

棉花育种：优质高产两相得

■本报记者 王方

在日前举行的山东省农科院首届科技成果拍卖会上，山东棉花研究中心研究员张军拿出了自家的一件“宝贝”——“鲁棉319”参与竞拍。

“鲁棉319”是山东省审定的第一个适宜轻简化种植的棉花新品种，非常适合轻简化、机械化种植，为促进山东省乃至黄河流域棉花生产轻简化、机械化提供了品种储备，市场应用前景巨大。”张军向《中国科学报》介绍。

事实上，这仅是张军及其团队诸多成果中的一个。他们历经20余年努力，从全基因组水平探究了棉花优异纤维品质性状形成的分子机制，建立了传统育种与现代分子育种相结合的棉花优质分子育种体系，育成的优质高产多抗棉花品种已经“飞雪冰暖万家”。

目标：改良棉花纤维品质

棉花是世界上重要的天然可再生纺织原料，种植历史悠久。如今，随着人们生活水平的日渐提高，对纺织品的需求不仅仅是保暖御寒，对决定舒适度的纤维品质的追求也不断提升。

“纺织品的舒适度是由纺纱支数决定的，纺纱支数越高，纺织品的舒适度越好。而纺纱支数要求棉纤维长度和强力分别达到30mm和30cN/tex（纤维断裂比强度计量单位）以上。”张军解释说。

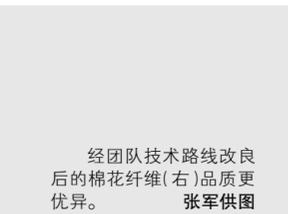
新中国成立以前，我国棉花品种纤维品质较差。1937年全国棉花纤维长度平均为21.6mm，纤维强力也较低。随着棉花品种改良，棉花单产不断增加，纤维品质也不断提高。但是我国原棉品质还存在很多问题，远远不能满足纺织工业对中高端原棉的需求。

张军表示，其一，我国棉花纤维长度不能满足纺高支棉纱的需要。高密度支纺织品种以轻柔舒适特性为广大消费者所青睐，但生产60支以上的棉纱需要31mm以上长度的棉纤维，如果改用长绒棉会大幅增加成本，所以纺织企业只能选用进口棉。

其二，我国棉花主产区棉纤维的强力偏低，不能满足我国纺织企业生产高档纺织品的需要。我国主产棉区陆地棉的断裂比强度基本都在28cN/tex左右，新疆棉区有的甚至低至24cN/tex，严重制约着我国原棉的



张军在棉田查看棉花长势。



可纺性。

“纤维长度30mm和断裂比强度30cN/tex(即通称的‘双30’)以上的优质棉作为纺高档纱的专用棉，在国内市场缺口较大，纺织企业主要依靠进口维持生产。”他说。

如何打破优质棉长期依赖进口的局面，让老百姓既能穿得暖又能穿得舒适？张军和他的研究团队开始了求索。

突破：找到纤维品质关键基因

棉花是一个大家族，其中有两个在世界上广泛种植的异源四倍体栽培种，即陆地棉和海岛棉。陆地棉因产量高、适应性广而被广泛种植，但其纤维品质一般。海岛棉纤维品质优异，但产量较低，仅占全球棉花种植面积的5%。我国也以种植陆地棉为主，新疆有少量海岛棉，又称长绒棉。

将海岛棉基因组中蕴含的优异纤维基因引入产量高、适应性广的陆地棉中，一直是棉花育种工作者努力追求的梦想。

团队成员、山东棉花研究中心研究员王芙蓉解释道：“陆海杂交属于远缘杂交，纤维品质很难稳定遗传，而且这些优异组分在导入陆地棉的同时，给产量等重要农艺性状带来了不利影

响，即连锁累赘。利用常规育种手段很难实现棉花品质和产量的协同改良。”

利用与优质性状紧密连锁的分子标记辅助选择，让看不见摸不着的DNA可视化，可以大大提高育种效率。可是，面对无数的遗传密码，犹如大海捞针，如何找到与优质性状连锁的分子标记？

王芙蓉、陈煜和张景霞等团队人员首先构建各类遗传群体，通过在棉花全基因组范围内大量筛选标记，定位了纤维品质的数量性状位点(QTL)。借助棉花基因组研究的最新成果，利用重测序技术开发单核苷酸多态性和插入缺失标记，精细定位纤维品质主效数量性状位点，找到控制纤维品质性状的关键基因，开发了与优质性状紧密连锁的分子标记。

利用这些分子标记辅助选择，通过与轮回亲本连续回交，将携带的目标主效数量性状位点定位到一个很小的染色体片段上，最大限度打破连锁累赘，形成了遗传背景相同的纤维长度、强力和衣分的单数量性状位点片段置换系。有育种评价发现，这些主效数量性状位点在不影响产量的前提下，显著提高了纤维长度和强力。

研究成果于2018年申报了3项国家发明专利，其中两项已获授权。“利用Chr.7单QTL片段置换系改良

棉花纤维强力的分子育种方法”同时申请了美国、印度和巴基斯坦等3个世界主产棉国的国际专利，于今年7月获得美国专利商标局授权。相关研究成果相继发表在《植物生物技术杂志》等期刊上。

实践：培育优质高产品种

纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。团队没有把研究成果藏在实验室里，而是积极将其付诸育种实践，培育优质高产品种。利用专利技术，将外源优异位点全面引入到陆地棉育种体系中，育成了“鲁棉338”“鲁棉312”“鲁棉392”和“鲁棉377”等系列高产、优质的抗虫棉。

其中，“鲁棉338”于2018年通过山东省审定，同年在河北省和天津市引种成功，并转让给石家庄市民丰种子有限公司、山东银兴种业股份有限公司和山东鲁壹种业科技有限公司开发，成为黄河流域棉区的主栽品种。

“培育并推广适宜生产轻简化、机械化的棉花新品种，大幅度降低管理人工成本成为提高棉花种植效益的最重要环节。”张军表示。2019年，“鲁棉338”进行了机采棉试采，采净率达95%以上，适合作为机采棉品种推广应用。

“鲁棉312”“鲁棉392”和“鲁棉377”等正在参加各级区域试验。

“鲁棉312”“鲁棉392”皮棉单产均超过对照，纤维长度31.5mm以上、纤维断裂比强度33cN/tex以上、马克隆值A级，均达到了优质中高级棉标准。

张军团队突破棉花优质与高产难以实现同步改良的育种技术瓶颈，创造了系列优异纤维种质，育成了系列高产、优质、多抗的抗虫棉，极大地提高了棉花优质育种效率，为实现棉花纤维品质与产量、抗性等多种农艺性状的同步改良提供了有力的理论和技术支撑。

尽管如此，他们并未满足。“我们会继续将稳步提高产量、协同改善品质和抗性作为主攻目标，重点培育适宜于棉花轻简高效生产需求的新品种，为‘三农’服务，为乡村振兴出力。”张军说。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1111/pbi.13237>

改良田里满目金黄，稻浪飘香，沉甸甸的谷穗压弯了稻秆……华东师范大学(以下简称华东师大)科研团队在上海市崇明横沙岛改良土壤上孕育的“幸福生态米”稻熟粒满，一派丰收景象。“幸福生态米”是华东师大在促淤圈围区开展土壤改良研究的科研成果，改良水稻单亩面积产量比对照田增产最高达到128%。

华东师大生态与环境科学学院副教授邓泓领衔的生态修复创新团队通过实施改良方案，提升试验田土壤肥力，使土壤的孕育活性逐渐恢复，且病虫害发生程度轻，农药使用量少。

面源污染变养分

在改良示范中，他们设计了农田排水的稻田内循环，将面源污染转化为稻米生产的养分，为减少农业生产的负面影响提供了绿色解决方案。收获的稻米经过权威机构检测，未检出农药残留，重金属含量远低于我国食品安全限值。

通过科技提升农田土壤质量和农业产出是我国藏粮于地、藏粮于技，保证粮食安全的重要途径。横沙东滩围垦总面积约16万亩，是崇明生态岛建设和农业发展的重要储备资源，但这些新生陆地的土壤来源于河口淤泥，质地偏沙性，土壤的有机质及养分较低，并存在一定程度的盐渍化问题，急需寻求快速的改良方案。

从去年开始，这支创新团队在上海市科委和崇明高峰学科的支持下，联合上海市建设用地和土地整理事务中心、上海交通大学、中国科学院上海高等研究院、上海市土地储备中心，在横沙开展盐碱土壤的改良示范，通过有机肥、新型矿物质提取液和微生物菌剂的联合作用实现横沙圈围区新生土壤的快速改良，取得了初步成效。由达良俊、邓泓、陈雪初、宋坤、周小奇、张秋卓等组成的中青年科学家团队，接连获得相关项目支持。

对比实验筛选更优方案

今年6月起，团队开展了新一轮的示范研究，希望通过比较不同土壤改良剂的改良效果，筛选出成本更低、质量更好的改良方案。

研究中设置了5种改良方案，共改良土地35亩，同时设置了5亩对照田，实验的稻米品种也选择了上海居民偏爱的粳稻。

从翻地、平整、施肥、播种，到耕作、田

间管理、周期采样……在改良过程中，研究人员对水稻生长、叶片叶绿素含量，以及土壤的pH值、盐渍化程度和各类酶活性等指标的变化进行连续监测，并将在实验结束后进一步比较土壤的肥力水平和生态质量。

“直观可见的是，改良田水稻长势明显优于对照田，不同配方之间也有显著差异。通过土壤改良，水稻单亩面积产量比对照田提高16%~128%。”邓泓说，改良田种植的水稻茎、叶更挺拔茂盛，株形明显优于对照田，且稻穗下垂，穗粒更为饱满。

呼应民生需求

“收获沉甸甸的稻谷，丰收景象真让人兴奋。”生态与环境科学学院党委书记刘婕表示，科研团队不仅在生态环境基础科研领域显山露水，也越来越多地体现在经济和民生需求中体现价值。

这片改良示范地由崇明东浜村村民们协作种植。据刘婕介绍，横沙东浜村是华东师大生态与环境科学学院、科技处与崇明区对口党建结对帮扶单位，该村毗邻示范样地，土壤改良项目的实施得到了村委会的支持。

据了解，该研究团队明年将应用自主研发的促植物生长的微生物菌剂，结合农业废弃物资源化利用，在横沙新生地开展进一步的改良研究，形成华东师大具有自主知识产权的土壤改良产品和改良方案。



改良田稻穗 华东师大供图

绿色视野

国产猕猴桃如何突破竞争力瓶颈

■本报记者 李晨

全世界每年大约生产水果5亿~6亿吨，猕猴桃产量不到1%。2018年中国水果总产量达2.57亿吨，猕猴桃产量300万吨，占1.2%。

“猕猴桃仍然是个小水果。”在湖北省十堰市近日举行的猕猴桃产业绿色发展研讨会上，国家猕猴桃科技创新联盟(以下简称联盟)理事长方金豹说，受多种因素影响，国产猕猴桃多数售价均大大低于进口果，竞争力远不如进口猕猴桃。

猕猴桃的家乡

从全球市场来看，猕猴桃的需求量在不断上升，然而不少国家的产量在持续下降。

实际上，猕猴桃起源于中国。然而我国猕猴桃商业化栽培起步晚，直到1978年才开始种植15亩猕猴桃。

方金豹介绍，1978年，全国猕猴桃科研协作组开始对我国27个省市区进行猕猴桃资源调查。经过十余年时间，从野生群体中筛选了1450多个优良单株。

这成为近代果树品种选育史上，大规模立足本土丰富自然资源，直接从自然分布野生群体中进行品种选育的典型实例。

据查，世界上有54种猕猴桃属植物，中国分布52种，大多种的果实可食，生殖隔离不严格。但目前栽培上仅利用了其中4种。

截至2019年，我国猕猴桃种植面积已达25万公顷。

方金豹指出，我国猕猴桃产业起步虽晚，但面积和产量均位居世界第一，近年来发展势头迅猛。猕猴桃栽培区域较为集中，共有20个省市区生产猕猴桃，陕西、四川、河南、湖南、贵州5个省种植面积约占全国85%以上，总产量约占全国94%以上。

“中国是绝大多数猕猴桃属种质资源起源地，因此在我国猕猴桃产业中的地位极其重要。”方金豹说，我国

巨大的市场潜力将成为世界猕猴桃产业发展的动力。

然而，目前我国猕猴桃产业单产低，新西兰平均单产3吨/亩，我国只有0.75吨/亩，差距明显；外观差、商品一致性较差；相比进口果，价格总体较低，规模果园效益差，进出口严重失衡，知名品牌缺乏。

产业差距从何而来

在联盟组织下，科研人员从北京、郑州、西安、成都、武汉、杭州六大城市抽取国内样品13份、进口样品7份进行调研，涉及品种10个。

结果表明，国产品种在一致性方面与进口品种相比存在差距，而国内多数品种的可溶性固形物含量和口感风味都优于进口品种，国产猕猴桃多数售价均大大低于进口果。

联盟秘书长齐秀娟介绍，我国猕猴桃产业发展受到一些限制因素的影响。

这包括：自然条件不够理想，建园标准低；缺乏规划，未能做到适地适栽；质量意识不够，生产管理粗放；科研起步晚，技术支撑力度不够；小规模分散经营，果园面积以0.2~0.33公顷为多，投资力度小，难以进行标准化生产；技术推广服务体系大多涣散失效，农村专业技术人员和农民专业骨干老龄化严重；果农组织化程度低，没有建立有实质性影响的行业协会，没有品牌；龙头企业数量少，对产业的带动能力不够，没有与农民形成紧密合作的共同体，影响了猕猴桃产业的健康发展；劳动力成本上涨、机械化水平低。

当然，在生产技术上也存在不足。齐秀娟说，我国猕猴桃品种繁多，各品种之间差异较大；苗木繁育技术体系落后，至今还采用裸根小苗定植，没有专用的砧木品种，繁殖的苗木仍采用高度杂合的实生种子做砧木，容器苗生产技术体系也没有建立起来；栽培



管理技术落后，标准化生产技术体系尚未建立，造成品质参差不齐；病虫害发生发展规律缺少系统研究，防治技术薄弱，已经影响到了猕猴桃产业的发展；采后环节技术水平低，商品化处理流水线少，运销设备落后，还没有建立起适于国际市场的冷链系统，加工品种过于单一、产品附加值不高、产业链条短；缺少猕猴桃发展战略及市场的研究，消费导向研究及消费市场培育基本空缺。

“3+”模式带动地区发展

湖北省十堰市地处秦巴山腹地，猕猴桃野生种质资源丰富，是世界公认的猕猴桃种植适宜区。近年来，联盟在这里试点的“3+”模式，为我国猕猴桃产业发展提供了有益借鉴。

联盟理事长单位中国农业科学院郑州果树研究所与十堰市经济作物研究所等近十年的合作基础。双方在种质资源收集与共享、合作育种与区域试验等方面具有良好的合作基础。

在十堰市农科院挂职担任副院长的齐秀娟，带着一批优秀的基层科研人员到陕西眉县、江西赣州、湖北赤壁、四川成都等地考察学习现代化的猕猴桃果园管理技术，回到十堰市进行示范区建设技术指导。

他们以“源头预防、过程控制、末端保障”为原则研发了“三优三减三提”(3+)模式，即“优化选栽品种、优化果园选址、优化栽培模式、减施化肥、减喷农药、减少人工，最终实现提高果品质量、提高果园效益、提高果农收入的目标”。

采用上述集成技术，可提早1-2年实现丰产，优质果率提高15%以上，减施化学农药25%以上，减施化肥30%以上，节水40%以上，节省人工40%以上。目前，该模式在不同生态区域建立了共计300多亩示范基地，辐射带动十堰市猕猴桃产业发展。

国家农业科技创新联盟办公室秘书长庄严说，猕猴桃绿色发展技术集成模式研究与示范取得了明显成效，形成了一套可复制、易推广的技术模式，为秦巴山区猕猴桃产业高质量发展提供了有益借鉴。

庄严希望，继续发挥十堰市特殊生态区的优势，瞄准高质量和绿色发展目标，助力十堰市生产优质高端果品、创建绿色安全品牌。同时，在联盟内建立实体运营、激励相容的创新机制，完善开放合作、联动推广、利益共享等运行机制，撬动社会资本投入，激发联盟发展活力和内生动力。“把目前形成的绿色发展模式打造成秦巴山区产业发展的新样板，助推产业高质量发展。”

动态

科学家克隆番茄果实硬度新基因

本报讯 近日，中国农业科学院蔬菜花卉研究所(以下简称蔬菜花卉所)品质分子改良课题组克隆了番茄中果实硬度关键调控基因FIS1，并揭示了该基因在番茄果实硬度形成中的功能，解析了赤霉素通路介导的番茄果实硬度的调控机制，为改良果实硬度提供了新的位点和策略。相关研究成果在线发表于《自然-通讯》。

蔬菜花卉所研究员崔霞介绍，果实硬度直接影响番茄的耐储运性和经济价值，是番茄育种中重要的目标性状之一。但是果实硬度也是受多因素影响的复杂性状，解析果实硬度的分子调控机制具有极大的挑战性。虽然前人已经定位一些控制果实硬度的QTL位点，但是尚没有基因被克隆，对其调控机制的研究也鲜有报道。

研究者利用番茄的重组自交系群体，通过关联分析获得了一个调控番茄果实硬度的主效QTL位点qFIS1。图位克隆发现该位点是由于一个编码赤霉素2-氧化酶的基因FIS1的突变造成的。栽培番茄中FIS1的突变，导致果皮中活性赤霉素含量升高，果皮角质层发生变化，角质和蜡质合成增多，因此果实硬度增加、货架期延长。除此之外，FIS1对果实硬度的改变，并不影响果实发育和风味等重要性状。

该研究不仅首次证明了赤霉素参与调控番茄果实成熟过程中的果实硬度形成，而且为果实硬度的育种选择和定向改良提供了理想靶点。(张晴丹)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-020-19705-w>

我国农业热点前沿领域研究总体表现突出

本报讯 近日，2020中国农业农村科技发高峰论坛暨中国现代农业发展论坛在江苏南京举行。中国农业科学院副院长长梅旭荣在会上发布了2020全球农业研究热点前沿报告。

报告显示，中国在农业研究热点前沿领域的总体表现最突出，总体表现力得分(100.81)居世界之首，总体贡献度、影响度和引领度均位居全球第一。

在8大学科领域中，中国在作物、畜牧兽医、农产品质量与加工、农业资源与环境、农业信息与工程5个学科领域表现最突出，学科层面领跑甚至开始领跑世界；植物保护、水产渔业和林业3个学科领域总体实力稍显逊色，分

国家黑土地保护与利用科技创新联盟成立

本报讯 近日，“2020年东北黑土地保护与利用高峰论坛暨第六届梨树黑土地论坛”在京举行，由中国农业大学、中国科学院等17家单位共同发起的“国家黑土地保护与利用科技创新联盟”在会上成立。

该联盟依托中国农业大学吉林梨树实验站和中国农业大学国家黑土地现代农业研究院，将围绕黑土地的保护与利用，聚集院校、科研机构、市县农技推广部门、龙头企业和农民合作社等单位，构建黑土地保护与利用科技创新与技术推广，引领并引导广大农民应用新技术，以支撑东北地区实现农业农

列排名第二、第三和第四。

在50个研究热点中，中国表现力排名第一的热点有22个(占比44%)，除林业学科领域以外，中国在各学科均有全球表现力排名第一的热点；中国在作物、植物保护、畜牧兽医、农产品质量与加工，以及农业信息与农业工程5个学科领域中前瞻性研究表现相对活跃。

报告认为，中国仍在多个热点前沿中显现了较弱的基础贡献力、基础引领力和基础影响力，支撑核心关键技术的基础研究综合实力仍有待提升，个别学科整体活跃度与世界热点前沿接轨的紧密度不够，需提升学科热点前沿领域的成果产出，强化国际合作研究。(高羽洁)

村现代化和全面振兴。

中国农业党委书记姜沛民表示，此次论坛召开的背景及中国农业大学多年来在黑土地保护与利用领域的实践和成效表明，中国农业大学将持续深入开展黑土地保护与利用科技攻关，打一场新时期的“科技大会战”，切实把“耕地中的大熊猫”保护好、利用好，造福亿万人民。

本次论坛以“加强政产学研合作，奋力推进黑土地保护与利用”为主题，由吉林省人民政府、农业农村部、中国科学院、中国农业大学、中国科学院共同主办，共计200余人参加论坛。(温才妃)

改良田种出都市生态米

■通讯员 田波 本报记者 黄辛