
苹果：在丝绸之路开启驯化之旅

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11639.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！

苹果：在丝绸之路开启驯化之旅。



苹果的各种栽培种和野生种 C. Thomas Chao摄于美国农业部苹果种质资源圃

作为最受人们喜爱和最有价值的水果之一，现代苹果公认的两大祖先是塞威士苹果和森林苹果。

11月3日，《自然—遗传》在线发表了美国康奈尔大学Boyce Thompson研究所教授费章君等人的成果，他们在全基因组水平上证实现代苹果大约90%的遗传物质来自这两大祖先，而且，苹果沿着丝绸之路传向欧洲的过程中开始被人类逐渐驯化。

论文通讯作者费章君告诉《中国科学报》，他们组装了现代苹果及其两个主要的野生祖先种完整的参考基因组，对90多个苹果种质深度重测序并构建了泛基因组，其结论给苹果的驯化和重要的果实性状提供了详细的遗传学见解，可以帮助育种者改良苹果的风味、口感和抗性。

从旅行者到科学家

丝绸之路起始于古代中国，从公元前2世纪开始繁荣到公元14世纪，连接着亚洲、非洲和欧洲。

科学家们猜测，从中国到西欧绵延7000多公里，旅行者们会在一个地方采摘苹果，在路上吃掉它们，然后把苹果核扔在数公里之外。种子在新的地方长成树木，与当地的野生苹果杂交产生新的后代。

这一过程创造了今天世界上存在的7000多个苹果品种。

论文共同通讯作者、美国农业部农业研究服务局（ARS）科学家仲干远介绍，位于康奈尔大学农业实验站的美国农业部苹果种质资源圃向全世界科学家开放，并保存有6000多个苹果种质，有些就来自于丝绸之路沿线国家。

保存于该资源圃的苹果野生祖先种之一——塞威士苹果就来自于丝绸之路上。

文献记载显示，现代苹果的祖先是来自中亚的塞威士苹果和来自欧洲的森林苹果。森林苹果为现代苹果贡献了爽脆的口感。植物科学家也通过分子标记的方法证实，现代苹果的基因组大部分来自于上述两个野生祖先种。

与野生种杂交使得现代苹果成为一个拥有两套染色体的杂合体，其基因组非常复杂且难以研究。

由费章君和仲干远共同领导的全球性跨学科研究团队，通过应用最先进的测序技术和生物信息学算法，分别为驯化的苹果（Gala）及其两个主要野生祖先种（塞威士苹果和森林苹果）装配了完整的两条染色体，从而解决了这个问题。

两个主要野生祖先种贡献的遗传物质合计约占驯化苹果基因组的90%。费章君说，这是在全基因组水平上证实现代苹果的主要祖先种的确和文献记载相同。

通过比较三个完整的参考基因组可以让科学家了解到，现代苹果基因组中的某一段遗传物质究竟来自于哪个祖先种，从而确定哪个祖先种贡献了苹果驯化后性状的基因。

例如，塞威士苹果是最主要的祖先，影响着苹果的大小和产量；而森林苹果是第二大贡献者，主要提供控制酸味和口感的基因。

品种改良的基因组路线图

费章君表示，这项新研究是2017年《自然—通讯》上发表的一项早期合作的产物，该成果追溯了丝绸之路上苹果驯化和进化的历史。

《自然—通讯》的文章根据当时的苹果参考基因组，做了100多个品种的重测序。通过群体遗传学分析，定位了苹果的单核苷酸多态性。能看到苹果基因组的哪些地方在驯化过程中固定下来了，哪些地方和现在苹果的一些性状有关，例如甜酸、硬度、大小等。费章君说。

这些结论启发他们将新的测序和装配技术应用于种质资源圃中的其他苹果材料，以构建新的更好的苹果参考基因组。

最新的结果为苹果育种者提供了详细的基因组路线图。仲干远说：我们希望通过开发新的苹果参考基因组，尤其是野生祖先的基因组，进一步帮助我们理解苹果的遗传多样性以及培育出优异的苹果新品种。

论文第一作者孙学鹏介绍，研究小组发现，使苹果具有松脆质地的基因位于使它容易感染蓝霉菌的基因附近。

孙学鹏说：现在，我们确切地知道了这两个基因组区域的位置，育种者可以找到一种方法来保留松脆质地的基因，并剔除掉蓝霉菌易感基因，从而培育出更具抗病性的优质品种。

苹果独特的驯化历史导致未开发的基因来源可用于作物改良，例如改善大小、风味、甜度、质地和抗性。

植物育种者可以利用这些详细信息来改善对消费者最重要的性状，例如苹果的风味。更重要的是，这些信息还将帮助育种者培育出对逆境和疾病更具抵抗力的苹果。费章君说。

发现缺失的基因

研究小组还为90多个苹果种质进行了深度重测序，并构建了栽培苹果以及两个野生祖先的泛基因组。与参考基因组捕获单个生物体的遗传信息不同，泛基因组能帮助科学家捕获物种中的所有遗传信息。泛基因组研究对于像苹果这样非常多样化的物种尤其重要。

论文共同第一作者焦晨介绍，他们在驯化苹果的泛基因组中一共鉴定了大约50000个基因，其中大约2000个在以前发布的苹果参考基因组中都不存在。

焦晨说：这些‘缺失基因’非常重要，因为它们中的许多基因决定了苹果育种者最感兴趣的一些性状。

他们还使用了从Gala果实不同阶段提取的RNA，鉴定了与质地、香气和其他果实特性相关的基因。

他们发现，很多基因在现代苹果的两个染色体拷贝中表现出差异表达。例如，控制果实酸度或硬度的基因，主要依靠来自森林苹果的拷贝高度表达；而控制果实大小的基因，则依靠来自塞威士苹果的拷贝高度表达。

这使我们和育种者对特定性状的遗传多样性有了更深入的了解。仲干远说，这些发现会帮助他们更好地管理苹果种质资源圃，并在向育种科学家提供苹果种质的同时，也提供相关的关键遗传和基因组信息。

研究小组正在计划对其他野生苹果品种进行测序，费章君说，这些品种可能具有有价值的特性，可以提高驯化苹果的抗逆性和适应性。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41588-020-00723-9>

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：费章君等 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](http://www.iikx.com)转发