

PCE中国农科院作物所、阿德莱德大学：GmSALT3通过两种不同机制诱导植物排Na⁺排Cl⁻响应盐胁迫

基本信息

主题：GmSALT3通过两种不同机制诱导植物排Na⁺排Cl⁻响应盐胁迫

期刊：Plant Cell and Environment

影响因子：6.362

研究使用平台：NMT植物耐盐创新平台

标题：Soybean CHX-type ion transport protein GmSALT3 confers leaf Na⁺ exclusion via a root derived mechanism, and Cl⁻ exclusion via a shoot derived process

第一作者：中国农科院作物所关荣霞，阿德莱德大学Yue Qu

通讯作者：中国农科院作物所邱丽娟，阿德莱德大学Stefanie Wege、Matthew Gilliam

检测离子/分子指标

K⁺、Na⁺、Cl⁻

检测样品

爪蟾卵母细胞

中文摘要

大豆 (*Glycine max*) 产量受包括土壤盐渍化在内的多种胁迫影响。GmSALT3 (一种阳离子-质子交换蛋白) 可通过调节地上部Na⁺和Cl⁻外流来提高大豆耐盐性，然而，定位于ER的GmSALT3如何实现这一功能还不清楚。本研究分别利用异源系统和包含一个全长*GmSALT3* (NIL-T；耐盐)、一个截短转录本*Gmsalt3* (NIL-S；盐敏感) 的近等基因系，对GmSALT3的功能进行研究。在异源系统中，GmSALT3能够恢复大肠杆菌的K⁺吸收缺陷，促进爪蟾卵母细胞中Na⁺、K⁺和Cl⁻的内流和积累，而*Gmsalt3*

却没有以上功能。对NILs的时程分析证实，地上部分 Cl^- 外排与 Na^+ 外排截然不同。嫁接实验表明，地上部分的 Na^+ 外排是通过基于根木质部的机制发生的；与此相反，NIL-T植株的茎木质部和韧皮部汁液中的 Cl^- 含量均显著高于NIL-S植株，表明地上部分 Cl^- 的外排可能基于新的韧皮部的 Cl^- 再循环机制。嫁接于NIL-S砧木上的NIL-T接穗 Cl^- 含量较低，证实了 Cl^- 再循环依赖于地上部分的GmSALT3。总之，这些发现为GmSALT3影响植物耐盐性提供了新的见解，揭示植物地上部 Cl^- 外排的新机制。

离子/分子流实验处理

爪蟾卵母细胞在ND96 (96 mM NaCl, 1 mM KCl, 1 mM MgCl_2 , 5 mM HEPES, pH 7.5) 中孵育72 h

离子/分子流实验结果

研究使用非损伤微测技术 (MIFE) 测定卵母细胞质膜的净离子流速，结果表明，注射 GmSALT3 的卵母细胞与注射 H_2O 的卵母细胞相比， Na^+ 、 K^+ 和 Cl^- 的外排减少 (图1)。

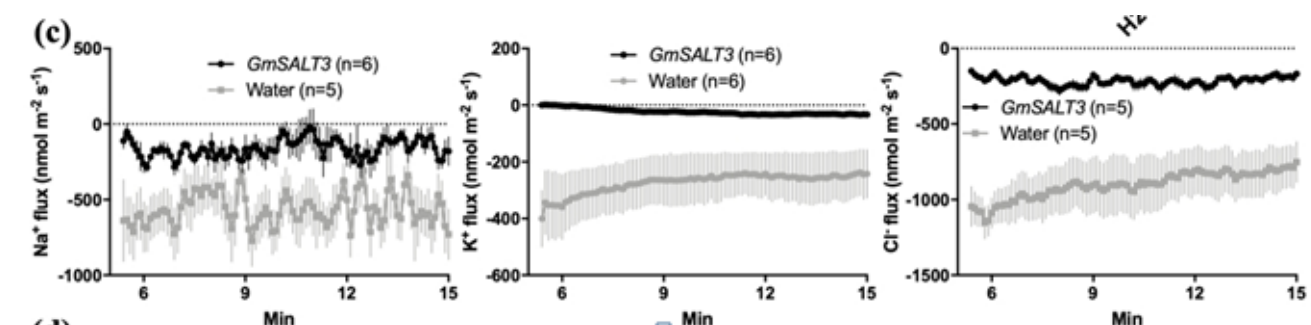


图1. 爪蟾卵母细胞质膜的 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 吸收速率。正值表示吸收，负值表示外排。

其他实验结果

- 表达GmSALT3全长使大肠杆菌中 K^+ 含量增加，GmSALT3-YFP、

*GmSALT3**TM10*、*AtKAT1*和*AtCHX20*的表达也增加。

- *GmSALT3*-YFP在卵母细胞中定位到PM。
- 双电极电压钳电生理学显示，在ND96培养基中培养时，注入 *GmSALT3* 的卵母细胞的静息膜电位与注入H₂O的卵母细胞相比更正，但没有发现一致的电流差异，这表明通过*GmSALT3*的运输可能是电中性的。
- 与注射H₂O的卵母细胞相比，注射 *GmSALT3*的卵母细胞含有更多的K⁺、Na⁺和Cl⁻。
- *GmSALT3*会影响K⁺、Na⁺和Cl⁻在卵母细胞中跨PM的运输。
- 使用100 mM NaCl处理发现，NIL-S地上部分、茎和叶中的Cl⁻、K⁺含量更高，K⁺/Na⁺比却降低了，NIL-T叶片中的K⁺/Na⁺比在胁迫第3 d后才明显升高。
- 盐处理10 d后，NIL-T的根、茎、叶干重明显增加。
- 100 mM NaCl处理4 d后发现，Na⁺、Cl⁻在NIL-S的所有气生组织中积累得更多。
- 在根部（主根和侧根），NIL-T比NIL-S积累的Cl⁻多。
- 100 mM NaCl处理4 d后，检测大豆茎韧皮部和木质部汁液中的离子浓度。与NIL-T相比，NIL-S的木质部汁液中的Na⁺浓度明显更高。与叶片的数据相反，NIL-S的木质部和韧皮部汁液中的Cl⁻浓度比NIL-T低。
- 对交互嫁接和自嫁接（self-grafted，对照）的植株进行100 mM NaCl处理8 d，结果发现在NIL-S砧木上嫁接NIL-T接穗，叶片Cl⁻含量比自嫁接NIL-S低。相反，当NIL-S接穗嫁接到NIL-T砧木上时，叶片中Cl⁻含量与自嫁接NIL-S相比差异不显著。与自接NIL-T植株相比，自接NIL-S植株的Cl⁻含量要高得多。
- TEM（透射电子显微镜）成像观察NIL-T和NIL-S韧皮部的超微结构，发现盐处理后的NIL-T和NIL-S在根系韧皮部细胞中的形态没有差异，表明缺乏全长 *GmSALT3* 不会破坏亚细胞形态，离子流速的变化更可能是*GmSALT3*诱导排盐的直接原因。

结论

综上所述，本工作对*GmSALT3*在植物体内和异源系统中的耐盐机制提供了进一步的认识。研究认为，在NIL-T中，全长 *GmSALT3*通过限制Na⁺在木质部的装载介导Na⁺和Cl⁻从地上部分排出，而Cl⁻

则通

过韧皮部

从地上部分重新转

移回根。这是第一次发现一种蛋白质

能促进植物韧皮部的Cl⁻

再循环，并使植物具有更好的耐盐性。本研究的数据还表明，GmSALT3是一个具有运输能力的内膜定位蛋白，但还不能说明GmSALT3通过不同细胞类型来改变不同转运过程的确切的细胞机制，这需要进一步研究。利用NIL-T和NIL-S植物进行RNA测序，可能有助于研究GmSALT3是否通过影响转录而赋予大豆耐盐性，以及在盐胁迫条件下，NIL-T和NIL-S的根部有哪些独特的途径和基因可能发生明显变化。

测试液

5 mM NaCl, 0.2 mM KCl, 0.2 mM CaCl₂, 5 mM HEPES, pH 7.5

文献链接：<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pce.13947>

感谢本文一作，中国农科院作物所关荣霞研究员校稿

(唯一的)问答 ID: #1281

作者: xuyuenmt

更新时间：2022-07-05 10:00