
花期冷害有解了，科学家找到“按需抗冷”基因

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40107.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！

花期冷害有解了，科学家找到“按需抗冷”基因。倒春寒寒露风早霜冻等突发低温来袭时，正值花期的作物往往因花粉败育而大幅减产，全球农业每年因此蒙受数十亿美元损失。如今，我国科学家经过8年攻关，率先找到了作物在花期主动应对冷害的杀手铜机制。



苹果花。图片来自：Pixabay

北京时间6月3日，中国科学院遗传与发育生物学研究所许操研究员领衔的智能育种攻关团队联合中国农业大学宋文教授团队，首次发现作物生育期低温感知的小肽信号，破解作物花期按需抗冷分子机制，打破传统育种高产与耐冷难以兼顾的困境，为应对气候变化造成的农业灾害提供了新的基础理论指导和育种改良基因资源，相关研究发表于《自然》。

研究切中时需的紧迫农业生产问题及其背后的科学问题，贯通了‘基础机制—育种改良—大田验证’的创新路径，是作物抗冷减损领域的重大突破。该刊编辑和国际审稿人评论说。

直面冷害

随着全球气候变化，冷害已经成为限制农作物产量与地理分布的主要非生物胁迫之一。剧烈的温度波动与不可预测的冷害正在以更高频率发生，使作物花期和幼果期正好暴露在低温攻击窗口内，短短几天的花期低温即可造成花粉败育、无法结实，已成为农作物稳产高产的核心瓶颈。

统计显示，冷害导致全球农业年均减产20%至60%之间，每年造成的直接经济损失高达数十亿美元。这一灾害广泛影响我国东北水稻主产区、南方双季晚稻产区、北方冬麦区的主粮生产，并导致苹果、梨、桃、樱桃、杏、李、芒果、猕猴桃等主栽果树平均减产幅度在20%-50%，年均直接经济损失50亿-150亿元。仅2024年，我国农作物受灾面积就高达1400万亩，直接经济损失达256.2亿元，威胁我国粮食安全和农业可持续发展。

花期冷害难以防范，传统上主要依靠灌水、熏烟、覆盖等被动防御措施，成本高、见效弱。通过剪枝、追肥等灾后补救手段，就像‘亡羊补牢’，收效甚微。论文通讯作者许操对《中国科学报》说。

许操表示，从本质上讲，全球农业生产仍缺乏抗冷的主动手段。由于作物花期低温机理研究薄弱、核心抗冷基因匮乏，加之传统耐冷育种依赖种质杂交，育种周期长达8至10年，且筛选出的抗性基因常会让作物在常温下持续激活耐冷机制，空耗能量，形成高产耐冷不可兼得的行业困局，始终缺乏根本性解决方案。

隐秘英雄

为了避开冷害育种的三大难——花期花粉取样难、田间环境模拟难、功能性基因筛选难，许操带领团队跳出传统研究思路，通过一套组合拳建立了高效取样分析方法。他们将一年多次开花的番茄作为模式植物，通过实验室模拟与农业真实生境交替筛选验证，并综合运用传感技术、多维组学、基因编辑和人工智能等技术手段，经过8年持续攻关，终于找到了目标——长期被忽视的小肽基因RGF。

论文第一作者、许操团队博士后陈树栋向《中国科学报》介绍，该基因编码一个仅含有13个氨基酸残基的短肽，它平时几乎不表达，在正常温度下对作物的生长发育没有可见影响；一旦遭遇低温，即在花粉发育关键期就会瞬时激活，大量表达，实现按需抗冷，完美规避能量空耗。

这种‘平时深藏不露，冷害挺身而出’的独特表达模式，也是它被长期忽视的重要原因。陈树栋说。因为这一特点，《自然》同期配发的研究简报称其为‘隐秘英雄’肽护庄稼于骤寒。

研究团队还厘清了 this 基因开关的完整信号通路：这套小肽-受体-离子通道构成的RGF低温信号轴，低温诱导RGF小肽分泌后，被细胞膜受体识别并形成复合体，激活离子通道、触发钙信号，精准调控花药绒毡层程序性死亡进程，保障花粉正常发育，从根源上避免低温引发的花粉败育，实现了按需抗逆、精准防御。

这套防御机制解释了植物在面临不可预测的短期冷害时，如何通过‘环境智能感应’实现精准高效的局部防御。许操说。



番茄花朵。图片来自：Pixabay

育种杀手锏

这一按需抗冷机制在田间试验中增产效果显著。研究团队发现，在平均夜间温度仅12℃的生产大棚中，没有这一基因的普通番茄品种坐果率会大幅降至28.7%，产量损失严重。而上调RGF表达可挽回52.2%的冷害产量损失，坐果率能维持在51%左右，果实产量较对照组提高了80%-96%。

不止如此，还展现出的跨物种高效普适性。研究表明，在当前商业化主栽高产水稻品种中，上调同源基因OsRGF10表达，可在冷害下挽回约18%的产量损失，且常温下株高、千粒重等关键农艺性状无任何负面影响，确保了顺境不减产，冷害能稳产。由于其在作物中高度保守，这一分子模块还适用于玉米、小麦、大豆等多种主要农作物。陈树栋说。

这是一项令人振奋的创新性突破。《自然》一位国际审稿人高度评价说。

研究者将这一新机制称为针对冷害难题的杀手锏，认为它有助于为应对气候变化下的粮食安全和气候韧性农业提供中国方案。它为拓展作物种植区域，开发新粮仓提供了新的理论依据和育种新路径。许操说。研究表明，气候变暖将推动小麦等作物的适宜种植区向高纬度地区显著扩张，在气温升高2℃的情景下，全球适宜种植小麦的总面积可净扩张15.0%。通过培育早花和生育期低温韧性作物，仅我国东北、内蒙古等地就可释放3000万亩左右的产粮新耕地。（来源：中国科学报冯丽妃）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10603-7>

作者：许操等 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](http://www.iikx.com)转发