

---

# “深度”探寻棉花的秘密

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13162.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！

“深度”探寻棉花的秘密。



袁道军（左）与Jonathan F. Wendel（右）在实验室，画板展示了棉花多样性。袁道军供图

棉花是非常重要的天然纺织纤维，但实际上现今看到的棉花已与其祖先迥异，发生了诸多改变。比如种子不再休眠、纤维变长变白变多、光周期敏感性丢失等。

是什么导致了这些表型性状的变化？人工驯化和遗传改良过程中，棉花的哪些基因组被选择或丢弃了？科学界一直在寻找答案。但由于缺乏野生型和农家种的种质资源和基因组遗传信息，无法准确剖析棉花驯化和改良的深层次遗传机理，这也是制约棉花品种改良的瓶颈之一。

为了破解这道难题，华中农业大学棉花团队与爱荷华州立大学、美国农业部合作开展研究并取得

---

了重要成果，不仅丰富了棉花的遗传信息资源，揭示了棉花驯化选择的遗传变异规律和机制，也为棉花进一步开发新的种质资源、更有效地改良品种提供理论基础和指导。相关成果近日发表于《先进科学》。

### 测序更深、资源更丰富

棉花是天然可再生纤维、食用油和蛋白质的重要来源，是世界上重要的经济农作物之一。目前广泛栽培的棉花有两个种，分别是陆地棉和海岛棉，都是异源四倍体棉种，产出全世界97%以上的纤维。

基因库资源与农业发展和粮食安全问题息息相关，是一笔能为全人类所共享的巨大财富，但对于棉花基因库的多样性和各棉种间的相互关系还知之甚少。论文共同作者、爱荷华州立大学教授Jonathan F. Wendel在接受《中国科学报》采访时说。

Jonathan F. Wendel是全球进行野生棉花收集和棉花进化研究方面的著名专家，他与美国农业部作物种质资源研究中心一起，为这项研究提供了大量的棉花种质资源。



美国农业部作物种质资源研究中心田间的各类棉花。袁道军供图

---

我们挑选了643份具有广泛代表性的陆地棉和海岛棉，其中352份是野生型和农家种，集中这么多野生型和农家种的资源研究，在这之前是没有的。论文第一作者和共同通讯作者、华中农业大学副教授袁道军告诉《中国科学报》。

课题组采用PCR-free的建库方法，利用二代测序平台illumina测序，共获得42Tb的干净碱基。这个项目与前人的研究还有一个不同，袁道军介绍，目前已发表的棉花重测序的测序深度一般为5倍左右，我们平均每个样本有效测序深度高达23倍，这样的高测序深度可以检测出更多、更可靠的数据，将来可以更好地服务于棉花驯化研究，实现基础数据和资源的共享。

这是全球首次广泛收集横跨野生到驯化连续体的代表性种质资源，也是第一个释放如此高倍数的高质量基因组资源，是目前棉花基因组资源研究一次性释放最多的项目。论文共同通讯作者、美国农业部作物种质资源研究中心主任Joshua A. Udall在接受《中国科学报》采访时表示，这种更彻底、更广泛的取样，以及更深入的基因组测序，让我们能够分析得到许多迄今为止没有获得的见解。

### 构建系统发生树，确立驯化路径

研究人员整合已释放的棉花深度重测序数据，经过全方位筛选，保留了1024份异源四倍体棉花材料用于后续深入分析。

为了探索棉花种内和种间的群体结构和多样性，他们在7个异源四倍体棉种中共检测出53.7Mb高质量的单碱基多态性位点（SNPs）和5.9Mb的短插入缺失位点。

人工选择都是保留我们认为‘好’的东西，比如只关注纤维产量，有些抗性基因等因此而丢失，这样就会导致棉花的遗传多样性下降。袁道军表示，获得遗传位点的信息，可以更深层地探讨驯化遗传的机理。

有了这些SNPs信息，他们成功构建异源四倍体棉种的系统发生树，量化了7个异源四倍体棉种的遗传多样性及种间的群体分化程度。通过对遗传多样性的分析，就可以知道人工选择后哪些多样性丢失，并确定了一些人工驯化和遗传改良的区间，为后续育种提供指导。

通过对主成分、群体结构和系统发生树进行全面分析，课题组确立了陆地棉和海岛棉的亚群分类，从而全面勾绘出两个棉种的起源、驯化和遗传改良的路径。

两个棉种都起源于相当狭窄的原生栖息地。Jonathan F. Wendel说，陆地棉原产于墨西哥尤卡坦半岛北部分散的沿海地区，而海岛棉原产于南美洲西北部的一个非常小的地区，可能是秘鲁和厄瓜多尔。

大约8000年（海岛棉）到4000年（陆地棉）前，这两个物种被人类驯化。Jonathan F. Wendel介绍，从那时起的几千年里，它们开始被种植，覆盖了大部分美国亚热带干旱地区。在欧洲殖民化之后，这两种植物都传播到了世界各地，现在已经成为世界上最重要的纤维植物。

### 发现平行与渗透的复杂关系

目前广泛种植的是陆地棉和海岛棉，但实际上仍是陆地棉占主要地位，海岛棉只占3%。那么，为什么这3%依然存在？两个棉种间又有什么区别？

---

陆地棉产量高、适应性强，但是纤维品质比海岛棉差；而海岛棉产量低、适应性差，但其纤维非常长，适合生产高档纺织品，所以依然存在。袁道军介绍，育种家在遗传改良过程中希望把两者优点结合起来。

这谈何容易，两个种之间存在生殖隔离，很难进行杂交。然而，有意思的是，研究团队通过基因组测序后发现，陆地棉以前没有的基因组成分，不知不觉间从海岛棉传播了过来。

我们发现两个棉种是同一个起源事件，但独立平行驯化。而在驯化和遗传改良过程中又相互‘纠缠’，存在既平行又相互渗透的复杂关系。袁道军说，究其原因，早期可能是自然界或者人工选择导致，现代主要是因为人工介入。

有趣的是，这样的相互渗透却是不对称的，亚基因组间渗透不对称，物种间渗透也不对称，这是非常重要的理论发现。也就是说，从陆地棉往海岛棉渐渗，与海岛棉往陆地棉渐渗，两者的规律并不一样。前者是倾向比较大的片段，而后者是相对片段较小、频率更高的渐渗事件。

在袁道军看来，这样的相互渗透有一定的好处。我们发现海岛棉比较好的纤维品质渐渗到陆地棉，能帮助陆地棉显著提高纤维品质。研究渗透关系可以指导我们将来开展全基因组设计育种工作。

虽然驯化和遗传改良导致了这两个棉种的遗传多样性丧失和遗传瓶颈，但幸运的是，有些已经被它们之间相互渐渗的基因流动所抵消。论文共同第一作者、爱荷华州立大学科学家Corrinne E. Grover告诉《中国科学报》。

我们的工作为理解棉花基因库提供了一个合理的遗传和系统发育框架，将为寻找有利基因提供信息，帮助育种者完成有针对性的育种目标以及应对未来的挑战。Joshua A. Udall说。（来源：中国科学报张晴丹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/advs.202003634>

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：袁道军等 来源：《先进科学》

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