

玉米大豆间作模式下资源高效利用机制研究

陈伟丹

宽甸满族自治县农业农村发展服务中心(县植物保护中心、丹东蓝莓研究所)

DOI:10.32629/as.v9i7.4175

[摘要] 玉米大豆间作是粮油协同增产的主要种植方式,用两种作物的时空组合来达到土地、光、水、养分等资源的合理利用。综述玉米大豆间作模式下资源高效利用的主要机制,分析作物形态互补、生理代谢协同、根际微环境调控对光热水肥资源利用效率的影响,总结间作模式在资源分配、损耗减少方面的优势,指出目前研究中资源利用量化不足、长期定位研究缺乏等存在的问题,为间作模式的优化推广、提高粮油生产资源利用率、保障粮食安全提供理论参考和实践依据。

[关键词] 玉米大豆间作; 资源高效利用; 利用机制

中图分类号: S435.131 文献标识码: A

Research on the Mechanism of Efficient Resource Utilization in the Intercropping Pattern of Corn and Soybeans

Weidan Chen

Baozhen Manchu Autonomous County Agricultural Development Service Center (County Plant Protection Center, Dandong Blueberry Research Institute)

[Abstract] Corn-soybean intercropping is the main planting method for achieving coordinated increase in grain and oil production. By combining the temporal and spatial arrangements of the two crops, it aims to achieve rational utilization of land, light, water, and nutrients. This paper reviews the main mechanisms of efficient resource utilization under the corn-soybean intercropping model, analyzes the effects of crop form complementarity, physiological metabolism synergy, and regulation of rhizosphere microenvironment on the utilization efficiency of light, water, heat, and nutrients. It summarizes the advantages of the intercropping model in resource allocation and reduction of losses, points out the existing problems such as insufficient quantification of resource utilization and lack of long-term positioning studies in current research, and provides theoretical references and practical basis for the optimization and promotion of the intercropping model, improvement of the utilization rate of grain and oil production resources, and ensuring food security.

[Key words] Intercropping of corn and soybeans; Efficient utilization of resources; Utilization mechanism

我国人多地少,粮食安全压力大,提高耕地资源利用率、促进粮油协调发展是农业可持续发展的主要途径。玉米大豆间作属于典型的立体种植模式,依靠玉米和大豆在株高、生育期、养分需求等方面的差别,形成互利共生的种植体系,可以很好地解决粮油争地问题,提高单位面积资源产出率。本文主要从光、水、土、养分等主要资源入手,对玉米大豆间作的资源利用机理进行系统的分析,为玉米大豆间作的标准化、规模化应用提供支持,促进农业绿色高效发展。

1 玉米大豆间作模式下资源高效利用的核心基础

1.1 株高差异互补,构建分层受光体系

玉米和大豆株高的明显不同,是间作模式实现光资源高效利用的基础形态,也是二者立体共生的前提。玉米属于高秆作物,

株高一般在2米以上,具有较强的喜光性,可以充分吸收上层直射光照;大豆是矮秆作物,株高约为1米左右,具有一定的耐荫性,可以充分利用玉米冠层下的散射光,二者搭配形成天然的分层受光结构,减少光能浪费,提高群体冠层光能截获率。印长志认为,玉米大豆间作采用高秆玉米和矮秆大豆的合理搭配,打破了单作模式下平面受光的限制,形成了垂直立体采光系统,提高了冠层光照利用率,比单作高20%以上,给两种作物的光合作用提供充足的能源支持^[1]。

有试验研究表明,合理调节间作群体株高配比,可改善冠层结构,明显提高玉米穗位层透光率和大豆顶部光合有效辐射,玉米穗位层透光率比单作模式平均提高30%以上,大豆光合速率提高15%左右。在实践中,选用紧凑型、耐密植的玉米品种和耐荫

性的大豆品种, 搭配合理的行比配置, 可以进一步改善分层受光的效果, 使玉米充分利用上层光照进行光合作用, 大豆高效利用下层散射光, 实现光资源的分层分配、高效利用, 为资源高效利用打下形态基础, 提高群体整体光合效率, 为粮油协同增产提供保障。

1.2 生育期错峰互补, 实现资源有序利用

玉米和大豆在生育期上存在差异的互补性, 可以达到光、水、养分等资源错峰利用的目的, 从而有效地解决单作模式下资源竞争激烈的问题, 提高资源利用的有序性、高效性。玉米和大豆的生育期存在明显的差别, 一般玉米的播种期比大豆早一些, 收获期也晚一些, 由于玉米和大豆生育期的错峰搭配, 使得玉米和大豆对光、水、养分的需求高峰期相互错开, 避免了同一时期资源竞争过于激烈的情况出现, 从而达到了资源分时高效利用的目的。玉米大豆生育期错峰搭配属于间作模式资源高效利用的关键调节方法, 玉米灌浆期水分利用率提高25%以上, 大豆开花结荚期氮素利用率增加18%左右, 很好地削减了资源浪费^[2]。生育期错峰互补的特点既改善了资源分配的格局, 又延长了整个间作系统资源利用的时间, 使得单位时间内两种作物的产量得到提高, 给两种作物的共同生长创造了良好的条件, 从而加强了间作模式资源高效利用的基础。

1.3 生理需求互补, 优化资源分配格局

玉米和大豆在养分需求、生理代谢上存在互补性, 是间作模式实现资源高效利用的主要生理基础, 可以实现养分资源的循环利用和优化分配, 减少化肥用量, 提高资源利用率。玉米是喜氮作物, 在整个生育期对氮素的需求量大, 大豆具有根瘤固氮的能力, 它的根瘤菌可以固定空气中的氮素, 既可以满足自身的生长需要, 又可以向土壤中释放一部分氮素, 供玉米吸收利用, 形成“大豆固氮、玉米用氮”的养分互补体系。玉米大豆间作模式下, 大豆根瘤菌每亩可固定氮素5-8公斤, 其中30%以上可以被玉米吸收利用, 减少化肥氮的投入20%以上, 改善土壤氮素平衡, 提高土壤肥力。与此同时, 在栽培技术优化研究中也发现, 玉米和大豆的生理代谢相互促进, 可以提高养分的活化, 玉米根系分泌物可以促进土壤中磷、钾等养分的释放, 大豆根系的生长可以改善土壤结构, 提高土壤养分的有效性, 使间作系统养分利用率比单作平均提高22%以上。

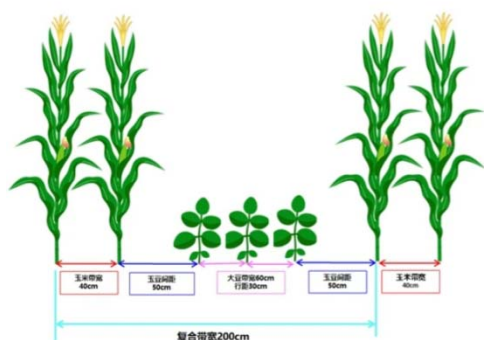


图1 玉米大豆间作模式

玉米和大豆的根系形态不同, 玉米主根深达1-1.5米, 主要吸收深层土壤中的养分和水分, 大豆根系分布在0到40厘米的土层里, 主要利用浅层土壤资源, 两者形成地下资源分层利用的格局, 更加优化了资源的分配, 避免了养分、水分的浪费, 实现了地下资源的有效利用, 和地上资源利用一起构成了间作模式资源高效利用的基础。

2 玉米大豆间作模式下关键资源的高效利用机制

2.1 优化根际环境, 活化微量元素养分

土壤中微量元素是作物生理代谢、酶系统合成不可缺少的物质, 对作物的生长及产量形成起决定性作用。在传统的单作种植模式中, 土壤养分的利用结构是单一的, 微量元素被固定下来, 活化程度很低, 长时间的单一施肥会使得土壤养分失衡, 从而影响到耕地的综合生产能力。玉米大豆间作依靠双作物根系互作效应, 改变根际土壤理化性质和微生物群落结构, 打破微量元素固化状态, 促进铁、锰、铜、锌等中微量元素的释放、吸收和转运, 实现土壤微量养分的高效活化和定向利用。两种作物根系分泌物有明显的不同, 复合根系的交错分布可以调节根际的pH值, 改善土壤胶体结构, 提高微量元素的有效性, 降低养分的固定和流失。间作体系中玉米和大豆的根系相互互利共生, 可以扩大养分吸收范围, 加强作物养分转运系统的功能, 使微量元素在植株体内积累和分配更加充分, 保证光合作用、物质合成等生理活动的正常进行。不同的作物根系化感作用可以改善根际微生态环境, 提高有益微生物的活性, 从而促进土壤养分循环。研究表明玉米间作大豆可以明显提高玉米微量元素吸收代谢过程, 使铁、锰、铜、锌等元素的转运和积累得到改善, 农田微量养分利用率也得到提高^[3]。

间作模式在田间生产中克服了单作养分利用的不足, 用生物互作代替单一化肥补给, 实现了养分高效利用和土壤生态养护。微量元素的合理供给可以提高作物的抗逆性, 减少生理性病害的发生, 稳定间作系统的群体生长。根际环境不断改善, 可以逐步解决连作障碍造成的土壤退化问题, 使耕地养分资源得到长期利用。

2.2 调控植株长势, 强化群体生长调控

合理的群体长势调节, 是保持间作系统均衡生长, 防止资源无谓消耗的手段。玉米大豆间作高低搭配的种植结构容易造成高秆玉米徒长、大豆郁闭旺长, 造成田间通风透光受阻、养分和水分过度消耗、破坏群体资源分配平衡。科学使用栽培调控手段, 配合植调剂合理施用, 可以控制作物株高、节间长度和茎叶生长速度, 协调营养生长和生殖生长, 防止植株徒长造成资源浪费, 保证田间资源合理供给。带状间作模式中, 植株群体密度大、空间交错复杂, 单一依靠自然生长很难达到长势均衡的目的, 通过标准化控旺管理可以缩短无效茎叶的生长周期, 把光、水、养分等资源集中供给到结实器官上, 提高资源转化利用率。规范化的长势调控可以改善田间株型结构, 减小植株倒伏的风险, 提高群体的抗逆性, 保证间作系统的结构稳定。田梓岐、张风文等认为, 在大豆玉米带状复合间作模式下科学施用植调剂可以达到

双向控旺的效果,有利于两种作物的生长节奏同步,提高群体资源利用的协调性^[4]。

长势调控技术间作模式相结合,克服了立体种植的生长缺陷,形成起长势均衡、结构稳定的作物群体。通过抑制无效营养生长来减少田间冗余枝叶对光照、水肥的争夺,使内部资源的流转路径更加合理,把有限的农业资源集中到产量形成上来。适度控旺可以提高植株茎秆的韧性以及叶片的光合性能,使功能叶片的寿命得以延长,从而提高光能和水肥的利用率,使间作模式由单纯的物理空间互补变为精细的生理调控,全方位提高复合种植体系的资源利用稳定性。

2.3 适配合理密度,均衡田间空间资源

种植密度属于决定间作群体结构、空间资源分配以及产量效益的主要因素,直接影响到土地、光照、空气这些空间资源的最大利用率。玉米大豆单作种植密度趋于固定,空间布局同质化严重,玉米单作密度一般在60000-75000株/hm²之间,大豆单作密度一般在180000-225000株/hm²之间,土地资源利用率仅为70%~80%,不能进一步提高。带状间作模式能灵活调节密度,根据作物株型、生育特性、环境状况等,确定行比(一般为3,2,4,4行)株距和群体数量来达到对田间空间资源进行合理分配的目的。密度过高会导致群体郁闭、资源竞争加剧,当玉米密度大于82500株/hm²、大豆密度大于240000株/hm²时,大豆落花落荚率会增加15%-25%,玉米空秆率也会增大8%-12%;密度过低会造成土地闲置、光能浪费,如果玉米密度小于52500株/hm²、大豆密度小于120000株/hm²,土地空置率可以达到10%-15%,光能利用率降低20%以上,不能发挥间作增产的优势。适宜的种植密度可以平衡种间竞争和互利的关系,一般玉米适宜密度为60000-75000株/hm²、大豆为150000-180000株/hm²,保证每行作物都有足够的生长空间,田间通风透光率提高30%-40%,田间温度降低2-3℃、湿度提高5%-8%,改善田间通风透光条件,改善田间小气候环境。

表1 适配合理种植密度

种植类型	数据指标
玉米单作	密度: 60000-75000株/hm ²
大豆单作	密度: 180000-225000株/hm ² ; 单作土地资源利用率: 70%-80%
间作行比与株距	常用行比: 3:2, 4:4; 玉米株距: 25-35cm; 大豆株距: 15-20cm
间作密度过高	大豆落花落荚率上升 15%-25%; 玉米空秆率提高 8%-12%
间作密度过低	土地空置率: 10%-15%; 光能利用率下降 20%以上
间作适宜密度	田间通风透光率提升 30%-40%; 田间温度降低 2-3℃、湿度提高 5%-8%

合理密植可以充分发挥单位耕地的生产潜力,减少土地闲置面积,达到土地资源集约化利用的目的。谢镭洲、张亮等人认为大豆玉米带状间作模式下,种植密度会明显影响到大豆的农艺性状以及产量水平,合适的搭配密度可以大大提高田间空间资源利用率和群体产能^[5]。

2.4 优选适配品种,提升土地生产效能

作物品种的生物学特性决定了间作系统是否适合、能否互补以及资源转化的程度,是决定土地生产力和资源利用率的主要因素。不同的玉米、大豆品种株型、耐阴性、抗逆性、养分吸收能力等存在较大差别,品种搭配不合理会破坏间作共生平衡,加重种间资源争夺,削弱立体种植的互补作用,制约土地综合产出水平。优良的适配品种组合依靠性状差异化的优点,加强高低搭配、错峰生长、养分互补等主要特性,充分发挥光温水肥协同利用的优势。高秆紧凑型玉米品种透光性强,能减小上层遮光压迫;耐阴、抗逆型大豆品种适应性强,可适应下层弱光环境,两者合理搭配可最大限度地发挥间作生态优势。品种本身抗逆性、养分吸收效率和光合性能越好,资源转化效率就越高,优良品种可以将吸收的土壤养分、光能高效地转化为干物质,提高单位土地产出效益。陈国徽、曹国军等研究发现品种不同会影响玉米大豆间作系统总产量和土地生产力,合理搭配品种可以提高资源利用率^[6]。

根据不同的区域土壤条件、气候环境选择适合的间作品种,保证间作模式的稳定推广。优良品种组合可以减少化肥、农药等生产资料的使用量,用品种抗性来减少环境胁迫的影响,从而节约农业资源的消耗。

3 结语

玉米大豆间作模式依靠作物间形态、生理和生态的协同作用来提高光、水、土、养分等资源的利用率,是粮油增产、资源节约和生态保护相结合的一种优质种植方式。未来还要加强长期定位试验,定量测定资源利用率,改进间作密度、行距等栽培参数,完善资源高效利用的调控技术,推进玉米大豆间作模式规模化应用。

【参考文献】

- [1]印长志.大豆与玉米间作高产高效优势互补技术模式的应用研究[J].农民致富之友,2026,(01):39-41.
- [2]邱潍坊.玉米大豆间作模式下群体动态调控与高产优质栽培技术协同优化[J].农民致富之友,2025,(34):27-29.
- [3]李楠,王振业,肖靖秀,等.玉米间作大豆对玉米吸收、转运和累积铁、锰、铜和锌的影响[J].西南农业学报,2025,38(11):2376-2388.
- [4]田梓岐,张风文,张耀中,等.在大豆玉米带状复合种植模式下(间作)施用植调剂对大豆玉米的控旺效果研究[J].农药科学与管理,2025,46(10):51-55+50.
- [5]谢镭洲,张亮,崔兴洪,等.大豆玉米带状间作模式下种植密度对大豆农艺性状和产量的影响[J].大豆科技,2025,(05):17-24.
- [6]陈国徽,曹国军,蒋发辉,等.品种差异对玉米/大豆间作系统产量及土地生产力的影响[J].江西农业学报,2025,37(10):7-13.

作者简介:

陈伟丹(1988--),男,满族,辽宁省丹东市宽甸县人,大专,助理农艺师,从事方向玉米大豆蓝莓中药材方向。