
增产约12%：新基因引发小麦理想穗型的思考

作者：writer 来源：爱科学

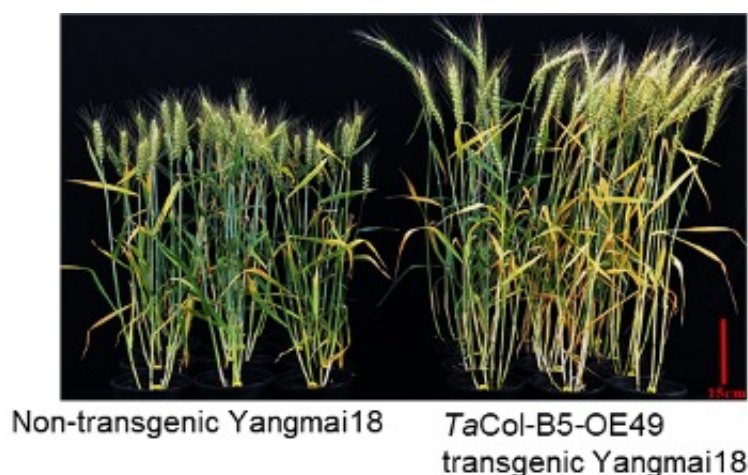
本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17950.html>

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！

增产约12%：新基因引发小麦理想穗型的思考。



TaCOL-B5基因纯合植株（右）和杂合植株（中）比不携带该基因的对照组（左）更高大，产量更高。
受访者供图



携带TaCOL-B5基因的扬麦18（右）比对照组更高大，产量更高。受访者供图

如何提高产量是作物育种里最重要的问题，也是最难的问题，是一块难啃的硬骨头。美国俄克拉

荷马州立大学小麦分子遗传实验室教授严六零告诉《中国科学报》，面对着气候变化、人口增长、耕地减少等问题，提高小麦产量是直接关系到世界粮食安全的重大课题。

4月8日，《科学》在线发表了严六零与合作者找到的一个新的小麦增产基因TaCOL-B5，该基因对小穗数、穗数等性状都有明显的调控作用，田间试验显示该基因可让小麦平均增产约12%。

《科学》同期发表了荷兰瓦赫宁根大学分子生物学实验室G·威尔玛·范·埃斯博士的展望文章。该文指出，TaCOL-B5的发现是提高谷物产量的里程碑，它加深了我们对控制产量相关株型性状的分子机制的理解。对TaCOL-B5的鉴定提供了一条最大化小麦产量的新途径。

决定小麦产量的穗型因素

作为全球最重要的粮食作物之一，小麦满足了人类20%的卡路里和蛋白质需求，为全球超过1/3的人口提供能量来源。

提高小麦产量一直是备受关注的问题。论文通讯作者严六零说，采用传统杂交育种手段培育的一些高产品种，由于受到气候、环境和栽培方式等影响，在不同年份或地区会表现出不稳定的产量。育种家不能精确地预测它们是否在绝大多数情况下都能带来较高的产量。

近年来，基因测序等新技术的快速发展和应用给科学家带来了解决高产难题的机遇。

严六零说，小麦产量受到三个主要因素影响，即穗数、每穗种子数和种子重量。这些因素在一定幅度范围内呈负相关的关系，通过遗传因素改良穗型和株型进而提高作物产量是一条有效途径，但实现该目标非常具有挑战性。

范·埃斯指出，单个影响因素之间的权衡，例如种子重量和数量，是进一步提高产量的主要瓶颈。控制小麦产量相关株型性状的基因的鉴定并非易事，因为普通小麦具有大而复杂的六倍体基因组，而且其中包含80%的重复序列——具有如此多相似的基因组片段，很难组装序列拼图。

严六零与合作者利用完整的小麦参考基因组和快速测序技术加速了对小麦高产基因的研究。我们原先的目标是找到决定小穗数的关键基因。

论文共同第一作者、原就读于俄克拉荷马州大学的博士生、现供职于中国农业科学院麻类研究所的张小雨介绍，他们挑选了两个麦穗形状差异较大的小麦材料（Citr 17600 和扬麦18）作为亲本，以期利用孟德尔遗传规律从他们的后代中找到由于穗差异而导致产量差异的分离群体，从而发现提高产量的基因。

潜在的单产增长约为 12%

在选择这两个亲本做实验的时候，我们的确就是为了找到高产基因，但我们并不知道最终会发现一个什么样的基因。严六零说，最终找到这个增产效果异常显著的基因算是一种偶然和幸运。

张小雨告诉《中国科学报》，在前期研究中，他们通过Citr 17600 和扬麦18两个品种的杂交构建了一个子代群体，这个群体中的小穗数表现出遗传分离。随后，他们鉴定到一个数量性状主效位点，可解释子代群体中43%的小穗数的遗传分离的差异。

这时候我们实际上发现了这个基因所在的大致位置。严六零说。进一步研究锁定了该基因。由于该基因是与开花时间基因CONSTANS密切相关的转录调控因子，与植物中的COL5基因同源，因此将其命名为TaCOL-B5。

为验证其功能，该团队在扬麦18上过表达显性等位基因TaCol-B5后，获得4个独立的转化植株，并在温室和田间条件下进行种植。结果发现，该基因的过表达能够增加穗数（即分蘖数）、小穗数和穗长，对小麦单株生产力有显著促进作用。

值得注意的是，粒数增加对种子大小没有产生负面影响，这表明打破产量影响因素之间的负相关是可能的。范·埃斯指出。而严六零认为这既属于研究的初衷，也是目标的实现。

论文共同第一作者、南京农业大学教授贾海燕参加了基因的克隆和对基因功能的验证工作。结果显示，扬麦18的4个TaCol-B5过表达株系比对照组的产量平均增长了11.9%，增产效果最为显著的一个株系产量提高19.8%。

潜在的单产增长约为12%，是一个飞跃。范·埃斯说。

不仅如此，该团队又通过基因编辑技术对TaCol-B5功能域进行碱基敲除。结果发现，基因编辑株系与对照相比表现出了开花期延迟和株高降低的特性，该表型进一步验证了TaCol-B5的功能。

论文共同第一作者、中国农业科学院作物科学研究所副研究员李甜参与了对TaCOL-B5蛋白功能机制的详细分析。他们发现，TaCol-B5受到丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶TaK4的磷酸化而激活。这是首次发现TaK4磷酸激酶能够调节穗部发育和产量性状。

根据蛋白保守结构域的功能分析，我们推测TaCOL-B5通过不同的保守结构域调节开花时间和株高等多种性状。李甜说。

更加高产的理想株型

既然TaCol-B5是通过自然突变产生的显性等位基因，那么在栽培小麦中哪些现代小麦品种拥有这一基因呢？

李甜告诉《中国科学报》，他们对中国国家作物种质库保存的1551份小麦材料进行了测试，这些材料来自于中国农家种、中国现代育成品种、北美（美国和加拿大）品种、欧洲（16国）品种、前苏联品种、澳大利亚品种和国际玉米小麦改良中心品种等。

结果显示，仅有29份材料含有TaCol-B5基因，不足总数的2%。其中，被测试的157份中国农家种均不含有该基因，而346份中国现代育成品种中有4份含有该基因，分别是中优9507、宁8343、陇东1号、宁87N2801。

尽管该等位基因在目前世界范围内种植的小麦品种中出现频率非常低，但这依然可以为育种家提供良好的天然的高产育种材料。严六零说，该基因非常古老，存在于四倍体小麦中，并与增加株高相关。在上世纪五六十年代的绿色革命过程中，人们追求降低作物的株高。所以该基因可能在追求矮化株型预防倒伏的筛选中遗失了。

在实验中，贾海燕观察到，携带TaCol-

B5基因的植株明显高大。这引起了我们对小麦理想株型的重新思考。

严六零也说，植株太矮也许限制了产量的突破。这与袁隆平院士的禾下乘凉梦不谋而合。

水稻和小麦都属于禾本科作物。严六零说，这一新基因或许可为其他作物的增产研究提供有益的借鉴。

范·埃斯强调，测试 TaCol-B5 基因在多种环境以及其他遗传背景中生长的小麦中的影响，以更准确地评估潜在的产量增加是很重要的。此外，这些结果可能适用于其他主要谷类作物，如水稻、大麦和黑麦。（来源：中国科学报李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.abm0717>

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：严六零等 来源：《科学》

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