玉米和玉米父辈如何适应性进化

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20512.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！

玉米和玉米父辈如何适应性进化。



玉米和大刍草的不同形态。Jeffrey Ross-Ibarra供图

玉米和它的祖先野生大刍草的7个亚种，构成了禾本科下的一个属：玉蜀黍属。尽管亲缘关系很近，但玉蜀黍属内的植物却长得大相径庭，生长环境也多种多样。

这些特性使其可作为研究适应性进化的理想模式物种。

北京时间10月20日，华中农业大学作物遗传改良全国重点实验室、湖北洪山实验室严建兵团队与

加州大学戴维斯分校Jeffrey Ross-Ibarra团队等单位合作，在《自然—遗传》(Nature Genetics)在线发表研究论文。他们构建了玉蜀黍属的遗传变异图谱，揭示了玉蜀黍属适应性进化的调控机制。

德国慕尼黑赫姆霍兹中心教授Klaus F.X. Mayer认为：研究来自不同地区大刍草的遗传多样性、玉蜀黍属的进化历史等有着十分重要的意义，研究在驯化过程中丢失的等位基因将为未来遗传育种开辟新的道路。

玉米和它的七位父辈

玉米起源于墨西哥西南部，其野生同属物种统称为大刍草，有7个亚种。论文共同通讯作者严建兵告诉《中国科学报》，玉米不仅是世界上种植最广泛的作物，也是基础研究的模式物种之一。

野生大刍草虽然仅在墨西哥和中美洲地区分布，其亚种能适应多种不同环境：有的适应炎热、潮湿的中美洲环境，有的适应寒冷、干旱的墨西哥中部高原环境。

它们同是玉蜀黍属，亲缘关系很近，进化历史又比较短，大约在几万年到十几万年之间。严建兵说，玉米的这些特性使其成为研究适应性进化的理想模式物种，有利于通过近缘种或起源种的趋同选择的角度，捕捉到它们在基因组上的变化。

今年8月，严建兵课题组就完成了玉蜀黍属的超级泛基因组图谱。实际上，他的团队在过去十年中建立了一套玉米及其野生材料的多样性关联群体，利用这个群体得到了一系列研究成果。

这项研究是想在玉蜀黍属泛基因组及其大量遗传变异的基础之上追寻属内各个亚种的共同点，也就是在野生种的自然选择和栽培种的人工选择条件下，它们之间有什么异曲同工之处。严建兵说，他们利用同一套作物群体，探讨了不同的科学问题。

这项研究中最困难之处却也在野生资源的收集。论文共同第一作者陈露2015~2020年期间，在华中农业大学基因组学专业硕博连读。在研究生学习期间，围绕玉米演化机制这一重大基础科学问题，她基于本科阶段生物信息专业背景，利用数据驱动的研究策略取得了系列创新成果。

陈露说，由于大刍草不是中国起源，它们的野生样本非常难获得，只珍藏在全世界少数几个实验室和基因库。全球新冠肺炎疫情之下，靠一个团队的力量收集这些样本是几乎不可能的事情。所幸他们的国外合作伙伴用尽全力找到了足够的样本，然后他们才得以花一年多的时间补齐了实验。

这是这项实验研究最难的地方。严建兵说。

最终，他们的研究结论来自于玉蜀黍属7个野生亚种共计237份材料和507份现代玉米自交系材料的大数据分析。

自然Vs人工：趋同进化的故事

他们研究发现，玉蜀黍属的不同亚种在距今约12万年前开始分化，并在距今6.8万年左右快速分化成为现在的7个亚种，其中一个亚种进一步被人类驯化成现代玉米。

陈露介绍，在不同玉蜀黍属物种间，存在着大量的基因渗入。基因渗入是在遗传学(特别是植物

遗传学)中，指两个基因库(如两个物种或亚种)间的基因流动，通常是经过种间杂交产生。

基因渗入是一个长期的过程。严建兵解释道，任何一个物种都有一个直接的祖先，当野生近缘种的基因直接进入现代种，并对现代种的基因组发生了贡献，就属于基因渗入。

大量的基因渗入表明基因交流在作物适应环境过程中可能发挥重要作用。严建兵说，但现在还没有足够的证据搞清楚这些特有的遗传变异的功能，这也是他们未来的研究方向之一。

对玉蜀黍属不同亚种的适应性研究发现，玉蜀黍属在基因组水平上存在趋同进化的特征。

趋同进化现象在自然界中广泛存在，发生了趋同进化的性状常常具有重要的适应性或经济价值。严建兵举例说，高原大刍草和高纬度(温带)玉米，在适应性进化过程中，趋同选择的基因组位点和差异表达基因明显富集。

陈露进一步解释说，高原大刍草和温带玉米在适应过程中都选择了控制开花的基因。只经历了自然选择的大刍草，要在积温较少的高原存活，必须提早开花，才能在温度降低之前完成从营养生长到生殖生长的转变，结出果实，活到下一年。这个过程完全是对环境的适应。

玉米是从热带驯化而来，并不断扩散到温带地区，成为今天种植范围最广泛的作物之一，在从低纬度向高纬度适应的过程中，也要适应光温的变化。它也一定要在温度降低之前完成生殖过程，否则无法适应高纬度环境。

这个结果对理解自然选择和人工选择在物种适应性进化过程中的作用提供了参考案例。严建兵说。

研究团队进一步筛选了一批调控玉米开花期的关键基因，并利用分子生物学手段，证明了一个在高原大刍草和温带玉米中均受到选择的基因ZmPRR7，和一个仅在温带玉米中受到选择的基因ZmCOL9，在调控玉米开花过程中发挥了重要作用。

为应对气候变化寻找新的基因资源库

气候变化影响作物生产，这进一步加剧了粮食供应不足与人口增长之间的差距。严建兵说，人类生存迫切需要新的作物品种，既要提高产量，又要改善对不同环境的适应能力。

玉米在全球范围内广泛种植，但在驯化和繁殖过程中，由于遗传瓶颈(某些事件会大大减少种群规模)和人工选择的发生，玉米失去了丰富的遗传多样性。玉米的祖先——野生大刍草适应不同的环境，从炎热、潮湿、亚热带地区到寒冷、干燥、高海拔地区。它们表现出现代玉米所没有的生物和非生物适应性(如极端环境和抗病性)，提供了丰富的遗传多样性，可用于未来育种。然而，人们对大刍草作为玉米有用的多样性来源的潜力仍知之甚少。

这个研究最重要的结果就是，为了应对未来的气候变化，一定要回到大自然，也就是从大刍草的野生资源中去寻找基因资源，来扩大玉米现有的基因库，满足未来适应气候变化的玉米新品种的培育。气候变化是我们面临的最大挑战，如果只盯住现有的玉米基因资源，是不可能完成的任务。严建兵说。

《自然—遗传》编辑Wei Li认为，这项研究之所以引人注目，是因为其精心设计了大刍草种质资

源的采样，构建了高密度的玉蜀黍属(玉米及其野生类群)遗传变异图谱。该研究不但提供了整个属的遗传多样性资源，而且扩大了人们对于玉蜀黍属趋同适应和适应性进化位点在玉米改良中潜在应用的认知。

严建兵认为，在人口增长、气候变化下，研究作物遗传多样性特别是野生资源多样性，寻找丢失的等位基因对未来作物遗传改良和保障粮食安全具有重要价值。玉蜀黍属的群体遗传学提供了大量玉米中缺失的适应性等位基因，这些基因有潜力通过重新引入遗传多样性来加速未来的育种。(来源：中国科学报李晨)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41588-022-01184-y

作者：严建兵等 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转发