
一箭双雕：抗“癌”又稳产的小麦有戏了

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19253.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！

一箭双雕：抗“癌”又稳产的小麦有戏了。



小麦抗条锈病鉴定圃，左为感病小麦，右为编辑小麦。西北农林科技大学供图



自然条件下小麦感染条锈菌 西北农林科技大学供图

条锈病被称为小麦的癌症，新中国成立以来先后发生过8次大流行，防治后仍累计损失小麦138亿公斤。我国农业农村部将条锈病列为一类农作物病害。

7月14日，《细胞》在线发表了西北农林科技大学植物免疫团队历经18年的研究成果。该团队首次发现了小麦中协助条锈菌感染的真凶——感病基因，并利用基因编辑技术使得小麦不易遭受条锈菌的侵染，同时保持小麦产量不降低，开辟了抗病小麦育种的新思路和新途径。

升级打怪：抗病基因后劲不足

小麦是全世界种植最广泛的禾谷类作物之一，为全球超过25亿人口提供主食，是最重要的粮食作物。然而，病虫害常造成小麦产量重大损失，严重威胁着粮食安全。

论文通讯作者、中国工程院院士康振生告诉《中国科学报》，作为一种靠空气传播的真菌病害，小麦条锈病是小麦头号重大生物灾害，在全世界小麦种植区均有发生。我国一直是发病最重的区域，一般年份会导致10%~30%的产量损失，严重时甚至绝产。

1950年，小麦条锈病在我国大流行，造成的产量损失占当年小麦总产的41.37%。因而，小麦条锈病有效防控对保障我国粮食安全具有重要的战略意义。

培育和种植抗病品种是防控条锈病最为安全经济有效的措施。康振生说。传统上主要利用抗病基因来培育品种，抗病基因介导的抗性强，但容易被病菌克服，导致病害频繁流行成灾。

上世纪50年代以来，我国小麦主栽品种利用Yr1、Yr9、Yr26等抗病基因，打败了一轮又一轮的病菌围攻，为保障我国小麦安全生产做出了巨大贡献。

但随着病菌的升级换代，病害防控亦越来越被动，能够用来打怪的抗病基因数量在减少。

论文通讯作者、西北农林科技大学教授王晓杰告诉《中国科学报》，因为小麦品种在生产上大规模推广3~5年后，病菌变异产生的新毒性菌系常常能够破防品种的抗性，导致病害频繁流行成灾。

而传统方法培育一个抗病品种，至少要花费10年左右的时间。品种抗性丧失年限明显快于品种培育年限，因而，用来有效应对小麦条锈病的品种越来越少，抗病资源也日益匮乏。王晓杰说。

如何突破这一困境？除了抗病基因之外，还有与病原菌密切相关的感病基因。于是科学家将目光投向了感病基因。

感病基因是病原菌侵染并致病所必须的寄主基因。相较于抗病基因，由感病基因突变所介导的抗性常具持久性与广谱特性。

修饰编辑感病基因是作物抗性改良的重要新途径。康振生说，但感病基因的多效性带来的负面作用限制了其应用，如感病基因突变可导致其本身生理功能的丧失，影响植物的生长发育、产量等性状。找到能被利用的感病基因一直是植物病理学和作物抗病育种中的重点和难点。

接力科研：掀开感病基因神秘面纱

原来，小麦条锈菌为活体营养寄生真菌，侵染时通过吸器从寄主细胞汲取营养，同时向寄主小麦分泌毒性效应子，效应子通过操纵寄主感病基因或其它途径，实现对寄主小麦的侵染致病。

论文共同第一作者、西北农林科技大学博士后王宁说：感病基因是病原菌成功侵染、定殖和繁殖所必需的，解析感病基因的作用机制，为深入了解条锈菌的侵染致病本质，开发病害防控策略提供科学依据。

该团队长期从事小麦条锈病可持续控制应用与基础研究。由于小麦条锈菌不能人工培养，无法进行遗传转化，该团队就从小麦与条锈菌互作入手，以期找到小麦条锈菌关键致病因子和感病基因。

这一场长达18年的与病菌的赛跑就从王晓杰做博士论文开始。

2004年，王晓杰在康振生的指导下开始研究小麦与条锈菌互作的分子机理。

2007年，他在做条锈菌侵染小麦后的基因表达实验期间，找到了一个在小麦中从未见过的基因，并将其命名为TaPsiPK1。他发现，将该基因沉默，可降低小麦条锈病的感病性；而过表达该基因则增强小麦对条锈菌的感病性，介导小麦感染条锈病。

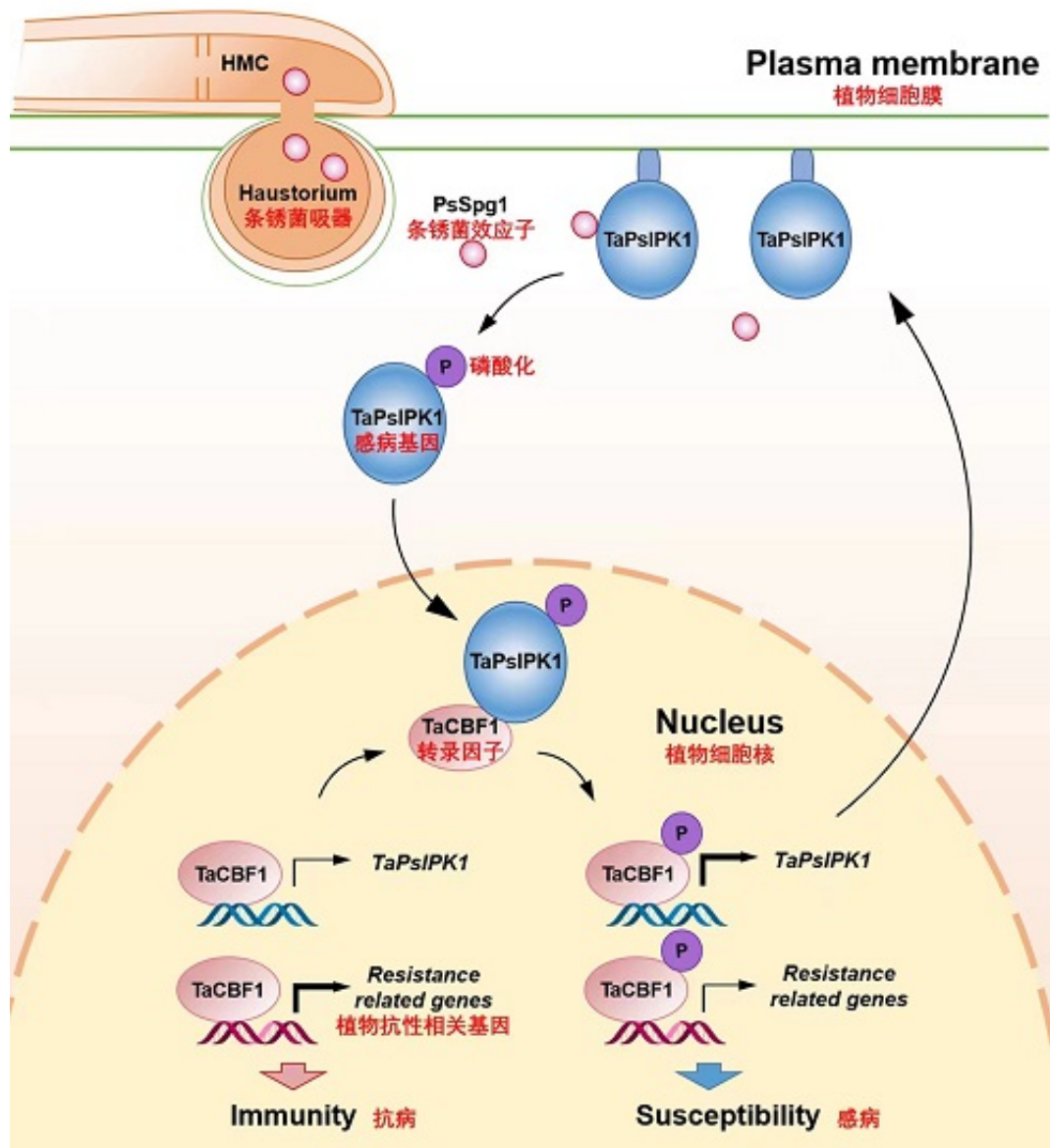
但碍于当年的技术水平和硬件设施的限制，博士期间的王晓杰始终没揭开这段基因的神秘面纱。不过，他坚信这段基因背后有着一个重要的秘密。这个谜团始终萦绕在王晓杰心中。

转眼11年过去，当年的博士已是博导。王宁成为王晓杰的开门弟子。

王晓杰第一时间把那段让他一直惦念的基因拿出来，作为礼物送给开门弟子，期待她能揭开潘多拉魔盒的秘密，厘清这段基因和小麦条锈病之间扑朔迷离的关系。

设计实验方案、研究实验可行性、推敲每个实验环节……尽管困难重重，但团队成员凭借着不轻言放弃的毅力，走上了这条充满未知的探索之路。

最终，该团队挖掘出全球首个被病菌毒性蛋白利用的小麦感病基因TaPsIPK1——编码胞质类受体蛋白激酶。



感病基因的工作模式图 西北农林科技大学供图

论文共同第一作者、西北农林科技大学副研究员汤春蕾介绍，感病基因*TaPsiIPK1*负调控小麦的基础免疫，能够被条锈菌分泌的毒性蛋白劫持，从细胞质膜释放进入细胞核，在细胞核操纵转录因子，抑制抗性相关基因的转录，增强感病基因的转录水平，放大感病基因介导的感病效应，促进小麦感病。

保障稳产：实现种源自主可控

鉴定了全球首个小麦条锈病感病基因，团队成员们都很兴奋。他们期望验证其在小麦中应用潜力。

论文共同第一作者、西北农林科技大学博士生樊昕介绍，他们利用基因编辑技术精准敲除了该感病基因，破坏了毒性蛋白和感病基因的识别和互作。

令人振奋的是，该小麦编辑品系实现了对我国条锈菌3个主要流行小种的持久广谱抗性，并兼抗小麦叶锈病。田间实验证明，该小麦编辑品系还可维持包括千粒重、株高、分蘖数等主要农艺性状，即保持产量稳定。

2020年~2021年，陕西省条锈病大流行，田间种植的小麦条锈病感病基因编辑品系表现出高抗条锈病的特性。

小麦编辑品系在保持作物主要性状品质的前提下，展现出了高抗条锈病的特点，具有很好的应用潜力。这是可用于小麦抗病改良的感病基因。王晓杰说。

康振生指出，小麦感病基因的发现是植物与病原菌互作领域的重大突破，标志着我国在该领域迈出了一大步。该成果打破了目前小麦主要利用抗病基因育种的传统思路，丰富了抗病育种可利用的基因类型，开辟了小麦生物育种新途径，为我国现代生物育种和病害绿色防控提供了科技支撑。

中国工程院院士陈剑平评价说，该团队通过破坏病菌效应子与小麦感病基因的互作，创制了具有广谱持久抗性的小麦材料，在田间展示了巨大的应用前景。这项研究工作兼具理论突破性与生产应用价值，是植物病理学与作物抗病育种领域标志性的成果。

种业正在迈入以生物技术、信息技术、工程技术等多学科高度交叉、高度融合的新阶段，逐步成为新一代技术革命的关键领域，优异种质与基因资源是种业创新的关键，谁先获得了作物基因资源，破解基因的功能，谁就拥有了种业的话语权和主导地位。中国工程院院士许为钢说，西北农

林科技大学植物免疫研究团队在小麦感病基因鉴定与利用方面的原创性重大成果，是实现种源自主可控，提升种业原始自主创新能力的跨越性突破，开启了我国种业自主创新的新篇章。（来源：中国科学报 李晨 杨远远）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.06.027>

作者：康振生等 来源：《细胞》

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