

## 信号分子、矿质元素&重金属 时空转运应用手册

### 非损伤微测技术

- SOS1活性/排Na<sup>+</sup>
- 拒Cd能力/转运Cd<sup>2+</sup>
- 液泡区隔Na<sup>+</sup>/Cd<sup>2+</sup>
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>吸收
- 氮高效/“液泡-胞浆”氮分配
- 非生物胁迫跨膜Ca<sup>2+</sup>流
- H<sup>+</sup>-ATPase活性/根际时空pH



ISSN 2834-5355

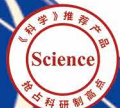
eISSN 2834-5363



9 772834 535003

非损伤微测技术国际联盟 主办

中关村旭月非损伤微测技术产业联盟 承办



## 顾问及编委

### 顾问

匡廷云 院士（中国科学院植物研究所）

杨福愉 院士（中国科学院生物物理研究所）

林克椿 教授（北京大学医学部）

Dr. Marshall Porterfield (Perdue University, USA)

Dr. Sergey Shabala (Tasmania University, Australia)

### 主 编

许越（NMT国际联盟）

### 副主编

刘蕴琦（中关村NMT产业联盟）

杲红建（旭月（北京）科技有限公司）

张增凯（旭月生物功能研究院）

### 编 委

李磊（旭月（北京）科技有限公司）

巨肖宇（旭月（北京）科技有限公司）

马跃（中关村NMT产业联盟）

郭巍玮（旭月（北京）科技有限公司）

Cote, Kella (YoungerUSA, LLC)

### 责任编辑

叶斌（旭月生物功能研究院）

李雪霏（中关村NMT产业联盟）

### 美 编

刘兆义（中关村NMT产业联盟）

### 印 装

开本：16开 210mmx285mm

字数：31993字



# 目录

盐胁迫 .....	9
SOS1 活性 / 排 Na <sup>+</sup> 速率.....	10
<u><i>Mol Plant</i></u> 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.....	10
<u><i>Nat Commun</i></u> 万建民团队: OsWRKY53 通过负调控 MKK10.2 表达调节根部 Na <sup>+</sup> 外排及卸载, 为探究其调控水稻耐盐机制提供依据 .....	11
<u><i>Plant Physiol</i></u> 河南大学优青团队: SNX1 通过促进 SOS1 膜循环并抑制其降解, 增强植物耐盐性 .....	12
液泡区隔 Na <sup>+</sup> 能力 / 液泡膜 NHX1 活性.....	13
<u><i>Anal Biochem</i></u> 中科院植物所李银心: 首次利用 NMT 直接检测到液泡 NHX1 活性.....	13
H <sup>+</sup> -ATPase 活性 / 排 H <sup>+</sup> 速率.....	14
<u><i>Nat Commun</i></u> 蒋才富: 钙离子结合蛋白编码基因的自然变异赋予玉米耐盐碱性 .....	14
保钾能力 & GORK 保钾机制 / 排 K <sup>+</sup> 及排 H <sup>+</sup> 速率.....	16
<u><i>J Exp Bot</i></u> 江苏师大孙健: 多倍体维持钠钾稳态促耐盐能力的新机制.....	16
<u><i>Nat Commun</i></u> 尹伟伦院士: 植物通过 UBC32-SC35 剪接调控 bZIP49-AKT1 通路增强耐盐性 .....	18
盐胁迫跨膜钙信号 / 吸 Ca <sup>2+</sup> 速率 .....	20
<u><i>Hortic Res</i></u> : NMT 结合根系转基因技术快速验证耐盐基因功能.....	20
Ca <sup>2+</sup> -SOS3-SOS2-SOS1 耐盐信号通路.....	21
<u><i>Nat Commun</i></u> 郭岩: Ca <sup>2+</sup> 激活的 14-3-3 蛋白在盐胁迫中充当分子开关.....	21
Na <sup>+</sup> 木质部装载及卸载.....	22
<u><i>Plant J</i></u> 澳洲学者: 大麦木质部离子平衡关系与耐盐性.....	22
<u><i>Plant J</i></u> 郑州大学学者: 硼通过促进 BnaA2.HKT1 介导的根木质部 Na <sup>+</sup> 卸载赋予油菜耐盐能力 .....	23
吸 Na <sup>+</sup> 速率 .....	24
<u><i>Cell Reports</i></u> 山农吴长艾 / 郑成超 & 华中农大团队: SOS2 通过磷酸化 NRT1.2 抑制钠吸收, 增强植物耐盐性.....	24
重金属胁迫.....	25
拒重金属的能力 / 吸收重金属离子速率 .....	26
钱前院士团队: Cd 实时吸收转运技术为适量氨盐 & 硝酸铵可减少水稻镉积累提供证据 .....	26



订阅本刊

<a href="#"><i>J Hazard Mater</i> 胡培松院士团队: OsNTP1 调控 Cd 根 - 地上转运, 下调降籽粒 Cd 但增根吸收 .....</a>	27
液泡区隔 Cd 能力 / 液泡吸 Cd <sup>2+</sup> 速率 .....	28
<a href="#"><i>Plant Physiol Biochem</i> 北林陈少良: H<sub>2</sub>S 通过调节胡杨细胞膜和液泡区隔 Cd<sup>2+</sup> 从而缓解 Cd<sup>2+</sup> 毒害 .....</a>	28
根泌酸阻隔 Cd 吸收的能力 .....	29
<a href="#"><i>J Hazard Mater</i> 云大赵之伟组: NMT 发现接种 AMF 抑制 Cd 胁迫下滇杨根的泌 H<sup>+</sup> 吸 Cd 为揭示 AMF 增强滇杨对矿区环境适应性机制提供证据 .....</a>	29
Cd 解毒能力 / 活性氧转运速率 .....	31
<a href="#"><i>Plant Physiol</i> 南农崔瑾: NMT 主导钙依赖的活性氧信号介导富氢水促根系拒镉的研究 .....</a>	31
木质部装载重金属离子能力 .....	32
<b>养份元素 .....</b>	<b>33</b>
养份元素吸收速率 .....	34
<a href="#"><i>Mol Plant</i> 中科院遗传所傅向东 &amp; 南京农大团队: 在 SLs 和 GAs 共同调控氮利用率机制上取得进展 .....</a>	34
<a href="#"><i>Plant Cell Environ</i> 南师大戴传超教授: 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 .....</a>	35
<a href="#"><i>Plant Physiol</i> 浙大金崇伟: 硝酸盐转运蛋白调节 K<sup>+</sup> 吸收和分配促植物在低 K<sup>+</sup> 胁迫下生长 ..</a>	37
<a href="#"><i>Plant Soil</i> 浙大蔡圣冠等: 非损伤微测技术发现 Al 胁迫致磷酸根外排 ↑ 为探究大麦适应 Al 胁迫的磷代谢进化机制提供证据 .....</a>	38
氮高效机制: 排 H <sup>+</sup> 促 N 吸收同化能力 .....	39
<a href="#"><i>Nat Commun</i> 南农朱毅勇: NMT 发现质子泵基因 OAS1 促水稻根排 H<sup>+</sup> 提高氮吸收 .....</a>	39
氮钾高效机制: “胞浆 - 液泡” 氮钾分配 .....	40
<a href="#"><i>Plant Physiol</i> 湖南农大张振华组: NMT 在稻油轮作养份高效利用机理上的应用 .....</a>	40
耐铵毒机制 / 排 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 速率 .....	41
<a href="#"><i>New Phytol</i> 南土所施卫明组: NMT 发现 WRKY46 通过调控蛋白 N 糖基化和游离 IAA 含量抑制根排铵 为探究 WRKY46 调控铵耐受机制提供证据 .....</a>	41
<b>旱涝胁迫 .....</b>	<b>42</b>
旱涝胁迫跨膜钙信号 / 吸 Ca <sup>2+</sup> 速率 .....	43
<a href="#"><i>Ind Crop Prod</i> 海大 &amp; 广东海大: NMT 从 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>/H<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> 流角度 为探究石斛 CIPK24 促耐盐旱机制提供证据 .....</a>	43
<a href="#"><i>Plant Cell Environ</i> 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 .....</a>	45



测样咨询

调节根际 O <sub>2</sub> 耐涝能力 .....	46
<a href="#"><i>ISME J</i> 湖南大学于峰组: 水稻受体激酶 FLR7 调节根际 O<sub>2</sub> 水平, 丰富优势厌氧菌进而提高水稻耐淹性.....</a>	
H <sup>+</sup> -ATPase 活性 / 表面 pH/ 排 H <sup>+</sup> 速率 .....	47
<a href="#"><i>Sci Adv</i> 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.....</a>	
<a href="#"><i>Nat Plants</i> 中科院植物所 / 北林杰青团队: CYBDOM 蛋白介导 H<sup>+</sup> 外流与 AsA 再生, 协同 RbohD 激活自噬增强植物耐旱性 .....</a>	
抗旱保钾能力 / 排 K <sup>+</sup> 速率 .....	50
<a href="#"><i>Plant Biotechnol J</i> 浙大陈仲华、邬飞波: HvAKT2 和 HvHAK1 通过增强叶肉 H<sup>+</sup> 稳态提升耐旱能力 .....</a>	
保卫细胞离子信号调控 .....	52
<a href="#"><i>Environ Exp Bot</i> 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<sup>+</sup> 吸 Ca<sup>2+</sup> 介导气孔关闭 .....</a>	
<b>植物病虫害 .....</b>	<b>54</b>
PTI 模式免疫瞬时 Ca <sup>2+</sup> 吸收速率.....	55
<a href="#"><i>Cell Res</i> 万建民院士: 无损“电生理”钙流为 CNGC9 介导 PAMP 激活钙通道促水稻抗病提供关键证据.....</a>	
<a href="#"><i>Plant Physiol</i> 康振生院士: NMT 发现感病基因 Bln1 与 CaM3 互作致吸 Ca<sup>2+</sup> ↓ 为 Bln1 负调控小麦抗条锈病提供核心证据 .....</a>	
ETI 效应免疫过程 Ca <sup>2+</sup> 信号 .....	57
<a href="#"><i>Plant Cell Physiol</i> : Ca<sup>2+</sup> 外流作为烟草对假单胞菌超敏反应的指标 .....</a>	
<a href="#"><i>Cell</i> 华中农大 &amp; 得州农工: 活体组织“无损电生理”跨膜 Ca<sup>2+</sup> 流, 为揭示植物维持先天免疫系统稳态新机制提供证据 .....</a>	
病原菌侵染机制 .....	59
<a href="#"><i>Plos Pathog</i> 中农王毅 / 植保所王国梁 宁约瑟: NMT 发现稻瘟菌抑制根吸钾为其效应蛋白竞争结合 CIPK23 干扰 AKT1 促侵染提供证据 .....</a>	
抗虫 Ca <sup>2+</sup> 信号 .....	60
<a href="#"><i>Plant Commun</i> 北林学者: NMT 发现反式 -2- 己烯醛促叶肉细胞瞬时排 Ca<sup>2+</sup> 为探究其调控植物的昆虫耐性机制提供证据.....</a>	
<a href="#"><i>Plant Commun</i> 张献龙院士团队: 构建棉花 CDPK 突变体库, 发现 GhCPK33/74 通过负调控 Ca<sup>2+</sup> 内流影响抗虫性 .....</a>	
<b>温度胁迫 .....</b>	<b>62</b>



订阅本刊

温度胁迫跨膜钙信号 / 吸 $\text{Ca}^{2+}$ 速率 .....	63
<i>Cell</i> 种康院士: 无损“电生理”钙流为揭示水稻感知寒害的分子机制提供直接证据 .....	63
<i>Nat Plants</i> 林鸿宣院士: “无损电生理”跨膜 $\text{Ca}^{2+}$ 流为 G 蛋白通过钙信号调节蜡质合成进而调控水稻耐热性提供证据 .....	64
<i>Dev Cell</i> 中国农大杨淑华团队: CPK3 与 $\text{Ca}^{2+}$ 通过 CNGCs 协同调控拟南芥冷胁迫钙信号 .....	65
应对低温胁迫的离子稳态调控 .....	66
<i>IJMS</i> 福建农林林文雄、张志兴: NMT 发现水稻通过维持根系 K/Na 稳态实现低温抗性 .....	66
<b>生殖生长发育 .....</b>	<b>67</b>
极性生长 $\text{Ca}^{2+}$ 梯度稳态 / 跨膜 $\text{Ca}^{2+}$ 流 .....	68
<i>Science</i> 马里兰大学 José A. Feijó: NMT 发现谷氨酸受体样通道的胞内运输对花粉管钙流的影响 .....	68
<i>Nat Plants</i> 杨维才院士: NMT 测到 <i>mlo5/9</i> 突变体花粉管钙吸收异常致无法识别胚珠的扩散信号 .....	69
<i>Plant Cell</i> 河南大学宋纯鹏: NMT 为根毛发育的一种新的调节机制提供依据 .....	70
极性生长 pH 梯度稳态 / 跨膜 $\text{H}^{+}$ 流 .....	71
<i>Nat Commun</i> 马里兰大学 José A. Feijó: 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 .....	71
<i>Nat Plants</i> 北京大学邓兴旺 & 西南大学团队: 植物生长素 (auxin) 与光照对下胚轴生长的调控机制 .....	72
<b>植物激素 .....</b>	<b>74</b>
<i>Nature</i> : 非损伤微测技术发现 IAA 可促根部吸 $\text{H}^{+}$ 致质外体碱化为生长素“酸性生长假说”机制提供重要证据 .....	75
<i>Plant Commun</i> 余玲 / 徐国华: NMT 监测活体根系 IAA 流动证实 <i>OsHAK5</i> 调节生长素运输调控水稻株型 .....	76
<i>Plant Physiol</i> 佛山科技学院喻敏: NMT 发现硼通过 IAA 极性运输促根过渡区碱化缓解铝毒 .....	77
<b>质子泵 .....</b>	<b>78</b>
<i>Nat Commun</i> 蒋才富: 钙离子结合蛋白编码基因的自然变异赋予玉米耐盐碱性 .....	79
<i>Environ Sci Technol</i> 暨南大学优青团队: 丛枝菌根真菌通过增强防御相关基因表达和菌丝捕获来缓解寄主植物的带电纳米塑料胁迫 .....	81
<i>Sci Adv</i> 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 .....	82
<i>Nat Commun</i> 马里兰大学 José A. Feijó: 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 .....	83



测样咨询

[\*Hortic Res\* 云南农大优青团队：番茄通过 \*SISTOP1-SIHAK5-pH\* 反馈环路协同适应铝毒与酸胁迫](#) .....84

**钙信号** .....85

胁迫跨膜  $Ca^{2+}$  信号 / 吸  $Ca^{2+}$  速率 ..... 86

[\*Cell\* 种康院士：无损“电生理”钙流为揭示水稻感知寒害的分子机制提供直接证据](#) .....86

[\*Nature\* 东英吉利大学 Zipfel：无损“电生理”钙流为气孔免疫钙通道 \*OSCA1.3\* 的鉴定提供关键证据](#) .....87

[\*Cell Res\* 万建民院士：无损“电生理”钙流为 \*CNGC9\* 介导 PAMP 激活钙通道促水稻抗病提供关键证据](#).....88

[\*Nat Plants\* 林鸿宣院士：“无损电生理”跨膜  \$Ca^{2+}\$  流 为 G 蛋白通过钙信号调节蜡质合成进而调控水稻耐热性提供证据](#) .....89

[\*Plant Commun\* 北林学者：NMT 发现反式 -2- 己烯醛促叶肉细胞瞬时排  \$Ca^{2+}\$  为探究其调控植物的昆虫耐性机制提供证据](#).....90

[\*New Phytol\* 喻景权院士： \$Ca^{2+}\$  信号通过 \*CIPK1\* 磷酸化 \*NAM3\* 协调番茄分枝与硝酸盐积累](#)....91

[\*Nat Commun\* 南农赵方杰 / 黄新元团队：叶绿体囊泡蛋白 \*GCSCI\* 调控钙外流，提升稻米钙含量](#) .....92

[\*J Exp Bot\* 南京农大沈其荣院士、张瑞福教授团队：\*SQR9\* 通过激活植物钙信号通路，促进氮吸收与生长](#).....93

极性生长  $Ca^{2+}$  信号 ..... 94

[\*Nat Commun\* 马里兰大学 José A. Feijó：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](#).....94

[\*Science\* 马里兰大学 José A. Feijó：NMT 发现谷氨酸受体样通道的胞内运输对花粉管钙流的影响](#) .....95

[\*Nat Plants\* 杨维才院士：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](#) .....96

缺钙病害 ..... 97

[\*Postharvest Biol Tec\* 青岛农大：钙处理提升梨采后储存品质](#) .....97

**活性氧** .....98

[\*Plant Cell\* 南农谢彦杰：NMT 发现 ABA 和  \$H\_2S\$  促保卫细胞  \$H\_2O\_2\$  内流 为  \$H\_2S\$  硫巯基化翻译后修饰调节 ABA 诱导气孔关闭提供证据](#) .....99

[\*Plant Biotechnol J\* 中棉所李付广、浙江农科院沈国新：\*AKR2A\* 协调 IAA 和  \$H\_2O\_2\$  积累调控棉纤维伸长](#).....100

[\*Nat Commun\* 中农付永彩：提升籼稻愈伤组织培养力的分子机制](#).....101

**保卫细胞** .....102



订阅本刊

<a href="#"><i>PNAS</i> 浙大、西悉尼大学 陈仲华: NMT 为揭示叶绿体逆行信号的进化促进了绿色植物对土地的适应 提供了关键证据.....</a>	103
<a href="#"><i>Plant Cell</i> 巩志忠: NMT 发现 ABA 促保卫细胞泌 H<sup>+</sup> (胞质碱化) 依赖于 BAK1 和 AHA2 为 AHA2 参与干旱下 ABA 诱导气孔关闭提供证据.....</a>	104
<a href="#"><i>Nature</i> 东英吉利大学 Zipfel: 无损 “电生理” 钙流为气孔免疫钙通道 OSCA1.3 的鉴定提供关键证据 .....</a>	105
<a href="#"><i>Plant Cell</i> 南农谢彦杰: NMT 发现 ABA 和 H<sub>2</sub>S 促保卫细胞 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 内流 为 H<sub>2</sub>S 硫疏基化翻译后修饰调节 ABA 诱导气孔关闭提供证据 .....</a>	106
<a href="#"><i>Plant Physiol</i> 兰大方向文: NMT 发现 ABA 无法诱导蕨类 / 石松类保卫细胞排 K<sup>+</sup> 吸 Ca<sup>2+</sup> 显示其与裸子 / 被子植物有较大差异 .....</a>	107
<b>藻类研究 .....</b>	<b>108</b>
<a href="#"><i>Nat Clim Change</i> 中科院黄海水产所叶乃好: NMT 钙流为气候变化导致冰藻运动能力下降提供信号调节证据.....</a>	109
<a href="#"><i>Physiol Plantarum</i> 中科院海洋所王广策: 大叶藻同时测量 H<sup>+</sup> 和 O<sub>2</sub> 流速及其生理意义.....</a>	110
<a href="#"><i>J Appl Phycol</i> 集大谢潮添: NMT 发现 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 Ca<sup>2+</sup> 调控坛紫菜排 Na<sup>+</sup> 保 K<sup>+</sup> 应答盐胁迫....</a>	111
<b>附录 .....</b>	<b>112</b>
生命即流: 从 NMT 实证到 “生命 =f( 环境, t)” 的流体动力学阐释.....	112
<b>全球离子分子组计划 .....</b>	<b>122</b>
<b>旭月东升 .....</b>	<b>123</b>