

藏粮于地 化“碱”为粮

——对话梅旭荣、胡树文、段勇

嘉宾

梅旭荣 国家盐碱地综合利用技术创新中心主任

胡树文 中国农业大学资源与环境学院教授

段勇 河北省沧州市农业农村局局长

主持人

农民日报·中国农网记者 刘知宜



◇梅旭荣



◇胡树文



◇段勇

耕地是粮食生产的命根子，盐碱地综合改造利用是耕地保护的重要方面。开发利用盐碱地这一“潜在粮仓”，对于保障国家粮食安全、端牢中国饭碗具有重要战略意义。当前我国盐碱地总体现状如何？治理盐碱地主要难在哪些方面？综合利用盐碱地，盐碱地农产品产业如何提升产业化水平？本期对话邀请梅旭荣、胡树文、段勇两位专家和一位地方负责人就相关话题展开交流讨论。

因地制宜，唤醒盐碱地“沉睡粮仓”

主持人：作为全球第三大盐碱地分布国家，我国的各类可利用盐碱地资源量巨大，“潜在粮仓”潜力可观。当前，我国盐碱地总体现状如何？这些盐碱地是如何形成的？

梅旭荣：从宏观数据看，我国盐碱地综合利用潜力巨大。根据第二次全国土壤普查数据显示，全国各类可利用的盐碱地资源约5.5亿亩。按照地理位置、土壤因素、气候条件以及盐碱成因等，大致可将我国盐碱地分为五大类型区。东北苏打盐碱区土壤质地黏重，“湿时兜水不漏，干时刀枪不入”，治理难度大；西北绿洲盐碱区盐碱地面积大且连片分布，土壤含盐量高，以氯化物硫酸盐复合型为主；在黄河中上游引黄灌区的盐碱地，土壤盐分以硫酸盐和氯化物为主，气候干旱以及不合理灌溉加剧了土壤次生盐渍化；滨海盐碱区则主要分布在津、冀、辽、苏、鲁等省（市）的沿海地区，这些区域地势低洼平坦，主要受海水影响，地下水水位和矿化度均高，土壤盐分以氯化物为主。而黄淮海平原盐碱区处于广大内陆平原地区，受黄河、淮河、海河等河流影响，该区域历史上内涝、盐碱严重，经过治理耕地已基本脱盐。

胡树文：我国盐碱地成因多样，可分为自然因素和人为因素。自然因素包括气候、水文及地质构造等。气候是我国大多数盐碱地形成的关键性因素，例如我国新疆地区年蒸发量远大于降雨量，土壤水分向上运动占据优势，蒸发后水中溶解的盐分不断累积在地表，形成干旱沙化盐碱地。其次，水文地质条件也是土壤盐渍化发生的重要驱动力，地下水水位越高，矿化度越高。我国东部滨海盐碱地就是由于海水入侵地下水，导致了土壤盐渍化的发生。还有，黄河流域周边土地叠加了以上两种因素，形成内陆干旱盐碱地。甘肃、宁夏以及内蒙古的盐碱地属于该类型。此外，地质构造和地貌对盐碱地的形成也有重要影响，盆地、洼地和排水不畅区域容易发生盐渍化。盐碱地形成的人为因素主要是化肥过量使用和灌排不合理。

段勇：以河北省沧州市的具体情况为例，沧州东临渤海，京杭大运河贯穿南北，盐碱地集中于运河以东，这些盐碱地主要是退海后形成的，属于滨海盐碱土类型，显著特点是浅层地下水水位高，春季时，降水量小、蒸发量大，盐分容易在土壤表层积聚，造成盐渍化程度随季节变化而变化。据初步调查摸底，沧州市盐碱耕地约有408.58万亩，质量总体偏低，高、中产田占比较少，特别是在渤海之滨的渤海新区黄骅市地碱水咸，大部分盐碱耕地为干旱贫瘠的中低产田，粮食产量较低。比如，今年沧州市旱碱麦种植面积达154.7万亩，亩产仅为260公斤，与全市小麦平均亩产380公斤相比有较大差距。如果旱碱麦单产水平能提高到全市小麦平均单产水平，那全市每年小麦总产将增加18.56万吨，极大提升“米袋子”保障水平。

主持人：从20世纪50年代起，我国就开始了改良利用盐碱地的研究和探索，目前已经取得了怎样的阶段性成果？改良利用盐碱地有怎样的重要意义？

梅旭荣：我国大规模的盐碱地改良利用主要从新中国成立后开始。各地大规模建设水利排灌设施，完善排灌网络，畅通水系，淋洗和排除土壤中的

盐分，控制地下水位，盐碱地治理取得积极成效。20世纪80年代起，盐碱地治理思路由“以水治土”向“防治并重、农水结合、综合治理、因地制宜”转变。黄淮海平原旱涝盐碱综合治理是我国最为典型的盐碱地治理成功案例，黄淮海平原盐碱耕地面积从20世纪80年代的5000万亩减少到目前只有零星分布，带动粮食产量由8000亿斤跃升至9000亿斤。进入21世纪后，国家持续推进盐碱地治理。一是积极采取工程措施防治耕地土壤盐渍化。截至2022年底我国建成高标准农田10亿亩，提高了农田灌排能力，为防止土壤盐渍化提供了基础条件。二是耕地占补平衡政策有力推动了盐碱未利用地的开垦治理。据第三次全国国土调查结果显示，2009年至2019年10年间，全国有1200多万亩盐碱地已治理变为耕地，有效提高了农业生产能力。

近年来，守住18亿亩耕地红线任务难度加大，耕地后备资源总体有限，可开垦并稳定利用的后备耕地资源更是有限。从这一角度看，增加耕地资源的一个重要潜力在于适度开发利用盐碱荒地。但是，由于受水资源条件、生态保护要求等限制，盐碱荒地开垦利用成本高、生态风险较大，目前来看开发潜力有限。盐碱耕地是我国当前中低产田的最主要类型之一，相对条件较好，其中较大面积的轻中度盐碱耕地可治理且得到有效治理后有着较大增产空间，在已有水资源保障条件下提质改造，亩均可增产200斤以上，对提升粮食安全保障能力意义重大。

藏粮于技，寻找“以地适种”和“以种适地”的最优解

主持人：盐碱地被称为“土地顽疾”，治理盐碱地主要难在哪些方面？

胡树文：盐碱地俗称为“土地的癌症”，我国自20世纪50年代开始研究盐碱地问题，直到今天还在研究，盐碱地是一个世界性难题，可见其治理之难。盐碱地治理最常见的问题就是返盐，因为当地的自然气候、水文地质条件、地貌特征等因素，即使通过一些方法降低了表层土壤的含盐量，盐分也会随着时间的推移重新在地表聚集，因此需要长时间的持续管理和维护，以便及时采取措施，但往往由于资金投入和农田粗放管理难以实现。不同的盐碱地成因不同，也会导致治理方法不同，需要具体问题具体分析。

盐碱地治理的瓶颈在于盐碱土结构差导致水分入渗率低，大部分地表水被白白蒸发掉了，水分下渗洗盐效率低，引起的耗水量大、治理周期长、成本高等。基于这些问题，我们团队在技术上开发出系列新型生物基改性材料，将盐碱土的细小颗粒“粘结”成大颗粒，使土壤孔隙度增大，洗盐效率提升了5倍—13倍。此外，在技术突破上还要实现养分绿色智能供给、沃土培肥、改善作物生境，同时筑堤建闸、控制地下水位、阻隔返盐通道。

技术瓶颈之外，资金瓶颈也制约着盐碱地改良利用。近年来，我国对于盐碱地问题格外重视，不断加大投入和项目资金支持。政府可以通过专项资金支持、农业补贴等方式，推动盐碱地治理。此外加强政策引导和激励措施，鼓励农民和农业企业参与盐碱地治理，可以通过制定相关政策，给予优惠税收、土地使用权等方面的支持，激发社会力量参与的积极性。

梅旭荣：尽管我国盐碱地综合利用取得了阶段性成效，但同时也面临不少困难和挑战，当前治理盐碱地主要难点有四个方面。一是水资源制约，存在生态风险。盐碱地主要分布区淡水资源有限，特别是西北地区，生态环境相对脆弱，水资源开发程度很高，各类用水压力很大，盐碱地洗盐用水更加难以保障。水资源约束刚性还导致盐碱耕地抵御灾害能力弱、退化风险高，如季节性干旱引发次生返盐难以控制、长期节水灌溉导致耕地隐性盐渍、干旱区咸水补灌引起盐分长期累积等。二是基础研究弱，

新技术缺乏。当前盐碱地治理的技术很多，真正能被各地接受并大范围推广的却很有限，主要原因在于经济可行性差，投入成本超过了财力可支撑范围。同时，传统技术见效慢，需久久为功，与现在普遍追求快速高效的要求不适应。现有研究基础对新形势下盐碱地综合利用的支撑力度不足，缺乏价廉高效、环境安全的改良材料，缺乏盐碱地适水改造提升技术。三是耐盐碱作物种类品种仍偏少。具有较好经济前景的耐盐植物（作物）品种仍偏少，通过国家审定的耐盐碱作物品种较少或者耐盐植物品种登记的较少，尚不能根据不同盐碱程度选择适宜的耐盐植物（作物）品种，限制了耐盐作物适应盐碱地特色种植业的发展。四是资金需求大，社会融资难。盐碱地治理是一项高投入的系统工程，特别是盐碱耕地治理公益性强，难以进行市场化运作，目前缺乏较大规模的专项资金支持。据测算，在骨干水利设施基本具备条件下，盐碱荒（草）地亩均改造治理成本为1万元—3万元，盐碱耕地为6900元—8900元，主要用于农田基础设施建设和土壤改良，且需要持续至少3年才能有比较稳定的效果。

主持人：盐碱地治理是藏粮于技的集中体现，改良利用的主要思路为何？当前有哪些新的研究方向？盐碱地治理过程中，产生的洗盐废水是否有潜在的环境风险？

胡树文：盐碱地高效改良利用主要从土壤改良和耐盐作物培育两个方面发力，就是通常所说的“以地适种”和“以种适地”。其中，土壤改良改善了作物的生境，为作物生长奠定良好基础，也为盐碱地种植更多种类作物提供了良好条件。耐盐作物的选育则集中在高粱、水稻、棉花、甜菜、葵花、菠菜、甘蓝等耐盐作物上。当前盐碱地高效改良利用的最优解就是要将土壤改良与耐盐育种紧密结合，土壤改良后降低耐盐育种难度。

盐碱地治理是异常复杂的系统工程，实现农作物在盐碱地上稳定健康生长才是关键。如何高效治理盐碱地？我们提出的“重塑土壤结构改良盐碱地技术”重点在于改善土壤结构，构建了健康的耕层土壤环境，作物能够正常生长。未来盐碱地治理技术将结合盐碱地成因及立地条件，在健康土壤结构的基础上，探索改土保墒于一体、适种（种植）适种（种籽）相结合的简便高效技术，最终实现盐碱地高效改良利用。

盐碱地治理的核心在于科学用水，而盐碱区域普遍缺水，因此如何用最少量的水将盐碱脱除是关键。当前盐碱地治理方法很多，也均有效，关键是效率的问题。常规改良技术普遍存在耗水量大、周期长、盐碱易反复的问题。

改良盐碱地过程中会向环境中排放一定量的洗盐废水，具有潜在盐渍化的风险。基于此，目前已有洗盐废水回用技术，即采用生物处理、膜分离富集技术等。这些技术既能促进淡水资源的循环利用，又能将盐碱土中的盐分有效汇集、综合利用，从而为盐碱地大规模开发提供技术支撑，消除其潜在的次生盐渍化以及由此带来的生态问题。同时，还可以将洗盐废水排放到低洼的排盐地，将盐分吸纳在排盐地中。

段勇：“以地适种”和“以种适地”之间的最优解，就是协同发展、互相促进。“以种适地”就是选育优良品种，运用良种、良机、良法等提高农作物产量。“以地适种”就是加强盐碱地改造提升，提高地力。在抓好育种、种植、推广的同时，还要抓好水系联通、高标准农田建设，这样才能取得更好的效果。

多年来，沧州市与多个科研院所开展合作，探索出了一系列盐碱地改造先进技术和模式，主要有：暗管排盐、条台田改良、水肥盐优化调控、井灌沟排、抽咸补淡、咸淡混浇、覆膜穴播、秸秆深埋还田隔盐。同时，选育耐盐碱作物品种，要与资源禀赋、盐碱类型、盐碱化程度和社会生产条件相结合。通过多年探索，培育出了“捷麦19”“捷麦20”“沧麦6002”“沧麦6005”等抗旱、耐盐碱的旱碱麦品种。目前，由京津

冀国家技术创新中心河北中心组织、多方合作的利用沙漠微生物改良盐碱地技术研究与应用项目正在沧州开展研究，并取得一定进展。这项技术目的在于通过高效结合耐盐性极强的菌藻以及盐碱成分降解生物菌，利用耐盐菌藻的离子吸附和离子交换功能，降低土壤盐碱含量，进一步提升盐碱耕地地力。

着眼发展，构建盐碱地特色全产业链

主持人：盐碱地里能够发展什么产业？盐碱地农产品产业如何提升产业化水平，获得更好效益？

梅旭荣：在产业发展层面，要拓展盐碱地治理产业，深化利用盐碱地生产的各种饲料植物、功能植物等特色资源，以“大食物观”为原则，制定出台不同盐碱类型区、不同盐渍化程度的盐碱地开发利用的作物和水产养殖等名录，放宽盐碱地开发利用用途管制。构建产学研用融合创新研发平台，推进盐碱地全产业链条融合，创建新型农业科技与服务体系，打造特色品牌，推进盐碱地特色产业培育与资源价值提升。具体来讲，轻度盐碱地重点抓好粮食作物生产，加强耐盐高产品种、减肥增效、节水灌溉等技术模式的集成应用，力争“多产粮”。中度盐碱地重点抓好油料和牧草作物的综合生产，加强优质耐盐新品种、盐分阻隔、有机培肥、轮作和种养结合等技术模式的集成应用，力争“产得好”。重度盐碱地重点抓好油菜、野大豆等适生特色植物生产，加强节水灌溉排盐、抗逆栽培和高值化利用等技术的集成应用，力争“有特色”。

胡树文：盐碱地的利用需要考虑其特殊的土壤和当地气候条件。首先根据当地气候种植耐盐作物，如棉花、葵花、甜菜、耐盐牧草或进行水田种植。同时，因地制宜开展盐碱地综合利用，种养结合也是很好的措施。新疆的盐碱地水产养殖已经取得了成功，包括对虾、龙虾、三文鱼等很多品种。此外，盐碱地也适合发展光伏农业，将光伏发电与农业结合，提高土地利用效率。

提升盐碱地农产品产业化水平和获得更好效益，首先需要进行土壤改良，通过施用改良剂，降低土壤盐分，提高地力。其次，引进和推广耐盐作物的优良品种，提升作物产量和质量。再有，现代化农业技术的应用，特别是精准灌溉和施肥技术，可以有效提高水资源利用效率，引进先进的技术对农田进行精细化管理，有利于维持盐碱地改良效果，提高农业种植收益。最后就是因地制宜适度开展种养结合，获得更好的收益。

段勇：盐碱地特色农业大有文章可做。沧州除了大力发展旱碱麦以外，还可以发展高粱、苜蓿、冬枣、碱梨、茴香等特色产业。沧州市今年旱碱麦种植面积达到154.7万亩，同比增长54%，亩产达260公斤，较去年提高14.6公斤。高粱种植面积9.5万亩，总产2.74万吨，亩产最高的达到1000斤，黄骅、沧县成了高粱的集散地。沧州市的河北首蓿种植大市，种植面积达到24.7万亩。冬枣种植面积达到12.3万亩，总产11.46万吨，黄骅冬枣品质好，已成为地理标志产品。海兴多刀茴香已通过绿色食品认证，种植面积近千亩，大棚茴香亩产1.5万斤，亩效益达到3万多元。

主持人：在您的工作经历中，有哪些值得分享的典型盐碱地治理经验？

梅旭荣：山东省东营市地处黄河三角洲核心区，地下水埋深浅、矿化度大，土壤含盐量高，受海潮影响大，是我国乃至世界利用难度最大的三角洲型盐碱地之一。近年来，在东营市和黄河三角洲国家农高区，依托国家盐碱地综合利用技术创新中心，广泛凝聚全国优势科技力量，加快推进盐碱地综合利用科技创新和卡点突破。从“优种

适土、改土利种”两个维度破解盐碱地产能提升的技术难题，构建不同盐碱区粮油作物、饲草作物和特色作物产能提升技术体系。在轻度盐碱地，突破“固氮、促生、抗逆”三位一体的盐碱地微生物强化技术，创建了粮油作物抗盐促生增效技术体系，可实现节肥20%；在中度盐碱地，创建了阻盐培肥技术体系，实现饲草亩增产22%、青贮玉米亩增产15%；在重度盐碱地，创建了高效脱盐与特色作物适生技术体系，野大豆平均亩产达240公斤，是自然状态下产量的5倍；甜高粱亩产300公斤—350公斤，较改良之前增产约1倍，亩产值增加约360元。在“改地利种”的同时，加大“改种适地”力度，强化耐盐碱品种选育。选育高产、广适大豆新品种“中豆63”，在盐碱地亩产256公斤，较全国平均单产翻一番；培育出兼具高产优质、耐盐碱、抗寒抗旱和适宜机械化等特性的甘蓝型油菜新品种“中油351”，比当地白菜型油菜产量增加四成以上，亩产量增加五成以上；选育“中苜3号”“中苜5号”等耐盐碱牧草新品种，为盐碱地综合利用提供了丰富的品种资源。

胡树文：我们团队在盐碱地治理一线扎根，在五大盐碱区域都建立了成熟的盐碱地治理系统工程技术模式，实现了一次改良，多年稳产。其中有几个较典型的案例值得分享。

2016年，在吉林白城大安土地整理整治项目中，采用中国农业大学重塑土壤结构盐碱地改良技术，重度盐碱荒地实现了4月份改良，6月份水稻长势良好，10月份亩产达500公斤，直接达到周边良田的单产水平，至今连续8年水稻高产、稳产，该项目成为吉林省盐碱地治理的标杆工程。还有2021年在山东东营新户镇盐碱地低产田改良增产示范项目，改良当年小麦、大豆两季作物分别增产191%和278%，增产效果非常显著，一次改良，连续7个种植季均实现小麦、玉米、大豆中高产。去年，我们团队针对新疆独特的地理和气候条件，创制出新型功能性水溶性盐碱土改良剂，实现了“边滴灌、边改善土壤结构、边脱盐、边保水”。改良后青贮玉米生物量和鲜重增加60%，根区土壤盐分下降62%，根区土壤水分增加173%，可增加新疆盐碱地的垦种面积。这一案例为盐碱类型相似的中东、中亚“一带一路”沿线国家提供农业发展的技术支持和经验分享。

段勇：沧州市盐碱地治理最典型的经验是旱碱麦种植。旱碱麦种植在沧州已有2600余年的历史。原始品种以“小红芒”“红秃头”为主，亩产仅有50公斤。新中国成立初期，当地人民积极探索盐碱地改良方法，因机械化水平不高，多采取人工开挖排涝沟、淋盐压碱等方法，夏季雨水量大并且集中，通过排水沟把淋洗后的盐分排出去。20世纪80年代以后，随着机械化水平的提高，通过深耕、深耕增加土壤蓄墒能力；通过免耕，减少土壤水分蒸发，减缓盐分向地表转移；通过培植绿肥、测土配方施肥、有机肥和无机肥配合施用等措施，增加土壤的肥力，盐碱程度不断降低，越来越多的旱碱麦品种得以种植。21世纪以来，利用大型农机，实行秸秆还田、起垄覆膜，逐渐开始探索苜蓿—旱碱麦轮作，一般种植苜蓿4年到5年，再耕种两年旱碱麦，可以有效改良盐碱地。由于盐碱地富含矿物质，旱碱麦品质较常规小麦更优良，富含钙、钾、铁、锌等多种微量元素。蛋白质较高的苜蓿，是喂奶牛的优质牧草，能有效提高生鲜乳品质，从而提升农民收益。

主持人：我国盐碱地成因多样，治理难度大。但同时，盐碱地有效治理后有着较大增产空间，对提升粮食安全保障能力有重要意义。长期以来，国家持续推进盐碱地治理与综合利用工作并取得阶段性成效。当前，面对水资源、新技术、作物品种和资金等制约瓶颈，还需要抓住“以地适种”与“以种适地”协同发展的关键，以“大食物观”为原则深化利用盐碱地生产资源，提升盐碱地农产品产业化水平，做好盐碱地特色农业大文章。感谢三位嘉宾做客《对话》栏目，分享精彩观点！