引子

九曲黄河，在山东省东营市奔流入海。河与海交融激荡，孕育出一片广袤的三角洲；水与盐此消彼长，导致这里的生态环境脆弱。

2021年10月21日上午，正在东营市考察的习近平总书记来到黄河三角洲农业高新技术产业示范区。由于海水侵袭等原因，这里80%以上的土地是盐碱地。近年来，通过生态化利用和种业创新，盐碱地长出了产量高、品种好的多种耐盐碱作物。

农技人员介绍了示范区育种思路的转变——从治理盐碱地适应植物，到选育耐盐碱植物适应盐碱地。

习近平总书记指出："这就像发展旱作农业，不是治理旱地，而是要推广适宜的耐旱植物品种。"

沿着田间道路，习近平总书记边走边看。两侧平整广阔的地块上，苜蓿葱绿，藜麦泛红，田菁长势喜人。

正值大豆收获季节，总书记走进田里，弯下腰来摘了一个豆荚，剥出一粒大豆，放在口中细细咀嚼："豆子长得很好。"

农业部门负责同志告诉总书记，全国有15亿亩盐碱地，其中5亿亩具有开发利用潜力。

"18亿亩耕地红线要守住，5亿亩盐碱地也要充分开发利用。如果耐盐碱作物发展起来，对保障中国粮仓、中国饭碗将起到重要作用。"习近平总书记勉励道。

中共中央、国务院2020年10月印发的《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》提出："支持黄河流域农牧业科技创新，推动杨凌、黄河三角洲等农业高新技术产业示范区建设，在生物工程、育种、旱作农业、盐碱地农业等方面取得技术突破。"

今年1月印发的《中共中央 国务院关于做好2022年全面推进乡村振兴重点工作的意见》要求，"积极挖掘潜力增加耕地，支持将符合条件的盐碱地等后备资源适度有序开发为耕地。研究制定盐碱地综合利用规划和实施方案。分类改造盐碱地，推动由主要治理盐碱地适应作物向更多选育耐盐碱植物适应盐碱地转变。支持盐碱地、干旱半干旱地区国家农业高新技术产业示范区建设。"

近日，记者走进黄河三角洲农业高新技术产业示范区，探寻盐碱地生态化利用和种业创新之路。

人民眼·粮食安全

由治理盐碱地适应作物，向选育耐盐碱植物适应盐碱地转变，黄河三角洲农业高新技术产业示范区积极探索——

把盐碱地变成丰产田

本报记者　徐锦庚　李　蕊

①

试验田管理员李瑞田——

"盐碱地上建起农业高新技术产业示范区，科研工作者把良种良技送到田间地头"

谷苗青青，随风摇曳，春日的黄河三角洲满目新绿。步入山东省黄河三角洲农业高新技术产业示范区盐碱地现代农业试验示范基地，试验田管理员李瑞田正蹲在田垄上，低头察看庄稼长势。

轻轻拨开谷苗根部的泥土，一株托着几片嫩叶的纤细根茎映入眼帘。"开春气温回升，谷苗噌噌上蹿，保准是个丰收年。"李瑞田小心翼翼地把土推了回去。

几年前，他脚下的这片沃土还是白茫茫一片盐碱地。

东营地处黄河尾闾、渤海之滨。由于海水顶托，黄河至入海口处流速放缓，泥沙淤积形成一片广袤的三角洲，因成陆时间短，地下水位埋深较浅，土壤盐渍化严重，生态环境脆弱。目前，东营市盐碱地约为340万亩，占全省盐碱地面积的38.2%。

"春天白茫茫，夏天雨汪汪，十年九不收，糠菜半年粮。"李瑞田口中蹦出的这句民谚，道出了盐碱地上种粮之难。由于土壤含盐量高，除碱蓬等少数耐盐碱植物外，几乎寸草不生。

52岁的李瑞田在东营长大，对黑黢黢的碱蓬种子印象尤深。"那会儿粮食不够吃时，父母就采碱蓬种子当口粮。"1989年，李瑞田成为东营市原国营广北农场的一名职工，耕种的20多亩土地，基本是土壤含盐量高的低产田，长出的谷秆植株仅40厘米高。

如何唤醒沉睡的盐碱地？2009年12月，国家发展改革委印发《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》，提出"支持黄河三角洲荒碱地综合治理，有计划地对荒碱地进行开发治理及改造中低产田"。次年，李瑞田所在的广北农场改制为东营市高效生态农业示范区。随着一系列土壤改良技术推广应用，原来的盐碱荒滩逐渐有了绿意。

2015年10月，国务院批复同意设立黄河三角洲农业高新技术产业示范区，这是我国第二个国家级农业高新技术产业示范区。国务院批复指出，示范区要在盐碱地综合治理、探索土地经营管理新机制、发展现代农业方面走在前列。

在黄河三角洲农业高新技术产业示范区，盐碱土壤面积达43.97万亩，占总面积的80%以上；土壤盐分含量从1‰至10‰自西向东梯次分布，覆盖了轻度、中度和重度3种盐碱地类型，是滨海盐碱地的典型代表，也是探索荒碱地治理新技术的天然试验场。东营市和黄河三角洲农业高新技术产业示范区出台了一系列政策措施，向进驻示范区的科研院所提供试验田和必要的科研条件，中国科学院、中国农业科学院等单位的科研团队纷至沓来。

一场科技会战在黄河口悄然打响。李瑞田由农场职工转型为试验田管理员，精心呵护科研工作者栽种的耐盐碱新品种。1.28万亩的盐碱地现代农业试验示范基地上，相继种上了黑小麦、藜麦、大豆等耐盐碱粮食作物和苜蓿、燕麦等耐盐碱牧草。

"盐碱地上建起农业高新技术产业示范区，科研工作者把良种良技送到田间地头。"李瑞田很快感受到了变化。看着原本干裂板结的土地逐渐变得松软，绿油油的谷苗从土里钻出来，他的眼睛亮了——这么多年来，他是头一次看到谷子长得如此齐整。经过土地排碱、降盐培肥等一系列生态化改良举措，植株高度近80厘米，饱满的大穗儿把谷子压弯了腰。

2016年秋天，李瑞田收割完最后一茬谷子，掰着指头细细一算，眼睛笑成一条缝：谷子亩产量从2015年的300斤跃升至600斤，提高了一倍。近年来，示范区盐碱地现代农业试验示范基地好消息连连：黑小麦亩产900斤、藜麦亩产380斤……昔日"十年九不收"的盐碱地展露新颜。

节水技术研发人员王光美——

"改大水漫灌排碱为微喷滴灌，单次灌溉亩均用水量由120立方米降至25立方米"

放眼田间，一条条黑色微喷带顺着地垄铺展开来；定睛细瞧，一个个针眼大小的水孔遍布微喷带上。李瑞田扭开阀门后，水如细雨般喷出，落在一株株嫩苗上。

"老李，庄稼吃水没问题吧？"中国科学院烟台海岸带研究所黄河三角洲农田生态系统野外科学观测研究站站长王光美打着招呼走过来。正在铲土的李瑞田抬头答道："放心，供水足足的。"近期风力较大，李瑞田铲土压实微喷带，以免被风刮跑。

"治理盐碱地，水是关键。"王光美说，土地缺水时盐碱上侵，水足则能冲走盐碱。然而东营市淡水资源匮乏，全市人均水资源占有量不到全国的1/6。如何用好有限的水资源？

2014年4月，国家发展改革委、科技部等10部门出台《关于加强盐碱地治理的指导意见》，提出合理开发利用水资源、深入推进盐碱地治理科研工作等7项措施，其中提出"提升暗管改碱技术装备水平，加强节水型治理技术研发，明沟排水与暗管排盐相结合，耐盐抗旱作物与控制灌溉技术相结合，争取以较少的淡水资源取得最大的治理效果""中国科学院做好技术支撑与服务，将各类治理技术进行集成与优化组合，因地制宜建立盐碱地治理利用技术模式，不断提升技术模式的工程化程度和便捷性、实用性"。

2018年3月，中国科学院烟台海岸带研究所与黄河三角洲农业高新技术产业示范区签订协议，共建黄河三角洲农田生态系统野外科学观测研究站。王光美带领两名刚毕业的硕士研究生扎下根来，重点围绕节水技术开展盐碱地治理研究。

万亩田野间，沟里的水静静地流淌，勾起了李瑞田的回忆。过去，当地人挖掘深沟大壑排碱，通过大水漫灌冲走土壤里的盐分，生态扰动大，用水成本高，有的地块甚至要压4遍水才能种植。如今小沟纵横相连，在地里铺设微喷带、滴灌细管等节水设备，精准滴灌既控盐又节水，技术维护成本低。

"改大水漫灌排碱为微喷滴灌，单次灌溉亩均用水量由120立方米降至25立方米。"王光美随手捡起一个土疙瘩，放在手心轻轻一握，细土顺着指间滑落。土壤含盐量持续下降，土质愈发松软。

近3年来，示范区盐碱地现代农业试验示范基地的土壤肥力普遍提升了1至2个等级。"地力肥了，能多打粮喽！"李瑞田笑道。

近期，王光美团队正在试验田里铺设新的滴灌管道，准备用于微咸水灌溉实验。这一实验旨在根据农作物各生育时期承受的盐度上限制定灌溉计划，将作物根区盐分调控在可耕种水平，3年内能将盐碱地土壤盐分从4‰至6‰降至3‰以下，节约淡水38%以上。

改地来适种，土地变"健康"，这是盐碱地农业生产的基础条件。但要挖掘盐碱地开发利用潜力，仅改地还不够，需要从根源上寻突破，解决好"谁适应谁"的问题。

种质资源采集人员徐化凌——

"搜集野生大豆样本522份，筛选耐盐野生大豆核心种质74份"

簸箕轻抖，豆粒翻飞，李瑞田从中拈起一颗仔细打量，通体黝黑透亮。这种编号为HSJ104—2的野生大豆还没有正式命名，由东营市农业科学研究院盐生植物与生态农业研究所所长徐化凌团队从偏僻的盐碱滩上采集而来，经李瑞田悉心呵护，已在盐碱地现代农业试验示范基地生根发芽，不仅蛋白质含量高，而且耐盐碱性和抗旱能力俱佳，改良栽培后前景看好。

"要选育耐盐碱植物，种质资源研究是基础性工作，而种质资源的收集、保护和鉴定评价是基础中的基础。"徐化凌说，"我们团队走遍了黄河三角洲的角角落落，目的正是采集优质种质资源，选育耐盐碱植物。"

"野外采集种子不易，犹如沙里淘金。"徐化凌坦言，重度盐碱区和荒滩路尤其难走，越野车有时会陷入泥坑，团队技术人员就拿着铁锨，把泥一点点铲出来，再垫上砖。越野车开不进去，科研人员就兵分几路，带上铁锨、网兜、标签，徒步深入荒滩，一边开路一边寻找样本。

徐化凌摊开一张地图，上面密密麻麻标记了近300个点位，记录着他和团队的寻种足迹。每抵达一地，科研人员都会通过卫星定位标记。

"采集时能吃得了苦，筛选时要静得下心。"徐化凌说，经过反复鉴定检测，筛掉重复资源后，才能选出具备高蛋白、多荚多粒、抗病性强、耐盐碱等性状的优质样本。"这一过程周期长、见效慢，需要科研工作者甘坐'冷板凳'。"

"近年来，东营市农业科学研究院团队累计搜集野生大豆样本522份，筛选耐盐野生大豆核心种质74份，全部纳入黄河三角洲野生大豆种质库。"随徐化凌步入东营市农业科学研究院盐生植物与生态农业研究所实验室，仿佛走进了一间大豆博物馆。野生大豆、大豆植株、大豆籽粒等近2000个样本整齐码放。2017年，实验室把从黄河口采集的200多份野生大豆样本送至中国农业科学院作物科学研究所进行基因检测，结果显示所有样本全部含有苗期耐盐基因。

"近期研究发现，黄河三角洲的野生大豆进化出了一种类似'盐腺'的组织，具有较好的耐盐表现。"徐化凌说，黄河三角洲农业高新技术产业示范区已建成盐生植物种质资源库，搜集本地和国内外粮食、饲草、药用植物、果蔬等盐生作物种质资源13科42属89种，共计1.5万份，为后期育种打下了坚实基础。

育种实验人员宁凯——

"各育种团队初步选育新品系37个，示范推广9.2万亩，亩增效益15%至20%"

夜色渐浓，东营市农业科学研究院盐生植物与生态农业研究所灯火通明。实验室内，徐化凌的同事宁凯手持镊子，将豆粒小心翼翼地放入培养皿中。"既是抢救性保护，也是加速度研发。"宁凯将万里挑一的育种过程形容为"大海中捞针"：选育一个优良品种长达8至10年，不仅要从野外采集的种质资源中筛出符合条件的亲本，还得在试验田中反复试种。

雨后艳阳高照，宁凯匆匆赶往试验场察看豆苗。原来，盐碱地土壤遇水后板结变硬，新萌发的幼苗拱不动地皮，容易造成幼苗茎部折断。新苗长高成株后，宁凯到试验田的次数也愈发频繁，他蹲在地里观察半晌，仔细记录叶型、植株高度、豆荚茸毛颜色等。

"育种需要科技支撑，也离不开汗水浇灌。"宁凯说，每年豆花绽放时节，是人工授粉的关键阶段。那时天气潮湿闷热，茂密的叶子磨得皮肤火辣辣地疼，脸上沾了花粉后格外瘙痒，更别说还要忍受田间蚊虫叮咬……对此，宁凯并不在意。他说，每次授粉结束后，大家的衣服能拧出水来。

"人工授粉的成功率只有30%，但我们要付出100%的努力。"宁凯介绍，研究所还从国内外引进栽培大豆良种200多份，利用野大豆多荚多粒、抗病性强、耐盐碱等性状，对栽培大豆实施改良，培育出了一系列适合黄河三角洲地区的大豆新品系。

"黄河三角洲农业高新技术产业示范区成立以来，各育种团队初步选育新品系37个，示范推广9.2万亩，亩增效益15%至20%。"宁凯说，为解决盐碱地适生植物育种难、育种周期长、制种产量低等瓶颈问题，中国科学院主持设计并建成了耐盐碱植物数字化育种加速器，为黄河三角洲农业高新技术产业示范区构建起"实验室分子设计育种——人工模拟环境育种加速——田间耐盐梯度测试鉴定"三级育种体系，变传统田间经验育种为分子设计育种。

走进黄河三角洲农业高新技术产业示范区耐盐碱植物数字化育种平台，一个个长满绿植的玻璃橱窗映入眼帘。在人工模拟环境中，甜高粱、黑麦草、紫花苜蓿、田菁等作物长势喜人。往年冬天，不少耐盐碱植物育种专家要赴海南省南繁科研育种基地开展农作物新品种加代繁育。如今有了数字化育种加速器，这里的工作人员在室内就可完成植物育种。

"得益于智能控制系统，每年可育种6至8代，速度是温室育种的3至4倍、大田育种的5至6倍。"对这款耐盐碱植物数字化育种加速器，黄河三角洲农业高新技术产业示范区盐碱地综合利用技术创新中心负责人罗守玉赞赏有加。

技术创新中心负责人罗守玉——

"汇聚56家科研院所的116支专家团队，把论文写在盐碱地上"

阳春时节，黄河三角洲农业高新技术产业示范区一派繁忙景象，4台无人驾驶的智慧农机往来穿梭，犁铧掘进之处，泥土翻飞如浪。中国科学院计算技术研究所智能农机团队正在开展智能农机无人化旋耕作业。罗守玉操控遥控手柄，一架无人机腾空跃起，屏幕上随即传回盐碱地现代农业试验示范基地的俯瞰画面：万亩大田宛如一幅绿意浓浓的巨型画布。

"从白茫茫一片盐碱地，到如今目之所及的浓浓绿意，每一抹绿色都凝结了科研工作者的汗水。"罗守玉介绍，依照国务院批复意见，黄河三角洲农业高新技术产业示范区纳入国家高新技术产业开发区序列，实行现行的国家高新区政策。示范区通过与中国科学院、中国农业科学院、中国林业科学研究院等机构合作，建设了智能农机、盐地种业、生物技术、益虫资源、盐碱地生态系统观测等5个中试研发平台和设施农业测试验证平台。

"目前，黄河三角洲农业高新技术产业示范区已汇聚56家科研院所的116支专家团队，把论文写在盐碱地上。"罗守玉说，依托盐碱地综合利用技术创新中心的协作机制，示范区定期邀请科研人员座谈交流，几乎每次都能带来技术突破、丰产丰收的好消息。

"示范区有一块盐碱地大豆亩产再创新高，突破了470斤。"在去年11月召开的一次座谈会上，李瑞田带来的好消息，立即引发科研人员热议。

"盐碱地，勤中耕，才有季季好收成。"徐化凌说，尽管试验田大豆亩产持续创出新高，但2020年东营市大豆平均亩产仅232斤，"这说明增产潜力大，还需要加大中低产田改造力度，不断提高大豆等粮油作物的单位产量。"

"今年中央一号文件提出'大力实施大豆和油料产能提升工程'，并要求'开展盐碱地种植大豆示范'。牢牢端稳中国饭碗，必须把'藏粮于地、藏粮于技'落实到位。"王光美接过话茬说道，依托黄河三角洲农田生态系统野外科学观测研究站，中国科学院烟台海岸带研究所正在持续推进绿肥轮作还田改善盐碱地土壤结构、土壤改良剂添加、土壤健康检测平台建设等3个研究课题。"未来，白茫茫的盐碱地上将结出更多'金灿灿''绿油油''红艳艳'的硕果。"

②

③

题图：山东省黄河三角洲农业高新技术产业示范区的盐碱地航拍图。　杜　剑摄

图①：山东省东营市农业科学研究院盐生植物与生态农业研究所育种实验人员宁凯在做实验。　**资料图片**

图②：黄河三角洲农业高新技术产业示范区，机械在收割大豆。　**周广学**摄

图③：黄河三角洲国家级自然保护区的一片盐地碱蓬。　**影像中国**

本版责编：孔祥武　杨　彦　孙　振　戴林峰
版式设计：汪哲平