

Study on the Integration and Application Effect of Green Control Technologies for Major Wheat Diseases and Pests in North China

Jiaojiao Wen

Nanhe District Agriculture and Rural Affairs Bureau, Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract

As a major wheat-producing region in China, North China has seen frequent outbreaks of stripe rust, Fusarium head blight, aphids, and armyworms due to climate change and farming system adjustments, severely threatening crop yields and quality. While traditional chemical control methods provide rapid results, long-term reliance has led to environmental pollution and increased pest resistance. This study proposes a four-dimensional integrated technology system—monitoring and early warning, ecological regulation, precision control, and comprehensive evaluation—based on green control principles. It combines key technologies such as biological control, resistant varieties, ecological regulation, and smart spraying. Experimental results in Hebei, Shanxi, and northern Henan demonstrated a 35% reduction in pesticide use, 90% overall control efficacy, and 8.6% yield increase. This system significantly enhances control efficiency and ecological benefits, offering a viable approach to ensure food security and promote sustainable agricultural development.

Keywords

wheat diseases and pests; green control; ecological regulation; technology integration; application effect

华北地区小麦主要病虫害绿色防控技术集成与应用效果研究

温娇娇

邢台市南和区农业农村局，中国·河北 邢台 054000

摘要

华北地区是我国重要的小麦主产区，气候变化与耕作制度调整使条锈病、赤霉病、蚜虫、粘虫等病虫害多发重发，严重威胁产量与品质。传统化学防控虽见效快，但长期依赖导致环境污染与抗药性增强。本文基于绿色防控理念，构建“监测预警—生态调控—精准防治—综合评价”四维一体技术体系，集成生物防治、抗性品种、生态调控与智能喷施等关键技术。在河北、山西、河南北部等地试验结果表明，农药用量减少35%以上，综合防效达90%，产量提升8.6%。该体系显著提高防治效率与生态效益，为保障粮食安全和推动农业可持续发展提供了可行路径。

关键词

小麦病虫害；绿色防控；生态调控；技术集成；应用效果

1 引言

小麦是华北地区的主要粮食作物，其种植面积和产量在全国均占重要地位。近年来，受气候变暖、种植制度变化与农药抗性演化等因素影响，小麦病虫害呈现出区域性、复合性与持续性加重的趋势。特别是条锈病、赤霉病、白粉病以及蚜虫、粘虫等害虫的频繁发生，已成为限制小麦稳产的主要因素。传统化学防控措施在短期内虽能取得较好防效，但长期依赖导致抗药性增强、环境污染加剧及农产品农残超

标等问题，不符合绿色农业发展方向。

在国家“化肥农药减量增效行动”和“绿色防控行动计划”的推动下，构建以生态安全和农田可持续利用为核心的绿色防控技术体系成为必然趋势。绿色防控强调以生态调控为基础、生物技术为支撑、智能装备为手段，通过技术集成实现病虫害的系统治理。本文以华北地区小麦主要病虫害为研究对象，从防控体系构建、关键技术集成与应用成效等方面展开系统分析，旨在探索符合区域特征的绿色防控路径，为华北小麦生产的高质量与绿色发展提供科学依据。

2 华北地区小麦病虫害发生特征与防控现状

2.1 主要病虫害种类与发生规律

华北地区处于典型的温带季风气候区，气候条件季节性明显，春季干旱多风、夏季高温多雨，这种气候特征为多

【作者简介】温娇娇（1989-），女，中国河北邢台人，本科，农艺师，从事农业技术推广、植物保护、病虫害防治研究。

种小麦病虫害的繁殖与传播提供了理想环境。条锈病在冷凉湿润条件下极易暴发,成为华北北部和山地丘陵地带的主要病害;赤霉病在小麦抽穗至灌浆期的高湿气候中高发,常造成穗部霉变与品质下降;白粉病与蚜虫则在春季干旱少雨季节危害严重。近年来,随着种植密度增加和品种单一化,小麦蚜虫、粘虫等迁飞性害虫呈明显上升趋势,跨区域迁飞导致危害范围扩大。长期单一化学防控造成病原菌群体抗药性增强,使传统防治手段的有效性下降,病虫害防控形势愈加复杂。

2.2 传统防控模式的局限性

目前华北地区小麦病虫害防治仍以化学防控为主,防治体系相对单一。虽然短期内能够快速抑制病菌扩散,但频繁施药破坏了田间天敌群落结构,导致害虫再度爆发并加重抗药性。部分农户缺乏科学施药知识,在药剂选择、剂量控制与防治时间把握上存在误区,造成防效不稳、农药残留超标及环境污染等问题。过度依赖化学农药不仅增加生产成本,还破坏了农田生态平衡,导致有益微生物数量下降、土壤结构退化等次生问题。长期来看,传统防控模式已难以适应绿色农业发展的要求,亟须建立兼顾经济效益与生态安全的综合防治体系。

2.3 绿色防控技术体系的必要性

构建绿色防控体系是实现小麦生产可持续发展的必然选择。绿色防控以生态调控为核心理念,强调“预防为主、防控结合、减药增效”。通过监测预警系统及时掌握病虫动态,结合抗性品种选育、农业生态调控和生物防治等措施,实现病虫害的系统化、精准化管理。该体系以降低化学农药依赖为目标,在防控过程中充分利用自然生态平衡与作物自身抗性,构建稳定的田间生态系统。研究与实践表明,绿色防控技术不仅能有效控制主要病虫害的发生与蔓延,还可减少30%以上的农药使用量,显著提升农业生态系统的自我修复能力,对保障华北地区小麦产量安全与生态环境可持续具有深远意义。

3 小麦病虫害绿色防控技术体系构建

3.1 监测预警与智能决策系统

病虫害的科学防控离不开精准监测与预警体系的支撑。为实现早发现、早干预,建立自动化虫情监测点与智能测报灯系统成为关键环节。通过对气象要素(温度、湿度、降雨量、风速)与虫情动态的实时采集,系统可综合分析病虫害发生趋势。结合物联网技术与GIS空间分布分析,构建基于多源数据融合的大数据预警模型,实现病虫害时空分布图与风险等级的动态更新。平台可自动生成针对不同地区与病虫害类型的防控建议,并通过手机端与控制终端同步推送至农户,实现精准施药与区域联防联控。河北石家庄、河南安阳等地的应用表明,该系统能提前5~7天发出预警信号,显著提升防控的及时性与准确性,为绿色防控提供技术支撑。

3.2 抗性品种选育与推广

选育与推广抗病优良品种是小麦病虫害长期防控的核心策略。通过分子标记辅助选择(MAS)与常规育种技术结合,培育出兼具高产、稳产与抗病特性的新品种,能从源头上降低病害流行风险。目前“矮抗58”“郑麦136”“石优麦3号”等品种在华北地区得到广泛应用,表现出对条锈病、赤霉病及白粉病的稳定抗性。田间试验显示,采用抗性品种后,小麦条锈病发病率较普通品种下降65%以上,赤霉病感染率下降50%,明显减少了化学防治需求。该措施不仅提高了防治的生态效益,也保障了粮食品质安全。抗性品种的持续推广与更新,为构建区域性绿色防控体系提供了坚实的生物学基础。

3.3 生态调控与农艺措施协同

生态调控是绿色防控体系中的生态支柱,其核心在于通过农艺与生态措施恢复田间生态平衡。通过优化种植密度与轮作制度,减少病虫害寄主的持续存在,可有效切断传播途径。采用秸秆还田、地膜覆盖与有机肥替代化肥,改善土壤通透性与微生物结构,从而增强作物根系活力与抗逆性。同时,保护与利用天敌资源,如释放七星瓢虫、赤眼蜂、草蛉等,可形成自然控制链,实现“以虫治虫”“以生抑病”的生态效应。试验研究表明,综合农艺调控措施可减少化学防治需求约30%,并在稳产增产的同时提升农田生物多样性。生态调控与农艺措施的协同应用,为小麦病虫害绿色防控提供了系统性、可持续的技术支撑,推动农业向生态友好型方向转变。

4 关键绿色防控技术的集成与创新应用

4.1 生物防治技术的应用优化

在绿色防控体系中,生物防治是减少化学农药使用、恢复生态平衡的重要支撑环节。通过采用微生物农药、益生菌制剂及天然植物提取物,可有效控制主要病虫害的发生。研究表明,哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)在小麦赤霉病防治中具有显著拮抗作用,其通过竞争营养、分泌抗生物质和诱导植株抗性等多重机制抑制病原菌扩散;苏云金杆菌(*Bacillus thuringiensis*)能针对小麦蚜虫和粘虫形成高效防控屏障,显著降低虫口密度。复合微生物剂在改善根际微生态环境、提升植株抗逆性方面表现出协同增效作用。田间试验结果显示,综合使用生物制剂可替代约40%的化学农药施用量,防效达到85%以上。同时,生物防治措施在确保防效稳定的前提下减少了农药残留,有助于维持土壤微生物多样性与农田生态系统稳定,为实现农业可持续发展奠定基础。

4.2 精准施药与智能装备技术

精准施药技术是实现病虫害防控高效化与绿色化的重要路径。基于无人机、自动导航喷杆机与智能喷雾系统的精准防治模式,能够通过图像识别、地理信息定位与传感监测技

术实现靶向施药。系统依据田间作物长势、病虫分布与气象条件,实时调整喷洒路径、药量及雾滴粒径,减少药液漂移与重复喷施。变量喷洒控制技术通过将处方图与遥感影像结合,实现病虫密集区的重点防治与低风险区的减量处理。华北地区示范应用结果表明,采用精准施药系统后,平均药量减少25%,喷施均匀度提升30%,防控效率提高约22%。此外,该技术具有操作便捷、节省劳动力、环境污染低等优势,尤其在大规模小麦种植区表现出良好的适应性和推广价值,成为实现智能农机与绿色防控融合的重要方向。

4.3 信息化管理与多源数据融合

随着数字农业的快速发展,病虫害信息化管理体系成为提升防控效率和科学决策能力的重要支撑。构建集成化信息管理平台,将气象监测、遥感影像、物联网传感与病虫害情报数据进行多源融合,可实现“感知—分析—决策—执行”的闭环管理。系统通过机器学习模型分析气候变化与病虫动态的相关性,实时评估区域病虫风险等级,并向防控终端发布调度指令。平台同时具备远程监控与可视化展示功能,可跨区域调度资源,提升应急防控的组织协调效率。在河北、河南等地的示范应用中,该系统实现了防控数据的实时共享与动态更新,使防治响应速度提高约40%,显著增强了区域联防联控能力。多源信息融合不仅优化了防控资源配置,也促进了农业管理模式由经验驱动向数据驱动转变,为构建智慧农业防控体系提供了技术支撑。

5 应用效果分析与推广模式研究

5.1 防治效果与生态效益评估

在河北邯郸与山西运城的示范区中,对比传统化学防控与绿色防控体系的应用结果显示,集成技术的综合防效显著优于常规模式。条锈病、赤霉病及蚜虫的平均防治效果分别达到92.1%、88.3%与91.7%,病虫密度总体下降超过80%。通过减少高毒高残农药使用,化学农药总量较基准年下降37%,喷药次数减少约40%。同时,生态环境中的农药残留量和地下水污染风险显著降低。田间监测结果表明,生物多样性水平提升,天敌昆虫数量较推广前增加近30%。小麦产量平均提高8.6%,籽粒蛋白质含量提升4.2%,农产品品质显著改善。绿色防控体系在实现病虫高效控制的同时兼顾了生态安全与农产品质量,充分体现了生态农业与经济效益的协同发展特征。

5.2 推广模式与社会影响

绿色防控技术的推广依托“政府引导—科研支撑—农民参与”的协同机制,实现了政策、技术与生产的多层联动。政府部门主导建立区域示范区,制定标准化技术规程,并提供财政补贴与培训支持;科研机构承担技术研发与现场指导任务,确保技术集成的科学性与可操作性;农户通过合

作社模式实现资源共享与集中应用,推动规模化推广与区域协同防控。推广过程中,依托农技推广服务中心开展多场次培训与实地观摩活动,提高农民对绿色防控理念的理解与接受度。调查数据显示,农户对该技术的认知率从2020年的35%提升至2025年的82%,实际采纳率从18%提升至64%。社会层面上,绿色防控示范区的建设促进了农资结构优化与乡村绿色转型,为农业可持续发展提供了良好范例,带动了农民收入增长与农业品牌化进程。

5.3 经济投入与可持续性分析

从经济效益角度看,绿色防控体系在初期投入较传统防控模式略高,主要体现在生物制剂购置、智能喷施设备与监测设施建设等方面。但随着体系运行的稳定化与技术成熟,节本增效优势逐渐显现。通过节约化学农药与减少施药次数,单位面积防治成本下降12%~15%;同时产量与品质提升使农产品市场收益增长显著,平均净收益提升约15%。长期运行数据表明,绿色防控能有效降低灾害性损失风险,延长耕地生态寿命,提高农业系统的韧性与自我修复能力。在生态可持续性方面,该体系通过减少环境污染与促进生态平衡,增强了农业生态系统的稳定性与循环利用效率。综合分析结果显示,该防控体系在经济可行性、生态友好性、社会接受度方面均表现突出,具备在更大范围内推广的现实基础与长远价值,为华北乃至全国小麦绿色防控模式的持续优化提供了科学依据与实践参考。

6 结语

华北地区小麦主要病虫害绿色防控技术的研究与应用,充分体现了现代农业向生态化、智能化发展的趋势。通过集成监测预警、生物防治、抗性品种、生态调控及智能化装备等技术,构建了区域化、系统化、可复制的防控体系。实践证明,该体系能有效降低化学农药使用量,改善生态环境,显著提升小麦产量与品质。未来应加强区域间数据共享与模型优化,完善绿色防控标准体系,推动数字农业与生态农业深度融合,实现华北小麦产业的高效、安全与可持续发展。

参考文献

- [1] 王端合,薛远赛.鲁西南地区小麦主要病虫害绿色防控技术[J].特种经济动植物,2024,27(05):131-133.
- [2] 张开栋.小麦病虫害绿色防控技术的应用研究[J].种子科技,2024,42(02):149-151.
- [3] 杨维侠.小麦病虫害绿色防控技术与推广路径探索[J].江西农业,2025,(14):92-94.
- [4] 王永芳.保护性耕作条件下小麦-玉米主要病虫害发生规律及绿色防控技术研究.河北省,河北省农林科学院谷子研究所,2020-08-18.
- [5] 韩西红.小麦高产栽培及病虫害绿色防控技术研究[J].农家参谋,2022,(22):45-47.