



李保国,任图生,王贵满,周虎,苗全,李社潮,王力,王影,卢奕丽,朱宇博. 黑土地保护梨树模式的时代意义与展望[J]. 中国农业大学学报,2025,30(10):1-9.
LI Baoguo, REN Tusheng, WANG Guiman, ZHOU Hu, MIAO Quan, LI Shechao, WANG Li, WANG Ying, LU Yili, ZHU Yubo. Black soil conservation in Northeast China: Significance and outlook of the Lishu Model[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2025, 30(10): 1-9.
DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2025.10.01

黑土地保护梨树模式的时代意义与展望

李保国^{1,2} 任图生^{1,2} 王贵满^{2,3} 周虎^{1,2} 苗全² 李社潮² 王力^{1,2} 王影²
卢奕丽^{1,2} 朱宇博^{1,2}

(1. 中国农业大学 土地科学与技术学院/农业农村部华北耕地保育实验室/
国家黑土地现代农业研究院,北京 100193;
2. 中国农业大学 吉林梨树实验站,吉林 四平 136500;
3. 吉林省梨树县农业技术推广总站,吉林 四平 136500)

摘要 东北黑土地是我国粮食安全的“压舱石”,但是由于长期高强度不合理利用,黑土退化问题严峻,威胁国家粮食安全。中国农业大学和中国科学院等科研单位联合吉林省梨树县农技推广部门,经过多年实践,创新性地提出了以保护性耕作技术为核心、以新型农技推广机制为载体的梨树模式,为黑土地保护提供了可复制的技术与推广体系。本研究基于梨树模式在东北黑土区长期定位试验和示范结果与技术推广实践历程,重点阐述梨树模式的诞生、核心技术体系及其在生产、生态和经济效益等方面的效果,分析梨树模式的推广机制及面临的挑战,并展望梨树模式未来的发展方向。分析指出,梨树模式是适合我国农业发展国情的、以秸秆覆盖和少免耕为核心的保护性耕作技术,主要包括秸秆覆盖免耕宽窄行种植技术、秸秆覆盖宽窄行条耕种植技术、秸秆覆盖原垄均匀行免耕种植技术和高留茬垄侧种植技术;梨树模式构建了以国家和地方政府耕地保护政策为引导、以科研创新为引领、以黑土地联盟示范基地为推广前沿阵地、以黑土地论坛为传播交流平台的“四位一体”技术推广体系。为了高质量地将梨树模式向更多区域、更大面积、更多作物推广,未来需要聚焦以下四方面内容:1)推动秸秆覆盖条耕技术向完全免耕技术过渡;2)推动梨树模式向再生农业迭代升级;3)推动梨树模式在非主粮作物和经济作物上应用;4)推动梨树模式在非黑土区应用。这些结论为我国乃至共建“一带一路”沿线国家和地区的耕地保护与农业可持续发展提供了理论参考和实践借鉴。

关键词 梨树模式;保护性耕作;黑土地;推广体系;东北

中图分类号 S-1 文章编号 1007-4333(2025)10-0001-09 文献标志码 A

Black soil conservation in Northeast China: Significance and outlook of the Lishu Model

LI Baoguo^{1,2}, REN Tusheng^{1,2}, WANG Guiman^{2,3}, ZHOU Hu^{1,2}, MIAO Quan², LI Shechao²,
WANG Li^{1,2}, WANG Ying², LU Yili^{1,2}, ZHU Yubo^{1,2}

(1. College of Land Science and Technology/Key Laboratory of Arable Land Conservation in North China of Ministry of Agriculture and Rural Affairs/National Black Soil and Agriculture Research Center, China Agricultural University, Beijing 100193, China;
2. Jilin Lishu Experimental Station of China Agricultural University, Siping 136500, China;
3. Lishu County Agricultural Technology Extension Station, Siping 136500, China)

Abstract The black soil region of Northeast China serves as the “ballast stone” for China’s grain production.

收稿日期: 2025-05-26

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFD1500700);中国农业大学2115人才工程

第一作者: 李保国(ORCID:0000-0002-9847-2449),教授,主要从事水土资源利用、耕地保护及数字化农业研究,E-mail:libg@cau.edu.cn

Due to long-term intensive and unsustainable utilization, however, the black soil has been under degradation continuously, posing a threat to national food security. Research institutions, including China Agricultural University and the Chinese Academy of Sciences, in collaboration with the agricultural technology extension department in Lishu County of Jilin Province, have innovatively developed the Lishu Model through years of research and practice. This model centers on conservation tillage technology and is supported by a novel agricultural technology extension mechanism, providing a replicable technical and promotion system for black soil conservation. Based on long-term field studies, demonstration results, and technology extension practices of the Lishu Model in the black soil region of Northeast China, this paper elaborates on the development of the Lishu Model, its core technical system, and its effects on production, ecology, and economic benefits. We also analyze the model's promotion mechanisms and challenges while envisioning its future development. Our analysis indicates that in terms of technical aspect, the Lishu Model is a conservation tillage approach tailored to China's agricultural conditions, primarily featuring straw mulching and minimal or no-tillage techniques. The core technologies include straw-mulched no-tillage with paired-row planting, straw-mulched strip rotary planting, straw-mulched no-tillage with uniform row spacing on existing ridges, and high-standing-stubble ridge-side planting. In addition, the Lishu Model establishes a "four-in-one" technology extension system, guided by national and local farmland conservation policies, driven by scientific innovation, supported by demonstration bases of the Black Soil Alliance, and facilitated by the Black Soil Forum as a communication platform. To promote the Lishu Model more effectively across broader regions, larger areas, and more crops, future efforts should focus on the following four aspects: Transitioning from strip rotary planting with straw mulching to complete no-tillage planting; Improving the Lishu Model toward regenerative agriculture; Introducing the Lishu Model to non-staple and cash crops; Expanding the Lishu Model to areas outside the black soil region. In summary, the Lishu Model provides theoretical and practical references for farmland conservation and sustainable agricultural development in China and countries and regions along the Belt and Road Initiative.

Keywords Lishu Model; conservation tillage; black soil regions; extension system; Northeast China

粮食安全是“国之大者”，耕地是粮食生产的命根子。东北黑土区是我国主要的商品粮生产基地，粮食产量占全国总产量的1/4，调出量占1/3，是国家粮食安全的“压舱石”和“稳压器”。然而，在长期高强度集约利用以及气候变化等多重因素作用下，黑土地侵蚀加剧，质量严重退化。据统计，东北60%以上旱田存在水土流失，占黑土区总面积的20.11%，长度百米以上的侵蚀沟有29.17万条，累积损毁耕地33.3万 hm^2 ；风蚀面积占黑土区总面积的11.1%，年侵蚀厚度0.5~1.0 $\text{mm}^{[1]}$ 。黑土层厚度由开垦初期的60~70 cm 下降到当前的20~30 cm ，局部区域已不足20 $\text{cm}^{[2]}$ 。与此同时，开垦后黑土有机质含量下降了50%~60%^[2]；土壤容重增加，结构变差，蓄水保肥能力下降。土壤退化严重制约着东北粮食主产区作物生产潜力的发挥，威胁着农业可持续发展和国家粮食安全。

为了遏制黑土地退化，促进东北平原农业可持续发展，保障国家粮食安全，为子孙后代守住这片“黑土宝藏”，2007年以来，中国科学院和中国农业大学先后在吉林省梨树县建立了试验和示范基地，

在分析了东北黑土地退化根源、系统梳理美国和加拿大等国家免耕栽培技术研究与应用的的基础上，提出了黑土地保护的可行路径。经过十余年的探索和实践，摸索出了一条适合我国国情的黑土地保护性耕作技术体系^[3]。其核心技术是作物种植过程中将秸秆覆盖在地表，然后进行少、免耕播种；主要技术流程包括作物收获与秸秆覆盖还田、免耕播种与施肥、苗期深松和病虫草害防治等作业环节。该技术不但从源头遏制了黑土地退化，而且实现了保土保水、培肥地力、提高土壤有机质含量、改善土壤健康，是当前黑土地保护利用最有效的耕作措施，是国家藏粮于地、藏粮于技重大战略在黑土地保护利用上的成功实践^[4]。2016年3月2日，《农民日报》以《非“镰刀弯”地区玉米怎么种——梨树模式值得借鉴》为题进行了整版报道，将这种种植技术命名为梨树模式^[5]。在技术研发不断完善的同时，梨树模式在推广机制上也不断创新，形成了高效的现代农业科研推广体系。

梨树模式的形成和示范推广极大地促进了东北黑土地的保护与利用，并得到习近平总书记的充

分肯定:“梨树模式值得总结和推广。”然而,目前仍然缺乏对梨树模式发展历程、技术模式和存在问题的综合分析和系统梳理。本研究基于长期定位试验结果、田间示范与推广应用效果,重点阐述梨树模式的提出与发展、核心技术体系及其在生产、生态和经济效益等方面的实施效果,分析梨树模式的推广机制及面临的挑战,并展望梨树模式未来的发展方向,以期为我国乃至共建“一带一路”国家和地区耕地保护和农业可持续发展提供理论参考和实践借鉴。

1 梨树模式的发展历程

梨树模式是中国农业大学、中国科学院和梨树县农业技术推广总站等单位在黑土地保护与利用领域多年探索和实践中取得的成果。其发展历程大体上经历了启动研发、初步成型、示范推广、成熟完善和高质量发展5个阶段。

1.1 研发起步阶段(2007—2010年)

进入21世纪,科研人员开始关注传统耕作频繁扰动土壤且地表裸露等导致的黑土地“变薄、变瘦、变硬”等问题,探索遏制黑土地退化的技术措施。2007年,中国科学院沈阳应用生态研究所在梨树县建立了保护性耕作研发基地,开展“东北黑土培肥增碳研究”,标志着梨树模式研发拉开了序幕。2008年起,中国农业大学在梨树县开展“黑土地可持续农作制度研究”,分析黑土地退化的本质与驱动因子,探究遏制黑土地退化、实现高产和资源高效利用的土壤条件和过程。此后,中国农业大学和中国科学院联合梨树县农业技术推广部门,开展了以秸秆覆盖、少耕免耕为核心的保护性耕作技术研究,初步形成了玉米免耕均匀行播种技术。为解决配套机具问题,科研单位、农技推广部门与农机生产企业通力合作,于2008年研制成功黑土区第一台重型免耕播种机(2009年吉林省科技成果),构建了农机与农艺配套的免耕秸秆覆盖技术。吉林省于2010年将玉米免耕播种机纳入全省农机具补贴目录,为免耕播种机国产化和梨树模式应用推广奠定了基础。

1.2 初步成型阶段(2011—2014年)

随着中国农业大学吉林梨树实验站于2011年正式挂牌,“黑土地可持续农作制度定位试验研究”、“气候变化与黑土区种植制度和作物生长”、

“保护性耕作下土壤养分优化管理”等一系列田间试验相继设立,逐步明晰了保护性耕作的核心技术及区域适用性,并提出了相应的养分管理和病虫害综合管理技术。在田间试验和技术示范的基础上,对保护性耕作技术进行优化,形成了宽窄行平作、均匀行平作、均匀行垄作等多种免耕栽培技术。到2014年,《玉米秸秆全覆盖等行距垄作少免耕栽培技术规程》《玉米秸秆全覆盖等行距平作少免耕栽培技术规程》和《玉米秸秆全覆盖宽窄行少免耕栽培技术规程》操作规程相继出台,明确了黑土区实施保护性耕作的技术要求和操作要点。同年12月,中国农业大学吉林梨树实验站成立了“黑土地免耕农作技术创新与应用联盟”(后改为“黑土地保护与利用科技创新联盟”,以下简称“黑土地联盟”),开启了梨树模式在东北黑土区的创新性示范推广工作。

1.3 示范推广阶段(2015—2016年)

为了扩大保护性耕作技术的影响力,在更大规模上保护培育黑土地,中国农业大学吉林梨树实验站于2015年设立了石元春院士工作站,举办了首届“梨树黑土地论坛”,并通过引进更多高层次人才和吸引更多农民合作社加入黑土地联盟,加速保护性耕作技术推广和黑土地保护成果转化。2016年3月2日,《农民日报》首次以梨树模式为题介绍梨树县通过保护性耕作保护和培育黑土地的做法和经验^[5]。随后,中国农业大学吉林梨树实验站发布了《梨树模式绿皮书》。在保护性耕作技术层面,为了解决部分地区秸秆量大、影响播种作业及玉米出苗等问题,研发了玉米秸秆归行机,提出了免耕秸秆条带覆盖宽窄行种植技术。同年,为解决部分区域免耕后土壤板结、散墒慢和地温低等问题,引进了条带旋耕机,形成了完整的秸秆覆盖条耕技术,极大地提高了梨树模式的区域适用性。

1.4 成熟完善阶段(2017—2019年)

为了进一步提高梨树模式的实施效果,培养更多有志于科学利用和保护黑土地的农民,2018年成立了“中国农业大学国家黑土地现代农业研究院”,梨树县农技推广部门编制了吉林省地方标准《玉米秸秆条带覆盖免耕生产技术规程》^[6],同时启动了黑土地保护与利用科技创新联盟大讲堂,开启了梨树模式常态化培训,极大地提升了经营主体的专业素养。《玉米秸秆条带覆盖免耕生产技术规程》被确定为2019年吉林省科

技成果。2019年,时任国务院副总理胡春华在吉林省考察时充分肯定了梨树模式保护、培育黑土地的做法和效果。胡副总理亲自主持召开了东北四省区保护性耕作座谈会,并出席了第五届梨树黑土地保护论坛,对进一步推广应用梨树模式、加强黑土地保护利用起到了重要的推动作用。

1.5 高质量发展阶段(2020年至今)

2020年7月,习近平总书记赴梨树视察黑土地情况。他高度肯定梨树模式,强调“实施玉米秸秆还田覆盖,不仅可以增加土壤有机质,还能起到防风蚀水蚀和保墒等作用,这种模式值得总结和推广”^[7]。同年,吉林省确定7月22日为“吉林省黑土地保护日”,组建了“吉林省黑土地保护利用专家委员会”。梨树县启动了包括10个300 hm²核心基地、100个乡镇示范基地、1 000个村级展示基地的“三个一”示范工程,打造梨树模式升级版。为解决条带旋耕技术机器进地作业次数增加,能耗增加效率低下等问题,中国农业大学吉林梨树实验站与农机企业于2021年联合研制了2BDGN-2和2BDGN-4型多功能智能精量播种机,实现了在秸秆全量覆盖下一次进地完成秸秆归行处理、行间深松、条耕整地、底肥深施、种床整备、仿形开沟、精量播种、一次压种、口肥浅施、挤压覆土、覆土后重镇压及滴灌带铺设等多种作业。2024年8月,该技术被吉林省科技厅认定为“吉林省科技成果”。

2 梨树模式技术的体系与成效

2.1 技术体系

根据东北黑土区多种多样的地形地貌和土壤条件,保护性耕作梨树模式技术体系有秸秆覆盖免耕宽窄行种植、秸秆覆盖条耕种植、秸秆覆盖原垄种植和秸秆高留茬垄侧栽培种植等4种主要类型。

2.1.1 秸秆覆盖免耕宽窄行种植技术

玉米秸秆条带覆盖免耕宽窄行种植技术特点为相邻2行玉米间距不等。窄行(一般40~50 cm)为播种行,地表裸露;宽行(一般80~130 cm)为休闲带,地表秸秆覆盖。第二年在上年的宽行中种植2行玉米。此技术的优势为秸秆条带覆盖,易于播种,出苗较快;宽窄行通风透光条件良好,边行优势明显;同时宽行具有一定的休耕作用。

2.1.2 秸秆覆盖宽窄行条耕种植技术

在玉米秸秆条带覆盖免耕宽窄行种植的基础

上,根据土壤条件在秋季或者翌年春季对窄行采取秸秆归行、旋耕作业,形成窄行旋耕宽行覆盖交替分布的格局,适时进行播种。该模式结合了旋耕和覆盖的优点,解决了土壤板结和春季地温低散墒慢的问题。

2.1.3 秸秆覆盖原垄均匀行免耕种植技术

秋季收获后秸秆粉碎全部覆盖在垄沟,春季播种前在原垄台上灭茬,苗期中耕培垄,行距均匀一致。该模式特点是苗期秸秆集中覆盖在垄沟,利于垄台增温,垄沟保墒;中耕培垄后垄台覆盖,利于苗带保墒。

2.1.4 高留茬垄侧栽培种植技术

高留茬垄侧栽培种植模式是玉米收获时高留根茬40 cm以上,春季直接免耕播种。该模式适用于部分秸秆饲料化利用或者打包离田、难以大量覆盖地表的区域。

在推广应用梨树模式时,应充分考虑区域差异性,因地制宜地集成多种农田管理技术进行模式优化。在沙土区,可配套水肥一体化或分期追肥技术,显著提升水肥资源利用效率;在坡耕地区,宜结合等高种植技术体系,有效控制水土流失;对于低洼易涝区域,则需配套建设排水工程设施以及适时深松技术。通过多技术协同创新应用,可最大限度地发挥梨树模式的生态与经济效益。同时,梨树模式不仅仅局限于玉米种植,也可应用于小麦、大豆、高粱、谷子等杂粮,甚至马铃薯。

2.2 显著成效

梨树模式对于控制水土流失、固持土壤水分和减少秸秆燃烧污染环境方面起到了积极作用。另外,秸秆腐解后的有机物质直接进入表层土壤,提高了土壤有机质和速效养分含量,增加了微生物碳含量和活性。主要表现在以下6个方面。

2.2.1 减少侵蚀,保护耕地

风蚀和水蚀是导致土壤退化的主要原因。地表秸秆覆盖通过降低风速和拦截降雨,显著减缓了风力和水力对土壤颗粒的剥离作用,降低了土壤侵蚀^[8]。实施梨树模式平均可减少径流量60%、降低土壤流失80%以上,具有明显的控制水土流失效果。

2.2.2 蓄水保墒,提高水分利用效率

免耕秸秆覆盖增加了剖面土壤孔隙度,孔径分布均匀,孔隙连通性和稳定性增加,提高了土壤水

分入渗能力和土体蓄水能力^[9],将更多降雨和灌溉水固持在土壤中。秸秆覆盖可减少土壤水分蒸发^[10],提高土壤保水功能。在季节性干旱早期,深层水分通过毛细管作用而向上输送,增加了土壤的供水能力,提高了作物对土壤水分的利用率^[11-12]。据测定,秸秆覆盖免耕地块多保蓄的水分相当于增加了40~50 mm降水^[13]。

2.2.3 培肥地力,减少化肥用量

长期秸秆覆盖还田促进了土壤有机质的积累^[14],尤其在表层(0~10 cm)最为显著。秸秆分解的矿化过程直接增加了土壤中全氮、全磷、全钾、速效钾、速效氮、速效磷等养分的含量^[15-17]。秸秆全覆盖免耕5年后,表层0~5 cm土壤有机质含量提高约20%,同时减少约20%的化肥使用量,固碳减排效果显著^[13]。

2.2.4 改善生物性状,提升多样性

梨树模式显著改善了土壤动物的栖息环境,使许多原本因耕作受干扰的物种得以生存和繁衍。同时,地表残留的植物残体为腐食性中小型土壤动

物提供了丰富的食物来源,从而提升了土壤生物丰富度、数量和生物量^[18]。蚯蚓有利于改善土壤结构和肥力,使土壤向有利于作物生长的方向发展^[19-20],其数量是评价土壤质量的关键指标。调查表明,梨树模式下耕层每平方米蚯蚓的数量是传统耕作的3倍^[21]。另外,梨树模式显著提高了线虫、螨虫、跳虫的丰富度和生物量^[18]。随着生物多样性增加,黑土地农田生态系统的健康实现了稳步提高。

2.2.5 稳产高产,旱涝保收

秸秆腐解矿化后,土壤有机质和速效养分含量提高,有益生物增多,土壤结构得到了改善,肥料利用率提高^[22]。在这些因素的协同作用下,梨树模式实现作物增产约10.0%^[23],并提高了作物对旱、涝等逆境条件的抗性,干旱年份下增产效果尤其显著。

2.2.6 节约成本,增效显著

与传统的多次耕作模式相比,免耕播种机显著减少了机器作业次数和劳动力投入,降低了能源消耗,大大节约了生产成本^[24],每公顷可节约成本1 000~1 400元(表1)。

表1 不同种植方式成本对比表

Table 1 Comparative analysis of production costs: Lishu Model and conventional tillage

农机作业项目 Farm machinery operation	梨树模式/(元/hm ²) Lishu Model	垄作/(元/hm ²) Ridge tillage	节约成本/元 Cost reduction
灭茬旋耕起垄镇压 Stubble crushing, rotary tillage, ridging and pressing	0	700	700
播种施肥 Seeding and fertilizer placement	500	300	-200
喷施除草剂 Spraying herbicide	100	100	0
铲趟及中耕追肥 Mid-season cultivation and fertilizer topdressing	0	300	300
清理秸秆 Crop residue clearance	100	700	600
合计 Total	700	2 100	1 400

注:各地情况不同,节本效果也不同。此表不包括增产的效益。

Note: Cost-saving effects vary by region. Yield increase benefit is not included.

3 梨树模式的推广体系构建与成效

中国农业大学、中国科学院和梨树县推广部门等单位围绕黑土地保护核心任务,依托中国农业大学吉林梨树实验站等平台,构建了以“黑土地保护

与利用科技创新联盟”为统领、农民合作社基地为支点、现代农业生产单元为载体的多元协同机制,融合装备创新、论坛传播与组织联动,在东北四省区形成了上下贯通、点面结合的技术示范与推广格局,有力地支撑了梨树模式的规模化落地与可持续

发展。截至2024年,吉林省黑土地保护性耕作实施面积达到3 800万亩^[25],基本实现了适宜区域全覆盖,有效地遏制了黑土地“变薄、变瘦、变硬”的退化趋势。

3.1 四位一体推广体系构建

在梨树模式的创立与发展始终坚持了“研发与推广同步并行、成果转化与实际应用深度融合、专家团队与农民用户直接对接”的原则^[25]。依托中国农业大学、中国科学院等科研院所的技术支撑,黑土地联盟创新性地构建并成功地实践了“四位一体”的梨树模式推广体系。该体系以黑土地联盟为引领核心,以农民合作社示范基地为前沿阵地,以黑土地论坛和微信大讲堂为传播平台,形成了科研创新、技术培训、装备制造、田间示范与农户应用的协同推进机制。通过纵向贯通、横向联动的工作网络,实现了技术服务精准直达,显著提升了技术推广的覆盖面与实效性。通过深度整合农业技术推广体系的人才和资源,梨树模式被有机融入国家黑土地保护性耕作行动计划中,构建了系统化、多层次的现代化推广网络体系。到2024年,该推广机制助力黑土地实施保护性耕作1.12亿亩^[26],实现了黑土保育、耕地产能提升、农民增收和生态环境改善等多重目标。

3.2 以农民合作社为载体的组织化示范推广机制创新及实践

黑土地联盟创新性地构建了以新型农业经营主体为载体的梨树模式示范推广网络。为了充分发挥农民合作社在推广示范中的关键载体作用,黑土地联盟在东北四省区遴选了130多家不同规模的农民合作社与家庭农场,将其打造为“梨树模式技术示范推广基地”。为保障示范推广效果,联盟建立了专家包保责任制,通过实施专业化技术培训、示范基地建设、长期跟踪指导、田间观摩、典型案例总结和表彰激励等一整套措施,培育了一批“懂技术、能操作、善推广”的乡土专家,推动建成数万亩高标准保护性耕作示范田,成为梨树模式的区域展示窗口。与此同时,通过“梨树黑土地论坛”“梨树模式玉米高产竞赛”和“微信群科技大讲堂”(6年间累计举办150余期,覆盖50万人次)等活动,实现了专家与农民常态化互动交流,在持续完善技术模式、提升产量和效益的同时,有效地激发了农户对梨树模式的认同与推广应用热情。

3.3 创新驱动下的多维推广路径融合及机制升级

梨树模式研发与推广团队始终坚持问题导向,持续组织多学科、多部门专家团队开展现场会诊与技术咨询,有效地解决了技术研发和推广过程中的“卡脖子”问题,保障了示范推广工作的顺利推进^[24]。在技术层面,相关单位重点研发了秸秆归行机、条耕机、苗期深松机等适配性强的专用机械,累计推广数量突破几十万台。

在传播推广层面,迄今已连续举办十届“梨树黑土地论坛”,成为扩散、推广梨树模式的重要平台;成果展示、典型表彰和专家—农民的互动与交流,有效地促进了技术模式的传播与社会认知提升。在实践层面,将梨树模式的技术示范推广与现代农业生产单元建设(截至2024年,已建成40个现代农业生产单元)深度融合,通过发展以合作社为主的经营主体,推进耕地规模化、生产标准化、装备配套化,实现了新型农业经营体系与农业科技推广机制的有机结合,提升了基层生产关系与新质生产力的融合水平。通过现代农业生产单元高效推广农业技术的成功实践展示了良好的技术认可度与生命力,获得了国务院通报表扬。

4 梨树模式的时代意义

梨树模式的提出、发展和实践不仅解决了东北粮食主产区农业集约化发展与黑土地退化的矛盾,而且在农业技术创新的理念和推广模式上取得了重要突破,对中国和世界农业的可持续发展中保护性耕作技术的创新与实践应用具有深远的时代价值和理论意义。

4.1 梨树模式的技术体系率先实现了东北粮食主产区耕地培育及粮食生产协同发展

传统集约化农业生产中,粮食生产与耕地保护和地力培育严重对立,粮食高产一直建立在土壤肥力持续退化的基础上。梨树模式通过技术创新,建立了用地与养地相结合的长效机制,在保护耕地、培肥地力的同时,实现作物丰产和资源高效利用,破解了东北粮食主产区粮食生产与耕地保护和培育难以协同的困境,为黑土区农业可持续发展指明了方向。

同时,梨树模式通过增强农田生态系统韧性、降低农田温室气体排放提供了应对气候变化的农业方案。免耕减少农机作业次数,降低燃油消耗;

周年秸秆覆盖显著提高了土壤水库容,提高了农田抵御旱涝灾害的能力,有效缓解了极端气候对作物生产的不利影响。秸秆还田还可以减少化肥施用量,在间接降低农田碳排放的同时,增加土壤生物多样性,促进农田生态系统更加健康稳定。

4.2 梨树模式的推广体系为实现中国特色农业现代化提供了解决方案

作为我国重要商品粮基地,东北地区具有优越的自然条件、良好的农业发展基础和战略优势。早在2016年,习近平总书记就提出吉林省要“争当现代农业建设排头兵”^[27]。如何在以农户小规模经营的基础上发展现代化农业生产模式并在全国发挥示范引领作用,是东北粮食主产区亟需回答的关键问题。梨树模式以专业合作社为载体,通过土地托管、土地租赁和带地入社等方式,创新性地完成了土地规模化、技术科技化、作业机械化和服务专业化,在保障农户和合作社利益“双赢”的同时,实现了中国特色土地经营与现代农业的有机衔接。研究表明,在东北地区,200~300 hm²的经营规模既能发挥机械化规模作业的效率,又利于黑土地保护和利用,是适合国情的“适度规模”。

其次,梨树模式重塑了农业技术创新的范式。梨树模式的形成和发展是政产学研推各行业跨部门、跨学科精诚合作的结果^[28]。围绕黑土地保护和可持续利用中的各种理论、技术、机具、政策和生产问题,中国农业大学、中国科学院、梨树县农业技术推广总站和农机企业等单位发挥各自优势,长期开展协作攻关,突破了黑土地保护性耕作技术面临的一系列农机、农艺和推广应用难题,完成了梨树模式核心技术的研发与推广应用。梨树县人民政府不仅为科学研究和产品开发建设了先进的平台,而且为技术研发和推广提供了一流的政策支持、资金保障和组织服务。

4.3 梨树模式为世界农业可持续发展提供了中国贡献

全球四大黑土区中,中国东北地区人口压力最大。梨树模式提出了高人口密度条件下的科学利用与保护黑土的路径,丰富了全球黑土保护经验和科技,为同类地区农业可持续发展提供了参考。特别需要强调的是,梨树模式提出了针对不同气候、土壤和种植规模的免耕、条耕和深松等保护性耕作技术模式,具有广泛的区域适用性。

许多发展中国家同样面临小农经济与机械化规模经营的矛盾。梨树模式的实践证明,通过技术、组织和服务创新,小农户也能实现机械化、规模化绿色发展^[29]。梨树模式所需的农机装备和农艺技术更适应发展中国家的经营规模和经济条件,比欧美等发达国家的高端技术更易推广,因此为发展中国家农业现代化提供了可实现的解决方案。

5 梨树模式的深化与拓宽展望

习近平总书记在视察梨树时指出:“要认真总结和推广梨树模式,采取有效措施切实把黑土地这个‘耕地中的大熊猫’保护好、利用好,使之永远造福人民”^[7]。为了贯彻落实习近平总书记重要讲话精神,中国农业大学联合多家科研院所与地方企事业单位,依托“十四五”国家重点研发计划形成梨树模式联合攻关团队,把脉梨树模式未来发展方向,解决限制梨树模式向更大区域更大面积推广应用所面临的“卡脖子”问题,加速梨树模式融入农业强国战略,服务粮食单产提升计划等国家战略。

5.1 推动条耕覆盖技术向完全免耕技术过渡

条带覆盖少耕是当前应用最广、推广最快的梨树模式技术,降低了传统耕作向保护性耕作过渡的难度。然而,从全球保护性耕作发展的历程来看,少耕是传统耕作向保护性耕作转变的过渡阶段,推动条带覆盖少耕向均匀覆盖免耕发展是历史的必然。加快推动高质量高性能的免耕播种机具的智能化迭代,集成北斗导航、物联网传感等技术,实现播种深度、施肥量等参数的实时监测与动态调整,提升作业精准度与效率,其次培育专业化合作社联合体,构建覆盖“技术指导—农机服务—产销对接”的全链条社会化服务体系,重塑对保护性耕作和作物生长规律的认知。

5.2 保护性农业或再生农业是梨树模式升级迭代的方向

当前梨树模式应用仍以玉米连作为主,缺乏科学轮作,容易导致土壤养分失衡和生物多样性下降,不利于土壤健康与地力培育。同时,应重视非化学除草技术的研究,如将机械除草、覆盖压制除草、轮作控制杂草、生物除草和臭氧除草等结合,建立杂草综合防控技术体系,为优化和升级梨树模式向再生农业更高层的发展奠定基础^[30]。

5.3 加快梨树模式在非主粮和经济作物应用

世界各国都在积极探索保护性耕作技术的应用推广,以应对土壤退化、水资源短缺和气候变化等问题。然而,当前梨树模式的研究和应用仍然集中在玉米和小麦等主粮作物,对其他非主粮作物如大豆、高粱、谷子、花生、马铃薯等杂粮和经济作物如棉花等的保护性耕作技术研究相对不足,限制了梨树模式向更大面积更多作物的推广应用。因此,应基于不同作物的生长特性、种植方式和田间管理需求,研究适用于非主粮和经济作物的梨树模式技术和农机装备。

5.4 推动梨树模式在非黑土区耕地保护中的应用

为了防止未来20~50年出现严重的气候、土壤和粮食问题,全世界都必须更广泛地实施保护性耕作技术。我国北方黄土区横跨北方10余个省份,具有光热资源丰富但土壤肥力偏低、水土资源匮乏且生态环境脆弱的典型特征。粮食增产需求与耕地生产潜力降低矛盾突出。因此,根据不同地区农业地理情况和作物种植生产特点,因地制宜地推广和应用梨树模式,并与适宜的旱作农业技术进行融合,逐步完善适用于黄土区的梨树模式新技术。例如华北平原区:重点研发和推广“小麦-玉米轮作梨树模式技术体系”,攻克玉米茬完全免耕播种小麦的难关。西北旱作区:研发“漫灌/滴灌+秸秆全量覆盖免耕”和“地膜覆盖+秸秆全量覆盖还田免耕”技术模式,同步研发秸秆腐解促进剂,构建覆盖-腐解-保墒协同技术模式。同时,在农业用水有保障的前提下,研发梨树模式复播技术,提高区域粮食产量;在轻度盐碱地研发“免耕秸秆覆盖抑盐技术”,通过改变水盐运移路径实现控盐。推动适宜区域梨树模式秸秆替代地膜行动。地膜覆盖技术在增温保墒、增产增收方面发挥了重要作用,但长期使用导致严重的“白色污染”。梨树模式在部分地膜覆盖区的成功实践表明,其可有效替代地膜功能,同时改善土壤健康、减少污染。因此,未来在适宜区域推广梨树模式替代地膜行动,对推动农业绿色可持续发展具有重要意义。

参考文献 References

[1] 中国科学院. 东北地区黑土地白皮书(2020)[EB/OL]. [2025-05-26]. <https://www.cas.cn/zt/kjzt/htlc/yw/202107/W020210714418584895253.pdf> hinese Academy of Sciences. White paper on black soil in the Northeast Region

- (2020)[EB/OL]. [2025-05-26]. <https://www.cas.cn/zt/kjzt/htlc/yw/202107/W020210714418584895253.pdf> (in Chinese)
- [2] 邓小明,张佳宝,张辉,童玉娥. 中国黑土地保护与利用科技创新战略研究[M]. 北京: 科学出版社, 2024
- Deng X M, Zhang J B, Zhang H, Tong Y E. *Strategic Studies on Scientific and Technological Innovations for the Protection and Utilization of Black Soil in China*[M]. Beijing: Science Press, 2024 (in Chinese)
- [3] 李保国,王贵满. 东北地区的保护性耕作技术: 梨树模式[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2019
- Li B G, Wang G M. *Conservation Tillage Technology in Northeast China: Lishu Model*[M]. Beijing: Scientific and Technical Documentation Press, 2019 (in Chinese)
- [4] 李保国,刘忠,黄峰,杨晓光,刘志娟,万炜,汪景宽,徐英德,李子忠,任国生. 巩固黑土地粮仓 保障国家粮食安全[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(10): 1184-1193
- Li B G, Liu Z, Huang F, Yang X G, Liu Z J, Wan W, Wang J K, Xu Y D, Li Z Z, Ren T S. Ensuring national food security by strengthening high-productivity black soil granary in Northeast China[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2021, 36(10): 1184-1193 (in Chinese)
- [5] 刘远. 非“镰刀弯”地区玉米怎么种[N]. 农民日报, 2016-03-02(07)
- Liu Y. How to grow corn in non-sickle-shaped regions[N]. *Farmers' Daily*, 2016-03-02 (07) (in Chinese)
- [6] DB22/T 2954-2018. 玉米秸秆条带覆盖免耕生产技术规程[S]. 长春: 吉林省市场监督管理厅, 2018
- DB22/T 2954-2018. Technical specification for no-tillage production with maize straw strip-mulching[S]. Changchun: Jilin market supervision and management department (in Chinese)
- [7] 新华社. 习近平: 一定要采取有效措施保护好黑土地[DB/OL]. [2025-05-26]. http://www.xinhuanet.com/politics/2020-07/23/c_1126274364.htm
- The Xinhua News Agency. Xi Jinping: Take immediate action to safeguard black soil[DB/OL]. [2025-05-26]. http://www.xinhuanet.com/politics/2020-07/23/c_1126274364.htm (in Chinese)
- [8] 麻虹宇,李保国,蔡斌,李颖,葛乐,张丹. 干旱半干旱区地表覆盖对土壤风蚀的影响[J]. 水土保持研究, 2023, 30(2): 29-35
- Ma H Y, Li B G, Cai B, Li Y, Ge L, Zhang D. Effect of soil cover on soil wind erosion in arid and semi-arid regions[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2023, 30(2): 29-35 (in Chinese)
- [9] da Veiga M, Horn R, Reinert D, Reichert J. Soil compressibility and penetrability of an oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems[J]. *Soil and Tillage Research*, 2007, 92(1/2): 104-113
- [10] Ranaivoson L, Naudin K, Ripoché A, Affholder F, Rabeharisoa L, Corbeels M. Agro-ecological functions of crop residues under conservation agriculture: A review[J]. *Agronomy for Sustainable Development*, 2017, 37(4): 26
- [11] Blevins R L, Cook D, Phillips S H, Phillips R E. Influence of no-tillage on soil moisture[J]. *Agronomy Journal*, 1971, 63(4): 593-596
- [12] 陈学文,张晓平,梁爱珍,贾淑霞,时秀焕,范如芹,魏守才. 耕作方式对黑土耕层孔隙分布和水分特征的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(6): 114-120
- Chen X W, Zhang X P, Liang A Z, Jia S X, Shi X H, Fan R Q, Wei S C. Tillage effects on soil pore size distribution and soil moisture in Northeast China[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2012, 26(6): 114-120 (in Chinese)
- [13] 李保国,王祥,王影. 基于自然的解决方案 聚焦黑土地保护与利用[J]. 黑龙江自然资源, 2021(2): 24-25
- Li B G, Wang X, Wang Y. Nature-based solution focus on the conservation and sustainable utilization of black soil [J]. *Helongjiang Land and Resources*,

- 2021(2): 24-25 (in Chinese)
- [14] Tebrügge F, Düring R A. Reducing tillage intensity: A review of results from a long-term study in Germany[J]. *Soil and Tillage Research*, 1999, 53(1): 15-28
- [15] Li F Y, Liang X Q, Liu Z W, Tian G M. No-till with straw return retains soil total P while reducing loss potential of soil colloidal P in rice-fallow systems[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2019, 286: 106653
- [16] Madar R, Singh Y V, Meena M C, Das T K, Paramesh V, Al-Mana F A, Mattar M A, Elansary H O. Residue and potassium management strategies to improve crop productivity, potassium mobilization, and assimilation under zero-till maize - wheat cropping system[J]. *Agriculture*, 2020, 10(9): 401
- [17] Dai Z J, Hu J S, Fan J, Fu W, Wang H, Hao M D. No-tillage with mulching improves maize yield in dryland farming through regulating soil temperature, water and nitrate-N[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2021, 309: 107288
- [18] 张士秀, 贾淑霞, 常亮, 陈学文, 张延, 杨学明, 梁爱珍. 保护性耕作改善东北农田黑土土壤生物多样性及其生态功能[J]. *地理科学*, 2022, 42(8): 1360-1369
Zhang S X, Jia S X, Chang L, Chen X W, Zhang Y, Yang X M, Liang A Z. Conservation tillage improves soil biodiversity and its ecological function in the black soil region of Northeast China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(8): 1360-1369 (in Chinese)
- [19] Chan K Y. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity: Implications for functioning in soils[J]. *Soil and Tillage Research*, 2001, 57(4): 179-191
- [20] Zhu X Y, Hu Y C, He Z, Wu D H, Zaitsev A S. Long-term regulation of maize crop residue carbon accumulation in soil and aggregates by epigeic and endogeic earthworms is tillage regime-specific[J]. *Geoderma*, 2025, 455: 117231
- [21] 朱治羽. 东北黑土区玉米保护性耕作效益与推广机制分析[D]. 北京: 中国农业大学, 2021
Zhu Z Y. Benefit and extension mechanisms of conservation tillage: A case study of maize in the black soil area of Northeast China[D]. Beijing: China Agricultural University, 2021 (in Chinese)
- [22] Jat H S, Choudhary K M, Nandal D P, Yadav A K, Poonia T, Singh Y, Sharma P C, Jat M L. Conservation agriculture-based sustainable intensification of cereal systems leads to energy conservation, higher productivity and farm profitability[J]. *Environmental Management*, 2020, 65(6): 774-786
- [23] 张家奇. 耕作方式对黑土性状和春玉米生长发育的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2022
Zhang J Q. Influences of tillage practices on soil properties and maize growth and development in the black soil[D]. Beijing: China Agricultural University, 2022 (in Chinese)
- [24] Zhao X, Liu S L, Pu C, Zhang X Q, Xue J F, Ren Y X, Zhao X L, Chen F, Lal R, Zhang H L. Crop yields under no-till farming in China: A meta-analysis[J]. *European Journal of Agronomy*, 2017, 84: 67-75
- [25] 2024 吉林农业十大新闻[N]. *吉林日报*, 2025-01-02(4)
Top 10 Agricultural News in Jilin in 2024[N]. *Jilin Daily*, 2025-01-02 (4) (in Chinese)
- [26] 农业农村部. 农业农村部召开东北黑土地保护性耕作座谈会[DB/OL]. [2025-05-26]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202411/content_6984844.htm
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. The Ministry of Agriculture and Rural Affairs holds symposium on conservation tillage for Northeast China's black soil [DB/OL]. [2025-05-26]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202411/content_6984844.htm (in Chinese)
- [27] 吉林省人民政府. 关于2016年率先实现农业现代化工作的实施意见[DB/OL]. [2025-05-26]. https://www.jl.gov.cn/szftz/jlssxxnyxdh/tzgg/201606/t20160603_2005933.html
Jilin Provincial People's Government. Implementation opinions on taking the lead in achieving agricultural modernization in 2016 [DB/OL]. [2025-05-26]. https://www.jl.gov.cn/szftz/jlssxxnyxdh/tzgg/201606/t20160603_2005933.html (in Chinese)
- [28] 何宇鹏. 梨树模式的实践意义与创新价值[DB/OL]. [2025-05-26]. <https://www.cirs.tsinghua.edu.cn/sannjyc/3344.jhtml>
He Y P. The practical significance and innovative value of the Lishu Model [DB/OL]. [2025-05-26]. <https://www.cirs.tsinghua.edu.cn/sannjyc/3344.jhtml> (in Chinese)
- [29] 宋冬林, 谢文帅. 东北黑土地保护利用的政治经济学解析: 基于梨树模式[J]. *政治经济学评论*, 2021, 12(1): 47-62
Song D L, Xie W S. A political economic analysis of the protection and utilization of the black land in Northeast China: Based on Lishu Model[J]. *China Review of Political Economy*, 2021, 12(1): 47-62
- [30] 韩明会, 李保国, 张丹, 李颖. 再生农业: 基于土地保护性利用的可持续农业[J]. *中国农业科学*, 2021, 54(5): 1003-1016
Han M H, Li B G, Zhang D, Li Y. Regenerative agriculture: Sustainable agriculture based on the conservational land use[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2021, 54(5): 1003-1016 (in Chinese)

责任编辑: 杨爱东



第一作者简介: 李保国, 中国农业大学特聘教授, 美国土壤学会会士, 美国农学会会士。主要从事耕地保护、水土资源利用和土壤-作物系统的量化研究。创建了区域水盐运动监测预报系统、基于地理信息系统的土壤过程分布式模型、主要农作物3维结构-功能模型、黑土地保护性耕作的梨树模式。研究成果在我国华北平原的盐碱地改良利用和节水农业、西北地区绿洲农业与盐渍化荒漠化防治及东北黑土保护与利用等方面发挥了重要作用。获“各民主党派、工商联、无党派人士为全面建成小康社会做贡献”社会服务优秀成果奖、国家科技进步奖二等奖及多个省部级教学科研成果奖。