

小麦赤霉病发生规律与综合防治技术研究

李廷海 肖德琴 马梦遥*

昭通市农业科学院 云南 昭通 657000

【摘要】：小麦赤霉病是影响小麦产量和品质的重要病害，易在抽穗扬花期高湿、多雨、田间郁闭等条件下集中发生，造成穗部腐烂、籽粒皱缩和毒素积累。当前防治中存在发生规律掌握不准、用药时期滞后、单一药剂依赖较强、田间管理配套不足等问题。针对病害流行特点，应细化气象监测、品种选择、合理密植、清沟降湿、秸秆处理、扬花初期精准施药和生物制剂辅助防控等措施，形成分阶段、分区域、分环节的综合防治路径。通过发生规律研判和多项技术协同应用，可提高防治针对性，降低病穗率和毒素风险，保障小麦稳产优质。

【关键词】：小麦赤霉病；发生规律；综合防治；精准施药；病害监测

DOI:10.12417/2705-0998.26.08.085

1 小麦赤霉病流行条件识别

1.1 抽穗扬花期高湿环境判定

抽穗扬花期是小麦赤霉病侵染最敏感阶段，田间湿度、降雨频次和穗层持水时间直接影响病害发生强度。连续阴雨、雾露偏重、空气相对湿度长期维持在较高水平时，穗部颖壳和花药表面易形成适合病原菌萌发的微环境。若扬花期遇到降水过程，花药外露后吸湿滞留，病菌更容易从花药、颖片缝隙进入穗部组织。高湿环境判定不能只看单日降雨量，还需结合降雨持续时间、田间排水状况、冠层通风条件和穗部湿润时长进行综合判断。应用绿色发展理念，可通过气象监测、田间湿度记录和病害预警模型联动，提高高风险时段识别精度，为精准施药和减量防控提供依据。

1.2 病原菌侵染高峰期把握

病原菌侵染高峰通常集中在小麦齐穗至扬花盛期，尤其是扬花初期花药大量外露时，穗部组织抗侵入能力较弱，病原菌孢子遇到适宜温湿条件后迅速萌发并完成初侵染。田间菌源主要来自带菌秸秆、病残体和土壤表层越冬病菌，气流、雨滴飞溅和机械作业均可促进孢子向穗层扩散。侵染高峰判断应结合小麦生育进程、前期菌源基数、近期降雨过程和温度变化进行分段研判，避免仅凭见病后再防治造成防控窗口延误^[1]。精准把握侵染高峰，有利于将防治关口前移到病菌侵入前后关键时期，通过扬花初期首次喷药、间隔期补防和药剂轮换使用，降低穗部初侵染率。

1.3 田间郁闭加重发病诱因

田间郁闭会削弱小麦群体通风透光能力，使冠层内部湿度升高、露水消散变慢、穗部干燥时间延长，为赤霉病持续侵染创造有利条件。播量偏大、氮肥施用过多、群体密度过高、倒伏风险增加时，植株间空气流动受阻，穗层湿热环境更加稳定，病原菌孢子在穗部附着和萌发的机会明显增加。郁闭田块还容易出现基部叶片早衰、植株抗逆性下降和病残体分解不充分等情况，进一步增加田间菌源积累。针对这一诱因，应从播种密

度、肥水调控、清沟理墒和控旺防倒等环节入手，构建通风良好、群体适宜、湿度可控的绿色栽培结构，减少病害流行所需的环境基础。

2 小麦赤霉病防控薄弱环节剖析

2.1 发生时期判断不够精准

发生时期判断不够精准，主要表现为对小麦生育进程、气象条件和菌源变化之间的关联把握不足。赤霉病防控关键期集中在齐穗至扬花阶段，但不同地块品种熟期、播期早晚、土壤墒情和长势差异明显，统一按固定日期安排防治容易造成防控偏差。部分田块在扬花初期已具备侵染条件，若仍等待明显病穗出现，病菌已完成侵入并进入扩展阶段，后续用药效果明显下降。发生时期判断还受气象信息利用不足影响，降雨间歇、露水持续时间、田间湿度和温度波动未能同步纳入研判。数字农业理念下，应强化苗情、墒情、气象和病菌基数联动分析，但实际应用不足，使预警精度和防治主动性受到限制。

2.2 药剂使用时机存在滞后

药剂使用时机滞后会直接削弱赤霉病防控效果，尤其在扬花初期错过首次施药窗口后，病原菌已通过花药和颖片缝隙侵入穗部组织，单纯依靠后期补喷难以阻断病斑扩展和毒素积累^[2]。部分防治安排过度依赖见病施药，忽视赤霉病潜育期和隐性感染特点，导致田间出现症状时已错过最佳控制节点。降雨前后施药衔接不紧，也会造成药液覆盖不足、持效期缩短和重复用药增加。绿色防控要求提高药剂利用效率，减少盲目施药和高频施药，但时机滞后容易引发防效下降、成本增加和抗药性风险上升。精准防治应依据扬花进程、降雨预报和病害预警确定用药节点，而非单纯依靠经验判断。

2.3 栽培管理配套措施不足

栽培管理配套不足会削弱赤霉病综合防治基础，使药剂防控承担过高压力。播种密度偏大、氮肥施用偏重、田间排水不畅、秸秆还田处理粗放等问题，容易形成高湿郁闭环境并增加越冬菌源数量。部分田块重视扬花期喷药，却忽视前期群体调

控和田间清洁,导致穗层通风差、植株抗逆性下降、病菌传播条件持续存在。赤霉病属于气候型、菌源型和栽培型因素共同驱动的疾病,单一环节治理难以稳定控制发病程度。绿色发展理念要求将减药控害、培育壮苗、合理施肥、清沟降湿和秸秆腐熟处理结合起来,但实际生产中技术衔接不足,造成农业措施、生物措施和化学措施之间缺少协同。

3 小麦赤霉病农业调控技术路径

3.1 抗病品种筛选推广

抗病品种是减轻赤霉病危害的基础环节,其筛选应结合病原菌群体结构、流行特征及小麦不同生育阶段的敏感性进行系统评估。品种抗病性评价需综合穗部抗侵染能力、籽粒抗腐烂性能及抗毒素积累特性,采用多环境、多年份田间试验获取可靠数据,确保抗病性在不同气候条件和土壤类型下均稳定发挥作用。推广时应优先选择高抗性与高产性兼顾的品种,并结合区域气象特征和栽培制度进行分类指导,使抗病品种发挥最大防控潜力。在品种组合布局中,应考虑不同成熟期和生育期的品种搭配,通过错峰扬花降低病原菌集中侵染风险。同时,应加强与种业资源库和地方农业科研机构协作,开展抗病基因检测与表型筛选结合的新型评价体系,提升筛选效率和精准度,减少田间药剂依赖。绿色发展理念要求抗病品种推广不仅关注单一抗病性,还需结合节水、节肥及生态可持续管理措施,形成病害防控与农业生态协同提升的综合策略,为赤霉病防控提供稳定基础。

3.2 合理密植改善通风

合理密植是改善田间微环境、降低赤霉病侵染风险的重要措施。密度控制应基于品种株型、土壤肥力和田间气候条件,确保群体通风透光、穗层干湿交替适度,减少穗部湿热滞留时间。通过分层测定叶面积指数和群体冠层湿度,可以动态调整播种量和行距,实现植株间空气流通优化。植株合理间隔有助于减缓病菌孢子在冠层内部传播速度,并降低病斑交叉侵染概率,同时改善光照均匀性,提升光合作用效率和抗逆能力。密植管理还应结合施肥策略和水分调控,避免因过旺生长导致倒伏或冠层过度封闭,使病害易于扩散^[3]。数字化农业技术可对群体密度和冠层状态进行实时监测,通过数据驱动的决策支持实现精细化管理。合理密植不仅是单一防控措施,更是促进田间生态平衡、减少药剂使用量、提高小麦产量和品质的关键环节,为赤霉病综合治理提供物理性屏障。

3.3 清沟排湿降低菌源

清沟排湿是降低田间菌源、改善穗部环境的关键环节。田间排水设计需结合地块地形坡度、土壤渗透性及降雨特征,确保积水快速排出、冠层湿度保持在抑制病原菌孢子萌发的范围内。沟渠定期疏通、保持畅通状态,可减少秸秆和病残体长期积水环境,加速病原菌分解或抑制萌发。排水过程中应考虑水

流速和流向,防止病菌随水扩散至低洼田块,同时采用梯田、排水沟或沟埂结合的结构优化水分管理,实现全田覆盖控制。清沟排湿与田间整地、秸秆粉碎或还田结合,可有效降低田间潜在菌源量,减少赤霉病侵染初始压力。绿色农业理念强调通过物理调控取代或减轻化学干预,排水改善不仅降低病害发生率,还优化土壤呼吸和根系生长环境,增强植株健康水平,为后续施药及生物防控提供基础支撑,实现环境友好型病害管理。

4 小麦赤霉病精准防治技术措施

4.1 扬花初期药剂喷施

扬花初期药剂喷施应以“见花施药、主动预防”为核心,把防治节点前移到病原菌侵入穗部的关键窗口。小麦齐穗后进入扬花阶段,花药外露、颖壳张开,病菌最容易从花药残留部位和颖片缝隙侵入,药剂喷施过早会因穗部未充分暴露而降低覆盖率,喷施过晚则难以阻断初侵染过程。精准施药需要根据品种成熟期、田块扬花整齐度和天气过程确定首次用药时间,一般以田间小麦扬花株率达到一定比例、且未来短期存在降雨或高湿天气时作为重点防控信号。喷药时应选择对赤霉病防效稳定、兼顾降低毒素积累的药剂,并保证穗部正反面均匀着药,避免只喷叶片导致有效药量不足。施药机械应采用雾化效果好、穿透能力强、压力稳定的设备,提高药液在穗层的沉积量和附着率。遇到连续阴雨、高湿持续或菌源基数偏高情况,应根据药剂持效期安排第二次补防,防止前一次药效衰减后病菌继续侵染。绿色防控理念下,扬花初期喷施不应追求盲目增加用药次数,而应依托气象预报、病情监测和生育期判定开展变量施药、精准施药,提升药剂利用效率,减少环境残留和生产成本。

4.2 轮换用药延缓抗性

轮换用药应针对赤霉病病原菌抗药性风险进行系统设计,避免长期单一使用同一作用机制药剂造成敏感性下降。赤霉病菌群体繁殖速度快、遗传变异能力强,在连续施用相同类型杀菌剂的压力下,抗性菌株容易被筛选并逐步占据优势,导致田间防效降低。药剂轮换不能只更换商品名称,而应依据有效成分和作用靶标进行分类管理,将不同作用机制的药剂交替使用,减少单一靶点持续选择压力^[4]。在扬花期防控中,可结合首次预防、雨后补防和高风险田块二次防治需求,合理安排保护性、治疗性和抑制毒素积累效果较好的药剂组合,使不同药剂在关键时期发挥互补作用。混配用药需要注意药剂相容性、登记作物、防治对象和安全间隔期,防止因随意混配造成药害或防效不稳定。抗性治理还应加强田间药效跟踪,对防治效果下降区域及时开展病原菌敏感性监测,为药剂调整提供依据。绿色发展理念要求药剂管理从“高频投入”转向“精准组合”,通过科学轮换、合理混配、剂量规范和监测反馈,延长药剂使用

寿命,降低抗性扩散风险,保持赤霉病长期稳定防控能力。

4.3 生物制剂辅助控病

生物制剂辅助控病应作为小麦赤霉病综合防治的重要补充,用于降低田间菌源活性、改善穗部微生态并减少化学药剂依赖。赤霉病发生受菌源、气候和植株状态共同影响,单纯依靠化学防治容易受到降雨冲刷、施药窗口偏窄和抗药性风险制约,生物制剂可通过竞争营养空间、分泌抑菌物质、诱导植株抗性和促进根际微生态平衡等方式抑制病原菌扩展。应用时应根据制剂类型确定使用环节,种子处理、苗期根际调控、拔节孕穗期叶面喷施和扬花期辅助喷施均可形成不同层次的控病屏障。生物制剂对环境条件较敏感,温度、湿度、光照强度和药剂混配方式都会影响活菌存活率及田间定殖效果,因此需要避开强光高温时段,合理控制喷施浓度和用水量,确保有效成分能够到达穗层或根际目标区域。与化学药剂配合时,应优先选择相容性较好的方案,避免杀菌剂直接抑制有益微生物活性。绿色防控理念下,生物制剂的价值不只在替代部分药剂,更在于推动赤霉病防治由单点灭杀向生态调控转变,提升田间系统稳定性和农产品安全水平。

5 小麦赤霉病综合防治成效提升

5.1 监测预警提高防治准度

监测预警系统可通过田间气象数据、病原菌基数、土壤墒情和小麦生育进程等多维信息,构建赤霉病发病风险模型,实现高精度的时间节点判定。预警信息可引导药剂喷施、密植调控和水分管理等防治措施在病害高风险期集中实施,从而避免防治盲目性和资源浪费。多层次监测包括田间人工调查、远程传感器和无人机影像数据,可及时发现潜在病斑并量化群体发病趋势,提高防治策略针对性。数字化监测平台结合历史病害数据与气象预测,可提供区域化风险分级,指导施药剂量和生物制剂用量优化。精准预警不仅提高药剂防治,还可降低抗性压力,为实施分阶段、分区域的综合防控提供科学依据,实现化学防控与生态调控的协同。

参考文献:

- [1] 王琦,韩嘉俊,焦娇,等.小麦赤霉病的综合防治技术及智能监测体系的构建与应用[J].粮食问题研究,2025,(6):35-38.
- [2] 康梦倩,刘旬胜,刘华丽.小麦赤霉病防治误区与综合防控策略[J].现代农村科技,2025,(11):59-60.
- [3] 栗如峰.小麦赤霉病与白粉病的发生规律与科学识别及综合防治措施[J].种子世界,2025,(7):90-92.
- [4] 李宝华.宁晋县小麦赤霉病的发生规律与防治策略[J].河北农业,2025,(5):85-86.
- [5] 张承.小麦赤霉病的危害、影响因素及防治策略[J].农村科学实验,2024,(23):90-92.

5.2 多项措施协同降低病穗率

多项措施协同通过品种抗性、密植调控、秸秆管理、排水改善、精准施药和生物制剂应用形成田间多层防控屏障,使赤霉病侵染路径受到限制。各环节措施相互衔接,抗病品种减少侵染易感性,合理密植改善冠层通风,排水和秸秆管理降低菌源积累,药剂喷施和生物制剂辅助防控阻断初侵染和病斑扩展^[5]。协同应用过程中,应结合田间实时监测数据和气象预测调整措施力度,实现动态防控。通过多环节控制,病穗率显著下降,病原菌扩散速度减缓,田间病害空间均匀性得到改善。绿色防控理念下的协同措施不仅降低药剂投入量,还可减少毒素积累和环境残留,实现病害防控和生态可持续发展的双重目标。

5.3 稳产提质保障生产安全

综合防治措施的系统实施可显著减少赤霉病造成的穗腐和籽粒损失,提高小麦产量稳定性与品质安全。通过精准判定病害发生阶段、合理安排防控环节以及优化药剂和生物制剂应用,可降低病穗率和毒素积累水平,保障籽粒健康和出粉率。田间管理优化包括通风透光、秸秆腐熟和水分调控,可提升小麦植株整体抗逆性和营养利用效率,增强田间群体健康。多措并举协同不仅控制病害,还稳定产量波动,改善籽粒质量,提升蛋白质含量和籽粒完整性,为加工和食品安全提供保障。绿色发展理念要求在稳产提质过程中减少化学药剂依赖、强化生态防控,实现生产效益、食品安全和环境友好三者兼顾的高效农业体系。

6 结语

小麦赤霉病防控需立足发生规律,准确把握抽穗扬花期高湿、菌源积累和田间郁闭等关键因素。抗病品种、合理密植、清沟排湿、精准施药、轮换用药和生物制剂协同配套,可提升防治准度,降低病穗率和毒素风险,推动小麦生产向绿色、高效、安全方向发展,为稳产提质提供技术支撑。