



# 玉米的杂交后代为何更“杰出”

■本报记者 李晨

作物的杂交后代比它的双亲表现出更大的生物量、更强的抗逆性、更高的产量，这就是杂种优势。百余年来，遗传学家一直在苦苦探寻其背后的遗传学机理，寻找能让后代比双亲更“杰出”的基因位点，却难以揭开其神秘的面纱。

近日，我国科学家在构建玉米核心自交系泛基因组、解析玉米杂种优势形成机理方面取得重要进展。评审专家认为，该研究组装的玉米基因组非常重要、有用和翔实，将对玉米研究和育种效率的提高产生关键推动作用。相关论文在线发表于《自然-遗传》。

## 神秘的杂种优势机理

“杂种优势是生物界的普遍现象，杂种优势利用是作物育种的主要方法之一。”论文共同通讯作者、华南农业大学教授王海洋告诉《中国科学报》，目前植物杂种优势的遗传机理研究整体上比较滞后。

论文共同通讯作者、北京市农林科学院研究员赵久然说，玉米是农作物中杂种优势最强、应用最成功的作物之一，目前我国生产上所用的玉米品种几乎都是基于杂种优势的杂交种。

作为育种科学家，赵久然自称“玉米团长”，也是该研究的共同发起人。赵久然带领团队培育并规模化推广了 100 多个国家审定的优良玉米品种，但他告诉《中国科学报》，育种中真正碰到强的杂种优势的频率仍不高。

在育种实践中，赵久然这样的科学家已经可以凭借大量表型观察和育种实践经验积累挑选合适的亲本群体做杂交实验，但其过程需要耗费大量精力和时间，“一个一个植株测配，再去测试杂交种的性状”。

然而，玉米为何具有更强的杂种优势，这一问题尚未得到解决。“这是做遗传学研究的科研人员都想回答的一个问题。”王海洋说，这个现象本身非常复杂，目前一些假设只是从某一侧面或者角度来尝试解答。

杂交种是由两个纯合材料通过杂交产生

的 F<sub>1</sub> 代，其中的纯合材料就是所谓的自交系亲本。假如事先知道哪两株亲本杂交可以产生很强的杂种优势，就不用做那么大规模、高成本的杂交配种。

论文第一作者、中国农科院生物技术研究所研究员王宝宝在接受《中国科学报》采访时说，尽管学界普遍认为玉米杂种优势与双亲的遗传差异相关，但是因为不同类型的玉米自交系遗传差异很大，传统上用同一个公共的玉米材料作为参考基因组进行遗传分析，往往容易漏掉许多玉米类群特异的遗传信息。

王宝宝说，由于缺乏玉米核心种质精准基因组信息，玉米杂种优势研究难以深入。这使得目前玉米杂交种选育主要依赖经验，育种周期长、效率低下、突破性新品种匮乏。

## 首次从基因组水平验证“遗传互补假说”

当下一种流行假说认为，玉米杂种优势的产生是因为两个亲本原有的优缺点正好互补，杂交后代保留了双方优点。要想验证这一假说，不了解玉米类群遗传信息的差异性是不行的。

鉴于此，王海洋团队联合了华南农业大学、中国农科院生物技术研究所、中国农业大学、北京市农林科学院、河南农业大学等的科研团队，利用三代测序等技术，组装了世界范围内广泛使用的 12 个骨干自交系亲本的高质量基因组，并结合已发表的玉米基因组，构建了温带玉米核心种质群的泛基因组。该泛基因组几乎代表了当前生产应用的所有玉米杂种优势群。

“此前研究表明，玉米自交系间的遗传差异比人类与大猩猩之间的差异大。而我们的分析表明，自交系间的差异可能比我们预估的还大。”王宝宝说，他们发现，两两玉米自交系间平均只有 56.3% 高度相似的 DNA 序列。也就是说，玉米自交系间平均有 40% 以上的序列是不一样的。

“通过遗传工具分析表明，玉米自交系间存在着广泛的遗传变异。”王海洋说，这些玉米



不同的玉米种质。受访者供图

自交系不但遗传差异明显，外表看起来也大相径庭。

进一步研究发现，玉米杂种优势与双亲基因组间结构变异的数量呈显著正相关，与双亲基因组间共线性程度呈显著负相关。这说明玉米杂种优势与双亲在全基因组水平的遗传互补性密切相关，为杂种优势的遗传互补模型提供了强有力的支撑。

“也就是说，玉米基因组间相似性越高，杂种优势越小，而大片段 DNA 序列差异（结构变异）越多，杂种优势越强。”王宝宝解释说，大片段 DNA 序列差异一般是指某个大的 DNA 片段在一个自交系中有，在另一个自交系中没有，或以另外的序列形式存在，或发生了颠倒及位置变化。

具有这类差异的两个自交系杂交后就产生了互补性。“我们发现，两两自交系基因组间大片段 DNA 序列互补越多，产生的 F<sub>1</sub> 杂交种的杂种优势就越强。因此，双亲在全基因组水平的遗传互补性可能是玉米杂种优势形成的最重要原因。”王宝宝说。（下转第 2 版）

# 中科院颁发 2022 年度系列奖项

本报讯（见习记者辛雨）2 月 11 日，中国科学院在 2023 年度工作会议上公布了 2022 年度杰出科技成就奖、青年科学家奖、科技促进发展奖，以及 2022 年度人物和年度团队名单。

中科院国家天文台快速射电暴研究集体、上海微系统与信息技术研究所相变存储器研究集体、地质与地球物理研究所地磁变化的生物效应研究集体、地理科学与资源研究所陆地生态系统碳-氮-水耦合循环研究集体、化学研究所绿色化学与技术研究集体、生物物理研究所染色质结构与表观遗传调控研究集体、遗传与发育生物学研究所水稻高产和氮肥高效利用协同调控机制研究集体，以及上海光学精密机械研究所、上海有机化学研究所、长春光学精密机械与物理研究所的相关研究集体或研究人员，共 9 个研究集体和 1 名个人获 2022 年度中科院杰出科技成就奖。

中科院数学与系统科学研究院研究员田一超，化学研究所研究员董焕丽、周恒，过程工程研究所研究员孙峙，国家天文台（云南天文台）研究员王博，青藏高原研究所研究员刘建宝，生物物理研究所研究员纪伟，遗传与发育生物学研究所研究员田焯，计算技术研究所研究员郭崎，天空信息创新研究院研究员仇晓兰，工程热物理研究所研究员杜强，天津工业生物技术研究所研究员蔡磊，大连化学物理研究所研究员邓德会，金属研究所研究员汤素芳，上海微系统与信息技术研究所研究员任洁，上海高等研究院研究员邓海啸，重庆绿色智能技术研究院研究员史浩飞，地球环境研究所研究员晏宏，中国科学技术大学教授陈昶乐、姚涛获 2022 年度中科院青年科学家奖。

中科院微电子研究所集成电路 14 纳米 FinFET 制造技术创新及应用团队，成都信息技术股份有限公司新型会议系统自主研发、应用与产业化团队，工程热物理研究所先进压缩空气储能技术研发与产业化团队，化学研究所面

向国家金融安全的高分子薄膜研制、工业生产及应用团队，自动化研究所工业视觉智能检测装备与产业化应用团队，西北生态环境资源研究院科技帮扶助推内蒙古库伦旗脱贫摘帽团队，武汉岩土力学研究所盐穴储气库高效建造与安全运行保障技术及产业化团队，大气物理研究所大气污染集合预报与动态调控关键技术及产业化应用团队，南京地理与湖泊研究所湖泊鱼类资源利用与水生态协同修复关键技术研发及应用团队，合肥物质科学研究院污泥深度脱水与资源化利用关键材料及产业化应用团队，广州能源研究所深远海绿色能源+智能养殖平台技术研发及产业化团队，长春光学精密机械与物理研究所长春光机所成果转化团队获得 2022 年度中科院科技促进发展奖。

此外，中科院院士、古脊椎动物与古人类研究所研究员朱敏，天空信息创新研究院研究员杨燕初获评 2022 年“中国科学院年度创新人物”；过程工程研究所研究员杨良焱、东北地理与农业生态研究所研究员黄迎新获评 2022 年“中国科学院年度先锋人物”；青藏高原研究所研究员郭光剑、分子植物科学卓越创新中心研究员何祖华获评 2022 年“中国科学院年度感动人物”；国家空间科学中心科学卫星综合运控中心团队、中国科学技术大学机器化学家团队、力学研究所“力箭一号”运载火箭研制团队获评 2022 年“中国科学院年度团队”。

据悉，中科院杰出科技成就奖授予中科院院属单位在近五年内完成或显示影响的重大成果的研究集体或个人。中科院青年科学家奖表彰在中科院科技创新活动中的先进典型和作出突出贡献的青年科技人才。中科院科技促进发展奖表彰在服务国民经济、社会发展、社会公益等科技创新活动中作出重要贡献的团队。中科院年度人物和年度团队表彰弘扬践行科学家精神、发挥先锋模范作用、为科技创新作出重要贡献并展现出良好精神风貌的全院年度先进典型。

# 500 余枚琥珀化石首次对外展出



2 月 12 日，“时光胶囊—琥珀与时光的故事”琥珀特展揭幕仪式在南京古生物博物馆启动。本次特展由中国科学院南京地质古生物研究所（以下简称南古所）主办。

特展通过展板介绍、标本展示、琥珀化石艺术墙、琥珀艺术摄影、多媒体等方式，系统、全面地介绍了琥珀的由来及形成过程，世界上主要的产地、分布和地史记录，人类对琥珀的认识历程，以及琥珀中所含动植物化石揭示的生命演化历史等科学知识。

据介绍，南古所琥珀化石物种的收藏量为世界第一。本次特展由南古所一线科学家领衔策展，结合最新科研成果，精心选取了来自世界各地保存精美的各类琥珀化石标本 500 余枚，首次对外展出。

本报记者沈春雷报道 南古所供图

# 中生代最古老化石库见证生物大灭绝后新世界重建

本报讯（见习记者李思辉 通讯员魏海勇）2 月 10 日，由中国地质大学（武汉）教授宋海军团队主导、多个国内和国际科研机构联合研究的成果在《科学》发表，并被作为亮点文章进行了专门介绍。该团队在我国贵州省贵阳市及其周边发现贵阳生物群。该生物群埋藏时期距今 2.508 亿年，是目前全球中生代最古老的一个特异埋藏化石库，距离地球历史上最大的一次生物大灭绝事件——二叠纪—三叠纪之交生物大灭绝仅过去了约一百万年。这一重大发现为理解地球历史上最大规模生物大灭绝后生命的恢复速度和模式提供了新认识。

为了揭示二叠纪—三叠纪之交这一特殊且重要时期的生物与环境协同演化关系，宋海军领导的三叠纪地球生物学团队在我国华南多省份开展了近 15 年的野外工作。截至目前，贵阳生物群中已经发现了硬骨鱼、软骨鱼、牙形动物、海绵动物、双壳、菊石、腹足、虾类、原蟹、放射虫、有孔虫等十几个大类，总计达 40 种不同的生物。宋海军表示，相比全球已发现的其他中生代生物群，贵阳生物群在时代上更老，且距离二叠纪—三叠纪大灭绝更近，无论是在生物多样性还是生态结构上已经和之后的生物群没有明显差异，甚至可能更为复杂。

这进一步表明，二叠纪—三叠纪大灭绝之后的生态重建速度远远比以往的认识更快。

贵阳生物群中出现了大量鱼类和虾类化石，其中一些虾类如龙虾是目前已知的最老化石记录。这两个主要类别是现代海洋中最为丰富和重要的类群，同时在中生代海洋革命中作为捕食者扮演重要的角色。因此，贵阳生物群的发现表明，现代类型的海洋生态系统在大灭绝之后约一百万年内就已经初具雏形，并且指示中生代海洋革命的时间可能也比以往的认识更为提前。

早三叠世是一个异常高温的时期。贵州省在早三叠世位于赤道地区，因此贵阳生物群中大量鱼类化石表明当时赤道地区的温度在鱼类耐受限度之内。贵阳生物群为科学家探究当时的古气候状况、生物耐受性，以及极端气候条件下生物与环境之间的协同演化关系提供了珍贵资料。

论文评审人评价称，“贵阳生物群是二叠纪末期大灭绝后快速出现且保存精美的特异埋藏化石库，是中生代最古老的一个”“贵阳生物群的发现从根本上修正了我们以前对生物从生宙最大生物大灭绝事件中复苏的看法”。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adf1622>



贵阳生物群生态复原图。杨定华绘

# 科学家首次实现具有极致内禀手性的连续域中束缚态

本报讯（见习记者王敏）中国科学技术大学教授陈杨、哈尔滨工业大学深圳校区教授肖淑敏与新加坡国立大学教授仇成伟合作，在介电超表面中引入微小倾斜扰动，首次实现并观测到具有极致内禀手性的连续域中束缚态，在光学波段同时得到高达 0.93 的圆二色谱信号和高达 2663 的光学品质因子，显著增强了光与物质的手性相互作用。这项研究在手性光学领域具有广泛的应用前景。研究成果日前发表于《自然》。

当一个物体无法通过旋转、平移等操作与其镜像体相重合时，该物体即具有手性。陈杨介绍：“手性在自然界中广泛存在。研究物质手性不仅有助于探索生命的起源之谜，而且在疾病诊断、药物开发、食品化妆品等领域具有重

要应用价值。”

手性连续域中束缚态是一种具有极致内禀手性和高品质因子的奇异光学态。尽管国际知名研究组先后从理论上研究了这种光学态，但由于结构设计难以在实验上实现，工作仍停留在理论阶段。此次研究中，合作团队创新性提出利用结构倾斜打破二氧化钛介电超表面的面外镜面对称，并结合面内的梯形纳米孔设计，实现了三维手性结构，同时基于微观模型和手性光学的一般性理论清晰揭示了这种设计的物理机理。

为了制备这种倾斜纳米孔超表面，研究人员开发了一套倾斜反应离子刻蚀工艺，利用射频源发射并经过准直的离子束对置于倾斜基底上的样品进行刻蚀，实现了对纳米孔

倾斜角的精准控制，并在整个超表面区域表现出很好的一致性。实验测得该超表面的圆二色谱高达 0.93，接近极限值 1，而光学品质因子则高达 2663，比现有手性超材料高出一个数量级以上。

此次开发的手性连续域中束缚态超表面体系能显著增强光与物质的手性相互作用，在手性光源与光探测器、手性物质的痕量检测、非对称光催化等领域有广阔应用前景。

《自然》审稿人称，“这项成果代表了手性光学领域的重要突破”“该工作能取得如此高的品质因子和强手性光学响应，令人印象非常深刻”。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05467-6>

# 猴痘疫情“警报”可能降级



寰球眼

本报讯 世界卫生组织（WHO）近日召开会议，商讨始于 2022 年 5 月的猴痘疫情是否仍构成国际关注的突发公共卫生事件（PHEIC）。据《自然》报道，该机构可能很快就会宣布猴痘疫情退出 PHEIC 之列。

PHEIC 是当前 WHO 可以发布的最高级别公共卫生警报。自 2005 年 PHEIC 系统建立以来，PHEIC 共出现了 7 次，分别是 H1N1 流感、脊髓灰质炎、寨卡病毒、新冠疫情、两次埃博拉疫情，以及此次的猴痘疫情。

目前，英国、美国等多个国家的猴痘疫情已经消退，但在西非和中非一些国家却并非如此。在这些国家，猴痘导致的死亡人数已创下历史最高纪录。非洲卫生官员担心，随着猴痘疫情在富裕国家消退，全球对它的研究和资助力度也会减弱。

尽管全球猴痘感染人数已从高峰时的每天 1000 多例跌至不足 70 例，但非洲的感染人数并未大幅下降。在尼日利亚尼日尔三角洲大学的传染病医生 Dimie Ogoina 看来，这些数字仍是现实中的“严重低估”。由于检测和病毒监测系统不完善，许多感染未得到证实。

非洲研究人员表示，疫苗和治疗在非洲尚未实现。Ogoina 说：“我们仍然在这里盲目地工作，以了解猴痘在非洲的传播模式并采取有效应对措施。”

在 2022 年以前，世界上几乎所有的猴痘感染病例都发生在非洲。然而，非洲的感染情况仍然不为人知，其传播模式和临床表现都很难确定。2022 年，非洲大陆 7200 多例疑似猴痘感染病例中，只有约 1200 例通过标准诊断方法确诊。

加拿大和英国等富裕国家购买并分发的数

以百万计的天花疫苗，在很大程度上无法在非洲国家对抗猴痘。WHO 猴痘技术负责人 Rosamund Lewis 承认，向非洲国家提供疫苗与治疗的进展不够快，物资和捐赠一直匮乏。

特考韦瑞是一种用于治疗天花的抗病毒药物，也被认为可以对抗猴痘。美国批准该药在全球猴痘疫情期间用于治疗猴痘，目前已使用 6800 多剂。相比之下，非洲感染患者只能通过临床试验获得此药，而临床试验目前仅在几个国家启动。英国牛津大学传染病专家 Piero Olliaro 一直在中非共和国进行该药的小型试验，仅 20 人接受了该药，“这只是沧海一粟”。

“猴痘可能会以更恶劣的方式再次出现。”Olliaro 补充说。研究人员特别担心，在中非传播的一种名为 clade I 的病毒变体可能会继续传播，这种病毒已导致约 10% 的感染者死亡。Lewis 说，已经有迹象表明，clade I 是去年苏丹一个难民营暴发疫情的罪魁祸首，导致超过 15 例确诊和 180 例疑似感染。（李木子）

## 科学网客户端全新上线！



更多科教资讯，扫描二维码下载查看