

因地制宜助力“黑土粮仓”科技会战

龙江模式呵护耕地中的大熊猫

黑土地是地球上珍贵的土壤资源,是指拥有黑色或暗黑色腐殖质表土层的土地,是一种性状好、肥力高、适宜农耕的优质土地。东北平原是世界四大黑土区之一,北起大兴安岭,南至辽宁省南部,西到内蒙古东部的兴安岭山地区,东达乌苏里江和图们江,行政区域涉及辽宁、吉林、黑龙江,以及内蒙古东部的部分地区。黑土地是东北粮食生产能力的基石,保护和提升黑土地耕地质量,实施东北黑土区水土流失综合治理,是守住“谷物基本自给、口粮绝对安全”战略底线的重要保障。

保护黑土地,辩证施治,对症下药,针对不同生态类型区采取相适应的保护利用方式。黑龙江省积极打造黑土地保护利用的“龙江模式”,实现耕地保护与粮食产能提升的双重目标。

黑土层保育模式:在松嫩平原中东部中厚层黑土和三江平原草甸土区,土壤剖面分布着大于30厘米的黑土层,称为中厚层黑土,其耕地面积约400万公顷。这类土壤表土层的主要问题是土壤有机质积累和分解失去了平衡,土壤有机质在逐渐减少。基于此,以秸秆翻混还田、粉耙还田和松混还田为核心,以黑土层扩容增碳为目的,组建了玉米-大豆和玉米-玉米-大豆中轮作技术,建立黑土层保育模式。在海伦市连续6年的试验示范,玉米平均增产10.2%,大豆平均增产12.3%,土壤有机质含量提高3.2克/千克,黑土层保护深度在30~35厘米。

黑土层培育模式:针对因风蚀和水蚀导致的坡耕地的薄层黑土、黑土区南部原生薄层黑土、暗棕壤等黑土层浅薄土壤类型的耕地,实行黑土层培育模式。在黑土地保育的基础上,增施有机肥,实施秸秆和有机肥同时翻混还田,采用有机肥弥补翻后

的心土层肥力低下的问题。6年示范结果显示,大豆增产11.3%以上,玉米增产10.5%以上,有机质提高2.4克/千克,肥沃耕层达到了30厘米以上,大于0.25毫米的大团聚体含量增加了8.78%以上。

保护性耕作模式:针对黑龙江省松嫩平原西部风沙、干旱特征和对应的土壤类型,采用秸秆覆盖免耕、条耕秸秆覆盖和玉米大垄苗带休闲轮作技术,配合间歇型深松、增施有机肥和玉米大豆轮作等技术,建立了以组合耕法和组合式的秸秆还田方式为特色的保护性耕作模式,遏制了表土退化,取得了良好增产增收的效果。

障碍性土层消减快速培肥模式:针对白浆土白浆层和黑钙土钙化层的障碍问题,采用秸秆、有机肥、土壤调理剂一次性深翻快速达到白浆层、钙化层改良的效果。经过12年试验示范显示,耕层深度达到了30~35厘米,土壤表层有机质增加了3.5克/千克,速效磷增加了4.3毫克/千克,土壤容重降低了19%,田间持水量增加了17%,水稳性大团聚体增加了27%。大豆增产15%以上,玉米增产12%以上。

米增产12%以上。

坡耕地控蚀增肥模式:针对坡耕地排水水流落差大、能量高的特征,采用修等高埂积水,工程化降水消能,沟坎实现乔、灌、草生物措施,使坡耕地达到温和排水。坡耕地实行深松提高了土壤蓄水、覆盖、条盖、苗带轮耕休闲、等高耕作、植物篱等措施,减少土壤面蚀。采用农艺措施和生物措施控制耕地面蚀和培肥地力。示范效果:作物增产13.8%,蓄水能力提高30.1%,保水能力提高20.9%,速效磷增加15%,径流量减少95.4%。

水稻田秸秆还田增碳培肥模式:采用秸秆粉碎翻混还田、粉耙还田和次年春季打浆还田的方式,将秸秆与土壤均匀混合,加快秸秆腐解速度,增加休耕季节秸秆降解量,减少生育期间秸秆降解量。获得了良好的秸秆还田和土壤储碳效果。

中国科学院通过实施“黑土粮仓”科技会战,计划累计在黑龙江推广黑土地保护利用“龙江模式”2.5亿亩,是吉林省、辽宁省和内蒙古自治区的总和。“龙江模式”必将在未来黑土地保护利用中发挥更重要的作用。

中科院为黑土地保护利用 提供有力科技支撑 “黑土粮仓” 龙江担当



海伦示范区项目组核心成员。

三江示范区

水稻土和白浆土质量与产能双提升

三江平原是我国粮食安全、黑土地生态安全与水资源安全保障的关键地区,人均耕地面积大致相当于全国平均水平的5倍,人均粮食产量是全国平均水平的7.9倍;粮食产量占全国的12.8%。三江平原是我国最大的农垦区,北大荒农垦集团机械化、规模化程度高,是我国先进农业生产水平的代表。但该区存在大规模水田开发导致的地下季节性水下降、水土资源时空不匹配、低温冷凉、土壤障碍严重、农业时空基础数据匮乏、智能化水平低等问题。

中国科学院“黑土粮仓”科技会战三江示范区,依托中国科学院东北地理与农业生态研究所,联合北大荒农垦集团以及院内外27家单位,利用天空地一体化监测技术体系,获取三江平原农业时空大数据,通过多学科交叉融合,构建智能感知、诊断、决策与精准控制的现代农业技术模式,研发节水灌溉、地表水-地下水动态监测与协同调控技术,示范寒地农业水土资源优化配置与高效利用模式。

集成耐低温品种筛选与应用、高产提质与减肥增效绿色种植、全量还田秸秆快速腐解等技术措施,示范寒地水田地力提升与抗逆丰产模式。

建立改善土体构型、培肥白浆层、肥沃耕层、肥料利用高效型的白浆土保护性利用与障碍消减技术体系。

构建天空地一体化智能感知与诊断、智能施肥与施药技术为主体的智慧农业模式,示范小流域智慧农业与黑土地保护融合技术模式,农场与合作社现代农业发展模式。

构建数字土壤制图、耕地质量、农业生产全过程、三江平原现代多元要素立体监测技术体系,提出三江平原现代农业时空精准施策分区分类模式,示范时空精准施策模式。

经过五年的科技攻关,三江示范区将构建农业资源立体监测、水土资源优化配置与高效利用、寒地水田地力提升与抗逆丰产、黑土地保护与智慧农业、时空精准施策等技术模式10-15套,为三江平原农业智能化、水土资源高效利用、保障粮食安全与生态安全提供系统解决方案;提出地下水-地表水联合调控决策建议;核心示范区2万亩;建立小流域智慧农业与黑土地保护融合样板;推广智能管控系统与APP到20个农场/合作社;辐射推广8000万亩。最终提出规模农业黑土地保护与智慧农业融合发展系统解决方案,实现三江平原规模农业生产管理由机械化向智能化的转变,耕地地力与产能提升,乡村振兴分区精准施策,水资源与黑土地永续利用,保障区域水资源和生态安全、国家粮食安全。



三江示范区临时党支部全体党员。



“黑土粮仓”科技会战齐齐哈尔示范区全域定制模式。

齐齐哈尔示范区 全域定制 系统用好黑土地

齐齐哈尔市地处松嫩平原腹地,是全国第四大产粮市,涵盖全部六种土壤类型,因长期高强度利用和自然风蚀、水蚀、冻融侵蚀作用,黑土地肥力透支、土层薄化及生态功能退化问题日益突出。

针对上述问题,中国科学院地理资源所齐齐哈尔示范区攻关团队创新性构建全域定制系统解决方案,依托“星-空-地”立体监测网,提出黑土粮仓一地一策、依村定策、分区施策多尺度管控策略。

“星-空-地”立体监测网:星基监测以中、高分辨率资源、气象卫星为主,获取示范区垦殖历史、环境本底、农业结构、种植制度等数据;空基监测依托自主研发的无人机平台及相应载荷,实现作物生长环境、周期,以及从灌溉到土壤变异,再到病虫害、细菌侵袭等苗情、灾情的信息监测;地面监测整合改造现有站点,新增新型自动观测站,结合智能农机设备,清晰捕捉土壤墒情等信息。

“一地一策”模式是按照地形、地力现状、农田投入和经营模式等指标的时空差异性,将齐齐哈尔示范区的田块分类分级,以经济效益和环境效益的最优化为目标,进行因地制宜的差异化管控。以依安县玉米产地为例,通过“一地一策”精准管控,应用秸秆还田、多源增碳、深松深翻等技术,实现地力提升,每亩可增产150-200斤。

依村定策是基于全域定制系统智能化诊断评价,将村庄划分为不同保护与发展类型,据此制定不同的土地经营方式,应用不同的黑土地保护利用技术,规划不同的产业发展路径,打造不同的黑土地保护与乡村振兴有机融合模式。

分区施策是基于监测网络大数据,结合地块尺度和村落尺度模式,实施分区分类分级,提出服务于黑土地保护的农业资源优化配置方案和全域农业区划方案等。

以齐齐哈尔市为例,东部北部低土地侵蚀、高生产潜力区,实施高品质开发策略,打造绿色有机种植基地,推进农产品品质创优;中部西部高土地侵蚀、高生产潜力区,实施保护性开发策略,大力推广保护性耕作技术,有效治理土地侵蚀的同时,实现农业增产增收;南部高土地侵蚀、低生产潜力区,实施修复性开发策略,强化山水林田湖草系统修复和农业生态系统精细化管理,修复为优质农业生产基地。

中科院海伦站 野外观测夯基础 创新理论站前沿

中国科学院海伦农业生态实验站,是东北黑土地上唯一专门从事农田生态系统监测、研究、示范、实习、科普和服务于“三农”的国家野外台站,始建于1978年。

黑土地的开垦利用经历了50~200年,由于土壤肥力变化受人类活动和自然环境的综合影响,在研究其变化规律过程中,田间长期定位试验具有非常重要的作用。围绕黑土地农田生态系统结构和功能,海伦站建立了一系列长期定位试验站和土壤水分动态平衡观测场、养分长期监测样地和农田小气候观测场,为揭示黑土地肥力变化过程及调控因素奠定了坚实的基础,为东北黑土地保护利用、中国科学院“黑土粮仓”科技会战等国家重大战略的实施提供理论与技术支持。

根据长期野外观测和田间长期定位试验,获得了黑土退化实质是非侵蚀耕地基于高强度利用导致耕作层变浅,有机质变少,犁底层变厚、变硬的问题,首次提出建立了肥沃耕层理论。根据作物高产根系生长发育需要的土壤空间、大气降水特征和土壤类型,首次建立了以培肥和改造0~35厘米土层为核心内容的肥沃耕层理论,提出了肥沃耕层的指标体系。研发出适合于黑土地保护利用的秸秆还田技术、有机肥施用技术、有大豆参与的轮作技术和节肥节药技术。

通过承担国家和省级重大科研项目,海伦站带动了农田生态学的学科发展,引领了我国东北黑土地的保护利用和农业可持续发展的科学研究及技术模式的研发,在国际上产生了深刻的影响。

在国内通过向国家相关部门的咨询建议和与地方政府合作,海伦站提高了政府和农民对黑土地保护的认识,推动了黑土地保护利用向纵深发展。通过与东北三省一区的院方院所联合攻关,建立了一支黑土地保护利用的教学、科研、技术研究和生产管理的人才队伍,创建的肥沃耕层构建技术模式,实现了大面积示范推广和应用,从而提高了黑土地耕地质量和提升了黑土地粮食生产的产能,提高了农民种地的收入。



中科院海伦实验站办公楼。



中科院海伦农业生态实验站长期试验地。

本版稿件均由黑龙江日报全媒体记者 周静撰写 图片除署名外均由受访单位提供

海伦示范区 保育厚层黑土 培育高效产能

海伦示范区位于东北黑土区的核心地带,辐射松嫩平原北部中厚层黑土区。区域内黑土虽然开垦时间较短,但是由于水土流失导致的黑土层变薄、耕地地力下降,由生态系统改变和过度垦殖驱动的黑土肥力迅速下降,物理结构恶化和生物功能退化,致使黑土发生退化,严重威胁了黑土地的粮食综合生产能力和生态服务功能。

按照“用好养好黑土地”的总体要求,中国科学院东北地理与农业生态研究所遵循“农业绿色发展”的原则,根据示范区内的地形特点和农作物布局,科学合理地在示范区内开展黑土保育和优良品种配置,改变黑土地用养失调、品种与耕作体系不配套和肥药施用过量的现状,建立耕地质量提升-作物丰产增效-农业环境绿色发展的黑土地保护利用模式,实现示范区内黑土保育和粮食产能协同高效的目标。

他们依托中国科学院海伦农业生态实验站和水利部海伦黑土水土保持监测研究站,系统集成中厚层黑土保育技术,在漫川漫岗水土流失区,开展以地埋植物带、等高种植、沟耕地填理修复等技术为核心的黑土侵蚀退化阻控与高效生产模式示范;在平原黑土区,开展以有机物料深混还田为核心的中厚层黑土肥沃耕层构建与保育模式,以有机肥替代化肥和绿色病虫害防控为核心的黑土快速培肥与肥药减量增效模式;以中国科学院东北地理与农业生态研究所培育的东生系列大豆品种为核心的优质大豆高产栽培模式示范,建立规模化、现代化的农业示范基地,构建黑土层保育指标体系,打造黑土保育与粮食产能协同高效的万亩级技术样板,引领区域黑土地保护工作。

据了解,海伦示范区具有目标清、可考核、用得上、有影响、留得住、能推广的特点,或可促进变革性创新和战略性新兴产业的形成与发展,或能支撑我国经济社会可持续发展的重大公益性创新,或能大幅提升国际竞争力和国家安全保障能力,或为国家设立重大专项提供战略储备。

这个示范区通过建立万亩级黑土地保护及粮食产能提升的技术模式示范区,构建可复制、可落地、可推广的中厚层黑土保育与农业可持续发展新模式,预计2021-2025年在松嫩平原中北部累计推广应用7000万亩,为国家黑土地保护工程提供技术支撑。能占据未来科学技术制高点并形成集群优势,或取得世界领先水平的原创性成果。