

Effects of different cultivation patterns (intercropping and dense planting) on population dynamics and control adaptability of corn aphids

Kemin Gou

Sanbana Ethnic Township People's Government Shangri-La, Yunnan, 674411, China

Abstract

Corn, a vital food and forage crop in China, faces severe aphid infestations. With the advancement of green pest management (GPM), research on how planting systems influence aphid dynamics and control strategies has gained significant attention. This study systematically examines the effects of intercropping and high-density planting on aphid occurrence, reproduction, and damage. Through field observations and data analysis, we reveal differences in aphid populations, spatial distribution patterns, and predator-prey relationships across cultivation methods, while comparing plant health and yield variations. The findings indicate that strategic intercropping can suppress aphid outbreaks, stabilize natural enemies, and support sustainable control systems. Although high-density planting increases yields, it may exacerbate aphid damage when management practices are inadequate. The paper proposes integrated measures including optimized crop structures, ecological regulation techniques, and precision management to enhance corn production efficiency and contribute to sustainable agricultural development.

Keywords

maize; intercropping; high density; aphids; population dynamics; control adaptability; agricultural ecology

不同种植模式（间作、密植）对玉米蚜虫种群动态的影响及防控适配性分析

苟克敏

三坝纳西族乡人民政府，中国·云南 香格里拉 674411

摘要

玉米是我国重要粮食与饲用作物，蚜虫则是危害严重的主要害虫。随着绿色防控理念推进，种植模式对蚜虫种群动态及防控策略的研究备受关注。本文聚焦间作与密植模式，系统探讨其对蚜虫发生、繁殖与危害的影响。通过田间观测与数据分析，揭示了不同模式下蚜虫数量、空间分布及与天敌的关系，并比较了植株健康与产量差异。研究表明，合理间作能抑制蚜虫暴发，促进天敌稳定，利于构建可持续防控体系；密植虽提升产量，但在管护不足时易加剧蚜虫危害。文章提出优化种植结构、推广生态调控与精细化管理的综合措施，为玉米绿色高效生产与现代农业可持续发展提供参考。

关键词

玉米；间作；密植；蚜虫；种群动态；防控适配性；农业生态

1 引言

玉米作为我国粮食安全和畜牧业发展的战略作物，种植面积广阔，年产量巨大。然而，病虫害尤其是蚜虫的频繁发生，对玉米产量与品质造成了严重威胁。玉米蚜虫以刺吸式口器危害叶片和幼嫩部位，导致植株生长受阻、光合作用下降、易诱发病害，并影响田间群落结构，增加防治难度。长期以来，玉米生产多依赖化学农药防控蚜虫，但由此带来的抗药性增强、环境污染和生物多样性损失等问题日益突

出，推动了农业绿色防控和生态调控技术的探索。种植模式作为田间生态系统调控的重要环节，对病虫害发生与防控具有显著影响。

近年来，间作、密植等种植模式在玉米生产中被广泛应用。间作作为一种多样化种植结构，可通过生物多样性提升天敌种群、干扰害虫取食与迁移，有效降低害虫暴发风险；密植则通过提升单位面积产量、遮荫与空间竞争等作用机制，对田间生态环境及害虫种群动态产生复杂影响。目前，关于不同种植模式下玉米蚜虫种群动态的系统比较与防控适配性分析尚不充分，缺乏结合生态学机制与田间实际的综合研究。

本文以间作与密植两种模式为研究对象，通过田间实

【作者简介】苟克敏（1997-），女，傈僳族，中国云南香格里拉人，本科，助理农艺师，从事农学研究。

验、种群监测与数据分析，系统评估两种模式下玉米蚜虫种群数量、发生规律、天敌互动与防控措施适配性，为玉米绿色高效生产提供科学依据。希望通过本研究为现代农业病虫害综合治理体系建设提供理论支撑与技术创新路径。

2 不同种植模式对玉米蚜虫种群动态的影响机制

2.1 间作模式下玉米蚜虫种群变化及影响因素

间作是指在同一块土地上玉米与其他作物（如豆科、蔬菜等）按照一定空间结构进行交错种植。田间调查与多点监测结果显示，间作系统下玉米蚜虫种群增长速率显著低于单作与高密植模式。其主要影响机制包括：一是非寄主作物的物理阻隔与气味干扰作用，有效抑制蚜虫迁飞与聚集，延缓初始侵染扩展；二是作物多样性有利于提升田间天敌（如瓢虫、食蚜蝇、寄生蜂等）种群的稳定性与数量，形成对蚜虫的“自然调控屏障”；三是间作田块土壤水分、微气候、光照等生态条件的多样化，降低了蚜虫爆发的环境适宜度。数据表明，在豆玉间作、小麦—玉米轮作等模式下，玉米蚜虫种群高峰推迟，单株蚜虫数显著降低，且田间天敌昆虫多样性指数提升，蚜虫与天敌动态呈现“滞后—同步—回落”的协同调节趋势。间作模式显著缓解了蚜虫对玉米的集中危害，为生态防控提供了良好的生物学基础。

2.2 密植模式对蚜虫种群繁殖与扩散的影响

密植模式即增加单位面积玉米种植密度，以期获得更高的总产量。然而，密植条件下田间通风、透光性变差，植株间隙减少，湿度升高，为蚜虫的快速繁殖与隐蔽迁移创造了有利环境。试验观测表明，高密度玉米田块内蚜虫初侵染速度快，扩散范围广，种群高峰出现时间提前，单株、单叶蚜虫数高于常规密度田块。主要原因在于密集的植株布局形成了“遮荫带”，有利于蚜虫栖息与繁殖，且高湿环境减缓了天敌昆虫活动与分布。此外，密植易导致营养竞争加剧，部分弱势植株生理抗性下降，更易受蚜虫侵染。密植模式虽提升了单位面积产量，但对蚜虫的生态防控压力加大，病虫害综合管理难度提升，需结合精细化田管和多元防控措施，避免因密植诱发二次虫害风险^[1]。

2.3 不同模式下蚜虫与天敌种群互动关系分析

蚜虫种群的发生与天敌种群动态密切相关。间作模式下，由于多样化植被结构与丰富的食物链基础，田间天敌种类多、数量大，瓢虫、食蚜蝇、草蛉等天敌对蚜虫的捕食与寄生作用显著增强。密植模式下，虽天敌种群数量总体增加，但空间受限与环境恶化导致天敌分布不均、捕食效率下降，蚜虫种群易于局部聚集暴发。实地跟踪表明，间作田块蚜虫与天敌数量呈现明显的负相关波动，高峰期天敌密度提升明显压制了蚜虫扩繁。密植田则易出现“蚜虫—天敌脱节”现象，局部区域蚜虫密度过高而天敌反应滞后，形成田间虫害“热点”。综合分析，不同种植模式下蚜虫与天敌动态的耦

合程度是影响生态防控效果的核心机制，也是制定精准绿色防控措施的重要依据^[2]。

3 不同种植模式下玉米田生态环境与植株健康状况比较

3.1 田间小气候与土壤环境变化

种植模式对田间小气候和土壤环境具有直接调节作用。间作田块因植被类型和空间结构多样，地表温度波动小，湿度适中，光照分布均匀，有利于形成稳定的微环境。土壤含水量与有机质含量较高，生物活性旺盛，有助于提高植株抗逆性。密植田块则由于植株高度密集，通风透光性下降，空气湿度增加，地表温度分布不均，形成“高温高湿带”，易诱发病虫害集中发生。长期密植还可能导致土壤板结、有机质流失和微生物多样性下降，降低植株根系活力和田间生态系统稳定性。田间观测表明，间作田块的环境异质性更适合天敌栖息与繁殖，有助于维持生态平衡，而密植田块在不加强田间管护的条件下，生态环境更易失衡^[3]。

3.2 植株生长发育与抗逆性差异

不同种植模式对玉米植株的生长发育及抗逆性影响显著。间作田块因作物间互补作用，植株株高、穗长、叶面积指数等生长指标表现良好，单株生物量较高。多样化根系系统改善了土壤结构和养分利用效率，提升了玉米对干旱、高温等逆境的适应能力。密植田块则表现为单位面积植株数量增多，单株生长空间受限，株高虽增加但穗重下降，叶片重叠度高，光合效率降低，病虫害抗性减弱。田间调查显示，间作模式下玉米抗蚜虫、抗病能力明显优于密植模式，产量稳定性更高。密植虽能短期提升产量，但若不合理管理，易导致群体健康状况下降，病虫害防控压力加大，后期田间损失风险上升。

3.3 产量表现与经济效益分析

产量与经济效益是种植模式选择的重要依据。间作模式下，虽然玉米单产略低于密植田块，但因多种作物共同生产、天敌防控投入减少、生态系统更稳定，整体经济效益更高，抗风险能力更强。密植模式单位面积产量提升明显，但田间管理和病虫害防控成本增加，极端气候和病虫害年份易出现收益波动。通过成本收益分析，合理配置的间作模式在长期经济收益与生态效益上具备明显优势。密植需配套精准田管和绿色防控措施，才能实现“高产高效”目标。建议根据当地气候条件、土壤环境和生产需求，科学选择适宜的种植模式和密度，实现产量、品质和生态效益的多元平衡^[4]。

4 不同模式下玉米蚜虫防控技术的适配性分析

4.1 间作模式下的生态调控与绿色防控技术

在间作模式下，生态调控成为防控蚜虫的重要措施。具体包括：选择对蚜虫有干扰作用的间作作物（如豆科、香葱、药用植物等），增强田间异质性，形成“物理屏障”和“行为干扰”；推广以天敌昆虫释放、人工诱导等生物防治手段

为主,减少化学农药依赖;采用覆盖地膜、调控田间湿度等农艺措施,干扰蚜虫迁移和定殖;优化间作布局和行距,促进通风透光,提升天敌活动效率。田间实验表明,生态调控措施下蚜虫种群高峰显著降低,防控效果稳定,田间生态系统更具自调节能力。绿色防控技术(如植物源农药、性诱剂、昆虫信息素干扰等)与间作模式结合,有助于构建可持续的田间害虫防控体系,降低环境风险和农药残留。

4.2 密植模式下精准防控与综合治理策略

密植模式下玉米田对蚜虫防控提出更高要求。需要推广“精准监测一定点防控—多元集成”的综合治理策略。包括加强田间定点蚜虫监测,设立样方和高密度虫情监测系统,实时预警蚜虫暴发风险;针对高风险区域,采用定向喷雾、局部处理等精准施药技术,减少整体农药使用量;推广抗蚜虫品种和耐密植高产品种,提升植株自我防护能力;结合物理防控(如诱捕板、网罩)、生物防控(天敌释放)、化学防控(低残留农药)等措施,科学制定田间综合防控方案;加强田间管理与轮作,减少蚜虫越冬基数和传播机会。密植田块应注重后期田管和生态调控的结合,避免单一化学防治导致抗药性增强和生态失衡^[5]。

4.3 田间管护与防控技术集成创新

无论何种植植模式,田间精细化管理与多技术集成是玉米蚜虫防控的关键。建议结合本地生产实践,创新“种植结构优化—生态调控—精准施策—智能监测”四位一体的集成防控模式。推广田间智慧监测设备、虫情自动预警与决策支持系统,实现防控决策科学化、时效化。推动农业合作社、种植大户等新型经营主体参与绿色防控技术示范和推广,提升玉米生产组织化和标准化水平。注重农民防控知识培训和技术服务,提升田间防控的可持续性社会效益。通过技术集成与管理创新,进一步提升玉米田蚜虫绿色防控水平和产业竞争力。

5 种植结构调整与田间生态防控模式的优化建议

5.1 适地适作与模式选择优化

根据不同生态区的气候、土壤、病虫害发生规律,科学确定玉米的种植模式和密度。推广玉米-豆科、玉米-蔬菜等多元间作模式,提高田间生态系统多样性和稳定性。高产区和适宜密植的田块,配套智能管护和绿色防控措施,保障产量和生态安全。结合田块实际,合理规划间作作物、布局行距与种植密度,兼顾机械化作业需求与生态效益提升,推动模式多样化发展。

5.2 绿色防控技术体系的区域推广

加快绿色防控技术体系的区域推广与示范。整合本地

优势资源,建设绿色防控示范区和科技服务平台,推广天敌昆虫释放、植物源农药、生物诱导剂、田间生态调控等新技术。强化农民技术培训和社会化服务,提升防控技术应用水平。加强政府、科研院所、企业等多元主体合作,共同推动玉米绿色高效防控体系建设和全产业链生态安全保障。

5.3 政策支持与产学研用协同创新

为推动玉米生产的绿色高效发展,建议从政策、技术和产业协同等方面持续发力。首先,应加大政策支持力度,完善绿色防控补贴与生态补偿机制,形成有效的激励导向,推动农民积极采用可持续种植模式和绿色防控措施。其次,要强化科研机构、高校、农业企业与生产主体的协同创新,围绕玉米蚜虫综合防控的核心难题开展联合攻关,推动病虫监测预警、生态调控、生物防治等多元技术的集成与优化。与此同时,应建立健全成果转化与技术推广服务体系,加快科研成果向生产应用的转移,探索“科研—推广—应用”的全链条机制,实现绿色防控新技术的规模化应用。最后,在推广过程中需注重生态效益、经济效益与社会效益的有机统一,促进农业可持续发展与农民增收,构建多方共赢的产业发展格局,为现代玉米生产体系优化与乡村振兴战略实施注入持久动力。

6 结语

不同种植模式对玉米蚜虫种群动态及防控效果具有深远影响。间作模式能够有效减缓蚜虫种群增长、促进天敌多样性,提升玉米田生态系统的稳定性与防控可持续性,是绿色防控的重要路径。密植模式虽在一定条件下可提升产量,但需配套精准管理和多元防控技术,否则容易加剧蚜虫发生风险。科学选择和优化种植结构,集成生态调控与绿色防控技术,创新田间管理与社会化服务,是提升玉米生产生态效益和可持续竞争力的关键。未来应持续推动种植模式创新、绿色防控技术进步和全产业链协同发展,实现玉米产业绿色高效与农业生态安全的双重目标,为我国现代农业可持续发展和粮食安全提供坚实保障。

参考文献

- [1] 武清.玉米种植技术应用优化策略与病虫害防治综合措施的多角度探讨[J].种子世界,2025,(09):21-23.
- [2] 倪明月.玉米栽培病虫害的生态防治途径[J].河北农机,2025,(14):93-95.
- [3] 刘玉清.玉米高产种植技术的应用实践及科学防治病虫害的有效策略[J].种子世界,2025,(03):27-29.
- [4] 刘欣.高产玉米种植技术及病虫害防治措施研究——以河南省南阳市五星镇为例[J].棉花科学,2024,46(02):94-96.
- [5] 徐欣欣,王连军,杨军卫,等.品种与种植密度对榆阳地区青贮玉米引种试验的影响[J/OL].草地学报,1-17[2025-09-07].