打破远缘生殖隔离：作物育种实现“ 择偶 ”自由

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21695.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！

打破远缘生殖隔离：作物育种实现“ 择偶 ”自由。



。

蜜蜂传粉。山东农大供图

一只辛勤的蜜蜂在花间采蜜，它的身上沾满了花粉。当它停留在一朵大白菜花上时，同种自花花粉、同种异花花粉，甚至远缘物种花粉都可能掉落在柱头上。

植物如何从不同来源的花粉中找到适合自己的?它们如何拒绝自己的花粉，避免近亲结婚?又如何隔离远缘物种的花粉，维持自身的遗传稳定性?植物究竟如何择偶?

长期以来，这些都是困扰科学家的难题。北京时间1月26日，《自然》(Nature)在线发表了山东农业大学教授段巧红领衔的蔬菜生殖机理与育种应用团队的研究成果，回答了上述问题。

该研究揭示了大白菜等十字花科蔬菜通过调控柱头活性氧水平以维持种间生殖隔离的分子机理，并研发了打破远缘杂交生殖隔离的育种技术，成功获得了大白菜的种间、属间远缘杂交胚，开辟了远缘杂交育种的新思路和新途径。

《自然》杂志审稿人认为，该论文阐述了该领域内原创性的研究成果，是系统认知十字花科植物受精机制的重要进展，会促进相关领域的大量讨论和进一步研究。

育种瓶颈难题悬而未决

自然界中，一个生物群体能否称其为一个物种，很大程度上取决于它们能否与其它群体交配，即是否具有生殖隔离。生殖隔离的存在使得物种能保证遗传物质代代相传，实现物种的繁衍生息。

与此同时，一些植物还进化出自交不亲和的机制，防止由于近亲繁殖而失去后代的多样性，造成近交衰退而影响种群的延续。

十字花科植物就是这样一类有着复杂的择偶方式的植物。论文通讯作者段巧红向《中国科学报》解释，雌蕊的柱头是阻止花粉进入的第一道屏障。一方面，柱头抑制自花花粉、促进异花花粉生长，以利用杂种优势;另一方面，柱头抑制远缘花粉以保持物种遗传稳定性。

自然界中广泛存在的‘远缘杂交单向不亲和’的现象也令人不解。段巧红说，所谓的远缘杂交单向不亲和是指，自交不亲和植物的雌蕊会抑制那些来自自交亲和植物的花粉，而自交亲和植物的雌蕊却允许自交不亲和植物的花粉在其柱头上生长。

此外，柱头如何通过自交不亲和抑制同种自花花粉?自交不亲和植物的柱头如何抑制远缘花粉?自交亲和植物的柱头既然允许远缘花粉生长，又如何避免与其他物种混杂?这些问题不仅是植物研究中长期悬而未决的基础性问题，也在农业生产实践中困扰着育种家。

在农业生产过程中，人工选择加速了育种进程，新的品种被不断培育出来。然而，一些作物在倾向于产量和品质的长期育种过程中，往往丢失了抗病性等优良性状。

育种家为了找回丢失的优良性状而借助于远缘杂交育种途径。远缘杂交是不同种、属或亲缘关系更远的物种之间的杂交，其目的是取长补短，选育最优秀的后代。

但生殖隔离却是远缘杂交育种的瓶颈难题，很大程度上限制了远缘物种中优异基因资源的开发利用。

段巧红介绍，大白菜等十字花科植物大多具有自交不亲和性，是典型的异花授粉作物。据不完全统计，大白菜是我国北方冬贮数量最大的蔬菜，全年播种面积约2700万亩，约占全国蔬菜总播种面积的14.4%。自交不亲和育种以及远缘杂交育种是十字花科蔬菜非常重要的育种技术。

传统远缘杂交育种主要通过广泛测交来选择杂交亲本，但这种方式费工、费力并且杂交效率极低甚至为零。由于生殖隔离阻止远缘受精，很多时候无法获得远缘杂交胚，后续再多的胚胎挽救工作也无济于事。段巧红说，要解决自交不亲和育种及远缘杂交育种领域的瓶颈难题，充分利用远缘物种的优良基因资源，前提是对其调控机制的系统解析。

打破远缘杂交育种障碍

如何突破上述困境?

该团队前期发现，大白菜可以通过激活柱头产生活性氧来抑制自花花粉在柱头上的生长。自花花粉不能向下生长出花粉管，自然就无法抵达子房进行授精。

于是，他们以远缘杂交生殖隔离与自交不亲和都表现为柱头对花粉的抑制，以及远缘杂交单向不亲和，这两个现象为出发点，开展了系列研究。

论文第一作者、山东农业大学副教授黄家保介绍，在前人发现自交不亲和反应是依靠柱头SRK受体识别进而抑制自花花粉的基础上，他们发现甘蓝、欧洲山芥等远缘花粉也能通过大白菜柱头SRK受体，激活下游FERONIA受体激酶信号通路，升高柱头活性氧而抑制远缘花粉。

而自交亲和植物则有另外一种机制抑制远缘花粉。原来，自交亲和植物的柱头缺乏有功能的SRK受体，远缘花粉可以穿过柱头。但由于种内花粉比远缘花粉更快更有效地降低柱头活性氧对花粉的抑制作用，在与远缘物种花粉的竞争中胜出，从而维持了生殖隔离，即同种花粉优先的现象。

令人振奋的是，我们研发了清除柱头活性氧以打破十字花科蔬菜远缘杂交障碍的育种技术，成功获得了大白菜的种间、属间杂交胚，为后续创制突破性新种质奠定了坚实基础。段巧红说，该项技术可以通过多种途径清除柱头活性氧，包括抑制SRK受体或FERONIA受体基因、喷洒水杨酸钠等抑制活性氧。据悉，该技术已经申请了专利。

开启远缘杂交育种新篇章

种业正迈入现代化新阶段，充分发掘利用优异种质与基因资源是种业创新的关键。对十字花科植物来说，自交不亲和育种及远缘杂交育种是其重要的育种技术。

段巧红说：由于我们过去对其调控机制认知不足，无法在育种技术上取得突破，在很大程度上限制了杂交亲本的选配，导致很多有意义的育种项目被迫停滞。

中国热带农业科学院院长黄三文研究员告诉《中国科学报》，该团队开展的远缘杂交生殖隔离的形成机理及打破生殖隔离的育种技术研究对于种业创新具有重要意义。该研究突破了目前大白菜主要利用种内杂交育种的传统思路，通过新技术将远缘物种的优异基因资源导入栽培种，拓宽种质遗传范围，将极大的促进十字花科远缘物种中优异基因资源的开发利用，为突破性种质的创制和新品种培育奠定坚实的基础。该项研究对于其他作物的野生资源利用也提供了新思路。

中国工程院院士、湖南农业大学校长邹学校教授评价说，该研究系统解析了远缘杂交生殖隔离的形成机理，开发了打破生殖隔离的远缘育种技术，兼具理论创新性与育种应用价值，是植物生殖生物学与杂交育种领域的标志性成果，相关理论和技术将对蔬菜育种工作产生深远影响。

段巧红相信，该发现带来的育种新技术，包括打破自交不亲和的育种技术及打破远缘杂交生殖隔离的育种技术，将作为十字花科植物育种的共性关键核心技术，带来对新领域的大量深入的探索。她希望有更多有志青年加入她的课题组，共同从事相关研究工作。(来源：中国科学报 李晨 王静)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41586-022-05640-x

作者：段巧红等 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转发