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

扫码获取 2021 最新文献

目 录

Nature Commun 许卫锋/程锋：质子流在白羽扇豆基因组进化和低磷适应研究上的关键作用- 1 -

PP 南土所施卫明、山大夏光敏：ABA 充当 NO_3^-传导器激活 TaNRT2 促 NO_3^-吸收 .....- 3 -

BMC Plant Biol：NMT 监测 K^+流发现嫁接烟草能更好地应对低钾.....- 5 -

Int J Mol Sci：NMT 为揭示 NRT 异源表达提升植物逆境氮吸收的机制提供证据.....- 8 -

Tree Physiol：红树根系径向泌氧与铵硝吸收的相关性..... - 11 -

山东农科院孔令安：激素信号在低氮胁迫小麦侧根发生及氮同化中的作用 ..... - 14 -

中科院南土所施卫明：水稻高氮素利用效率与根系形态和生理性状的改善有关 ..... - 17 -

EP 都韶婷：石墨烯基材料的植物毒性与其抑制硝酸盐吸收相关..... - 20 -

Nature Commun 许卫锋/程锋：质子流在白羽扇豆基因组进化和低磷适应研究上的关键作用

1.基本信息

期刊：Nature Communications
主题：质子流在白羽扇豆基因组进化和低磷适应研究上的关键作用
标题：The genome evolution and low-phosphorus adaptation in white lupin
影响因子：11.878
作者：福建农林大学许卫锋、张仟、夏天雨，中国农业科学院蔬菜花卉研究所程锋

2.中文摘要（谷歌机翻）

白羽扇豆（*Lupinus albus*）是一种豆科植物，可生长簇状根，在低磷土壤中具有较高的磷（P）利用效率（PUE）。本研究组装了白羽扇豆的基因组，发现它是从全基因组三倍（WGT）事件演变而来的。然后，研究破译其二倍体祖先基因组并重建三个亚基因组。根据结果，研究进一步揭示了不同亚基因组的亚基因组优势和基因表达，这些基因组的表达随其转座子（TE）密度而变化。白羽扇豆中的 PUE 基因已通过 WGT 以及串联和分散重复进行了扩增。此外，研究表征了高 PUE 的四个主要途径，包括碳固定、簇根形成、土壤 P 固定和细胞 P 重用。其中，生长素调节可能通过参与 LaABCG37s 对簇根形成很重要。这些发现为白羽扇豆的基因组进化和低磷适应提供了见识。

3.检测离子/分子指标

H^+

4.样品信息

白羽扇豆簇状根和正常根

5.离子/分子流实验处理方法

簇状根和正常根

6.测试液

0.1 mM KCl, 0.1 mM $CaCl_2$, 0.3 mM MES, pH 6.0

7.文章简介

白羽扇豆是一种耐低磷研究的模式植物，在缺磷条件下会产生大量排根，这种小根簇紧密排列在侧根上，不仅增加了根系吸收磷的表面积，同时大量分泌质子、有机酸和酸性磷酸酶，从而增加土壤中磷的有效性。但由于高质量基因组数据的缺乏，极大地限制了人们对白羽扇豆磷高效利用分子机制和排根发育机理的剖析。该研究组装了白羽扇豆栽培种 Amiga 的染色体水平高质量基因组（558.74 Mb）。基因组进化分析发现，白羽扇豆经历了与芸薹属等异源多倍体物种类似的全基因组三倍化事件，即“two-step”多倍化进程，导致亚基因组优势现象。比较基因组、转录组及生理生化分析表明，白羽扇豆的自身碳固定、排根发育建成、土壤磷活化和内部磷利用等四个先后调控途径的多个相关基因发生显著扩张和特异性低磷诱导表达。其中，生长素稳态调节关键基因 LaABCG36s 和 LaABCG37s 对于排根形成至关重要，抑制其表达可大大减少排根形成。综上所述，该研究组装了栽培种白羽扇豆染色体水平高质量基因组，并解析了白羽扇豆低磷适应的机制。研究结果为作物磷高效利用的遗传改良提供了新思路。

福建农林大学许卫锋教授为该论文的第一作者和通讯作者，中国农业科学院程锋研究员，福建农林大学张仟博士、夏天雨博士为共同通讯作者。该研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、牛顿高级学者基金、中国农业科学院科技创新项目和农业部园艺作物生物学与种质创制综合性重点实验室的资助。

PP 南土所施卫明、山大夏光敏：ABA 充当 NO_3^-传导器激活 TaNRT2 促 NO_3^-吸收

1.基本信息

期刊：Plant Physiology
主题：ABA 充当 NO_3^-传导器激活 TaNRT2 促 NO_3^-吸收
标题：TaANR1-TaBG1 and TaWabi5-TaNRT2s/NARs link ABA metabolism and nitrate acquisition in wheat roots
影响因子：6.305
作者：中科院南京土壤所施卫明，山东大学夏光敏

2.中文摘要

对于大多数植物而言，硝酸盐是氮的首选形式，既可作为营养物又可作为信号分子。然而，世界上最重要的作物品种之一的普通小麦（*Triticum aestivum*）对硝酸盐的吸收和调控因子仍不清楚，这主要是由于其六倍体基因组的复杂性所决定的。基于最近发布的普通小麦全基因组信息，对高亲和力*NRT2*和*NAR*基因家族进行了研究。研究表明，硝酸盐撤除（withdrawal）后，硝酸盐再供应会刺激面包小麦根中的ABA-GE解偶联（deconjugation），从而导致根部组织ABA积累增强，而这种增强反过来又会影响根型*NRT2/NAR*基因的表达。TaANR1通过直接激活*TaBG1*来调节硝酸盐介导的ABA积累，而TaWabi5参与ABA介导的NO_3^-诱导的*NRT2/NAR*基因。基于之前ABA参与高硝酸盐胁迫发育响应的证据，本研究表明，ABA还通过调控*NRT2/NAR*基因在有限硝酸盐供应下的表达，促进了硝酸盐吸收的优化，为改善作物的硝酸盐吸收提供了新的目标。

3.检测离子/分子指标

NO_3^-

4.样品信息

小麦根，距根尖 0.05、0.1、0.3、0.5、1.5、3、5、10、20、30 mm 根表上的点

5.离子/分子流实验处理方法

15 d 的小麦幼苗，在 0.2 mM KNO_3 或 0.2 mM KNO_3+50 μM ABA 处理 1 h

6.离子/分子流结果

通过NMT技术对净NO_3^-流速进行检测，结果表明施加外源ABA主要影响净硝酸盐内流，

尤其是在根尖成熟区，但不影响硝酸盐外排（图1）。

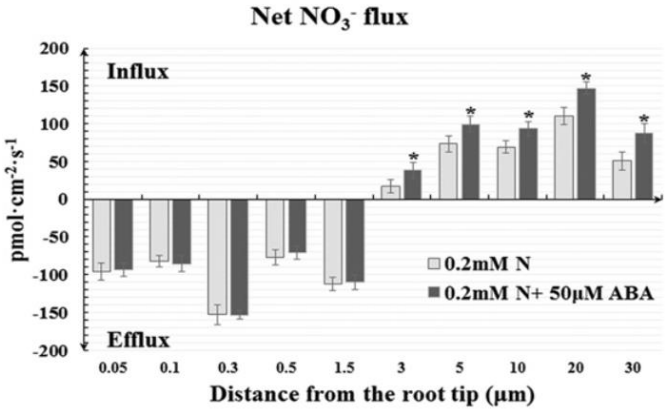

图1. ABA对普通小麦硝酸盐吸收的影响

7.测试液

0.2 mM KNO_3，pH 6.0

BMC Plant Biol：NMT 监测 K^+流发现嫁接烟草能更好地应对低钾

1.基本信息

期刊：BMC Plant Biology
主题：NMT 监测 K^+流发现嫁接烟草能更好地应对低钾
标题：Response of grafting tobacco to low potassium stress
影响因子：3.497
作者: 西南大学石孝均、Wei Hu

2.中文摘要（谷歌机翻）

在前人研究了嫁接对低钾胁迫下根部钾吸收和烟草生长抑制的缓解作用。但是，嫁接对烟草全株水平的低钾胁迫感知和应对机制的影响现在还不清楚。为了明确嫁接对烟草缺钾应对机制的影响，在不同供 K 水平（5mmol L^{-1} 和 0.5mmol L^{-1} K）的两个品种（“Wufeng No.2”和“Yunyan87”）进行了相互嫁接试验。结果表明，与自根苗相比，嫁接能显著提高“Yunyan87”的全株含钾量（常钾和低钾条件下分别为 97.57%和 189.74%），且茎的增幅较大。全株 K 含量分布和烟草下胚轴净 K^+流速数据表明，钾胁迫使植株更倾向于在嫩枝而非根部维持 K^+。此外，当 K 缺乏时，嫁接可以减少烟草下胚轴净 K^+流速向下降低到稳定水平所需的时间。根部净 K^+流速的结果表明，K 通道蛋白和转运体在两种根茎的耐钾性方面发挥着不同的作用。转录水平分析表明，烟草中 K^+在芽和根之间的循环效率提高，构成了低钾胁迫适应的手段之一。嫁接可以激活烟草“Yunyan87”更多的 K^+通道，这意味着嫁接烟草的 K^+循环更加活跃，嫩枝含钾量更高，对低钾胁迫信号反应更快。此外，嫁接还能使烟草根部的 K^+吸收方式由 HATS 主导变为由 HATS 和 LATS 共同负责，大大提高了低钾胁迫下 K^+在根表面的跨膜运输能力。这些无疑是嫁接烟草在应对低钾胁迫时表现较好的原因。

3.检测离子/分子指标

K^+

4.样品信息

① 烟草下胚轴横断面
② 烟草根部分生组织

5.离子/分子流实验处理方法

①烟草下胚轴横断面
+K 处理各嫁接组合 6 株植株，测量前，将一半植株用 0.5 mM K_2SO_4 处理 2 h，观察各嫁接

组合在 K 胁迫下的短期反应。

②烟草根部分生组织

非嫁接烟草，施用 PM H^+-ATPases 的特异性抑制剂原钒酸盐和 K^+通道阻滞剂氯化铯后，监测了根分生组织的净 K^+流速。

6.离子/分子流实验结果

在+K 处理下，下胚轴横切面上的平均净 K^+地上部-根流速是根冠比的 1.59 倍（图 1a）。此外，各嫁接组合间个体向上或向下的净钾流速没有显著差异（图 1b）。在整个施钾期内，各处理植株的钾素相对供应量均为负值。在-K 处理下，各嫁接组合根-地上部的 K^+流速在整个测定期内是稳定的，各嫁接组合间的 K^+流速差异不显著。然而，以 W 为砧木的处理中，K^+从地上部到根部的速率在试验开始后迅速下降，5 min 后逐渐稳定。对于以 Y 为砧木的处理，下降 16 min 后 K^+流速速率稳定（图 1d）。下胚轴横切面地上部至根的平均净 K^+流出量为根-地上部的 52.3%。同时，以 W 为砧木的处理从地上部到根部的净 K^+流速显著低于以 Y 为砧木的处理（图 1e）。与+K 处理相反，在-K 处理的整个测量期间，各处理的相对 K^+流速强度为正，这表明当 K 供应不足时，烟草植株中的 K^+倾向于从根向地上部移动（图 1f）。

根据烟草根系中钾离子流速的数据分析，观察到烟草品种 W 和 Y 在耐受环境中低 K 胁迫的策略上存在显著差异。在+K 处理中，根分生组织中 W 的平均净 K^+净内流速率比 Y 高 1.13 倍。当两种烟草砧木均用氯化铯预处理时（一种钾离子通道抑制剂），两种处理的净 K^+内流速率显著低于不使用抑制剂的砧木。除此之外，W 根的平均净 K^+内流速率下降了 52.6%，而在 Y 处仅为 37.5%。但是，当预处理剂被原钒酸盐（质膜 H^+-ATPase 抑制剂）代替时，没有显著性差异。在-K 处理中，根分生组织中 W 的平均净 K^+内力速率仍显著高于 Y。但是，当特定抑制剂参与试验时，情况与+K 处理不同。氯化铯显著降低了 W 根分生组织中的 K^+流速，而对 Y 却没有显著影响（图 2c, d）。但是，原钒酸盐对两种烟草砧木的净 K^+流速都有显著影响，Y 的下降幅度更大（下降幅度比 W 大 15.4%）。

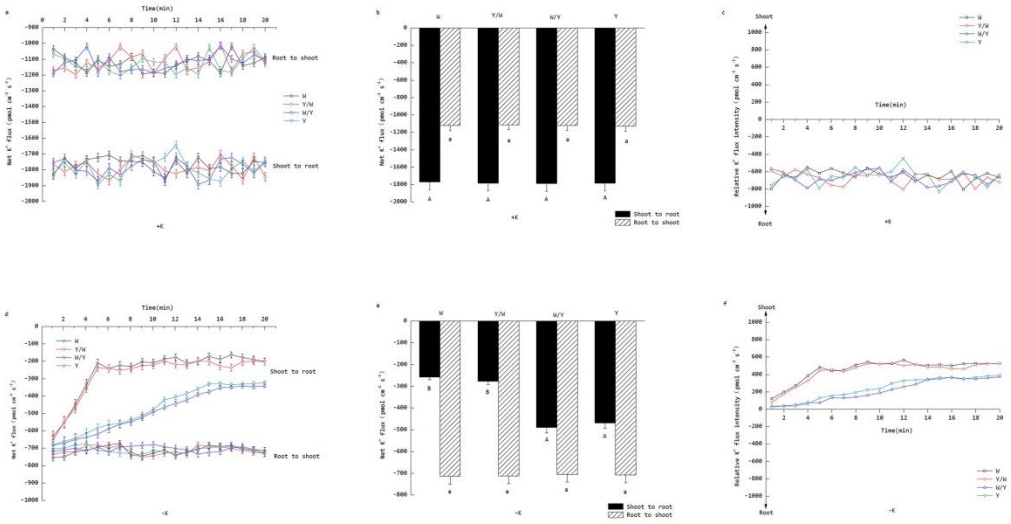

图 1 嫁接对烟叶下胚轴净 K^+流速的影响

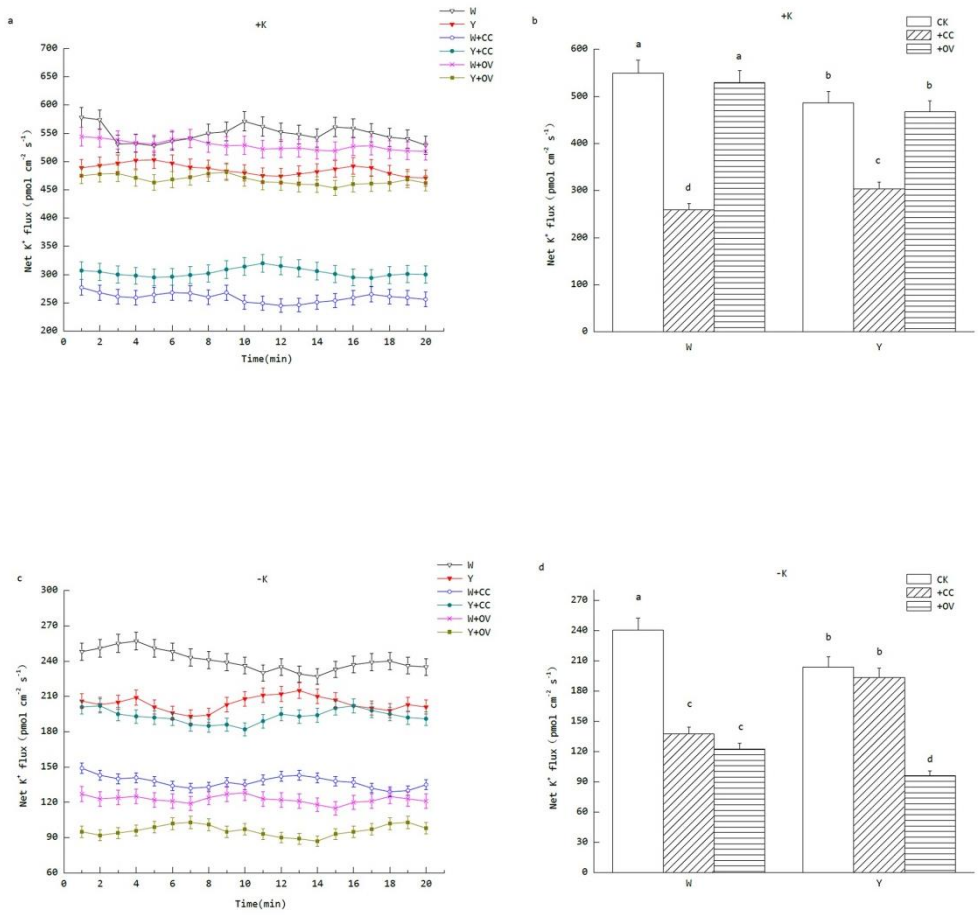

图 2 在含或不含抑制剂的不同浓度钾胁迫下，主根分生组织的净 K^+流速

7.其他实验结果

- 嫁接显著提高了Yunyan 87全株的含钾量，且新梢增加幅度较大。
- 钾胁迫使植株更倾向于在地上部而不是根部维持K^+。
- 当缺钾时，嫁接可以减少烟草下胚轴净K^+流速下降到稳定水平所需的时间。
- 钾通道蛋白和转运蛋白在两个砧木的耐钾性中起着不同的作用。
- 烟草地上部和根之间K^+循环效率的提高是适应低钾胁迫的途径之一。

8.结论

嫁接能激活Yunyan 87号烟草K^+通道，说明嫁接烟草K^+循环更活跃，地上部含钾量更高，对低钾胁迫信号反应更快。此外，嫁接还可以改变烟草根系对K^+的吸收方式，由HATS主导转变为HATS和LATS共同负责，大大提高了低钾胁迫下根表K^+的跨膜转运能力。这些无疑是嫁接烟草在应对低钾胁迫方面表现更好的原因。

9.测试液

1.0 mM KCl, 0.3 mM MES, pH 6.0

Int J Mol Sci：NMT 为揭示 NRT 异源表达提升植物逆境氮吸收的机制提供证据

1.基本信息

期刊：International Journal of Molecular Sciences
主题：NMT为揭示NRT异源表达提升植物逆境氮吸收的机制提供证据
标题：Heterologous Expression of Nitrate Assimilation Related-Protein DsNAR2.1/NRT3.1 Affects Uptake of Nitrate and Ammonium in Nitrogen-Starved *Arabidopsis*
影响因子：4.556
作者：东北农业大学王金刚、周爱民、麻红萍

2.中文摘要（谷歌机翻）

氮是植物生长必不可少的常量营养素。植物主要以硝酸盐（NO_3^-）或铵盐（NH_4^+）的形式吸收和利用N。在这项研究中，硝酸盐转运蛋白DsNRT3.1（也称为硝酸盐同化相关蛋白DsNAR2.1）的特征在于石竹（*Dianthus spiculifolius*）。定量PCR（qPCR）分析表明，DsNRT3.1的表达被NO_3^-诱导。在N饥饿条件下，表达*DsNRT3.1*的转化拟南芥幼苗比野生型具有更长的根和更大的鲜重。亚细胞定位表明DsNRT3.1主要定位于拟南芥根毛细胞的质膜上。非损伤微测技术（NMT）监测表明，N饥饿转化的拟南芥幼苗的根毛具有比野生拟南芥更强的NO_3^-和NH_4^+流入量。使用NO_3^-或NH_4^+作为唯一氮源的类型苗；相反，当同时存在NO_3^-和NH_4^+时，转化幼苗的NO_3^-内流速率更大。另外，qPCR分析表明，转化的拟南芥中的*AtNRT2*基因（AtNRT2.1-2.6），特别是AtNRT2.5的表达与野生型不同。总体而言，本研究的结果表明，*DsNRT3.1*的异源表达通过增强N饥饿拟南芥中NO_3^-和NH_4^+的吸收而影响幼苗的生长。这可能与*AtNRT2*基因的差异表达有关。

3.离子/分子指标

NO_3^-，NH_4^+

4.样品检测

拟南芥根毛

5.离子/分子流实验处理方法

拟南芥（野生型幼苗和N饥饿转化幼苗）萌发后转入无氮1/2MS培养基中培养7 d

6.离子/分子流结果

在1/2MS培养基或无氮1/2MS培养基上生长10 d的幼苗被转移到含有KNO_3（0.1 mM）、NH_4Cl（0.1 mM）或NO_3NH_4（0.5 mM）作为唯一氮源的测试液中。以KNO_3或NH_4Cl为唯一氮源，野生型和转化苗在1/2MS培养基上的根毛表现出明显的NO_3^-或NH_4^+外排，转化苗和野生型苗的外排速率没有显著差异（图1A-D）。然而，在氮饥饿野生型和转化苗的根毛中有明显的NO_3^-或NH_4^+内流（图1E, G）；转化苗的平均内流速率显著高于野生型苗（图1F, H）。

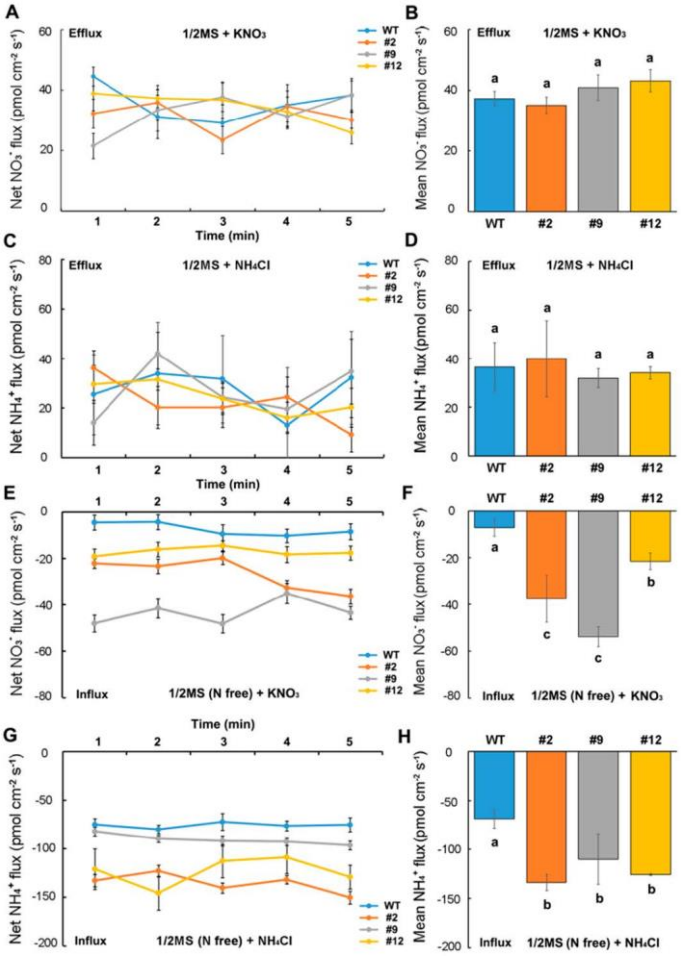

图1. KNO_3或NH_4Cl作为唯一氮源的野生型（WT）和转化拟南芥根毛中的NO_3^-和NH_4^+流速

以NO_3NH_4为唯一氮源，氮饥饿转化苗的根毛表现出比野生型高的NO_3^-内流速率（图2E, F），而NH_4^+内速与野生型相似（图2G, H）。此外，在1/2MS培养基上培养的野生型或转化苗的根毛中NO_3^-和NH_4^+的外排不明显，并且在品系之间没有显著差异（图2A-D）。这表明，与野生型幼苗相比，氮饥饿转化幼苗的根毛具有更强的NO_3^-吸收能力；在没有NO_3^-的情况下，它们也具有更强的NH_4^+吸收能力，表明*DsNRT3.1*的异源表达影响了氮饥饿拟南芥幼苗对NO_3^-和NH_4^+的吸收。

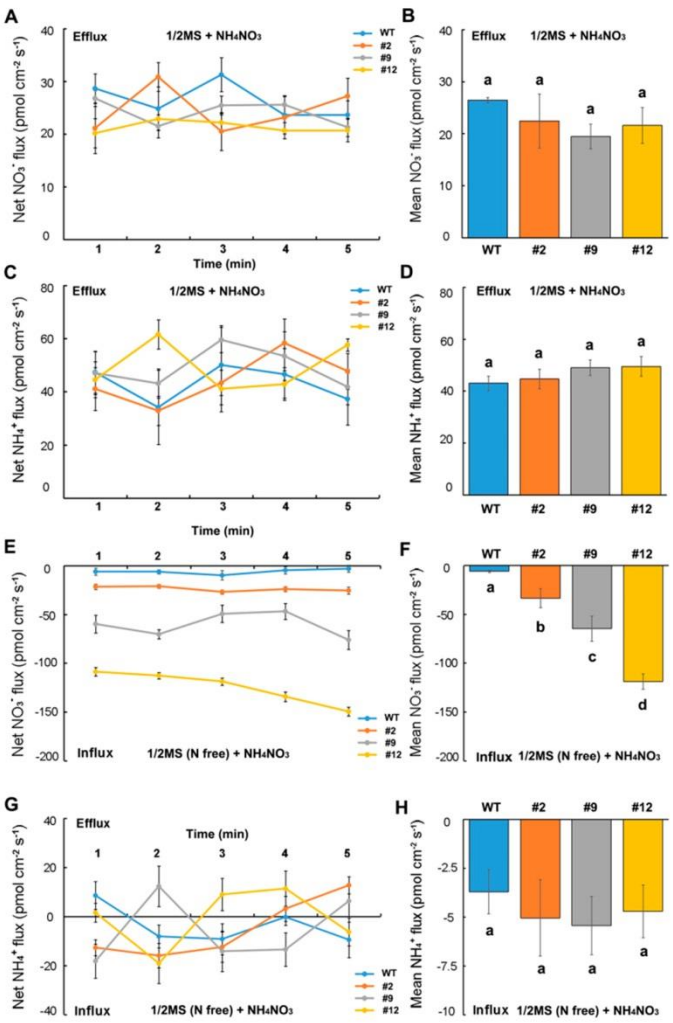

图2.以NO_3NH_4作为唯一氮源的野生型（WT）和转化拟南芥根毛中的NO_3^-和NH_4^+流速

7.其他实验结果

- *DsNRT3.1*的表达受到NO_3^-和K^+的影响。
- 在低浓度NO_3^-或NH_4^+作为唯一氮源的情况下，转化幼苗比野生型幼苗生长得更好。
- 这表明*DsNRT3.1*的异源表达影响转化拟南芥幼苗中*AtNRT2*基因家族成员的表达。

8.结论

*OsMPT3*基因调节了盐胁迫下水稻磷转运和ATP合成的能量供应，引发了参与渗透调节的离子和代谢物积累的变化，从而提高了水稻的耐盐性。本研究证明了CRISPR/Cas9基因编辑技术在植物功能基因研究中的有效应用。

9.测试液

NO_3^-：1.0 mM KNO_3, pH 6.0

NH_4^+：1.0 mM NH_4Cl, pH 6.0

Tree Physiol：红树根系径向泌氧与铵硝吸收的相关性

1.基本信息

期刊：Tree Physiology
主题：红树根系径向泌氧与铵硝吸收的相关性
标题：Radial oxygen loss is correlated with nitrogen nutrition in mangroves
影响因子：3.477
作者：中科院南海海洋研究所王友绍、程皓

2.中文摘要（谷歌机翻）

本研究旨在探讨放射状泌氧（ROL）对红树林营养的可能作用。进行了实地调查，以沿着连续的潮汐梯度探索不同红树林物种的 ROL，根部解剖结构和叶氮之间的关系。然后选择了 3 种具有不同 ROL 的红树林（*Avicennia marina*>*Kandelia obovata*>*Rhizophora stylosa*），以进一步探索氮在根-土界面的动态。结果表明，尽管在恶劣的营养条件下生长，向海先锋红树林物种（如滨海曲霉）似乎显示出较高的叶片氮素。先锋红树林中较大的叶片 N 与其特殊的根部结构（例如高孔隙度以及稀薄的木质化/干化的外皮）相吻合，并且具有强大的 ROL。在红树林中，在 ROL 和叶 N 之间观察到一个有趣的正相关。此外，根茎箱的数据进一步表明土壤硝化作用也与 ROL 密切相关。在三个被研究的红树林物种中，滨海假丝酵母代表最高的 ROL，在根际中始终具有最高的 NO_3^-，硝化和氨氧化细菌和古细菌（AOB 和 AOA）基因拷贝。此外，发现滨海曲霉根中的 NO_3^-和 NH_4^+流入量均高于圆叶 *K. obovata* 和 *R. stylosa*。总之，先锋红树林（如 *A. marina*）的氮吸收量与 ROL 密切相关，而 ROL 则可以调节根-土界面处的氮转化和易位。这项研究的意义可能对红树林的营养和红树林分区的机制具有重要意义。

3.检测离子/分子指标

NH_4^+，NO_3^-

4.样品信息

3 种不同径向泌氧（ROL）的红树林（海榄雌、秋茄树 、红海兰）侧根根尖（距根尖 0.5 cm）和亚根尖（距根尖 2 cm）

5.离子/分子流实验处理方法

将 3 种红树林的越冬幼苗移入生长培养箱中进行短期生长，直至观察到新叶和明显的根系伸长。

6.离子/分子流实验结果

除 NH_4^+内流外，3 种红树林中也观察到大量的 NO_3^-内流。在所研究的 3 种红树林中，NO_3^-和 NH_4^+内流量最高的是海榄雌的根部。相比之下，红海兰表现出最低的 NO_3^-和 NH_4^+内流。此外，混合氮源（同时供应 NO_3^-和 NH_4^+）而不是单一的 NH_4^+或 NO_3^-源更有利于 3 种红树林的总氮获取。

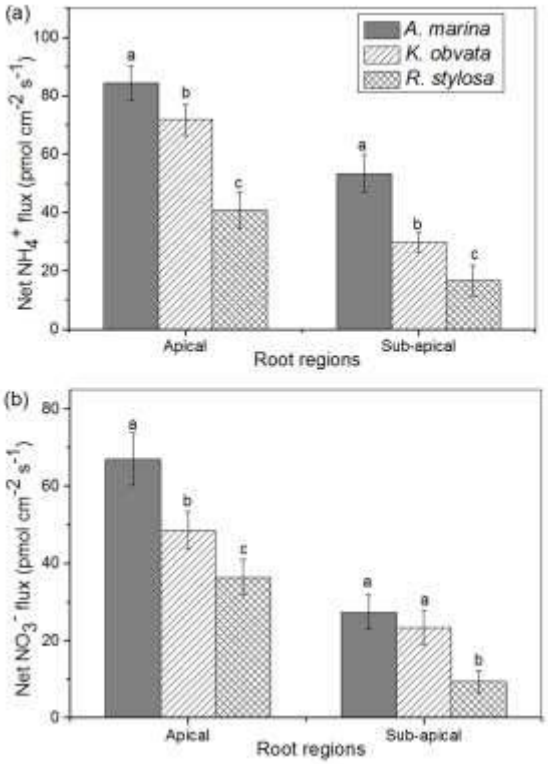

图 1. 3 种红树林根面附近 NH_4^+和 NO_3^-净内流速率的差异

7.其它实验结果

- ROL 与根系孔隙度呈正相关，但与外层细胞层数呈负相关，ROL 与叶片 N 呈正相关。
- 根箱试验中 ROL 的大小顺序也为海榄雌>秋茄树>红海兰。
- 海榄雌的外皮层较薄，木质化程度较低，而红海兰的外皮层较厚。
- 组织氮含量最高的是海榄雌，而组织氮含量最低的是红海兰。
- 在海榄雌中发现了更有效的根际氧化，此外，3 种红树林的根际酸化现象都很明显。
- 海榄雌根际 NO_3^-的浓度高于秋茄树和红海兰，但没有观察到根际 NH_4^+的显著差异。
- 在根际中观察到最高的硝化活性和硝化剂（AOB 和 AOA），其次是近根际和非根际区，就 3 种红树林物种的差异而言，与海榄雌相关的根际土壤始终表现出最高的硝化活性，与 AOB 和 AOA 的最高基因拷贝相吻合。

8.结论

沿连续的潮汐梯度，红树林中的 ROL 和叶片 N 之间存在着正相关关系。与过渡红树林

和向岸红树林相比，向海先锋红树林叶片中氮含量较高。先锋红树林的叶氮含量较高可能部分归因于其特殊的根系结构（例如，高的根系孔隙度和薄的木质化/木桩化的外皮层），这有助于根系 ROL 的产生。具有最高 ROL 的物种海榄雌在根际始终表现出最高的 NO_3^-、硝化作用和 AOB/AOA 基因拷贝数。NH_4^+和 NO_3^-内流的结果进一步表明，木质化/木桩化程度低的薄外皮层有利于 NH_4^+和 NO_3^-进入根系。综上所述，本研究认为 ROL 对氮素营养的影响可能与根-土界面氮素转化和转运有关。这些数据的意义将有助于更好地了解红树林的营养和田间分带分布。

9.测试液

NH_4^+：1.0 mM NH_4Cl, pH 5.5

NO_3^- ：1.0 mM KNO_3, pH 5.5

山东农科院孔令安：激素信号在低氮胁迫小麦侧根发生及氮同化中的作用

1．基本信息

期刊：Journal of Plant Growth Regulation
主题：激素信号在低氮胁迫小麦侧根发生及氮同化中的作用
标题：Low-Nitrogen Stress Stimulates Lateral Root Initiation and Nitrogen Assimilation in Wheat: Roles of Phytohormone Signaling
影响因子：2.672
作者：山东农业科学院孔令安、吕雪梅

2．中文摘要（谷歌机翻）

氮缺乏是限制全球农作物生产力的因素之一。作为氮的主要形式，硝酸盐（NO_3^-）和铵盐（NH_4^+）作为信号调节植物的生长。尽管对许多植物对氮胁迫的响应已有大量研究，但尚未完全阐明小麦（*Triticum aestivum* L.）根系适应低氮（特别是低NH_4^+胁迫）的机制。在这项研究中，将小麦幼苗种植在含有5 mM NO_3^-，0.1 mM NO_3^-或0.1 mM NH_4^+的1/2强度Hoagland溶液中，以表征根系对氮缺乏的生理反应。与对照相比，低氮胁迫下根鲜重，侧根数增加。此外，在低氮胁迫下，吲哚-3-乙酸（IAA），细胞分裂素（CKs），赤霉素（GA3）和茉莉酸（JA）的浓度增加，而水杨酸（SA）的浓度降低。在低氮胁迫下，酶联免疫吸附试验（ELISA）和非损伤微测技术（NMT）检测结果表明，H^+-ATPase活性，H^+外排和IAA流入增加，而N流入减少。进一步的研究表明，低NO_3^-胁迫会增加硝酸还原酶和谷氨酰胺合成酶的活性，而低NH_4^+胁迫会增加谷氨酰胺合成酶和谷氨酸合酶的活性和SA浓度；增加H^+-ATPase活性和H^+外排；促进了侧根数的增加，从而促进了氮的吸收面积。此外，低氮胁迫增加了与氮吸收相关的关键酶的活性，促进了蛋白质的生物合成，并最终促进了根的生长。

3．检测离子/分子指标

IAA，H^+，NH_4^+，NO_3^-

4．样品信息

小麦根尖

5.离子/分子流实验处理方法

10 日龄小麦 5 mM NO_3^-（对照），0.1 mM NO_3^-（LN）或 0.1 mM NH_4^+（LA）处理 6 h 和 48 h

6.离子/分子流实验结果

利用 NMT 技术进一步分析了适应低氮条件的小麦细根净流速。在 6 h 和 48 h 处理后（HAT）观察到 IAA 外排，在对照组中，根的 IAA 外排速率保持不变。在两种低氮胁迫下，IAA 在 6 HAT 时内流，而在 48 HAT 时外排（图 1a）。

在 3 种处理中，均观察到 H^+在根系中的外排。在低 NO_3^-和低 NH_4^+胁迫下，与对照相比，H^+沿根部的外排显著增加，且在低 NO_3^-和低 NH_4^+条件下，H^+流速没有明显差异（图 1b）。在 48 h 低氮处理下，根表面的 NO_3^-和 NH_4^+净内流速率与对照相比显著降低，低 NO_3^-处理下 NO_3^-的内流速率明显低于低 NH_4^+处理下 NH_4^+的内流速率。与对照相比，0.1 mM NO_3^-处理下的净内流减少了 92.92%（$P<0.05$），在 0.1 mM NH_4^+处理下减少了 76.12%（$P<0.05$）（图 1c）。

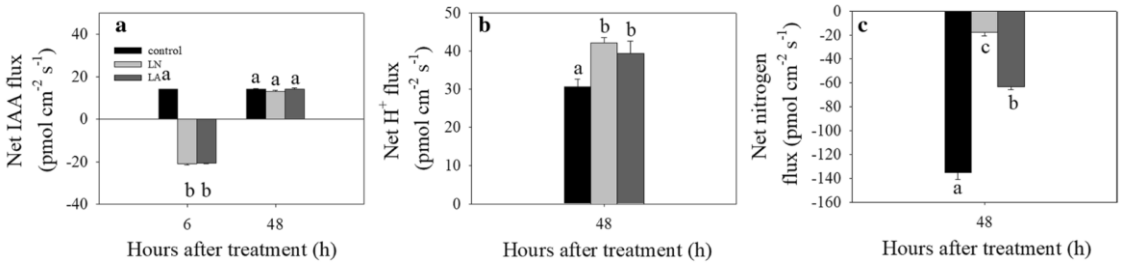

图 1. 低氮胁迫对小麦根系 IAA，H^+和 N 净流速的影响

7. 其他实验结果

- 48 HAT时，低氮胁迫下的根鲜重显著增加。低NO_3^-条件下的根鲜重略高于低$NH4^+$条件下的根鲜重。但在96 HAT时，低氮处理的嫩芽鲜重和根鲜重与对照条件下相似。
- 与对照相比，在低氮胁迫下，48 HAT时比96 HAT时根系构型的参数有更显著的差异。
- 与对照相比，低氮胁迫下侧根数增加。
- 在低氮胁迫下，IAA、CKs、GA3和JA的浓度增加，而SA的浓度降低。
- 与对照相比，在6HAT时，PM H^+-ATPase活性在低NO_3^-条件下显著增加，而在低NH_4^+条件下无显著性差异。在48 HAT时，低氮胁迫下PM H^+-ATPase的活性与对照显著不同。
- 使用抑制剂的3种处理在48 HAT时的根鲜重、总根长、根尖数、根表面积显著降低。抑制剂处理还会显著降低H^+-ATPase活性。
- 在48 HAT时，与对照相比，两种低氮条件下的总氮含量均显著降低，而在0.1 mM NO_3^-中的总氮含量则略低于在0.1 mM NH_4^+中的。
- 低氮胁迫增加了NR、GS、GOGAT的活性。
- 在6 HAT时，低NO_3^-胁迫、低NH_4^+胁迫和对照之间未观察到小麦根蛋白质含量的显著差异。在48 HAT时，与对照相比，低NO_3^-或低NH_4^+处理显著增加了蛋白质含量。

8.结论

低氮胁迫改变了包括 IAA、CKs、GA3、JA 和 SA 的激素水平，并增加了根系 PM H^+-ATPase 活性和 H^+外排。这些变化以及这些激素之间可能发生的串扰可能会刺激侧根的发生和形成，从而增加根氮吸收的总面积。此外，低氮条件通过增加根部 NR、GS 和 GOGAT 的活性来促进 N 同化和蛋白质生物合成，这一过程很可能受到激素信号的调节。因此，氮

素吸收面积的增加和氮素同化活性的提高最终促进了小麦幼苗的根系生长。

9．测试液

IAA（对照）：2.5 mM $Ca(NO_3)_2$, 0.1 mM NH_4Cl, 0.3mM MES, pH 6.0
IAA（LN 和 LA 处理）：0.05 mM $Ca(NO_3)_2$, 0.1 mM NH_4Cl, 0.3 mM MES, pH 6.0
H^+：0.1 mM KCl, 0.1 mM $CaCl_2$, 0.3 mM MES, 0.2 mM Na_2SO_4, pH 6.0
NO_3^-、NH_4^+：0.05 mM $Ca(NO_3)_2$, 0.1 mM NH_4Cl, 0.3 mM MES, pH 6.0

中科院南土所施卫明：水稻高氮素利用效率与根系形态和生理性状的改善有关

1．基本信息

期刊：Journal of Plant Physiology
主题：水稻高氮素利用效率与根系形态和生理性状的改善有关
标题：Higher nitrogen use efficiency （NUE） in hybrid “super rice” links to improved morphological and physiological traits in seedling roots
影响因子：3.013
作者：中科院南京土壤所施卫明、陈梅

2．中文摘要（谷歌机翻）

在中国发展杂交“超级稻”品种已取得了很大进展。了解超级稻的形态根性状和根系吸收氮的机制对于发展其生产中适当的施肥和养分管理实践至关重要。本研究旨在研究杂交超级稻根系中与氮利用效率（NUE）相关的形态和生理特性。分别水培栽培了两个杂交超级稻品种（永优 12 号，YY；嘉优 6 号，JY）和一个常见品种（徐水 134 号，XS），其水肥条件不同，研究了氮素变化对幼苗根系形态和生理特性的影响。结果表明，YY 和 JY 杂种表现出更大的根系，这是由于根尖最大化和根长增加而根直径没有变化所致。超级稻根中的通气组织横截面比例明显更高。超级杂交稻的较大根系有助于较高的氮素积累并提高氮素吸收效率。^{15}N（$^{15}NH_4^+$）标记结果表明 YY 和 JY 吸收铵（NH_4^+）的能力增强，而且 YY 和 JY 更耐高 NH_4^+，并显示出无效的 NH_4^+外排。通过非损伤微测技术（NMT）测得的根部伸长区中的 NH_4^+外排速率显著低于 XS。综上所述，本研究结果表明，更长的根，更多的叶尖，更好的通气组织，更高的氮吸收能力以及从根中减少的 NH_4^+外排与杂交超级稻的更高 NUE 和生长性能有关。

3.检测离子/分子指标

NH_4^+

4.样品信息

水稻根伸长区

5.离子/分子流实验处理方法

32 日龄水稻幼苗，正常氮（2.86 mM NH_4^+）和高氮（15 mM NH_4^+）营养液处理 2 周

6.离子/分子流实验结果

采用 NMT 技术测定了三个水稻品种根系伸长区表面的净 NH_4^+流速。在正常（对照）氮条件下，永优 12 号和嘉优 6 号的根系主要在伸长区表现出 NH_4^+的内流，而徐水 134 号的根系则表现出微弱的外排。永优 12 号和嘉优 6 号根系 NH_4^+净内流速率分别为 138 pmol $cm^{-2}s^{-1}$ 和 116 pmol $cm^{-2}s^{-1}$，徐水 134 号中 NH_4^+净外排速率为 35 pmol $cm^{-2}s^{-1}$（图 1a）。

高 NH_4^+改变了永优 12 号和嘉优 6 号伸长区 $NH4^+$流速的方向，增加了徐水 134 号中 NH_4^+的外排。当施用高浓度 NH_4^+时，永优 12 号和嘉优 6 号的伸长区均检测到了 NH_4^+外排。永优 12 号和嘉优 6 号的 NH_4^+净外排速率分别为 13 pmol $cm^{-2}s^{-1}$ 和 18 pmol $cm^{-2}s^{-1}$，显著低于徐水 134 号观察到的 127pmol $cm^{-2}s^{-1}$（图 1b）。结果表明，杂交超级水稻品种永优 12 号和嘉优 6 号根对 NH_4^+的吸收显著增强，吸收效率更高。

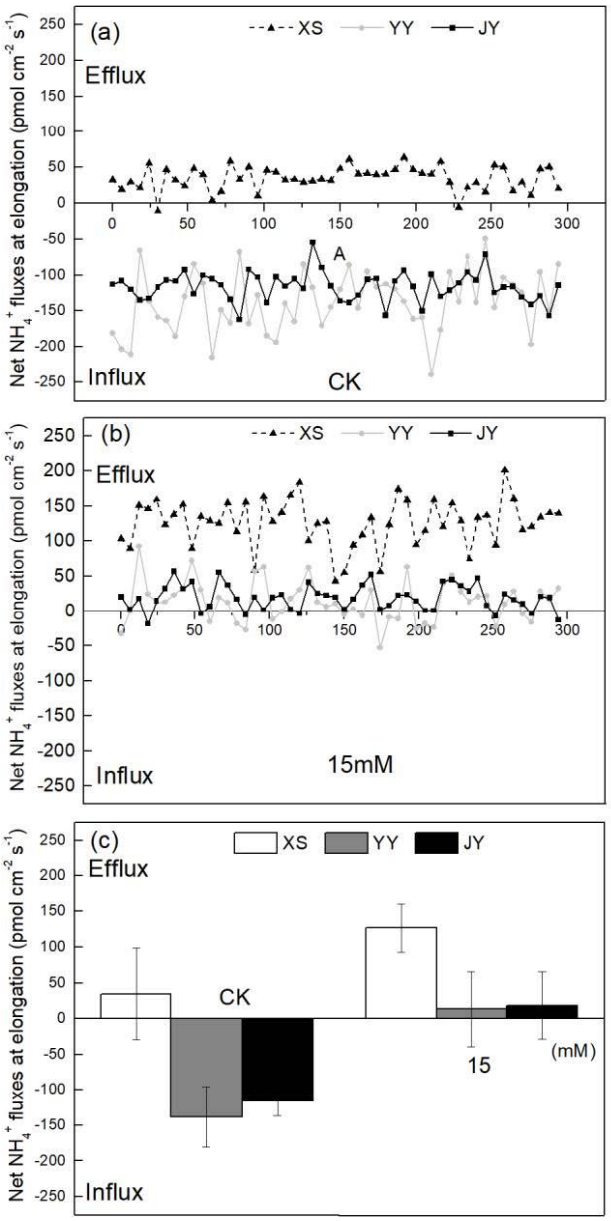

图 1. XS、YY 和 JY 水稻品种在伸长区提供正常 N 和高氮下的净 NH_4^+流速和 NH_4^+流速的平均值

7.其它实验结果

- 超级水稻品种永优12号和嘉优6号在低氮条件下根系生长比普通品种徐水134号好。

- 改良的根系有助于嫩芽更好的生长和更高的氮积累。
- 超级稻品种永优12号和嘉优6号的通气组织比例显著高于徐水134号。
- 杂交水稻品种永优12号和嘉优6号对NH_4^+毒性的阈值较高。
- 永优12号和嘉优6号的根具有较高的NH_4^+吸收能力，但徐水134号中的根转运系统对NH_4^+的亲和力较高。

8.结论

本研究对与 NUE 相关的杂交超级水稻根系形态和生理特性进行了研究。结果表明，杂交超级稻品种永优 12 号和嘉优 6 号的根系较大，表现为根尖数多和根系较长，但根系直径没有变大。杂交超级水稻根系中通气组织的比例也明显较高。在低氮和中等氮条件下，杂交超级水稻品种较高的 NUE 主要归因于更大的根系，更发达的通气组织和较高的氮吸收能力。在高氮条件下，杂交超级水稻品种通过调节根部伸长区中无效的 NH_4^+循环来维持根系生长，从而提高 NUE。在选育氮高效水稻品种时考虑这些根系性状，这些发现对指导田间施肥和养分管理实践，进而指导超级稻的生长和产量表现有一定的帮助。

9.测试液

0.5 mM NH_4Cl, pH 5.5

EP 都韶婷：石墨烯基材料的植物毒性与其抑制硝酸盐吸收相关

1.基本信息

期刊：Environmental Pollution
标题：Graphene oxide exposure suppresses nitrate uptake by roots of wheat seedlings
影响因子：6.792
作者：浙江工商大学都韶婷、翁轶能

2.中文摘要

尽管有大量研究报告了基于石墨烯材料的植物毒性，但这些材料对植物吸收养分的影响仍不清楚。本研究表明，在200~800 mg L^{-1}的条件下，用氧化石墨烯（graphene oxide，GO）处理小麦植株根部的硝酸盐浓度明显下降。NMT数据表明，GO能显著抑制小麦根分生区、伸长区和成熟区的NO_3^-净内流。此外还观察到根尖发白、皱褶、氧化应激和呼吸作用减弱等现象。这些观察结果表明，GO对植物根系的生长非常不利，会抑制了根系吸收面积的增加。在分子水平上，GO处理造成DNA损伤，抑制了小麦根部大多数硝酸盐运输体（NRTs）的表达，其中下调最明显的基因是*NRT1.3*、*NRT1.5*、*NRT2.1*、*NRT2.3*、和*NRT2.4*。本研究得出的结论是，GO处理减少了根系吸收面积和根系活性，并降低了NRTs的表达，这可能因此抑制了NO_3^-吸收率，导致逆境植物中硝酸盐的有害积累（adverse nitrate accumulation）。

3.检测离子/分子指标

NO_3^-

4.样品信息

小麦

5.离子/分子流实验处理方法

培养 3 d 的小麦苗在 0、400mg L^{-1} 氧化石墨烯处理 3 d

6.离子/分子流实验结果

由于400 mg L^{-1} GO足以引起小麦中NO_3^--N浓度的显著下降，因此选择这一处理水平，利用NMT研究GO对根部NO_3^-内流的影响。无论GO处理浓度如何，所选的3个根区（分生区、伸长区和成熟区）的NO_3^-内流速率均为负值，表明NO_3^-被根部吸收。此外，与对照组相比，GO处理使根系分生区、伸长区和成熟区的NO_3^-的内流速率分别显著下降10%、16%和7%（图

1）。因此，GO处理可以抑制根部对硝酸盐的吸收，最大的抑制作用发生在伸长区。

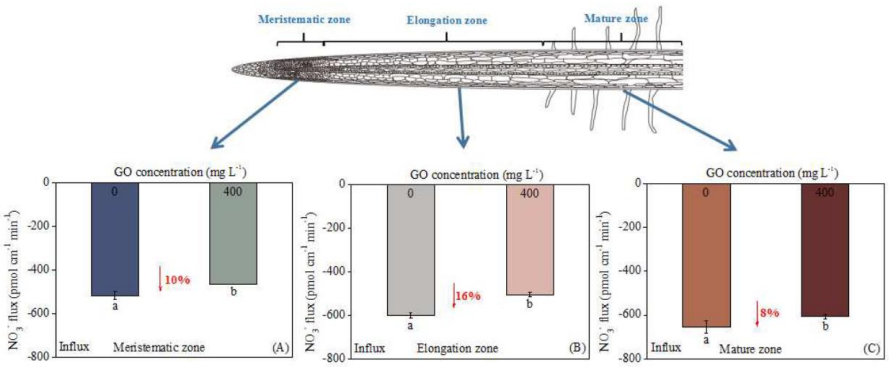

图1. GO对小麦根部NO_3^-净流量的影响

7.测试液

6 mM KNO_3, 2 mM $CaNO_3$, 0.1 μM $MgSO_4$, 0.1 mM $NH_4H_2PO_4$