
中外团队揭示被子植物受精过程关键机制

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/8859.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！

中外团队揭示被子植物受精过程关键机制。



刚刚授粉的拟南芥花，摘掉了镜头前面的萼片和花瓣。段巧红供图

被子植物的受精过程是种子形成的关键环节。防止多个精细胞与卵细胞结合，即多精受精，对于维持后代基因组的稳定是非常重要的一件事。

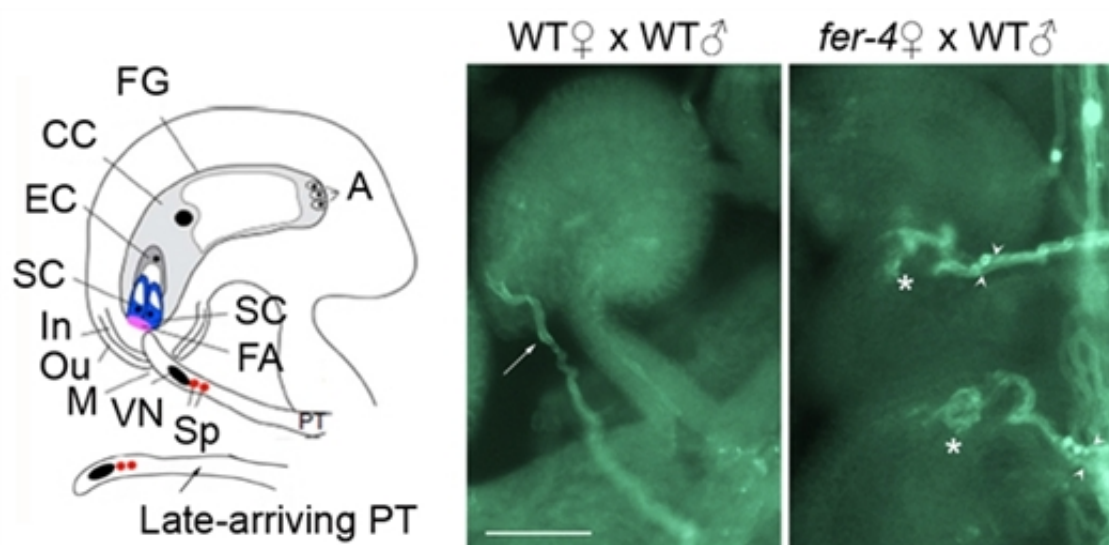
3月19日，《自然》在线发表了山东农业大学与美国马萨诸塞大学阿默斯特分校共同完成的最新成果。经过多年努力，他们发现了被子植物阻止多个花粉管进入胚珠的分子机制。

论文第一作者、山东农业大学园艺科学与工程学院教授段巧红告诉《中国科学报》，扮演这一重要角色的就是拟南芥FERONIA受体激酶。它在花粉管与胚珠相互作用中具有双重调控机制：既负责调控花粉管进入胚珠后破裂从而释放精细胞的机制；也负责阻止别的花粉管进入已经名花有主的胚珠。

明星受体备受关注

在长期进化过程中，开花植物进化出了花管粉受精现象，就是通过花粉管把不能运动的精子传递到胚珠中卵细胞。中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员杨维才告诉《中国科学报》：这一进化结果使得受精不再依赖于水环境的存在，所以对开花植物适应陆生环境至关重要。同时，花管粉受精具有种属特异性（生殖隔离）和花粉管与雌配子体的一对一的关系。也就是说一个雌配子体只允许一根花粉管进入。

北京大学生命科学学院教授瞿礼嘉告诉《中国科学报》，在被子植物中，由于精细胞已经没有鞭毛作动力系统，因而只能像货物一样由花粉管被动运输至雌配子体中进行受精。花粉管受到胚珠分泌的多种吸引物质的吸引，精准导向进入雌配子体中。



FERONIA缺失突变体胚珠不能阻止多个花粉管进入。段巧红供图

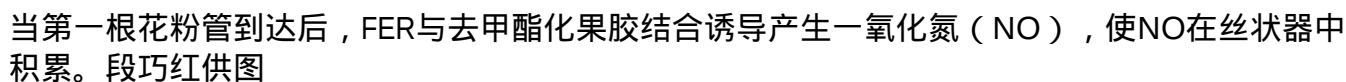
在自然状态下的传粉过程，花粉通常是过量的，因此进入雌蕊中的花粉管数目总是大大超过胚珠的数目。瞿礼嘉说，尽管如此，正常情况下，花粉管总是可以成功绕开已经被占位的胚珠，而去找尚未占位的胚珠。

这种有意思的现象不仅使植物避免了多花粉管受精，而且也保证了生殖效率和种子产量的最大化，因此对农业生产意义重大。瞿礼嘉说。

在过去几十年间，科学家们对植物避免多精受精现象的机制进行了诸多研究，也提出了多种假设

FERONIA（以下简称FER）这个蛋白激酶在植物体内的很多器官都会大量表达，它影响了很多重要的生物学过程，包括植物生长发育、响应生物及非生物胁迫、有性生殖等。可以说它就像一个‘明星受体’。段巧红告诉《中国科学报》，他们很早之前就开始研究FER。

JIM5 NO staining

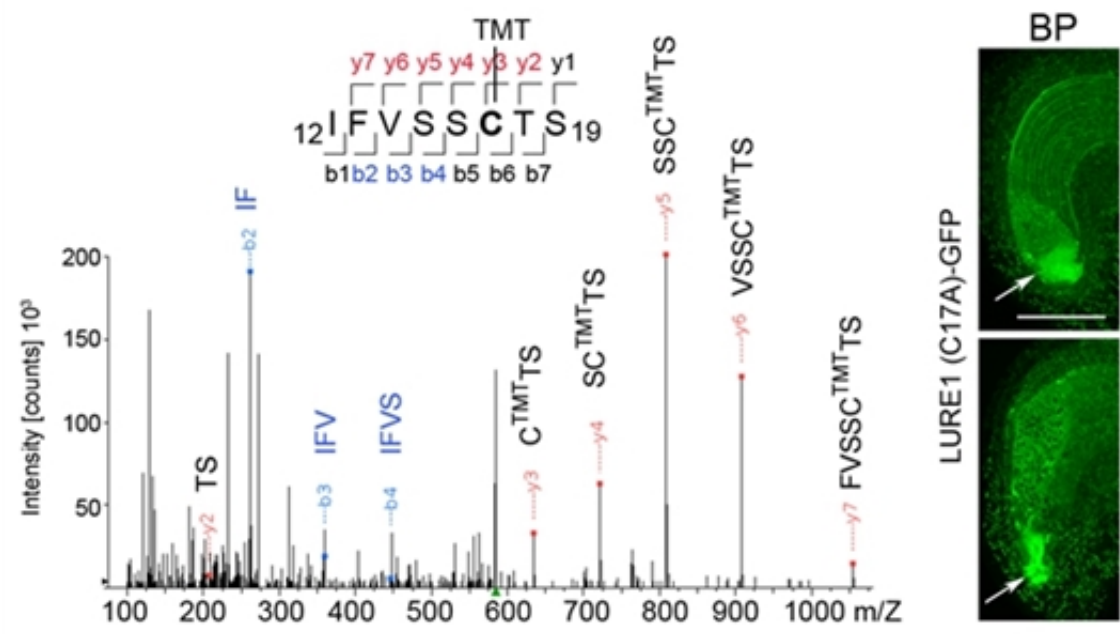


当受体蛋白FERONIA缺失时，花粉管可以被吸引到达雌配子体并持续生长，但并不破裂释放其携带的精子，同时伴随多根花粉管进入同一雌配子体的情况。这说明FERONIA对于精子的及时释放和阻止多余花粉管的进入是很重要的，但其机制并不清楚。杨维才说。

花粉落在雌蕊的柱头上后，就开始生长出花粉管。花粉管是一个顶端生长的单细胞管状结构，它

在雌蕊中向着胚珠中的卵细胞不断生长，精细胞随之被不断的向前运送。

花粉管进入胚珠之前一直在细胞壁之间前进，不会进入细胞内部。一直到它抵达了胚珠的雌配子体，这里有一个叫做丝状器的结构，就是两个助细胞共同组成的细胞膜与细胞壁的交界处，是FERONIA蛋白大量表达的部位，也是吸引花粉管进入胚珠的LURE蛋白大量表达的部位。丝状器就是这些事件发生的地点。我们的研究就在这里。段巧红说。



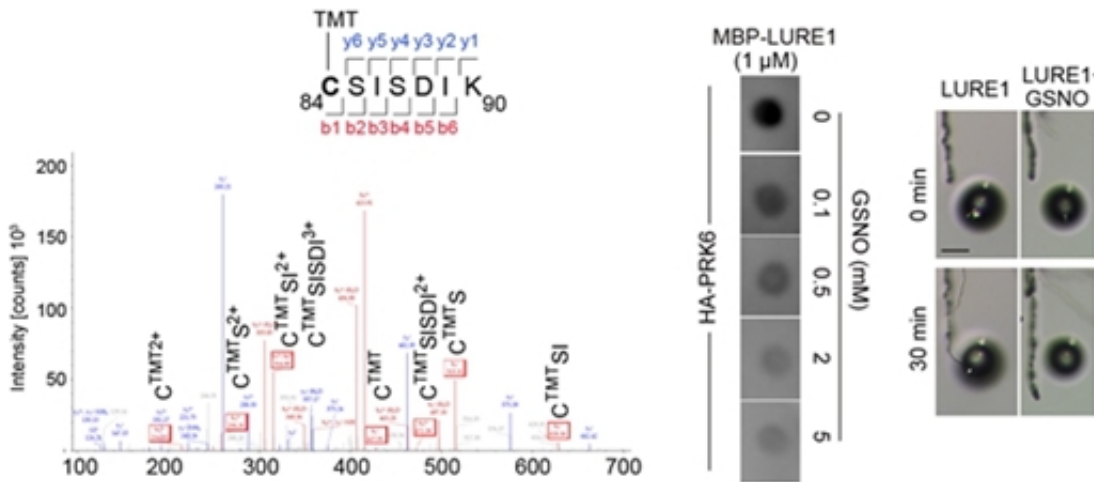
一氧化氮对诱饵蛋白进行亚硝基化修饰以阻止诱饵蛋白的分泌。段巧红供图

只要胚珠没有接受花粉管，胚珠就会通过丝状器持续分泌诱导蛋白LURE，可以坚持2-3天。段巧红说，一旦花粉管穿过细胞壁进入胚珠，一系列连锁反应就会被激活。

首先发生变化的是丝状器上的低甲酯化果胶质。受体激酶FER调控低甲酯化果胶质，使其变成多个小分子。这些小分子进一步诱导一氧化氮在丝状器的积累。

此前研究表明，一氧化氮有亚硝基化作用。我们在这个研究中发现，一氧化氮的确对诱导蛋白LURE进行亚硝基化修饰，而且作用在两个位点上。段巧红说，对这两个位点的修饰，一方面阻止了LURE的继续分泌，另一方面使LURE失去诱导花粉管的活性，其他花粉管因此不能进入这个名花有主的胚珠。

神奇的是，植物在这个机制中‘选择’了一氧化氮，而气体能够快速扩散。一氧化氮有可能到达那些已经分泌到远端的LURE，使得整个机制能够迅速发挥作用。段巧红说，当远端的诱导蛋白LURE失活以后，迟到的花粉管就会及时转向别的尚未被占位的胚珠。



一氧化氮对诱饵蛋白进行亚硝基化修饰以阻止诱饵蛋白对花粉管的吸引。段巧红供图

在FER缺失的突变体胚珠中，丝状器部位的低甲酯化果胶质和一氧化氮含量都显著低于野生型胚珠，证实了上述机制。体外实验也证明，用低甲酯化果胶质处理胚珠，能够刺激一氧化氮产生。

这些发现说明，当第一根花粉管到达时改变了胚珠状态，解除对花粉管的吸引并阻止后来的花粉管进入，避免多精受精现象。该研究揭示了FERONIA调控多精现象的一种新机制。杨维才说。

离远缘杂交更近一步

在植物有性生殖的过程中，雌雄双方的信号交流具有很强的时空特异性，因此给研究调控有性生殖过程的分子机制带来很大的困难。瞿礼嘉说，这项工作跨越十年时间，精准地区分了花粉管导向、避免多精受精和受精补偿等多个不同但有联系、功能重叠的生物学过程，将明星受体FER与细胞壁组分果胶、花粉管吸引信号转导以及气体分子一氧化氮等多个因素联系在一起，在分子水平上揭示了被子植物中一个全新的防止多花粉管受精的调控网络，大大加深了人们对植物有性生殖过程中细胞—细胞间相互交流的理解，是植物生殖生物学研究领域的重大突破。

论文通讯作者、美国马萨诸塞州立大学阿默斯特分校教授Alice Y. Cheung表示，此项研究在分子与生化水平上揭示了胚珠如何协调花粉管破裂与防止多个花粉管进入胚珠这两个不同而又紧密相连的生物学过程，为进一步研究被子植物受精过程的调控机制提供了重要启示。

该发现揭示了开花植物精子释放和避免多根花粉管进入的分子机制，丰富和完善了人类对花管粉受精现象的认识。杨维才说。

植物在进化过程中会形成物种间生殖隔离机制，即一种植物的花粉，即使生长出了花粉管，也很难准确进入另一种植物的胚珠。对于拟南芥的胚珠来说，与它同属十字花科的近亲荠菜的花粉管就难以准确定向进入。

而一些野生植物中可能含有优良性状基因，如抗旱、耐盐等。科学家一直想通过远缘杂交打破植物种、属间的隔离，将这些性状引入到作物中去，获得新的作物品种。导致杂交障碍的主要原因

之一就是雌雄配子体的有效识别。

有了这项成果，我们又离远缘杂交的实现更近了一步。段巧红说。不过，未来，对于植物受精过程的研究，尚有一些科学问题待解决。这包括诱导蛋白LURE的降解机制是什么？除了FER受体调控的机制让LURE不再吸引迟到的花粉管，还有没有其他机制阻止甚至排斥迟到的花粉管？

我相信，整个受精过程还有很多问题尚待解决。段巧红说。（来源：中国科学报 李晨 王静）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2106-2>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：Alice Y. Cheung 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