

找回大豆“丢失”的高蛋白“宝藏基因”

■本报记者 朱汉斌 通讯员 黄瑞兰

将野生植物驯化为农作物，是人类文明进程中的里程碑。大豆由野生大豆驯化而来，素有“田野里的肉”之称，是全球最重要的植物蛋白和植物油来源。目前，全球超过 71%的植物蛋白消费依赖大豆供应。然而，一个不为人知的事实是，我们日常种植的现代大豆，其蛋白质含量远不如它们的祖先——野生大豆。

在近日发表于美国《国家科学院院刊》的研究中，中国科学院华南植物园研究员侯兴亮团队与合作者成功从古老野生大豆基因中“找回”了在现代大豆驯化过程中“丢失”的高蛋白“宝藏基因”——*PC08*。

“将这个名为 *PC08* 的古老基因重新引入现代高产大豆中，可显著提高种子中的蛋白质含量，增幅达 3.5% 以上，并且不会降低产量。”论文共同通讯作者侯兴亮对《中国科学报》表示，这一发现有希望打破现代大豆育种中高产与高蛋白难以兼得的困境，为培育优质大豆新品种提供关键基因靶点和育种策略。

驯化代价：现代大豆的“营养遗憾”

野生大豆蛋白含量丰富，处于 50%~60% 区间，但长期驯化过程导致栽培大豆蛋白含量降至 30%~40%。侯兴亮介绍，在数千年的驯化过程中，为追求更高的产量和更好的外观，许多有益基因被无意中丢弃。“这就像我们为了追求个大苹果，却丢掉了它原本浓郁的香味。我们的研究，就是要找回高蛋白含量的基因。”

这种在驯化过程中形成的“营养悖论”，使得现代大豆育种长期陷入两难困境：试图提高种子蛋白含量，油脂含量往往会下降，甚至可能导致产量降低。因此，从作物的野生近缘种中寻找那些在历史长河中被“遗忘”的优秀基因，成为打破僵局创新路径。

研究的起点是一个庞大的“大豆基因库”。作为合作者的广州大学教授孔凡江团队收集了包括 231 个优良栽培种、206 个地方品种和 118 份野生大豆在内的共 555 份种质资源，构建了一个涵盖大豆遗传多样性的群体。

为精准、高效获取所有材料的蛋白质含量数据，研究团队使用近红外光谱技术，对上万份种子样品进行了无损快速检测。数据分析显示，野生大豆群体的蛋白质含量显著且稳定地高于栽培品种，这增加了团队在野生资源中寻找答案的信心。

基因寻踪：大海捞针的科学探索

接下来是更为繁琐的全基因组关联分析过程。论文第一作者、中国科学院华南植物园博士后刘书说，这就像在一个由数百万个遗传位点构成的星空图中寻找与蛋白质含量相关的闪烁“星辰”。团队用了两年时间，在不同地理环境重复田间试验，以排除环境干扰，确保找到的信号真实可靠。

废旧锂电池正极可实现高效绿色再生

本报讯（见习记者李媛）西安交通大学教授王鹏飞团队基于减弱的超交换相互作用，提出了一种熔融盐辅助策略来修复废旧锂离子电池（LIB）正极。该研究通过调节退化正极结构中的过渡金属，存在能耗高和碳排放等缺点。而直接回收作为一种新兴的有代表性的电池回收技术，可以通过锂化恢复废旧正极的电化学性能且不会损坏正极材料结构。

随着全球对清洁能源需求的持续增长，LIB 作为一种高效、持久的储能装置，被广泛应用于电动汽车、便携式电子设备等领域。然而，随着电池使用量的激增，废旧 LIB 的数量大幅增加，给环境保护和资源管理带来了挑战。

迄今最大规模量子点混合集成光量子芯片构建成功

本报讯（见习记者江庆龄）中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员张加祥、欧欣团队与中山大学教授刘进团队、中国科学技术大学教授霍永恒团队合作，首次在混合集成光量子芯片上实现了空间上分离的量子点单光子源之间的片上量子干涉互联，为构建可扩展的片上量子网络奠定了重要基础。相关研究成果近日发表于《自然－材料》。

与传统微电子芯片发展路径类似，光量子芯片的出现是推动光量子信息技术走向实用化的必然趋势。然而，当前主流光量子芯片存在发射效率低、多光子量子比特制备困难等问题。固态



团队成员在田间筛选大豆品系。 研究团队供图

最初的分析产生了多个可能与蛋白含量相关的染色体位点，但许多信号在不同年份、不同环境中飘忽不定。最终，一个位于第 8 号染色体上的位点，以其跨年、跨环境的稳定关联性脱颖而出，成为焦点。

然而，全基因组关联分析只能将范围缩小到一个大约 180Kb 的基因组区间，这个区间内仍有 20 多个候选基因。哪一个才是真正的“幕后主宰”？团队结合已发表的基因表达数据库，筛选出 10 个在种子中高度活跃的基因，随后逐一分析基因的序列变异与蛋白含量的关联。最终，所有的证据链都指向了一个与种子蛋白积累联系密切的基因。研究人员将其命名为 *PC08*。

找到候选基因只是“万里长征的第一步”，了解其如何工作、为何在野生和栽培大豆中存在差异，才是研究的关键。

团队很快发现，*PC08* 的功能差异并非源于编码区的突变，而是来自其“启动开关”——启动子区域的一个微小变异。在部分野生大豆中，*PC08* 的启动子区域多插入了一段富含 T/A 碱基的序列，他们将这个珍贵的变异等位基因命名为 *PC08^h*。

“证明这段小小的插入是‘因’而非‘果’，是非常精细且需要多角度验证的工作。”论文共同通讯作者、中国科学院华南植物园副研究员李晓明说。

为此，研究团队设计了环环相扣的实验——表达量关联分析：在大量种质中证实，携带 *PC08^h* 的个体在种子发育关键期，该基因的表达量确实更高，并且与最终的蛋白质含量呈正相关。

启动子活性实验：在实验室中，将带有和不带这段插入序列的启动子分别连接到一个荧光报告基因上，然后导入大豆细胞。结果带有插入序列的启动子，其“驱动”基因表达的能力强得多。

群体遗传学溯源：在包含近 3000 份种质的大群体中筛查，发现 *PC08^h* 这个“高蛋白开

关”只存在于约 8% 的野生大豆中，而在所有栽培种和地方种中完全缺失。这从进化角度证明，这个有益的等位基因在严苛的驯化筛选中被彻底遗落了。

机制解析：从实验室到田间的跨越

基因在实验室条件下表达量高，是否必然导致大豆种子中的蛋白质含量提升？为了回答这个核心问题，研究进入功能验证阶段。

研究团队通过转基因技术，将含有 *PC08^h* 等位基因的 DNA 片段导入现代高产大豆品种中，成功获得了两个稳定遗传的转基因株系。深入的田间表型分析带来了令人振奋的结果：与未转基因的对照组相比，转基因大豆株系的种子蛋白质含量显著提升，增幅可达 3.5% 以上；代表籽粒大小的百粒重有所增加，而种子含油量略有下降，符合蛋白与油分此消彼长的普遍规律。更重要的是，植株的株高、节数、单株产量等关键农艺性状没有受到负面影响。这意味着，蛋白含量的提高并未以牺牲产量为代价。

为了形成更严谨的证据闭环，团队还利用 CRISPR/Cas9 基因编辑技术，精确敲除了现代大豆中的 *PC08* 基因。结果与过表达实验完美呼应——敲除植株的蛋白含量明显下降，油分上升，种子也变小了。

进一步的研究证实，*PC08* 通过促进种子中脱落酸（ABA）的合成来发挥作用。通过 RNA-Seq 转录组测序，团队比较了转基因植株与野生型的基因表达谱，发现了一条清晰的“指挥链”。高水平的 ABA 激活了下游一系列与蛋白质合成相关的通路，其中编码大豆主要储藏蛋白—— β -伴大豆球蛋白的 β 亚基基因表达被强烈上调。

“这就像是一个高效的精益化工厂。”李晓明比喻道，“*PC08^h* 升级了工厂的‘动力核心’，动力足了，生产线主管就接到明确指令，开足马力，使蛋白质‘产品’丰产。”这一机制的阐明，清晰描绘了 *PC08*-ABA- 储藏蛋白合成这条通路，让研究逻辑形成了完美闭环。

“研究的终极目的是服务于农业生产。”李晓明表示，团队利用分子标记辅助选择技术，将 *PC08^h* 等位基因通过杂交与多代回交，精准导入我国东北地区的主栽大豆品种“黑农 35”中，成功培育出蛋白含量稳定提升的 BC₂F₃ 优良品系。这标志着该成果初步具备应用于育种实践的潜力，迈出了从论文走向田间的重要一步。

侯兴亮指出，该研究犹如一把钥匙，开启了大豆优质育种的新大门，沉睡的“宝藏基因”在现代农业的田野中有待孕育新的丰收希望。下一步，他们将把 *PC08^h* 与其他调控产量、抗性、高油等优良等位基因进行“智能聚合”，培育综合性状更加优异的“梦想大豆”。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2508709122>

“磐石 V1.5：一站式科研平台”亮相乌镇峰会

本报讯（记者赵广立）11 月 9 日，由中国科学院联合团队研发的“磐石 V1.5：一站式科研平台”在 2025 世界互联网大会乌镇峰会上发布。该版本是继今年 7 月 26 日 1.0 版本发布后的重要演进，标志着磐石在平台化、体系化的发展路径上迈出坚实一步。

中国科学院自动化研究所研究员程健介绍，在本次升级中，平台进一步增强了“磐石·科学基础大模型”与“磐石·文献罗盘”的基础能力，新增“磐石·创新评估”与“磐石·智能体工厂”两大科学智能体。

其中，“磐石·科学基础大模型”在科学推理与模态理解等关键方面获得系统性提升，而“磐石·文献罗盘”则实现了效能跃升，其文献调研覆盖度提升 59.3%，并可高效自动生成图、文、表并茂的文献综述，处理效率提升 2.4 倍。

新增的“磐石·创新评估”主要为科研选题、技术方案创新评估等关键核心节点的科研决策提供支持。该智能体可辅助完成跨学科选题发现、科研文献投稿建议与学术文稿修订优化指导，形成研究闭环。“磐石·智能体工厂”旨在帮助研究人员以更低的门槛创建和使用专业科研工具。该工厂集成自然语言生成、多智能体协同编排、可持续工作流与智能体管理等

核心能力，可为多学科交叉研究提供更加高效、智能的支持。

据介绍，磐石已在多个前沿学科领域实现深度应用，大幅加速了科研进程。

在天体物理领域，针对恒星参数反演中计算成本高、流程复杂的挑战，磐石研发团队联合中国科学院国家天文台开发了恒星参数智能反演工具链，显著提升了反演速度，增强了结果的可靠性、稳定性与可解释性，降低了算力成本和使用门槛，使跨领域研究人员也能轻松开展恒星参数的分析与验证工作。

在能源材料领域，研发团队联合中国科学院上海硅酸盐研究所构建了全自动端到端的材料逆向设计系统 S1-MatAgent，能自主完成文献阅读、材料计算和材料优化。以新型析氧反应合金催化材料为例，该系统成功从 2000 万种候选配方中快速锁定 13 种高性能材料，将数月的设计周期缩短至 30 分钟。

在力学工程领域，针对高铁、飞机等复杂构型在流体载荷计算中的高成本、长周期难题，研发团队联合中国科学院力学研究所研发了智能载荷计算技术，成功将数据稀缺场景下的关键参数误差降低 42%；将高铁气动问题的仿真分析时间，从传统的数小时缩短至秒级，为重大装备的构型设计与优化提供了关键数据支撑。

我国科技期刊总数达 5325 种 影响力稳步提升

本报讯（记者高雅丽）11 月 10 日，记者从中国科协获悉，《中国科技期刊发展蓝皮书（2025）》（以下简称《蓝皮书》）正式发布。《蓝皮书》显示，截至 2024 年，我国科技期刊总数达 5325 种，较 2023 年增加 114 种。中国科技期刊的整体影响力稳步提升，已逐步构建起中文刊服务本土创新、英文刊参与国际竞争的双轨发展体系。

《蓝皮书》显示，全国已初步形成 63 个具有一定规模的期刊集群，涵盖期刊 3294 种，集群化发展正逐步打破机构与地域限制，推动科技期刊“抱团发展”。同时我国科技期刊学术影响力持续增强，学科覆盖全面，多元主体共同参与。2015 至 2024 年的 10 年间共发表论文 1200 万余篇，累计被引 7100 万余次，高被引论文数量达到 15.8 万篇。

《蓝皮书》指出，我国中英文期刊协同并进，形成互补发展格局。根据《科技期刊世界影响力指数（WJCI）报告》，2024 年共有 737 种中国期刊进入全球 Q1 和 Q2 区。其中，约 71% 的

英文期刊位于 Q1、Q2 区，显示出较强国际竞争力。同时，有 35% 的中文期刊入选。

《蓝皮书》分析了当前中国 SCI 期刊的国际出版情况，主要呈现 3 方面趋势。一是期刊数量与发文量稳步增长，但整体规模仍显不足。2024 年，中国人选 SCI 的国际期刊共 247 种，全年发表论文约 4 万篇，占全球 SCI 论文总量的 1.7%，但这一规模与中国学者全年发表的 83 万余篇国际论文相比，仍存在较大差距。二是论文作者以国内为主，国际出版能力尚需提升。2024 年，中国 SCI 期刊所发论文中，来自中国作者的论文共 3.5 万篇，超过 95% 的中国学者论文仍发表在境外期刊上。三是学术影响力显著增强，高质量论文占比持续提升。2024 年 Q1 区论文数量已达 2.7 万篇，占比 68.7%。

《蓝皮书》由中国科协学会服务中心组织编写，聚焦“学术出版能力建设专题”。该书自 2017 年首次出版以来，持续追踪我国科技期刊发展脉络，聚焦重点难点问题开展研判，为行业提供重要参考。



11 月 10 日，第八届中国国际进口博览会在上海闭幕。这场全球经贸盛会成交活跃，按一年计意向成交额达 834.9 亿美元，比上届增长 4.4%，创历史新高。本届进博会，共有 67 个国家、地区和国际组织参加国家展，展览面积 3 万平方米，会期举办了上百场活动。本届进博会的企业展面积超过 36.7 万平方米，共有来自 138 个国家和地区的 4108 家企业参展，展览面积和企业数量均创历史新高。图为进博会上，观众观看首次对公众展出的国产大飞机 C919 的动力“心脏” LEAP-1C 模型。

图片来源：视觉中国

英国欲为科技行业“止血”



本报讯 根据英国上议院科学技术委员会近日发布的报告，该国科技行业正深陷危机，一大批公司离开英国，前往海外寻找更广阔的发展空间。立法者表示，这将带来经济低迷且导致人工智能等关键技术领域主权丧失。报告敦促英国政府迅速采取行动“止血”，具体措施包括扶持初创企业、鼓励国内投资、降低外国科学家的签证成本并扫除其他障碍。

英国曼彻斯特大学科学政策研究员 Kieron Flanagan 指出，报告标题“流血致死：科技增长危机”虽“挑衅意味十足”，却准确反映了现实情况。他表示，这份报告虽经过深思熟虑，但仍低估了“英国高校科研体系面临的挑战”。

这份报告是在英国生命科学领域接连遭遇重创之后出炉的。今年 9 月，包括默克、阿斯利康、礼来和赛诺菲在内的多家制药巨头宣布，暂停或取消对英国数百万英镑的投资，原因是政府对该行业的投资不足，以及在药品定价方面存在分歧。

英国还面临一个令人担忧的趋势——科

技初创企业纷纷迁往海外扩大规模，尤其是前往投资机会更多的美国。报告指出，英国有沦为“孵化器经济体”的风险，即在早期发展阶段投入大量资金，却在企业退出后失去经济收益。尽管拥有全球排名前十的 4 所顶尖大学，但科学技术委员会表示，“全球工业研发支出前百强中，英国仅占 3 席，且无一跻身前十。”

该报告对英国移民政策予以严厉批评，称昂贵的签证制度是“荒谬的国家自残行为”。去年，保守党政府提高了工作签证的收入要求，门槛远超早期职业研究员的预期收入水平。许多研究人员虽可通过“全球人才签证”途径申请，但仍要支付令人咋舌的费用才能享受国民医疗服务，使得人才引进举步维艰。

为“打破英国的恶性循环”，科学技术委员会呼吁英国政府成立国家科技与增长委员会并定期召开会议，从而在危机情况下拥有快速决策权，协调不同政府部门的政策，清除相关领域面临的障碍。除解决签证和资金问题外，报告敦促英国政府确保高校提供可与企业竞争的薪酬待遇，建立更顺畅的科技企业提供与投资体系，并鼓励英国养老基金投资本土企业。

英国政府的长期产业战略包含一个雄心勃勃的目标：力争在 2035 年前培养出该国首家市值万亿美元的技术公司。报告指出，要实现这一目标，立法者必须“止住人才流失”。（文乐乐）