

良种遇良“机” 科技解难题

——甘肃农业大学成果助制种玉米实现机械化收获

◎本报记者 颜满斌

十月的河西走廊，风景壮丽，百万亩制种玉米喜迎丰收。

近日，在甘肃省张掖市甘州区党寨镇汪家堡村四社制种玉米基地，一款名为4YZPS-4B型的制种玉米收获机一下田就吸引了种植户和种业公司负责人的眼球。只见它在制种田中来回穿梭，玉米植株整齐进入割台，通过低损摘穗、柔性输送和强力排杂，一颗颗饱满的玉米果穗一倾而下，进入种箱。

“这款收获机给我们帮了大忙，解决了制种玉米收获仍然靠人工的问题。”张掖市天宇种业有限责任公司总经理刘冬表示，“这得感谢甘肃农业大学教授赵武云和他的科研团队。”

科技日报记者了解到，4YZS-4A型和4YZPS-4B型制种玉米收获机是甘肃农业大学特色作物收获团队在国家特色油料产业技术体系岗位科学家、机电工程学院院长赵武云带领下，针对制种玉米收获低损失、低损伤的作业要求，通过校企合作研发的成果。它们在一定程度上有效解决了制种玉米机械化收获无机可用的问题。

立足实际直面问题保生产

玉米是我国第一大粮食作物。玉米产业的稳定发展直接关系到我国粮食安全和国计民生，优质玉米种子生产直接影响我国玉米的收成和农民的收入。制种玉米产业的发展不仅促进了农业增效、农民增收和农村发展，还对保障全国粮食生产用种安全起到了重要作用。

甘肃省张掖市是全国最大的玉米制种基地，玉米制种面积达110万亩。抽雄、收获这两个环节是制种玉米生产用工的“大头”。目前来说，国内制种玉米基地虽然在其他环节机械化水平较高，但机械化抽雄、机械化收获始终是“老大难”问题。

“甘肃省制种田为一户一块地，多为分散的小田地。其中，很多地块又是最近两年才平整的田地。地力不均导致苗势不均，更加大了收获作业难度。”赵武云说，315万亩的制种玉米种植面积与6亿多亩的商品玉米相比，规模不大，所以，国内大型农机企业对制种玉米收获关注度也不高。

同时，受品种、种植模式、农艺性状和地况影响，国外制种玉米收获机在我国制种玉米主产区不能充分发挥其作业效率和作业质量，机具价格昂贵，且使用国外机具对我国制种玉米品种数据、制种数据存在安全风险，无法推广应用。因此，我国目前还没有专用的制种玉米收获机产品，制种玉米收获基本上采用人工作业方式。

“但人工作业成本高，收获制种玉米需要大量的劳动力。”赵武云说。

甘肃省张掖市农业机械化技术推广站站长王林告诉记者，制种玉米适收期集中在20天左右，致使收获季高峰期用工费达人均400元/天。收获成本的不断攀升，降低了农户的收入，影响了制种玉米产业可持续发展。

在相关部门的支持下，2020年开始，赵武云开始带领团队研发制种玉米收获机。

找准路子联合攻关共创新

研发伊始，团队就面临选择研发路线这一问题：是参照国外机型，走专用、高效果穗收获路径，还是走商品玉



米、制种玉米兼收，果穗收获和扒皮作业集成的路径？

“制种玉米能否实现机械化收获，种业公司的认同是关键。”赵武云说，团队成员深入张掖、酒泉、武威等河西制种玉米基地，与种业公司、市县农机推广部门、农机经销商、农机合作社等机构的代表召开座谈会，了解大家对制种玉米机械化收获的要求。

经过调研分析，大家一致认为：制种玉米收获必须立足国情，兼顾高质和高效，走“商品玉米、制种玉米兼收，果穗收获和扒皮作业集成”的高性价比技术路子。

商品玉米、制种玉米兼收，意味着合作研发企业在河西走廊地区商品玉米机械化收获方面具有优势。团队经过查阅河西走廊地区玉米收获机销售数据和实地调研，最终决定与中国农业发展集团山东巨明机械有限公司开展联合攻关。

“制种玉米机械化收获要走一条有所为、有所不为的路子——不适合机械化收获的粉质型玉米品种仍建议采取人工收获的方式，硬质型玉米品种就要考虑采用机械化收获。”在赵武云看来，机械化收获不单纯是机具的问题，而是要从耕地、种子、栽培等多个维度联合发力，提供适宜机收作业的工况条件。

“我国在工程材料、加工工艺方面与国外存在差距。”赵武云说，“这就意味着我们必须走一条适合国情、自主创新的技术路径。”

总损失率、籽粒破碎率、果穗含杂率是制种玉米收获机的主要作业性能指标，研发减损失、减损伤、低含杂的制种玉米收获机是团队的重要目标，团队与企业成立了研发组，针对低损摘穗、减损输送、强力排杂、快速清种等关键技术开展协同攻关。

突破多项关键技术制良机

2022年7月，团队研制出了割台试验架，并通过理论创新和大量试验，突破了低损摘穗、柔性输送等关键技术。

2022年9月，4YZS-4A型制种玉米收获机亮相张掖市甘州区党寨镇汪家堡村四社制种玉米试验基地。团队针对制种玉米植株性状，对机具反复调试。经过市区两级农机推广部门技术人员测试，作业性能指标符合国标

要求，初步解决了制种玉米机械化收获无机可用的问题。

“但这还不够。”赵武云对团队有更高的要求。

2022年9月20日，制种玉米机械化收获技术座谈会在张掖召开。与会代表对制种玉米收获机存在的问题、今后的研发方向提出了建议。代表们建议在覆胶摘穗板、柔性拨禾链复合材料制备、加工工艺等方面进行改进，提高可靠性；希望能实现摘穗、剥皮联合收获，并实现制种玉米、大田玉米兼收；剥皮机与跑步机实现快速置换，可针对不同品种、不同种植模式开展适应性收获试验。

2023年，团队在覆胶摘穗板、柔性拨禾链等关键部件的设计和材料制备、加工工艺方面与中国农业发展集团山东巨明机械有限公司开展联合攻关，研发了国内首台可加载在联合收获机上的制种玉米剥皮机。该制种玉米剥皮机可与商品玉米剥皮机实现互换，实现制种玉米摘穗和剥皮一体化作业，打破了国外制种玉米收获机不能摘穗、剥皮一体作业的限制，为制种玉米机械化提供了符合中国国情的解决方案。

团队研发的4YZPS-4B型制种玉米收获机于2023年9月亮相张掖、酒泉两地先后召开的制种玉米收获现场会。该收获机针对不同品种、不同种植模式的制种玉米，通过机具结构参数、工作参数优化调整，实现了比较理想的作业效果，受到了与会代表的一致好评。后续，机具将在甘肃省敦煌种业集团股份有限公司制种玉米基地上进行耐久性、可靠性试验，争取尽早完成产品熟化定型，以破解我国制种玉米收获无好机可用的难题。

中国农业发展集团山东巨明机械有限公司总经理崔守波表示，他们与甘肃农业大学赵武云团队合作研发，通过快速置换收获附件，机具的适应范围更广。机具可实现大田和制种玉米兼收，增加了每年的收获作业时间，提升了机具性价比。

“下一步，我们将加快产品熟化定型，为我国制种玉米优质高效机械化收获提供装备支撑。”崔守波告诉记者。

“创新永远在路上。”赵武云表示，摘穗板间隙自适应控制、新型复合材料、专用制种玉米收获割台等新技术、新材料、新装置的研发是团队的下一个目标。为我国制种玉米提供智能化、高性价比的优质高效收获机，将是他们团队的努力方向。

大红苹果高高挂 增收治沙两开花

◎本报记者 郝晓明

“一年栽树，两年见花，三年挂果，五年丰产！在科技特派团的持续帮扶和培训指导下，今年我家果园的苹果产量预计达到20万斤，差不多有40多万元的收入。”望着枝头红彤彤的大苹果，沈阳市康平县方家屯镇王家窝堡村诺诺苹果采摘园园主孔德玉难掩兴奋，随手摘下几个苹果递给前来交流学习的种植户：“你们尝尝，看看俺家苹果怎么样。”

大红苹果挂满枝，漫山遍野一片香。占地150亩的王家窝堡村诺诺苹果采摘园里种有100亩苹果，分布着“塞外红”“锦绣海棠”“岳阳红”等苹果新品种。一排排挂满果实的苹果树散发着浓郁的果香，吸引着慕名而来的外地果商和前来采摘的游客。

累累硕果，呈现出科技特派团在服务乡村振兴工作中发挥的独特作用和沈阳市农村科技特派团工作取得的扎实成效。为进一步推动苹果新品种、新技术的示范与应用，10月10日，沈阳市科技局、康平县科技局、辽宁省农业科学院果树科学研究所(以下简称辽宁省果树所)在王家窝堡村诺诺苹果采摘园联合举办康平县塞富苹果优质高效栽培技术成果展示会，驻沈有关高校院所果树领域的科技特派员和沈阳市有关区县的苹果示范园代表现场展开技术交流和成果展示。

改善生态，新品种有新优势

展示会上，辽宁省果树所专家、康平县方家屯镇塞富苹果产业科技特派团科技特派团团长程辉介绍了康平县塞富苹果优质高效栽培技术成果。苹果树下，参会果农品尝着一个个大又红又好吃的苹果，也纷纷聚拢到专家身边，探讨如何让自家的果园结出高品质的苹果。

康平县位于科尔沁沙漠南缘，沙化土地面积大、分布广，而林地则是阻止沙漠南侵的重要屏障。在改善生态环境的前提下，康平县果树科技特派团向当地有关部门提出建议，积极拓展林业资源，提高防护林树木多样性，实现以林治沙、依林养人的良性循环。

早在10多年前，康平县便引进塞富苹果种植技术并大面积推广，苹果种植成为带动当地经济发展和农民致富的重要产业，同时也成为防风固沙的树种之一。近年来，果树科技特派团通过开展果园自然生草、增施有机肥和使用配方施肥技术，指导农民开展土壤科学管理和精准施肥，不断提高土壤有机质含量和肥料利用率。这些举措不仅涵养了水源，防止水土流失，还为改善当地生态环境发挥了作用。

生态环境有了变化，塞富苹果产量上来了，农民收入也提高了。随着人们生活水平的逐步提高，当地果农迫切需要引进新品种，高质量发展苹果产业。为满足市场多样化需求，派驻到康平县的果树科技特派团结合地域实际，提出改善品种结构，引进适合当地气候和土壤条件的新品种苹果。

曾任沈阳市康平县果树科技特派团团长、现任辽宁省果树所苹果栽培团队首席专家的于文介绍，“锦绣海棠”和辽宁省果树所繁育的“岳阳红”等新品种具有抗性强、适应性好的特点，当地引进这些新品种后，解决了苹果品种单一、售价较低等问题，其中苹果新品种“塞外红”一经上市便受到欢迎，产品供不应求。

减少农药，让土壤变得更肥厚

为推动康平县果业发展和生态治理，充分发挥科研院所的人才、技术和资源优势，沈阳市科技局深入实施农村科技特派团专项计划，从沈阳农业大学、辽宁省农业科学院等高校院所选派了一大批由果树专业技术人员组成的果树科技特派团深入乡镇开展科技服务。截至目前，沈阳市科技局共向康平县组织选派了46个科技特派团，帮助当地实现了脱贫“摘帽”。

这期间，康平县果树科技特派团的专家以特派团项目为依托，持续开展果树技术服务，初步形成“专家教授+技术员+骨干+果农”四级技术服务网络，实现了人员下沉、重心下沉、科技下沉、服务下沉。他们示范推广的新品种、新技术也取得较好的经济效益和生态效益，为农业生产和生态建设提供了源源不断的科技支撑。

为引导当地农民减少农药使用量，科学防治果树病虫害，辽宁省果树科技特派团采用物理、生物和化学相结合的方式，对果树开展定期“体检”，及时对果树病虫害进行监测和预报，精准指导果农开展病虫害防控。在农业生产的关键环节，科技特派员走到田间地头进行现场指导，切实解决生产中存在的问题。面对人工贵、人难找的问题，科技特派团专家帮助果农提高田间管理能力，让果农采摘操作更加省力、简单。

农闲季节，科技特派团根据果农的“急难愁盼”问题，定期举办各种类型的培训班，向果农传授新技术，促进科技成果转化落地；同时，科技特派团强化对新成果、新技术的示范带动作用，着力解决果农在生产过程中遇到的各种技术难题。

在辽宁省果树科技特派团和沈阳市果树科技特派团的长期指导下，康平县实现了生态与产业协同发展，塞富苹果亩产控制在4000斤左右，使优质果率提高8%以上，每亩增收节支1500元以上。沈阳市科技局副局长单葆成表示，通过科技特派团的科技帮扶，康平县的苹果产业不仅实现了产业增产、农民增收，还实现了经济效益和生态效益协调发展，更加强了脱贫攻坚与乡村振兴的有效衔接，为乡村特色产业发展和打赢科尔沁沙地歼灭战提供了有效的科技支撑。



图为沈阳市康平县方家屯镇王家窝堡村诺诺苹果采摘园。
本报记者 郝晓明摄

重庆：林下灵芝朵朵开 撑起山区“致富伞”

◎本报记者 雍黎

金秋十月，在重庆市涪陵区大顺镇的灵芝林下种植示范基地里，200亩林下生态灵芝大获丰收，村民们在绵绵秋雨前抢抓时机，采收灵芝和孢子粉，等待下一步深加工。

从野生灵芝的发现地到规模化种植地，在国家重点研发计划课题“林下生态种植黄连、灵芝等中药材产业关键技术研究与应用示范”支持下，名贵中药材灵芝有了专属的林下“栖息地”，这也为山区农户致富增收撑起了“致富伞”。

科技支撑，山区林下生“金”

在大顺镇茂密的马尾松林里，林下是



在重庆市涪陵区大顺镇灵芝林下种植示范基地，重庆市药物种植研究所灵芝研发团队研究人员雷美艳正在收集孢子粉。

本报

记者

雍黎

成片的小拱棚(孢子粉临时收纳系统)和井然有序的智慧弥雾灌溉系统。掀起拱棚一角，里面是一株株长势喜人的灵芝，“孢子粉”厚厚沉积，芝香四溢。

“孢子粉是从成熟灵芝的子实体中喷射出来的孢子，是灵芝的精华。破壁后灵芝孢子粉市场价格高，收获的灵芝也是珍贵的药材。”重庆市药物种植研究所研究员、课题骨干肖波介绍，灵芝被誉为“仙草”，为我国传统名贵中药，也是我国目前研究和开发较多的中药品种。

“野生灵芝生长于山林间，不过现在野生灵芝在市场上一株难求，采用林下仿野生栽培方式，能最大程度还原野生灵芝的生长环境。”重庆天同生态农业有限公司董事长夏因缤说，该公司在重庆市药物种植研究所灵芝研发团队指导下，开展灵

芝等中药材林下种植全产业链研发，今年投入资金600余万元，灵芝林下种植面积突破200亩。

“野生灵芝主要生长于朽木或树桩上，生长发育过程对温度、湿度和光照有较高要求。”课题负责人、重庆市药物种植研究所研究员胡开治介绍，该所在灵芝品种选育、病虫害绿色防控、林地调控等中药材林下种植技术方面有着多年研究基础，今年在国家重点研发计划课题支持下，针对灵芝生长不同阶段对环境要求的复杂性，课题组进行林下灵芝仿野生生态栽培研究，形成了完整的灵芝林下生态种植技术体系。

针对适宜林下种植的灵芝优良品种缺乏、自然环境下土壤与空气湿度不可控、病虫害频发等突出问题，团队综合农艺性状、产量性状、质量性状，选育出优良品种，实现菌种更新，系统开展光照、湿度等生态因子对灵芝产量、质量的影响研究，指导林相改造，采用智能物联网信息技术，搭建起智慧弥雾灌溉系统，实现对灵芝生长水分需求的适时调控，阐明菌蝇、菇蚊、谷蛾等主要害虫的生长习性及其发育规律，综合农业防治、生物防治和理化诱控等方式，实现灵芝虫害绿色高效防控。

发展共赢，灵芝开出“致富花”

“今年，200亩基地就收获了近20吨灵芝干品，近10吨孢子粉！”夏因缤算了一笔账，虽然林下种植的方式比一般大棚种植方式的成本高，但因为仿野生的方式，灵芝的各项质量指标均高于大棚种植产品，

在市场上能卖出更好的价钱，孢子粉甚至能卖到2万多元一公斤。他们已经计划在大顺镇建设生产线，对灵芝和孢子粉进行深加工，进一步延伸和拓展产业链，提高产品附加值。

大顺镇党委书记陈德明介绍，大顺镇是涪陵著名的中药材之乡，这里生态优势突出，水资源丰富，森林覆盖率在72%以上。近年来他们积极探索“政府+国企+社会资本+村集体+农户”共赢发展模式，先后引进太极集团有限公司、重庆天同生态农业有限公司等龙头企业，大力发展林下仿野生生态种植灵芝、黄精、石斛、仙茅等中药材。今年林下中药材产值将达到2亿元，越来越多的群众端起“绿饭碗”，吃上“生态饭”。以重庆天同生态农业有限公司种植基地为例，高峰时每天务工人员达上百人，和基地种植工作相关的农户，每年户均增收1.8万元。

“现在在家工作比外面打工赚得多，还能照顾家。”52岁的陈云是大顺镇新兴村人，以前在外务工给火锅店炒底料，现在在中药材基地做管理，年收入达六七万元。他说，这些年，外出务工的乡亲们纷纷返乡，选择就近务工。

“科技服务农业，让灵芝开出山区百姓的‘致富花’。”重庆市药物种植研究所党委书记雷治政表示，中药材是重庆的优势产业，林下灵芝种植除了在大顺镇开展示范，同时也在重庆南川、渝北、南岸、万州等区示范推广。下一步，课题组还将在品种优选、技术优化、成本降低上下功夫，推动灵芝等中药材产业高质量发展，助力重庆乡村振兴。