
520来了！如何防止有情人终成“兄妹”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13964.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！

520来了！如何防止有情人终成“兄妹”。超过60%的被子植物自交不亲和，即近亲不能婚配。雌蕊能够分辨出一颗落在柱头上的花粉是不是自家人，那么随后，雌蕊启动了怎样的响应机制阻止自家花粉受精呢？

5月19日,《当代生物学》在线发表了山东农业大学园艺科学与工程学院教授段巧红团队的最新成果,他们以十字花科大白菜为研究对象,从自花花粉与异花花粉引起柱头不同的生理变化入手,发现自花授粉特异性升高柱头活性氧,而异花授粉导致柱头活性氧降低,且证实了活性氧是维持大白菜自交不亲和的必需因素,解析了植物抑制自花花粉以防止近亲婚配的分子机制。

活性氧是抑制因子

之前研究发现,自花花粉的识别依赖于花粉中SP11/SCR配体与柱头乳突细胞细胞膜上的SRK受体特异性结合,从而引发乳突细胞内部发生一系列反应,并最终阻止自花花粉的水合、萌发与生长。

十字花科柱头是干柱头,花粉的萌发依赖于柱头乳突细胞运送的水分和营养分子,而柱头识别出自花花粉后,会阻止这些亲和因子的运送,因此不能支持自花花粉的萌发和生长。论文通讯作者段巧红告诉《中国科学报》,十字花科是否存在柱头对自花花粉的抑制因子及其分子机制,此前还不清楚。

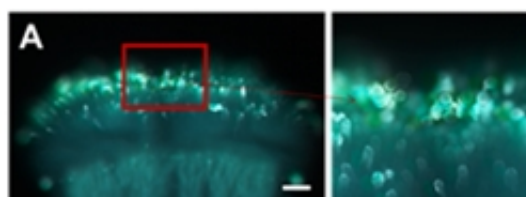
经研究,我们发现柱头活性氧就是花粉的抑制因子。柱头活性氧在自花授粉后特异性迅速升高,抑制了花粉在柱头的萌发。段巧红说。

为什么柱头活性氧在自花授粉后特异性升高?

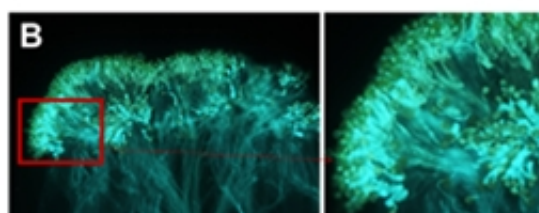
段巧红说,从分子和遗传水平上解析活性氧调控大白菜自交不亲和的分子机制实属不易。因为大白菜属于AA基因组,遗传转化非常困难。

研究团队首次利用反义寡核苷酸处理大白菜柱头,特异性抑制相关基因的表达,从而使大白菜丧失自交不亲和性,自花花粉得以生长。

自交不亲和系,
自交



自交不亲和系,
喷施活性氧
清除剂, 自交



大白菜自交不亲和系喷施活性氧清除剂后可以自交结籽 山东农大供图

利用上述巧妙的实验设计，团队发现，柱头活性氧是由NADPH氧化酶这个基因家族的活性氧合成酶（呼吸爆发氧化酶Rboh）合成的，且活性氧在自花授粉后1分钟内就显著升高，说明其活性氧合成酶的酶活性被自花花粉迅速激活。

该团队进而发现，活性氧合成酶受到上游调控因子Rac/ROP小G蛋白及细胞表面受体激酶FERONIA的调控。抑制该信号通路则阻止自花授粉引起的柱头活性氧升高，使柱头不再抑制自花花粉的萌发和生长。

段巧红说，这表明FERONIA-Rac/ROP-Rboh这个信号通路模块在调控大白菜自交不亲和过程中发挥着不可或缺的作用。

FRONIA-ROP-RBOH介导的柱头ROS积累调控大白菜自交不亲和的机理 山东农大供图

北京师范大学教授任海云告诉《中国科学报》，很多被子植物柱头积累高浓度的活性氧，但是关于活性氧是否调控十字花科植物的自交不亲和，至今还没有确切的结论。段巧红团队的这项成果，明确揭示了柱头活性氧对十字花科植物大白菜自交不亲和的正调控作用，及自花花粉通过FERONIA这个受体激酶信号通路，激活柱头乳突细胞产生活性氧，从而抑制自花花粉的萌发与生长。

这是一个非常有趣和重要的发现，为花粉与柱头相互作用这一研究领域开辟了一个新的方向。任海云说，期待下一步的研究能够回答自花花粉如何激活FERONIA信号通路，以及花粉与柱头互作的诸多未知问题。

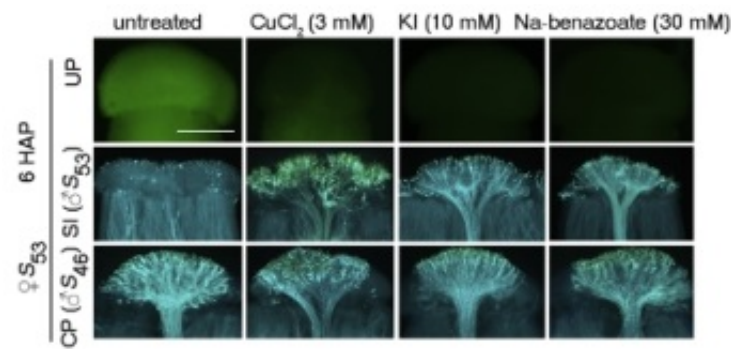
自交不亲和调控有利育种

近亲婚配引起隐性有害基因的纯合，导致后代生活力衰退。段巧红介绍，高等植物在长期进化中，形成了自交不亲和这种有利于异花授粉，从而保持种群内个体高度杂合性的生殖机制。

段巧红说，雌雄两性机能正常，但同株花粉或姊妹株花粉的生长会特异性受到雌蕊的抑制，防止其趁近水楼台之便先完成受精，这就为通过风或昆虫等媒介所授的异花花粉创造了受精机会。

自交不亲和这种有趣且非常有用的现象，在超过60%的被子植物中都存在，涉及320多个科、3000多种植物，其中以十字花科植物最为普遍。

段巧红介绍，在植物，特别是在十字花科蔬菜作物育种中，可利用这种特性选育遗传上稳定的自交不亲和系，从而不用去雄就能生产杂交种子，以利用杂种优势。



活性氧抑制剂处理打破大白菜自交不亲和 山东农大供图

国家大宗蔬菜产业技术体系大白菜遗传改良岗位科学家张凤兰在接受《中国科学报》采访时说，我国从上世纪70年代中期开始大白菜杂种优势的利用研究，选育自交不亲和系生产大白菜杂交种，育成了上千个品种并在生产中推广应用。

为了维持大白菜的亲本，必须克服其自交不亲和性，才能自交繁种，一般采用人工剥蕾自交授粉或者喷施食盐水克服自交不亲和这两种方法，但是，前者费时费力、人工成本高，后者存在个别不亲和系结籽少和繁种地块土壤盐渍化的问题。

另外，自交不亲和性特别强的品种作为亲本有利于防止假杂种的产生，提高生产杂交种的纯度；但同时强自交不亲和系亲本繁殖困难，限制其作为杂交亲本应用，导致自交不亲和性比较强的优异种质资源不能得到有效利用。（下转第2版）因此，寻找克服大白菜自交不亲和的有效方法在十字花科蔬菜作物育种中至关重要。张凤兰说，段巧红团队的这项研究成果及相关自交不亲和系繁殖技术，有望显著提高自交不亲和系亲本的扩繁效率，对十字花科蔬菜作物杂交育种及种质资源创新具有重要意义。

开发新的繁种技术

段巧红团队发现，甘蓝、萝卜与大白菜一样，自交也导致柱头活性氧的升高，降低柱头活性氧则丧失自交不亲和能力。这表明通过活性氧抑制自花花粉这种自交不亲和调控机制，在包括大白菜、甘蓝、萝卜等蔬菜作物与油菜等油料作物的十字花科植物中是非常保守的。

我们检测了结球大白菜、不结球白菜、羽衣甘蓝、萝卜等，都是自花授粉后柱头活性氧升高。用活性氧合成酶抑制剂DPI抑制柱头活性氧的产生，柱头则丧失自交不亲和，不能再阻止自花花粉萌发。这说明自花花粉引起柱头活性氧升高，并最终抑制自花花粉萌发这一机制，在十字花科植物中比较普遍。段巧红说，以大白菜为对象研究十字花科蔬菜作物的自交不亲和调控机理，不仅是一个重要的科学问题，也具有育种上的实践意义。

段巧红团队已经开发出新的繁种技术，即通过喷施活性氧清除剂，降低柱头活性氧含量，打破自交不亲和，促进自交结籽。目前已经获得两项国家发明专利，正在进行大田实验以应用到育种实践中。（来源：中国科学报李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.04.060>

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：段巧红等 来源：《当代生物学》

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](https://www.iikx.com)转发