

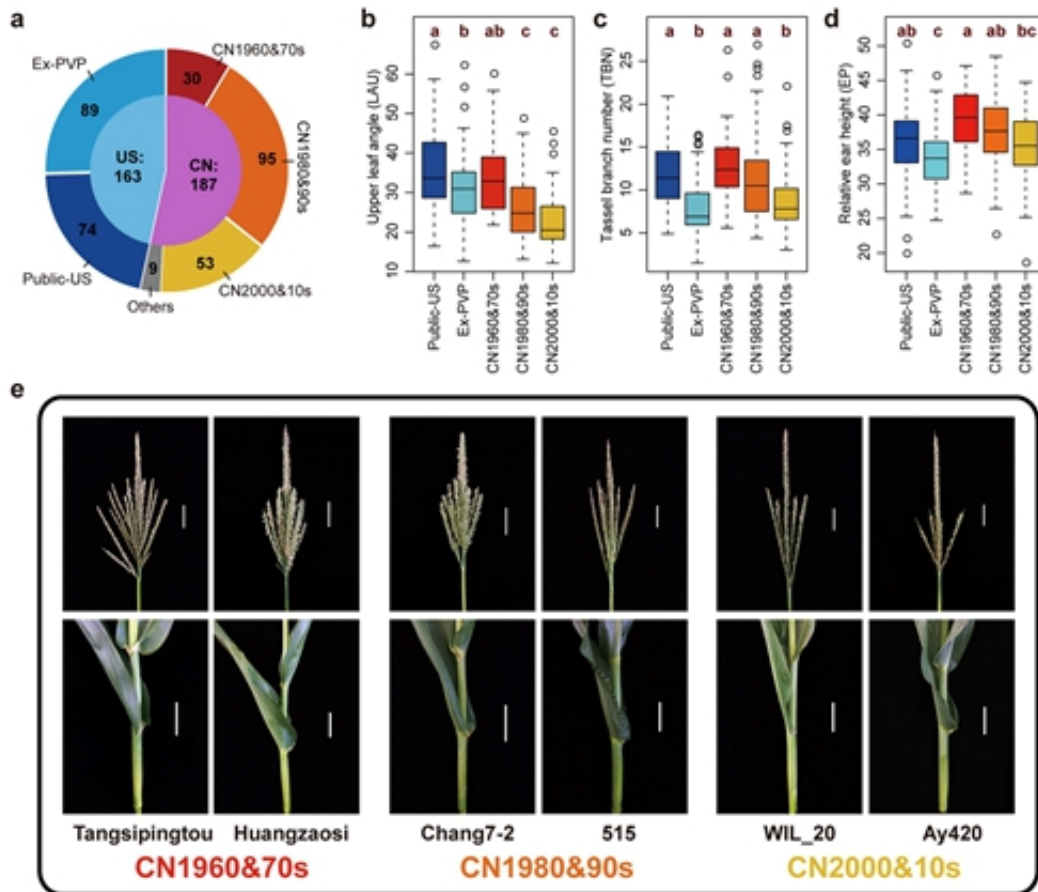
玉米“育种选择指纹”首获解析

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9356.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！

玉米“育种选择指纹”首获解析。



现代玉米育种过程中玉米株型性状的选择规律。王宝宝供图

民以食为天，粮以种为先。今天我们餐桌上丰富的食物都经历了从野生祖先种到地方种的驯化过程，再经过近代育种家的不断改良，提高其产量，改良其食味、品质和收获方式。揭示这个过程中作物经历的变化是科学家们感兴趣的科学问题。

时至今日，大多数作物的早期驯化过程已被科学家逐步揭晓。但是，它们如何由早期地方种进一步改良为现代集约化栽培的优良商业化品种？

4月27日，《自然—遗传》在线发表中国农业科学院生物技术研究所、华南农业大学、北京大学等单位的合作研究成果。他们利用基因组学研究手段系统解析了国内外现代玉米选育过程中的育种选择指纹，阐明了近几十年来中美两国玉米育种的遗传改良规律。

这是一个跨越不同育种年代、不同国家的玉米育种选择规律分析。我们综合采用多种生物技术手段，从全基因组水平解析育种规律，从而挖掘近一个世纪以来玉米关键农艺性状改良和产量提升的遗传基础和关键调控基因。论文共同通讯作者、华南农业大学生命科学学院教授王海洋在接受《中国科学报》采访时说。

跨年代跨国：代表性育种材料系统分析

玉米是目前全球第一大农作物，也是我国产量最高的作物，其广泛用作粮食、饲料和工业原材料。我国目前年种植玉米达6亿亩以上，占我国可用耕地面积的1/3以上。

作为玉米产量全球第二的国家，中国在不到一个世纪的时间内实现了玉米产量7-8倍的增长。同样的，这个时期世界其他国家，如美国和欧洲一些国家的玉米产量也发生了成倍的增长。

相比于漫长的驯化过程，玉米作物改良在短短几十年间取得的成就大大超越以前的积累。相当于每10年产量翻番。王海洋认为，这是一个神奇的过程。当时的育种家既没有现代生物技术，也不懂分子生物学，他们选择了那些对产量提高非常有用的性状，一些看得见摸得着的性状。

于是，他们就想了解这个改良过程在玉米基因组层面留下了什么样的印迹，育种家们到底选择了哪些有用的基因。

依靠过去这种改良方法，育种效率已变得越来越低。现在育种家可能花了很多的人力、物力和时间，但选出的品种未必见得比10年前选出的品种更好，造成人力和财力的巨大浪费。了解玉米育种选择指纹或印迹，可以有效打破当下传统育种手段的瓶颈效应。王海洋说。

论文共同第一作者、中国农业科学院生物技术研究所研究员王宝宝对《中国科学报》说，他们花1年半时间，从种质资源库和中外育种学家手中搜集了350份玉米育种材料。其中，美国材料分早期公共自交系和Ex-PVP自交系两个时期，中国材料分1960s-1970s、1980s-1990s、2000s-2010s三个时期。我们的金标准是，这些亲本育种材料曾培育出代表性的大面积推广的品种，在现代育种历程中真正发挥过作用。

这项研究的取样非常独特。这些材料在中美两国的玉米生产史上发挥了重要作用。中国农业大学国家玉米改良中心教授田丰说，此前也有大规模群体的玉米表型分析，但是按照不同年代去做表型和基因型系统进化分析研究的，确实很少。它能回答一个关键的科学问题，即从基因组水平来看，玉米在近几十年现代育种过程中到底发生了什么变化。

表型剧变的基因组选择证据

在没有基因组分析手段，也没有先例可借鉴的情况下，育种家花了不少时间才搞清楚，水稻、小麦、玉米的亩产并不依靠单株产量，而是必须依赖群体产量提高而提高。

此前研究也表明，玉米亩产的提升在很大程度上得益于品种耐密性的改良和种植密度的提高。一株玉米只结一根棒子，如果一亩地能种6000株就能收获6000根玉米。王海洋说。

到底是什么性状的改良能够有助于玉米耐密性的提高呢？它们背后的遗传基础和基因是什么？这是我们想回答的问题。王宝宝说。

前后2年时间，该团队在海南、吉林、河北等4个环境收集了350种育种材料的表型数据。王宝宝介绍，分析发现，现代玉米育种过程中，中美两国的玉米育种材料都经历了向着更低的穗位、更少的雄穗分枝数、更紧凑的叶夹角及更早的开花期方向发展的趋同选择，表明这四个性状的改良对玉米耐密性提高的重要性。

那么这些性状的改良又是由哪些基因控制的呢？这是个非常有价值的科学问题。田丰说。

论文共同通讯作者、北京大学现代农学院副教授何航团队在该研究中负责生物信息学分析。何航告诉《中国科学报》，通过对350份育种材料进行全基因组重测序，结合所收集的表型数据进行全基因组关联分析（GWAS），他们挖掘到了233个与15个农艺性状有显著关联的GWAS位点。

其中，与上述4个关键性状有关的有利等位基因，随着时间的推移，在中美育种材料中出现的频率同时显著上升。这说明这些位点受到育种过程中的人为选择，育种家会逐渐保留优良等位基因，淘汰劣势等位基因。我们追溯发现，中国育种家在当时既选择了美国材料中一样的等位基因，也选择了很多中国材料特有的等位基因。何航说，这揭示了四个性状在中美育种过程中受到趋同选择的遗传基础，也印证了这些位点的重要性。

通过进一步分析，研究人员得到了1888个在现代玉米育种过程中受选择的基因组区域，涉及到逾5000个功能基因，其中包含一大批调控玉米耐密性和抗逆性的关键候选基因。

利用现代分子生物学研究手段，他们还证明了两个在现代玉米育种过程中受到选择的基因ZmPIF3.3和TSH4，分别在调控玉米株高（穗位高）和雄穗分枝数方面发挥重要作用。

这些证据都支持我们鉴定到的现代玉米育种选择指纹和候选基因的可靠性。王海洋说。

玉米耐密优良等位基因型亟待深度挖掘

他们发现，现代玉米育种过程中主要选择了与生物胁迫抗性、非生物胁迫抗性、植物激素代谢及信号转导、光信号转导及开花期调控通路相关的基因。这与玉米驯化、早期改良及热带到温带扩张的过程有很大的不同。

这项研究对我国今后玉米育种研究的意义很大。找到影响关键性状的基因组区域和耐密植的优良等位基因型，将有助于我国今后培育耐密玉米品种、提高玉米单产潜力。田丰说。

就产量而言，目前中国玉米单产水平仍旧与美国存在较大差距。其中一个重要原因就是玉米的耐密性差异。美国的种植密度逾6000株/亩，而我国玉米种植密度平均不到4000株/亩。田丰说，这项工作为今后玉米育种改良和全基因组选择育种技术的开发提供了坚实的理论基础和重要的基因资源。

不仅如此，这项研究也将为其他作物遗传育种规律的解析和优良基因挖掘提供有益借鉴。目前，

水稻和小麦还没有开展类似的育种进程大规模系统研究。

王海洋坦言，如此大规模的研究，按年代收集育种材料对团队来说是最大的困难之一，尤其是上世纪六十年代的材料。如果没有国家种质资源库把这些珍贵的材料保存下来，种业的命脉就断了。

接下来，科学家将继续深度挖掘基因数据库，鉴定优势基因，以免品种改良工作成为无源之水，无本之木。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41588-020-0616-3>

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：王海洋等 来源：《自然—遗传》

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