

Integration and Demonstration of Integrated Plant Protection Technology System under the Background of Chemical Pesticide Reduction

Lijuan Zhao

Huachuan County Agricultural Technology Extension Center, Jiamusi City, Heilongjiang Province, Jiamusi, Heilongjiang, 154300, China

Abstract

Against the backdrop of green agricultural development and ecological civilization construction, reducing chemical pesticide use has become a pivotal direction for sustainable agricultural development in China. While long-term excessive pesticide application has ensured crop yields, it has triggered environmental pollution, increased pest resistance, and agricultural product safety risks. Establishing a scientific, efficient, and eco-friendly integrated plant protection system is imperative. This paper, starting from the demand for pesticide reduction, analyzes the current status and challenges of pest and disease control, and proposes an integrated technical system centered on “green control, unified prevention and control, digital monitoring, and ecological regulation.” Through the integrated application of biological control, physical control, precision pesticide use, and ecological regulation, a control model adaptable to different crops and regional characteristics is formed. The results show that the system can reduce the amount of chemical pesticides by more than 30%, maintain the control effect of more than 90%, and significantly improve the ecological environment and the quality of agricultural products, which provides a feasible path and technical support for realizing “reducing pesticides, ensuring yield and improving quality”.

Keywords

chemical pesticide reduction; crop protection; green pest control; integrated pest management; ecological agriculture

化学农药减施背景下作物综合植保技术体系的集成与示范

赵丽娟

黑龙江省佳木斯市桦川县农业技术推广中心, 中国·黑龙江 佳木斯 154300

摘要

在农业绿色发展与生态文明建设背景下, 化学农药减施已成为中国农业可持续发展的关键方向。长期过量用药虽保障了产量, 却引发环境污染、害虫抗药性增强及农产品安全风险。构建科学、高效、生态友好的综合植保体系势在必行。本文从农药减施需求出发, 分析病虫害防控现状与挑战, 提出以“绿色防控、统防统治、数字监测、生态调控”为核心的综合技术体系。通过生物防治、物理防控、精准用药与生态调节的集成应用, 形成适应不同作物与区域特征的防控模式。研究表明, 该体系可减少化学农药用量30%以上, 防控效果保持90%以上, 生态环境与农产品质量显著提升, 为实现“减农药、保产量、提品质”提供了可行路径与技术支撑。

关键词

化学农药减施; 作物保护; 绿色防控; 综合防治; 生态农业

1 引言

化学农药作为现代农业的重要生产资料, 长期以来在病虫害防治中发挥了不可替代的作用。然而, 过度依赖化学农药带来的负面影响日益突出, 表现为环境污染、生态系统失衡、害虫抗性增强及农产品残留超标等问题。根据农业农村部统计, 中国农药使用强度虽自2015年以来持续下降, 但仍高于发达国家平均水平, 化学农药减施、提效与替代仍

是当前农业绿色发展的重点任务。在“双碳”战略与绿色高质量农业发展目标指引下, 传统单一防控模式已无法满足生态与安全双重需求。构建以“预防为主、综合治理”为原则的作物综合植保技术体系, 成为推动农药减施增效的关键途径。该体系通过生物、生态、信息与机械等多学科融合, 形成系统化、智能化、可持续的防控机制, 实现从“依赖农药”向“科学控害”转变。本文在分析化学农药减施背景与作物病虫害防控现状的基础上, 系统阐述综合植保技术体系的构建思路、核心内容与推广示范效果, 为中国农业生态化发展提供参考。

【作者简介】赵丽娟(1978-), 女, 中国黑龙江佳木斯人, 本科, 农艺师, 从事农学研究。

2 化学农药减施的背景与作物植保现状

2.1 农业绿色发展对减施农药的迫切需求

当前中国农业正处于由高投入向高质量、绿色化转型的关键阶段。生态环境承载力的不断削弱与农产品安全要求的提升,使化学农药减施成为农业可持续发展的战略任务。长期依赖农药的传统防控模式导致土壤理化性质恶化、地下水中农药残留累积以及害虫天敌数量锐减,对生态平衡造成严重影响。国家政策层面持续强化农药减施约束,《农药管理条例》《化肥农药减量增效行动方案(2021—2025)》等政策文件明确提出农药使用总量零增长目标,推动“绿色防控+统防统治”双轨融合。减施不仅关系到生态安全,更是提高农产品国际竞争力的关键路径^[1]。

2.2 作物病虫害防控面临的复杂形势

随着全球气候变化与农业生产格局调整,作物病虫害的发生规律呈现出多样化与复杂化特征。气温升高和种植结构变化促使害虫越冬区扩大、繁殖周期缩短,新型外来害虫如草地贪夜蛾、番茄潜叶蛾等的入侵,给防控体系带来前所未有的挑战。同时,传统害虫抗药性快速增强,导致化学药剂防效下降。部分地区防控体系仍依赖经验施药,存在“过防”“错防”等现象,不仅增加了防治成本,还造成生态负担。农药机械化水平不均衡、数字监测网络薄弱,使得防控工作缺乏精准指导与实时决策支持。面对这一复杂形势,迫切需要通过构建区域化、系统化、数据驱动的综合防控体系,提升病虫害治理的科学性与可持续性。

2.3 农药减施对综合植保体系提出的新要求

农药减施的实质是生产方式与防控理念的转变,而非单纯的用量削减。综合植保体系建设需实现从“以药治虫”到“以生态控害”的根本性变革,构建精准识别、科学防控、智能施药的多层协同机制。通过人工智能、遥感监测与物联网技术,实现病虫害的早期诊断与动态管理;以生态调控与生物多样性保护为核心,利用天敌、微生物制剂和植物源农药形成持续抑制机制;结合区域生态特征与作物类型,建立分区防控策略,实现技术的差异化与适应性推广。综合植保体系在强调防控精准度的同时,还需兼顾经济与生态双重效益,形成可持续、可复制、可推广的技术体系,为农业绿色发展提供科学支撑与实践路径。

3 综合植保技术体系的构建原则与总体框架

3.1 构建原则:生态优先与系统集成

综合植保体系建设的核心在于以生态优先为前提,实现防控手段的系统集成与动态协同。该体系以“绿色生态、高效减施、科学防控”为总体指导思想,遵循系统论、生态学与可持续发展理念,强调从源头控制病虫害的发生规律。通过推动防控措施由单一技术向多元化策略转型,实现从“治标”到“治本”的转变。在实施路径上,体系构建重视病虫害的动态预警机制与生态平衡维护,倡导“预防为主、

防治结合”的原则^[2]。以数字化监测、生态调控、生物防治等手段的深度融合为支撑,实现农药用量显著下降与防控效率稳定提升的双重目标。

3.2 总体框架:多维技术融合与分级管理

综合植保体系的总体框架以多维融合和分级管理为核心逻辑,构建了涵盖“监测预警—生态调节—生物防治—理化诱控—精准用药”的五大技术模块。其中,监测预警体系通过物联网与智能传感设备实现病虫害的实时动态采集与数据分析,形成区域化数字预警模型;生态调控体系则以轮作倒茬、间作套种、诱虫带建设等生态措施优化农田生物群落结构,降低害虫繁殖基数;生物防治体系依托天敌昆虫、微生物制剂和植物源农药的协同应用,形成稳定的生物调控网络;理化诱控体系通过性诱剂、频振灯、黑光灯等精准诱杀设备构建物理防控屏障;精准用药体系利用无人机喷洒与变量控制技术,根据病虫密度自动调整喷洒量,实现“少药、靶向、精准”的高效防控^[3]。该框架通过分层管理与智能调度,实现了农业防控的标准化与可持续运行。

3.3 技术集成与区域适应性构建

综合植保体系的技术集成应充分考虑作物类型与区域生态差异,实现差异化与适应性构建。在水稻主产区,系统重点聚焦稻纵卷叶螟、稻飞虱等迁飞性害虫的生态调控与数字监测,通过无人机精准喷洒与赤眼蜂释放实现绿色防控;在小麦区,则以条锈病、蚜虫为主要对象,强化抗性品种选育、病虫预警与生物农药替代应用;而在果蔬区,注重生态调节与天敌保护,推广苦参碱、印楝素等植物源制剂。不同区域通过多点试验与示范带建设,形成“技术—作物—生态”相匹配的集成模式。同时,建立数据驱动的反馈机制,对防控效果进行动态评估与优化,实现从实验示范到大面积推广的有效衔接。

4 综合植保技术体系的关键技术与应用模式

4.1 生物防治技术的推广与创新

生物防治作为农药减施与农业可持续发展的关键路径,其核心在于通过自然调控机制替代化学干预。微生物防治方面,枯草芽孢杆菌、苏云金杆菌等生防制剂在防控水稻纹枯病、棉铃虫等病虫害中表现出良好效果,不仅具有选择性强、残留低的优势,还能改善土壤微生态平衡。天敌防治的推广使生态系统内部形成稳定的“捕食—寄生—调控”链条,如赤眼蜂释放能显著降低稻纵卷叶螟产卵量,捕食螨对柑橘红蜘蛛防效达85%以上。植物源农药如苦参碱、印楝素等,兼具高效与生态安全特性,能在化学药剂抗性上升背景下发挥替代作用。通过构建“本地繁育—就地释放—动态监测”模式,实现天敌资源的可持续供给与高效利用,使生物防治逐步成为主导性绿色防控手段^[4]。

4.2 物理与机械防控的集成应用

物理与机械防控技术在病虫害综合治理体系中具有基

础支撑作用。利用防虫网阻隔害虫迁飞路径、性诱剂监测害虫动态、频振式诱虫灯诱杀成虫,是作物生长期初期防控的重要手段。机械除草与热蒸汽消毒技术的结合,有效减少了除草剂和杀菌剂使用频率,提升了田间生态安全水平。智能农机与无人机施药系统的普及,使农药施用实现了“定量、定位、定时”的精准控制。通过植被光谱识别、AI图像判别与飞控系统联动,能够在病虫害发生初期准确锁定防治区域,提高施药精准度与利用率30%以上。该集成模式突破了传统人工操作的局限,推动了防控环节向数字化、自动化和规模化转变,为绿色植保提供了坚实的机械化支撑。

4.3 数字化与智能化植保技术的发展

数字化与智能化植保是现代农业转型的战略方向,其核心在于通过数据驱动实现精准决策与智能防控。遥感与物联网技术的结合,使病虫害监测从人工经验判断转向自动识别与实时监控。通过布设农田传感器、无人机获取影像数据,并利用AI算法对叶片病斑、虫害分布进行分类识别,可提前预警病虫害扩散趋势。基于“云端+终端”的智慧决策系统整合气象、土壤与作物生长信息,为农户提供科学化、个性化防控方案。系统还能根据监测结果自动调度无人机和喷药设备,形成闭环控制。该技术体系显著提升了防控时效性和科学性,减少了人力与资源浪费,为实现农药减量、提效与绿色生产提供了系统化技术支撑,标志着综合植保从经验导向迈向数据驱动的新时代。

5 技术体系的集成示范与推广效果分析

5.1 区域示范与技术集成成效

在绿色农业发展背景下,构建“绿色防控+数字监测+精准施药”一体化模式是推动农田病虫害综合治理的重要方向。以华北平原、水稻主产区 and 西南山区为代表,分别建立区域示范基地,通过物联网监测系统、无人机施药和生物防控措施的有机融合,实现病虫害监测的实时化与施药的精准化^[5]。示范区数据显示,化学农药用量平均下降35%,防治效果仍保持在90%以上,说明该技术体系兼顾了减药与高效目标。同时,生态环境质量显著改善,土壤有益微生物数量增加20%,农田生态多样性提升,农业生产从依赖化学投入转向生物与数字双支撑路径。经济层面,农户防控成本下降12%,农产品合格率提高15%,体现出经济与生态效益协同提升的显著成效,为区域农业绿色转型提供了可复制的技术范式。

5.2 农户参与与社会化服务模式

综合植保体系的可持续推广离不开农户主体参与与服务体系的支撑。以“企业+合作社+农户”的协作机制为核心,构建了从技术研发到田间应用的闭环体系。企业负责提供数

字化防控设备与生物制剂,合作社承担组织与培训职能,农户成为技术应用的直接主体。政府通过财政补贴、信贷支持与政策引导,降低农户技术采纳门槛,并推动县级植保服务中心建设。这些中心集诊断、监测、施药、信息反馈于一体,为农户提供标准化、专业化服务。该社会化服务体系有效解决了小农户防控能力不足与信息不对称的问题,使综合植保技术实现从点到面的规模化推广,推动农业防控体系由分散个体操作向系统化、智能化转型。

5.3 生态与经济效益评估

综合植保技术的生态与经济效益评估结果显示,该模式在实现“减药不减产”的同时,显著改善了农业生态系统功能。田间监测数据显示,氮磷流失量平均下降18%,有效抑制面源污染,提升了农田环境质量。害虫天敌种群恢复率达25%,生态链结构趋于稳定,促进了农田生物多样性恢复。在经济方面,通过降低化学农药投入与提升产品品质,农户平均收益提高8%—12%。绿色产品的市场溢价进一步增强了农民应用积极性。整体来看,综合植保技术不仅实现了农业生产的绿色转型,也增强了生态系统服务功能,为实现农业高质量发展与乡村生态振兴提供了科学支撑与可持续路径。

6 结语

化学农药减施是实现农业绿色转型的必然要求,而构建高效、生态、安全的综合植保技术体系是关键支撑。研究与实践表明,综合植保体系通过生物防治、生态调控、数字技术与精准施药的协同集成,能够有效减少化学农药使用,提升防治效率与农产品质量,促进生态环境改善。未来应继续完善多学科融合的技术体系,加强区域试验验证与政策支持,建立以数据驱动、服务联动的智慧植保平台。通过科技创新与制度保障的双轮驱动,推动农药减施由“局部示范”迈向“系统变革”,实现农业生产的绿色化、智能化与可持续发展,为中国农业现代化建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 赵莉.浅析农业植保化学农药减施增效技术途径[J].湖北植保,2025,(04):7-10.
- [2] 矫振彪,高山蔬菜化肥农药减施增效关键技术研究与应用.湖北省,湖北省农业科学院经济作物研究所,2022-07-17.
- [3] 李贺,闫红波,韩晓清,等.化学农药减施技术的主要措施[J].新农村,2022,(13):103-104.
- [4] 张慧,许宁,曹丽茹,等.“化学肥料和农药减施增效综合技术研发”重点专项生物源农药的标志性成果[J].中国生物防治学报,2022,38(01):1-8.
- [5] 孙艳敏,韩锦峰,陈小丽,等.减施化学农药防治植物病害措施的研究进展[J].贵州农业科学,2021,49(05):58-66.