



扫二维码 看科学报



扫二维码 看科学网

# 藏在橘皮里的秘密

■本报记者 李晨 实习生 张心如

任何一个剥过柚子、橘子，挤过柠檬的人，都会对从果皮飞溅出来的苦麻味精油印象深刻。这些带着特殊香气的精油来自果皮内的油胞，柑橘油胞则是植物分泌囊的一个代表类型。

华中农业大学(以下简称华中农大)果蔬园艺作物种质创新与利用全国重点实验室邓秀新院士和张飞教授课题组在全球首次揭示了柑橘油胞发育和精油合成的分子基础，填补了人们对柑橘油胞形成和发育认知的空白。近日，相关研究成果以封面文章形式发表于《科学》。

论文评审人指出，该研究代表了柑橘功能基因组学研究的重大进步，解决了一个非常重要的生物学问题，有很强的进化研究意义。此外，油胞与防御动物、精油富集、风味形成相关，因而具有很大的农业应用价值。

## 意外之喜：枝刺成为研究利器

柑橘油胞属于分泌囊，是橘子、橙子、黄皮、九里香等芸香科植物的特征性结构。但柑橘等重要果树生长周期长，受珠心胚干扰，很多遗传机制研究进展缓慢。

在正式开展柑橘油胞研究之前，张飞主要聚焦于植物发育生物学研究，尤其是植物器官形成和发育。枝刺是他在美国耶鲁大学做研究时就关注的。植物的枝刺由枝条变态而来，能保护植物，但对人类却是一个麻烦，不利于具有经济价值的果树的嫁接和修剪。

华中农大柑橘团队教授郭文武长期从事柑橘细胞工程与遗传改良研究，创制了大量矮化和抗性强的柑橘多倍体材料。然而，这些多倍体柑橘大多枝刺粗长坚硬，不利于产业中的应用。

近年来，华中农大柑橘团队教授徐强破解了柑橘高质量基因组图谱，这让柑橘从其他拥有枝刺的植物中脱颖而出，成为研究植物枝刺这一基础问题的优良材料。

以柑橘为研究对象解决枝刺发育问题，他让张飞课题组经历了意外之喜。2021年4月，张飞从耶鲁大学来到华中农大加入了柑橘团队，建立了柑橘功能基因组学实验室，带着与郭文武共同指导的博士生任杰继续研究柑橘枝刺发育问题。

7个月后，任杰在实验室观察柑橘枝刺切片时意外发现，在枝刺的不同部位存在着一种特殊的结构——油胞。他经过反复观察后发现，枝刺基部具有油胞结构，而顶部没有。

“我们做研究最希望能找到成对材料。”张飞说，枝刺基部和顶部同属一个器官，正是可以用来研究油胞发育的典型成对材料。理论上来说，只要对比两个部位活跃基因，就可能找到与油胞发育有关的关键基因。



挤压柠檬皮后飞溅精油的瞬间。受访者供图

而且，放眼全球，植物分泌结构的研究主要集中在分泌腺毛等外分泌结构，对内分泌结构——分泌囊的起始和发育的分子机制研究较少。如果以柑橘油胞为模式系统开展研究，可以揭示分泌囊发育的机制，为破解更复杂的植物内分泌结构提供重要参考。

然而，柑橘基因组复杂，基因位点多，要想快速筛选出关键基因并非易事。

## 厚积薄发与新技术加持

机会总是留给有准备的人。柑橘油胞对华中农大柑橘团队来说再熟悉不过了。

上世纪80年代，广西柳州融安县发现并选育了无油胞自然变异的“滑皮金柑”。为了揭开其无油胞突变的秘密，2017年，邓秀新团队开始了无油胞突变的相关研究。几经尝试，该团队博士生朱晨桥将10多年前从自然资源挖掘到的单胚短童期山金柑材料“迷你山金柑”与“滑皮金柑”杂交后发现，无油胞为单基因控制的隐性性状。邓秀新与张飞共同培养的博士研究生王红星则成功定位到无油胞突变基因所在的染色体区间。但这个区间里有54个基因，究竟是哪个基因控制油胞发育，还需继续探索。

这一次，利用柑橘枝刺“刺基有油胞结构，而刺尖没有”的重要信息，张飞课题组终于成功定位到关键候选基因CSLM11，并在基因编辑和遗传互补实验中证实了该基因调控油胞发育的功能，破译了柑橘油胞发育的关键问题。

“正是在柑橘枝刺研究中‘意外’发现‘油胞’的分布不同，加上团队多年的研究积累，才有了这次的重大发现。”张飞说，这是柑橘团队努力和集体智慧的结晶。

柑橘油胞对于柑橘品质和抗性非常重要。探索其中奥秘，实现从鲜果到精油满足人们多元化需求，对于柑橘产业从数量扩张型到质量效益型的转变至关重要。

所以，张飞课题组并不满足于弄清楚油胞形成的遗传基础。候选基因还具有调控叶型的保守功能，在芸香科其他植物中也能调控油胞

发育。其背后的调控机理是研究中又一需要解决的重要问题，而关键在于该基因启动子调控元件的挖掘上。

课题组利用传统研究技术始终找不到关键点，研究一度陷入困境。团队成员一起重新梳理、从头分析，终于利用染色质开放性测序技术，结合进化分析和启动子编辑技术，顺利找到了重要调控元件并验证成功。以此为线索，他们通过基因编辑筛选到上游关键基因，再利用激光共聚焦成像和原位杂交等技术，明确了该基因的表达区域以及与油胞发育过程的联系。至此，研究团队打通了上下游调控通路，精准挖掘出调控元件，柑橘油胞发育机理这一重要问题得以解决。

“新技术加持，是取得这次科研突破的关键。”张飞说。

## 从产区找答案再反哺产业

“柑橘为什么会有油胞这种特殊的分泌结构？”张飞告诉《中国科学报》，过去人们猜测与抗虫有关，即通过分泌具有特殊气味的精油驱赶咬噬柑橘的害虫。但从没有研究证明这一点。要解决这个问题，就必须理论联系实际、紧贴产业。

为了明确油胞具体能够抗什么虫、什么病，邓秀新团队多次联系广西融安县产区，希望当地从业者能提供准确线索。该县除种植有油胞的“融安金柑”外，还广泛种植无油胞的“滑皮金柑”和“脆蜜金柑”。

然而，“反馈上来的情况得不到明确的结论”。张飞课题组决定到产区开展实地调研。邓秀新则对此次调研提出了明确要求：要从不同方位调查至少3个果园。

最终，张飞课题组发现了柑橘油胞对斜纹夜蛾具有抗性，解释了油胞的生物学意义。斜纹夜蛾是一种杂食性、暴食性昆虫，对多种农作物危害极大。

张飞介绍，研究结果可以指导培育无油胞新品种柑橘，提升鲜食品质，让果农更加“好吃”。例如果皮无油胞的金柑，因无苦麻味的次生代谢物，成为广受消费者喜爱的品种。另外，研究结果还有助于促进柑橘果皮的综合利用，增加精油产值，让果皮更加“好用”。

此外，这一研究对柑橘高质量绿色发展具有重要意义。融安金柑油胞精油具有天然抗虫功效，弄清楚柑橘油胞发生发育和精油合成调控机制，对柑橘绿色生产减少损失和提升商品价值具有重要意义，甚至有助于研制开发绿色天然的抗虫制剂，为绿色农业添砖加瓦。

(通讯员徐行对本文亦有贡献)  
相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.adl2953>

# 实施改革举措 提升科学基金资助效能

本报讯(记者甘晓)2月21日，习近平总书记在中共十九届中央第三次集体学习时发表重要讲话一周年之际，国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)组织召开基础研究科学家座谈会，畅谈新时代我国基础研究和人才培养取得的历史成就，研讨交流持续提升科学基金资助效能、加强高层次人才培养、推动基础研究高质量发展的思路举措。自然科学基金委党组书记、主任窦贤康主持会议。

窦贤康表示，自然科学基金委深刻认识新时代基础研究承担的神圣使命、发展的特征规律、面临的国际形势和加强人才队伍建设的战略意义，精准把握新时代加强基础研究的实践要求，坚持“四个面向”，坚持目标导向和自由探索“两条腿走路”，坚持教育、科技、人才一体推进，着力强化基础研究的前瞻性、战略性、系统性布局，打造体系化高层次人才培

养平台，实施一系列改革举措，切实提升科学基金资助效能。

会上，中国科学院院士张希、潘建伟、郑南峰、颜宁、张荣、中国工程院院士林忠钦、乔杰等科学家分别围绕各自领域作重点发言。

与会科学家一致认为，要发挥自然科学基金基础性、引领性作用，进一步加强对基础研究的支持力度，统筹推进战略导向的体系化基础研究、前沿导向的探索性基础研究、市场导向的应用性基础研究，强化对基础研究战略领军人才的自主培养，构建符合基础研究规律的考核评价机制，培育有利于科研人员潜心研究的良好创新生态，加大对基础研究成果的转化力度，推动发展新质生产力，为实现高水平科技自立自强、建设世界科技强国作出新的更大贡献。

来自13所高校、7家科研院所的25位科学家应邀参加会议。

# 地理资源所与联合国粮农组织 签署谅解备忘录

本报讯(记者倪思洁、田瑞颖)近日，在斯里兰卡举行的联合国粮农组织第37届亚洲与太平洋区域部长级峰会上，中国科学院地理科学与资源研究所(以下简称地理资源所)和联合国粮农组织就“优质地理产品生态环境保护与可持续发展”(以下简称“地标生境”)方法与支持“一国一品”项目签订合作谅解备忘录。该项目是联合国粮农组织于2021年启动的绿色农业旗舰项目。

2021年，地理资源所联合中国地理学会等单位启动了“优质地理产品生态环境保护与可持续发展2021—2030年行动计划”，旨在践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念，推动联合国2030年可持续发展目标的实现，并探讨可复制、可推广、可借鉴的方法、路径和解决方案。

2023年8月，在浙江省湖州、江苏省丰县和北京市举办的“2023国际绿色低碳创新大会”和“地标生境”技术应用研讨会上，来自孟加拉国等5个国家的农业官员和专家针对“地标生境”和“一国一品”项目实施与合作开展了

经验交流、产品联展和技术转让的研讨。“地标生境”被联合国粮农组织评选为亚太地区“好实践”案例并作为“一国一品”项目实施的重要科技支撑。

“地标生境”坚持以“绿水青山就是金山银山”为理念，以开放科学为基础，以地理大数据—物联网技术为支撑，将标准规范和地理文化传承贯穿始终，构成了一个多方合作体系。它是一个将科学、技术、工程、管理、文化融为一体的可复制的工具包，成功打通了地理产品从原产地生产、存储、加工、市场到终端消费，以及从地理基因挖掘、区域品牌提升、知识产权保护、乡村基层工程实施到国际推广应用的高质量发展的双轨实施链条，为联合国粮农组织“一国一品”项目实施中遇到的重大技术瓶颈问题提供了解决方案。

据介绍，未来，地理资源所与联合国粮农组织将在数据与知识开放共享、“地标生境”技术转让和能力建设，以及全面服务全球和区域粮食安全、消除饥饿与贫困、共同发展等方面开展合作。



2月18日至20日，我国首个自主研发的超深水气田“深海一号”二期建设完成了高压井钻工作业。

“深海一号”二期项目是我国首个深水高压气田开发项目，探明天然气地质储量超500亿立方米。

此次完成的高压井钻并深超过4700米。至此，“深海一号”二期项目钻并总进尺已超过5万米，相当于6座珠穆朗玛峰的高度。钻并作业整体进度完成90%，为项目按时投产奠定坚实基础。  
图片来源：视觉中国

# 新西兰废除科学改革计划引争议



本报讯 近日，新西兰政府决定废除一项名为“未来之路”的科学改革计划，此举遭到该国科学家的批评。研究人员担心，去年底上台的新政府将削减科研经费，并以此作为减税和减少政府支出的一部分。

新西兰上届政府于2022年底公布了“未来之路”改革计划，呼吁将总体科学资助提高到国内生产总值(GDP)的2%，并更好地将研究重点与国家需求结合起来。例如，通过评估原生森林可以吸收多少碳来帮助实现气候变化目标。该计划还旨在加大对职业生涯早期研究人员的支

持，并确保毛利人研究人员在所有职业中具有代表性。计划还拨出4.5亿新西兰元将首都惠灵顿变成一个科学城，把研究人员聚集在3个研究中心，分别专注于气候变化和减灾能力研究、流行病应对以及其他技术创新。

1月30日，新西兰科学部长Judith Collins给一个为政府提供战略指导的小组成员发信，表示计划终止“未来之路”改革计划。近日，Collins在一份电子邮件声明中表示，她正在与官员就如何最好优化科学研究项目进行磋商，同时强调了正在应对极度紧缩的财政环境问题。



新西兰科学部长Judith Collins。  
图片来源：KERRY MARSHALL

# 全球唯一戊肝疫苗可提供10年以上保护

本报讯(记者温才妃 通讯员欧阳桂莲)厦门大学研究团队通过高质量随访研究，证实全球唯一戊肝疫苗(以下简称戊肝疫苗)可提供至少10年的高效持久保护。近日，相关研究结果发表于《柳叶刀》。

戊肝是一种由戊型肝炎病毒(HEV)感染导致的肝脏炎症，也是全球范围内常见的病毒性肝炎之一。据世界卫生组织估计，全球每年有2000万人感染HEV，其中约330万人出现戊肝症状，造成7万例死亡。由于临床上普遍存在误诊、漏诊戊肝的情况，其发病率及疾病负担被严重低估。在多数情况下，戊肝呈自限性，但在孕妇及患有基础慢性肝病等特殊人群中预后较差，可导致肝衰竭甚至死亡。

# 迄今最大规模亚洲人群全乳腺癌多维组学图谱问世

本报讯(见习记者江庆龄)近日，复旦大学附属肿瘤医院邵志敏、江一舟团队，上海市生物医药技术研究院黄薇团队，复旦大学生命科学学院和人类表型组研究院石乐明、郑媛婷团队协同攻关，绘制出迄今为止最大规模的亚洲人群全乳腺癌多维组学图谱。相关研究在线发表于《自然—癌症》。

在前期研究中，邵志敏、江一舟团队等基于高通量检测技术，对乳腺癌基因组、转录组、蛋白组、代谢组以及医学影像和病理图像等不同层面的数据进行了分析，部分揭示了乳腺癌的发病机理和治疗靶点，不断升级乳腺癌“分型精准”的治疗策略。在此基础上，研究团队开展了多组学、多

维度的项目研究，以通过不同组学、多维度的信息协同，实现“1+1>2”的“立体式”效果。研究发现，相比西方人群，中国乳腺癌患者群体具有更高频率的AKT1突变，且HER2富集亚型比例更高。基因组—转录组—蛋白组整合分析结果表明，HER2基因在中国患者的癌症发生发展中起主导作用，这与既往临床研究结果相吻合，证实了多组学整合策略的价值。

研究人员进一步系统性描绘了乳腺癌各亚型的代谢特点，通过整合代谢组和蛋白组信息，发现基底样亚型乳腺癌脂质过氧化水平及铁死亡相关蛋白表达量更高，从而提出在这类肿瘤中靶向铁死亡的治疗新策略。此外，在激素受体阳

性的HER2阴性乳腺癌中发现一群以免疫细胞富集为特征的患者，扩大了免疫检查点抑制剂治疗的潜在获益人群。

为实现精准的患者风险分层和预后预测，研究人员基于前期搭建的数据库和多模态融合技术，构建了基于机器学习的多模态风险分层模型——TMPIC模型，其融合了转录组(T)、代谢组(M)、数字病理(P)特征、免疫组化分型(I)及临床分期(C)，较临床常用指标能更好预测乳腺癌患者复发风险，为乳腺癌患者的精准分层提供有力工具。

相关论文信息：  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02234-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02234-1)

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s43018-024-00725-0>