, 距根尖端 600~800  $\mu\text{m}$  的根表上的点

## 5. 离子流实验处理方法

- ① 水分胁迫培养基 (water stress media, WSM) +10 mM EGTA ( $\text{Ca}^{2+}$  螯合物)
- ② WSM+10 mM ABA 生物合成抑制剂氟利酮 (FLU)

## 6. 离子/分子流结果

在 WSM 条件下, *irew1* 和 *Qabi2-2* 的  $\text{Ca}^{2+}$  内流显著高于 *Col-0* 和 *112458*。虽然在 WSM+10 mM EGTA 处理下,  $\text{Ca}^{2+}$  内流急剧减少, 但在 WSM+10 mM FLU 处理下,  $\text{Ca}^{2+}$  内流减少的较少, 表明 ABA 对 WSM 下的  $\text{Ca}^{2+}$  内流没有太大影响。

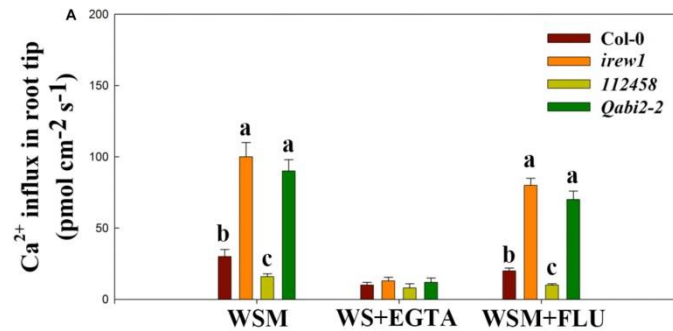


图1. 在WSM、10 mM EGTA WSM和10 mM FLU WSM处理下,  $\text{Ca}^{2+}$ 在*Col-0*、*irew1*、*112458*和*Qabi2-2*根尖的内流

## 7.其他实验结果

- *irew1* 在水势梯度下主根生长增强。
- 水分胁迫下根系伸长需要 ABA 途径。
- 在 WSM 条件下, *Col-0* 根部的差异表达基因 (DEGs) 多于 *irew1*。
- 与正常条件下生长的 *Col-0* 相比, WSM 上 *Col-0* 根尖的皮层细胞扩张; 在 WSM 上 *irew1* 根尖的皮层细胞大小与正常条件下生长的 *irew1* 相似。
- 拟南芥和番茄植株根系生长过程中 ABA 与  $\text{Ca}^{2+}$  信号传导整合,  $\text{Ca}^{2+}$  信号可能在 ABA 生物合成及其胞质受体之间起作用, 以响应水势梯度。

## 8.结论

本研究的 DNA 和 RNA 序列分析表明, 与 ABA 和  $\text{Ca}^{2+}$  通路相关的基因参与了 WSM 下的根系生长。此外, *irew1* 可能会自我激发 ABA 反应, 而施用  $\text{Ca}^{2+}$  可以促进 WSM 下 *irew1* 主根的伸长, 这意味着 ABA 和  $\text{Ca}^{2+}$  通路连接并整合到水分胁迫下的根系适应中。总之, 本研究结果表明, ABA 和  $\text{Ca}^{2+}$  途径对水分胁迫下的根系伸长是必不可少的。

## 9.测试液

0.1 mM  $\text{CaCl}_2$ , pH 5.8

# 西北研究院、兰大：FADs 在植物胁迫耐受中的功能

## 1. 基本信息

期刊：Journal of Experimental Botany

主题：植物耐旱和气孔进化新机理

标题：Integrated regulation triggered by a cryophyte  $\omega$ -3 desaturase gene confers multiple-stress tolerance in tobacco

影响因子：5.354

作者：中科院西北生态环境资源研究院石玉兰，兰州大学生科院安黎哲

## 2. 中文摘要（谷歌机翻）

$\omega$ -3 脂肪酸去饱和酶（FADs）被认为主要通过亚麻酸（C18:3）诱导的膜稳定作用促进植物抗逆性，但缺乏对其在胁迫适应中的作用的综合分析。研究从低温植物（*Chorispora bungeana*）中分离出微粒体  $\omega$ -3 FAD 基因（*CbFAD3*），并阐明其在胁迫耐受中的功能。表现出与拟南芥 *AtFAD3* 高度同一性的 *CbFAD3* 被非生物胁迫上调。其功能通过酵母中的异源表达来验证。烟草中 *CbFAD3* 的过量表达在叶和根中组成性地增加了 C18:3，这保持了膜的流动性，并增强了植物对冷，干旱和盐胁迫的耐受性。值得注意的是，组成型增加的 C18:3 诱导质膜  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 的持续活化，从而改变应激诱导的  $\text{Ca}^{2+}$  信号传导。与 C18:3 水平正相关的活性氧（ROS）清除系统也在转基因系中被激活。微阵列分析显示过表达 *CbFAD3* 的植物增加了应激反应基因的表达，其中大多数受 C18:3,  $\text{Ca}^{2+}$  或 ROS 的影响。*CbFAD3* 一起通过 C18:3 诱导的膜,  $\text{Ca}^{2+}$ , ROS 和应激反应基因的整合调节赋予对烟草中多种胁迫的耐受性。这与先前的观察结果形成对比，之前的观察结果仅仅将压力耐受性归因于膜稳定。

## 3. 检测离子/分子指标

$\text{Ca}^{2+}$

## 4. 样品信息

1 周龄 WT 和转基因烟草根（距根尖 300~400  $\mu\text{m}$  根表上的点）

## 5. 离子/分子流实验处理方法

15% PEG6000 和 200 mM NaCl 实时处理

## 6. 离子/分子流实验结果

当 15%PEG 实施胁迫时,烟草根尖  $\text{Ca}^{2+}$  外排速率瞬时增加,转基因株系的  $\text{Ca}^{2+}$  外排速率是 WT 植株的 0.9~1.4 倍(图 1A)。在 200 mM NaCl 胁迫下,转基因植株也观察到较高的  $\text{Ca}^{2+}$  外排速率(142.0~156.8%)(图 1C),结合  $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cyt}}$  结果说明 *CbFAD3*-过表达植物中 PM  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase 的持续激活改变了早期胁迫时诱导的  $\text{Ca}^{2+}$  信号传递。

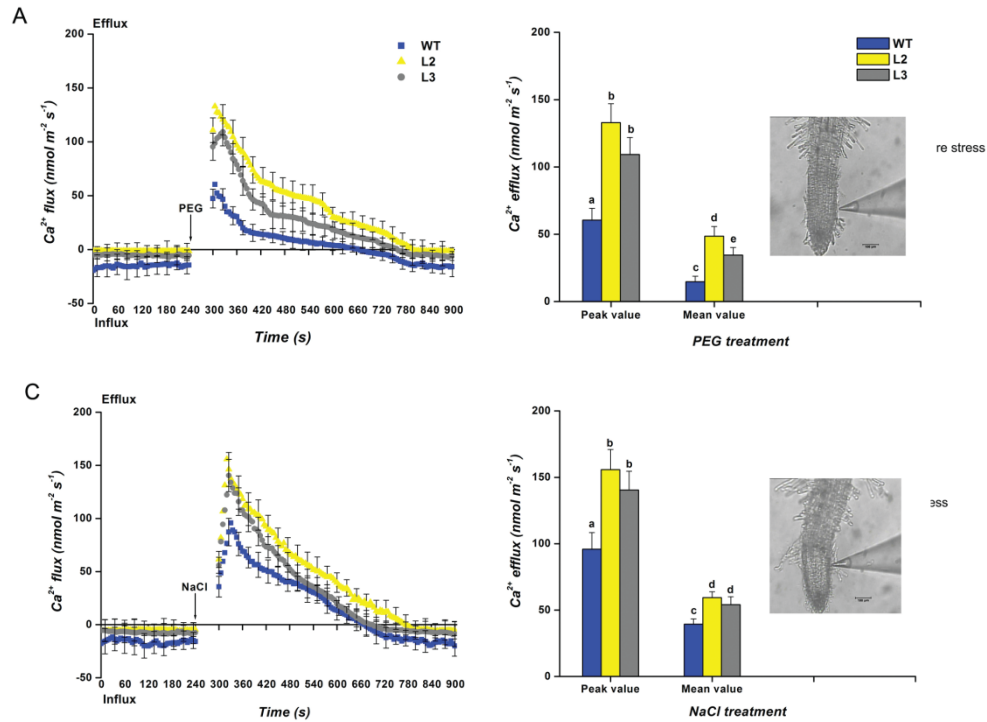


图 1. *CbFAD3* 转基因和 WT 烟草在不同处理下  $\text{Ca}^{2+}$  流速的动态变化

## 7.测试液

0.05 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0.1 mM KCl, 0.1 mM MES, pH 6.0