让籼粳稻花在“对的时间”相遇

作者：writer 来源：科学网

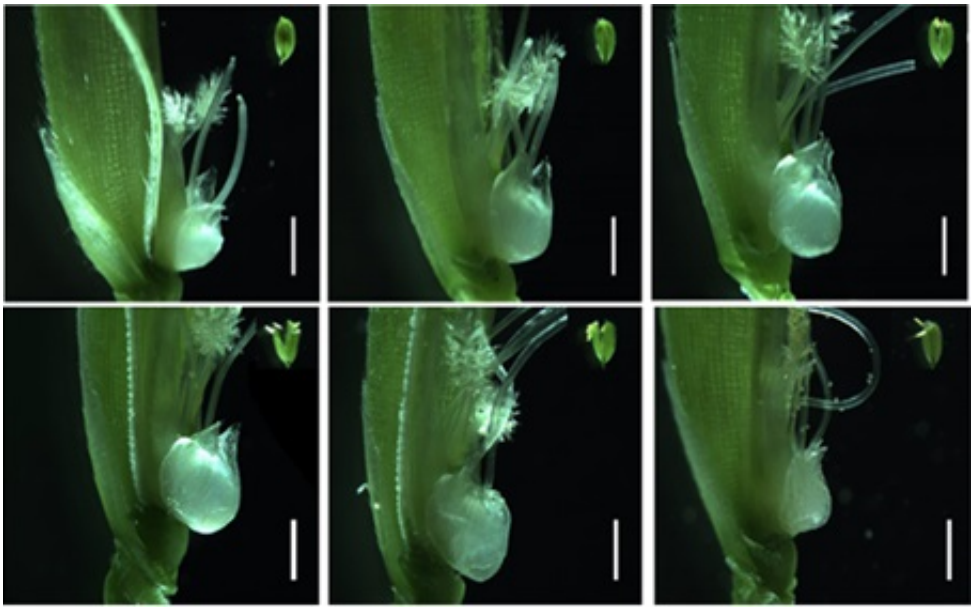
本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/26607.html

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！

让籼粳稻花在“对的时间”相遇。稻花香里说丰年。从雄蕊快速伸出颖壳，花药开裂，到花粉掉落在柱头上，水稻颖花的盛开过程通常不到30分钟就完成了，却对水稻产量具有决定性作用。

调控水稻开花时间，一直是育种家想解决的难题。

3月13日，《自然—通讯》在线发表了华南农业大学沈荣鑫/王海洋团队的最新成果。该研究挖掘出籼粳稻开花时间差异的关键调控因子——转录因子OsMYB8。



水稻开花。受访者供图

论文审稿人认为，这项研究是花时研究领域的重要突破，对解决籼粳稻花时不遇难题有重要意义，将有助于提高籼粳稻杂交制种产量，推动籼粳杂交稻的进一步发展。

困扰已久的硬骨头

杂交稻育种是农业育种史上的伟大突破，杂交稻的利用为全球粮食安全做出了巨大贡献。论文共同通讯作者、华南农业大学副教授沈荣鑫告诉《中国科学报》，目前我国的杂交稻多为籼稻亚种内杂交品种，由于杂交亲本遗传关系近，其产量潜力挖掘已趋极限，是导致近20年来我国水稻产

量停滞不前的主要原因之一。

籼稻和粳稻是亚洲栽培稻在驯化过程中产生的明显分化的两个亚种，亚种间杂交具有强大的杂种优势，预期产量可较目前广泛种植的籼/籼杂交稻进一步提高15~30%左右。沈荣鑫说，配置杂交种时，花粉要离开作为父本的籼稻，降落在作为母本的粳稻柱头上完成授粉。

在杂交稻生产中，只有当双亲颖花的开花时间相遇时，才能高效地生产杂交种子。因此，开花时间是控制水稻杂交制种效率的关键性状。而杂交制种效率是决定杂交组合能否得到广泛应用的重要因素。



受访者供图

但在大多数杂交组合，尤其是籼粳强杂优组合中，母本粳稻的平均开花时间通常要晚于父本籼稻，也就是花时不遇。这种时间差使得杂交制种过程中的授粉效率大幅下降，导致杂交制种产量低、成本高，杂交种子价格昂贵，严重影响了籼粳亚种间强杂种优势的利用。论文共同通讯作者、华南农业大学教授王海洋说。

水稻父母本花时不同步现象并非新发现，实际上，在农业生产实践中，育种家们很早就关注到父母本的花时相遇是保证杂交制种产量的前提条件之一。

然而，水稻花时是由多基因控制的复杂数量性状，而且花时性状考察难度大，易受外界环境因素的影响，难以深入研究。王海洋告诉《中国科学报》，迄今为止，调控籼粳稻花时差异的基因尚未被克隆，关于籼粳稻花时差异的遗传基础和分子机制基本不清楚。

正是在这样的背景和前人研究的基础之上，2019年，王海洋牵头，联合华南农业大学教授、中国工程院院士刘耀光团队，华南农业大学教授陈乐天团队和庄楚雄团队，成功申请了国家自然科学基金创新群体项目。

在该项目的大力支持下，沈荣鑫/王海洋团队瞅准硬骨头，开始着手进行籼粳稻花时不遇基因的克隆与育种应用的深入研究。

浆片吸水：找到突破点

理论上一个柱头只需要一粒花粉就能完成受精。论文共同第一作者华南农业大学副教授衡月芹说

，开花授粉的过程受到多种内外因素的影响，为了保证成功授粉，植物一朵花一般只有1个花柱，但会产生大量的花粉，以保证成功繁育。

水稻颖花一般在一天当中清晨后、午间高温前这个时间段集中开花，且能快速响应温度变化，改变开花时间。在籼粳杂交制种过程中，作为父本的籼稻，如果开花时间比作为母本的粳稻早1小时，那么母本准备接受花粉时，已经错过了父本的最佳授粉期，从而降低制种产量。



受访者供图

然而，水稻的颖花从开放到闭合持续时间较短，并且花时性状调查困难，难以一次性调查多株水稻的开花情况。通过传统的正向遗传学难以克隆到花时相关基因。沈荣鑫说。

他们在前人研究的基础上找到了突破点。

水稻的颖花是由内外稃、雄蕊、雌蕊以及位于内外稃基部的一对浆片组成的。前人研究发现，在水稻颖花开放前，浆片较小，内外稃钩合在一起；而随着开花时间的临近，浆片逐渐吸水膨胀，推开内外稃使得颖花开放；开完后浆片失水萎缩，内外稃又会重新闭合。

浆片吸水膨胀达到最大体积的时间越早，则水稻开花时间越早。沈荣鑫说，因此，他们将对水稻花时的研究聚焦到了浆片这一关键结构，以及影响浆片吸水膨胀这一关键过程。

然而，最困难的是花时性状的调查以及浆片的取样工作。

这两项艰巨的任务交到了论文共同第一作者、华南农业大学博士生苟亚军的身上。她先利用目测法提前调查田间材料的大概盛花时间，提前一天下午选取合适的稻穗挂牌；第二天在水稻始花前到田间，每隔30分钟调查开花的数目并用马克笔轻轻标记，直到当天颖花开完结束调查。这项工作需要多人配合一起调查，以保证在短时间内能够数完。苟亚军说。

浆片取样也需要多人合作。在田间剪取合适的稻穗放进液氮罐中，回实验室后根据颖花的着生位置和花药所在位置判断颖花的开放时间，分离合适的浆片保存以进行后续研究。

为杂交水稻育种提供新思路

通过开花时间早的籼稻和开花时间晚的粳稻的浆片转录组比较分析，他们最终将关键调控基因锁定在转录因子OsMYB8身上。OsMYB8在开花前一天的浆片中表达量较低，随着开花时间的临近表达量逐渐提高，在开花前1小时表达量达到峰值，且在籼稻浆片中较粳稻提前高表达。

沈荣鑫介绍，籼粳型OsMYB8启动子上有一个自然变异导致了籼稻浆片中OsMYB8表达量更高，进而促进下游因子OsJAR1的表达。OsMYB8-OsJAR1分子模块通过影响浆片中活性茉莉酸类物质的含量，进而促进颖花开放，花时更早，最终导致籼粳稻花时不遇。

下一步，团队将研究重点放在了早开花的粳稻种质培育上。

缩短籼粳稻花时间隔，对于提高异交率具有重要意义。沈荣鑫说，前人研究发现，如果将粳稻的盛花时间提前20分钟，就可明显提高杂交制种产量。而OsMYB8有望用于培育早花时粳稻不育系，提高籼粳杂交制种产量。也可以通过基因编辑启动子，提高粳稻亲本等位基因的表达水平，创制早开花的粳稻种质。

另外，随着全球气候变暖，因气候变化而诱发的极端高温天气在频率、强度和持续时间上都变得越来越严重，极大地威胁着全球农业生产。

一些开花时间晚的品种开花时极易遭受高温胁迫，导致花粉不育，产量降低。王海洋说，培育高温下早开花水稻品种是提高水稻扬花期高温抗性的有效策略。

他认为，将表达量高的籼稻OsMYB8等位基因导入到粳稻中，或者通过基因编辑技术将粳稻中的OsMYB8启动子定向编辑为籼型，以提高粳稻中OsMYB8的表达量，可以使粳稻花时提前，以规避高温导致的花粉育性下降。

这项研究不仅揭示了水稻花时调控的内在机制，还为未来杂交水稻育种提供了新的思路和方法。（来源：中国科学报 李晨 杨晨）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41467-024-46579-z

作者：沈荣鑫等 来源：《自然—通讯》

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