

大豆玉米带状复合种植:技术模式、成本收益与补贴政策*

杨钰莹 司 伟

(中国农业大学经济管理学院,北京,100083)

摘 要:大豆玉米带状复合种植是保障粮食安全和推动集约化生态农业的重要措施,在中国拥有巨大发展潜力。本文利用农户的调研数据和典型案例调查资料,梳理了大豆玉米带状复合种植的技术模式、成本收益和补贴政策,分析了现阶段技术应用推广中存在的问题,并提出政策建议。本文认为,该技术未来应用主体在于规模户,需依靠机械实现规模化种植;规模户采用大豆玉米带状复合种植技术能在规模经济基础上实现范围经济,具有双重效益;推广大豆玉米带状复合种植技术时,应重点考虑如何将采用该技术的农户机会成本最小化。本文还发现,大豆玉米带状复合种植技术的大规模推广主要受制于以下因素,包括技术模式应用推广与当地农业经营方式不够兼容、专门的补贴和保险体系尚未构建、适配农机供给和专业农机手不足、农田基础设施和制度保障不完善、大豆购销渠道单一与农户认知存在偏差。为此,本文提出集成创新区域技术模式、完善补贴与农业保险体系、优化配套农机设备与服务供给、优先提供基础设施与制度保障、打通种子供给与产品销售渠道以及开展多元化推广与多主体示范的政策建议。

关键词:大豆生产;大豆玉米带状复合种植技术;成本收益;补贴政策

in the target dimension, prosperity constructed by both urban and rural areas in the dynamic dimension, urban-rural prosperity in all respects in the content dimension, and urban-rural gradual prosperity in the strategic dimension. Combined with the analysis of the construction experience of the demonstration area of common prosperity in Zhejiang Province, the realization path of urban and rural common prosperity in the new era is put forward based on the principle of "universal, co-constructive, all-round and gradual". The path mainly includes four aspects. Firstly, high-quality development acts as the main line to improve the promotion mechanism of prosperity for all the citizens. Secondly, stimulates building an urban-rural cooperative community the vitality of urban-rural co-constructive prosperity. Thirdly, acts to policy integration reform promote the urban-rural comprehensive prosperity. Finally regional alliance for common prosperity and characteristic development strategy acts to, support the path of urban-rural gradual prosperity. With all accomplished, the urban and rural common prosperity and the national common prosperity will be realized as scheduled.

Keywords: Urban and rural common prosperity; Theoretical logic; Implementation path

责任编辑:赵 倩

* 项目来源:国家大豆产业技术体系专项建设项目(编号:CARS-04-10B)。感谢国家大豆产业技术体系相关专家的帮助和建议,当然文责自负。司伟为本文通讯作者

一、引言

长期以来,中国大豆产需矛盾突出。从生产端来看,中国大豆单产水平和机械化水平较低,导致种植大豆比较效益低,农户生产积极性不足。2021年,大豆产量仅为1640万吨。而随着中国居民消费水平提升,作为主要油料和优质蛋白饲料来源的大豆需求居高不下,国内需求量已达11291.8万吨,产不足需,长期依赖进口。2021年,大豆进口量为9651.8万吨,占进口粮食总量的58.7%,进口依存度高达85.5%。因此,提高国内大豆产量事关国家粮食安全,而其根本解决途径在于增加种植面积和提高单产(司伟等,2021)。然而,一方面,如果大豆完全自给,单作需要近8.5亿亩土地,且需平衡大豆玉米两作物争地矛盾。另一方面,目前中国大豆亩产仅130公斤左右,短时间难以大幅增产提质(司伟等,2018)。而以高化肥、农药投入换取高产出的农业生产方式造成资源过度消耗,耕地质量下降,环境污染加剧,致使农业可持续性面临挑战(Chen等,2016)。因此,为实现大豆扩种目标,兼顾高产与可持续、缓解作物争地矛盾的大豆生产技术研发推广非常必要。

间套作是同一块田地上分行或分带相间种植两种或两种以上作物的种植方式,能够充分利用地上部光热资源和地下部水分养分资源来实现节本增效(李隆,2016),并通过增加土壤有机质、全氮和大团聚体,改善土壤肥力,从而具有长期稳定的增产减碳优势(Li等,2020)。该种植模式源于春秋战国时期,距今已有2000多年的历史,20世纪以来也被世界其他国家广泛采用。据研究,中国“高产出、可持续”间套作模式的净增产效应是欧洲模式的4倍,是发展集约化生态农业和保障粮食安全的重要措施,值得全球借鉴(Li等,2020)。在有限资源约束下,间套作模式已在历史长河中为减少饥饿和贫困做出了贡献(Huang等,2015;富兰克林等,2011),未来该模式具有为全球人口提供更多食物的潜力(Tilman,2020)。

然而,21世纪以来,由祖祖辈辈实践经验形成的传统间套作模式逐渐退出历史舞台。虽无官方

统计数据,但从现有研究中可知,中国采用该模式的耕地比重由“八五”时期的1/3下降到“十二五”时期的不足10%(Hong等,2017)。究其原因,传统间套作模式田间管理复杂、不易机械化,偏向“劳动密集型”生产方式,劳动力需求量大且强度高(Feike等,2012),由于中国已越过刘易斯拐点,进入农业劳动力短缺阶段,且面临老龄化、兼业化等问题,因此亟需发展“劳动力节约型”现代农业技术(蔡昉,2016)。基于此,国家大豆产业技术体系在传统间套作实践经验基础上,针对田间管理效率和机械化水平低问题,以“高产出、机械化、可持续”为目标,将传统“劳动密集型”大豆玉米间套作经验转化为“劳动节约型”带状复合种植技术。该技术已被证实能实现粮食生产与环境保护双赢,且能实现大豆玉米兼容发展(杨文钰,2019)。经测算,中国黄淮海、西南及西北地区20%的玉米种植面积采用大豆玉米带状复合种植技术,年均潜力面积可达7946万亩,在玉米基本不减产的情况下,可增收大豆1033万吨,增产潜力巨大。

“十二五”时期以来,中国政府不断加大大豆玉米带状复合种植技术的推广力度。2015年,国务院办公厅出台的《关于加快转变农业发展方式的意见》中,提出“重点在黄淮海及西南地区推广大豆玉米间作套作”;2019年,该技术被遴选为国家大豆振兴计划重点推广技术;2020年,继二十世纪五六十年代以来间套作再次被写入中央“一号文件”,指出“加大对玉米、大豆间作新农艺推广的支持力度”;2022年,农业农村部提出“支持西北、黄淮海、西南和长江中下游等地区推广玉米大豆带状复合种植”,当年中央“一号文件”再次明确要求在黄淮海、西北、西南地区推广大豆玉米复合种植技术。在当前稳粮扩油的战略目标下,大豆玉米带状复合种植技术推广被提升到新高度。尽管如此,当前大豆玉米带状复合种植技术的农户采纳率仍不够理想。从推广面积看,2021年大豆玉米带状复合种植技术推广面积为1053.8万亩^①,与农业农

^① 本数据来源于大豆玉米带状复合种植推广应用证明(由四川农业大学玉米大豆带状复合种植与循环利用团队提供),如按农业农村部口径统计,推广面积更低,仅为700多万亩

村部《“十四五”全国种植业发展规划》中 2025 年达到 5000 万亩的目标还有较大差距^①。从农户层面看,在实地调研中发现,目前新型经营主体由于自身为示范基地需承担示范任务或受到政府资金引导,被动采用该模式。尽管试验田和示范地周边的部分小农户采纳该技术,但大多数农户虽有兴趣却仍在观望。从历史角度来看,大豆玉米带状复合种植技术是传统间套作模式的继承与发展,从技术角度看,该技术是大豆和玉米各项生产技术的集成,并非全新技术,农户应无较大技术接受障碍,但实际种植积极性却不高。大豆玉米带状复合种植技术到底是何种技术?目前发展到什么阶段?什么因素制约了农户采纳该技术?未来如何促进该技术大规模推广?这些问题的回答在国家全面推进大豆玉米带状复合种植的现实需求下极为重要和紧迫。

关于大豆玉米带状复合种植技术的研究,大多是自然科学领域基于田间试验的论证和对已有研究的文本分析,鲜有基于农户调研的经济学论述。关于技术模式,现有文献仅论述了试验区域的模式,缺乏全国层面的系统总结说明。同时,成本收

益是农户生产决策的首要因素,现有研究虽针对试验结果得出大豆玉米带状复合种植技术较单作增产增收 20%~70% (刘占鑫等, 2018; Raza 等, 2019; 杨科等, 2021), 但分类过于粗略, 无法明晰该技术具体的节本增收效果, 也未对不同区域农户的成本收益比较分析。在支持政策方面, 也未有相关梳理。而已有研究证实, 补贴能够有效实现大豆扩种目标, 且扩种效应随时间增强 (王新刚等, 2021), 农业保险可以显著促进农户持续种植玉米 (马凤才等, 2020)。因此, 非常有必要了解关于大豆玉米带状复合种植技术的补贴和保险政策现状和农户需求。

基于此, 本文利用 2021 年 12 月对四川、河北、山东和甘肃省的技术专家、基层推广人员、种植户和农机手的调研数据, 首先阐述大豆玉米带状复合种植技术的发展过程与技术模式。其次, 根据区域农业经营情况, 从农户分化、种植制度类型与种植品种角度对不同区域大豆玉米带状复合种植技术进行成本收益比较分析。同时, 梳理该技术的补贴和保险政策。最后, 分析现阶段应用推广中存在的问题, 并在此基础上提出政策建议。

二、大豆玉米带状复合种植的技术模式

(一) 大豆玉米带状复合种植技术模式的推广与发展

大豆玉米带状复合种植技术是由传统间套作创新发展而来, 采用大豆带与玉米带复合种植, 让高位作物玉米具有边行优势, 扩大低位作物大豆受光空间, 实现玉米带与大豆带年际间地内轮作, 宜于机械化作业, 作物间和谐共生的一季双收种植模式 (杨文钰等, 2020)。该技术为大豆和玉米的生产技术集成, 包括“选配品种、扩间增光、缩株保密”的田间配置技术、“减量一体化施肥、化控抗倒、绿色防控”的田间管理技术和配套的全程机械化技术。2007—2021 年, 全国累计推广大豆玉米带状复合种植技术 9508.4 万亩。其中, 西南地区贡献了近 98.7% 的播种面积*。由图 1 可知, 2007—2021 年, 全国推广面积整体呈阶段性增长

态势, 当年产生效益的推广面积由 2007 年的 303.8 万亩增加到 2021 年的 1053.8 万亩, 年均增长 10.3%。

按增长幅度, 可分为三个阶段: 第一阶段为西南地区稳步增长阶段 (2007—2010 年)。2010 年前, 西南地区种植面积稳步增长, 其他地区种植面积于 2008—2010 年不升反降。该现象产生的原因是, “十五”时期、“十一五”时期主要针对西南地区套作大豆, 形成了“麦—玉—豆”高产高效的新三熟模式栽培技术体系, 在四川省大面积应用。得益于该技术, 四川省大豆种植面积持续增加, 2009 年首次迈入中国大豆主产省行列。2007 年、2008 年该技术分别被列为四川省委“一号文件”推广技术、中国农业主推技术, 推动了该技术面向全国范

^① 农业农村部. 关于印发《“十四五”全国种植业发展规划》的通知, http://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/202201/t20220113_6386808.htm

* 间套作耕地面积统计标准为: 1 亩“麦—玉—豆”套作=1 亩小麦+1 亩玉米+1 亩大豆; 1 亩大豆玉米间作=0.5 亩大豆+0.5 亩玉米

围扩散。

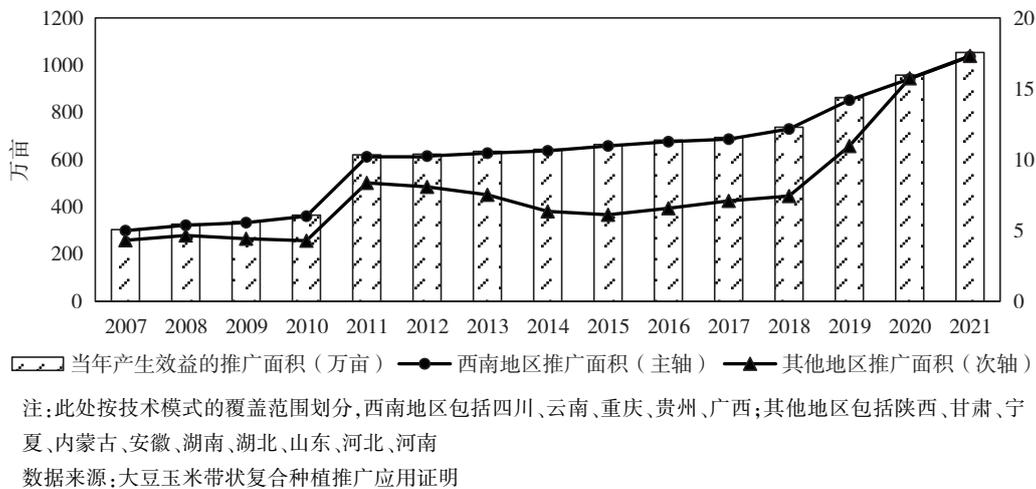


图1 2007—2021年大豆玉米带状复合种植技术推广情况

第二阶段为西南地区快速增长阶段(2011—2015年)。2011年起,西南地区技术推广迈入新阶段,播种面积突破600万亩,其他地区推广面积波动较大。该阶段,在继续完善“麦—玉—豆”三熟套作模式全程机械化基础上,研究聚焦于大豆玉米二熟间套作模式。经过前期研究,三熟套作模式已趋于成熟,西南地区推广面积达到600万亩后稳定增长。但在全国其他区域示范推广时,遇到了农机农艺难融合、种植模式水土不服、田间管理差异大等问题,尤其农机农艺融合难题打击了规模户种植积极性,致使其他地区推广面积波动大。在解决机播机收难题的过程中,核心技术与配套技术不断优化,全程机械化迈上新台阶^①。2014年底,首部间套作国家行业标准颁布实施,2015年国务院办公厅印发《关于加快转变农业发展方式的意见》,大力促进了该技术在全国范围推广。

第三阶段为国内全面增长阶段(2016年至今)。2016年后,大豆玉米带状复合种植技术由四川省走向中国乃至世界,其他地区大豆玉米带状复合种植应用面积增速迅猛,年均增速可达20.2%,西南地区以8.0%的速度稳步增长。随着技术参数日渐完善,技术效果愈加显著,全国各地涌现出高产典型,实现了带状套作大豆亩产130公斤以上、

带状间作大豆亩产100公斤以上,玉米平均亩产基本不减,引起政府和专家学者的广泛重视^②。在国家现代农业产业技术体系推动下,逐渐在全国范围内创立了“百亩示范片”“千亩示范片”和“万亩示范片”,已被四川、重庆、云南、贵州、广西、内蒙古、山东、河北、河南、甘肃等20个省份应用推广,扩种潜力巨大。其中,四川省技术覆盖率达到75%以上。该技术也已成为中巴经济走廊项目,在巴基斯坦应用。2019年国家《大豆振兴计划实施方案》和2020年、2022年中央“一号文件”明确提出要大力推广该技术。自此,大豆玉米带状复合种植技术发展驶入快车道。

(二)大豆玉米带状复合种植的技术模式

大豆玉米的全生育期差异受光热资源调控,两作物的生育期相近为北方普遍采用的间作模式,共生期不超过任一作物全生育期的一半为西南地区的套种模式。按大豆与玉米行数配比,技术模式又包括3:2间作、4:2间作、6:2间作、3:4间作、4:4间作、4:6间作、2:2套作、3:2套作等田间配置模式。进一步,根据区域光热资源和水土资源不同,大豆玉米带状复合种植模式的技术要点有所差异,可分为黄淮海地区、西北地区和西南地区间作模式与西南地区套作模式(见表1)。

① 农民日报, http://szb.farmer.com.cn/nmrh/html/2016-12/01/nw.D110000nmrb_20161201_1-08.htm?div=-1

② “玉米—大豆带状复合种植模式”受追捧, http://www.moa.gov.cn/xw/qg/201910/t20191012_6329811.htm

表 1 不同区域大豆玉米带状复合种植模式的技术参数

技术模式	区域	相邻玉米带间距(米)	大豆玉米带间距(米)	大豆带行数与行距(行,米)	玉米带行数与行距(行,米)	大豆株距与播种密度(厘米,粒/亩)	玉米株数与播种密度(厘米,粒/亩)
黄淮海地区间作	河北、河南、山东、安徽、江苏、山西	2.1~2.3	0.6~0.7	4~6; 0.25~0.40	2;0.4	8~10; 10000	8~11; 4500
西北地区间作	甘肃、陕西、宁夏、新疆、内蒙古	1.6~2.9	0.6~0.7	2~6; 0.25~0.30	2;0.4	8~10; 12000	8~10; 4000~6000
西南地区间作	云南、贵州	2.0~2.3	0.6~0.7	3~4; 0.30~0.40	2;0.4	10~11; 9000	11~13; 4000
西南地区套作	四川、重庆、陕西南部、湖南西部、湖北西部、贵州北部、广西、云南南部	1.8~2.2	0.6~0.7	2~3; 0.30~0.40	2;0.4	9~10; 9000	12~15; 4000

资料来源:全国大豆玉米带状复合种植技术模式图, http://www.moa.gov.cn/ztlz/ddymdzlhjs/jszd_29063/202202/P020220211584382135059.pdf

1. 黄淮海地区间作模式。黄淮海地区是中国夏大豆与夏玉米种植区,包括河北、河南、山东、安徽、江苏、山西等省份。该区域为大豆主产区与“粮改饲”试点基地,发展粒用和青贮大豆玉米带状复合种植具有巨大潜力。区域内主要采用4:2或6:2种植模式,即4行或6行大豆,2行玉米,其技术参数如表1所示。近年来,逐渐实验探索出4:4、6:4、4:3、8:2、6:3、8:3等田间配置模式(高凤菊等,2020)。该区域应选用紧凑株型玉米品种和耐阴性强的大豆品种,在6月中下旬采用密植分控播种施肥机,遵循大豆与玉米分控分施策略。7月,大豆与玉米系统分别进行封闭除草和定向除草,7—9月进行化学控旺、病虫害防治。9月底至10月初,采用自走式玉米收获机先收玉米再用当地常规机械收大豆,或使用窄幅履带式大豆收割机先收大豆再用常规机械收获玉米,或用常规机械前后同时收大豆与玉米(杨文钰等,2021)。

2. 西北地区间作模式。该模式适应区域包括甘肃、陕西、宁夏、新疆、内蒙古等省份,适宜发展粒用与青贮大豆玉米带状间作。区域内光热资源一年一熟盈余、一年两熟不足,无霜期短,适合种植春大豆与春玉米(李隆,2020)。该区域主要采用4:2或6:2种植方式,因当地植株较高,相邻玉米带间距可适当扩大至2.3米以上,大豆密度缩至单作的85%左右(见表1)。为了保墒和除草,玉米带与大豆带均需覆膜。区域内宜选用紧凑型、矮秆玉米品种和耐阴性较强的大豆品种,于4月下旬运用专业机械分别实现大豆与玉米铺膜施肥播种一体化。

由于区域内降水不足且蒸发量大,需加装滴灌设备,大豆玉米分别控制灌溉。为缓解土壤板结,宜采用水肥一体化滴灌系统。5月中旬,大豆与玉米系统同时进行杂草防除,苗后期统一防治病虫害。6月中旬分别化学控旺,9月中旬运用带状间作作业方式进行收获。

3. 西南地区间作模式。云南、贵州等部分地区年有效积温不高,气候复杂,适合春玉米与春大豆带状间作。田间配置方面,主要采用3:2或4:2种植方式。同其他模式原则一致,该模式需通过调控间距、行距,尽量保证玉米密度与当地单作的密度相当。为充分利用光热资源,区域内大豆播种密度可适当降为当地单作的70%。生产环节,应选用株型紧凑的玉米品种和耐阴型大豆品种。在4月中下旬,选用密植分控播种施肥机同时播种施肥,大豆玉米分控分施。5月上旬,大豆与玉米系统分别同时防除杂草,大豆优先化学控旺。6月上旬,玉米开始化学控旺,大豆与玉米统一防治病虫害,9月中下旬采用间作作业方式收获。

4. 西南地区套作模式。四川、重庆、陕西南部、湖南西部、湖北西部、贵州北部、广西、云南南部等地适宜种植春玉米与夏大豆。该区域为低纬度山地季风性湿润气候,水热资源丰富,适种期长,可实现一年三熟,适合发展青贮与粒用大豆玉米。田间配置方面,采用2:2或3:2种植方式,由于该模式中大豆玉米共生期较短,两作物种植密度可与单作相当。如部分地区共生期超两月,大豆种植密度可降至单作的80%。该模式应选用株型紧凑的

玉米品种和耐阴型大豆品种。3月低至4月初,采用密植播种施肥机对玉米同播同施。4月中下旬,玉米进行封闭除草和定向除草,并注意防治虫害。5月中上旬,玉米开始化学控旺,6月中上旬,采用密植播种机播种大豆,同时施入玉米追肥和大豆种

肥。6月底至7月初,对大豆进行杂草防治和化学控旺。7月底至8月初,采用自走式两行玉米收割机收穗,9月采用农药防治大豆病虫。10月底至11月初,采用联合收获机进行大豆收割脱粒与秸秆还田。

三、大豆玉米带状复合种植技术的成本收益比较分析

为全方位探析大豆玉米带状复合种植技术大规模推广面临的问题,本文根据农业经营情况,对西南地区套作、黄淮海地区间作和西北地区间作模式分别从农户分化、种植制度类型与种植品种视角,对粒用类大豆玉米带状复合种植技术进行成本收益比较分析*,以此解答“谁来种”“怎么种”和“种什么”问题。

(一)基于农户分化:西南地区规模户与小农户套作

西南地区山区广布,地块小而分散,交通不便,

城镇化率较低。随着中国城市化进程的推进,西南地区非农人口增长迅速,已有30%以上农户退出农业生产(赵丹丹等,2020)。在此契机下,新型经营主体转入可集中连片的土地进行大豆玉米带状复合种植,实现全程机械化。但在地形起伏大、地块分散地区,小农户仍依靠半机械化进行大豆玉米套作。该区域种植主体呈现出规模户与小农户广泛共存局面,为农户分化的典型。因此,本文利用西南地区案例来探讨大豆玉米带状复合种植“谁来种”的问题。

表2 2021年西南地区规模户与小农户套作成本收益情况 (元/亩)

西南地区	规模户(农机服务)		规模户(自有农机)		小农户	
	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆
土地成本	240.0	—	240.0	—	240.0	—
物质与服务费用	420.5	185.5	379.5	145.5	321.0	95.5
种子费	48.0	32.0	48.0	32.0	50.0	37.5
化肥费	146.5	31.5	146.5	31.5	180.0	45.0
生物肥费	30.0	—	30.0	—	13.0	—
农药费	40.0	0.0	35.0	0.0	50.0	0.0
灌溉费用	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
机械费用	130.0	110.0	90.0	70.0	0.0	0.0
机播费用	50.0	50.0	30.0	30.0	0.0	0.0
机收费用	80.0	60.0	60.0	40.0	0.0	0.0
其他费用	16.0	2.0	20.0	2.0	18.0	3.0
人工成本	105.0	70.0	105.0	70.0	298.0	217.0
主产品价值	1300.0	560.0	1320.0	560.0	1150.0	616.0
副产品价值	40.0	0.0	40.0	0.0	40.0	3.0
净利润	879.0		980.0		637.5	

注:自有农机中折旧费和农机工资折算入机械费用。该区域劳动力日工价平均为:种植70元/日,田间管理60元/日,人工收割150元/日,农机操作350元/日。玉米收购价格为2.6元/公斤,大豆收购价格为5.6元/公斤。其他费用包括保险费用、固定资产折旧费用、管理费、销售费等间接费用和工具材料费、修理维护费等其他直接费用。副产品中,玉米棒芯做燃料、菌类基料,大豆秸秆做饲料;秸秆还田无统一估值,均计为0。下同

* 因时间和疫情限制,每类包括2~4个种植户样本,共18个种植户样本

谁来种——是小农户,还是规模户?从表2可知,成本方面,小农户的亩均生产成本为1171.5元,比采用农机服务的规模户和自有农机规模户生产成本高150.5元和231.5元。增加的成本主要源于化肥费用和人工成本。其中,化肥费用每亩增加了47元,原因是小农户因施肥过量,反倒造成植株旺长,导致采光不足,进而影响产量。小农户因地块细碎而无法机械化作业,每亩增加了340元的自用工折价。自有农机的规模户能比采用机械服务的规模户每亩减少80元的机械成本。收益方面,采用农机服务的规模户和自有农机的规模户比小农户每亩分别增收94元和114元,净利润分别每亩高241.5元和342.5元。由此可知,大豆玉米

带状复合种植技术的应用主体前景在于规模户。尤其对于自有农机的规模户,可较采用农机服务的规模户亩均节省81元生产成本。由于规模户节省的成本总额高,易引起重视,所以更易诱导规模户通过自购机械降低种植成本(胡雯等,2019)。

(二)基于种植制度:黄淮海地区新型经营主体间作与单作

黄淮海地区大豆玉米带状复合种植技术的应用主体主要为新型经营主体。如不进行复合种植,农户会选择单作大豆或玉米。因此,本文基于种植制度讨论大豆玉米带状复合种植和单作的成本收益,以解释大豆玉米带状复合种植的增效原因(见表3)。

表3 2021年黄淮海地区新型经营主体间作与单作成本收益情况 (元/亩)

黄淮海地区	间作		单作	
	玉米	大豆	玉米	大豆
土地成本	407.5	—	407.5	407.5
物质与服务费用	395.0	144.5	400.0	259.5
种子费	50.0	35.0	55.0	35.0
化肥费	140.0	52.5	140.0	52.5
生物肥费	50.0	—	50.0	50.0
农药费	45.0	13.0	45.0	43.0
机械费用	100.0	40.0	100.0	70.0
机播费用	30.0	—	30.0	30.0
机收费用	70.0	40.0	70.0	40.0
其他费用	10.0	4.0	10.0	9.0
人工成本	35.0	35.0	50.0	50.0
主产品价值	1375.0	600.0	1410.0	1050.0
副产品价值	25.0	0.0	28.5	0.0
净利润	983.0		581.0	333.0

注:一般情况下,秋季无需灌溉,故灌溉费用没有列出,如遇干旱年份,灌溉费用为40元/亩。该区域玉米收购价格为2.5元/公斤,大豆收购价格为6.0元/公斤。劳动力平均日工价为120元

怎么种——选择大豆玉米带状复合种植,还是单种?范围经济认为生产者生产多种商品的成本低于分别生产每种商品的总成本时,就存在范围经济。规模经济指由扩大生产规模引起经济效益增加的现象。黄淮海地区大豆玉米带状复合种植技术应用主体主要为专业大户、家庭农场、种植合作社等规模户,实现了大规模机械化种植,已存在规模经济。由表3可知,黄淮海地区2021年大豆玉米带状复合种植的总成本每亩为1017元,较大豆单作与玉米单作的总成本之和每亩降低557.5元,

存在范围经济。其中,同一块土地种植大豆玉米两作物,分担了土地成本;玉米的物质与服务费用为每亩395元,由于玉米种子减少了200粒,较单作降低5元;人工成本每亩减少15元,主要是两作物同时田间管理实现了范围经济。大豆的物质与服务费用每亩为144.5元,较单作减少了近一半,主要由于两作物共享肥料,并通过优化田间配置来控制大豆病虫害,减少化肥农药投入,实现范围经济。从收益来看,大豆玉米带状复合种植较大豆、玉米单作分别每亩增加纯利润650元、402元。因此,

大豆玉米带状复合种植技术能在规模经济基础上存在范围经济,多效合一,促进农户增收。

(三) 基于种植品种:西北地区大豆玉米间作与其他经济作物间作

甘肃、宁夏、新疆、陕西省分布着国家玉米、小麦、棉花、油菜制种大县和区域性良种繁殖基地^①,其中河西走廊地区是全国最大的花卉和蔬菜外繁制种基地。由于西北地区一年一熟或两年三熟,土地机会成本高,农户广泛种植经济效益较高的制种

作物,尤其制种玉米。同时,长期精耕细作下,当地形成小麦玉米间作模式,但该模式商品率较低,其种植面积持续缩减。21世纪以来,农户普遍应用粮食作物与经济作物间作模式,探索出西瓜玉米、孜然玉米、马铃薯玉米、辣椒玉米、南瓜玉米等间作方式,每亩能获得纯利润836.5~2081.9元。因此,在西北地区推行大豆玉米带状复合种植技术需重点考虑农户的机会成本。

表4 2021年西北地区大豆玉米间作与其他经济作物间作成本收益情况 (元/亩)

西北地区	大豆玉米间作		西瓜玉米间作		孜然玉米间作		单作
	玉米	大豆	玉米	西瓜	玉米	孜然	制种玉米
土地成本	700.0	—	—	700.0	—	700.0	700.0
物质与服务费用	703.5	192.5	200.9	583.7	211.8	165.5	707.5
种子费	50.0	35.0	40.0	100.0	40.0	45.0	80.0
化肥费	140.0	52.5	76.4	152.7	57.3	78.0	210.0
生物肥费	12.5	—	—	12.5	—	12.5	12.5
农药费	15.0	15.0	22.5	48.5	22.5	10.0	30.0
农膜费用	18.0	32.0	0.0	30.0	0.0	0.0	50.0
灌溉费用	350.0	—	40.0	60.0	70.0	0.0	300.0
机械费用	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
机播费用	50.0	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
机收费用	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
其他费用	18.0	8.0	22.0	180.0	22.0	20.0	25.0
人工成本	50.0	25.0	262.5	2667.0	262.5	500.0	650.0
主产品价值	1638.5	660.0	1296.0	5000.0	1320.0	1100.0	2800.0
副产品价值	194.1	0.0	200.0	0.0	224.0	32.3	112.0
净利润	821.6		2081.9		836.5		854.5

注:该区域收购价:玉米2.4元/公斤,大豆6.0元/公斤,制种玉米棒3.0元/公斤,孜然17.0元/公斤,西瓜籽144~180元/公斤。劳动力平均日工价100元。滴灌设备的综合成本折旧与用水费用之和,若选择漫灌,各区域每次20~50元不等,加人工费用,灌溉费用约为250元,但可能造成土壤板结和水资源浪费。当地大豆玉米间作机械由科研机构免费提供,表中为折价。玉米秸秆和孜然秸秆作为黄贮饲料或打包售卖,每包净利润分别为13元和7元

种什么——选择最小化机会成本的作物,还是大豆保产优先?农户采纳大豆玉米带状复合种植技术的机会成本为2081.9元(见表4)。大豆玉米带状复合种植的纯利润为821.6元,较当地间作效益最低的孜然玉米间作低14.9元,较效益最高的西瓜玉米间作低近1260.3元。尽管西瓜玉米间作用工量大,且劳动强度较大,但对于因种养结合无

法外出或年纪较大受雇困难的劳动力来说,相当于赚取了自用工折价并拓宽了就业渠道,所以西瓜玉米间作这类高投入高回报的间作模式在当地具有较高的经济效益和社会效益。河西灌区制种玉米单作覆盖率较高,亩均净利润为854.5元,用工量较少。农户通常利用一周时间拔除母本雄穗后,便可外出务工或经营其他作物,而且制种玉米为企业

^① 农业农村部. 农业农村部办公厅关于认定制种大县和区域性良种繁育基地的通知, http://www.moa.gov.cn/nybg/2021/202111/202112/t20211221_6385219.htm

订单生产,能保产保收。尽管技术专家尝试大豆与制种玉米间作,但由于间作将使制种玉米产量低于单作水平,种子公司对其应用推广意愿不足。加之,西北地区作物植株高,采用大豆玉米带状复合

种植技术需调大带间距,将无法充分发挥耕地潜力,因而技术推广阻力较大。因此,西北地区推广大豆玉米带状复合种植技术,应重点考虑如何将采用该技术的农户机会成本最小化。

四、大豆玉米带状复合种植技术的补贴与保险政策

(一)大豆玉米带状复合种植技术补贴的必要性

当前,由于部分地区首次推广大豆玉米带状复合种植技术,短期可能存在收益不稳定现象。但随着各地技术逐渐熟化,该技术可在长期增产增收,且具有明显生态效益和社会效益。

生态效益方面,大豆玉米带状复合种植技术具备以下优势:一是提高养分利用率,固氮减碳。据研究,相对单作,大豆玉米带状复合种植能增加19.8%的土壤有机质含量、7.2%的土壤总有机碳、18.6%的固碳能力,使得年均氧化亚氮和二氧化碳排放强度分别降低45.9%和15.8%(杨文钰等,2021;苏本营,2014)。二是充分利用光能和空间资源,提高土地资源利用率。通过发挥玉米边行优势,该技术能促使光能利用率高于3%,土地当量比达1.4~2.36,达到国际领先水平(Du等,2018;Chen等,2017)。三是涵养水分,减少水土流失。截至2021年,该技术累计减少土壤流失量9394吨,减少地表径流67.5吨(杨文钰等,2021)。四是降低病虫害害,减少面源污染。通过田间配置多样化,该技术可降低25%以上农药使用量(Boudreau,2013;杨文钰等,2021)。五是增加农田生物多样性,强化农田生态多样化系统。从农田表观、内部冠层结构,到作物根系分布,该技术能引起作物多样性的改变,增强生态服务功能(李隆,2016)。因此,大豆玉米带状复合种植技术能够缓解专业化与高投入型种植制度的负外部性,促进农业可持续发展。

社会效益方面,大豆玉米带状复合种植技术能优化种植结构,实现大豆玉米兼容发展,保障国家粮食和油脂油料安全。同时,提升大豆产能,促进国产大豆产业链平衡、健康、高质量和可持续发展,推进大豆产业振兴。此外,该技术具有最小化风险潜力(Jodha,1980),通过多样化种植既能降低作物价格变化风险,又能分散受灾风险,有效增强农业

系统韧性(Alene等,2009)。

综上,大豆玉米带状复合种植技术具有正外部效益。如仅依赖市场机制调节,技术采纳率会偏离帕累托最优。因此,为内部化外部效益,应对大豆玉米带状复合种植户进行补贴(陈海江等,2019)。

(二)大豆玉米带状复合种植技术的补贴与保险政策

目前,大豆玉米带状复合种植技术的补贴对象、来源和形式还待优化。由表5可知,从补贴对象来看,2021年仅有种植补贴,无专门机械购置补贴,减弱了农户购机意愿,不利于形成机械服务市场,从而阻碍技术大规模推广。从补贴来源来看,一般为科研资金或地方农业农村部门专项资金,且部分地区采用大豆玉米带状复合种植技术将失去大豆生产者补贴,降低农户持续种植意愿。从补贴形式来看,提供免费种子、化肥等农资有效降低了种植成本。但据农户反馈,现统一采购的农资存在小范围不适用、质量不匹配问题,资源配置效率较低。比如,无需铺农膜的地区发放农膜造成了闲置,化肥数量平均分配和质量相同无法平衡不同质量耕地的肥料需求。此外,高产创建奖励受众小,仅能激励技术采纳者提高单产,无法激发非采纳者的种植积极性。因此,当前大豆玉米带状复合种植技术补贴有待完善。

农户对大豆玉米带状复合种植技术的补贴需求强烈。调研发现,农户均希望政府出台专门补贴方案,从种植补贴与农机购置补贴两方面来加大支持力度。种植补贴形式与金额方面,不同地区不同类型农户的需求存在差异。考虑到交通不便和购种风险,西南地区小农户期望仍以免费农资形式提供支持,如发放资金,基于农资估价,该类农户期望每亩补贴240~250元。除此之外,其余类型农户希望给予实际种植者资金补贴。其中,根据机械作业成本,西南地区规模户期望每亩获得150元种植补贴;考虑土地、劳动力、农资价格上涨,黄淮海地

区农户的期望金额为每亩 200~300 元;考虑到种植经济作物的机会成本,西北地区规模户期望每亩补贴 200~300 元,小农户期望每亩补贴不低于 300 元。关于农机购置补贴,潜在购机者希望给予 30%~50% 农机购置补贴额度,并期望尽快落实、及时发放。因此,完善补贴体系以达到农户种植预期是大规模推广的前提。

当今极端天气事件频发,农业保险在稳定农业生产、保障农户收入等方面的重要性愈加凸显(刘玮等,2022)。2021 年全国未出台大豆玉米带状复合种植保险方案,技术采用风险较高。在实际操作中,部分地区进行了探索,主要有以下做法:四川确定农户承担每亩 7 元保费,赔付条件为减产 20%;河北和山东根据品种细分了保费,其中,河北确定

玉米和大豆农户每亩承担保费分别为 4.5 元和 2.5 元,可仅为其中一种作物投保;山东根据 7:3 比例确定玉米和大豆保费分别为 4.9 元和 2.1 元,两省赔付标准均为减产 30%。但因大豆玉米带状复合种植保险体系尚未构建,合作机制不健全,未起到实际作用。例如,2021 年四川省部分地区受风灾或水灾影响,某些地块减产 20%~40%,但因大豆玉米带状复合种植保险合作方每年变更和内部管理混乱,易互相推诿,导致投保人尚未成功索赔;黄淮海地区受暴雨影响玉米倒伏严重,农户认为受灾已达减产 30% 的赔付条件,但由于无明确方案,受灾标准认定复杂,理赔过程困难,尚未发挥保障作用。因此,应建立专门的保险体系来保障大豆玉米带状复合种植户利益。

表 5 2021 年大豆玉米带状复合种植技术补贴及保险政策情况

区域	西南地区	黄淮海地区	西北地区
调研区域	四川自贡、眉山、遂宁、南充	河北石家庄,山东德州、泰安	甘肃张掖
调研主体	新型经营主体、小农户	新型经营主体	种植大户、小农户
现有补贴	形式 免费种子、化肥、农膜(部分)	免费种子、化肥	免费种子、化肥、农膜
	来源 科研资金;地方农业农村部门专项资金	地方农业农村部门专项资金	科研资金
期望补贴	形式 新型经营主体:种植补贴 150 元;农机购置补贴 30%~50% 小农户:免费农资,或 240~250 元	新型经营主体:种植补贴 200~300 元;农机购置补贴 30%及以上	种植大户:种植补贴 200~300 元;农机购置补贴 30%及以上 小农户:种植补贴 300 元以上
	来源	政府	
间套作保险	无明确文件 保费:7 元 赔付条件:减产 20%	无明确文件 保费:河北:玉米 4.5 元,大豆 2.5 元 山东:玉米 4.9 元,大豆 2.1 元 赔付条件:减产 30%	无明确文件,受访农户未参保 2022 年 3 月纳入玉米保险范围

资料来源:作者调研整理

国家针对大豆玉米带状复合种植技术制定专门的补贴和保险方案是提高农户采纳率的关键举措(胡迪等,2019;徐亮等,2022)。2022 年起,国家加大专项资金调拨力度,各地区根据地方实际,确保大豆玉米带状复合种植每亩补贴标准不低于 150 元。同时,各地也在尽快申报农机购置补贴试点,四川省和河北省率先对专用播种机差异化补贴,补贴额度在 1500~7700 元^①。但部分地区种植

补贴低于期望金额,且当前农资价格普遍上涨,部分地区种植补贴水平无法覆盖增加的农资费用。因此,各地政府仍需统筹利用财政资金,加大补贴力度,提高农户种植积极性。农业保险方面,2022 年 3 月甘肃省明确将大豆玉米带状复合种植纳入玉米保险,制定示范性条款,优先予以保障。但全国范围内,还未及时构建大豆玉米带状复合种植技

^① 四川省农业农村厅:我省首次补贴大豆玉米带状复合种植专用播种机, <http://nynct.sc.gov.cn/nynct/c100630/2022/2/25/5b0720f474404727af39585d6ad717da.shtml>;河北省农机化局:关于大豆玉米带状复合种植专用播种机分类分档及补贴额公示, http://218.12.43.231:7505/bt_hebei/index.aspx?lanmuid=91&sublanmuid=732&id=38645

术保险体系。因此,各地政府需加快完善专门保险体系,确保规范化开展。

五、存在的问题

大豆玉米带状复合种植高产高效、技术基本成熟,是当下促进农民增收、实现中国大豆振兴、调节农业生产结构和实现绿色发展的重要措施。该技术适用区域广泛,但在全国大规模应用推广过程中仍需克服几方面问题。

(一) 技术模式应用推广与当地农业经营方式不够兼容

第一,2021年黄淮海地区种植模式的机械作业效率还待改进。该区域土地平坦、集中连片,规模户动辄承包上千亩土地,较为适合大型机械化种植。运用3:2模式或4:2模式,每次播种的生产单元宽度为2.2~2.7米,在分别收割情况下,玉米每次仅收获两行(0.4米)、大豆仅收3~4行(0.6~1.2米),增加了农机作业次数和作业辅助时间,单从此方面来看相较单作费时费工。尽管带状复合种植植株密度高,作业效果与单作无异,但在规模化经营水平较高的黄淮海地区,机械作业效率仍有改进空间。第二,山东部分耕地每3米有田垄,采用4:2模式时2.7米的生产单元宽度会使种子播于田垄,造成田间管理困难或土地浪费。第三,对于西北地区,依靠大豆玉米带状复合种植的高产高效优势吸引农户采纳该模式较为困难。一方面,西北地区玉米、大豆植株高,行比和行距较大,大豆玉米带状复合种植的玉米株数低于当地的4500株,“玉米不减产”无法保证。另一方面,正如成本收益分析,种植补贴无法弥补高投入高收入的经济作物带来的经济效益和社会效益。因此,尽管大豆玉米带状复合种植技术增产增效,但与当地农业发展情况不够兼容将阻碍其大规模推广。

(二) 专门的种植补贴和保险体系尚未构建,缺乏足够的支持

一方面,大豆玉米带状复合补贴体系尚未建立。通过对补贴和保险政策的调查分析发现,2021年缺乏农机补贴,补贴来源缺乏稳定性、长远性保障,形式未达到大部分农户预期,并不足以激励农户采用。2022年起,各地对实际种植户进行补贴,

也开始制定专业农机的补贴方案,四川、河南、河北、山东、陕西、云南、安徽等省份开始启动关于大豆玉米带状复合种植机具购置补贴试点。但是,现阶段补贴体系尚未形成,也需考虑农资、地租、工价普遍上涨而增加的种植成本,仍需加大补贴力度以促进农户采纳技术。另一方面,大豆玉米带状复合种植无专门保险,虽部分地区进行了探索,但因无明确方案,农户索赔困难,未能起实际保障作用。因此,专门补贴和保险体系的不完备影响了农户种植意愿。

(三) 配套农机供给不足,专业农机手缺乏

农机方面,大豆玉米带状复合种植播种机和收割机与单作有差异,需改装或重新订做。由于目前市场需求不旺,且因区域技术模式不稳定而农机更新换代较快,研发内部收益率不高,农机生产公司与研发机构合作积极性不高,生产动力不足,导致农机供应偏少且价格相对较高。加之,农机补贴的缺乏降低了购机者需求,致使大豆玉米带状复合种植农机配备不足。操作人员方面,虽一般农机手都可以操作专业农机,但效果参差不齐。播种时,大豆玉米带状复合种植尺寸、行距精确,对机械运作速度与规范程度要求高,播种不当会造成缺苗断垄现象。田间管理时,带状间作模式中对玉米喷洒农药时易误喷于大豆叶面,如操作不精准极易造成大豆减产。在农业生产中,农机手工价通常最高*,且只在收割和播种阶段发挥最大价值,因而新型经营主体养不起专业农机手。农机手仍需重新学习或及时更新操作知识,目前鲜有人愿意主动投入额外时间成本。所以,适配农机供给不足与专业农机手缺乏常导致自有农机的种植户在收获、播种环节自顾不暇,而依靠机械服务的农户更可能因此耽误农时,影响种植效益。

(四) 农田基础设施缺乏,制度保障还待完善

第一,现阶段大豆玉米带状复合种植机械基础设施薄弱。西南地区地势起伏大,多地地块小而不规则,且大部分耕地没有农机进入和转移通道,需

* 农机手日工价:西南地区300~400元,北方地区500~700元

借助跳板,增加了机械作业辅助时间。尽管黄淮海地区地形平坦,但对于大豆玉米带状复合种植平整度仍不够。特别是大豆,播种深度需精确在3~4厘米,播种深浅不一易影响出苗率。水肥一体化是节本增效、精细管理的配套技术,在西北地区成效尤为显著。但目前设施配备不足,易因大水漫灌造成土壤板结进而影响出苗,或农户无法精确控肥造成旺长进而减产。第二,机械化要求土地集中连片,但土地流转受阻。自古以来,农民对土地有着深厚情感。加之,受新冠疫情的不确定影响,农民更将土地视为兜底保障。土地流转中常出现“一块地不转,大片受影响”的现象,增加了生产成本。同时,签订规范化的合同至关重要。例如,西南地区土地转入户未与转出户签订土地承包书面合同,因利润增加,次年部分转出户违约或大幅提高租金,致使经营者利益受损。再者,部分村集体与新型经营主体签订的承包合同期限较短,土地租金不固定,以致经营者不愿采用可持续方式种植。这些规模化经营中普遍存在的问题也成为制约大豆玉米带状复合种植技术大规模推广的因素。

(五) 适配种子供应不足,大豆销售渠道单一

种子配备方面,前期研发者对大豆玉米带状复合种植品种选育的重视程度不足,缺乏不同区域大豆玉米搭配品种的选育研究,缺少优势种子配备。种子投入市场前需至少两年的实验数据支撑才可审定备案,适配种子短期投放不足。另外,玉米种子受散粉期高温天气影响供给量少、生产成本增加、制种亩保产增高、库存量少等因素,导致价格高涨、热门种子供应不足。而播种在即,各地随意调

用,出现熟制不匹配、作物间不匹配等问题,直接影响技术效果。甚至农户不慎选用未经审定的假冒品种,损失惨重。农产品销售方面,大豆销售渠道较为单一,“豆难买,豆难卖”并存。黄淮海夏大豆主产区大户的主要销售渠道仍为商贩上门收购,在国产大豆“量少价高”情况下仍较为被动。尤其玉米受灾倒伏,易导致大豆籽粒不纯,进而造成售卖困难。而对于非大豆主产区更是缺乏销路,大豆有价难卖且存在价格歧视。

(六) 农户认识存在偏差,观念仍需转变

现阶段,农户主要存在三方面认知误区:第一,部分农户认为带状复合种植工序繁多、管理复杂,但忽视了增产增收必要增加相应投入,而且间作模式中大豆玉米双系统可同时作业,能实现全程机械化生产,农作次数较单作相差不多。第二,部分农户仍视大豆玉米带复合种植技术为“劳动密集型”的传统间套作模式,担心增加人工作业成本。事实上,部分农户在20世纪末采用过传统间套作模式,但当时中国中小型农机具研发能力薄弱,间套作机械无力配备,随着劳动力成本上涨,农户逐渐放弃采用。为此,农户形成间套作仅能人工作业的陈旧观念,对该技术望而却步。第三,大豆比较收益较低,农户不重视大豆生产。玉米产量为大豆的3~4倍,经济效益高。在技术应用中,农户视大豆为配角,疏于管理,以致大豆亩产长时间徘徊在50~80公斤(杨文钰等,2021)。因此,观念局限导致大豆玉米带复合种植技术在应用推广中出现技术到位率不高、种植效率低等问题,短期内推广面积与单产突破困难。

六、政策建议

为促进技术大规模应用推广,本文针对目前大豆玉米带状复合种植技术推广中存在的问题,提出以下政策建议。

(一) 集成创新区域技术模式

大豆玉米带状复合种植技术在全国范围内推广要避免“一刀切”,各地需因地制宜,加快研发适合当地的技术模式。例如,黄淮海地区加快适合规模化种植的4:3、4:4、6:4等模式的研究试验,适当放弃玉米行的部分边行优势,以提升机械化效率,实现更省时省工。在西北地区,为提高综合效

益,加强大豆与经济作物的间作模式研发,比如大豆与孜然、特种玉米、马铃薯、胡麻等作物间作。在“粮改饲”区域应着力研发推广青贮大豆与青贮玉米带状复合种植或混合青贮技术,推动农牧结合、种养一体。在林果区,发展大豆与幼龄果树、茶树等间套作,充分挖掘区域大豆扩种潜力。

(二) 完善补贴与农业保险体系

补贴方面,在技术推广前期,各地应统筹谋划,制定省级层面补贴标准,加大补贴力度。潜在补贴方式主要有:关于种植补贴,在中央补贴资金基础

上,各地整合新型经营主体、绿色高效创建、轮作、秸秆还田等项目资金支持大豆玉米带状复合种植;关于农机购置补贴,加快专业农机审定,制定改装农机补贴条例,优化购机或改装补助申领手续,及时发放补贴资金;关于农机操作,开展公益性农机操作培训,对农机作业面积大、效果好的服务团队进行资金鼓励。农业保险方面,各地政府部门与保险机构积极磋商,尽快制定大豆玉米带状复合种植保险条例,确定合理的赔付标准,及时保证农户正常参保。

(三) 优化专门农机设备与服务供给

加快免耕覆秸条件下间作专用播种机与收获机研制,提升机械质量和作业效果。除落实农机购置补贴外,通过开展农机知识宣讲、组织农机货源、发放小额贷款、强化售后保障等方式,鼓励有条件的经营主体订购大豆玉米带状复合种植农机,激发规模户购机需求。另外,农机跨区作业能有效解决“有机户没活干、无机户没机干”的现实矛盾,是促进小规模农业生产实现机械化的成功实践。因此,政府应支持农机社会化服务主体成立专门的机械服务队伍,在全国各地种植区域实现轮流机播机收,以提高技术到位率和农机利用率,增加农机手收入。

(四) 优先提供基础设施与制度保障

为实现粮油稳产保供的紧迫任务,建议优先为大豆玉米带状复合种植创造机械化条件。具体来说,推进土地整治,高标准农田、耕地地力提升等项目建设向大豆玉米带状复合种植区倾斜。对于适宜种植区,加快土地整合,培育和规范土地流转市场,引导农户规范手续,稳定经营年限,适当延长流转期限。在土地流转阻力大的地区,强化土地托管服务,避免土地撂荒。同时,建立与土地制度相匹

配的劳动力就业市场和社保体系,切实解决农户的后顾之忧。西北地区应深化农村集体产权制度改革,摸清未承包到产的集体耕地底数,推进集体土地积极承担大豆玉米带状复合种植。

(五) 打通种子供给与产品销售渠道

种子供给方面,一是建立专门的育种体系和种质资源库,加大对高校和科研机构公益性、基础性研究的支持力度,鼓励商业性育种,以加快玉米与大豆优势组合品种的试验筛选与入库,尤其是中西部地区适配品种。二是开通品种审定绿色通道,推进优势种子及时进入市场。三是开展种子保供工作,打通调种渠道,切勿“病急乱投医”。四是严厉打击种子虚假宣传、假冒伪劣、套牌侵权、未审先推等行为,搭建农户与适配种子信息对接平台,维护购种者权益。农产品销售方面,建立多元化销售平台,引导专业市场、公司、小商贩等多元主体有序参与采购,提升农户市场化销售意识,鼓励开展订单生产,降低销售成本。

(六) 开展多元化推广与多主体示范

技术切不可强制推广,关键在于如何引导农户主动接受。第一,通过线上线下结合方式,对项目承担全部主体开展座谈或培训指导,强化技术认知。各级领导开展座谈,明确技术重要性,提高推广工作重视度。邀请专家对农技人员、种植主体培训和巡回指导,纠正认知误区,提高技术认可度。第二,组织农户现场观摩学习,在过程中强化认识,切实消除农户认知误区,并提高技术应用水平。第三,挖掘高产典型,发挥高产农户的带动作用,激发农户技术采纳积极性。各地应根据实际,选取粮食公司、种植合作社、种植大户等新型经营主体与小农户多元示范主体,带动不同类型农户的种植积极性。

参考文献

1. Alene, A. D., Victor, M. M., James, G. The Production Efficiency of Intercropping Annual and Perennial Crops in Southern Ethiopia: A Comparison of Distance Functions and Production Frontiers. *Agricultural Systems*, 2006, 91(1~2): 51~70
2. Boudreau, Mark A. Diseases in Intercropping Systems. *Annual Review of Phytopathology*, 2013, 51(1): 499~519
3. Chen, P., Du, Q., Liu, X., et al. Effects of Reduced Nitrogen Inputs on Crop Yield and Nitrogen Use Efficiency in a Long-term Maize-soybean Relay Strip Intercropping System. *Plos One*, 2017, 12(9): e0184503
4. Chen, X., Cui, Z., Fan, M. S., et al. Producing More Grain With Lower Environmental Costs. *Nature*. 2014, 514(7523): 486~489
5. Du, J. B., Han, T. F., Gai, J. Y., et al. Maize-soybean Strip Intercropping: Achieved a Balance Between High Productivity and Sustainability. *Journal of Integrative Agriculture*, 2018, 17(4): 747~754

6. Feike, T., Doluschitz, R., Chen, Q., et al. How to Overcome the Slow Death of Intercropping in the North China Plain. *Sustainability*, 2012, 4(10): 2550~2565
7. Hong, Y., Nico, H., Jin, S. Q., et al. Intercropping and Agroforestry in China—Current State and Trends. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2017, 244: 52~61
8. Huang, C. D., Liu, Q. Q., Nico, H., et al. Economic Performance and Sustainability of a Novel Intercropping System on the North China Plain. *Plos One*, 2015, 10(8): e0135518
9. Jodha, N. S. Intercropping in Traditional Farming Systems. *The Journal of Development Studies*, 1980, 16(4): 427~442
10. Li, C. J., Ellis, H., Thomas, W. K., et al. Syndromes of Production in Intercropping Impact Yield Gains. *Nature Plants*, 2020, 6(6): 653~660
11. Li, X. F., Wang, Z. G., Bao, X. G., et al. Long-term Increased Grain Yield and Soil Fertility From Intercropping. *Nature Sustainability*, 2020, 4(11): 943~950
12. Raza, M. A., Bin Khalid, M. H., Zhang, X., et al. Effect of Planting Patterns on Yield, Nutrient Accumulation and Distribution in Maize and Soybean Under Relay Intercropping Systems. *Scientific Reports*, 2019, 9(1): 4947
13. Tilman, D. Benefits of Intensive Agricultural Intercropping. *Nature Plants*, 2020, 6(6): 604~605
14. 蔡 昉. 资本替代农业劳动. *资本市场*, 2016(Z5): 13
15. 陈海江, 司 伟, 王新刚. 粮豆轮作补贴: 标准测算及差异化补偿——基于不同积温带下农户受偿意愿的视角. *农业技术经济*, 2019(6): 17~28
16. 富兰克林. H. 金著. 程存旺, 石 嫣译. 四千年农夫. 东方出版社, 2011
17. 高凤菊, 赵文路. 玉米大豆间作精简高效栽培技术. 中国农业科学技术出版社, 2020
18. 胡 迪, 杨向阳, 王舒娟. 大豆目标价格补贴政策对农户生产行为的影响. *农业技术经济*, 2019(3): 16~24
19. 胡 雯, 张锦华, 陈昭玖. 小农户与大生产: 农地规模与农业资本化——以农机作业服务为例. *农业技术经济*, 2019(6): 82~96
20. 李 隆. 河西走廊和沿黄灌区间套作种植技术. 中国农业出版社, 2020
21. 李 隆. 间套作强化农田生态系统服务功能的研究进展与应用展望. *中国生态农业学报*, 2016, 24(4): 403~415
22. 刘 玮, 孙丽兵, 庾国柱. 农业保险对农户收入的影响机制研究——基于有调节的中介效应. *农业技术经济*, 2022(6): 4~18
23. 刘占鑫, 李长亮, 陈光荣, 韦 瑛, 王立明, 杨如萍, 张国宏, 董 博, 李城德, 杨桂芳. 河西灌区玉米大豆带状复合种植技术与应用效果. *甘肃农业科技*, 2018(01): 90~92
24. 马凤才, 赵星棋. 种植结构调整背景下黑龙江农户玉米持续种植行为分析. *农业展望*, 2020, 16(5): 38~43
25. 司 伟, 韩天富. “十四五”时期中国大豆增产潜力与实现路径. *农业经济问题*, 2021(7): 17~24
26. 司 伟, 李东阳. 品种推广对中国大豆单产的影响研究. *农业技术经济*, 2018(5): 4~14
27. 苏本营. 玉米—大豆带状套作系统碳平衡研究. 四川农业大学博士学位论文, 2014
28. 徐 亮, 朱 晶, 王学君. 中国主粮政策性农业保险: 规则约束与政策优化. *农业经济问题*, 2022(2): 118~130
29. 杨 科, 徐红丽, 许靖宜, 杨新田, 吴玲玲, 杜永娜. 玉米大豆带状复合种植模式产量与效益研究. *安徽农业科学*, 2021, 49(17): 40~42
30. 杨文钰, 杨 峰. 发展玉米带状复合种植, 保障国家粮食安全. *中国农业科学*, 2019, 52(21): 3748~3750
31. 杨文钰, 雍太文, 王小春, 刘卫国, 杨 峰, 张黎骅, 刘 江. 玉米—大豆带状复合种植技术体系创建与应用. *中国高新技术*, 2020(15): 149~151
32. 杨文钰. 玉米—大豆带状复合种植技术. 科学出版社, 2021
33. 赵丹丹, 周 宏, 高富雄. 农户分化、技术约束与耕地保护技术选择差异——基于不同约束条件下的农户技术采纳理论分析框架. *自然资源学报*, 2020, 35(12): 2956~2967

Maize–soybean Relay Strip Intercropping System: Technical Model, Cost–benefit and Subsidy Policy

YANG Yuying, SI Wei

Abstract: Maize–soybean relay strip intercropping system is an important measure to ensure food security, develop intensive ecological agriculture and has great potential for development in China. Using

the data from farmer surveys and typical case investigation, this paper sorts out the technical mode, cost-benefit, and subsidy policy of the Maize-soybean relay strip intercropping system, then analyzes the problems existing in the current technology application and promotion, thereby putting forward policy suggestions. This paper believes that this technology needs to rely on machinery to achieve large-scale planting, and the main part of future application lies in large-scale households; large-scale households can realize scope economy based on scale economy by using Maize-soybean relay strip intercropping technology, which has double benefits; when promoting Maize-soybean relay strip intercropping technology, how to minimize the opportunity cost of farmers using it should be considered. This paper finds that the promotion and application of the technology model are not compatible with local agricultural management mode, the special subsidy and insurance system have not yet been established, the demand for supporting agricultural machinery and professional agricultural machinery is insufficient, the mechanized infrastructure and institutional guarantee are not enough, the soybean purchase and sales channels are single, and farmers' concepts constraints have hindered the expansion of soybean-maize planting area. To this end, this paper proposes to integrate innovative regional technology models, improve subsidy and agricultural insurance systems, optimize the supply of specialized agricultural machinery and services, give priority to providing infrastructure and institutional guarantees, open up seed supply and product sales channels, and carry out diversified promotion and multi-subjects.

Keywords: Soybean production; Maize-soybean relay strip intercropping system; Cost benefit; Subsidy policy

责任编辑:赵倩