



郝玉波,钱春荣,张思涛,等.黑龙江省玉米秸秆轻简化还田技术[J].黑龙江农业科学,2025(8):124-127.

黑龙江省玉米秸秆轻简化还田技术

郝玉波¹,钱春荣¹,张思涛²,于洋¹,宫秀杰¹,姜宇博¹,吕国依¹,张艺腾¹

(1.黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150023; 2.黑龙江省农村能源总站,黑龙江 哈尔滨 150096)

摘要:秸秆还田是秸秆“五化”利用中最简单经济有效的技术措施,但实际生产中仍存在技术流程多、成本高、技术效果差的问题。玉米轻简化还田技术较目前主流的秸秆翻埋还田技术,具有流程少、作业效率高、成本低的特点。为促进黑龙江省玉米秸秆高效还田,介绍了秸秆条带少耕技术、秸秆归行免耕技术、秸秆覆盖原垄免耕技术、一次性秸秆旋混还田技术和秸秆高速耙混技术 5 种玉米生产上省时高效秸秆还田技术模式,概述其作业流程、配套农具、技术优缺点和适宜推广区域,阐明了秸秆轻简化还田技术实现路径以及不同还田技术在黑龙江省的具体区域布局。

关键词:玉米;秸秆轻简化还田技术;秸秆覆盖;条带耕作

近年来,由于长期集约耕作及过度开发利用,东北的黑土资源正面临着严重的退化危机^[1]。研究表明松嫩平原上不同类型的土壤有机质与 20 世纪 80 年代相比均有所下降,其中沼泽土、暗棕壤和白浆土降幅最为明显^[2]。秸秆还田是增加土壤碳汇、改善土壤结构、培肥地力最简单有效的技术措施。黑龙江省作为我国粮食主产区,秸秆资源丰富,如何将秸秆经济高效还田成为当前面临的主要问题。

目前玉米秸秆还田方式主要有 3 种,翻埋还田、碎混还田和覆盖还田^[3]。2022 年黑龙江省玉米秸秆产量 4 300 多万 t,秸秆直接还田率为 65.4%,秸秆还田方式以翻埋还田为主,翻埋还田比例达 42%。翻埋还田是指在秋季玉米机械收获后将秸秆粉碎,用大马力拖拉机带翻转犁扣埋秸秆,耙地,最后起垄镇压^[4]。翻埋还田对于土壤有机质,作物生长均有明显提升^[5]。但由于玉米秸秆翻埋还田工序多、动力消耗大、规模化程度要求高,导致秸秆翻埋还田成本高,作业效率低,加之黑龙江省秋季宜耕期短,很多田块不能在秋季一次性完成“翻地-耙地-起垄”标准化作业,造成土壤立垡越冬,影响春季耕种质量,进而影响了农民对秸秆还田的认可度。碎混还田是指在秋季玉米机械收获后将秸秆粉碎,通过深松机、重耙或大型联合整地机进行秸秆还田整地,将秸秆均匀地

掺入土壤中,有利于秸秆与微生物相接触,提高秸秆分解速率,减少田间化肥的消耗^[6],但保墒能力差,春季降水量和次数对碎混还田模式的出苗效果影响程度比较大^[7]。与翻埋还田类似,松耙碎混还田同样受机械投入资金及土地零散的限制,且作业次数多,作业成本高,大型联合整地机,重型耙等都价格不菲^[8]。覆盖还田是指在秋季玉米机械收获后将秸秆粉碎覆盖在地表,春季免耕播种。秸秆覆盖提高了储水能力,降低了耗水量^[9]。长期连续秸秆覆盖免耕增加了土壤毛管孔隙度和水稳性大团聚体,有利于土壤结构稳定和遏制土壤侵蚀^[10]。但免耕也会增加表层土壤的机械障碍,从而限制根系在上层土壤的分布,影响其向下发展^[11]。在免耕条件下,由于容重高和播种浅,幼苗出苗率往往低于传统耕作水平^[12]。常见的 3 种还田方式均能改善土壤的理化性质,但要么受限于经济成本,要么会影响作物产量。

秸秆还田技术核心是如何处理秸秆、土壤的存在状态及其两者相互关系。轻简化秸秆还田方式关键在于以较少人力物力处理秸秆,同时规避或减少秸秆还田对作物的不利影响,实现秸秆还田体系下作物生产综合效益最大化。玉米轻简化还田技术是相对于传统秸秆翻埋还田方式的新型还田方式,具有省工省力、高效节本、不失农时、长期实施可以培肥土壤增产增收的综合效益。按照

收稿日期:2023-12-25

基金项目:黑龙江省农业科学院青年科学家培养项目(2021QKPY007);黑龙江省自然科学基金项目(LH2023C097,ZD2022C008);中国科学院先导科技专项(XDA28130504);国家重点研发子课题(NK2022180701)。

第一作者:郝玉波(1982-),男,博士,副研究员,从事玉米抗逆高产耕作栽培研究。E-mail:yubohao2005@163.com。

通信作者:钱春荣(1973-),女,博士,研究员,从事玉米耕作栽培研究。E-mail:qcr3906@163.com。

这一原则,结合国内外发展趋势和黑龙江省玉米生产现状,从秸秆覆盖还田技术中鉴选出秸秆条带少耕技术、秸秆归行免耕技术、秸秆覆盖原垄免耕技术3种技术,以及从秸秆碎混还田技术中筛选出秸秆高速耙混技术、一次性秸秆旋混还田两种技术,以期因地制宜利用这5种技术实现玉米秸秆高效还田,为黑土保护的国家战略和黑龙江省农业可持续发展提供技术支撑。

1 秸秆覆盖还田技术

1.1 秸秆条带少耕技术

作业流程:玉米收获后,在秋季或春季利用秸秆条带耕机一次性完成秸秆归行、苗带旋耕、深松和镇压作业^[13],然后利用免耕播种机精播。在风沙干旱区,可在春季结合浅埋滴灌技术,一次性完成秸秆归行、浅旋、播种施肥、镇压和铺设滴灌带作业。

配套农具:根据条耕机动力要求配备相应拖拉机,简易单幅条耕机可匹配40~70马力拖拉机。

技术优点:一次性完成整地作业,作业效率高,成本低,秸秆处理和播种作业成本为45元·(667 m²)⁻¹;相对于其他秸秆还田方式,机械投入小,中小农户可采用该技术;该还田模式下苗带浅旋,形成相对疏松良好的苗床,苗势强,农户认可度高;同时秸秆覆盖能够减少土壤水分散失,提高农田水分利用率;能够大幅减少地表裸露面积,有效降低春秋土壤风蚀现象;且秸秆带的阻隔能够缓解雨季农田径流发生频率和强度,进而减少水土流失。

技术缺点:整地后苗带垄型不明显或需要大垄双行种植,改变了传统小垄清种模式,影响农户对技术认可度;作业需要重新购置条耕机具,制约技术扩散速度。

适宜区域:条带耕作能保证播种质量、地温且具有增产效果^[14-16],适合黑龙江的气温特点^[17]。该技术兼顾了农户传统浅旋耕整地技术,理论上可以旋耕整地的区域均可采用该技术。

1.2 秸秆归行免耕技术

作业流程:秋季玉米收获后,秸秆粉碎全覆盖,第二年春天拖拉机带前置式秸秆归行机将秸秆整理成秸秆聚集带,同时牵引重型精量免耕播种机在无秸秆区进行免耕播种。玉米苗期进行25~30 cm深松,也可秋季深松。

配套农具:60马力以上拖拉机、秸秆归行机、重型精量免耕播种机和深松机。

技术优点:属于保护性耕作技术,减少整地成本,作业效率高,秸秆处理和播种作业成本40元·(667 m²)⁻¹;秸秆覆盖减少土壤风蚀和水蚀现象,黑土保护的生态效益明显;秸秆带的阻隔缓解雨季农田径流发生频率和强度,减少水土流失。

技术缺点:利用免耕播种机大垄双行种植播种,改变了传统小垄清种模式,影响农户对技术的认可度;春季秸秆覆盖地表土壤回温慢,影响播种进度且播种后地温低,苗势弱;技术不到位可能影响产量。

适宜区域:该技术适合在黑龙江省西部风沙干旱区推广应用,在其他地区应注意推迟播种期2~3 d和加强深松作业^[18]。

1.3 秸秆覆盖原垄免耕技术

作业流程:秋季收获后,作物秸秆粉碎全覆盖越冬。第二年春季直接原垄免耕播种。玉米苗期全方位深松,也可秋季深松。

配套农具:60马力以上拖拉机、免耕播种机和深松机。

技术优点:属于免耕保护性耕作技术,无整地成本,免耕播种作业成本30元·(667 m²)⁻¹;秸秆全田均匀覆盖,能够减少土壤风蚀和水蚀现象,生态效益明显;不需要额外的秸秆处理机械投入,适宜普通农户应用。

技术缺点:作物收获后,田间原垄可能被破坏碾压,影响翌年播种质量;春季秸秆覆盖地表,土壤回温慢,影响播种进度且播种后地温低,苗势弱,技术不到位可能显著影响产量。

适宜区域:该技术适合热量条件好、土壤条件为沙质土壤以及降雨少、风沙大、多坡岗地等风雨侵蚀问题严重的地区,不适合低洼易涝地和高寒地区^[17];尤其适合玉-豆轮作区域的大豆茬原垄种植玉米;玉米连作区应用本技术要秋季深松、秋收时保护垄台和选用耐密早熟品种。

2 秸秆碎混还田技术

2.1 一次性秸秆旋混还田技术

作业流程:在秋季玉米收获后,利用秸秆碎混还田一体机一次性完成灭茬、秸秆粉碎、秸秆混拌、旋耕、起垄作业。

配套农具:200马力以上拖拉机,以及配套秸秆切碎灭茬还田旋耕一体机。

技术优点:一次性完成整地作业,作业效率

高,碎混整地和播种作业成本约 $60 \text{元} \cdot (667 \text{m}^2)^{-1}$;整地后秸秆与土壤充分接触,秸秆腐解率高,养分释放快,培肥效果好,玉米抗倒伏能力增强^[19];秸秆与土壤充分混合,有利于涝洼地块土壤散墒增温^[20]。

技术缺点:该技术在秋季应用效果较好,在黑龙江高寒区机械作业宜耕时间短;技术不到位就会存在土壤跑墒风险;播种时种子可能播种到秸秆上,春季严重干旱时影响种子出苗率;需要大马力机械,限制普通小农户使用该技术。

适宜区域:在黑龙江省半湿润区或有坐水种传统的地区可采用该技术,涝洼地可根据土壤墒情在秋季或春季适时耕整地。

2.2 秸秆高速耙混技术

作业流程:在秋季或春季秸秆干燥后,利用高速灭茬耙一次性完成秸秆粉碎、秸秆混拌、镇压作业,根据作业效果可进行第二次耙混。种植方式垄作、平作均可^[17]。

配套农机具:200 马力以上拖拉机以及配套的高速灭茬耙。

技术优点:机械作业速度 $10 \sim 18 \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$,作业效率高,成本低,可一次性完成整地作业,秸秆处理和播种作业成本 $52 \text{元} \cdot (667 \text{m}^2)^{-1}$;整地后秸秆与土充分接触,秸秆腐解率高,养分释放快,可减少化肥投入,有利于土壤过湿地块散墒增温。

技术缺点:机械作业速度快,不适合分散的、土地面积小的地块整地;技术不到位存在春季土壤跑墒风险;需要大马力机械,同时高速灭茬耙单价高,投入大,限制普通小农户使用该技术。

适宜区域:在黑龙江省合作社、农场等土地集中、地块面积大区域采用该技术,秸秆翻埋地区也可利用高速灭茬耙进行秸秆切混作业。涝洼地可根据土壤墒情在秋季或春季适时耕整地。

3 秸秆轻简化还田技术推广实施路径

3.1 建立秸秆轻简化还田技术示范基地

至今全球玉米产量的最高纪录,就是基于以秸秆条带少耕技术为基础创造出来的,因此秸秆轻简化还田保护性耕作技术是可以实现玉米高产高效的。在全省各市县建立秸秆轻简化还田技术推广示范基地,在秸秆还田作业期和玉米重要生育时期引导农户实地考察技术操作流程和技术效果,以点带面让农户真正掌握秸秆轻简化还田技术和了解技术优势。

3.2 扩大秸秆轻简化还田技术宣传

目前黑龙江秸秆还田技术以秸秆翻埋方式为主,农民对秸秆覆盖还田和碎混还田技术的认识基本处于空白期或起步阶段,亟需扩大宣传和推广力度。在各市县通过媒体报道、技术培训、现场会等形式积极宣传秸秆轻简化还田技术,增加农户对秸秆轻简化还田技术的认可度。

3.3 农机配套,加大秸秆轻简化还田机补贴力度

秸秆还田技术必须依靠实用性强、性能先进的农机具,良好的农机具可以达到事半功倍的效果。根据各地区生产实际和农户种植习惯,因地制宜配套秸秆轻简化还田农机具。将秸秆轻简化还田农机具纳入农机补贴目录,将秸秆条带少耕技术纳入秸秆还田全额补贴范畴,让农户享受到秸秆轻简化还田技术带来的政策红利和技术红利。

4 黑龙江省秸秆轻简化还田技术的区域布局

以秸秆还田为主的保护性耕作能优化土壤结构、促进有机质的形成与稳定、提升耕地肥力^[21],是实现国家“藏粮于地”和“黑土保护”战略的重要技术支撑^[22]。黑龙江省西部地区适宜重点推广秸秆覆盖还田为核心的秸秆条带少耕技术、秸秆覆盖原垄免耕技术、秸秆归行免耕技术;黑龙江省北部和东部地区适宜推广秸秆高速耙混技术、一次性秸秆旋混还田技术;黑龙江省中南部地区适宜推广秸秆条带少耕技术、秸秆高速耙混技术。

由于秸秆轻简化还田技术的实施涉及区域气候因素、农田水文特点、配套农机、成本费用、补贴政策等诸多因素,需因地制宜制定相应的技术方案,以实现玉米秸秆高效还田。

参考文献:

- [1] 刘希瑶,刘澎,刘驰.典型黑土中有机质和养分元素的变化分析[J].地质与资源,2022,31(4):500-507.
- [2] 秦诗涵,孙继光,常坤,等.松嫩平原黑土区土壤有机质含量时空变化及其影响因素[J].农业资源与环境学报,2024,42(1):120-129.
- [3] 姜英,王峥宇,廉宏利,等.耕作和秸秆还田方式对东北春玉米吐丝期根系特征及产量的影响[J].中国农业科学,2020,53(15):3071-3082.
- [4] 李宪义,陈实.东北区玉米秸秆还田耕作技术模式[J].农机科技推广,2017(1):46-47.
- [5] 孙士明,靳晓燕,王俊河.黑龙江省玉米秸秆粉碎还田耕作机械化技术模式试验[J].农机化研究,2021,43(7):159-164.

- [6] GUÉRIF J, RICHARD G, DÜRR C, et al. A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seedling establishment[J]. *Soil and Tillage Research*, 2001, 61(1/2): 13-32.
- [7] 宋彬. 玉米秸秆还田技术模式示范调查与分析[J]. *农村科学实验*, 2018(3): 67.
- [8] 王利斌, 于猛, 张维安, 等. 东北玉米秸秆还田技术模式应用分析[J]. *农机科技推广*, 2019(10): 55-58.
- [9] LIU J L, LIU Q Q, LI J W, et al. Response of soil moisture and water use efficiency to straw mulching amount and mulching period in black soil zone of Northeast China [J]. *Canadian Journal of Soil Science*, 2023, 103(4): 634-641.
- [10] 张兴义, 李健宇, 郭孟洁, 等. 连续 14 年黑土坡耕地秸秆覆盖免耕水土保持效应[J]. *水土保持学报*, 2022, 36(3): 44-50.
- [11] REN B Z, LI X, DONG S T, et al. Soil physical properties and maize root growth under different tillage systems in the North China Plain[J]. *The Crop Journal*, 2018, 6(6): 669-676.
- [12] TEKRONY D M, EGLI D B, WICKHAM D A. Corn seed vigor effect on No-tillage field performance I. Field emergence [J]. *Crop Science*, 1989, 29(6): 1523-1528.
- [13] 孙文良, 李光, 李明森, 等. 浅犁条耕机研究现状与发展趋势[J]. *农业与技术*, 2023, 43(20): 51-55.
- [14] 程志鹏, 王富贵, 王钰劼, 等. 寒旱区秸秆覆盖条耕玉米适宜氮肥运筹方式研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2023, 29(10): 1830-1842.
- [15] PITTELKOW C M, LIANG X Q, LINQUIST B A, et al. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture[J]. *Nature*, 2015, 517(7534): 365-368.
- [16] KOV C P, VYN T J. Full-season retrospectives on causes of plant to plant variability in maize grain yield response to nitrogen and tillage[J]. *Agronomy Journal*, 2014, 106(5): 1746-1757.
- [17] 陈国建. 适合黑龙江的三种保护性耕作模式[J]. *农机科技推广*, 2022(12): 24, 29.
- [18] 栾惠荣, 梁宇. 大力推广条带归行全覆盖免耕技术[J]. *农机使用与维修*, 2018(1): 70.
- [19] 马悦, 刘胜群, 刘禹泽, 等. 湿润冷凉区秸秆碎混还田对玉米抗倒伏能力的影响[J]. *土壤与作物*, 2023, 12(4): 448-457.
- [20] 赵月, 姬景红, 郝小雨, 等. 低洼易涝区耕地改良研究进展[J]. *黑龙江农业科学*, 2023(11): 151-156.
- [21] 仇少君, 郝小雨, 赵士诚, 等. 黑土地肥力下降成因与保护利用对策: 基于养分资源高效利用视角分析[J]. *植物营养与肥料学报*, 2025, 31(1): 1-11.
- [22] 李文娜, 李爽, 关皓月, 等. 耕作方式和秸秆还田对麦-豆轮作田土壤理化特性和土壤酶活性的影响[J]. *土壤*, 2024, 56(6): 1274-1282.

Simplified Maize Straw Returning Technology in Heilongjiang Province

HAO Yubo¹, QIAN Chunrong¹, ZHANG Sitao², YU Yang¹, GONG Xiujie¹, JIANG Yubo¹, LÜ Guoyi¹, ZHANG Yiteng¹

(1. Institute of Crop Cultivation and Tillage, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150023, China; 2. Rural Energy Station of Heilongjiang Province, Harbin 150096, China)

Abstract: Straw returning is the the simplest, most economical and effective measure of five straw comprehensive utilizations. However, in actual production, there were still problems such as multiple technical processes, higher cost and poor technical effect. Compared with the current mainstream straw returning technology, the simplified straw returning technology has the characteristics of fewer processes, higher operation efficiency and lower cost. In order to promote the efficient return of maize straw to the fields in Heilongjiang Province. This paper introduced five kinds of time-saving and efficient straw returning technology models in maize production, such as strip tillage with straw mulch, straw gathering in row with straw mulch, no-tillage with straw mulch, one-time straw grinding and rotary ridging technology and straw high speed raking and mixing technology. And then the paper summarized their operation processes, supporting agricultural machinery, technical advantages and disadvantages and suitable promotion areas, and expounded the optimal path and regional distribution in Heilongjiang province.

Keywords: maize; simplified straw returning technology; straw mulch; strip tillage