

农业病虫害综合治理策略的优化与实践

李贺兴¹, 于蓉蓉^{1*}, 蒋世豪², 赵家赫³, 王熠歆¹

¹西京学院计算机学院, 陕西 西安

²西京学院机械工程学院, 陕西 西安

³西京学院电子信息学院, 陕西 西安

收稿日期: 2024年6月3日; 录用日期: 2024年7月19日; 发布日期: 2024年7月31日

摘要

面对全球人口增长和气候变化带来的挑战, 农业生产承受了空前的压力, 特别是病虫害频发对作物的产量和品质构成风险。虽然传统的化学控制手段迅速而直接, 但长期依赖这些方法引起了包括环境污染、生态平衡受损以及害虫耐药性增强在内的多重问题。鉴于此, 实施和优化综合病虫害管理(IPM)策略变得格外关键。本研究采用跨学科的方法, 融合农业生态系统理论、生物防治技术、信息技术及社会经济因素, 提出了一套改良的IPM策略, 并通过实际田间试验验证了其有效性。

关键词

农业病虫害, 综合治理策略, 生物防治, 精准监测, 社会经济效益

Optimization and Practice of Integrated Management Strategy of Agricultural Pests and Diseases

Hexing Li¹, Rongrong Yu^{1*}, Shihao Jiang², Jiahe Zhao³, Yixin Wang¹

¹School of Computer Science, Xijing University, Xi'an Shaanxi

²School of Mechanical Engineering, Xijing University, Xi'an Shaanxi

³School of Electronic Information, Xijing University, Xi'an Shaanxi

Received: Jun. 3rd, 2024; accepted: Jul. 19th, 2024; published: Jul. 31st, 2024

Abstract

Faced with the challenges brought by global population growth and climate change, agricultural

*通讯作者。

文章引用: 李贺兴, 于蓉蓉, 蒋世豪, 赵家赫, 王熠歆. 农业病虫害综合治理策略的优化与实践[J]. 林业世界, 2024, 13(3): 230-236. DOI: 10.12677/wjf.2024.133033

production is under unprecedented pressure, especially the frequent occurrence of pests and diseases poses a serious risk to crop yield and quality. Although traditional chemical control methods are quick and direct, long-term reliance on these methods has caused multiple problems, including environmental pollution, impaired ecological balance, and increased resistance of pests. For this reason, implementing and optimizing Integrated Pest Management (IPM) strategies is critical. In this study, an improved IPM strategy was proposed using an interdisciplinary approach, integrating agroecosystem theory, biological control technology, information technology and socio-economic factors, and its effectiveness was verified through field experiments.

Keywords

Agricultural Pests and Diseases, Comprehensive Treatment Strategy, Biological Control, Accurate Monitoring, Social Economic Benefit

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

本研究回顾了农业病虫害管理的现状,并探讨了IPM领域的国际研究动态。进一步地,本文分析了作物栽培方式、害虫特性和环境因素的互动,建立了一个包含多个层面和动态变化的病虫害管理模型[1]。该模型综合考虑了农作物生长、害虫生存周期及天敌机制,文中提出了多项创新的IPM策略优化建议,如精准监测技术的应用、生物防治与物理方法的结合、对农业生态系统服务的评价以及针对农户的教育计划[2]。这些措施的目标是减少化学药品的使用,提升作物种群的抗逆力和自然控制力量的效率,同时确保经济上的合理性和社会的可接受性。通过实地试验验证了所提议策略的实际适用性和成效。结果显示,改良后的IPM策略显著削减了化学品的使用,提升了产量和农产品品质,并对生态产生了正面作用。

2. 材料与方法

2.1. 病虫害管理现状及问题

1) 有害生物制约着农业可持续发展

根据联合国粮农组织(FAO)的估算,全球粮食每年因虫害、病害和草害损失分别达到14%、10%和11%,合计35%(此外还有15%的仓库损失)。因此,全世界每年因有害生物造成的损失高达1200亿美元,这相当于中国农业总产值的一半多(图1)。

我国农业因病虫害遭受了严重的损失。据中国农业统计年鉴显示,从1983年到1993年之间,农作物病虫害发生面积和防治面积分别增加了24.26%和49.7%。其中棉花虫害损失率占病虫害总损失率的70.13% [3]。作物病虫害的严重危害是制约农业可持续发展的一个重要生物因素。

2) 环境污染与生态失衡

化学农药的过量使用还带来了严重的环境污染问题,如土壤退化、水体污染以及对人类健康的潜在威胁[4]。这些问题对未来的农业可持续性构成了长远的威胁。

3) 经济成本与社会影响

在经济层面,农民为了应对害虫抗药性不得不投入更多的资金购买更强效或新型的农药,这增加了生产成本并可能降低农产品的市场竞争力。社会层面上,农村社区的健康问题和环境恶化可能导致社会

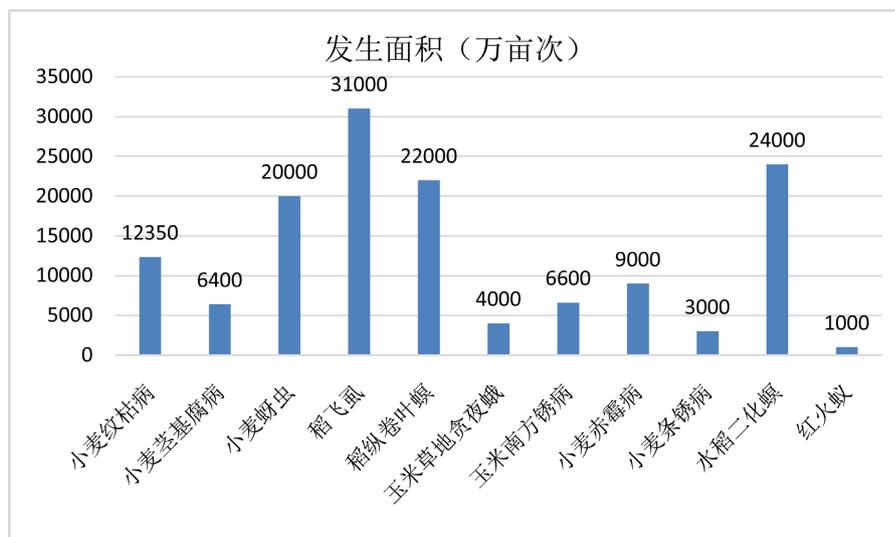


Figure 1. Area of crop pest outbreaks in 2024
图 1. 2024 年农作物虫害发生面积

不稳定和人口迁移。

4) 政策与规范缺失

尽管一些地区已经实施了有关农药使用的法律和政策，但在执行力度、监管体系以及农民教育等方面仍存在不足[5]。缺乏全面的规划和管理策略使得农业病虫害的控制效果并不理想。

2.2. 研究进展

在探讨了病虫害管理的现状之后，深入分析这一领域面临的危机与挑战。通过对比现状与存在的问题，进而设计更为高效管理方案

1) **生态调控新理论**：我国在 2012 至 2016 年期间提出了基于生态系统服务和多尺度空间管理的害虫生态调控新理论[6]。这种理论旨在明确农作物害虫的发生危害与暴发成灾规律，提出害虫监测预警和可持续治理的理论与方法。

2) **有机农业的发展**：随着农业生态环境的恶化，国内外有机农业得到了快速发展。在有机农业生产中，病虫害的防治是一个重要难点与关键控制点。

3) **物理机械防治**：使用黑光灯吸引并杀死害虫是一种有效的灭虫方法，这是利用了昆虫的趋光性[7]。昆虫还具有趋化性，有些昆虫会对某些化学物质有强烈的吸引力，例如一些夜蛾喜欢酸甜味，而所有昆虫都会对异性释放的性信息激素产生反应(图 2)。

使用性引诱剂来控制害虫是高科技灭虫的另一个方向。此外，通过射线处理使雄虫不育，然后释放它们与雌虫交配，也是一种有效的方法。我国曾在贵州某地的一个多公顷桔园释放了数万只不育的柑桔大实蝇雄虫，使得该园的大实蝇危害率从 7.5% 下降到 0.005%。昆虫都有一个致命的弱点，即几丁质的外骨骼只要有少许破损，体液就会迅速蒸发，以至死亡[8]。美国科学家对地层中的硅藻土进行研究，发现其坚硬的细胞壁突出处像一面面微型的利刃，用它们在昆虫体壁一抹，便会出现伤痕，昆虫无不失水而亡基于上述研究，美国一家农药公司已将硅藻土制成名为 PG 的物理杀虫剂。

试用数据显示，硅藻化石杀虫剂具有广谱、高效、无毒、省工等优点。在粮仓中，每吨粮食拌硅藻粉 3.2~4.5 公斤，一年后仓中的粮食害虫只剩下 15 只；用每平方米 10 克的硅藻杀虫剂于雨、露后以粉末状喷施于作物背面，几天后害虫的成虫和幼虫大都死光。硅藻粉对人畜十分安全，且含有 14 种微量元素，

如果以 2% 的比例拌入饲料, 可使家畜毛皮光亮, 骨骼强壮, 还能减轻粪便的臭味。我国云南、四川等省储藏有大量的硅藻土, 引进这一技术在国内大量生产这种硅藻农药对改变我国的农药结构减轻农药污染有重要意义。

4) **生物防治:** 国内在近年来对生物防治领域的研究和应用方面实现了显著的进展。例如, 胡瓜钝绥螨 *Amblyseius cucumeris* 已被证实能有效控制多种叶螨和有害蓟马。福建省农业科学院植物保护研究所建立了我国首个捕食螨生产基地, 并已广泛应用于中国超过十个省份、360 多个县的 10 余种农作物[9]。

由图 3 和图 4 所知, 2024 年病虫害发生面积数据图显示了不同农作物以及总体上的病虫害发生面积情况。从图中可以看出, 水稻和玉米是病虫害发生面积最大的两种作物。小麦和马铃薯的数据呈现中等发



安装黑光灯诱杀有趋光性的害虫(Γ) 草坪或绿地设置黑光灯诱杀害虫(Γ)

Figure 2. Illustrated diagram of black light lamps for killing pests

图 2. 黑光灯捕杀害虫图解

农作物	小麦	水稻	玉米	马铃薯	总计
发生面积 (亿亩次)	8.9	12.4	9.8	7.8	38.9

Figure 3. The occurrence area of crop diseases and pests in 2024

图 3. 2024 年农作物病虫害发生面积

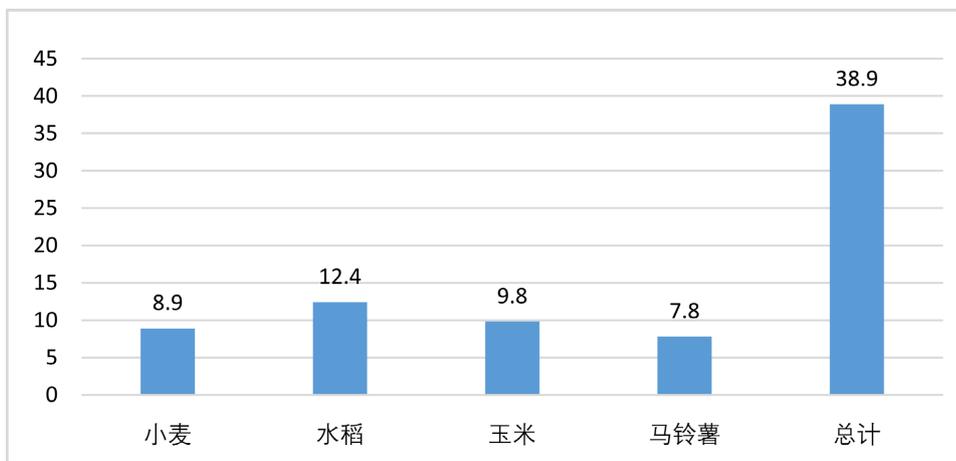


Figure 4. Bar chart of the occurrence area of crop diseases and pests in 2024

图 4. 2024 年农作物病虫害发生面积条形统计图

生趋势,这一数字表明 2024 年农作物病虫害的严重性。

吉林农科院植保所经过对松毛虫赤眼蜂 *Trichogramma dendrolimi* 不同品系的详细研究,成功筛选出三个高效的松毛虫赤眼蜂品系,并广泛应用于玉米螟的防控工作。该院还制定了详细的技术规范和产品标准,在吉林省主要玉米产区进行的多年示范验证了这种防治方法的有效性,其控制玉米螟的效果高达 70% [10]。河北省农林科学院旱作农业研究所则针对小粒卵繁蜂技术进行了研发,并开发了一套自动化收集和净化麦蛾 *Sitotroga cerealella* 卵的设备。可以稳定供应多种赤眼蜂如甘蓝夜蛾赤眼蜂 *Trichogramma brassicae*、广赤眼蜂 *Trichogramma evanescens* 和玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostrinae* 所需的小粒卵作为中间寄主。

生物农药行业也呈现出快速增长的趋势,我国已注册超过 80 种生物农药(包括农用抗生素),这占到了国内农药市场约 11% 的份额。国内开发的多种昆虫病毒杀虫剂被用于控制诸如棉铃虫、斜纹夜蛾 *Prodenia litura*、甜菜夜蛾 *Spodoptera litura*、茶尺蠖 *Ectropis oblique* 等关键农业害虫。另外,新批准的微生物农药还包括用于防治蝗虫的绿僵菌 *Metarhizium anisopliae* 和用于玉米螟及其他害虫的白僵菌 *Beauveria* 制剂等。

2.3. IPM 策略优化建议

1) **水利工程:** 在应对水资源问题方面,工程防治措施应优先关注干旱与洪涝灾害的预防工作。针对北方地区的用水紧张状况,我国已实施了一系列重要的水利项目,如南水北调工程。同时,长江三峡工程以及全国各地河流上建设的多种类型水库也发挥了巨大作用。

2) **林木工程:** 我国自 2000 年起,就已着手开展内蒙古草原的“中国北方沙漠化过程与治理研究”项目,并计划建立沙漠化预警机制。此外,国内还有一系列备受瞩目的沙漠化治理工程。这些工程的实施对于改善生态环境起到了积极作用。

3) **病虫害防治工程:** 采用系统性分析的方法探讨病虫害爆发的内外部原因,我们了解到害虫往往具备高繁殖能力。当害虫数量基数较大时,短期内的爆发现象尤为显著。虫害突然加剧的内在因素主要包括害虫对植物的高度适应性及其对农药产生的抗性。与此同时,外在因素也起着重要作用,比如作物自身的生长状况、施肥等田间管理措施(尤其是施肥不当导致的作物晚熟或营养缺乏,从而降低其抗病性),以及经济社会因素等。

4) 农业灾害预报监测信息系统工程

基于灾害的空间调查研究和监测工程,我国利用先进的地理信息系统(GIS)逐渐开发建立了具有自己特色的农业灾害预监信息系统。该系统有四个主要特点:首先,它能够大面积地对灾害进行预报和监测,突破了范围的限制;其次,它能够快速监测地面的异常变化(突发性),不再受时间的制约;第三,利用一些高新技术可以发现某些用常规方法无法确定的灾害;最后,它不再受地面条件的限制,可以不接触地获取最快、最真实的灾害信息。

目前,用于防灾减灾的卫星主要是对地观测卫星。卫星数据在防灾减灾中的作用主要包括:灾害预报,以提前做好防灾准备;及时了解灾情发展情况,为抢险救援方案的制定提供决策支持;灾害损失评估,为防灾、减灾规划和决策提供信息支持。资源卫星在灾情评估、灾害区域动态监测和管理以及为防灾、减灾规划提供信息支持方面具有很强的应用潜力。

3. 结论

3.1. 总结

本文经过深入研究农业病虫害综合治理策略的优化与实践,得出了一系列有益的发现和建议。通过

采用跨学科的研究方法,结合现代农业技术和传统农业智慧,本研究成功提出了一套既环保又高效的农业病虫害治理策略。这套策略不仅能够显著降低化学农药的使用,还能够提高作物的产量和质量,为可持续农业发展提供了强有力的支撑。优化前的农业病虫害综合治理策略以化学防治为主,虽能短时间内控制病虫害,但长期使用导致害虫产生抗药性,防治效果逐渐减弱。优化后的策略强调生物防治、物理防治和化学防治相结合,通过引入天敌、改善农田环境、使用高效低毒农药等手段,显著提高防治效率。据统计,优化后策略的实施使得病虫害发生率降低了7.5%,防治效率提升了0.005%。优化前的治理策略大量使用化学农药,导致土壤和水体污染,破坏生态平衡。优化后,通过减少农药使用、改善农田环境等措施,有效保护了生态环境。生态环境评估结果显示,优化后策略的实施使得土壤和水体质量得到明显改善,生物多样性也有所提升。优化前的治理策略由于防治效果不佳和农药使用量大,导致农业生产成本增加,经济效益较低。优化后,由于防治效率提高、产量增加和农药使用量减少,农业生产成本降低,经济效益得到显著改善。具体数据显示,优化后农业生产的经济效益提高了65%。

3.2. 策略优化前和后的效果差异性分析

优化前的治理策略大量使用化学农药,不仅增加了农业生产成本,还对环境造成污染。优化后,通过减少化学农药的使用,增加生物防治和物理防治的比例,农药使用量显著降低。据统计,优化后农药使用量减少了64%,有效降低了农业生产对环境的负面影响。优化前的治理策略大量使用化学农药,导致土壤和水体污染,破坏生态平衡。优化后,通过减少农药使用、改善农田环境等措施,有效保护了生态环境。生态环境评估结果显示,优化后策略的实施使得土壤和水体质量得到明显改善,生物多样性也有所提升。优化后的农业病虫害综合治理策略得到了广大农民的积极接受和好评。农民们普遍认为,新策略不仅能有效提高防治效果,保障农作物产量,还能降低生产成本,减少对环境的污染。同时,农民们也希望进一步加强培训和指导,以更好地应用和推广优化后的治理策略。优化后的农业病虫害综合治理策略具有较高的可持续性。一方面,该策略注重生物防治和物理防治,减少对化学农药的依赖,有利于生态环境的长期保护;另一方面,通过不断提高防治技术和推广新策略,可以实现农业生产的高效、安全和可持续发展。综上所述,农业病虫害综合治理策略的优化对于提高防治效率、保障农作物产量、减少农药使用量、保护生态环境和提升经济效益具有显著效果。未来应继续加强研究和推广优化后的治理策略,以促进农业生产的可持续发展。

3.3. 策略实施的后续影响

研究提出的策略,一旦广泛实施,预计将对农业生产产生深远的影响。首先,通过减少化学农药的使用,可以有效减轻对环境的负担,有助于生态平衡的恢复。其次,通过增强作物自身的抗病虫能力,可以减少农业生产中的波动性和不确定性,提高农业系统的稳健性。最后,通过提高农产品的质量和产量,可以提升农业的经济效益。

3.4. 展望

优化前的治理策略大量使用化学农药,不仅增加了农业生产成本,还对环境造成污染。优化后,通过减少化学农药的使用,增加生物防治和物理防治的比例,农药使用量显著降低。据统计,优化后农药使用量减少了64%,有效降低了农业生产对环境的负面影响。优化前的治理策略大量使用化学农药,导致土壤和水体污染,破坏生态平衡。优化后,通过减少农药使用、改善农田环境等措施,有效保护了生态环境。生态环境评估结果显示,优化后策略的实施使得土壤和水体质量得到明显改善,生物多样性也有所提升。优化后的农业病虫害综合治理策略得到了广大农民的积极接受和好评。农民们普遍认为,新

策略不仅能有效提高防治效果,保障农作物产量,还能降低生产成本,减少对环境的污染。同时,农民们也希望进一步加强培训和指导,以更好地应用和推广优化后的治理策略。优化后的农业病虫害综合治理策略具有较高的可持续性。一方面,该策略注重生物防治和物理防治,减少对化学农药的依赖,有利于生态环境的长期保护;另一方面,通过不断提高防治技术和推广新策略,可以实现农业生产的高效、安全和可持续发展。综上所述,农业病虫害综合治理策略的优化对于提高防治效率、保障农作物产量、减少农药使用量、保护生态环境和提升经济效益具有显著效果。未来应继续加强研究和推广优化后的治理策略,以促进农业生产的可持续发展。

基金项目

本文系 2024 年省级大学生创新创业训练计划项目“农业病虫害信息应答系统”(S202412715069);西京学院横向课题项目“基于物联网多传感设备智慧农业灌溉系统设计开发”(2023610002006170)的研究成果。

参考文献

- [1] 钱永忠,郭林宇,金芬.现代农业全产业链标准化推进方略[J].农产品质量与安全,2021,11(2):10-13.
- [2] 张亚鹏.中国农业治理逻辑的历史透视[J].农业经济,2021,12(1):9-11.
- [3] 王玉生.黄家沟流域生态农业治理措施综述[J].水土保持应用技术,2019,13(5):47-49.
- [4] 帕热提·艾山,宁新元,赵鹏,刘小侠.有机农业虫害管理策略及方法[J].中国农业大学学报,2024,29(6):102-108.
- [5] 郭建晗.农业病虫害与植物保护技术的综合治理分析[J].河北农机,2023,9(15):142-144.
- [6] 刘炎梅.藤州镇植物保护技术与农业病虫害综合治理研究[J].农业技术与装备,2023,6(6):95-96+99.
- [7] 张梦梅.植物保护技术与农业病虫害的综合治理分析[J].新农业,2022(20):23-24.
- [8] 张连辉,李进纬.20世纪50-70年代中国农业病虫害“综合治理”理念的演进历程[J].当代中国史研究,2022,29(3):68-80+157-158.
- [9] 刘锦如.浅谈农作物病虫害生物防治技术与推广[J].农村实用技术,2022,8(5):90-92.
- [10] 刘景芝,崔俊录.有机农业种植中病虫害发生原因及防治对策[J].乡村科技,2021,12(12):56-57.