

科技视点·看科技成果如何“变身”新质生产力

科研院所联合企业研发农业领域重大科技成果

一粒新型复合肥的田间突围

本报记者 喻思南

山东菏泽，山东新洋丰肥业有限公司车间内，机器轰鸣，生产忙碌而有序：一粒粒肥料在包膜滚筒内翻转，自动化进料器精准配料，经过喷涂隔离剂、黏结剂，颗粒便包裹上菌剂和保护剂。再通过质检、灌装后，一包包功能性生物复合肥料就从这里送到农民手中。

“我们生产的是含有ARC生物菌剂的复合肥。今年，这种新型复合肥首次大面积推广，销量预计较去年翻番式增长。”新洋丰新型肥料与绿色农业研究所所长武良说。

武良说的ARC生物菌剂，是中国农科院油料所李培武院士团队历经20多年持续研究发明的原创成果。其中，“A”代表黄曲霉毒素控制，“R”代表诱导根瘤菌结瘤固氮，“C”代表两者耦合同步实现。

另辟蹊径，“打败”黄曲霉毒素

ARC生物菌剂复合肥为何受市场青睐？

花生、大豆易受黄曲霉毒素污染。20世纪60年代以来，阻控黄曲霉毒素一直是难题，国际主流技术采用向田间投放不产毒的黄曲霉菌株，希望“以菌攻菌”抑制土壤中黄曲霉强产毒菌株。然而，这种方法在田间实际效果并不理想，甚至有引发黄曲霉菌猖獗产生的风险。

能否不引入外源黄曲霉菌，通过靶向调控微生物群落，在土壤中抑制黄曲霉产毒菌甚至“打败”黄曲霉毒素，并维持土壤健康？为找出一条适应中国国情阻控黄曲霉毒素的方法，李培武团队跑遍我国重要花生主产区，采集了4700多份土壤样品，根据不同微生物种群和元素组成，调配出成千上万个组合，并一一在实验室筛选验证。然而，实验样品在大田里的表现并不理想。

另一方面，豆科作物具有结瘤固氮的能力，但在大田生产上，大豆、花生结瘤很少，固氮效率低。如何提升结瘤固氮效率，实现固氮减肥增产，同样是困扰农业科学家的难题。提升豆科植物结瘤固氮效率与阻控黄曲霉毒素有没有关系？基于多年探索，李培武团队从土壤源头阻控黄曲霉角度入手，另辟蹊径，发现黄曲霉与根瘤菌、芽孢杆菌等植物益生菌呈负相关，在此发现基础上发明了ARC生物菌剂。

“ARC生物耦合技术可谓‘一举两得’，不仅突破了豆科作物固氮的传统认知，还打破了施用根瘤菌剂的传统技术限制，从而开辟大豆、花生诱导固氮提质增产，助力大面积单产提升的新途径。”李培武说。

ARC生物菌剂田间效果如何？团队在

主产区500多个示范点开展大田试验示范验证，结果表明，大豆、花生使用ARC生物耦合技术后，根瘤数与固氮酶活性分别增加3.7倍、4.8倍以上，产量增幅分别超过15%和19%，同时大田黄曲霉产毒菌阻控效果达63%以上。

以肥载菌，提升复合肥效果

将研发的生物菌剂向田间大规模推广时，又遇到新难题。原来，单纯施用生物菌剂用量虽少，但不方便，农民也不习惯，且不说增加劳动力与时间成本，施用不均匀还会影响效果。怎么办？如果能把ARC生物菌剂与复合肥结合起来，以肥载菌，既能提升复合肥效果，对农民来说省时省力，市场推广潜力也大。

李培武团队的设想，与新洋丰研发高品质经济作物专用肥的计划



不谋而合。可最初武良心里并没有底：肥料盐分含量高，微生物如何适应，如何保证菌剂活性，之前全球产业界都没有成功的先例，以肥载菌能成功吗？

湖北省重大科技项目的支持增加了武良的信心。2023年，湖北省相关部门牵头搭桥，李培武团队与新洋丰展开合作，联合推进“ARC生物菌剂复合肥提质固氮绿色增产技术产业化”研究。

针对ARC生物菌剂难以稳定添加到复合肥的痛点，新洋丰科研团队通过深入研究影响菌剂活性的关键因子，在隔离剂、保活剂、激活剂等方面做了上百次试验，最终优化确定成本最低、效果最好的微生物保活剂。“我们破解了复合肥与微生物难兼容、易失活、肥效期短的行业难题，确保菌剂存活率在90%以上，并研制出高富专ARC生物菌剂花生专用肥和大豆专用肥，实现了肥、

菌结合‘1+1>2’的效果。”武良说。

说服农民用ARC生物菌剂复合肥，不能光谈技术指标的优势，必须得在大田生产中检验，通过大规模示范，让种植户见到实实在在的。为此，新洋丰与李培武团队走进田间地头，在全国花生、大豆主产区连续两年做了30多个ARC生物菌剂复合肥试验。试验证明：同一块地，使用含有ARC生物菌剂的花生专用肥后，作物产量更高、质量更好，花生果变白，病斑减少，果实均匀，收购价更高。看到能获得更高的收益，农民积极性大幅提高。

ARC生物耦合技术也得到学界认可。2024年，该技术被遴选为全国十大农业重大引领性技术。2025年中关村论坛发布的19项国家重大科技成果中，这是唯一的农业领域代表性重大科技成果。



“预计未来5年，市场对ARC生物菌剂复合肥的需求将保持较高速增长，这不仅能帮助农民增产增收，还会为企业发展打开新的空间。”武良说，接下来，新洋丰将继续与李培武团队合作，围绕作物促生长、提单产的目标和食品安全等问题，聚焦“微生物+”方向，继续合作研发新产品，共同发展农业新质生产力。

大豆、花生是我国重要的粮油作物，大豆油和花生油占食用植物油总量的一半以上，对饲料安全和养殖业发展具有重要意义。李培武表示，团队将持续攻关，持续揭示ARC生物耦合技术背后的机制机理，同时探索将相关技术应用到其他豆科作物、牧草甚至非豆科作物上，助力我国粮食种植更绿色、更高效。

图①：李培武（左一）在实验室指导团队研究。 中国农科院油料所供图

图②：山东新洋丰肥业有限公司ARC生物菌剂复合肥生产线。 新洋丰供图

发挥产学研深度合作优势

研制出ARC生物菌剂复合肥，推动花生、大豆提质增产，我国何以在这方面走在国际前列？记者在采访中深切体会到，产学研深度合作，科研院所和企业各展所长，密切配合是重要原因。

李培武团队扎根中国豆科作物种植实际，从生产实践中凝练科学问题，破解了黄曲霉毒素污染阻控与结瘤固氮效率提升两大科学难题，研制出ARC生物菌剂，为花生、大豆提质增产奠定了扎实的基础。作为行业重要头部化肥企业，新洋丰对市场敏感，生产、研发经验丰富，攻克菌剂与化学肥料结合等一系列的难题，实现了“以肥载菌”

的目标。双方通力配合，在田间地头开展模式示范，让农民看到成效，帮助好技术、好产品惠及广大种植户。

我国高校院所创新资源丰富、科技成果积淀深厚，企业在生产一线，具有丰富实践经验 and 需求，满足企业对技术的需求，提升企业创新能力，产学研合作是重要途径。发挥我国体制机制优势，推动科技创新与产业创新深度融合，有助于形成发展新质生产力的强大合力。

记者手记



华南农业大学团队利用智慧育种方式，将育种周期压缩至3到5年

AI助推育种成为“可计算的科学”

谷业凯 徐子艺

仲夏时节，广东省河源、梅州、江门等地的水稻进入抽穗期，这里大面积种植名为“华航香银针”的水稻，因为产量高、口感好，还能抗病，已成为当地米业企业主打品种，带动了农民增收致富。

种子是农业的基础。由华南农业大学国家植物航天育种工程技术研究中心育成的“华航香银针”水稻新品种，成功实现了产业化推广。由于达到720公斤/亩的产量指标要求，被农业农村部认定为2025年超级稻品种。

华南农业大学积极探索应用大数据、人工智能等技术加速育种创新，“华航香银针”就是创新成果之一。华南农大与企业合作打造了高通量生物数据分析处理平台，推动育种科研从“经验范式”向“数据范式”转变。

传统育种主要通过多样品种杂交，提供遗传多样性，筛选出更优良的品种。传统育种过程中的亲本选择，需要依据性状选择，杂交后代培育与表型观察都需要大量田间劳作且产量性状选择周期长。

在AI与大数据驱动的现代育种流程中，高通量生物数据分析处理平台如同精密运转的“生物计算机”，水稻育种被重构为几个精准可控的“数字环节”。比如，通过对种质资源鉴定与基因定位，找到优质种子基因；通过AI算法设计智能育种方案，减少田间试验成本等。

华南农业大学农学院院长储成才说：“通过有目的的设计优质、高产、抗病基因的育种方案，最终选育出‘华航香银针’这样综合

性状优良的超级稻品种。”

从“看见之后再选择”到“先预测再验证”，使育种变为“可计算的科学”，极大提高了育种效率和精准度：传统水稻育种平均需8—10年育成新品种，而华南农业大学团队利用智慧育种方式，将育种周期压缩至3—5年。“华航香银针”的育种周期仅为4年。

现代育种过程中涉及的数据处理与管理等环节，都需要准确地对海量数据进行处理和分析。

“高通量生物数据分析处理平台，在现代育种过程中发挥着‘数字引擎’的作用，可以帮助科学家弥合传统经验育种与智慧育种间的鸿沟，大大加速生物育种进程，提高科研工作效率。”储成才说。

创新故事

一周科技观察

面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，这是广大科学家和科技工作者不断向科学技术广度和深度进军的“四个面向”使命。

回望近期科技进展，处处可见科技工作者锚定“四个面向”，持续在科技领域深入探索的使命担当。

宇宙探索、量子技术等前沿创新成果不断涌现。载人飞船研制再上台阶。前不久，我国成功组织实施“梦舟”载人飞船零高度逃逸飞行试验，对飞船的逃逸救生分系统及相关大系统进行综合考核。量子研究也再添新利器。我国首款面向千比特规模设计的超导量子计算测控系统正式交付多家科研与产业单位。作为服务于“祖冲之三号”量子计算机的核心设备，该系统将为多家机构提供累计超5000比特的测控服务。

科技创新能够催生新产业、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素。对二甲苯是生产化工产品的关键原料。安徽工业大学等单位的科研人员日前研发出一种全新催化剂，成功以二氧化碳和氢气为原料直接合成对二甲苯，拓展了变“碳”为宝新途径；大连理工大学化学学院学生团队成功突破钙钛矿太阳能电池性能提升关键技术瓶颈，研发出兼具高效率、高稳定性与超轻柔特性的新型电池，为临近空间卫星、无人机、飞艇等载具的能源供给提供了关键解决方案。

聚焦经济社会发展和民生改善中的迫切需求，创新捷报频传。最近，由中国科学院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所承担的聚变堆主机关键系统综合研究设施（CRAFT）取得重要进展：该设施低杂波电流驱动系统通过专家组测试与验收。这标志着该系统及其关键部件完成了从设计优化、预研验证、加工制造到测试验收的完整流程，为聚变堆波加热系统设计研制奠定了坚实的基础。国家能源局能领域首台（套）重大技术装备项目——300兆瓦级变速抽水蓄能发电电动机全尺寸交流集电系统，也于近日顺利完成验证试验。这一重大技术突破，填补了变速机组集电励磁系统国产化制造空白。

越来越多的科学研究聚焦疾病治疗、药物研发等重大民生问题，以科技创新为人民生命健康保驾护航。在北京，我国科学家成功构建了兼具抗衰老、抗应激和抗癌性转化能力的工程化人类抗衰老型间充质祖细胞，并在灵长类动物模型中验证了其延缓多器官衰老的效果，为人类衰老干预提供了新的细胞治疗范式。在天津，南开大学团队牵头完成了介入式脑机接口辅助人患患肢运动功能修复试验，成功帮助一名偏瘫患者实现运动功能修复。

当前，我国经济社会发展和民生改善比过去任何时候都更加需要科学技术解决方案，都更加需要增强创新这个第一动力。广大科学家和科技工作者正发挥聪明才智，助力科技创新加速奔跑。

新闻速递

新研究拓展番茄品种培育思路

本报电 记者从中国农业科学院蔬菜花卉研究所获悉：近日，该所品质分子改良课题组通过克隆番茄高温单性结实调控基因TSP4a和TSP4b，解析生长素信号介导的番茄高温单性结实的调控机制，为培育高产稳产番茄品种提供了新的基因资源和策略。相关研究成果在线发表于《自然通讯》上。

当前，高温胁迫成为限制番茄坐果和产量提升的主要瓶颈。然而，番茄高温单性结实基因的挖掘以及其分子调控机制的研究鲜有报道。课题组成员、中国农业科学院蔬菜花卉所研究员崔霞介绍，课题组通过图位克隆获得了高温单性结实调控基因TSP4a和TSP4b。研究发现，两者在高温下形成正反馈回路，抑制子房中的生长素信号。直接敲除TSP4a和TSP4b会产生一些不利于番茄生长的多效性表型，限制番茄产量提升。相比之下，针对TSP4a的启动子和TSP4b的末端调控区域进行精准编辑，不仅实现果实数量和产量的显著提升，同时避免了发育负面效应，展现出在番茄育种中的独特优势。研究成果为番茄高温单性结实育种的遗传改良提供了重要基因资源与理论基础。（刘珈如）

智能解析平台提升用电服务质效

本报电 日前，国家电网客户服务中心通过合并自动识别故障区域等方法，实现了隐性问题显性解决，推动电力服务智能化升级。

作为城市运行和经济发展的“晴雨表”，电力数据具有实时性强、覆盖广泛、与生产生活高度关联等特征。然而，由于数据量大、维度复杂、用户地址描述模糊等问题，抢修资源调度效率长期受限。为破解难题，国网客服中心营销数字化运营中心启动电力数据质量提升专项行动，引入电商、物流、金融等行业的经验，构建多源异构地址智能解析平台。通过两年半的研制调试、实践运用，实现了数字化、智能化辅助的高效抢修服务。

据介绍，该平台对用户提供的非结构化地址信息进行层级化拆解，自动补全行政区划、道路名称、门牌号等关键字段，并实现与系统的毫秒级匹配，数据处理效率提升94%以上。同时，采用数据最小化采集和分级分类保护机制，确保数据使用合法合规，实现用户隐私数据零外泄，为数据安全治理提供了实践探索。（郭雁华）

锚定『四个面向』，科技创新加速跑

刘诗瑶