

北方春玉米密植栽培技术集成与高产提质协同机制研究

崔著梅

安图县农业技术推广总站

DOI:10.32629/as.v9i2.3699

[摘要] 玉米作为我国北方春播区最重要的粮食和饲料作物,其产能提升对于保障国家粮食安全具有战略意义。密植是实现玉米高产突破的关键途径,但单纯的增密常导致植株个体竞争加剧、倒伏风险增加、空秆率上升、品质下降等问题。因此,探索密植条件下的技术集成与高产提质协同机制成为现代玉米研究的核心议题。本文系统综述了北方春玉米区密植栽培的关键技术环节,包括耐密品种选育、土壤耕层构建、精准水肥调控、绿色植保与化控、机械化精准播种与收获等技术的集成模式;进而从群体光能高效利用、冠层结构优化、根系时空分布协同、源-库-流关系平衡以及抗逆性增强等角度,深入剖析了密植条件下实现高产与提质协同的生理生态机制。最后,针对当前研究中存在的不足,展望了未来应聚焦于智能化精准管理、碳氮代谢协同调控、土壤-微生物-作物互作以及全产业链视角下的品质形成等研究方向,以期为北方春玉米产业可持续高质量发展提供理论依据和技术支撑。

[关键词] 春玉米; 密植栽培; 技术集成; 高产; 协同机制

中图分类号: S513 文献标识码: A

Research on Integrated Cultivation Technology for Dense Planting of Spring Corn in Northern Regions and the Synergistic Mechanism for High Yield and Quality Enhancement

Zhumei Cui

AnTu County Agricultural Technology Extension Station

[Abstract] Corn is the most important food and feed crop in the northern spring planting areas of China, and its yield improvement is of strategic significance for ensuring national food security. Dense planting is a key approach to achieving high-yield breakthroughs in corn. However, simply increasing the density often leads to intensified individual plant competition, increased risk of lodging, higher empty stem rate, and decreased quality. Therefore, exploring the integrated technology and synergistic mechanism for high yield and quality enhancement under dense planting conditions has become a core issue in modern corn research. This paper systematically reviews the key technical links of dense planting cultivation in the northern spring corn area, including the selection of dense-tolerant varieties, soil tillage layer construction, precise water and fertilizer regulation, green pest control and chemical control, mechanized precise sowing and harvesting, etc. The integrated model of these technologies; then, from the perspectives of efficient utilization of group photosynthetic energy, optimized canopy structure, coordinated spatial distribution of roots, balance of source-sink-flow relationships, and enhanced adaptability, it deeply analyzes the physiological and ecological mechanisms for achieving high yield and quality enhancement in dense planting conditions. Finally, in view of the existing deficiencies in current research, it looks forward to focusing on intelligent precise management, coordinated regulation of carbon and nitrogen metabolism, soil-microbe-crop interaction, and the perspective of the entire industrial chain on quality formation, in order to provide theoretical basis and technical support for the sustainable high-quality development of the northern spring corn industry.

[Key words] Spring corn; Dense planting cultivation; Technology integration; High yield; Synergistic mechanism

引言

北方春玉米区主要包括东北、华北北部及西北部分地区,

是我国玉米的“黄金带”,其产量占全国玉米总产量的40%以上,在国家粮食安全格局中地位举足轻重。长期以来,增加种植密度

是全球玉米单产持续增长的首要贡献因子。然而,密度提升存在一个临界阈值,超过此阈值后,群体内个体间对光、水、养分的竞争趋于白热化,导致群体与个体的矛盾激化,表现为后期早衰、倒伏倒折、病虫加重、籽粒脱水慢、淀粉和蛋白质积累效率降低等一系列问题,即“增密不增产、增产不提质”的困境。

因此,现代玉米生产已从追求单一高产转向“高产、优质、高效、生态、安全”的综合目标。密植栽培不再是一个孤立的农艺措施,而是一个需要多技术、多环节协同匹配的系统工程。所谓“技术集成”,是指将耐密品种、精准播种、土壤改良、水肥一体化、绿色防控、机械收获等单项技术进行优化组装,形成一个整体解决方案。而“协同机制”则是指在集成技术支撑下,玉米群体通过内部生理生态过程的自我调节与优化,实现高产潜力挖掘与籽粒品质提升的同步达成。本文旨在系统梳理北方春玉米密植栽培的技术集成现状,并从生理生态层面揭示高产与提质协同的内在机制,以期为该领域的深入研究与生产实践提供参考。

1 北方春玉米密植栽培关键技术集成

密植高产优质的实现,依赖于一个环环相扣的技术链条。以下关键技术的集成应用是破解增密困境的基础。

1.1 耐密抗逆品种的选育与选用

耐密品种是技术集成的核心与起点。现代耐密品种应具备以下特征:株型紧凑、清秀(上部叶片上冲、中下部叶片平展)、穗位适中、茎秆坚韧、根系发达、抗倒伏能力强。更重要的是,需具备良好的“耐密抗逆性”,即在高密度胁迫下仍能保持较高的单株生产力、较强的抗病虫害(尤其是叶斑病、茎腐病)能力和较低的“空秆率”。当前,如迪卡G2159、G2119等新一代耐密品种的推广,为密植奠定了遗传基础。这些品种不仅具备紧凑株型、茎秆坚韧、抗倒伏等特征,更集成了高产、多抗、脱水快、宜机收等现代生产所需的综合优势。

1.2 土壤耕层构建与地力培育

“根深才能叶茂”,密植群体对土壤水、肥、气、热的供应能力提出更高要求。关键技术包括:(1)深松与保护性耕作结合:通过周期性深松打破犁底层,增加土壤蓄水保墒能力,结合秸秆还田覆盖,改善土壤结构,提升有机质。(2)增施有机肥与化肥精准配施:大幅增加有机肥投入,培肥地力,同时根据土壤化验和产量目标,实施氮磷钾及中微量元素(如锌、硼)的平衡施肥,为密植群体提供持续均衡的养分供应。(3)高肥力土壤创建:通过综合措施将土壤有机质含量提升至较高水平,构建“海绵田”,缓冲密植带来的胁迫。

1.3 精准播种与群体起点调控

“七分种,三分管”,精准播种是构建高质量群体的第一关。集成技术包括:(1)适时早播:在土壤5-10厘米地温稳定通过10℃时抢墒播种,延长生育期。(2)单粒精播:采用高质量包衣种子,实现单粒精准播种,确保苗齐、苗全、苗匀、苗壮,减少间苗成本与株间竞争。(3)合理密植配置:根据品种特性、地力水平确定最佳密度范围(一般由传统每公顷6-7万株增至8-10万株),

并推广宽窄行(如80cm+40cm)或等行距密植种植模式,改善行间通风透光条件。

1.4 水肥一体化精准调控

密植条件下,水肥需求总量增加且时空分布要求更精确。水肥一体化技术是协同解决水肥供应矛盾的关键。通过滴灌或浅埋滴灌系统,在玉米需肥关键期(拔节、大喇叭口、抽雄吐丝、灌浆)进行少量多次的水肥同步供应。特别注重花粒期水肥的持续供应,防止后期脱肥脱水导致的早衰和粒重下降,这是实现密植高产优质的核心管理环节。

1.5 病虫害绿色综合防控与化学调控

密度增加改变了田间小气候,易导致病虫害加重。需集成抗病品种、种子包衣、生物防治、生态调控与科学用药于一体的绿色防控体系。同时,化控技术(如喷施乙烯利、胺鲜酯等植物生长调节剂)在预防倒伏、降低株高和穗位、塑造理想冠层方面作用显著,但必须掌握“看天看地看苗”的原则,精准施用。

1.6 全程机械化与籽粒直收

密植栽培必须与机械化适配。从精量播种、中耕施肥、植保化控到机械收获,都需要与之配套的农机装备。可以加入迪卡品种作为例子,特别是籽粒低破碎率机械直收技术的推广,要求品种具备脱水快、抗倒伏、穗位整齐的特性。以迪卡G2159、迪卡159等为代表的品种,正是针对宜机收特性进行选育,有效支撑了全程机械化的发展。

2 密植条件下高产与提质协同的生理生态机制

技术集成的外在措施,必须通过作物内在的生理生态过程发挥作用。实现高产与提质的协同,本质上是优化以下机制:

2.1 光能截获与利用效率的协同提升

高产的基础是更高的生物产量,其根本来源是光合作用。密植旨在增加叶面积指数(LAI),以提高光能截获率。但关键在于避免冠层郁闭。理想状态是:通过紧凑株型和合理行距配置,构建“凸”型或“抛物线”型冠层光分布,使中下部叶片也能获得有效光辐射。同时,耐密品种应具备高光合速率和低光呼吸特性,并能在弱光下保持较强的光合能力。高产与提质的协同体现在:高效的光合作用不仅生产了更多的同化产物(高产基础),也为籽粒中淀粉、蛋白质等物质的合成提供了充足的“源”供应。

2.2 冠层结构与群体抗逆性的协同优化

优化的冠层结构(叶片空间分布、茎秆质量)是抗逆(倒伏、病害)的关键。茎秆粗壮、纤维素和木质素含量高、基部节间短而坚韧,是抗倒伏的力学基础。通风透光的冠层能降低田间湿度,抑制叶部病害孢子的萌发和侵染。这种结构的优化,减少了因倒伏和病害造成的产量损失与品质劣变(如霉变),保障了高产优质的稳定性。

2.3 根系构型与养分水分吸收的协同增效

“根冠协调”是密植成功的隐形关键。耐密品种需要拥有纵深发达、侧根丰富的根系系统,能够高效挖掘深层土壤水分和养分,增强抗旱性和养分获取能力。深松和增施有机肥等措施为

根系下扎创造了物理和生物环境。强大的根系系统保证了在群体竞争加剧时,个体仍能获得相对充足的资源,支持地上部生长和籽粒充实,这是实现“库大源足流畅”的根本。

2.4源-库-流关系的动态平衡与再分配

这是协同机制的核心生理过程。

•“源”的扩增与高效化:通过水肥一体化保障花后叶片持续高效光合,防止早衰,延长“源”的功能期。

•“库”的潜力与构建:耐密品种需在单位面积上形成足够多且均匀的果穗(低空秆率),并具有较高的单穗粒数潜力。合理密植就是优化单位面积总库容(穗数×粒数)的过程。

•“流”的畅通与导向:茎秆维管束发达,同化物转运效率高。花后光合产物能高效地向籽粒“库”运输。更重要的是,在籽粒灌浆中后期,当“源”的供应受限时,植株能够将茎鞘等营养器官中暂存的非结构性碳水化合物(如可溶性糖)进行再动员和再分配,优先供给籽粒,这对于稳定粒重、提升品质至关重要。高产与提质的协同,就体现在这种“源”的持续供应与“流”的高效定向转运上。

2.5碳氮代谢的协调与品质形成

籽粒品质(淀粉、蛋白质、油脂含量)是碳氮代谢终产物的体现。花后,叶片光合产物(碳代谢产物)主要形成淀粉,而营养器官中储存的氮素再动员及根系吸收的氮则供应籽粒蛋白质合成。密植易导致花后氮素吸收减少,若管理不当,会导致蛋白质含量下降。技术集成(如花粒期补氮)和品种特性(高效的氮素转运效率)保证了在碳同化物充足的同时,氮素也能同步满足需求,从而实现高淀粉产量与适宜蛋白质含量的协同提升。

3 问题与展望

尽管北方春玉米密植栽培研究与应用已取得长足进步,但仍面临诸多挑战:

3.1技术集成度与智能化水平有待提高

现有技术多停留在“堆砌”阶段,缺乏基于作物实时生长反馈的智能化决策与精准管控系统。未来需结合物联网、无人机遥感、人工智能模型,实现“感知-决策-执行”的闭环智能管理。

3.2高产与优质协同的分子生理机制尚需深化

对密植胁迫下,碳氮代谢关键酶活性、激素信号调控、同化物再分配的分子网络解析不够深入。未来需利用组学技术,挖掘

调控“耐密-优质”协同的关键基因和代谢通路。

3.3土壤-微生物-作物互作机制重视不足

密植对根际微生态的影响及其反作用于作物养分吸收和抗逆性的机制研究薄弱。未来应加强研究有益微生物在缓解密植胁迫、促进养分高效利用中的作用。

3.4全产业链视角下的品质评价缺失

当前研究多关注化学成分,而密植对籽粒加工品质(如磨粉特性、发酵效率)及仓储特性的影响研究甚少。未来需要从生产端到消费端进行全链条品质评估。

4 结论

北方春玉米密植栽培是实现产能持续提升的必然选择。破解增密带来的负面效应,必须走多技术协同集成的道路,即围绕耐密核心品种,配套实施以“土壤培肥、精准播种、水肥一体、绿色防控、全程机械”为核心的综合性技术体系。这一体系的高效运行,依赖于玉米群体内部光能高效利用、冠根结构优化、源库流动态平衡以及碳氮代谢协调等一系列生理生态机制的协同响应。未来研究应着力于推动密植栽培向智能化、精准化、生态化方向升级,并深入揭示高产提质协同的深层生物学机制,从而为保障我国玉米产业高质量发展和国家粮食安全提供更为坚实的科技支撑。

[参考文献]

- [1]赵久然,王荣焕,宋慧欣.玉米密植栽培智能化管理技术研究进展[J].农业现代化研究,2023,44(3):521-529.
- [2]李少昆,王克如,明博.玉米密植高产栽培技术研究进展与展望[J].中国农业科学,2021,54(12):2201-2220.
- [3]李保国,郭素萍,齐国辉.北方春玉米产区土壤耕层构建与地力培育技术集成[J].土壤学报,2022,59(3):589-598.
- [4]米国华,等.玉米氮素吸收利用的生理机制与遗传改良[J].植物营养与肥料学报,2018,24(5):1363-1375.
- [5]王立春,谢佳贵,李洪来.北方春玉米密植栽培的抗倒伏调控技术研究[J].玉米科学,2021,29(3):142-148.

作者简介:

崔著梅(1974--),女,汉族,吉林省安图县人,本科,中级职称,研究方向:农业推广。