

无人机喷施对桂南沃柑蓟马防治效果研究

吴邦华

广西农垦金光农场有限公司

DOI:10.32629/as.v9i1.3592

[摘要] 随着桂南沃柑产业规模化发展,蓟马危害已成为制约产业提质增效的关键瓶颈,传统化学防治面临药剂抗性增强、施药效率低下、环境适应性差等突出问题。本研究立足桂南亚热带季风气候特征,在扶绥县中东镇金光农场龙山分场100亩标准化实验田开展系统试验,通过6种供试药剂与3种喷施方法的21组组合测试,系统探究无人机喷施技术的防治效果、成本效益及应用潜力。结果表明,无人机喷施在作业效率、药液均匀度上优势显著,与筛选出的高效药剂搭配可实现蓟马精准防控。研究明确了不同场景下的最优防治方案,建立了“药剂筛选-方式适配-成本优化-综合防控”的技术体系,为桂南沃柑蓟马绿色高效防控提供科学依据与实践指导,助力产业可持续高质量发展。

[关键词] 沃柑; 蓟马; 无人机喷施; 药剂筛选; 防治效果; 成本效益; 综合防控

中图分类号: S666 **文献标识码:** A

Study on the control effect of unmanned aerial vehicle spraying on thrips in southern Guangxi

Banghua Wu

Guangxi Nongken Jinguang Farm Co., Ltd

[Abstract] With the large-scale development of the citrus industry in southern Guangxi, the harm of thrips has become a key bottleneck restricting the improvement of industry quality and efficiency. Traditional chemical control faces prominent problems such as increased resistance to pesticides, low application efficiency, and poor environmental adaptability. This study is based on the characteristics of the subtropical monsoon climate in southern Guangxi. A systematic experiment was conducted on a 100 acre standardized experimental field in Longshan Branch of Jinguang Farm, Zhongdong Town, Fusui County. Through 21 combination tests of 6 test agents and 3 spraying methods, the study systematically explored the control effect, cost-effectiveness, and application potential of drone spraying technology. The results indicate that drone spraying has significant advantages in terms of operational efficiency and drug uniformity, and when combined with the selected high-efficiency agents, it can achieve precise control of thrips. The study has identified the optimal prevention and control strategies for different scenarios and established a technical system of "drug screening method adaptation cost optimization comprehensive prevention and control", providing scientific basis and practical guidance for the green and efficient prevention and control of thrips in southern Guangxi, and helping the industry achieve sustainable and high-quality development.

[Key words] Wogan; Thrips; Drone spraying; Drug screening; Prevention and control effect; Cost-effectiveness; comprehensive prevention and control

引言

当前蓟马防治面临双重挑战:一方面,防治指标严苛,需达到90%以上防治效果且果柄花皮率 $\leq 10\%$,而蓟马体型小、繁殖快、活动隐蔽,精准防控难度大;另一方面,传统防治技术局限明显,长期单一用药导致蓟马对多杀霉素·杀虫环、呋虫胺等药剂产生抗性,防治效果下滑,持效期缩短。施药方式上,人工喷雾

效率低、浪费严重,机械喷雾覆盖不均,难以满足规模化需求。国内对沃柑蓟马研究相对薄弱,缺乏系统防控体系。无人机喷施技术作为现代农业精准防控手段,具有作业效率高、用药省、覆盖匀等优势,本研究通过田间小区试验,开展药剂筛选、喷施方式对比、成本效益分析及综合防控优化,旨在明确适合桂南地区的高效、经济、安全防治方案,为产业绿色发展提供技术支撑。

1 桂南沃柑蓟马防治的背景与意义

1.1 沃柑产业的经济地位与蓟马危害特征

广西沃柑产业凭借独特气候与地理优势，已成为全国最具竞争力的产区，种植面积超150万亩，年产量突破300万吨，年产值超200亿元，直接带动百万农户就业增收。沃柑果实耐储存、易运输，畅销国内外，成为广西特色农产品名片。

蓟马在桂南地区一年发生10-12代，世代重叠严重，以成虫在杂草、枯枝落叶中越冬，3月开始活动，4-6月与9-11月为危害高峰期，与沃柑幼果期、膨果期高度重合。蓟马具趋嫩性，主要危害幼果、新梢和嫩叶，导致幼果形成“花皮果”，新梢卷曲畸形，严重时传播病毒病。未有效防治的果园花皮果率可达30%-40%，严重地块超50%，直接导致果品商品率大幅下降，给果农造成巨大经济损失。

1.2 现有防治技术的不足与需求

当前桂南地区沃柑蓟马防治仍以化学防治为主，辅助采用农业防治、物理防治等措施，但整体效果不理想。化学防治方面，长期单一用药导致蓟马抗药性快速增强，常用药剂防治效果从95%以上降至85%以下，部分果园用药后仍无法有效控害。果农缺乏科学用药意识，随意加大剂量、增加施药次数，既提高成本，又造成农药残留与环境污染。

施药方式上，人工背负式喷雾器仍是多数小规模果园选择，效率低下（每人每天仅防10-15亩）、药液浪费严重（亩用药180L）、覆盖不均，难以保证树冠内部与叶片背面的防治效果。牵引式弥雾机效率虽有提升（每天50-80亩），但受地形限制大，山地果园作业困难。物理与农业防治应用不足，蓝板布置不合理、杂草清理不彻底，未能有效减少虫源。现有防治缺乏系统性，未根据蓟马发生规律、气候条件等制定个性化方案，研发高效、经济、安全的防治技术并建立综合防控体系，已成为产业可持续发展的迫切需求。

2 蓟马防治中的关键问题

2.1 药剂抗性与防治效果下降

药剂抗性是蓟马防治的核心难题。长期单一使用化学药剂，导致蓟马对多种常用杀虫剂产生抗药性，对多杀霉素·杀虫环的抗性倍数达5-8倍，对呋虫胺、吡虫啉等达3-5倍，防治效果显著下降，持效期缩短。某果园连续3年使用多杀霉素·杀虫环，防治效果从93%降至82%，施药次数从每年3次增至5次。

药剂抗性增加了防治成本与难度，部分果农盲目加大剂量或混配药剂，进一步加速抗性进化，形成恶性循环。部分药剂持效期短，高温高湿环境下易分解，喷药后6小时内降雨量超10mm即需补喷，既增加劳动强度，又加重环境污染。因此，筛选新型高效药剂、优化使用方案、延缓抗性产生，成为蓟马防治的关键任务。

2.2 施药方式的效率瓶颈与适配性问题

施药方式直接影响防治效果与成本，传统方式存在明显效率瓶颈。人工喷雾效率低，难以应对病虫害爆发期需求；牵引式弥雾机受地形限制，山地果园作业困难，设备投入较高。不同施

药方式药液覆盖均匀性差异显著，人工喷雾受操作因素影响大，牵引式弥雾机雾化效果差，无人机喷施虽可精准控量，但对操作技术要求高。

不同种植规模果园对施药方式需求不同：规模化果园（500亩以上）注重效率与成本，需高效规模化施药方式；小规模果园（50亩以下）关注灵活性与设备投入。选择与果园规模、地形适配的施药方式，是提升防治效果、降低成本的关键。

2.3 环境因素的制约与影响

桂南地区亚热带季风气候显著，年均温21-23℃，年均降雨量1200-1500mm，气候复杂多变，对蓟马防治影响显著。温度高于35℃时，蓟马活动增强、药剂分解加快，防治效果下降；低于15℃时，蓟马活动减弱、药剂吸收不佳。空气湿度低于80%，药液易蒸发飘移；高于90%，药液易流失，均降低防治效果。

桂南降雨集中在4-9月，与蓟马危害高峰期重合，喷药后遇雨易导致药液冲刷，需重新补喷。部分果园位于山地丘陵，地形起伏大，人工与牵引式作业困难，无人机飞行稳定性受影响，药液覆盖均匀性难以保证。充分考虑环境因素，选择适宜施药时间与方式，是提升防治效果的重要前提。

3 无人机喷施技术的系统研究

3.1 实验方案与实施过程

3.1.1 实验地概况

本试验在广西扶绥县中东镇金光农场龙山分场开展，该区域为桂南沃柑主产区，亚热带季风气候典型，年均温22℃，年均降雨量1350mm，红壤pH值5.5-6.5，肥力中等。实验田100亩，沃柑树龄5年，生长势一致，行距5m、株距2.5m，每亩53株，共5300株。果园栽培管理措施统一，病虫害发生历史相似，基础条件一致。

3.1.2 实验设计

实验采用“药剂+喷施方法”双因素组合设计，含6种供试药剂、3种喷施方法及清水空白对照（CK），共21个处理组合。供试药剂：A（3%多杀霉素·杀虫环，200毫升/瓶，86元/瓶）、B（33%螺虫·噻虫啉，500克/瓶，90.75元/瓶）、C（5%甲氨基阿维菌素，1000毫升/瓶，100元/瓶）、D（比高克70%吡虫啉，1千克/包，90元/包）、E（25%呋虫胺啉虫酰胺，500克/瓶，60元/瓶）、F（0.3%苦参碱，400毫升/瓶，165元/瓶）。喷施方法：X（牵引式弥雾机）、Y（无人机）、Z（人工背负式喷雾器）。

实验采用随机区组设计，每个处理重复3次，全田划63个小区，每小区1.59亩、84株沃柑。区组内条件一致，小区间设隔离行防交叉污染。药剂稀释倍数：牵引式1000-2000倍，无人机100-200倍，人工喷雾1000-2000倍。

3.1.3 调查与喷施操作

蓟马调查采用蓝板诱捕法，喷药前1天（Day0）基数调查，每小区对角线选5株树，每株5方位挂25张蓝板（距地1.5m）。药后1天（Day1）、3天（Day3）、7天（Day7）、10天（Day10）调查，记录蓟马数量，计算虫口减退率与防治效果。

喷施规范：牵引式亩用药150-160L，压力0.3-0.5MPa；无人机飞行高度6m、速度3m/s、亩用药15L；人工喷雾亩用药180L，

压力0.2-0.3MPa。所有处理均在无风晴天上午9:00-11:00进行,同步记录气象数据与药害情况,喷药后6小时内降雨超10mm则补喷。本次实验无补喷情况,药害通过观察叶片、果实状态记录。

3.2 实验结果与分析

3.2.1 蓟马数量变化

不同处理组合蓟马数量均明显下降,与空白对照差异显著。空白对照(CK)蓟马数量持续增加,从喷药前1600只左右增至药后10天2100-2300只,表明蓟马繁殖能力强。AX处理(3%多杀霉素·杀虫环+牵引式)喷药前蓟马2437只,药后10天稳定在77只;EX处理(25%呋虫胺啉虫酰胺+牵引式)药后1天蓟马仅196只,快速杀灭效果显著;F系列处理(0.3%苦参碱)蓟马数量下降平稳,持效期较长。

3.2.2 防治效果分析

不同处理组合防治效果差异明显。EX处理(25%呋虫胺啉虫酰胺+牵引式)平均防治效果最高达93%;AX处理(3%多杀霉素·杀虫环+牵引式)与DZ处理(比高克70%吡虫啉+人工)均为92%;FX处理(0.3%苦参碱+牵引式)表现突出。

药剂类型上,F药剂(0.3%苦参碱)药后10天平均防治效果91.25%,E药剂(25%呋虫胺啉虫酰胺)、A药剂(3%多杀霉素·杀虫环)和D药剂(比高克70%吡虫啉)均在89.92%以上,B、C药剂效果稍弱但仍达89%以上,所有药剂无明显药害。喷施方式上,牵引式平均防治效果90.95%,无人机89.08%,人工88.17%,无人机虽药液用量少,但雾化好、覆盖匀,效果接近牵引式,效率优势显著。

3.3 技术推广难题解决对策

3.3.1 开展针对性技术培训

针对果农操作技术不足的瓶颈,计划组织5期专项培训,覆盖100人次,采用“理论+实操”模式。理论讲解蓟马发生规律、药剂特性、安全用药知识;实操在实验田现场演示,让果农掌握无人机飞行参数调节、药剂配比等技能。建立技术服务团队,提供上门指导,及时解决实际问题。

3.3.2 建立标准化操作规范

制定无人机喷施标准化流程,作业前勘察果园确定飞行路线;作业时控制飞行速度3m/s、高度6m,亩用药15L;作业后清理设备、处理剩余药液。针对不同气候制定应对方案:高温天气选清晨或傍晚作业,高湿天气适当减药,风力>3m/s暂停作业。明确药剂配比标准,避免随意增减用量。

3.3.3 优化药剂使用方案

推广“轮换+混合”用药方案,筛选E、F、A、D4种高效药剂,建议生长季轮换2-3种,生物农药与化学药剂混合使用,延缓抗

性产生。推广精准用药理念,根据蓝板监测数据,当每块蓝板蓟马超50只时及时施药,避免盲目用药。

3.4 综合防治的优化建议

构建“物理+化学+农业”综合防控体系。物理防治方面,每亩挂20-30张蓝板,15-20天更换一次,果园周边种植驱避植物;农业防治方面,冬季清理杂草枯枝、深耕土壤,合理修剪、科学施肥,增强树木抗性;化学防治方面,结合无人机喷施,选择高效低毒药剂精准施药。

融合气象数据精准施药,选择温度15-30℃、湿度60%-80%、风速≤3m/s的时段作业,避开高温高湿、降雨前或大风天气。建立蓟马种群动态监测网络,主产区设监测点,果农每周调查一次,虫口密度达防治阈值时启动防治,实现精准防控。

4 结束语

本研究通过田间试验,探究了6种药剂与3种喷施方法对桂南沃柑蓟马的防治效果,明确了不同组合的成本效益与应用场景。结果表明,25%呋虫胺啉虫酰胺2000倍+牵引式弥雾机组兼具高效与经济性,是最优方案;比高克70%吡虫啉适配多种喷施方式,满足不同规模需求;无人机喷施适合规模化基地应急防控。

尽管无人机喷施存在操作要求高、环境适应性有限等问题,但通过技术培训、规范建立、药剂优化等措施可有效克服。未来应进一步加强综合防控体系建设,融合多种防治措施,结合气象数据与种群监测,实现蓟马精准绿色防控,推动桂南沃柑产业向现代化、规模化、绿色化转型。

[参考文献]

- [1]付贞桢,郭良芝,程亮,等.植保无人机喷施灭草松防除燕麦田杂草的雾滴沉积特性及除草效果[J].江西农业大学学报,2024,46(5):1221-1232.
- [2]李鹏飞,刘富强,冯宏祖,等.助剂对植保无人机喷施雾滴沉积特性和棉蚜防效的影响[J].棉花学报,2024,36(3):255-266.
- [3]戴爱梅,韦薇,刘大春,等.无人机喷施2%吡草醚微乳剂低温下棉花脱叶效果研究[J].现代农药,2024,23(4):75-78.
- [4]白志坤,高山,陈兵.无人机喷施化学打顶剂对棉花生长发育及产量品质的影响[J].江苏农业科学,2023,51(18):75-82.
- [5]孙希玉,刘福祥,李金洋,等.无人机喷施高效氟吡甲禾灵防治互花米草试验初报[J].现代农药,2025,24(1):66-69.

作者简介:

吴邦华(19870--),男,汉族,广西天城人,本科,助理农艺师,研究方向:柑橘、火龙果种植。