

玉米密植高产栽培技术优化研究

张衍伟

山东省东平县沙河店镇农村财务委托代理服务中心，山东省泰安市，271508；

摘要：本文针对玉米密植高产栽培中品种与环境适配性要求高、栽培管理技术严苛等难点，通过构建品种耐密性量化评价体系（含光能利用效率临界值计算、茎秆力学特性测定）、设计多密度梯度表型筛选试验，结合宽窄行立体种植模式优化（行距配置、空间调控）及测土配方精准肥水管理技术，形成了涵盖品种筛选、种植配置与肥水调控的综合优化策略，为提升密植栽培效率提供了系统性解决路径。

关键词：玉米密植；高产栽培；技术优化

DOI：10.64216/3080-1486.25.08.011

引言

玉米密植是实现高产的重要途径，但生产中常因品种耐密抗倒性不足、区域环境适配性差，以及种植密度与管理技术不匹配等问题制约效果。当前生产者在品种选择上缺乏量化标准，传统种植模式亦难以平衡群体光能利用与个体发育需求。基于此，本文聚焦密植栽培的核心痛点，从技术优化角度探索品种筛选、种植模式及肥水管理的改进方向，以期破解实践瓶颈。

1 玉米密植高产栽培的难点

1.1 品种与环境适配性要求高

玉米密植高产栽培对品种和环境适应性要求较高，密植需选择叶片上冲、植株紧凑的品种以减少植株间相互遮挡从而提高光能利用率，但植株选取往往需要进行多方面的论证，且受区域环境气候条件影响，生产者需要选择不同的植株来做好适应性调控。其次，玉米密植高产栽培也面临环境适应性挑战，土壤条件、气候因素的区域化差异都会对植株的生长发育产生影响。

1.2 栽培管理技术要求严格

玉米密植高产栽培对管理技术要求相对较高，需做好精准播种与群体控制，对播种质量、密度设计有着较高的要求；同时也需要推动水肥一体化管理，对基肥、追肥、叶面肥、灌溉技术、病害防控进行严格把关以提高控制水平，这对农业生产者的技术要求相对较高。

2 玉米密植高产栽培技术优化策略

2.1 耐密抗倒品种精准筛选技术

2.1.1 建立起品种耐密性量化评价体系

玉米密植高产栽培需做好品种筛选，尤其是对耐密抗倒品种的筛选，相关单位可结合品种表现建立与分子标记辅助选择技术相适配的系统化筛选流程。其中，可建立起品种耐密性量化评价体系，通过测定不同密度条件下植株叶面积指数、光合势、干物质积累量等生理指标，结合群体冠层结构的光分布模拟模型计算品种的光能利用效率临界值，以此来确定其耐密性等级；同时，针对抗倒能力，可同步开展茎秆力学特性测定，采用三点弯曲试验法获取茎秆断裂强度、弹性模量等参数，并分析茎秆化学成分如木质素、纤维素含量与抗倒性的相关性，构建基于多参数的抗倒性指标，为品种抗倒性评价提供量化依据。

华北平原某玉米主产区的农业技术推广站联合当地农业科学院，针对区域内玉米密植需求开展耐密抗倒品种筛选工作，通过系统化技术应用形成可复制的操作范式。在建立品种耐密性量化评价体系方面，该团队选取了当地种植历史较长的12个玉米品种作为研究对象，在试验田内设置每亩5000株、6000株、7000株三个密度梯度，每个梯度重复3次以确保数据可靠性。他们在玉米拔节期、灌浆期、成熟期三个关键生育阶段，采用便携式叶面积仪测定各品种的叶面积指数，其中品种甲在5000株密度下拔节期叶面积指数为3.2，灌浆期升至4.8，成熟期降至3.5，而品种乙在相同密度下对应时期的叶面积指数分别为2.9、4.1、2.8；同时使用光合仪连续监测光合势变化，计算得出品种甲的光能利用效率临界值为68%，品种乙则为59%，据此将品种甲初步判定为中耐密品种，品种乙为低耐密品种。针对抗倒能力评价，团队采用万能材料试验机对成熟期茎秆进行三点

弯曲试验,测得品种丙的茎秆断裂强度为 850N,弹性模量为 2.5GPa,其茎秆木质素含量为 18.3%,纤维素含量为 32.6%,而品种丁的茎秆断裂强度仅为 620N,弹性模量 1.8GPa,木质素和纤维素含量分别为 14.5%和 28.7%,通过相关性分析发现,该地区玉米品种的茎秆断裂强度与木质素含量的相关系数达 0.72,由此构建了包含断裂强度、木质素含量等参数的抗倒性综合指标,将品种丙划定为高抗倒类型,品种丁为中抗倒类型。

2.1.2 表型筛选

而在表型筛选环节,则需要设计多密度梯度试验,如每亩 5000 株、6000 株、7000 株,在关键生育期动态监测植株形态特征,重点记录植株高度、穗位高、叶夹角等性状变化规律,通过方差分析与聚类分析划分品种耐密性类型;同时采用高光谱成像技术非破坏性获取茎秆组织结构信息,并结合机器学习算法建立茎秆解剖特征与抗倒性关联模型,实现表型与内在抗倒机制的精准对接,避免单一表型指标筛选的局限。

例如,上述团队延续上述密度梯度设计,在玉米整个生育期内每周测量一次植株高度、穗位高、叶夹角等形态指标。数据显示,品种戊在 5000 株密度下株高为 260cm,穗位高 110cm,叶夹角 35° ,在 7000 株密度下株高增至 275cm,穗位高升至 125cm,叶夹角缩小至 28° ,而品种己在 5000 株密度下株高 250cm,穗位高 100cm,叶夹角 40° ,在 7000 株密度下株高降至 240cm,穗位高 95cm,叶夹角缩小至 30° ;通过方差分析发现,品种戊的株高、穗位高在不同密度间的差异达到显著水平 ($P<0.05$),品种己则差异不显著 ($P>0.05$),结合聚类分析将品种戊归为密度敏感型,品种己归为密度稳健型。同时,团队引入高光谱成像系统,在灌浆期对所有品种的茎秆进行扫描,获取茎秆表皮厚度、维管束数量等组织结构信息,通过随机森林算法建立预测模型,发现品种庚的茎秆维管束数量与抗倒性指标的拟合度达 0.83,而品种辛的拟合度仅为 0.61,这一结果有效弥补了仅通过株高、穗位高等表型指标筛选的局限性,为最终筛选出既耐密又抗倒的品种壬和品种癸提供了多维度依据。

2.2 宽窄行立体种植模式优化技术

在完成前期植株筛选评价之后,种植者应引进宽窄行立体种植模式优化体系,以光能高效利用与群体通风透光改善为核心,通过行距配置与空间布局的精准调控实现冠层结构的动态优化;这一环节可基于品种植株特

征和目标密度确定基础行距参数。

2.2.1 优化配置

其中可采取宽行 80~90cm+窄行 40~50cm 的配置方案,窄行作为通风透光带和机械作业通道,宽行作为植株密集生长区,通过扩大宽行比例降低边际效应损失,同时利用窄行密植提高群体光截获量。而对于行距调整,则需结合土壤肥力梯度,在肥力较高区域适当缩小窄行间距以增加密度,在肥力较低地块扩大宽行间距以保证个体发育空间,避免因资源竞争导致倒伏或空秆。

例如,在优化配置环节,某产区根据土壤有机质含量(平均 2.8%)和目标密度(每亩 6500 株),确定宽行 85cm+窄行 45cm 的基础参数;宽行区域种植耐密品种,窄行作为通风带与机械通道,其中宽行占比达 65%以减少边际效应,窄行通过缩小间距使单位面积株数较等行距种植增加 12%。他们按土壤肥力梯度划分三个管理区:高肥力区(碱解氮含量 120mg/kg 以上)将窄行缩至 40cm,密度提升至每亩 6800 株;中肥力区(碱解氮 80~120mg/kg)保持原参数;低肥力区(碱解氮 80mg/kg 以下)将宽行扩至 90cm,密度降至每亩 6000 株,通过差异化配置避免弱苗与空秆现象。

2.2.2 立体种植的空间优化

立体种植的空间优化需要通过植株垂直分布调控来实现冠层光分布均衡化,这些环节可在播种中采用高低位错播技术,即窄行内相邻两株玉米的播种深度相差 2~3cm,促使根系在垂直方向分层生长以减少地上部位竞争,且在苗期至拔节期通过化控技术控制基部节间增长以降低植株重心高度。同时结合中耕培土促进气生根发育以增强茎秆抗倒能力,而在抽雄期前对宽行内进行一次轻度去雄以减少植株间养分消耗并改善冠层通风条件,避免因湿度过高引发病害;通过以上举措构建上层叶片舒展、中层叶片紧凑、下层叶片通透的立体冠层结构,使光合有效辐射在群体内部的分布均匀度提升 15%~20%。

例如,上述产业基地播种时采用高低位错位法,窄行内相邻植株播种深度分别为 5cm 和 7cm,促使根系在 10~20cm 土层形成分层分布,较常规播种减少 30%的根系交叉竞争;苗期至拔节期喷施 30%胺鲜酯·乙烯利乳油(每亩用量 30ml),控制基部 1~3 节间长度,使植株重心高度降低 15cm,其中耐密品种的基部节间粗度增加至 2.8cm。中耕培土需结合墒情进行,在拔节期培土高度达 10cm,促进气生根数量增至 8~10 条/株,根冠比提高 0.2;抽雄期前对宽行内植株实施 30%去雄率,保留健壮

雄穗,既减少每亩1.2kg的养分消耗,又使冠层通风量增加25%,相对湿度降低8个百分点,有效抑制大斑病孢子萌发。

2.2.3 模式优化

对于模式优化,还应引进配套管理机制强化水肥协同与病虫害动态防控,水分管理方面可采用宽窄行分带灌溉技术,在宽行铺设滴灌带实现精准供水,在窄行通过侧深施肥提高肥料利用率,避免传统漫灌导致养分淋失或群体湿度过高;病虫害防控则需结合冠层微气候监测数据,在宽行悬挂黄色粘虫板监控蚜虫迁飞动态,在窄行安装性诱剂诱捕玉米螟成虫,同时利用无人机定期喷施农药防控叶斑病,以此来实现一体化管控。

例如,宽行铺设单翼迷宫式滴灌带(滴头间距30cm),设置土壤墒情传感器,当0~40cm土层含水量低于田间持水量60%时启动灌溉,每亩单次灌水量控制在25m³,较漫灌节水40%;窄行采用侧深施肥机(施肥深度12cm,距植株8cm),基肥施用45%(15-15-15)复合肥每亩35kg,大喇叭口期追施尿素每亩20kg,肥料利用率提升至38%。病虫害防控构建“监测-诱控-喷施”体系:宽行每30亩悬挂1块黄色粘虫板(25cm×40cm),当蚜虫诱捕量达20头/板时预警;窄行每50亩设置1个玉米螟性诱剂诱捕器,诱捕半径15m;无人机喷施选用25%吡唑醚菌酯乳油(每亩用量40ml)防治叶斑病,结合冠层温湿度数据(日均温25℃以上、湿度≥80%时)确定施药窗口期,使防治效果达85%以上。通过这套体系,该产区玉米群体的光合有效辐射分布均匀度提升18%,亩产较传统种植增加120kg。

2.3 测土配方精准肥水管理技术

2.3.1 施肥控制

测土配方精准施肥管理是实现玉米高效生长发育的关键,相关单位需通过网格化采样测定土壤基础肥力指标,包括有机质含量、有效态养分以及pH值,之后可结合土壤质地分类和田间持水量数据建立起区域土壤养分数据库。基于此,根据目标产量和品种需肥特性采用养分平衡法计算总施肥量,其中氮肥按基肥40%+拔节期追肥30%+大喇叭口期追肥30%分阶段使用。而磷钾肥作为基肥一次性施用,深度需控制在15~20cm,避免表层养分固定或流失,确保养分供应与作物需求时空同步。

2.3.2 水分管理

在完成施肥管控之后,便需要做好精准的水分管理,

这些环节,相关单位需基于土壤水分动态监测与玉米植株蒸腾模型进行耦合调控。其中,可在田间安装时域反射仪或张力计实施监测根层土壤含水量,并结合玉米不同生育期需水规律,如播种至初苗期保持田间持水量60%~70%,拔节至抽雄期维持75%~85%,灌浆期降低至70%~75%,来制定灌溉决策阈值。

灌溉方式优先采用滴灌或渗灌,通过压力补偿滴头实现每株玉米均匀供水,避免传统漫灌导致土壤板结或养分流失;在干旱或半干旱地区则需同步实施覆盖保墒技术,结合地膜或秸秆覆盖减少地表蒸发量的30%到40%,再通过叶面喷施抗蒸腾剂来降低植株蒸腾速率,提升水分利用率。

2.3.3 水肥协同

相关单位也需要做好水肥协同工作,引进智能化设备与数据化平台实现一体化管理,可在田间部署物联网传感器集成土壤温湿度、电导率、气象数据,通过边缘计算节点实时分析水分需求强度,驱动变量施肥机和智能灌溉系统自动调整参数。例如,当土壤EC值超过阈值时,系统自动暂停施肥并启动纯水冲洗程序以防止盐分累积;同时利用数字孪生技术构建虚拟田块模型模拟不同肥水组合对群体生长的影响,优化决策方案。

3 结束语

总体来说,玉米密植高产栽培的技术优化需建立在品种特性、环境条件与管理措施的协同适配之上。通过量化评价与精准筛选实现品种与区域环境的动态匹配,结合立体种植与智能肥水管理构建“品种-空间-资源”协同体系,不仅能突破单环节技术局限,更揭示了集约化农业中“精准匹配”的核心规律,为相似作物密植技术创新提供了方法论借鉴。

参考文献

- [1]王党党,张红亮,吴爱茹,等.西安市玉米密植高产机械化播种技术试验[J].农机科技推广,2025,(07):35-37.
- [2]吴希花.玉米密植高产技术集成研究与推广应用[J].种子科技,2025,43(13):74-76.
- [3]李期佳.乌当区山地玉米密植高产全程机械化技术的应用障碍与应用策略[J].棉花科学,2025,47(06):122-124.
- [4]韩玮.玉米密植高产全程机械化关键技术集成[J].粮油与饲料科技,2025,(11):186-188.