



# 植物基因组学国家重点实验室

State Key Laboratory of Plant Genomics (SKLPG)  
Institute of Genetics and Developmental Biology, Institute of Microbiology  
Chinese Academy of Sciences

当前位置：首页 > 科研进展

## ■ 谢旗研究团队发现作物主效耐碱基因可大幅提高盐碱地作物产量

浏览量：39

随着人口的快速增加、人均可用耕地和淡水资源的日益减少，到2050年全球农作物产量需要翻倍才能满足人类粮食的需求。据联合国粮农组织的调查数据显示，目前全球有超过10亿公顷的盐渍化土壤因盐碱程度过高而不能被有效利用，且不合理的施肥灌溉将会进一步加剧盐碱地面积的扩张，土壤盐渍化问题已经成为世界性难题。因此，通过培育耐盐碱农作物，提高盐渍化土地产能，是解决未来人类粮食安全和农业发展的重要途径。盐渍化土地分为中性pH的盐地（富含氯化钠和硫酸钠）和高pH的苏打盐碱地（富含碳酸钠和碳酸氢钠，约占60%）。目前我们对于植物耐盐性有较深入认识，但是对植物耐碱胁迫环境的认识严重不足。

高粱作为世界第五大作物，起源于非洲，是世界上最早被栽培的农作物之一。高粱具有很强的耐盐碱、耐干旱和耐土壤贫瘠的能力，迄今为止仍然是世界干旱和半干旱地区的主要粮食来源。高粱属禾本科，基因组小且种质资源丰富，因此可被作为理想的挖掘耐盐碱基因资源的模式作物。

中国科学院遗传与发育生物学研究所植物基因组学国家重点实验室谢旗团队利用高粱资源群体，通过全基因组关联分析首先定位克隆到一个与高粱耐碱性显著相关的主效位点，命名为AT1，其编码一个异源三聚体G蛋白 $\gamma$ 亚基（G $\gamma$ ），与水稻的粒形调控基因GS3同源。单倍型分析发现AT1基因内存在一个发生移码突变的自然变异与耐盐碱性状变异呈极显著相关。构建高粱AT1过表达、基因编辑和近等基因系等遗传材料并进行耐盐碱表型分析，发现AT1在高粱碱胁迫的响应过程中起负调控作用。同时，发现AT1/GS3负调控碱胁迫耐受性的作用在其它禾本科作物包括水稻、玉米、小麦和谷子中都是高度保守的。

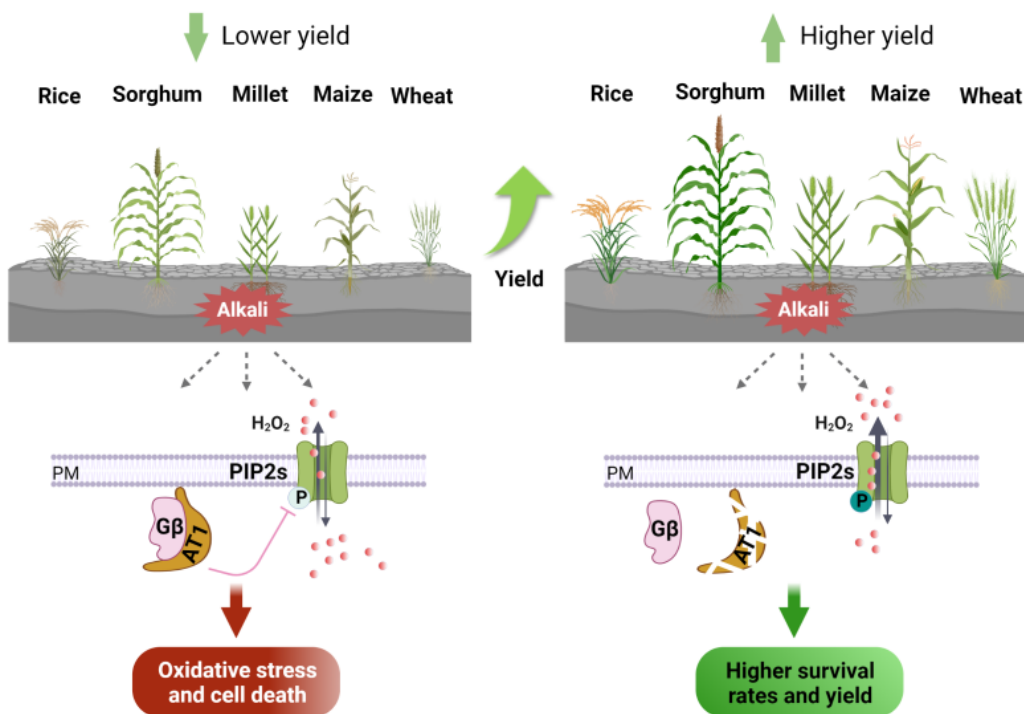
为揭示AT1调控植物碱胁迫响应的分子机制，利用免疫共沉淀联合LC-MS蛋白质组的方法鉴定到AT1的互作水通道蛋白SbPIP2;1/2;2和SbPIP1;3/1;4，并证实AT1与它们在植物体内体外均存在相互作用。利用pH不敏感的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>特异性荧光探针Cyto-roGFP2-Orp1进行实验，发现在盐碱胁迫环境下，PIP2;1促进过氧化氢（H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）外排以减轻碱胁迫对细胞带来损伤，AT1/GS3通过抑制PIP2;1蛋白的磷酸化水平影响细胞中活性氧水平。因此，在碱胁迫条件下，AT1可能通过减弱PIP2;1的磷酸化来调节植物细胞中的ROS稳态，植物进而表现出碱敏感的表现型；改造该基因则可缓解此毒害，赋予植物高耐盐碱性（图1）。

为进一步检验AT1基因的改造对作物在耐盐碱地上产量的影响，在吉林大安和宁夏平罗盐碱地进行了大田实验，发现基于耐盐碱等位基因AT1/GS3改良的水稻、玉米、高粱和谷子均有效提高了约20-30%的产量和生物量。因此，未来将该基因用于分子设计耐盐碱作物的育种遗传改良中，将为解决全球粮食安全危机和高效利用盐碱地做出贡献。

相关研究由中科院遗传发育所谢旗团队领衔，与中国农业大学、华中农业大学、中科院生物物理研究所、北京大学现代农业研究院、山东大学、宁夏大学、中科院东北地理所、扬州大学等9家科研单位协同攻关完成，研究成果于2023年3月24日分别发表

在*Science* (DOI: 10.1126/science.ade8416) 和*National Science Review* (DOI: 10.1093/nsr/nwad075) 杂志上。该研究得到国家自然科学基金委、中国科学院重点战略重点项目、宁夏农业育种专项和中国科学院青年创新促进会等项目的资助。

该工作从高粱起步扩展到主要粮食作物中是实验室植物耐逆方向上的一直坚持。另外在过去几年利用高粱解析了作物中多个科学问题，如鸟挑食的科学机制 (Mol. Plant, 2019a) 和作物种子包壳的进化机制 (Nat. Commun., 2022)；甜高粱和边际土地可持续利用 (Mol. Plant, 2019b) 和第一个基因编辑创制的香高粱 (JIPB, 2022) 及6个国审品种在全国推广超过50万亩等工作在基础理论到应用方面得到验证。



图：G $\gamma$ 亚基编码基因AT1介导植物对碱胁迫的响应机制



© 2008-2019 中科院遗传发育所植物基因组学国家重点实验室 版权所有 京ICP备09063187号

通讯地址: 北京市朝阳区北辰西路1号院2号,植物基因组学国家重点实验室

邮编: 100101 邮件: plantgenomics@genetics.ac.cn, 电话: 010-64806711