
E3连接酶在玉米逆境适应与养分利用中起核心作用

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38538.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

E3连接酶在玉米逆境适应与养分利用中起核心作用。2月26日，中国农业大学植物抗逆高效全国重点实验室教授杨淑华和施怡婷团队在《自然》发表研究论文。该研究系统揭示了玉米中关键E3泛素连接酶NLA在低温响应与磷吸收调控中的核心枢纽作用，阐明了其在协调逆境适应与养分利用中的关键分子机制。

研究进一步结合人工智能辅助的蛋白设计与基因编辑技术，实现了NLA蛋白功能的定向优化与精准重塑，成功解耦了作物耐寒性与磷吸收的负相关，创制出兼具强耐寒性和高磷利用效率的新型玉米种质，有效提升了低温胁迫下的产量表现。

这一成果标志着我国在作物复杂性状协同调控机制解析与智能设计育种领域取得重大进展，为在气候变化背景下实现粮食稳产增产与资源高效利用提供了坚实的理论支撑。

春播生产中频发的倒春寒常导致玉米出苗缓慢、幼苗生长受阻，甚至引发显著减产。磷是植物能量代谢、信号转导和细胞分裂不可或缺的关键营养元素。在低温条件下，土壤中磷的有效性下降，根系活性减弱，磷吸收效率显著降低，进而引发生理性缺磷。因此，在寒冷环境下，作物往往同时面临抗寒压力和养分不足的双重挑战。这种内在拮抗成为遗传改良中的关键瓶颈，严重制约产量稳定与资源利用效率的提升。

围绕这一关键问题，研究团队系统筛选玉米SPX家族成员，最终锁定关键调控因子NLA，并证实SPX家族蛋白在植物低温响应中扮演着全新角色。研究发现，NLA如同一个分流阀门，整合调控茉莉酸（JA）信号通路与磷酸盐转运过程。在低温条件下，NLA蛋白在体内积累，激活JA介导的低温信号转导通路，从而提高玉米耐冷性；同时，NLA识别并泛素化降解磷转运蛋白PT4，抑制根系对磷的吸收。

这一发现揭示，NLA作为分子枢纽，在增强耐冷性的同时限制磷吸收，其双向调控机制在分子层面解释了低温环境下耐冷性与磷吸收效率相互制约的内在原因，为破解性状权衡提供了关键突破口。

为打破这一经典性状权衡，研究团队结合AlphaFold3结构预测与分子对接分析，精准定位SPX结构域中负责感知InsPs的关键区域，并利用CRISPR/Cas9技术在NLA基因中删除12个碱基，构建新变体NLA₁₂。该变体既能维持根系磷吸收能力，又能维持甚至增强茉莉酸介导的耐冷信号通路。

通过这一基于结构信息的精准设计，研究团队成功实现保留抗寒、解除限磷的功能解耦，在分子

层面破解了长期存在的性状权衡难题，体现了人工智能辅助蛋白设计与精准编辑技术在复杂性状改良中的巨大潜力。

研究团队在吉林公主岭、河北涿州和海南三亚开展多点田间试验。结果显示，在高纬度、易发生低温胁迫的公主岭试验点，新材料表现出显著的产量优势。在低温逆境下，改良材料籽粒产量较对照提高约10%-15%，展现出良好的稳产增产潜力。

该研究为复杂环境下作物性状的系统重构提供了可复制的技术路径，也为人工智能赋能精准育种向机制驱动方向发展提供了重要实践范例。

杨淑华和施怡婷为论文共同通讯作者，博士研究生廖欢为第一作者。研究得到生物育种重大专项、国家重点研发计划、国家自然科学基金以及拼多多—中国农业大学研究基金等项目资助。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41586-026-10142-1>

作者：杨淑华等 来源：《自然》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发