中国科学家发现新型生物农药分子

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/31958.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！

中国科学家发现新型生物农药分子。近日，北京大学化学与分子工程学院、北大-清华生命联合中心雷晓光教授团队与中国科学院遗传发育所、崖州湾国家实验室周俭民研究员团队合作，首次揭示了一类植物内源存在的天然产物分子——芥酸酰胺，其具有独特的作用机制和广谱抗菌活性。研究表明，芥酸酰胺通过特异性破坏植物病原细菌的三型分泌系统（T3SS）的组装，有效抑制其致病力，从而实现对多种细菌侵染的广谱抑制作用。2025年2月28日，该研究成果以A widespread plant defense compound disarms bacterial type III injectisome assembly为题，发表在Science期刊上。

研究团队发现的这一机制体现了不战而屈人之兵的创新抗菌策略，与传统抗生素药物相比具有显著优势：芥酸酰胺不直接杀灭细菌，而是选择性地降低病原菌的致病力。这种独特的作用模式不仅确保了更高的生物安全性，还显著减少了对环境的污染风险，同时有效规避了细菌耐药性的产生。这一重大科学发现为新型生物农药的研发开辟了全新路径，对推动绿色农业可持续发展具有重要的理论和实践意义。该研究不仅深化了人们对植物天然防御机制的理解，也为解决全球农业面临的病原菌抗药性问题提供了创新思路，标志着我国在植物免疫与绿色农药研究领域取得了重要突破。

中国科学院遗传与发育生物学研究所已毕业研究生缪佩、北京大学已毕业研究生王海军及中国科学院遗传与发育生物学研究所副研究员王伟为论文的共同第一作者，北京大学雷晓光教授和中国科学院遗传与发育生物学研究所/崖州湾国家实验室周俭民研究员为共同通讯作者。北京大学王继纵研究团队、上海交通大学姚玉峰教授团队等也参与了这项工作。

植物细菌性病害是农业生产和生态平衡的重大威胁之一。这类病害由病原细菌侵染植物组织引发，可导致叶斑、枯萎、腐烂等多种症状，严重时甚至造成农作物大面积减产乃至绝收。这不仅直接威胁全球粮食安全，还会引发一系列连锁反应，包括经济损失、生态环境破坏等深远影响。

目前，植物细菌性病害的防控工作面临严峻挑战：其一，病原菌耐药性的快速进化使得传统农药的防治效果显著下降；其二，致病菌的持续变异对新型农药研发提出了更高的技术要求，现有防治体系的有效性正面临前所未有的考验。在此背景下，深入研究植物自身的抗病机制及其化学防御策略，对于开发环境友好型新型农药、构建可持续的病害防控体系具有重要的理论和实践意义。这一研究方向不仅有助于降低细菌性病害的危害程度，更为农业生产的绿色转型提供了新的突破口。

围绕发现具有独特作用机制的植物内源抗病天然产物这一关键科学问题，自2015年起，北大雷晓光团队与中国科学院遗传发育所/崖州湾国家实验室的周俭民团队展开了深入的合作研究。这一

跨学科合作充分发挥了双方的优势：雷晓光团队在活性天然产物的发现、合成及靶标鉴定等化学生物学研究领域具有深厚积累，而周俭民团队则在植物天然免疫机制研究方面拥有丰富的经验。基于这一强强联合，合作团队于2020年在Cell Host Microbe期刊上发表了突破性研究成果，首次揭示了植物通过产生异硫氰酸酯类天然产物分子Sulforaphane（SFN）特异性抑制植物病原菌III型分泌系统的分子机制。这一重要发现为后续研究奠定了坚实基础。在此基础上，合作团队持续深耕植物抗病天然产物领域，成功鉴定出一类具有全新作用机制的抗病天然产物，为植物免疫研究开辟了新的方向。

在该项突破性研究中，合作团队通过系统的分离、纯化和鉴定，发现了一种全新的植物抗病化合物——芥酸酰胺。与传统的植物抗病化合物相比，芥酸酰胺具有显著的特征：它不仅广泛存在于水稻、大豆等多种重要农作物中，而且能够在植物免疫激活后大量积累，展现出对多种病原细菌的广谱抗性。尤为重要的是，芥酸酰胺的作用机制突破了传统认知：不同于一般植物抗病化合物通过直接杀灭或抑制微生物生长的抗病方式，芥酸酰胺采用了一种更为精巧的策略——特异性解除病原细菌的武器系统。

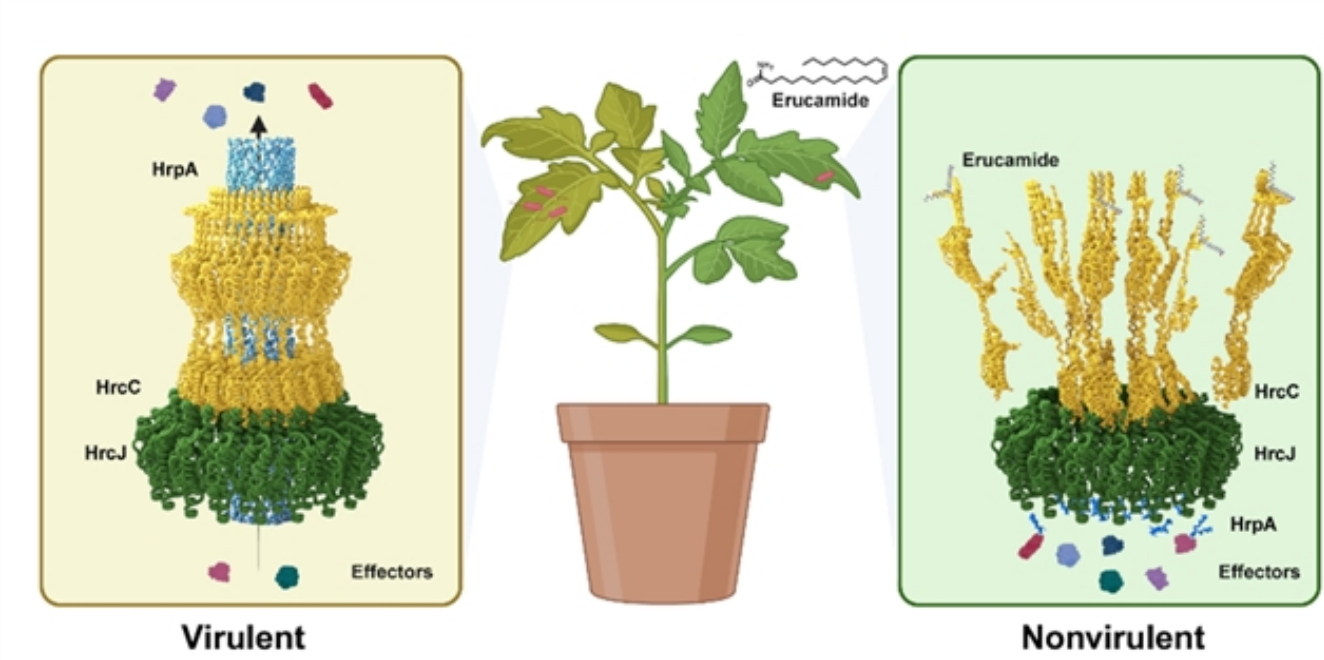


图1：芥酸酰胺通过抑制细菌三型分泌系统组装而产生广谱抗菌活性的工作模型。

研究发现，芥酸酰胺能够靶向破坏病原细菌的关键致病装置——三型分泌系统（Type III secretion system, T3SS）。T3SS是许多动植物病原细菌用于向宿主细胞分泌毒性效应蛋白的核心装置，对细菌致病性至关重要。通过遗传学实验，研究团队证实芥酸酰胺的积累是植物实现对病原细菌免疫的关键机制。进一步的研究揭示，芥酸酰胺与T3SS的重要组分HrcC蛋白特异性结合，干扰其在病原细菌外膜上的正确定位，从而有效抑制T3SS的组装，使病原细菌失去致病能力。

为深入解析芥酸酰胺的作用机制，研究团队综合运用了多种先进技术手段：通过合成大量芥酸酰胺衍生物并进行系统活性分析，确定了抗病活性分子的关键化学结构；结合化学蛋白质组学、生化实验、蛋白结构预测、分子对接及分子动力学模拟等方法，阐明了芥酸酰胺与HrcC蛋白的相互作用机制。值得注意的是，芥酸酰胺对水稻白叶枯病、番茄青枯病等多种重要作物细菌性病害均表现出显著的保护效果，显示出广阔的农业应用前景。

这项研究不仅突破了领域内对植物抗性代谢物作用机制的传统认知，更为开发环境友好型生物农药和开展作物抗病分子育种提供了重要的理论基础和技术支撑，对推动绿色农业发展具有重要的科学意义和应用价值。

该工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目和北京分子科学国家研究中心、北大-清华生命科学联合中心等机构的资助。（来源：科学网）

相关论文信息：https://www.science.org/doi/10.1126/science.ads0377

作者：雷晓光等 来源：《科学》

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转发