中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

中国科学院主管　中国科学报社出版　国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

总第 8850 期　2025 年 10 月 13 日　星期一　今日 4 版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

“豆”转星移 14 年，梦想渐渐丰满

■本报记者 冯丽妃

暮色渐沉，国庆节前夕的北京首都机场人流如织，田志喜步履匆匆地穿过喧嚣的候机厅。前一晚刚从海南飞抵北京的他，只睡了 3 小时。此刻，他要赶乘晚 8 点的航班前往山东东营——那里的耐盐碱大豆熟了，正等着他进行年度测产。

登机后，田志喜闭上眼抓紧补觉。这条北京至东营的航线，他已往返 7 年，从前作为中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员，如今则以崖州湾国家实验室大豆首席科学家的身份前往。从海南转机北京再抵达东营，航程虽远，但他筛选耐盐碱大豆的初心从未改变。

在创制革命性的大豆品种这条路上，田志喜已走了 14 年。如今，他和团队的梦想之翼渐渐丰满。刚刚过去的国庆节，他们迎来“双喜临门”——基础研究和应用研究双双取得突破。

田志喜（右二）和团队成员站在丰收的大豆田前。　冯丽妃 / 摄

田间喜事

九十月份是收获的季节。东营垦利区农田边的马路上，农民开着三轮车将金黄的玉米棒子倾倒在路边晾晒，构成一幅绵延数里的“晒秋图”。

对田志喜和团队而言，这也是一年中最紧张的时节。

9 月 30 日清晨 6 点多，他们用完早餐便直奔豆田。“田里的豆子不等人。选育的品种必须与冬小麦的播种时间衔接好。晚几天，产量当然能再高些，但影响下一季作物就得不偿失了。”前往豆田的路上，田志喜向记者解释道。

今年，田志喜团队在垦利区原“渔村”种了 200 多亩、十余个耐盐碱大豆品系。此时，多数品系已褪去夏天的绿衣，披上黄褐色的新装，豆苗挺立，豆荚饱满，像一个个等待检阅的士兵。

上午 8 时许，测产专家陆续抵达。他们与当地农民一起下田，拉尺丈量地块。测产专家、东营市农业科学研究院研究员徐化凌登上收割机，查看机舱后笑着说：“大家看，舱是空的，没有‘存货’哈！”——这是测产前的“仪式”，确保数据真实可信。

轰鸣声响起，收割机驶入豆田。

崖州湾国家实验室研究员刘书林介绍，这片田里种的是团队培育的第二代耐盐碱大豆新品系“国创豆 78”。自 2018 年起，团队在东营开展耐盐碱大豆选育，从 8000 多份材料中筛选出耐盐碱高产大豆品系“科豆 35”，在盐碱地上实现亩产稳定在 270 公斤以上。

“与第一代相比，第二代最大特点是更高产。”田志喜拔起一株豆苗向记者展示，“你看，原来一个豆荚两粒豆，现在是 3 粒。每荚多一粒，整体产量就能提升一大截。”

“看这豆粒多大！”一旁帮忙收获的农民抓起一把大豆，满脸欣喜地向记者赞叹。

不久，测产结果出炉。测产专家、山东农业大学教授张大健宣布：实收面积 1.34 亩，鲜重 544.35 公斤。经去除水分和杂质后测算，亩产达 369.15 公斤。

“这已经赶上山东良田的最高产量了！”徐化凌惊叹，“在盐碱地里，这是破纪录的！”

东营市现代农业示范区管理中心主任李兴杰难掩激动：“田老师团队的豆子，明年我们要再扩大示范种植面积！”

然而，回望 2018 年，这片土地曾写满挫败。当年 5 月中旬播种后，田志喜和团队成员坐在化肥袋上，头顶蓝天，啃着干粮，看着白花花的盐碱地，言谈间满怀希望。可几天后，他们却愁眉不展——几十亩地，出苗率不到 1%。

第二年，情况略有好转。田志喜还记得，那时他到地里看苗，心里刚有点小惊喜，不料却遭遇台风。

2021 年，他们首次对“科豆”测产，实收 270 公斤，去除含水量和杂质后折算为 240 多公斤。当时，专家们难以置信：“盐碱地能产这么多？全国平均才 130 公斤！”

第二年，测产流程更加严苛：量地、查仓、测水、除杂……结果依旧。专家们这才确认：“去年的产量是真的！”

如今，连续多年测产，曾经的质疑已变成认可。测产专家们也与这个“外地来的团队”成为朋友。今年 5 月，他们共同见证了“科豆 35”通过国家审定初评，成为我国首批国审耐盐碱高产大豆品种。

绘出大豆“进化图谱”

产量突破令人振奋，但田志喜却远未满足。

“我国每年进口大豆约 1 亿吨，对外依存度高达 85%。”他说，“我们的目标是将我国大豆自给率翻一番，从 15%提升至 30%。”

这绝非易事。中国 18 亿亩耕地中，大豆种植面积约 1.55 亿亩。在保障主粮安全的背景下，要提高产量，只能依靠开发边际土地和提高单产两条路径。

然而，目前大豆品种选育速度远不能满足需求。田志喜解释说，大豆拥有 5 万多个基因，不同基因型决定性状差异，但优良基因不会天然集中于一个品种。传统育种依赖“经验盲配”：将高产与优质品种杂交，等待后代出现理想性状。

能否定位每个品种中优良基因的位置与功能，将“盲配”升级为“精准组合”，实现针对性杂交聚合？在这个问题的驱使下，他希望能够绘制一张全球大豆种质资源基因家谱。

“简而言之，就是揭示大豆在基因驯化、传播和育种过程中的‘基因选择图谱’，为后续精准育种提供清晰的基因靶点。”他向《中国科学报》解释说。

2024 年 7 月，他将任务交给博士后朱舟。朱舟曾在中国科学院院士韩斌团队从事水稻研究，擅长生物信息学。朱舟迅速转向大豆，利用全球 8105 份大豆种质资源的基因组数据——涵盖野生种、地方品种与现代栽培种，开展系统性比较基因组分析。

“我们首先明确了大豆的驯化起源地。”朱舟在接受《中国科学报》采访时说，“虽然公认大豆起源于东亚，但具体地点长期存在争议。”

（下转第 2 版）

新技术有望让电子设备续航时间提升两倍以上

本报讯（记者倪思洁）近日，中国科学院物理研究所 / 北京凝聚态物理国家研究中心研究员黄学杰团队联合华中科技大学教授张恒团队、中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员姚霞银团队开发出一种阴离子调控技术，突破了全固态电池走向实用的最大瓶颈。相关研究成果发表于《自然－可持续发展》。

全固态金属锂电池被誉为下一代储能技术的“圣杯”，但它一直面临一个棘手难题——固态电解质和金属锂电极之间必须保持紧密接触。传统做法要靠笨重的外部设备持续施压，导致电池又大又重，难以投入实际应用。

在这项研究中，研究团队找到了问题症结，即全固态金属锂电池中锂电极和电解质之间的接触不理想，存在大量微小的孔隙和裂缝。

为解决这一问题，研究团队在硫化物电解质中引入碘离子。在电池工作时，这些碘离子会在电场作用下移动至电极界面，形成一层富碘界面。这层界面能够主动吸引锂离子，像“自我修复”一样自动填充进所有缝隙和孔洞，从而让电极和电解质始终保持紧密贴合，使得全固态锂电池的界面接触不再依赖外部加压。

更重要的是，基于该技术制备出的原型电池，在标准测试条件下循环充放电数百次后，性能依然稳定优异，远超现有同类电池的水平。

美国马里兰大学教授、固态电池专家王春生认为，传统技术需要施加超过 5 兆帕，即相当于 50 个大气压的外力来维持界面稳定，而新技术从根本上改变了这一困境，在实现实用化方面迈出决定性一步。

黄学杰表示，这种新设计不仅使全固态锂电池的制造变得更简单、用料更省，还能让电池更耐用。“采用这项技术可以做出能量密度超过 500 瓦时 / 千克的电池，电子设备的续航时间有望提升两倍以上，将加速高能量密度全固态金属锂电池的发展，未来有望在人形机器人、电动航空、电动汽车等领域大显身手，带来更安全、更高效的能源解决方案。”

不过，黄学杰指出，未来面临的困难会集中在工艺和装备研发方面，预计量产还需 3 至 5 年时间。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41893-025-01649-y

看封面

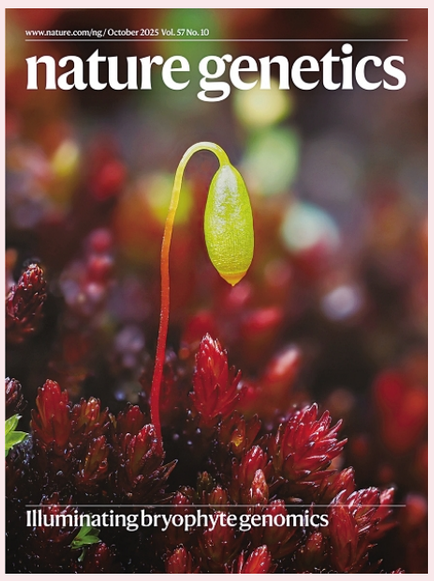
苔藓植物，不简单！

本报讯（记者张楠）深圳市中国科学院仙湖植物园联合国内外多家单位首次系统揭示苔藓植物在基因家族层面拥有超越维管植物的多样性，在基因创新和环境适应方面展示出极其活跃和独特的演化路径。10 月 10 日，相关成果以封面文章形式发表于《自然－遗传学》。

该研究颠覆了长期以来关于苔藓植物“原始、简单”的认知，不仅为理解植物适应陆地环境提供了新的遗传视角，也为农业抗逆基因筛选、环境恢复和生态监测等应用提供了关键资源。《自然－遗传学》同期发表的评论文章强调，这项“里程碑式”的研究为未来苔藓基因组学研究奠定了坚实的基础，开启了陆生植物基因组进化研究的新篇章。

研究团队对包括苔类、藓类和角苔类在内的 123 种苔藓植物的基因组进行了高质量测序，构建了全球首个苔藓“超级泛基因组”平台，填补了陆生植物谱系中的诸多空白。

值得注意的是，苔藓植物中“特有”及“谱系特异”基因家族的数量，平均是维管植物的两倍以上。这些基因家族不仅在结构上具有高度创新性，其功能也与环境适应密切相关，如耐旱、抗紫外线及抗病菌等。



当期封面。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41588-025-02325-9

全球首款！我国单光子探测器获重要突破

本报讯（记者王敏、赵广立）10 月 10 日，安徽省量子信息工程技术研究中心发布消息称，我国全球首款四通道超低噪声半导体单光子探测器（以下简称深度制冷单光子探测器）实现量产。该设备的探测效率、暗噪声水平、集成度等多项关键指标上刷新世界纪录，标志着我国单光子探测技术进入领跑阶段，可为量子通信、单光子雷达、生物荧光成像、深空激光测距、单光子成像等应用提供自主可控、性能领先的核心组件。

单光子探测器可以比作具备超凡视力的“眼睛”，能精准捕捉和识别单个光子，是量子密钥分发、荧光寿命成像、激光雷达等系统的核心组件。此前，国际上仅有单通道的同类工程化产品，复杂探测场景下需多台协同，传统制冷工艺也限制了探测能力的提升。这些短板是制约量子信息产业规模化落地的关键瓶颈。

“难点是如何在一个拳头大小的制冷器上实现低温、低噪声、多通道。”科大国盾量子技术股份有限公司（以下简称国盾量子）探测器负责人方余强表示，在中国科学技术大学和中国科学院量子信息与量子科技创新研究院的专利与技术许可基础上，研发团队经过 3 年多的努力，攻克了热声制冷机小型化、制冷器密封可靠性、通道间串扰抑制等技术难题，单个制冷器的最低工作温度从此前的零下 50℃降至零下 120℃。在 20%探测效率下，暗噪声水平降低约 90%，达到约 100 赫兹的超低值。

深度制冷单光子探测器的另一亮点是在国际上首创的四通道集成架构，其体积仅为国际同类单通道产品的 1/9，单台就能完成此前多台探测器协同才能实现的复杂探测任务。这一高集成度的设计打破了过去体积大、功耗高、通道一致性差等局限，从而将产品最大探测效率从 25%提升至 35%，使极微弱光的探测灵敏度进一步接近极限。

“将‘灵敏的光眼’升级成‘火眼金睛’，实现我国在量子信息源头核心器件与组件环节的自给自足。”安徽省量子信息工程技术研究中心主任唐世彪表示，新产品的关键性能、集成度、工程实用性等方面均实现国际领先，不仅打破了国际技术垄断，也进一步提升了我国在量子信息关键核心技术领域的自主可控能力。

据悉，目前新型单光子探测器产品已服务于国内顶尖科研单位，具备批量生产与交付能力。

将转基因生物释放到野外，风险几何？

寰球眼

本报讯 国际环保界正在就是否禁止将转基因生物释放到野外展开讨论。据《自然》报道，数十个非政府组织呼吁暂停合成生物学在野外的实际应用，认为这种做法会带来难以预测的后果。合成生物学目前正被研究作为对抗疾病、控制害虫和帮助濒危物种的工具，部分研究人员认为，全面禁令过于严格，反而可能对人类健康和生物多样性造成负面影响。

近日，在阿联酋阿布扎比举行的国际自然保护联盟（IUCN）大会上，一项相关禁令提案将接受投票表决。IUCN 汇集了各国政府和民间社会组织，对全球保护政策具有指导作用。意大利环境保护与研究所野生动物局局长、生物学家 Piero Genovesi 说，虽然联盟成员的决定不具备法律约束力，但会对多国立法产生影响。

Genovesi 说，如果成员投票支持这项提案，“可能会在欧洲或澳大利亚等地区产生较大影响，这些地区有许多研究专注于开发基于合成生物学的新工具，以提高保护行动的成效”。

截至目前，包括 Genovesi 在内的 240 多名科学家已签署公开信，要求 IUCN 成员拒绝这项禁令。

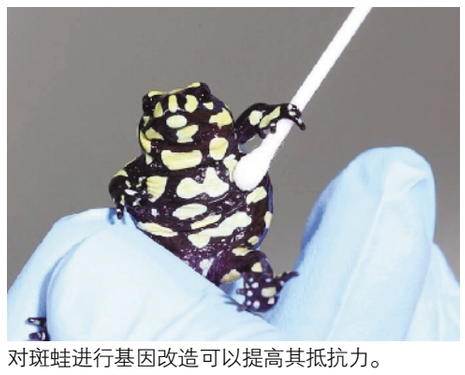
这并非保护主义者首次就是否允许对野生物种进行基因工程改造展开辩论。2016 年和 2018 年，在联合国《生物多样性公约》缔约方大会上，曾两度提出暂停基因驱动技术的提案，但最终均被否决。

支持最新提案的人士认为，基因生物技术对自然，尤其是对昆虫的影响难以预测，可能不可逆转。专注于蜜蜂和其他虫媒保护的法国非营利组织 POLLINIS 的科学顾问 Joann Sy 在一份声明中表示：“这些新技术可能加剧虫媒的生存压力。”

目前已有 80 多名研究人员签署公开信支持禁令。信中指出，转基因生物的部署“发展速度超过了安全与风险评估的速度”，并主张“除非能证明对虫媒、生物多样性或生态系统不存在直接或间接风险，否则不应释放”。

也有学者则持不同意见。坦桑尼亚 Ifakara 健康研究所的昆虫学家 Dickson Lwetoijera 表示，转基因蚊子有助于根除疟疾，这种疾病在 2023 年导致近 60 万人死亡。“全面禁止合成生物学，是在剥夺科学界消灭疟疾的机会。”

一些反对禁令的科学家建议，应根据具体情况，在各国相应监管机构的监督下评估合成生物学项目的风险。　（李木子）



对斑蛙进行基因改造可以提高其抵抗力。

图片来源：澳大利亚詹姆斯·库克大学

花粉治理入法，为民解“呼吸之痛”

■周城雄

漫天飞絮，是过敏人群的春季噩梦；花粉弥漫，是易感群体的秋季烦恼。日前，北京市十六届人大常委会第十九次会议表决通过《北京市实施〈中华人民共和国森林法〉办法》（以下简称《办法》），致敏花粉和杨柳飞絮的治理防控被首次写入法律条文。这一立法举措不仅回应了市民对优美生活环境的需求，更探索出超大城市人与自然和谐共生的新路径。

弥补立法盲区

北京地区花粉过敏高发期分为春季和夏秋季两段。春季高峰期集中在 3 月下旬至 4 月下旬，致敏原以柏科、杨柳科、松科等木本植物花粉为主；夏秋季高峰期出现在 8 月下旬至 9 月中旬前后，致敏原以蒿属、藜科和桑科葎草等草本植物花粉为主。与春季花粉相比，夏秋季花粉颗粒更小、致敏性更强，更易引发过敏反应。同样不容小觑的还有杨柳飞絮。每年四五月，北京满城“飘雪”，飞絮不仅引发过敏，还携带花粉、灰尘等多种过敏原。

我国流行病学调查显示，近十年北方地区花粉症患病率从 5%升至 15%，乌鲁木齐、呼和浩特等部分城市花粉季时的患病率甚至能达到 30%。儿童、老人与户外劳动者是脆弱人群。儿童气道直径小、免疫屏障未完善，是首要受害群体；老年人多合并慢阻肺、冠心病，一次急性发作即可致命；快递员、环卫工等户外劳动者日均暴露时长超 10 小时，却缺乏专门的健康保护规范。

此次出台的《办法》弥补了 2019 年修订的《中华人民共和国森林法》（以下简称《森林法》）的盲区。

首先，《森林法》全文既无“花粉”亦无“飞絮”的内容，更未将“人体健康”列入立法目的。其第五章“造林绿化”仅要求“因地制宜”，却缺少树种致敏性评估、健康风险告知、公众参与程序，导致城市规划的“生态优先”异化为“单一景观优先”。

其次，《森林法》对各类违法行为设定了罚款、治安管理处罚和追究刑事责任，但林木致敏后果却不在追责范围。受害者如提起民事赔偿，需跨越“因果关系”的高山：花粉排放是否属“环境污染”？造林行为与损害结果之间是否存在“关联性”？司法实践中，法院多会以“属于不可抗力或自然现象”驳回起诉。

再次，花粉可随风扩散百公里，北京各区的春季致敏原可能来自其他地区。现行《森林法》第 42 条确立“国家统筹城乡造林绿化”原则，却缺乏配套程序与实体规范，容易导致“上游种树、下游吃药”。

最后，《森林法》并未建立信息公开与听证程序，多数城市绿化规划仍停留在“批前简告、批后静默”，公众无法获知树种配置、花粉指数、替代方案。

北京方案：精准立法的探索

《办法》对致敏花粉和杨柳飞絮治理作出明确规定，是全国首部将“花粉风险”写入法条的地方性法规。其立法逻辑可概括为“三转”：从景观导向转向健康导向，从末端补救转向源头预防，从部门规制转向社会共治。

新法首先明确了职责分工，区人民政府履行防治属地责任，制定防治实施方案并组织落实；林业经营者采取树种更新改造、物理和生物防治等措施加强治理防控。其次建立了协同机制，市园林绿化部门会同有关部门建立健全综合防治工作机制，开展防治技术研究；气象、园林绿化部门合理布置监测站点，会同卫生健康部门根据监测结果发布预报和健康提示信息。最后注重科学防治，要求采取树种更新、物理和生物等措施加强防治，既减少对市民的潜在影响，又减少因过度用药导致的生态污染。

北京将花粉和飞絮治理写入地方法规，为其他城市提供了可资借鉴的范例。《办法》的出台不仅为致敏花粉和杨柳飞絮的治理防控提供了有力的法律保障，更展现出立法机关对市民需求的精准把握。

让“以人为本”成为生态文明的硬核

《办法》的出台是国家立法与地方立法的“梯次递进”。北京经验证明，在“国家底线”之上，地方可以通过“小切口”立法解决“大民生”问题。

笔者建议，下一步，首先在国家层面制定城市绿化健康风险防控条例，将“致敏性评估”明确为行政许可事项，建立“国家－省－市”三级名录，实现“共性规则＋个性清单”的梯次治理。

其次推动从“政府替民做主”到“民与政府共治”。花粉飞絮的风险再次提示，公共决策必须回归“以人民为中心”的价值坐标。法律不仅要赋予政府权力，更要为权利救济提供“直通车”。建议引入“环境健康公益诉讼”，由检察机关、环保组织就“错误造林”提起民事公益诉讼，赔偿款专项用于患者医疗救助；同时探索“花粉伤害”纳入职业病目录，为户外劳动者撑开法治“遮阳伞”。立法应确立“伦理审查＋公众质询”双轨程序，任何新品种推广须通过生物安全、健康影响、社会接受度三重评估，防止“解决一个问题、制造十个隐患”。

（作者系中国科学院科技战略咨询研究院研究员）