

# 不同种植密度对玉米产量及抗倒伏性的影响研究

于洋

北镇市农业农村综合服务中心（北镇市植物保护中心），辽宁锦州，121300；

**摘要：**玉米作为我国重要的粮食与饲料作物，其产量与抗倒伏性直接关系农业生产效益与粮食安全。种植密度是影响玉米生长发育、群体结构构建的关键栽培因素，合理的种植密度能够优化群体内光、温、水、肥资源的分配，在提升产量的同时保障植株抗倒伏能力；密度过高或过低则会导致资源浪费、群体矛盾加剧，引发产量下降或倒伏风险增加。本文从玉米生长发育规律与群体效应原理出发，解析不同种植密度对玉米产量构成因素及抗倒伏性的作用机制，系统梳理密度调控对玉米光合效率、干物质积累、茎秆特性的影响路径，提出基于“产量与抗倒伏协同提升”的种植密度优化策略，旨在为玉米高产稳产栽培提供理论支撑与实践参考。

**关键词：**玉米；种植密度；产量构成；抗倒伏性；群体结构

**DOI：**10.64216/3080-1508.25.12.058

## 引言

在玉米种植中，种植密度决定单位面积的植株数量，进而影响群体和个体之间的资源竞争平衡。玉米生长需要光照、温度、水分、养分等资源，种植密度适宜时，植株能充分利用资源，长出合理株型和群体冠层，个体和群体协同生长，最终实现高产；同时，健壮的植株和合理的群体布局，还能提高玉米抵抗风雨等自然灾害的能力，减少倒伏造成的损失。但实际种植中，选择种植密度常面临“产量和抗倒伏”的矛盾：为高产盲目密植，会让群体内光照不足、通风差，植株因争资源而徒长，茎秆细、根系弱，抗倒伏能力大降；若种植太稀，虽植株长得壮、抗倒伏强，但单位面积有效穗少，土地和资源没充分利用，产量潜力发挥不出来。随着玉米品种更新、栽培技术进步，不同品种对密度的适应性不同，所以找到兼顾产量和抗倒伏的适宜密度，是玉米种植管理的核心问题之一。

## 1 种植密度对玉米产量形成的影响机制

### 1.1 产量构成因素的响应规律

玉米产量由单位面积有效穗数、每穗粒数、千粒重三个核心因素决定，种植密度通过改变群体内资源分配，对这三个因素产生不同影响，进而决定最终产量。单位面积有效穗数和种植密度呈正相关，在一定密度范围内，密度越高，植株越多，有效穗数也越多；但密度超过临界值后，群体内资源竞争变激烈，部分植株因缺光照、养分成为无效株（不抽穗或抽穗后结实率极低），有效穗数不再增加甚至减少。每穗粒数和种植密度呈负相关，密度增加会让植株间争光照、养分更激烈，植株光合作

用产物少，影响雌穗分化发育：穗分化时养分不足，雌穗小花退化多，结实率下降；灌浆时光照不够，光合产物满足不了籽粒发育，籽粒不饱满，每穗粒数减少。千粒重也受密度影响很大，高密度下，玉米群体冠层密不透风，中下部叶片光照不足，光合效率低，干物质积累少；同时，植株向籽粒输送光合产物的能力弱，籽粒灌浆不充分，千粒重降低；低密度下，单个植株光合面积足，干物质积累多，籽粒灌浆饱满，千粒重较高。适宜的密度能让有效穗数、每穗粒数、千粒重协调优化，实现产量最大；密度过高或过低，都会因某个或某几个产量因素变差，导致产量下降。

### 1.2 光合效率与干物质积累的调控作用

光合作用是玉米积累干物质的基础，种植密度通过改变群体冠层结构，影响光合有效辐射的分布和利用效率，进而控制干物质积累总量和分配比例，最终影响产量。在群体冠层结构上，密度适宜时，玉米株型紧凑、叶片分布合理，上层叶片能充分吸收光照，中下部叶片也能得到一定光照，群体光合面积和效率达到平衡；高密度下，植株高大、叶片重叠，群体透光率低，中下部叶片光照不足，处于“光补偿点”以下，不能有效光合作用，甚至消耗养分，导致群体总光合效率下降；低密度下，单个植株光合效率高，但单位面积总光合面积小，光能没充分利用，干物质积累总量有限。在干物质积累与分配上，密度适宜时，玉米群体干物质积累多，且优先分配给生殖器官（籽粒），籽粒干物质占比高，产量高；高密度下，干物质积累总量可能增加，但大量干物质用于营养器官（茎秆、叶片）生长，争夺资源，导致

向籽粒分配的比例下降，“源库比”失衡，产量潜力发挥不出来；低密度下，干物质向籽粒分配比例高，但积累总量不够，同样难高产。

## 2 种植密度对玉米抗倒伏性的影响机制

### 2.1 茎秆形态与力学特性的变化

茎秆是玉米支撑植株、抵抗倒伏的关键结构，种植密度通过改变茎秆形态和力学特性，直接影响玉米抗倒伏能力。茎秆形态上，密度适宜时，玉米茎秆粗壮、节间长度适中，尤其是基部第1-3节间短而粗，能承受更大弯曲力和压力，抗倒伏性强；高密度下，群体内光照不足，植株为争光照徒长，茎秆变细、节间拉长，基部节间过度伸长使茎秆重心上移，抗弯曲和抗折断能力大降；同时，高密度下叶片茂密、通风阻力大，遇风雨时植株受力面积增加，倒伏风险更高。茎秆力学特性上，抗倒伏能力和茎秆纤维素、木质素含量，以及硬度、弹性相关。密度适宜时，植株光合产物多，茎秆中纤维素、木质素合成多，质地硬、弹性好，抗折断和抗弯曲能力强；高密度下，光合产物多用来让茎秆伸长，而非积累细胞壁物质，导致纤维素、木质素含量低，茎秆脆弱易断，抗倒伏性差。

### 2.2 根系发育与固持能力的调控

根系是玉米吸收水和养分、固定植株的器官，发育情况直接影响抗倒伏稳定性，种植密度通过改变土壤环境和资源分配，影响根系生长和固持能力。根系生长方面，密度适宜时，玉米根系分布均匀、入土深、侧根多，形成强大根系网络，能有效固定植株；高密度下，地上争光照，地下也争水和养分，根系生长受抑制：入土浅、侧根少、根量（根干重）低，和土壤接触面积小，固持能力弱；同时，高密度使土壤通气差，根系呼吸受阻、活力下降，进一步影响根系生长和功能。根系固持能力方面，抗倒伏主要靠根系与土壤的摩擦力、粘结力，以及根系自身的抗拉强度。密度适宜时，发达根系深入土壤深层，和土壤颗粒紧密结合，固持力强；高密度下，根系发育差，和土壤结合力弱、抗拉强度低，遇风雨易发生根倒（整株因根系拔起而倒伏）。

## 3 玉米种植密度的优化策略

### 3.1 基于品种特性的密度适配

不同玉米品种的株型、耐密性差异大，种植密度要和品种特性匹配，才能兼顾产量和抗倒伏性。株型紧凑、

叶片上冲的品种，耐密性强，群体透光好，适合较高密度，可通过增加有效穗数提产量；株型松散、叶片平展的品种，耐密性差，高密度下群体郁闭，适合较低密度，靠保证每穗粒数和千粒重实现高产。同时，要考虑品种抗倒伏性：选茎秆粗、根系发达、抗倒伏强的品种，可适当提高密度；茎秆细、抗倒伏弱的品种，应降低密度，优先保证植株健壮，避免倒伏。

### 3.2 结合环境条件的密度调整

气候、土壤、肥力等环境条件，影响玉米对密度的适应，需根据实际环境调整密度，让群体和环境更适配。气候上，光照足、通风好的地区，光合效率高，资源竞争小，可适当提高密度；多雨、高湿或风力大的地区，高密度易生病和倒伏，应降低密度，增强通风透光，提升抗逆性。土壤肥力上，高肥力地块养分足，能支撑高密度群体生长，适合高种植密度；中低肥力地块养分有限，高密度下植株生长差，应采用低密度，避免资源浪费和植株徒长。

### 3.3 配套栽培技术的协同调控

优化种植密度要配合配套栽培技术，通过栽培措施改善群体生长环境，增强抗倒伏性，提升产量潜力。施肥管理上，按密度调整施肥方案：高密度种植时，增加氮肥满足群体需求，但要配合增施磷钾肥，促进茎秆和根系生长，提升抗倒伏性；别过量施氮肥，防止植株徒长。田间管理上，适时播种，让玉米关键生长期和光温水充足期匹配；合理灌溉，避免干旱或涝害影响生长；及时中耕培土，促进根系发育，增强固持能力；高密度地块可喷施化控剂（植物生长调节剂），抑制茎秆徒长，缩短基部节间，让茎秆更粗，提升抗倒伏性。此外，在病虫害防治方面，需结合种植密度强化防控措施。高密度种植时，群体通风透光性相对较差，高温高湿环境易滋生蚜虫、玉米螟、大斑病、锈病等病虫害，这些病虫害不仅会直接损害植株叶片、茎秆与根系，还会削弱植株抗倒伏能力。因此，应采取“预防为主、综合防治”的策略：播种前选用抗病虫品种，并进行种子包衣处理，减少初始病虫源；生长期定期巡查田间，利用性诱剂、杀虫灯等物理手段诱杀害虫，降低虫口密度；当病虫害达到防治阈值时，科学选用低毒高效农药，针对性喷施防治，避免因病虫害导致植株长势衰弱，进一步降低抗倒伏风险。在收获期管理方面，合理的收获时间也与种植密度优化效果密切相关。无论是高密度还是低密度种

植，均需在玉米籽粒乳线消失、苞叶变黄且松散时适时收获。收获过早，籽粒灌浆不充分，千粒重降低，影响产量；收获过晚，植株茎秆老化变脆，抗折能力下降，且易遭遇后期风雨导致倒伏，增加收获难度与损失。对于高密度种植地块，可适当提前1-2天收获，避免成熟后期茎秆支撑力不足引发倒伏；低密度种植地块则可根据籽粒成熟度灵活调整收获时间，确保籽粒充分成熟，最大化提升千粒重。

### 3.4 基于动态监测的密度微调机制

玉米生长过程中，环境条件与植株长势可能出现动态变化，因此需建立基于实时监测的种植密度微调机制，确保群体始终处于最优生长状态。在苗期监测与间苗定苗环节，这是实现密度精准调控的关键一步。播种后，待玉米出苗且幼苗长至3-5叶期，需及时开展田间巡查，调查出苗率与幼苗长势。对于高密度种植地块，若出现出苗过密、幼苗拥挤的情况，应按照预设密度标准进行间苗，拔除弱苗、病苗、畸形苗，保留健壮幼苗，确保植株分布均匀，避免后期资源竞争过度；对于低密度种植地块，若因播种质量差、病虫害危害等导致缺苗断垄，可在缺苗处补栽同龄健壮幼苗，或在相邻植株旁保留双株，弥补有效株数不足，保证单位面积内基本苗数量达标。在生育期动态监测与调控环节，需定期监测植株生长指标与群体结构参数。拔节期至大喇叭口期，通过测量植株株高、茎秆基部粗度、叶片展开度等指标，判断群体生长是否协调：若高密度种植地块出现植株徒长、茎秆纤细，可再次喷施化控剂，抑制营养生长，促进生殖生长；若低密度种植地块植株生长过旺、叶片过大，可适当减少灌溉量，控制氮肥吸收，避免养分浪费。同时，利用无人机遥感技术监测群体冠层覆盖度与归一化植被指数（NDVI），实时掌握群体生长动态，若发现局部区域密度过高或过低，及时采取针对性措施调整，确保整个田间群体生长均衡。

### 3.5 区域化密度标准的制定与推广

不同地区的生态条件、种植制度与生产水平存在显著差异，单一的种植密度标准难以满足实际生产需求，因此需制定区域化的玉米种植密度标准，并加大推广力度。在标准制定方面，应结合各地自然条件与生产实践开展试验研究。组织农业科研机构与技术推广部门，在

不同生态区（如东北春玉米区、黄淮海夏玉米区、西南山地玉米区）设置不同密度梯度的对比试验，系统研究当地主栽品种在不同密度下的产量表现、抗倒伏性及资源利用效率。基于试验结果，综合考虑品种特性、土壤肥力、气候条件等因素，制定适合本区域的推荐种植密度范围，明确不同肥力地块、不同品种的具体密度指标，如东北春玉米区高肥力地块，耐密型品种推荐密度为6.0-6.5万株/公顷，中低肥力地块为5.0-5.5万株/公顷；黄淮海夏玉米区由于生长周期短，耐密型品种推荐密度可适当降低至5.5-6.0万株/公顷。在推广应用方面，需通过多元化渠道普及区域化密度标准与配套技术。利用农业技术推广体系，组织技术人员深入田间地头，开展手把手、面对面的技术指导，帮助农户掌握密度调整方法与配套栽培措施；举办培训班、现场观摩会，邀请专家讲解密度优化的原理与效益，展示不同密度种植的对比效果，增强农户对科学密度的认知与接受度。

### 4 结语

种植密度是调控玉米产量与抗倒伏性的关键栽培因素，其通过改变群体结构与资源分配，对玉米产量构成、光合效率、茎秆特性、根系发育产生全方位影响。适宜的种植密度能够实现“群体与个体协调、产量与抗倒伏平衡”，而密度过高或过低，都会因群体内资源竞争失衡或利用不足，导致产量下降或抗倒伏性降低。在玉米生产实践中，种植密度的选择需综合考虑品种特性、环境条件与栽培技术，推行“品种适配、环境适配、技术协同”的密度优化策略。未来，随着玉米育种技术的进步与栽培管理水平的提升，需进一步探索不同品种在不同生态区域的适宜种植密度，结合智能化栽培技术（如精准播种、变量施肥），实现种植密度的精准调控，为玉米高产、稳产、抗逆栽培提供更科学的指导，助力粮食安全与农业可持续发展。

### 参考文献

- [1] 柴尔政, 马佳丽, 张红娟, 等. 不同种植密度对引大灌区青贮玉米产量和品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2024, 43(09): 33-38.
- [2] 梁晔, 卢启坤, 杨万红, 等. 不同种植密度对玉米产量的影响[J]. 耕作与栽培, 2024, 44(04): 47-49.
- [3] 张永祥. 不同种植密度对玉米产量的影响[J]. 种子科技, 2024, 42(14): 8-10.