

玉米高产高效栽培理论与关键技术研究

依列杨林

越西县乃托镇农业农村综合服务中心 四川 凉山 616650

摘要：玉米作为全球第一大粮食作物，在保障国家粮食安全、支撑畜牧业发展及推动生物能源产业中扮演着不可替代的战略角色。面对日益增长的人口压力、资源环境约束趋紧以及气候变化带来的不确定性，如何实现玉米生产的“高产”与“高效”双重目标，已成为现代农业科技亟待解决的核心课题。本文系统梳理了玉米高产形成的生理生态学基础，深入剖析了限制我国玉米单产潜力释放的关键瓶颈，并在此基础上，全面综述了以“良种、良法、良田、良机、良制”为核心的高产高效栽培关键技术体系。该体系涵盖了耐密抗逆品种选育、精准水肥一体化管理、保护性耕作与土壤健康提升、智能农机装备应用以及绿色防控等前沿领域。最后，文章展望了未来玉米高产高效栽培的发展趋势，强调了智慧农业、生物技术与绿色低碳理念深度融合的重要性，以期为我国玉米产业的可持续高质量发展提供理论参考与实践路径。

关键词：玉米；高产；高效；栽培理论；关键技术；可持续发展

引言

玉米（*Zeamays*L.）是C4光合途径作物，具有光合效率高、生物产量大、适应性强等突出优势。在我国，玉米不仅是重要的口粮和饲料粮，更是淀粉、酒精、燃料乙醇等工业产品的关键原料。近年来，随着畜牧业规模化发展和深加工产业链的延伸，国内对玉米的需求持续刚性增长。然而，我国玉米平均单产水平与美国等农业强国相比仍有显著差距，且生产过程中普遍存在资源利用效率不高、化肥农药过量施用、劳动力成本攀升等问题，严重制约了产业效益与生态可持续性。传统的“大水大肥”粗放式管理模式已难以为继，迫切需要从理论到实践进行系统性革新。高产高效栽培并非简单地追求单位面积最高产量，而是在确保高产稳产的前提下，最大限度地提高光、热、水、土、肥等资源的利用效率，降低生产成本与环境足迹，实现经济效益、社会效益与生态效益的有机统一。因此，深入探究玉米高产形成的内在机理，集成创新并推广一系列节本增效、绿色低碳的关键技术，对于构建我国现代玉米生产体系、保障国家粮食安全具有重大的现实意义和深远的战略价值。

1 玉米高产形成的生理生态学理论基础

要实现玉米高产高效，必须首先理解其产量形成的生物学过程与调控机制。玉米产量（Y）可分解为三个核心构成要素：单位面积穗数（N）、每穗粒数（G）和千粒重（W），即 $Y = N \times G \times W$ 。这三个要素的形成贯穿于玉米整个生育周期，并受到遗传、环境和栽培措施的共同影响。

1.1 源-库-流协调理论

源-库-流协调理论构成了理解玉米产量形成的核心框架。其中，“源”主要指叶片等光合器官制造同化物的能力，玉米作为C4作物，其叶片在灌浆期展现出极高的净光合速率，延长功能叶寿命、维持灌浆中后期较高的群体光合势，是保证充足物质来源的关键。“库”则是指籽粒等贮藏器官对同化物的需求与容纳能力，其库容大小主要由穗分化期决定的穗行数和行粒数所构成，一个强大的库能够有效拉动同化物的输入，减少花后叶片早衰造成的光合产物浪费。而“流”作为连接源与库的输导系统，即维管束的运输效率，其高效运转能确保光合产物快速、顺畅地从叶片转运至籽粒^[1]。高产玉米品种或群体的典型特征正是源足、库大、流畅，任何一方的短板都会成为产量形成的限制因子。例如，在高密度种植下，若品种库容不足，则易导致空秆率增加；若源不足，则会造成灌浆不饱满，千粒重下降。

1.2 群体质量调控理论

玉米是典型的密植型作物，其产量最终取决于群体生产力而非单株表现，这引出了群体质量调控理论。该理论强调，通过合理的栽培措施，特别是密度调控，可以优化群体结构，使其在关键生育时期如抽雄吐丝期和灌浆期达到最佳状态。一个理想的高产群体结构应具备上部叶片挺立、中下部叶片适度透光、茎秆粗壮抗倒伏等特点，从而实现冠层截获光能的最大化和群体内部通风透光的良好性。适宜的叶面积指数（LAI）是衡量群体质量的重要指标，在抽雄期，高产群体的LAI通常维持在5.5-6.5之间，既能保证充足的光合面积，又避免因过度郁闭而导致下部叶片因光照不足而早衰。此外，高产群体

在整个生育期内表现出前期稳健、中期快发、后期缓衰的干物质积累动态,尤其在花后,应有70%以上的干物质向籽粒转运,这是决定粒重的关键所在。

1.3 产量潜力与限制因子理论

玉米的产量潜力是在理想环境下由其遗传特性所决定的理论最大值,但在实际生产中,这一潜力会受到多种非生物和生物胁迫的限制。非生物胁迫包括干旱、高温、低温、盐碱、涝渍以及养分亏缺等,例如玉米在抽雄前后对水分最为敏感,此期遭遇干旱会导致严重的“卡脖旱”,造成授粉不良和秃尖。生物胁迫则主要指病虫害草害,如玉米螟、草地贪夜蛾、大斑病、小斑病等都是常见的产量杀手。除此之外,栽培管理不当,如播种过深或过浅、密度不合理、施肥时机与比例失衡等,也会成为人为的限制因子。因此,高产高效栽培的核心任务,就是通过科学的农艺措施,逐一识别并消除或缓解这些限制因子,使实际产量无限逼近其遗传潜力。

2 我国玉米生产面临的主要挑战与瓶颈

我国玉米生产面临诸多挑战与瓶颈:(1)资源利用效率低下:北方春玉米区和黄淮海夏玉米区水资源短缺,传统漫灌浪费严重,水分利用效率低;氮肥过量施用,当季利用率仅30%-35%,增加成本且污染环境;部分地区品种生育期与光温资源不匹配,限制产量潜力。

(2)土壤健康状况堪忧:长期高强度耕作、秸秆焚烧、化肥过量等,使土壤有机质含量下降、结构恶化、板结、盐渍化,微生物群落失衡。土壤退化削弱保水保肥和缓冲性能,增加生产风险,形成投入多、回报少的恶性循环^[2]。(3)种植制度与机械化水平待提升:部分地区沿用传统平作模式,未有效利用新型耕作制度改善土壤环境。玉米全程机械化水平虽提高,但精密播种、变量施肥、籽粒直收等高端环节,农机装备智能化、精准化程度与农艺要求有差距,籽粒直收技术普及率低,增加产后损失和生产成本。(4)极端气候事件频发:全球气候变化使干旱、洪涝、高温热害等极端天气增多,给玉米生产带来不确定性。现有主流品种和栽培体系抗逆稳产能力薄弱,遭遇极端气候易大面积减产甚至绝收,威胁国家粮食安全。

3 玉米高产高效栽培关键技术体系

针对上述挑战,围绕“高产、高效、绿色、智能”的目标,构建并推广以下关键技术体系至关重要。

3.1 选用耐密抗逆高产品种

品种是高产高效的基础,理想的高产高效玉米品种应集多种优良特性于一身。首先,它必须具备良好的耐密植性,表现为株型紧凑、叶片上冲、穗位适中,根系

发达,能在高密度下保持良好的通风透光条件,有效利用边际效应,提高群体产量。其次,综合抗逆性不可或缺,需对主要病虫害如玉米螟、南方锈病,以及干旱、高温、倒伏等非生物胁迫具有较强耐受能力,确保在多变环境中仍能稳产。再者,为了适应现代农业需求,品种还需具备优质宜机收的特性,如苞叶松散、脱水快、轴细粒深,以降低收获损失和后续干燥成本。最后,高产稳产性是根本,要求在不同年份、不同地块均能表现出稳定的高产性能。近年来,我国育成的“敦玉810”、“凉单4号”、“康玉448”等系列品种,正是在这些方向上取得了显著突破,为高产高效栽培提供了坚实的种质保障。

3.2 精准水肥一体化管理技术

精准水肥一体化管理是提升资源利用效率的核心抓手。其核心在于摒弃传统的粗放式投入,转向基于科学数据的精细化管理。具体而言,应首先开展测土配方施肥,依据土壤测试结果和玉米目标产量的需肥规律,制定氮、磷、钾及中微量元素的精准配比方案。同时,改变“一炮轰”式的施肥习惯,采用基肥与追肥相结合的分期调控策略,并大力推广缓/控释肥,使其养分释放节奏与玉米需肥规律同步,从而减少流失^[3]。在此基础上,将灌溉与施肥融为一体,通过滴灌或微喷等水肥一体化系统,将配兑好的肥液精准、均匀地输送到作物根区。该技术不仅能显著节水节肥,更能大幅提高肥料和水分的利用效率。结合土壤墒情传感器和气象数据,还可进一步实现智能化的按需供给,真正做到“该给的时候给,该给多少给多少”。

3.3 保护性耕作与土壤健康管理

健康的土壤是实现玉米可持续高产的基石,而保护性耕作是提升土壤健康的关键路径。首要措施是推行秸秆全量还田,将收获后的玉米秸秆粉碎后全部覆盖或翻埋还田,这是增加土壤有机质、改善土壤结构、培肥地力的最有效途径,但需配套使用秸秆粉碎还田机和深松机以解决秸秆量大影响播种质量的问题。其次,应减少不必要的土壤扰动,推广免耕或少耕技术,保留地表覆盖物,这不仅能有效减少水土流失、抑制杂草、降低能耗,还有利于土壤微生物多样性的恢复。长远来看,在条件允许的地区,推行玉米与大豆、花生等作物的轮作模式,或在秋闲田种植豆科绿肥,可以利用生物固氮作用减少化肥投入,并有效打破病虫害的循环,从生态系统层面维护土壤健康。

3.4 合理密植与群体调控

密度是连接个体与群体的桥梁,合理的密植与群体

调控是挖掘产量潜力的关键。确定密度时,必须遵循“看种定密”的原则,即根据所选品种的特性来调整。耐密品种可适当增加密度,而稀植大穗型品种则应适当降低密度。在种植模式上,宽窄行配置是一种行之有效的选择,它通过创造不同的行距(如80cm+40cm),既保证了高密度下的通风透光,又为田间管理和机械作业留出了必要的通道^[4]。此外,为保障高密度群体的稳定性,还需辅以化控防倒技术,在拔节至大喇叭口期合理喷施植物生长调节剂,通过降低株高和穗位高度、缩短基部节间、增强茎秆强度,有效预防倒伏,为高密度种植保驾护航。

3.5 绿色综合防控技术

在病虫害防治上,必须坚持“预防为主,综合防治”的植保方针,构建绿色综合防控体系。这一体系始于农业防治,即通过选用抗病虫品种、合理轮作、清洁田园、深耕灭茬等措施,从源头上压低病虫害基数。在此基础上,积极推广应用物理与生物防治手段,如杀虫灯、性诱捕器以及释放赤眼蜂等天敌昆虫,以减少对化学农药的依赖。当化学防治不可避免时,应力求精准施药,利用无人机等智能植保装备,结合遥感监测和病虫害预警模型,实现靶向、变量、减量施药,在确保防治效果的同时,最大限度地降低农药残留和对环境的负面影响。

3.6 即将全程机械化与智能化作业

以农机现代化驱动生产方式变革,是实现玉米高产高效的必由之路。全程机械化始于精量播种,采用先进的气吸式或指夹式精量播种机,可一次性完成单粒播种、精量施肥、覆土镇压等作业,确保苗全、苗匀、苗壮,省去繁重的间苗环节。在田间管理阶段,大中型自走式高地隙喷杆喷雾机和植保无人机的应用,实现了高效、均匀的植保作业。到了收获环节,推广高性能玉米

籽粒联合收获机,并配套烘干设备,能够打通“田间—粮仓”的最后一公里,大幅降低产后损失和人工成本。更为重要的是,智慧农业正在为全程机械化注入新的活力。通过集成物联网、大数据、人工智能等技术,构建“天空地”一体化监测网络,实时获取作物长势、土壤墒情、病虫害等信息,并结合作物生长模型,为农户提供精准的农事决策支持服务,推动农业生产从依赖经验向依靠数据的根本性转变。

4 结语

玉米高产高效栽培是复杂系统工程,需深刻理解其生理生态规律,集成良种、良法等要素协同创新。文中所述关键技术,如耐密抗逆品种选育、精准水肥一体化、保护性耕作、全程机械化智能化等,构成现代玉米高产高效生产技术支柱。该技术体系既能提升单产,又可降低资源消耗与环境压力,实现双赢。展望未来,玉米高产高效栽培研究趋势明显:智慧化与无人化将成主流,无人农场将成现实;生物技术深度融合,“超级玉米”新品种有望加速培育;绿色低碳导向鲜明,固氮玉米等新技术成研究热点;全产业链协同将更紧密,高产高效栽培将与上下游环节深度融合,构建从“田头”到“餐桌”的高效产业生态。

参考文献

- [1]胡星.玉米高产高效栽培模式探讨[J].种子科技,2025,43(5):117-119.
- [2]綦玉红.玉米高产高效栽培模式[J].乡村科技,2020,11(35):91-92.
- [3]雷勋.玉米高产高效栽培技术推广[J].中国农业文摘-农业工程,2020,32(1):82-84.
- [4]苏琳.玉米高产高效栽培技术要领[J].种子科技,2023,41(8):50-53.