

山东乐陵市玉米大豆带状复合种植稳产增效技术

马朝伟

(山东省乐陵市农业农村局, 乐陵 253600)

摘要:为响应国家《大豆振兴计划实施方案》,提升我国大豆自给率,保障粮油供给安全,山东省乐陵市大力推广玉米—大豆带状复合种植模式。通过系统解析该种植模式的技术体系构成,总结其在品种选择、空间布局、整地、机械化播种、水肥调控及病虫害绿色防控等方面的关键措施。实践表明,该复合种植模式可显著提高土地利用率和光能利用效率,在保障玉米产量基本稳定的前提下实现大豆产量显著增加,并兼顾生态效益与经济效益,为黄淮海地区粮油作物协同高产提供了技术参考与实践范式。

关键词:玉米;大豆;带状复合种植;稳产增效;种植技术;乐陵市

Stable Yield and Efficiency Improvement Technologies for Corn-Soybean Strip Intercropping in Laoling City, Shandong Province

MA Chaowei

(Laoling Agriculture and Rural Affairs Bureau, laoling 253600, Shandong)

乐陵市地处山东省西北部,作为黄淮海地区重要的粮油生产核心区,是我国保障粮食安全的关键生产基地之一^[1-2]。近年来,全球农业面临资源约束趋紧、生态环境压力加剧的双重挑战,传统粮食生产模式亟需转型升级^[3]。在此背景下,国家大力实施《大豆振兴计划实施方案》,着力提升大豆自给率、破解粮油争地矛盾,乐陵市积极响应国家政策,积极探索构建适宜的粮豆间作种植技术体系^[3]。玉米—大豆带状复合种植是一种高效的空间集约化种植模式,通过科学配置作物生态位,既能保障大豆生产稳定性,又能通过豆科作物固氮作用优化土壤理化性状,提高光、热、水、肥等资源综合利用效率^[5]。该模式已成为乐陵市粮豆间作技术体系中的核心组成部分^[6]。基于此,本文结合乐陵市实际生产条件,系统探究玉米—大豆带状复合种植模式下的大豆稳产增效技术,凝练形成一套针对性强、可操作性高的技术方案,旨在为黄淮海地区同类生态区大豆高效生产与粮油协同发展提供理论依据和实践参考。

1 种植模式概述

乐陵市地处黄河冲积平原区,地势平坦开阔,土壤以沙壤土与壤土为主,肥力中等且排灌条件良好,光热资源匹配度高,具备粮油作物规模化种植的优越自然禀赋^[1-2]。长期以来,本地农业生产以小麦—玉米两熟制为绝对主导,大豆种植呈零星分散布局,存在单产偏低、规模化程度不足、生产水平不高等问题,难以满足国家大豆产能提升与区域粮油协同供给的战略需求。针对传统种植模式的短板,玉米—大豆带状复合种植模式已成为乐陵市推广的粮豆间作模式。该模式通过科学划分种植带宽度、优化行株距配置,在同一田块内实现玉米与大豆的带状分行种植,构建“带内套作、带间轮作”的复合生态学系统。玉米为高秆作物,大豆为矮秆作物,两者在垂直空间上形成分层利用结构,可充分捕获光、热、气等环境资源,在保障玉米产量的前提下,大幅提升大豆种植面积与总产量,实现“一地双收、粮豆并举”的产量协同目标。此外,该模式兼具显著的生态效益。大豆根瘤固氮系统可固定空气中的氮

素,为玉米生长提供 15%~25% 的氮素营养,显著降低化学氮肥施用量,减少农业面源污染风险,改善土壤养分失衡和有机质下降的问题。作物多样性的提升进一步增强农田生态系统稳定性,能有效抑制病原菌滋生与杂草蔓延,缓解连作障碍,减少农药使用量,推动绿色农业发展。

2 大豆稳产增效核心技术

2.1 品种选择 品种选择是玉米—大豆带状复合种植模式下实现大豆稳产增效的前提与核心环节。在该模式中,大豆处于玉米冠层下方的弱光生态位,光照资源受限明显,且收获期与玉米有一定重叠,因此大豆品种需满足耐阴强、抗倒伏、抗病性优异以及适配机械化收获等要求。此外,品种生育期需与玉米精准匹配,优先选用中早熟品种,便于田间管理和机械收获。近年来,乐陵市玉米—大豆带状复合种植模式中广泛应用的大豆品种为齐黄 34,其耐阴性突出、茎秆坚韧抗倒伏,且综合性状与玉米带状复合种植体系适配性强,已在本地规模化推广应用。

2.2 田间布局优化 田间布局是实现粮豆间作稳产增效的关键。乐陵市针对本地生产条件,普遍采用“2 行玉米+2 行大豆”“2 行玉米+4 行大豆”两种核心带状复合种植配置。玉米带固定为 2 行,行距 65cm,株距 8~14cm,保证群体通风透光与产能稳定;大豆带可为 2 行或 4 行,行距 35~40cm,株距 7~12cm,种植密度为当地净作大豆的 70%~100%,基于土壤肥力与灌溉条件动态调整。实践监测表明,该优化布局可使农田系统光能利用率较传统单作提高 20% 以上。具体实践中,一般 2 行玉米固定不变,大豆行数可根据播种机、收获机作业幅宽灵活调整,以确保作业通畅;北部沙性土地块需适度增加大豆行距,降低倒伏风险;南部肥力高、保水性好的地块可将大豆密度提高至净作水平,以充分发挥增产潜力。此外,在灌溉条件好、机械化水平高的平原区推荐采用“2 行玉米+4 行大豆”模式,在丘陵或水浇条件不足地区采用“2 行玉米+2 行大豆”的简化模式,降低管理难度与水分胁迫风险。

2.3 整地 整地质量直接影响大豆出苗率和前期生长。乐陵市玉米—大豆带状复合种植多为小麦或油菜收获后的夏播套作模式,存在农时紧、任务重、前茬秸秆量大等问题,因此应采用抢墒整地、秸秆还田、少耕免耕的整地策略。前茬作物收获后需及时

清理秸秆。当田间秸秆覆盖厚度超过 3cm 或留茬高度高于 15cm 时,必须进行机械粉碎,必要时打捆移除,防止播种机堵塞。整理后的秸秆长度应控制在 10cm 以内,均匀抛撒。应保持适宜的土壤墒情。夏季小麦收获期常伴随高温干旱,若土壤持水量过高,收获机械会造成表层土壤压实,影响播种。一般田间持水量控制在 75% 以下时,不会显著影响播种质量;若超过 80%,需在播种前浅耙或机械松土,避免板结。推广免耕或少耕技术,既可降低耕作成本,又能保持地表覆盖、减少水分蒸发。高肥力、耕层深厚的地块,可直接采用免耕播种机作业;重茬、土壤紧实度高的田块,需进行浅旋或镇压处理,打破犁底层,提高土壤通气性。

2.4 机械化播种与管理 机械化播种是实现玉米—大豆带状复合种植标准化、规模化生产的核心支撑,通过精量播种、种肥同施、合理密植,保障玉米产能稳定与大豆稳步增产。根据玉米—大豆带状复合种植模式特点,播种机需满足多行配置、带间距匹配、同步施肥的要求。推荐使用 2BF 或 2BMFJ 系列玉米—大豆专用精量播种施肥机,播幅 2.0~2.4m,玉米行距 40cm、株距 8~14cm,播深 4~5cm;大豆行距 20~40cm、株距 7~12cm,播深 3~4cm。对于先玉米后大豆的套作模式,可分 2 次作业。第 1 次在小麦收获后及时播种玉米,精量下种并同步深施底肥;第 2 次在玉米拔节期或抽雄期使用小型播种机补播大豆,大豆种植带与玉米带间距控制在 60~70cm,避免机械碰撞玉米幼苗。播种过程中应保持机具匀速直线前行,播后及时镇压。播种出苗后应及时查苗补苗,确保群体整齐。中期重点关注玉米对大豆的遮荫效应,必要时进行化控调节玉米株高,减轻光竞争。

2.5 水肥管理技术

2.5.1 水分管理 大豆需水高峰期为开花期和鼓粒期,此阶段水分胁迫会导致落花落荚、结实率下降,而土壤过湿则易诱发根腐病等病害。推荐采用滴灌、喷灌等节水灌溉方法,实行“小水勤灌”,开花期及鼓粒期田间持水量保持在 70%~80%,避免渍害。若遇暴雨天气,需及时清沟排水,降低田间湿度,减少病害发生。对于旱地或灌溉条件不足的区域,结合秸秆覆盖保墒与滴灌技术,提高水分利用效率。

2.5.2 肥料管理 遵循“减量、协同、高效、环保”的施肥原则,根据玉米需氮量大、大豆固氮的特性,差

异化配置养分。播种时应满足玉米氮肥需求,但大豆施氮量不宜过高,以免抑制根瘤形成。大豆对磷、钾敏感,底肥中应保证充足供应,可选用 $N-P_2O_5-K_2O$ 比例为14-15-14的复合肥。机械化水平高、土壤肥力较好的地块可采用一次性种肥同播;土壤肥力中等或偏低的地块采用两段式施肥,玉米拔节期结合大豆分枝期追施尿素,大豆鼓粒期适量追施钾肥,提高籽粒饱满度。

2.6 病虫害绿色防控

2.6.1 主要病害防控 镰孢根腐病 大豆镰孢根腐病是由大豆镰孢菌引起的真菌病害,通过土壤传播、种子带菌传播及病残体传播,该病害高发于大豆苗期至开花结荚期,尤其在土壤湿度大、温度 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 时发病严重,主要危害大豆的根系、茎基部和维管束系统。根系受害初期出现红褐色病斑,逐渐扩展至全根,皮层腐烂、主根变黑、侧根大量死亡;随着病情发展,维管束褐变,输导组织受阻。地上部表现为植株矮化、叶片自下而上黄化萎蔫,最终整株死亡。湿润条件下病部可见粉红色或白色霉层。防治该病害采用综合防治策略,以农业防治为主。加强田间管理,清除病残体、深翻土壤,减少田间菌源;合理密植,保持田间通风透光,及时排水降湿。种子处理可用2.5%咯菌腈悬浮种衣剂或50%多菌灵可湿性粉剂拌种。发病初期可施用50%多菌灵可湿性粉剂500~800倍液或70%甲基托布津可湿性粉剂800~1000倍液灌根防治。

炭疽病 大豆炭疽病是大豆炭疽菌造成的真菌性病害,主要通过风雨传播和种子带菌传播,主要危害大豆的茎秆、豆荚和种子。该病害高发于大豆结荚鼓粒期至成熟期,尤其在高温高湿(温度 $28\sim 32^{\circ}\text{C}$,相对湿度85%以上)条件下发病严重。茎秆受害初期形成红褐色椭圆形凹陷病斑,边缘隆起,严重时环绕茎秆导致折断。豆荚受害后,荚面出现圆形至椭圆形深褐色凹陷病斑,表面密生黑色小粒点,严重时病斑连片,导致荚皮开裂,种子外露变黑。种子受害后,种皮上出现不规则的褐色至黑色病斑,影响种子质量和发芽率。在潮湿条件下,病斑表面可见橘红色胶质状分生孢子团。防治措施除前述的清除病残体、种子处理等农业防治方法外,发病初期可喷施80%代森锰锌可湿性粉剂600~800倍液或25%苯醚甲环唑乳油2000~3000倍液进行防治。

锈病 大豆锈病是一种气传性真菌病害,病原菌为大豆锈菌,主要通过风力传播夏孢子,以气孔侵入的方式为害,主要危害大豆叶片。温度 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$ 、叶面持续湿润6~12h为适宜发病条件,在大豆生育中后期发病较重。叶片受害时,初期在叶片背面出现黄绿色小点,随后发展为黄褐色至红褐色的小型夏孢子堆,直径0.2~0.5mm,突破表皮后散出黄褐色粉末状夏孢子。叶片正面对应部位出现黄色小斑点,后期夏孢子堆增多,叶片失绿脱落,影响光合作用。防治措施主要采用化学防治,在发病初期喷施25%丙环唑乳油2000倍液、12.5%烯唑醇可湿性粉剂2000~3000倍液或80%代森锰锌可湿性粉剂600倍液。

病毒病 大豆病毒病是由多种病毒侵染引起的系统性病害,主要病原有大豆花叶病毒(SMV)、苜蓿花叶病毒(AMV)和黄瓜花叶病毒(CMV)等。该病主要通过蚜虫传播、汁液接触传播和种子带毒传播,全株系统侵染,危害大豆的叶片、茎秆和豆荚,在大豆整个生育期均可发生,以苗期至开花期发病较重。叶片受害时出现黄绿相间的花叶或斑驳,叶脉透明,叶片皱缩扭曲,植株矮化;严重时出现黄色环斑、坏死斑等。茎秆受害后可见褐色条纹,节间缩短。豆荚受害时会出现花荚现象,荚壳上出现淡绿色与深绿色相间的条纹或斑块。种子带毒会导致发芽率降低,幼苗出现花叶症状。防治措施以预防为主,选用抗病毒品种;防治蚜虫等传毒昆虫,可喷施10%吡虫啉可湿性粉剂2000倍液或2.5%溴氰菊酯乳油2000倍液;发病初期可喷施8%宁南霉素水剂200倍液或0.5%几丁聚糖水剂500倍液抑制病毒扩展。

2.6.2 主要虫害 点蜂缘蝽 点蜂缘蝽是大豆重要的刺吸式害虫,属半翅目缘蝽科,成虫体长13~16mm,黄褐色至暗褐色,前翅革质部分有明显的白色斑点,触角4节,第2、3节较长。若虫共5龄,初龄若虫橘红色,随龄期增加体色逐渐变深。主要以成虫和若虫为害,成虫和若虫均用刺吸式口器刺入豆荚吸食汁液,被害豆荚出现黑褐色刺吸点,籽粒干瘪变小,严重时形成秕荚。此外,该虫刺吸时还可传播大豆疫霉病等病害。该虫1年发生2~3代,以成虫在杂草丛、土缝等隐蔽处越冬,主要危害期为大豆结荚鼓粒期至成熟期。农业防治主要为清除田边杂草,消灭越冬场所;化学防治可在成虫盛发期和若虫3龄前喷施2.5%溴氰菊酯乳油2000倍液、20%氰戊菊酯乳油

2000~3000 倍液或 40% 毒死蜱乳油 1500 倍液。

豆秆黑潜蝇 豆秆黑潜蝇是大豆主要钻蛀性害虫,属双翅目潜蝇科,成虫体长 2~3mm,黑色有光泽,复眼红褐色。幼虫乳白色,无足,体长 4~5mm。雌成虫在大豆茎秆上产卵,幼虫孵化后钻入茎内取食髓部,形成纵向隧道,被害茎秆中空,外表可见虫孔和粪便,植株生长缓慢,分枝减少,严重时茎秆从被害部位折断或整株枯死。该虫 1 年发生 2~3 代,以蛹在土中越冬,主要危害期为大豆苗期至分枝期。防治措施以农业防治为主,深翻土壤、清除田间杂草和病残体减少虫源;化学防治可在成虫产卵期喷施 48% 毒死蜱乳油 1000 倍液或 2.5% 溴氰菊酯乳油 2000 倍液,幼虫期可用 40% 毒死蜱乳油 1500 倍液灌根处理。

蚜虫 大豆蚜虫主要包括大豆蚜和豆根蚜等,属同翅目蚜科,是大豆重要的刺吸式害虫,主要以成蚜和若蚜聚集在叶背、嫩茎和花序上刺吸汁液为害,同时传播多种病毒病。该虫繁殖力强,在适宜条件下可连续进行孤雌胎生繁殖,主要危害期为大豆苗期至开花期。生物防治主要采取保护瓢虫、食蚜蝇等天敌进行防控;化学防控可在蚜虫发生初期喷施 10% 吡虫啉可湿性粉剂 2000 倍液、25% 噻虫嗪水分散粒剂 5000 倍液或 40% 毒死蜱乳油 1500 倍液。

豆卷叶螟 豆卷叶螟是大豆重要的食叶害虫,属鳞翅目螟蛾科,成虫体长 8~12mm,翅展 18~24mm,前翅黄褐色,后翅灰白色。卵近球形,初产时乳白色,后变淡黄色。幼虫体长 12~16mm,初龄时淡绿色,老熟时绿色带紫色条纹。幼虫具有典型的卷叶习性,将叶片边缘卷成筒状,在卷叶内取食叶肉,形成不规则的缺刻,严重时叶片被食成网状或仅剩叶脉,显著影响大豆光合作用和产量形成。该虫 1 年发生 3~4 代,以老熟幼虫在土中化蛹越冬,主要危害期为大豆生长中后期。物理防治可利用成虫的趋光性,设置频振式杀虫灯诱杀成虫;化学方式可在卵孵化盛期和幼虫 3 龄前喷施 25% 灭幼脲悬浮剂 1500 倍液、20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 4000 倍液或 2.5% 溴氰菊酯乳油 2000 倍液。

3 技术成效与展望

3.1 粮油协同增产与经济效益提升 玉米—大豆带状复合种植模式的核心成效体现在“玉米不减产、大豆稳增收”的粮油协同产出,通过规模化推广形成了显著的经济增量。乐陵市自 2022 年在铁营、丁

坞等多个镇街推广玉米—大豆带状复合种植模式以来,种植规模持续扩大。2022 年全市推广面积达 1113.33hm²,2023 年扩大至 2000hm²,覆盖成方连片 3.33hm² 以上的规模化地块,该模式已逐渐成为区域农业主导生产模式之一。经多点田间测产验证,该模式下玉米产能保持稳定,每 667m² 干粮产量稳定在 500kg 左右,大豆产量达 100~190kg,实现玉米基本不减产、多收一季豆的目标。以乐陵市丁坞镇种粮大户为例,13.33hm² (200 亩)农田采用该模式后,每 667m² 玉米产量维持在 800kg 以上,同时增收大豆,通过大豆固氮作用可减少氮肥施用量 10%~15%,每 667m² 综合收益较传统小麦—玉米两熟制提升 20% 以上,实现“一地双收、节本增效”的经济目标。

3.2 技术集成推广与社会效益凸显 乐陵市组建了 7 支专业化农技服务队,累计开展技术培训 16 场次,覆盖新型农业经营主体负责人、种粮大户等 650 人次,同步开展机械化播种、收割技术现场示范,推动核心技术应用率超 90%。在机械化装备方面,推广 2BF 系列专用精量播种机,并集成北斗导航辅助驾驶系统,实现种植行距误差控制在 ± 2 cm 内,机收损失率降至 5% 以下,显著提升了生产标准化水平。该模式因兼顾产能稳定、资源节约与生态友好,被列为国家大豆振兴计划重点推广技术,其“品种适配、布局优化、农机农艺融合”的技术路径,为黄淮海地区同类生态区粮豆协同发展提供了可复制、可推广的实践范式。

3.3 现存问题与优化改进方向 尽管该模式推广成效显著,但结合乐陵市实际,仍存在部分丘陵地块水浇条件不足、耐阴抗倒伏专用大豆品种覆盖率低和病虫害绿色防控体系尚未完全成熟等问题。针对上述问题,未来需聚焦 3 大改进方向,一是强化区域适应性技术研发,针对丘陵旱地优化“2 行玉米+2 行大豆”简化模式的水肥调控;二是加大耐阴、抗倒伏大豆专用品种(如齐黄 34)的选育与推广力度,提高主推品种覆盖率,并同步改进专用农机适配性;三是完善病虫害绿色防控体系,制定地方标准化防控规程,减少化学农药用量,推动标准化生产。

4 结语

玉米—大豆带状复合种植模式的稳产增效,核心在于构建“品种适配—布局优化—农机农艺融合

(下转第 166 页)

时避开有露水时段,防止种子出现“泥花脸”,影响种子外观品质。在收获、运输、晾晒和精选过程中,严格执行单收、单运、单晾、单选、单储,避免人为或机械混杂。

2 技术推广情况

本技术适用于山东省两熟制夏大豆种植区域及黄淮海地区生态条件相似的两熟制大豆种植区域。为加速技术落地应用,嘉祥县农业技术推广服务中心专门设立大豆良种繁育专题培训班,培训对象覆盖全县大豆良种繁育户和38家制种企业技术负责人,通过集中培训、现场指导等方式,向县内外大豆种子繁育主体系统推广夏大豆良种繁育单产提升技术。2023—2024年该技术已在嘉祥县及汶上、梁山等周边县市区累计推广应用8万 hm^2 ,经实地测产统计,大豆平均增产0.29 t/hm^2 ,累计新增大豆良种1.74万 t ,技术普及率和应用成效显著。

3 技术应用效果

3.1 单产水平显著提升 通过该技术的规模化推广应用,嘉祥县大豆制种产量实现大幅增长,单产水平由2022年的2.69 t/hm^2 提升至2024年的3.01 t/hm^2 ,增产幅度达11.90%,有效破解了当地大豆制种产量提升困难的瓶颈。

3.2 高产典型案例突出 2022年经山东省农业农村厅专家组实打验收,应用该技术繁育的郟豆1号大豆品种,产量达到358.73 $\text{kg}/667\text{m}^2$,位居全国“夏

(上接第163页)

—绿色防控”的集成化技术体系。乐陵市立足本地黄河冲积平原的自然禀赋与生产条件,通过科学筛选耐阴抗逆品种、精准优化田间配置参数、推广精细化整地与机械化精量播种技术、构建水肥协同调控与病虫害绿色防控体系,实现了玉米产能稳定与大豆增量增收的双重目标,同时兼顾了节本增效、土壤培肥、生态保护等多重价值。

该模式不仅落实了国家《大豆振兴计划实施方案》,更形成了一套适配黄淮海地区粮豆复合种植的技术范式与推广路径,其经验对同类生态区具有重要的示范借鉴意义。未来,随着区域适应性技术的持续迭代、专用品种与农机的进一步适配、标准化生产体系的不断完善,玉米—大豆带状复合种植模式将在保障国家粮油供给安全、推动农业绿色可持续

播净作”组第2位、山东省第1位,荣获2022年全国大豆高产竞赛“金豆王”奖励。2023年华豆40品种应用该技术繁育后,产量达347.96 $\text{kg}/667\text{m}^2$,获山东省秋粮作物高产竞赛第3名,同时位列全国大豆“清种夏播”组第4名。2024年10月14日山大5号大豆良种繁育田平均产量301.65 $\text{kg}/667\text{m}^2$,位居山东省秋粮作物高产竞赛第3名,并入选2024年全国大豆“清种夏播”高产典型案例。

3.3 示范基地成效显著 2025年嘉祥县腾飞种业有限公司凭借对该技术的成熟应用,成功入选农业农村部现代农业科技试验示范基地名单。该示范基地位于嘉祥县梁宝寺镇三合村,核心示范山大5号大豆良种繁育技术,示范面积10.67 hm^2 。经理论测产,示范田平均株数达19.152万株/ hm^2 ,平均单株粒数103.2粒,结合该品种审定百粒重25.8 g 计算,理论产量达4.59 t/hm^2 ,为技术的进一步推广提供了坚实的示范支撑。

参考文献

- [1] 刘秀菊,蔡文秀,孙金霞,孙玉强,齐向阳. 济宁市大豆—小麦良种繁育绿色优质高产技术. 中国种业,2025(7):197—200
- [2] 徐冉,李伟,张礼凤,王彩洁,张彦威,戴海英. 夏大豆—三三高产栽培技术的理论基础及其实践应用. 大豆科技,2014(1):25—28
- [3] 屈洋,王元娣,马红战,王可珍,康军科,刘永斌,梁福琴. 关中地区夏大豆机械化收获技术. 现代农业科技,2019(12):141—142

(收稿日期:2025-11-13)

发展、促进农民增收致富等方面发挥更大作用,为我国农业产业转型升级提供坚实的实践支撑。

参考文献

- [1] 史秀丽. 乐陵市“三夏”农机安全监管中存在的问题及对策. 农业知识,2025(3):87—89
- [2] 郑洪林,付玲,王新刚,顾见勋,陈蔡隽,王桂娟. 振兴种业,把中国种留住——如何落实习近平总书记对粮食安全指示的思考. 中国种业,2023(3):11—13,21
- [3] 李娅. 玉米大豆套种发展瓶颈及突破路径研究. 农家科技,2025(6):67—69
- [4] 王伟,刘强,郭世乾,韩梅,任永福,张靖. 河西灌区大豆玉米带状复合种植水肥药一体化技术. 中国种业,2025(1):153—155
- [5] 王贺. 辽宁沈阳大豆玉米带状复合种植技术调研报告. 中国种业,2025(3):1—4,7

(收稿日期:2025-10-30)