

亩产高达4000公斤、比普通辣椒增产1.66倍、维生素含量翻番的“太空辣椒”；5天左右就长成西瓜大、每个200公斤重的“太空南瓜”，俩壮小伙子都抱不动；平均1.8米、最高可达2.26米的“太空百合”，一年能开两三次花，每株绽放20多朵花，是普通百合的10倍；号称“番茄部落”的“太空西红柿”，2米多高的“番茄树”沿棚架攀爬生长，最高可达20米，一根主干上能长出几十根的分枝，枝叶覆盖150至180平方米，能结一万多个西红柿……

在西安中加航天农业科技产业园内，各种各样的太空作物、太空花卉、太空蔬菜琳琅满目。它们凝聚着航天育种专家郭锐和他的团队的辛勤付出。在郭锐看来，航天育种是引领现代农业高效发展的战略性新兴产业，也是传统农业向现代农业及循环经济转型发展的“新起点”。

郭锐称自己是“一个种地的农夫、一个耕者”，走出田间地头一刻也闲不下。他和科普作家李军合作的科普读物《航天育种简史》连续三年屡获殊荣，成为读者喜爱的畅销书。前不久，他们历时三年精心创作的科普力作《中国雄心——航天科技·绿色中国》出版发行。这是他“生态中国”科普三部曲《航天育种简史》《中国雄心》《种业中国》的第二部。

“全新的‘中国号’太空作物大家族已经非常壮大了，类别有太空粮食作物、太空林木草灌、太空蔬菜水果、太空经济作物，取得了巨大的经济、社会和生态效益。”郭锐相信，随着中国航天科技的飞速发展，随着中国种子的一次次“太空之旅”，它的综合效益正在演变为覆盖华夏大地、造福中国人民的锦绣美景。



▲太空一串红

▼太空桔梗花



▶太空醉蝶花

太空百合花

▲郭锐查看太空辣椒。韩宏摄于2018年9月

郭锐：躬耕田间地头的“太空育种人”

本报驻陕记者 韩宏

浩瀚太空是最佳“育种实验室”

“每年一开春，就是我们最忙的时候，一年之计在于春嘛！”在西安中加航天农业科技产业园里，望着盛开的二月兰，54岁的郭锐脸上洋溢着喜悦。他向记者透露，他们筛选出的又一批植物种子和菌类又要搭载航天器上天。

作为首批中国农业科技园专家，郭锐兼任国家三北防护林体系建设工程专家咨询委员会委员、航天育种种质资源研究课题组组长，他还是航天育种（杨凌）种质资源研究中心主任，西安中加航天农业科技产业园主任、首席科学家。

他介绍说，与传统育种不同，航天育种也叫“太空育种”、“空间诱变育种”，是用航天器将农作物种子、组织、器官等诱变材料送入太空，利用太空特殊的、地面无法模拟的环境的诱变作用，使它们产生变异，再返回

地面选育新种子、新材料，培育新品种的作物育种新技术。

“目前，只有美国、俄罗斯、中国成功进行了卫星搭载太空育种。”郭锐介绍，“太空是最佳的‘育种实验室’，那里同时具备微重力、弱地磁、强辐射、高真空、极洁净、超低温等极端条件，人类科学家上百年来努力创造和模拟的、能够超越地球表面自然状态的极端环境，就在太空。”

与常规育种不同，航天育种主要依靠的是外太空的环境，对种子进行内部基因重组。“种子选拔—太空遨游—地面攻坚—示范推广，是航天育种的四个步骤。”他说。

尽管变异后的种子所占比例不大，有益变异率不高，但也远远超过地球金矿中的黄金含量。当一批批种子结束太空之旅，回到地面时，就相

当于一座座黄金富矿回到了地面，等着“开采”。

“经过太空诱变的种子返回地面后，要对它们进行艰苦、漫长的‘地面攻坚’，这是航天育种的核心和关键步骤。”他介绍，种子返回地面后，它的变动是无序的、不可控的，有可能变“好”，有可能变“坏”，也有可能没有变化。

地面选育需要进行多代筛选、培育，一批太空种子从落地到新品定型至少需要4年时间。“种子遨游太空后返回，是否能达到预期的效果，只有把它们播到土壤中，帮助它们发芽、成长、开花、结果，再与其普通同类比较才知道。”郭锐介绍，从太空种子播种开始，每个步骤都要精确记录科研数据，再对数据进行比对。

“到第四年，一旦真正确认好了变异，种子就进入稳定状态，能连续

四代向下遗传了，它们才能真正脱离实验室，成为农业实践意义上的‘新品种’。”郭锐告诉记者，多代筛选、培育之后，通过农作物品种审定委员会的审定才能称为“太空种子”，才能进行大面积推广种植，之后走上百姓的餐桌。

“航天育种不是转基因品种。”郭锐解释说，转基因产品是将人工分离和修饰过的基因导入到生物体基因组中，由于导入基因的表达，引起生物体的性状发生变化并培育出新的品种；“航天育种没有外界基因的注入，它是用太空物理诱变培育出来的新品种。由于太空环境的复杂性和种子个体对环境的适应程度不同，不是说送入太空的每粒种子都会发生基因突变，其突变率只有随机的千分之十，而有益的基因突变仅是千分之三左右。”

航天育种有了“火箭专车”

“放眼全球，能够从农业大国、人口大国的国情出发，充分发挥航天高科技迅猛发展的自身优势，将航天育种做成一种产业，并且一直处于领先地位的只有中国。”郭锐告诉记者，2003年4月，中国航天育种工程项目正式启动。2006年9月，我国第一颗专门用于航天育种的卫星——“实践八号”育种卫星成功发射，上面搭载了粮、棉、油、蔬菜、林果、花卉等9大类共2000余份约215千克的作物种子和菌种，在太空运行15天后返回地面。

“这是我国自1987年首次实现‘种子太空之旅’之后，搭载种类和数量规模最大的‘一次’。至此，航天育种正式有了‘火箭专车’。”郭锐介绍说，随着中国航天育种水平的不断提升和“一带一路”合作的深入，“中国太空种子”已开始走向国门，造福世界。

2015年，哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦农业部门先后组团来陕，希望通过航天育种提升本国的农业生产水平。很快，一批耐寒、抗旱的太空花卉种子撒在了异国的土地上。郭锐说，“这些‘太空种子’已在‘一带一路’上发芽、生长，将要结出丰硕的果实。中国航天农业逐步向‘一带一路’沿线国家和地区延伸，为‘一带一路’的繁荣发展作出贡献。”

和“太空种子”一起“走出去”的，还有先进的农作物种植和管理模式。他们为中哈农业产业园建设智能温室项目，技术员通过电脑就能实时查看作物的生长情况，并实时进行指导。哈萨克斯坦与杨凌现代植物培育引种示范园合作规划的10万亩航天农业科技产业园项目也在筹建中。

郭锐的试验田不仅走出了陕西的“太空种子”，还吸引了国外科学家“走进来”。世界马铃薯协会主席、荷兰哈克控股总裁哈克先生每年三四次来陕考察。

2016年，中荷双方在陕西共建起马铃薯航天育种技术研究中心，重点推广陕西航天育种的马铃薯、矮化苹果和花卉。

在哈克的推动下，荷兰瓦格宁根大学与郭锐团队共同成立了花椒研发课题组，联合开展新品种及先进种植方式攻关。郭锐说，“花椒的不刺、矮化、机械化种植品种的培育，被认为是世界育种难题。我们希望共同解决这些难题。”郭锐介绍，澄城县的花椒种子，已进行了两代的地面繁育，试验结果非常乐观，“将来，新一代花椒种子也会走向世界。”

2018年6月，正大集团与西安航天基地中加农业科技发展有限公司签订战略合作协议，共建国际化航天育种示范基地，培育高产、高效、优质农业新品种，共同规划、建设“航天农业双创基地”“北斗云农庄”“北斗云牧场”等项目，开创了传统农业与航天农业深度合作的先河。7月，由双方合作融合航天育种、大数据、智慧云、人工智能等技术的正缘创新科技示范项目在呼和浩特启动。

同年8月8日，我国首家航天育种种质资源研究中心和航天育种联合实验室（种质资源库）在杨凌挂牌设立。这是航天科技与现代农业的紧密结合，如今正积极探索形成高效优质的研究成果，有效进行示范推广。

经过多年努力，郭锐及其科研团队以科研、示范、推广为发展宗旨，在填补国内相关科技空白的同时，让航天农业逐步从陕西走向世界。如今，航天育种已成为陕西传统农业向现代农业及循环经济转型发展的“新起点”。

截至目前，他们已成功将陕西的荞麦、胡麻、猕猴桃、花椒、兰花、小米等陕西地方品种进行了航天搭载，正在进行优化改良。这些经过航天育种的作物品质好、抗性强、稳定期长，普遍增产20%左右，有的产量成倍增长。

把太空种子撒在广袤田野

2018年秋，记者在西安中加航天农业科技产业园采访时看到，一垄垄正在选育的太空花卉、太空蔬菜争奇斗艳，令人赏心悦目。

这些年，在郭锐的试验田里，种植的“太空荞麦”、“太空小麦”，比普通品种亩产提高20%左右；“太空五彩椒”可以结出白、黄、紫、橙、红五种颜色的果实，能观赏也能食用；“太空金盏菊”，株高超过普通品种两倍以上，能从浅黄到金黄演变出多种色彩；“太空一品红”、“太空孔雀草”、“太空万寿菊”、“太空金鱼草”、“太空瓜叶菊”、“太空醉蝶花”等，花期超过普通品种，能大幅延长观赏期，降低种养成本……

从实验室到试验田、产业园，这些“植物奇迹”历经数年的反复实验才终获成功。时光倒回到1999年，郭锐那时还是个30岁出头的小伙子，凭着对农业基础研究的热爱，他在杨凌国家农业高新技术产业示范区，建起了占地186亩的杨凌现代植物培育引种示范园，栽植了100多个品种的苗木、花卉，为国家三北防护林选育新一代防护林树种。之后，又在西安、安康等地建起了地面品种选育基地，开始了航天育种的探索。示范园拥有的现代农业科学研究所，专门研究农业新品种的选育、示范和推广，航天育种是攻关方向之一。

从2007年起，借助中国空间技术研究院的搭载途径，他们把一批景观树种和花卉品种送上了太空。2010年起，郭锐在西安南郊的中加航天农业科技产业园里，开展航天育种的

地面选育、示范推广。目前，已有蔬菜、花卉、农作物、中药材、经济林五个大类90个品系（材料），已成熟的有鸡冠花、石竹，二月兰即将进入备案推广，小麦、花椒品种已经进入第三代选育。

2011西安世界园艺博览会，是郭锐科研团队培育的“太空植物”的首次全球亮相。“太空植物”被特选进了特设的“航天植物园”，在世间会长安塔下的山坡上，30多种太空花卉、10多种太空蔬菜分外妖娆。

“太空植物”备受关注，前来参观的、洽谈合作的高校和企业络绎不绝。2017年，他们与西安文理学院开展航天作物搭载选育合作，在校内建设了搭载选育基地，建成了一批满足航天育种工程技术研究、开展栽培和分子生物学等实验所需的科研设施。他们在青海千缘缘农业科技博览园建起“太空植物博览园”，合作成立“秦椒航天育种研究中心”，并与甘肃庆阳市合作，以航天技术改造传统农业，进行地方品种的航天搭载。

随着脱贫攻坚力度的不断加大，郭锐又将目光投向了经济作物种子的改良上。陕西澄城县水莲古村史家河山寨，是陕西“大红袍”花椒的原产地。“大红袍”花椒树浑身是刺，采摘收获成本很高，一个劳力一天最多只能采7.5公斤湿花椒，晒干后只能收获干花椒不到2公斤。

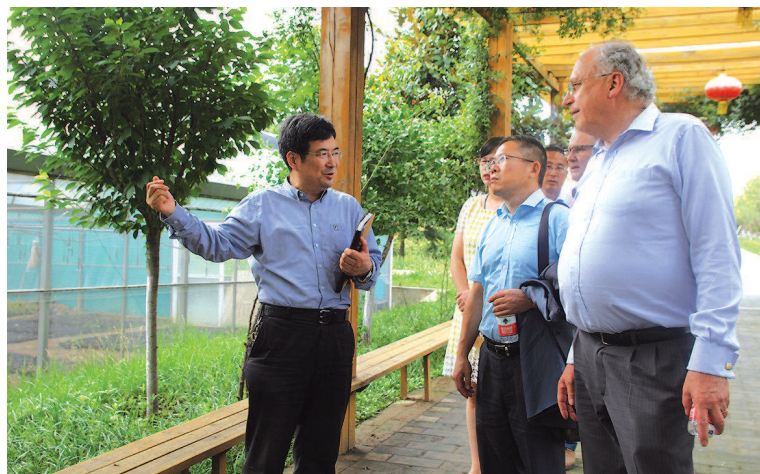
2016年，郭锐将澄城县的“老史花椒籽”送入太空，“遨游”12天后返回地面。如今，正在西安中加产业园进行无刺、矮化选育，对改良后花椒品种进行机械化种植、采收方面研究，有望实现机械化采收和产业化，大大提升当地农民种植收入。

2018年，在郭锐的推动下，西安文理学院与西安航天基地中加农业科技发展有限公司共同组建“陕西省航天育种工程技术研究中心”，集大田育种、示范栽培、科普宣传于一体，成为陕西首个航天农业工程技术科普教育中心和陕西省级航天育种工程技术研究中心。根据中心远期目标，未来，这里将为我国航天农业创新技术体系的完善及航天育种事业的可持续发展提供重要补充，选育出一批具有自主知识产权的高产优质植物新品种，为我国航天育种成果快速应用于农业生产提供强有力的科技支撑。

一批太空作物种子从落地到新品定型需要至少四年，完全是一条从金矿石中提炼黄金的历练之路。



制图 邢千里（除署名外，均受访者供图）



▲郭锐（左）向来访的国外专家介绍航天育种情况。

记者手记

让航天农业更好助力精准扶贫

和郭锐相处久了，记者深知他的为人和脾性。这位航天育种专家，对脚下的土地有着深深的爱，对自己的事业更是一往情深，他一刻也不停歇地奔波在自己的试验田、示范园里。郭锐说自己是“地地道道的农家子弟”，在他看来，做农业的人唯一的战场就在田间地头，要想实现“春华秋实”，就必须把自己绑在田间地头，脚踏实地，兢兢业业地干。

“航天育种的选育工作，中国是世界的领跑者，陕西走在了全国的前列。陕西的航天农业正在步入走向世界的快车道。在地面选育推广方面，中国的努力已经得到了联合国粮农组织、世界卫生组织、国际原子能机构的充分肯定。”

如今，郭锐更多考虑的是未来中国航天育种的发展。“目前，我国航天育种发展还存在三大问题：一是重复选育，好多企业在炒概念。从育种试验而言，地面选育、对照试验、数据采集等大量育种研究跟不上；第二、重复选育，品种认证后建立了示范田，但没有推广面积；第三、重复科研产业，科研论文和成果鉴定较

多，但产业化应用不很理想。” “我目前最大的愿望，就是借助陕西省航天育种工程技术研究中心这一平台，规范航天育种科学实验，探索航天育种的行业标准，完善航天育种的管理体系，归纳分析航天育种种质资源。再过3到5年，达到初期效果，5到10年实现预期目标。”

下一步，郭锐计划联合相关单位，通过航天农业精准扶贫县县计划、航天农业乡村振兴百县计划、航天农业科普教育百校计划，把航天育种的产业化模式做出来，让航天科技和航天农业为精准扶贫服务，为乡村振兴服务，为科普教育服务，然后朝着标准化努力，制定行业标准。

“截至目前，我国已经进行了约30次搭载实验，先后有6000余份种质资源材料搭载升空，经过地面精心选育之后，已经有230多个品种通过国家和省级审定，3000多个品种正在地面选育。”郭锐告诉记者，“中国的航天育种技术在世界已处于领先地位，浩瀚的太空正成为我国科学家培育农作物新品种的超级实验室。”