百年悬案破解：百变芥菜有同一个“妈妈”

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/15600.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！

百年悬案破解：百变芥菜有同一个“妈妈”。



芥菜植株和叶、籽。 受访者供图

四川的青菜、湖南的排菜、长江下游的雪里蕻，加上榨菜、儿菜、榛菜和大头菜……这些形态各异的芥菜，是在不同地域环境下被人类驯化并选择的结果。

近一个世纪以来，芥菜的起源和驯化一直是个悬而未解的科学争议。

9月6日，《自然—遗传学》在线发表了湖南农业大学与中国农业科学院油料作物研究所团队的最新合作成果，阐明了芥菜群体结构和多样性变异的遗传基础，揭示了芥菜的起源和驯化历史。

百年未解之悬案

栽培学上将收种子榨油的十字花科作物称为油菜，包括白菜型油菜、芥菜型油菜和甘蓝型油菜。收籽榨油的芥菜叫芥菜型油菜，是油菜的一种。

论文通讯作者、湖南农业大学教授刘忠松告诉《中国科学报》，异源四倍体芥菜有36条染色体，是由二倍体祖先种白菜（20条染色体）和黑芥（16条染色体）天然杂交后加倍而来。它地理分布广泛，是一种形态多样且重要的经济作物。

芥菜栽培和驯化历史悠久，经过长期的变异和选择，逐渐演化出籽芥、根芥、叶芥和茎芥四个亚种。

一般认为芥菜起源于亚洲。但起源于亚洲何处，是单系起源还是多系起源，一个世纪以来是个悬而未解的科学争议。刘忠松说，关于芥菜的起源中心，有的学者认为在中亚，更多人认为是在中东；早期的形态学研究提出了单系起源的观点，而一些学者结合化学分类学、核DNA标记和叶绿体基因组标记的研究结果提出了多系起源的观点。



位于我国西藏的芥菜。 受访者供图

关于芥菜起源，前人研究通常是基于一个性状、有限的分子标记或有限材料，这样获得不同的结论、观点不能被学界统一接受。论文共同通讯作者、中国农科院油料所研究员华玮告诉《中国科学报》，对于作物起源的认识，多是一个不断深化的过程，在没有获得确切结论之前，往往会存在多种不同的观点。

因此，需要更加全面的研究来揭示芥菜的身世之谜，也有助于后续开展芥菜育种改良工作。刘忠松说。

单一起源+三条独立驯化之路

该项研究利用多项遗传学、基因组学测序技术从头组装了芥菜型油菜四川黄籽的基因组，最终获得高准确性的染色体级别的基因组图谱，各方面优于之前发表的中国茎用芥菜和印度油用芥菜基因组。

为了探索芥菜的遗传变异，我们对来自全球38个国家、包含4个亚种的480份种质材料进行了重测序。论文第一作者、湖南农业大学讲师康雷博士介绍，他们共获得4529618个高质量的单核苷酸变异位点和967266个短的插入缺失位点。全面的芥菜基因组变异数据集为芥菜生物学和育种研究提供了资源。

进一步的研究阐明了芥菜群体内的亲缘关系，显示出三个分支和6个对应不同形态的遗传类群，即第一个分支上的根芥群体，第二个分支上的4个籽芥群体，第三个分支上的叶芥和由叶芥驯化而来的茎芥。由此形成了芥菜的四个亚种。

研究物种进化，我们要绘制进化树，像大树有主干、分枝和分杈，这样可以利用树状分支图形来表示各物种、物种不同类型之间的亲缘关系。芥菜的三个不同分支是指它们处于进化树上三个分枝，再进一步沿分枝产生6个分杈，就是6个群体。刘忠松解释说。

为了阐明芥菜的驯化和传播，他们构建了芥菜及其祖先的亚基因组系统发育树，同时组装了478个叶绿体和10个线粒体基因组，以研究芥菜及其祖先之间的细胞质关系。

华玮说，首先，芥菜进化树只有一个主干，然后演化出不同分枝，说明芥菜由一个祖先产生6个不同群体；其次，细胞质的遗传物质，包括叶绿体和线粒体DNA，表现为母系遗传，通过胞质溯源发现芥菜只有一个妈妈。 我们从这两方面证实了芥菜是单起源。

随后，结合考古证据和历史文字记录，他们发现芥菜于8000~14000年前在西亚起源，在其自西向东传播过程中，形成了三条独立传播路径，通过基因突变和渐渗杂交演化出6个遗传类群。

三条传播路线和三个进化分支、三次独立驯化事件都是对应的，芥菜在每一条传播路途上分别驯化，这是地域环境适应和人为选择的结果。刘忠松说，基因组和进化研究指明了芥菜驯化发生顺序、推定了大致驯化时间，与前人的考古发掘和历史文献记载结果有一致的对应关系，揭示了芥菜自西向东传播的过程。

我们分析材料中虽然没有野生种，但文献数据表明西亚（中东）地区有野生种分布。华玮说，希望西亚能尽快恢复和平、安宁的环境，让科学家深入当地采集种质资源和可能的野生种，进一步揭示芥菜的身世。

芥菜形态的百变之源

种是生物分类的基本单位，指具有一定自然分布区和一定形态特征、生理特性的生物类群。在同一种中的各个个体具有相同的遗传性状，彼此交配可以产生能育的后代。

而亚种一般认为是一个种内的类群，在形态上多少有变异，并具有地理分布上、生态上或季节上的隔离。

芥菜由于驯化和人工选择形态发生了较大的变化，主要表现为种子大小的增加、根的膨大和茎的膨大。芥菜因此形成了四个亚种。康雷说，芥菜的形态十分多样，叶片大小和形态差异悬殊，有的根茎膨大、伸长；而有的籽粒细小，1000粒芥菜籽可能不足1克，但也有大粒的，千粒重达7~8克。

随后，他们对这些驯化性状进行了较为详细的研究。

研究鉴定到22个与千粒重显著相关的候选基因，有7个基因也可以通过选择消除检测到。对这些适应当地光周期的基因进行选择，可诱导芥菜种子大小的改变。

他们将根芥基因组与籽芥、叶芥的基因组进行了比较，确定了14个与贮藏根形成有关的候选基因，可能在生长素信号、糖运输、细胞分裂、细胞扩张和细胞壁修饰方面发挥作用。

茎芥的特征是茎粗，食用茎直径大于20
cm，远大于叶芥。比较了茎芥和叶芥基因组后，他们共鉴定到5018个相关基因组区域。

我们通过比较不同类型的芥菜，比如大粒材料与小粒材料、根茎膨大材料与不膨大材料，进行分析，看不同材料在进化过程中留下的基因组痕迹，找到了籽芥、根芥和茎芥特有基因组区域。康雷说，进一步鉴定出一系列候选基因，分析这些候选基因的组织表达特异性，看它们是否在形态不同的组织中表达、表达时期以及表达量的高低，从而确定哪些基因与形态形成有关。

刘忠松说，这篇论文解决了芥菜起源的百年之争，揭示了芥菜形态的百变之源，为收集和利用芥菜种质资源提供了指南，为芥菜基因组学研究建立了路图，使得寻找新的基因变得更加简单、便捷。已鉴定出的新基因、单倍型为不同用途芥菜的基因组选择育种提供了科学依据、基因资源和选择方法，有助于提高育种效率、加速芥菜育种进程。（来源：中国科学报李晨）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41588-021-00922-y

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：刘忠松等 来源：《自然—遗传学》

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转发