
打破育种瓶颈，实现优异性状“鱼与熊掌”兼得

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18040.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！

打破育种瓶颈，实现优异性状“鱼与熊掌”兼得。

水稻育种专家常常会碰到一些头疼的问题：穗子大了穗数变少、能抗病的不高产、高产了不优质……优异性状相生相克，鱼与熊掌难以兼得。

近日，中国科学院遗传与发育生物学研究所李家洋院士团队揭示了水稻产量核心要素穗重和穗数之间相互制约的分子机制，为突破这一育种瓶颈提供了新的遗传资源与研究思路。相关成果4月21日发表于《自然—生物技术》。

鱼与熊掌之困

水稻是最重要的主粮作物之一，养活了世界一半以上的人口。水稻产量主要由三个核心要素决定：穗数、每穗粒数、粒重。

然而，这三个性状在水稻中通常呈负相关。比如穗子增大时，穗数减少。

这种的性状间此消彼长的现象称为权衡效应（trade-off effect）。论文第一作者、中科院遗传发育所副研究员宋晓光向《中国科学报》解释，它是植物在长期的选择进化过程中获得的，由于植物在自然环境中生长时可供其使用的资源是有限的，在增强某方面性状的同时，就不得不削弱其他方面性状。

科学家已经发现，这些不同农艺性状之间此消彼长的权衡效应可能与两个因素有关——连锁累赘或基因多效性。

据介绍，连锁累赘是传统回交育种中，在有利基因的导入中带入了与之连锁的不良基因，造成育种后代表型与预期结果不一致。目前，这一问题可通过基因的精细定位和交换重组来解决。

然而，基因多效性引起的权衡效应仍未有有效方法进行解除。目前的基因功能研究主要关注一个基因产生的优异表型，而往往忽略了其同时带来的负效应，使得育种实践中这种负效应难以破除，只有少量基因能够得到很好利用。

是否能够解决基因多效性造成表型间的权衡效应呢？为了回答这一问题，研究团队利用基因编辑技术，对水稻理想株型主效调控基因IPA1进行了编辑，实现了穗重和穗数优异表型鱼和熊掌的兼得，突破了现有育种瓶颈。

剪掉性状连锁

IPA1是李家洋团队之前鉴定出来的一个典型的多效性基因。它可以调控水稻多方面生长发育过程，对抗病性和环境适应性也有重要调控作用。

增加IPA1在水稻中的表达量可增加水稻每穗粒数，使水稻的穗子变大，但是同时会使每棵水稻长出穗子的数量（分蘖数）降低，影响了其增产潜力。宋晓光说，如果能只提高IPA1在穗部的表达水平，使其只增大穗部，而不影响穗数，甚至增加穗数，就能进一步提高水稻的产量。

为突破基因多效性造成的穗部和分蘖的制约关系，研究团队提出了通过改造IPA1的表达调控区，分别调控其在幼穗、茎基部等各组织中的表达水平，实现不同表型的特异性调控，从而打破产量因素之间负效应的策略。

宋晓光介绍，一个基因可分为编码区和表达调控区（顺式调控区），其中编码区决定了基因编码产物的功能，而表达调控区决定了这个基因在何种组织和器官表达及表达的时间和多少。

编码区和表达调控区的变异都在作物的驯化和改良中发挥了关键的作用。但是由于技术方法的制约，之前的研究大部分集中于编码区，对表达调控区的研究十分匮乏。他说。

利用基因剪刀CRISPR/Cas9技术，研究团队对IPA1基因的表达调控区进行了系统性的序列删除，来研究其功能。

基因编辑工具很强大，可以对一个基因的任何区段进行编辑操作，但要对哪里进行编辑才能打破负效应，我们需要确定这些区段。论文通讯作者、遗传发育所研究员余泓说，为此，他们把IPA1基因的表达调控区像瓦片一样，分成很多段，对其分别进行删除，以此推断哪个瓦片中含有重要的启动子调控元件。

通过这种方法，他们从表达调控区删除的水稻株系中发掘出一个可同时提高穗数和穗大小的材料IPA1-Pro10，其在IPA1表达调控区有54个碱基的片段删除，具有穗重和穗数同时增加、株高变高、茎秆和根系粗壮的表现。

新材料会让产量提高多少呢？对此，研究团队进行了三个田间小区测产鉴定，结果表明新材料IPA1-Pro10与对照品种中花11相比能够增产15.9%，大大提高了水稻产量。

这是率先在植物中成功使用‘启动子敲击’策略的研究之一，是促进水稻产量提升的重要突破性进展。一位审稿人评价。

为了解其背后机制，该团队进一步研究表明，驯化关键转录因子An-1能通过结合54bp关键顺式作用元件中的一个GCGCGTGT基序特异调控IPA1在幼穗的表达水平，进而特异调控穗部表型。

引领育种新趋势

谈到这项研究的最大亮点，余泓表示，传统育种都是利用自然界中存在的资源，把优异基因聚合在一起，来创制新种质。其前提是某个品种中存在我们想要的优异基因。而要打破通常存在的诸如穗数和穗重等优异性状之间的相生相克，就要通过创制新资源的方式来实现。

新研究通过瓦片平铺删除策略，通过编辑筛选水稻关键基因的表达调控区成功实现了水稻产量关键要素间负相关性的解除，为通过创制全新遗传资源，打破水稻产量瓶颈提供了有效策略。

这是一个值得关注的研究趋势，也是了解多个数量性状基因之间相互作用分子机制的重要进展。一位审稿人如是表示。（来源：中国科学报冯丽妃）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41587-022-01281-7>

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：李家洋等 来源：《自然—生物技术》

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