
十年翻山越岭，只为证明它起源于中国

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24515.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！

十年翻山越岭，只为证明它起源于中国。云南、湖北、湖南、广西、广东、江西……从西双版纳热带雨林到莽山，再到猫儿山，10多年来，华中农业大学园艺林学学院教授徐强带领团队在南方的崇山峻岭中搜寻着柑橘属野生种的踪迹。只因他们认为那里生长着全世界最古老的柑橘属植物。

10月2日，《自然—遗传学》杂志在线发表了该团队最新的研究论文，他们揭示了柑橘属和柑橘亚科的起源和演化历程，绘制了柑橘亚科的泛基因组图谱，鉴定了调控柑橘果实柠檬酸积累的关键基因，证实了柑橘起源于中国。

该研究对认识植物果实积累柠檬酸的分子调控机制具有重要科学意义，同时为果实风味育种提供了重要基因资源。

把柑橘起源的故事讲清楚

后皇嘉树，橘徕服兮。受命不迁，生南国兮……有许多学者提出中国是全球柑橘的起源中心，但由于以往的研究主要局限于橘、橙、柚、柠檬等在世界范围内广泛种植的商业品种，缺乏对柑橘野生种和近缘种资源的系统认识，限制了对柑橘起源、进化的研究，对于柑橘的起源地一直缺乏确凿的证据。

2013年前后，中国工程院院士邓秀新曾多次带领徐强等深入南方柑橘分布地区，遍访古树、寻找资源，并叮嘱他们：好好搜集鉴定一下，这么大规模的野生柑橘资源可以作为探源研究材料。

那时候，徐强就注意到，在南岭北麓，湖南莽山和湖北一带，有一些很古老的柑橘资源，例如以湖北宜昌命名的宜昌橙。当时我就觉得应该专门到这些地方去实际调研并深入研究他们遗传背景，这里可能是柑橘重要的起源地。徐强说。

说干就干，徐强带领团队拟定了详细的研究计划。

博士生黄跃和徐远涛开始一起着手资源和数据收集。通过和云南农科院热带亚热带经济作物所、湖南农科院园艺所合作，他们深入云南、湖南、广西、四川、江西等我国南方柑橘分布地区，寻找古树、寻访老农、采集资源，用脚步丈量着山川大地。



徐强团队在野外调查。受访者供图

经过长时间合作，如今已经和云南、湖南等地科研人员甚至是果农建立了友谊和伙伴关系，这层友谊也显著提升了野生资源采集和观测的效率。

徐远涛清楚地记得，有一次，徐强打听到云南瑞丽一带有项目研究缺少的珍贵材料，他立马从武汉坐飞机到云南保山，然后在合作伙伴带领下驱车三个小时到达野生资源分布区，徒步爬山搜寻两个多小时，才找到需要的样品。

每年暑假他们必定要在这些山沟沟里度过一段很长的时间，采集柑橘属物种的枝叶花等；而10月到12月还得去同样的地点收集它们的果实。有时候运气不好，果子成熟掉落了，或者被野生动物吃掉了，他们就无法顺利地观察和获得果实。

因为要采集的都是野生植物资源，我们爬的都是野山。遇到过各种危险，碰见过各种动物。徐强浅浅地说，有一次曾经险些跌下山谷。真掉下去可能就是重伤了。

徐强说，收集到的野生种质资源他们都会在华中农大的温室里嫁接，至今已保存了300多份活体种质资源。



团队成员在柑橘基地观察新品系果实性状。华中农大供图

然而2018年前后，美国主导的团队在《自然》杂志上发表研究成果，明确提出柑橘起源于喜馬拉

雅东南麓的学说。

这个学说引起了徐强的注意。喜马拉雅东南麓这个说法值得怀疑，至少不精确值得用野生材料加基因组学的研究范式进行再考察我觉得我们可以更加客观地把柑橘起源的故事讲清楚……

黄跃清楚地记得，发现这个漏洞时，他正和徐强坐在去往云南的火车上。

师徒二人在火车的小桌板上架起电脑，打开了一副古大陆板块的移动模型以及中国柑橘资源的分布图，开始细细琢磨起来。

为柑橘属分类正名

整个项目过程中，他们还意外的发现了两个新种。

2016年，湖南省郴州市农业农村局的一位工作人员请邓秀新鉴定一个果子。非常特别，老远就能闻到一股异香，种子也非常大，有点四不像。邓秀新觉得很有研究价值，交待要好好研究。

后来徐强专门到郴州临武县多次调研，和当地技术人员和老乡建立了很好关系。徐强团队对这个果子进行了测试，发现其味道又酸又苦，很野生。然而只有果实，没有花叶枝，无从判断是什么物种。

巧的是，他们后来在湖南省农科院园艺研究所发现了类似的种质材料。原来它的叶片也和柑橘属的其他物种不一样。柑橘属叶片通常是硬的，外层有革质；然而这个四不像的叶片却像薄荷一样是软的，并且表层有毛。

后来他们发现，从基因组上来看，它是一个单独的属，是从宜昌橙向橘子进化过程中的一个过渡种。徐强说。



柑橘大家庭。受访者供图

另一个新种则是在云南发现的。在云南当地有一棵很大的树，树上结果非常大也非常酸，老百姓不知道它是什么，也不关心它究竟是什么。

直到2019年，徐强团队走到这里，看到了它。经过研究，他们认为这是香橼和枸橼这两个种分化之前的一个古老的物种。

这么多年，它几乎没有太大的变化，有一点点进化，但因为生长周期特别长，所以还是保留了古老的基因组。徐强说。

这两个新种刚发现的时候，他们并不能确定是新的物种。柑橘属和柑橘亚科的情况有些乱。徐强介绍，对于柑橘属，林奈认为该属有两个种；美国人斯林格认为有12到14个种；而日本有学者认为是162个种。

一直到他们在全球范围内收集了312份柑橘亚科种质资源的全基因组数据，并进行了全面梳理后，才确认这是两个新种。由此，他们也提议柑橘属有15个种。

意外的副产品

在一次采样过程中，团队偶然获得了几个珍贵的柑橘近缘属果实，经过简单品尝，大家发现这些果实的风味和预期完全不一样——它们几乎没有柑橘果实特有的酸味。

大家经过简单讨论，认为这些近缘种和柑橘属的果实风味在进化中发生了分化！为了深入探究这一现象，黄跃询问了课题组专攻柠檬酸和代谢研究方向的何佳鲜和郑伟康，几人一拍即合，打算共同研究这个有意思的现象。

徐强（左二）指导实验。华中农大供图

这个意外的副产品成为后面研究成果的一个亮点——柠檬酸合成的关键调控基因。

柠檬酸及柠檬酸循环是植物最基础代谢产物和能量循环。柑橘是植物界非常有名的果实积累柠檬酸异常高的植物，历史上曾被用于柠檬酸的生产。柠檬酸作为柑橘果实中的主要有机酸，其含量高达柑橘果实有机酸的90%以上。

徐强告诉《中国科学报》，柑橘属栽培物种的果实风味表现出多样化，如柠檬和葡萄柚偏酸，蜜橘非常甜，部分甜橙、柚和橘突变类型甚至无酸；而野生柑橘属植物果实柠檬酸含量均很高。

有趣的是，柑橘近缘种部分类型（含野生资源）果实并不积累柠檬酸。借此，他们发现CitPH4是一个调控柑橘液泡酸化进而促进柠檬酸积累的关键基因。CitPH4可以作为柑橘果实风味改良的关键基因，对于柑橘优质育种具有重要价值。

实验室的团结奋斗史最动人

更正、更正、再更正，否定、否定、在否定，最多的时候一天改了6、7个版本，最后成果发表时，发现柑橘传播模型文件夹里面已经‘躺着’五十多个修改版本！黄跃说，后期资料整理相当费时费力，必须结合实验数据，反复查阅核对文献。

为此，他们形成了固定的工作机制和团队。每天，他们都会在QQ群中随时抛出观点、提出问题、碰撞思想，他们会约定每周六上午九点交流进展、讨论问题及解决方案、反复论证数据分析结果、凝练研究思路……

经过艰辛的探索，他们解析全球了312份柑橘亚科种质资源的全基因组数据，推测古印度板块可能是柑橘亚科的起源中心，中国南部则可能是柑橘属的初生起源中心，而喜马拉雅山东南麓和澳大利亚及附近岛屿则是柑橘的两个次生分化中心。

淮海惟扬州，厥包橘柚锡贡。在夏朝，橘柚就作为珍品上贡给大禹王了。这场正名似与2000多年前《禹贡》描述中国柑橘栽培史相暗合，他们跨越时空而重逢。

成果发表后自然成了整个实验室的大事，也是实验室穷理致知，反躬实践的一个最好脚注。



师生相聚其乐融融。华中农大供图

实验室的团结奋斗史最动人！徐远涛说。在他看来，自己从一个萌新成长为团队的一名干将，得益于勤奋和刻苦，更得益于徐强的言传身教。

咱们实验室每天都会‘八卦’一下徐老师昨天的工作时长、昨晚究竟休息了几个小时……黄跃笑着说，这就是实验室的奋斗记忆，由X同学提出今天最早与徐老师聊课题的时间，7点30；由Y同学说一下晚上与徐老师道别的时间，23点30……好的，不加上下班和吃饭，他今天至少工作了12个小时……

做科研一定要有冲劲儿，要讲效率，不能慢。徐强经常告诫团队师生，而他自己也是这样坚守的。上午在北京开会，下午赶飞机去云南学术报告，晚上红眼航班回武汉，第二天早上7点准时到办公室与学生聊科研进展……这样的拼劲闯劲深刻影响着实验室的每位同学。

科研也要返璞归真。何佳鲜是研究柑橘果实酸度的调控机制的，每次测定果实或者叶片的酸度都是通过酸度计或者其他精密仪器进行测定，记录下酸含量具体的数据。

一次，徐强干脆亲自尝了柑橘和拟南芥再测定，于是先尝为敬成了实验室不明文的规定。

设备是忠实的，但人的体验更加灵动、更具创新，这或许就是科研的方法论。

柑橘是全球和我国最重要的果树之一，2022年中国柑橘种植面积超过4500万亩，产量超过5500万吨，柑橘产业在国民经济发展和乡村振兴事业中发挥重要作用。该团队师生希望继续努力，把科研成果转化为种质资源，赋能中国种业安全和乡村振兴。（来源：中国科学报 李晨 蒋朝常）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41588-023-01516-6>

作者：徐强等 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](https://www.iikx.com)转发