

玉米“增密度”提单产集成技术项目在镇巴县的实践与创新探索

刘兴松¹, 刘兴娥^{2*}, 郝超³, 唐必宏², 谭伟⁴, 张建军², 陈永刚⁵

(1. 镇巴县农民科技教育培训中心, 陕西 镇巴 723600; 2. 镇巴县农业技术推广服务中心, 陕西 镇巴 723600; 3. 镇巴县渔渡镇人民政府, 陕西 镇巴 723600; 4. 镇巴县农产品质量安全监测检验中心, 陕西 镇巴 723600; 5. 汉中市农业技术推广与培训中心, 陕西 汉中 723600)

摘要:本研究聚焦镇巴县2024年玉米“增密度”提单产集成技术项目,通过创新“良种+良法+农机”融合模式,实现项目区玉米平均产量6 663 kg/hm²,较非项目区增产5.0%,核心攻关田最高产量达10 099.5 kg/hm²,同步推动化肥减量3.4%、化学农药用量减少1.5%。项目创新构建“五统一”标准化生产体系,研发适配山地地形的农机农艺融合技术,形成可复制的山区玉米高产栽培范式,为全国同类地区农业技术革新提供重要参考。

关键词:玉米;“增密度”提单产;集成技术;项目实施;技术推广;农业现代化

中图分类号:S513

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2026)01-0034-05

Practice and Exploration on Innovation of Corn "Increasing Density to Enhance Yield per Unit Area" Integrated Technology Project in Zhenba

LIU Xingsong¹, LIU Xing'e^{2*}, HAO Chao³, TANG Bihong², TAN Wei⁴, ZHANG Jianjun², CHEN Yonggang⁵

(1. Zhenba County Farmer Science and Technology Education and Training Center, Zhenba 723600; 2. Zhenba County Agricultural Technology Extension Service Center, Zhenba 723600; 3. Yudu Town People's Government, Zhenba 723600; 4. Zhenba County Agricultural Product Quality and Safety Monitoring and Inspection Center, Zhenba 723600; 5. Hanzhong Agricultural Technology Extension and Training Center, Hanzhong 723600, China)

Abstract: This study focuses on the 2024 corn "Increasing Density to Enhance Yield per Unit Area" integrated technology project in Zhenba County. Through the innovative integration of "improved varieties + advanced methods + agricultural machinery", the average yield per hectare in the project area reached 6 663 kg/ha, an increase of 5.0% compared with non-project areas, and the highest yield per hectare in core demonstration fields reached 10 099.5 kg/ha. Meanwhile, the project reduced chemical fertilizer use by 3.4% and chemical pesticide use by 1.5%. By establishing a standardized "Five Unifications" production system and developing agricultural machinery-agronomy integration technologies suitable for mountainous terrains, the project has formed a transferable high-yield cultivation paradigm for mountainous areas, providing significant reference for agricultural technological innovation in similar regions across China.

Key words: Corn; "Increasing Density to Enhance Yield per Unit Area"; Integrated technology; Project implementation; Technology promotion; Agricultural modernization

玉米作为全球三大粮食作物之一,其产量提升对保障粮食安全具有战略意义。近年来,玉米“增密度”提单产集成技术在国内外研究与应用

中取得显著进展。美国通过GPS导航精准密植技术,实现玉米平均增产12%~15%。我国黄淮海地区推广“耐密品种+机械化种植”模式,使玉米单产突破10 500 kg/hm²。然而,现有研究多集中于平原地区,针对山区地形复杂、地块破碎、机械化程度低等特点的适应性技术研究相对匮乏。

镇巴县地处秦巴山区,属北亚热带湿润季风气候,年平均气温13.8℃,无霜期236 d,年降水量1 200 mm左右,境内山地面积占比超90%,地块平

收稿日期:2025-05-23

基金项目:陕西省农业生产发展项目“玉米增密度单产提升集成技术项目”(陕农计财[2023]68号)

作者简介:刘兴松(1979-),高级农艺师,主要从事农民科技教育培训工作。

通信作者:刘兴娥,E-mail: 568673429@qq.com

均面积不足 0.033 hm²。在此特殊地理气候条件下,传统玉米种植存在密度不足、机械化水平低、产量波动大等问题。本项目立足区域特性,探索玉米“增密度”技术的本地化应用路径,对突破山区农业发展瓶颈、推动全国山地农业现代化具有重要示范价值。

1 项目计划任务

1.1 项目背景与资金下达

镇巴县作为秦巴山区农业大县,依托丰富的自然资源与农业基础,于 2024 年初启动玉米“增密度”提单产集成技术项目申报工作。经多轮实地调研、方案论证及专家评审,成功获批 4 333.33 hm²建设任务与 130 万元省级财政配套资金。项目以“科技兴农、藏粮于技”为目标,致力于通过技术集成创新实现玉米产量与质量双提升,推动农业产业转型升级。

1.2 实施内容与布局

项目在全县 12 个玉米主产镇(办)科学布局,综合考虑耕地面积、土壤肥力、灌溉条件及农户积极性等因素分配任务。其中,泾洋街道办依托交通与设施优势承担 400 hm²;渔渡镇、盐场镇凭借传统种植基础各承担 333.33 hm²。

在示范田建设方面,构建“百亩核心攻关田-千亩示范方”梯度示范体系:于黎坝镇、赤南镇建成 16.67 hm²核心攻关田,分别由镇巴县万兴农牧专业合作社与九月天农牧有限公司运营,重点研究高密度种植下的生长特性与施肥优化方案;碾子镇打造 67.4 hm²千亩示范方,验证技术大面积推广可行性。同时,在长岭镇九阵坝村开展 6 个紧凑型玉米新品种对比试验,筛选出登海 605、郑单 958 等 3 个耐密高产良种,集成本地化种植技术体系。

1.3 目标任务及补助标准

项目以粮食生产功能区为核心,遵循“集中连片、规模经营”原则,构建“五统一”标准化生产体系(统一良种供应、技术支持、肥水管理、病虫害防控、机械作业)。目标实现项目区增株数 4 500~7 500 株/hm²,单产提升 10% 以上。通过 300 元/hm²的补助政策,重点支持种子、化肥采购,技术培训与示范推广等环节。镇巴县农技中心统筹项目实施,确保各环节高效推进。

2 项目实施情况

2.1 项目实施进度与成效

项目自 2024 年 3 月启动,便迅速组建了由县农业农村局牵头,镇农综站、合作社、种植大户共

同参与的专项工作组,通过“线上+线下”立体宣传模式,开展政策宣讲会 28 场,发放技术手册 1.2 万份,利用短视频平台发布科普视频 56 条,覆盖农户超 3 万户,极大调动了农民参与积极性。在播种环节,为应对山区地块分散、地形复杂的难题,项目组引入适宜山区的小型播种机 32 台,并组织农机手开展专项培训 15 次,培训人员达 800 余人次。同时,建立“技术指导员包村”制度,每个村配备 1~2 名农技专家,全程指导播种密度、深度控制。如在渔渡镇九家榜村,农技专家根据地块坡度和土壤墒情,将播种密度精确调整为 52 500 株/hm²,确保种子均匀分布,出苗率达 95% 以上。

2024 年 4 月,全县 4 406.67 hm²玉米完成播种,较原计划超额 1.6%。在玉米生长关键期,项目组每月组织 2 次集中技术巡查,利用无人机遥感技术对 12 个镇的玉米长势进行监测,生成生长状况热力图,精准定位生长异常区域。针对发现的问题,及时开展现场培训和一对一指导,累计解决施肥不当、病虫害防治不及时等问题 400 余个。

2024 年 9 月进入收获期,县农业农村局组织由市级专家、县农技推广研究员等 12 人组成的专业测产小组,严格按照《全国粮食高产创建测产验收办法》,采用“五点取样法”,在每个镇随机选取 5~10 个田块,每个田块划定 20 m²标准样方进行测产。结果显示,项目区平均 44 809.5 株/hm²,较非项目区增加 4 930.5 株/hm²,平均产量 6 663 kg/hm²,增产 319.5 kg/hm²(增幅 5.0%)。

核心攻关田与示范方成效尤为突出。黎坝镇春生社区的九月天农牧有限公司 10 hm²攻关田,选用沃玉 3 号品种,采用“种肥同播+无人机追肥”技术,在种植过程中,通过土壤墒情监测系统实时调整灌溉量,精准控制氮磷钾配比。经测产,株数达 62 520.0 株/hm²,平均产量高达 10 099.5 kg/hm²,较周边非项目区增产 45.8%。赤南镇万兴农牧专业合作社的 13.33 hm²攻关田,创新采用宽窄行种植模式,改善田间通风透光条件,密度增加 5 641.5 株/hm²,平均产量 9 379.5 kg/hm²,比示范区外增产 20.3%。碾子镇的 67.4 hm²示范方,通过统一机耕、统一供种、统一病虫害防治,实现规模化生产,株数为 44 670 株/hm²,穗实粒 630 粒,百粒重 34.9 g,平均产量 8 374.5 kg/hm²,较项目区平均产量增产 1 711.5 kg/hm²,比示范区外增产 18.9%,吸引周边 200 余户农户主动学习观摩。

2.2 经济社会效益显著

项目实施带来了显著的综合效益。经济效益

方面,通过化肥减量增效和产量提升,实现“双增收”。经核算,项目区玉米化肥用量从174 kg/hm²降至168 kg/hm²,减少6 kg/hm²,降幅3.4%,节约成本48.75元/hm²;化学农药杀虫剂、杀菌剂、除草剂使用量从1.858 5 kg/hm²降至1.830 0 kg/hm²,减少0.028 5 kg/hm²,降幅1.5%,节约成本18元/hm²。结合产量增加,增收1 650元/hm²,项目区总增效益727.1万元。如巴庙镇种植大户王某,种植玉米3.33 hm²,采用项目技术后,仅化肥农药成本就节约800元,加上增产收益,全年增收6 300元。

社会效益层面,项目构建了“新型经营主体+农户”的示范带动模式。19家经营主体与7家村经济合作社通过土地流转、务工就业、订单收购等方式,带动21 277户农户参与。累计开展技术培训32期,培训农民2 000余人次,培养出一批懂技术、会操作的“田秀才”“土专家”。同时,项目区主推技术普及率达98.2%,群众满意度达99.5%,形成了良好的技术推广氛围,为后续农业技术创新和应用奠定了坚实的群众基础。

3 关键技术集成与效果

3.1 突出主导品种的稳产增产作用

镇巴县在项目实施过程中,高度重视主导品种的筛选和应用。结合本地土壤、气候、种植习惯等多方面因素,制定科学合理的玉米“增密度”提单产集成技术项目的品种布局方案。在机播示范区,主要选用沃玉3号、中金368等紧凑型玉米品种,这些品种具有株型紧凑、耐密性强、抗倒伏等优点,适合机械化播种和高密度种植。在玉米营养钵育苗移栽示范区,以登海605、高玉14022为主推品种,他们在育苗移栽过程中表现出良好的适应性和生长优势。直播玉米区域则以冠玉1129、郑单958、延科368等高抗耐密品种为主推品种,能够适应直播环境下的各种挑战。通过严格的品种筛选和布局,主推品种在项目区应用占比达到99.5%以上,有效保障了玉米的稳产增产。如在三元镇的种植区域中,主推品种郑单958的种植面积占比达到98%,当年该区域玉米产量同比增长了12%。

3.2 集中关键技术攻关

明确玉米“增密度”提单产项目区平均种植密度要较一般大田增加4 500~7 500株/hm²的关键指标,具体要求春玉米52 500~60 000株/hm²,夏玉米45 000~52 500株/hm²。在播种时间上,严格把控春播不迟于4月15日,夏播应在6月10日之前完成播种。春播过早可能遭遇低温冻害,过晚则会

影响玉米的生长周期和产量;夏播时间的把控则关系到玉米能否在霜期来临前正常成熟。采用先进的播种机、播种器进行精量播种(1~2粒/穴),有效提高播种质量和群体整齐度,确保实现苗全、苗齐、苗匀、苗壮。在施肥策略上,遵循“施足底肥、轻施苗肥、重施攻穗肥、巧施花粒肥”的原则。选用长效缓释肥料,采用种肥同播技术,严格控制施肥量和施肥深度,保证用肥前后不烧苗烧根,中期营养充足,后期不脱肥。如在兴隆镇的示范田,通过采用种肥同播技术,肥料利用率提高了18%,玉米产量提高了13%。同时,在播种后及时喷施封闭除草剂,苗期(3~5叶期)及时喷施玉米专用除草剂,有效控制杂草生长,减少杂草与玉米争夺养分、水分和阳光。

3.3 扩大玉米机直播技术应用

为提高玉米种植效率和质量,镇巴县积极鼓励玉米种植大户、家庭农场、农民专业合作社开展玉米集中营养钵育苗、代播服务。对项目区相关主体除完成自己机播任务外,对实施代育代播服务的给予一定补助,通过政策引导和资金支持,有效扩大机直播技术应用面积。今年,在平安镇、三元镇等各镇示范区,共推广玉米机播作业1 690.67 hm²,营养钵育苗移栽2 714.4 hm²。推广过程中,镇巴县农技中心组织农机手进行技术培训,提高他们的操作技能和维修保养能力。同时,引进先进的玉米播种机和育苗设备,如精量播种机、自动育苗生产线等,提高作业效率和质量。如在平安镇的种植大户李某,通过采用玉米机直播技术,不仅节省了人力成本,还提高了播种效率和质量,玉米产量也得到了显著提高。

3.4 做好玉米“增密度”试验

在三元镇茶和村(镇巴县兴欣食用菌种植专业合作社)开展严谨的玉米“增密度”试验。该试验田土质为砂壤土,经度107°44',纬度32°28',海拔695.4 m,地势平坦,前茬作物为莴笋。采用随机区组设计,不设重复,小区面积40 m²,6行区,小区株距23 cm,行距70 cm,单行40穴,小区240穴,成穗株数60 000株/hm²,走道宽度1 m,试验田四周设保护行。通过对不同玉米品种的种植试验,得出在相同的密度下,中农大691平均产量11 143.5 kg/hm²,产量最高,其次是金园15平均产量是10 009.5 kg/hm²,同丰73平均产量8 871.0 kg/hm²。这些试验数据为玉米品种的选择提供了科学依据,也为后续的品种推广和种植技术优化奠定了基础。

3.5 推动化肥减量及病虫绿色防控

大力推广化肥减量增效行动。通过增加有机肥施用面积,优化氮磷钾配比,提高土壤肥力。例如,在长岭镇的示范村,通过推广有机肥替代化肥,土壤有机质含量提高了1.2%,玉米产量提高了10%。推进农机农艺融合,推广机械施肥、种肥同播、水肥一体化等技术,有效提高化肥利用效率。开展有机肥替代减量,推进过腹还田、畜禽粪便资源化利用,种植绿肥,用有机肥替代部分化肥。依托种粮大户等新型经营主体,创建化肥减量增效示范区,带动科学施肥技术推广应用,玉米测土配方施肥技术覆盖率稳定在90%以上。

在做好病虫监测及绿色防控方面,以晚播夏玉米种植田为重点,在全县分东、中、西3片设置监测点12个,安装虫情测报灯3盏、性诱捕器210套,出动专业技术人员50余人次,普查田块300块次,群众参与500余人次,做到专业测报与群众自查相结合,灯下监测与性诱剂诱捕监测相结合,系统调查与大田普查相结合。如在病虫害高发期,通过虫情测报灯和性诱捕器及时发现草地贪夜蛾的成虫,提前发布预警信息,组织农户进行防治,有效控制了病虫害的蔓延,保障了玉米的生长安全。

4 改进策略

4.1 技术推广优化

4.1.1 分层分类精准指导

依据不同地形地貌特征,如山地、平坝、丘陵等,深度剖析各区域的农业生产条件差异,制定高度适配的技术推广方案。针对山地农户,考虑到其地块分散、坡度较大等特点,除提供小型农机适配技术培训外,还应开展田间道路规划与农机安全操作培训,确保农机在山地环境下高效、安全运行。对于易干旱地区农户,不仅要讲解节水灌溉与增密种植结合技术,还需引入智能化节水灌溉设备的使用培训,如滴灌、微喷灌系统的安装与维护,以及耐旱玉米品种的特性与种植要点,帮助农户更好地应对干旱挑战。

4.1.2 线上线下协同推进

搭建功能完备的线上农业技术服务平台,除常见问题解答、技术资料下载外,定期邀请农业专家开展直播讲座,直播内容涵盖种植技术、病虫害防治、市场动态等多个方面,并设置实时互动环节,及时解答农户疑问。同时,利用短视频功能,制作简洁易懂的技术科普视频,方便农户随时学习。在线下,增加现场示范活动频次,在

不同农时、不同区域开展示范,覆盖更多农户。每次示范活动后,组织农户交流分享,收集反馈意见,不断优化示范内容与方式。

4.2 项目管理强化

4.2.1 全程数字化精细监管

运用农业大数据和物联网技术,构建项目全流程数字化监管体系。在田间部署传感器,实时采集土壤墒情、肥力、温湿度等数据,通过智能分析,精准指导灌溉、施肥作业。利用无人机巡查,监测病虫害发生情况,一旦发现异常,及时预警并提供防治方案。同时,建立项目进度跟踪系统,对播种、田间管理、收获等关键环节进行实时监控,确保项目按计划推进。

4.2.2 资金绩效全面评估

建立科学合理的资金使用绩效评估体系,从资金投入产出比、玉米产量提升效果、技术推广覆盖范围等多个维度进行评估。定期对资金使用情况进行审计,确保补助资金专款专用,切实用于提升玉米产量和技术推广。对于资金使用效率高、项目成效显著的主体,给予额外奖励,如资金补贴、荣誉表彰等,激励更多主体提高资金使用效益。

4.3 农户合作深化

4.3.1 合作组织共建共享

积极鼓励农户成立玉米种植专业合作社,为合作组织提供政策咨询、业务指导等服务。合作组织通过统一采购农资,与供应商建立长期合作关系,降低采购成本;统一销售产品,打造品牌,提高市场议价能力。同时,组织内部开展技术交流与互助,提升整体种植水平。

4.3.2 风险共担机制构建

与保险公司深度合作,开发针对性强的玉米增密度种植农业保险产品。根据不同区域的风险特点,制定差异化的保险方案,涵盖自然灾害、病虫害、市场价格波动等风险。政府给予一定的保费补贴,降低农户参保成本,增强农户抵御风险的能力,保障其种植收益。

5 发展规划

5.1 技术创新引领发展

持续优化现有技术体系,通过改进种植技术、优化施肥方案等措施,确保玉米产量稳定提升75~120 kg/hm²,化肥利用率再提高5%。将示范田、示范方面积扩大50%,覆盖更多镇办,打造至少5个示范样板村,发挥示范引领作用。加强与科研院校合作,共建产学研合作基地,开展玉米

新品种选育、新型种植技术研发。利用先进技术,培育适应本地气候、土壤条件的高产、耐密、抗逆性强的玉米新品种,为玉米产业发展提供技术支撑。

5.2 产业融合绿色发展

大力发展玉米初加工产业,如玉米青贮饲料加工、玉米淀粉加工等,延伸产业链,提高产品附加值,带动农民增收。构建集玉米种植、加工、销售、农业服务为一体的产业集群,吸引相关企业入驻,形成完整的产业生态^[7-9]。加强产业集群内企业间的合作与协同创新,提高产业整体竞争力。全面推广绿色农业技术,如生物防治病虫害、秸秆还田、绿色施肥等,实现农业废弃物零排放,打造绿色、生态、可持续的玉米产业发展模式^[10-11]。

参考文献:

- [1] 郭海斌,张军刚,王文文,等.深松耕作对夏玉米增密增产的调控机制[J].江苏农业科学,2023,51(9):88-96.
GUO H B, ZHANG J G, WANG W W, et al. Regulation mechanism of subsolling tillage on density increase and yield enhancement of summer maize[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2023, 51(9): 88-96. (in Chinese)
- [2] 李少昆,王克如,谢瑞芝,等.实施密植高产机械化生产实现玉米高产高效协同[J].作物杂志,2016(4):1-7.
LI S K, WANG K R, XIE R Z, et al. Achieving high yield and high efficiency synergy in maize through dense planting and mechanized production[J]. Crops, 2016(4): 1-7. (in Chinese)
- [3] 赵久然,严建兵.玉米密植高产精准调控技术[J].生物技术通报,2023,39(10):1-11.
ZHAO J R, YAN J B. Precision regulation techniques for high-density and high-yield maize cultivation[J]. Biotechnology Bulletin, 2023, 39(10): 1-11. (in Chinese)
- [4] 刘克荣,李劲松,郑守贵,等.玉米宽行双株增密高产栽培技术试验示范[J].农业网络信息,2016(6):134-138.
LIU K R, LI J S, ZHENG S G, et al. Experiment and demonstration of high-yield cultivation technology with wide-row and double-plant density increase in maize[J]. Agricultural Network Information, 2016(6): 134-138. (in Chinese)
- [5] 明博,李少昆,王克如,等.玉米密植精准调控技术的研究与应用进展[J].中国农业科学,2024,57(11):2151-2165.
MING B, LI S K, WANG K R, et al. Research and application progress of precision regulation techniques for dense planting of maize[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2024, 57(11): 2151-2165. (in Chinese)
- [6] 李潮海,刘天学,王群,等.种植密度对玉米产量及产量构成因素的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(3):143-148.
LI C H, LIU T X, WANG Q, et al. Effects of planting density on maize yield and its components[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2005, 23(3): 143-148. (in Chinese)
- [7] 李少昆,王克如,谢瑞芝,等.玉米密植高产数字调控技术集成与应用分析[J].东北农业科学,2024,49(3):1-6.
LI S K, WANG K R, XIE R Z, et al. Integration and application analysis of digital regulation technology for high-yield and dense planting of maize[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2024, 49(3): 1-6. (in Chinese)
- [8] 王永军,王立春,边少锋,等.东北春玉米密植精准调控高产技术模式研究[J].东北农业科学,2023,48(5):22-27.
WANG Y J, WANG L C, BIAN S F, et al. Study on high-yield technical model of precise regulation for close planting of spring maize in northeast China[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2023, 48(5): 22-27. (in Chinese)
- [9] 张前进,鲁晓民,魏昕,等.不同密度对玉米‘郑单2098’产量及构成因素的影响[J].东北农业科学,2022,47(2):45-49.
ZHANG Q J, LU X M, WEI X, et al. Effects of different densities on yield and its components of maize ‘Zhengdan 2098’[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2022, 47(2): 45-49. (in Chinese)
- [10] 刘洋,栗岩峰,李久生,等.东北半湿润区膜下滴灌对农田水热和玉米产量的影响[J].东北农业科学,2021,46(4):93-104.
LIU Y, LI Y F, LI J S, et al. Effects of drip irrigation under plastic film on farmland water-heat and maize yield in Semi-humid area of northeast China[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2021, 46(4): 93-104. (in Chinese)
- [11] 杨德光,李艳华,张宝石,等.黑龙江湿润区春玉米全程机械化丰产增效技术体系集成与示范[J].东北农业科学,2023,48(6):19-24.
YANG D G, LI Y H, ZHANG B S, et al. Integration and demonstration of full mechanization high-yield and efficiency technical system for spring maize in humid area of Heilongjiang[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2023, 48(6): 19-24. (in Chinese)

(责任编辑:朴红梅)