中国科学家惊人发现：土豆的妈妈是番茄

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/34736.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！

中国科学家惊人发现：土豆的妈妈是番茄。文｜《中国科学报》记者李晨

当你给薯条蘸上番茄酱时，可能不会想到，它俩的亲缘关系其实相当亲密。

7月31日，《细胞》在线发表了中国农业科学院深圳农业基因组研究所（岭南现代农业科学与技术广东省实验室深圳分中心，以下简称基因组所）研究员黄三文团队联合中外科学家完成的成果。他们发现，大约900万年前，马铃薯从番茄的祖先进化而来。该研究系统揭示了茄属马铃薯组的杂交起源、薯块形成和辐射分化。

论文审稿人认为，这是古老种间杂交事件导致物种多样性快速形成的重要实例。对于全球第三大主粮作物马铃薯来说，这是一项激动人心的研究，展示了薯块如何由两个亲本谱系的等位基因组合形成，是杂交物种形成领域的新颖成果。

“这项研究是开创性的。”美国哈佛大学进化生物学教授James Mallet说，“它展示了杂交事件如何引发新器官的出现，甚至导致新物种的出现。”

亲缘关系扑朔迷离的茄属类群

实际上，马铃薯的果实和市场上备受欢迎的樱桃番茄长得很像。分类学家把茄科茄属中这两类植物分别划分到马铃薯组和番茄组。

茄属中还有一类植物的地上部分整体都像马铃薯，也能产生地下茎，但不会结出薯块，它们被划分到类马铃薯组。

“从形态学上看，类马铃薯组一度被认为是马铃薯的直接祖先，是‘不结薯的马铃薯’。”论文通讯作者黄三文告诉《中国科学报》，而分子系统发育学研究却发现，番茄组与马铃薯组的遗传距离更近。于是，三者的亲缘关系成了一个未解之谜。

2015年启动的“优薯计划”打算用二倍体育种替代四倍体育种，并用杂交种子替代传统的薯块繁殖，从而实现马铃薯产业的颠覆性创新。尽管黄三文团队已经培育出第一个二倍体概念品种“优薯1号”，但要实现“优薯计划”，必须解决杂交马铃薯的抗性问题。

“野生马铃薯是一个巨大的资源宝库，但人们对此研究不多。特别是马铃薯的起源问题，尚未解决。”论文第一作者、基因组所已毕业博士生张智洋在接受《中国科学报》采访时说，薯块作为

无性繁殖和营养储存的核心器官，其形成机制是一个进化谜题。“ 在马铃薯物种的形成过程中，薯块是怎么来的？大家一直不清楚。 ”

而且，类马铃薯组只有3个种，都是生活在南美洲的野生物种。马铃薯组包含栽培马铃薯和107个野生种，番茄组包含栽培番茄和16个野生种。为何马铃薯组的物种数量明显比另外两个类群多、多样性更丰富？这些问题也令人费解。

2022年前，张智洋的主要研究对象是番茄，参与了番茄图泛基因组研究工作。至于为何转做马铃薯研究，他说“ 有一点偶然 ”。

那一年，他们团队在《自然》发表论文，首次解析了二倍体野生马铃薯的泛基因组，研究了野生和栽培马铃薯的基因组进化和多样性，找到了马铃薯结薯的关键基因IT1。

“ 马铃薯的IT1基因怎么和类马铃薯那么像呢？ ”这个问题在张智洋心里挥之不去。

一次组会上，张智洋例行汇报研究进展，他“ 偶然 ”提及了该异常现象。“ 会后，黄老师叫住了我，认为这可能是马铃薯杂交起源的证据，是一个必须深入研究的问题。 ”

“ 想要找到证据不那么容易，信号不明显。 ”黄三文说，他们决定“ 放大 ”——对栽培马铃薯及野生种的101份基因组和349份重测序数据进行分析，相当于给所有马铃薯个体做“ DNA亲子鉴定 ”。

番茄是妈，类马铃薯是爸

物种的形成机制是生物学领域最吸引人的问题之一，也是最大的难题之一，达尔文称其为“ 谜中之谜 ”。

除了变异积累，杂交也被视为物种形成的一种重要机制。杂种物种形成是指两个亲本物种通过杂交方式融合，进而快速形成新物种的过程。不同于变异积累，杂交通过融合不同亲本的遗传信息，快速产生大量遗传组合，从而促进生态物种形成和适应性辐射进化。

越来越多的证据表明，杂交对于生物进化和物种大爆发的作用可能被低估了。

近年来，国内外研究人员发现这一现象广泛存在于植物、昆虫、鱼类及鸟类中。2003年至今，《科学》《自然》等杂志分别报道了10余例杂交起源的物种，包括金丝猴、黑熊、海豹、蝴蝶、核桃、板栗等。

值得一提的是，2016年，《自然》发表了一项对非洲维多利亚湖慈鲷的研究成果。基因组研究表明，湖中大约500种令人眼花缭乱的慈鲷在短短1.5万年间，通过不断杂交实现了快速进化。

这种高效产生新表型的“ 速率 ”可“ 媲美 ”作物现代育种常用的杂交实验。“ 杂交实验F2代总是呈现强大的性状分离，可以获得大量不一样的个体。而大自然悄然进行的种间杂交‘ 实验 ’相当于在无数Fn代中不断筛选。 ”黄三文说。

这些研究启发了他们的工作。张智洋表示：“ 野生马铃薯共有107个种，其样本采集极其困难，我们的工作获得了迄今最全面的野生马铃薯基因组数据集合。 ”

他们系统分析了来自101份马铃薯组、15份番茄组、9份类马铃薯组，以及19份其他茄科物种的高质量基因组数据。大部分基因组数据已经存在，而这项研究对数据进行了再利用。

“我们的研究发现，所有马铃薯个体都包含来自类马铃薯和番茄植株的稳定平衡的遗传贡献，且遗传贡献比例约为6：4。马铃薯可能是两者杂交诞生的‘混血儿’。”张智洋说，为验证这一猜想，他们进一步评估了三者的分化时间。

结果发现，类马铃薯和番茄约在1400万年前开始分化。大约900万年前，南美洲安第斯山脉快速隆起。偶然间，一种番茄祖先物种和类马铃薯祖先物种发生了杂交，而它们的后代就是最早带有薯块的马铃薯，能更好适应剧烈的环境变化。

论文共同第一作者、基因组所博士后张平贤告诉《中国科学报》，由于被子植物的特殊性，细胞器质体的基因组都来自母本。他们经过对比研究发现，马铃薯的杂交母本是番茄，而父本是类马铃薯。

黄三文说，就此，杂交物种马铃薯形成了：在生殖隔离层面，马铃薯野生种与番茄组、类马铃薯组亲本存在显著的杂交障碍；在基因组层面，马铃薯野生种通过等位基因重组筛选，产生了新器官薯块；在生态拓展层面，杂交物种呈现爆发式辐射分化，使马铃薯能快速适应环境变异。

新器官薯块展现超强优势

为什么马铃薯能长出薯块，而它的“爸妈”——番茄既无地下茎也无薯块，类马铃薯只有地下茎、无膨大薯块？马铃薯特有的薯块是如何进化而来的？

黄三文团队提出了一个大胆猜想：这可能是基因组重组的结果。番茄组和类马铃薯组这两个家族的祖先杂交后，它们的基因重新组合，意外地创造出了“薯块”这个独特的器官。

基于此，研究团队进一步追溯了马铃薯薯块形成关键基因的起源。张平贤介绍，新器官薯块的形成是亲本来源的等位基因重新组合和交互调控的结果。

比如，控制薯块形成的“主开关”基因SP6A来自番茄组；而调控地下茎分支的关键基因IT1则继承自类马铃薯。此外，研究团队还发现了两个薯块功能相关基因DRN和CLF，分别来自番茄组和类马铃薯组。“任一基因缺少，都会影响薯块的正常发育。”张平贤说。

“和此前发现的单一杂交物种只有新的性状出现不同，马铃薯祖先的‘联姻’不仅创造了新器官薯块，还丰富了马铃薯组内物种的遗传宝库。”论文共同通讯作者、兰州大学教授刘建全说。

现今马铃薯组内部物种仍有约24%的遗传组分随机固定了不同亲本的等位基因，呈现出亲本镶嵌的“马赛克”模式——不同个体携带不同亲本的遗传信息，就像一幅由不同颜色小瓷砖拼成的马赛克画一样，导致表型呈现不均一性。

当马铃薯受到不同环境条件胁迫时，这种“马赛克式”的遗传组合像“智能筛子”一样，从宝库中筛选出最佳基因组合，使马铃薯能够适应从温带草原到高寒高山草甸的多种生态环境。

同时，薯块的形成也给马铃薯带来了地下生存优势。张智洋说，薯块不仅能够储存水分和淀粉，帮助马铃薯度过干旱、寒冷季节，更赋予它无需种子或授粉即可繁殖的能力。

“ 薯块和双亲的遗传宝库使马铃薯在安第斯山脉快速隆升期的恶劣环境中获得巨大优势，进一步加速了马铃薯物种爆发式的辐射分化，并与亲本建立生殖隔离，表现出超强杂种优势和超级环境适应性。 ”黄三文说，这也解释了马铃薯组为什么比番茄组和类马铃薯组的物种数量更多、更丰富。

论文共同通讯作者、加拿大英属哥伦比亚大学教授Loren Rieseberg告诉《中国科学报》，这项研究是迄今关于古老杂交对植物多样化重要性的最激动人心且令人信服的报告。这篇论文将成为物种杂交起源领域的一座里程碑，不仅因为惊人的发现，还因为对功能细节的深入研究。

黄三文相信，这项工作将为后续杂交马铃薯遗传育种提供全新的理论视角。番茄可能不仅仅是马铃薯过去的一部分，还将成为马铃薯未来的一部分。

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.06.034

《中国科学报》(2025-08-01第1版要闻)

作者：李晨 来源：中国科学报微信公众号

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