

# 玉米-大豆间套作系统的发展现状、生态机理与推广路径研究

王梓君  
长江大学

DOI:10.32629/as.v8i12.3509

**[摘要]** 在我国保障粮油安全与推进农业绿色发展的双重战略背景下,玉米-大豆间套作作为一种高效的复合种植模式,其推广与应用具有重要意义。本文系统综述了玉米-大豆间套作的发展现状,深入探讨了其提升养分利用效率、优化根系互作的内在生态机理,分析了该模式在推广过程中面临的主要挑战。研究表明,玉米-大豆间套作能够通过种间互补与协同效应,显著提高系统生产力与资源利用效率,促进农业的可持续发展。基于此,本文从技术优化、政策支持、社会化服务及农民认知提升等多个维度,提出了推动玉米-大豆间套作高质量发展的系统性路径,以期为我国粮油产能提升与生态农业建设提供理论参考与实践指导。

**[关键词]** 玉米-大豆间套作; 生态机理; 养分利用; 根系互作; 推广路径

**中图分类号:** S513 **文献标识码:** A

## Research on the Development Status, Ecological Mechanism, and Promotion Path of Maize-Soybean Intercropping System

Zijun Wang  
Yangtze University

**[Abstract]** Against the dual strategic background of ensuring grain and oil security and promoting agricultural green development in China, the maize-soybean intercropping system, as an efficient composite planting model, holds significant importance for its promotion and application. This paper systematically reviews the development status of maize-soybean intercropping, delves into the intrinsic ecological mechanisms of its improved nutrient utilization efficiency and optimized root interactions, and analyzes the main challenges faced during its promotion. Research indicates that maize-soybean intercropping can significantly enhance system productivity and resource use efficiency through interspecific complementarity and synergistic effects, thereby promoting sustainable agricultural development. Based on this, the paper proposes systematic pathways for promoting the high-quality development of maize-soybean intercropping from multiple dimensions including technological optimization, policy support, socialized services, and farmer awareness enhancement, aiming to provide theoretical reference and practical guidance for enhancing China's grain and oil production capacity and ecological agriculture construction.

**[Key words]** Maize-Soybean Intercropping; Ecological Mechanism; Nutrient Utilization; Root Interaction; Promotion Path

### 引言

民为国基,谷为民命。农业的可持续发展是国家稳定与繁荣的根基。我国作为人口大国与农业大国,面临着耕地资源紧张、粮油争地矛盾突出的严峻挑战,特别是大豆对外依存度居高不下,已成为威胁国家粮油安全的“卡脖子”问题。在此背景下,如何在不增加甚至减少耕地资源投入的前提下,有效提升粮油总产,成为我国农业现代化进程中必须破解的重大课题。

本文旨在立足于当前玉米-大豆间套作的研究动态与实践成果,系统梳理其不同生态区的种植模式与发展现状,深入阐释其促进养分高效利用与根系良性互作的生态学机理,并针对推广实践中存在的技术瓶颈与制约因素,探讨其未来高质量发展的可行路径,以期为该模式的广泛应用与优化升级提供系统的学理支撑与决策参考。

### 1 玉米-大豆间套作的生态机理探析

玉米-大豆间套作系统之所以能实现高产高效,其根源在于

两种作物在生态系统层面上形成了强大的互补与协同效应,主要体现在养分利用与根系互作两个方面。

### 1.1 养分高效利用的互补机制

玉米与大豆属于不同科属的作物,其养分需求特征与获取策略存在显著差异,这种生物学特性上的分化是种间互补效应得以实现的根本前提。在氮素利用方面,该系统展现出其最核心的生态优势。玉米作为禾本科须根系作物,具有较大的氮素需求量,主要依靠其发达的根系从土壤中竞争吸收无机氮。与之相反,大豆作为豆科深根系作物,能够与根瘤菌形成共生关系,通过生物固氮作用将大气中的氮气转化为植物可利用的氮素。在间套作系统中,玉米对土壤氮素的强烈吸收,创造了一个相对低氮的根区微环境,这种环境条件反而激发了大豆根瘤菌的固氮活性,促进其更多地依赖于生物固氮来满足自身需求。与此同时,大豆通过生物固氮作用固定的氮素,部分通过根际沉积等途径释放到土壤中,又可为邻近的玉米植株所利用。这种独特的“竞争-促进”相互作用机制,构建了一个高效的氮素循环利用体系,显著降低了对化学氮肥的依赖程度,体现了良好的生态效益。相关研究表明,间套作种植模式能够改变根际微生物群落结构,增强土壤酸性磷酸酶等关键酶的活性,从而促进土壤中难以被直接利用的有机磷或固定态磷的活化,提高磷养分的生物有效性。这种基于生物学过程的养分活化机制,显著降低了对可溶性磷肥的投入需求,与现代农业减肥增效的绿色发展理念高度契合。

### 1.2 根系互作与形态建成的协同效应

根系作为作物进行地下资源竞争与信息交流的直接器官,其形态结构与空间分布的优化是确保系统高效运行的关键因素。在根系空间生态位方面,玉米与大豆表现出明显的分化特征。玉米根系以须根系为主,具有较强的横向扩展能力;而大豆根系以直根系为主,表现出突出的纵向深扎能力。在间套作条件下,两种作物的根系在土壤中呈现交错分布的态势,有效避免了单一作物根系在特定土层的过度拥挤,实现了地下生态位的合理分离。更为重要的是,在这种种植模式下,玉米根系会向大豆种植区域延伸,同时大豆根系也会向玉米区域探索,这种“跨界”生长行为显著扩大了对土壤体积的利用程度,增加了养分与水分的捕获界面。在根系形态与功能方面,大量的研究证实,与单作相比,间套作能显著改善作物根系的形态构型。具体表现为玉米的根长、根表面积、根体积等关键指标普遍得到提升,特别是在与大豆根系相邻的土壤层次中,根系分布更为密集,生理活力显著增强。对于大豆而言,尽管生长前期可能因玉米的竞争而受到一定抑制,但通过合理的田间配置能够刺激其根系向下层土壤深扎,并在玉米收获后表现出强大的补偿性生长能力。在根际微生态调控方面,两种作物的根系共存于一个紧密相连的系统中,其根系分泌物互为信号物质与营养底物,对根际微环境产生深远影响。

## 2 玉米-大豆间套作推广面临的主要挑战

尽管玉米-大豆间套作具有显著的生态与经济效益,但在大规模推广应用上仍面临一系列现实挑战。

玉米-大豆间套作系统虽然展现出显著的生态效益与经济效益,但在从试验示范向大规模生产推广的转型过程中,仍然面临着多重现实挑战,这些制约因素在一定程度上影响了该模式的推广应用效果与发展速度。

技术体系的标准化与区域适配性是当前面临的首要难题。我国地域辽阔,不同农业生态区的土壤质地、气候条件与水肥状况存在显著差异,而现有技术往往呈现出“一刀切”的特点,缺乏针对不同区域的精细化调整。如何根据主要产区的具体特点,对带状配置的规格、行株距的设置、播种时间的确定以及品种的科学搭配等关键技术参数进行本地化优化,形成既符合生态原理又便于操作执行的区域标准化技术规程,成为推广工作中亟待解决的技术瓶颈。

农机与农艺措施融合不足是制约该模式规模化发展的关键因素。间套作系统的田间配置相对于单作而言更为复杂,对播种精度、田间管理和收获作业等环节的机械化水平提出了更高要求。然而,当前适用于不同带宽和行距配置的专用农机具研发相对滞后,现有常规农机在通过性、作业精度与工作效率等方面往往难以满足生产需求。这种农机与农艺的不匹配直接导致生产效率不高、劳动成本增加,特别是在规模化经营场景下,成为影响技术推广应用的重要障碍。

适宜品种的筛选与配套技术研究仍需加强。并非所有的玉米和大豆品种都适合在间套作系统中生长,理想的品种组合需要具备株型紧凑、抗倒伏能力强、耐荫性良好以及种间竞争力适度等特性。然而,目前针对间套作系统的专用品种选育工作仍然较为薄弱,现有主栽品种的适配性评价体系尚不完善,缺乏系统的品种筛选标准和科学的搭配方案,这在很大程度上限制了该模式潜力的充分发挥。

### 3 推动玉米-大豆间套作高质量发展的路径选择

为应对上述挑战,充分发挥玉米-大豆间套作模式的巨大潜力,需要从技术、政策、服务与主体等多个层面系统谋划,协同推进。

科技创新是突破玉米-大豆间套作技术瓶颈的根本动力。首要任务是深化区域适应性技术的研发。政府与科研主管部门应主导设立专项研究基金,组织建立跨区域、跨学科的科研协作网络。针对不同生态区的自然条件与生产实际,开展长期、系统的定位观测与对比研究,重点明确各区域最适宜的带宽配置、行间比例、种植密度及水肥一体化管理方案,最终形成一系列技术参数明确、可复制性强、操作简便的区域标准化技术规程,为大规模推广提供科学依据。

着力破解农机农艺融合难题,鼓励并支持国内骨干农机企业与高水平科研院所、高等院校组建创新联合体,聚焦玉米-大豆带状复合种植的特殊农艺要求,开展联合技术攻关。研发重点应集中于适用于不同带宽和行距配置的高精度播种机、高效中耕施肥机械以及能够选择性作业的收获装备,以期实现从播种、田间管理到收获环节的全程机械化,有效降低劳动强度与生产成本,提升生产效率和经济效益。

加快推进专用品种的选育与筛选工作,国家及省级农业科研项目应明确将适宜间套作作为重要的育种导向,集中资源加大对耐荫性强、抗逆性佳、株型紧凑的大豆品种,以及株型紧凑、高光效、抗倒伏的玉米品种的选育力度。同时,需建立全国性或区域性的品种适配性测试与评价平台,科学系统地筛选出适合不同生态区、不同种植模式的最佳玉米-大豆品种组合,并向社会发布推荐目录,引导农民科学选种。

#### 4 结论与展望

玉米-大豆间套作是我国在资源环境约束趋紧背景下,保障粮油供给安全、推进农业绿色转型的战略性技术选择。本文通过系统分析表明,该模式不仅具有深厚生态学机理支撑——通过养分互补与根系互作实现资源增效,而且已在全国范围内形成了各具特色的区域化实践方案。未来,该模式的发展应从“技术优化”和“推广体系”双轮驱动,着力破解农机农艺融合、区域适配、农民认知等关键制约因素。

展望未来,我们应更加注重对玉米-大豆间套作系统内碳氮磷循环、根际对话信号传导等前沿基础理论的深入研究,为技术的持续创新提供源头活水。

#### [参考文献]

- [1]杜春风,曹瑾,马瑶,等.间套作栽培作物种类系列研究进展[J].农业科学研究,2017,38(2):67-72.
- [2]杨雪丽,吴吉英子,刘凡,等.大豆品种对间作玉米苗期根系生长及抗氧化特性的影响[J].四川农业大学学报,2021,39(1):11-18.
- [3]代希浩,舒明明,崔兴进,等.玉米-大豆间作种植竞争恢复模型及其优化方案研究[J].作物杂志,2019(2):128-135.

[4]雍太文,董茜,刘文钰,等.施氮量对玉米-大豆套作体系下大豆根瘤固氮-光合特性及产量的影响[J].大豆科学,2013,32(6):791-796.

[5]陈平,杜青,庞婷,等.根系互作强度对玉米/大豆套作系统下作物根系分布及地上部生长的影响[J].四川农业大学学报,2018,36(1):28-37,59.

[6]王瑞雪,冯珊,苏丽珍,等.根系分隔方式对间作玉米大豆根际红壤磷组分及磷吸收的影响[J].西南农业学报,2021,34(12):2604-2612.

[7]农业农村部.编发大豆玉米带状复合种植指南[J].农业机械,2022(2):46.

[8]DU J B,HAN T F,GAI J Y,et al.Maize-soybean strip intercropping: Achieved a balance between high productivity and sustainability[J].J Integr Agric,2018,17(4):747-754.

[9]ZHOU T,WANG L,YANG H,et al.Ameliorated light conditions increase the P uptake capability of soybean in a relay-strip intercropping system by altering root morphology and physiology in the areas with low solar radiation[J].Sci Total Environ,2019,688:1069-1080.

[10]REN Y Y,ZHANG L,YAN M F,et al.Effect of sowing proportion on above- and below-ground competition in maize-soybean intercrops[J].Sci Rep,2021,11:1-12.

#### 作者简介:

王梓君(2000--),女,山东省胶州市人,长江大学非全日制研究生,研究方向或从事工作:资源利用与植物保护。