

生物防治技术在龙门年桔黄龙病综合防控中的应用

贾振刚 凌乐庆

广东省惠州市龙门县农业农村综合服务中心

DOI:10.12238/as.v8i11.3427

[摘要] 为解决龙门年桔黄龙病防控中化学防控引发的抗药性、生态污染问题,以及病害侵染后缺乏有效治疗手段的困境,本文聚焦生物防治技术的适配应用与优化,提出传播媒介靶向防控、植株免疫增强、病区生物修复三大核心策略,构建农户赋能、精准监测、配套服务的落地保障体系。并结合龙门县2024年2个柑橘固定监测点、54.79%全县绿色防控覆盖率、1.164万亩柑橘绿色防控示范面积、89381亩农作物统防统治面积等实践数据,推动生物防治与物理防控、科学化学防控、健康栽培技术协同整合,形成适配产区生态与种植模式的本土化综合防控方案,为柑橘产业黄龙病绿色防控实践、特色水果产业可持续发展提供参考。

[关键词] 龙门年桔; 黄龙病; 生物防治; 综合防控; 绿色治理

中图分类号: K826.15 **文献标识码:** A

Application of biological control technology in comprehensive prevention and control of citrus Huanglongbing in Longmen year

Zhengang Jia Leqing Ling

Longmen County, Huizhou City, Guangdong Province Agriculture and Countryside Integrated Service Center

[Abstract] In order to solve the problems of chemical prevention and control of citrus Huanglongbing in Longmen Year, such as drug resistance and ecological pollution, and the lack of effective treatment after infection, focusing on the adaptation and optimization of biological control technology, three core strategies were put forward, including targeted prevention and control of media, plant immunity enhancement and biological restoration of disease areas, and the landing guarantee system of farmers' empowerment, accurate monitoring and supporting services was constructed. Combined with the practical data of Longmen County in 2024, including two fixed citrus monitoring sites, 54.79% county-wide green prevention and control coverage rate, 11,640 mu of citrus green prevention and control demonstration area, 89,381 mu of crop control area, etc., biological control and physical control, scientific and chemical control, and healthy cultivation techniques were coordinated and integrated, and a localized comprehensive prevention and control scheme was formed to adapt to the ecology and planting mode of the production area, providing reference for the green prevention and control practice of Huanglongbing in citrus industry and the sustainable development of characteristic fruit industry.

[Key words] Longmen Nianju; Huanglongbing; Biological control; Comprehensive prevention and control; Green governance

引言

黄龙病作为柑橘产业“头号威胁”,扩散蔓延态势加剧,叠加化学防控引发的木虱抗药性激增、生态污染等问题,严重制约龙门年桔产业可持续发展。当前跨区域联防联控成为柑橘病害防控新导向,绿色农业政策对防控技术生态兼容性提出更高要求。龙门年桔作为当地特色优势产业,2024年已在龙

田镇石龙头村、龙华镇双东村设立2个柑橘固定监测点,部署木虱专用性诱设备(纳入全县18台智能性诱设备体系)、4台智能虫情测报灯,构建含农作物病虫害实时监控物联网系统等8个监测预警系统,全年发布病虫害情报12期,全县农作物绿色防控覆盖率达54.79%(粮食作物覆盖率56.45%),为生物防治技术落地奠定坚实基础。本文立足产区生态与种植实际,探索生

物防治技术适配应用路径,为特色柑橘产业病害绿色治理提供实践参考。

1 生物防治技术适配龙门年桔黄龙病防控的核心基础

1.1 龙门年桔黄龙病防控痛点与生物防治适配性

龙门年桔黄龙病防控的核心痛点集中在化学防控局限性与病害传播特殊性。长期依赖化学农药防治木虱,导致其抗药性持续增强,2024年对龙田镇、龙城街道和平陵街道30户农户的监测显示,柑橘种植户化学农药亩均使用量较2020年增加18%,但木虱防控效果反而下降12%。过量化学药剂同时破坏土壤微生物群落结构,2024年植保机械调查(45户农户+3个防治组织)显示,长期单一使用化学农药的柑橘园,土壤有益菌数量较采用生物防控的果园低40%,且存在果实农药残留风险,与绿色生产导向相悖。更为关键的是,黄龙病一旦侵染便无有效治疗手段,防控核心在于阻断传播与提升植株抗性,传统化学防控易引发“防效衰减—药剂加量”恶性循环。

1.2 龙门年桔种植场景下生物防治的应用前提

生物防治技术的有效应用,必须以明确产区生态特征、病害传播规律与种植模式为前提。龙门属亚热带季风气候,2024年入汛后持续2个多月降雨,土壤湿度长期超80%,导致木虱若虫存活率较早季高25%(基于柑橘固定监测点数据),也对生物防治材料提出环境适应性要求——优化后的白僵菌制剂雨季存活率较普通制剂提升50%。从病害传播规律看,木虱活动呈显著季节性,监测数据显示春梢期(3-4月)木虱密度1.2头/株、秋梢期(9-10月)达1.5头/株,且新梢上木虱占总种群80%,要求生物防治在关键物候期精准介入。从种植模式看,规模化果园(50亩以上)占30%,需兼顾效率与统一性;散户种植(5亩以下)占60%,要求技术简易、成本可控。2024年龙门将柑橘纳入27个县级绿色防控示范点体系,针对性设计“天敌昆虫+智能监测”“植物源农药+简易性诱捕器”差异化方案,确保技术落地性,避免场景不匹配导致防控效果打折^[1]。

2 生物防治技术在黄龙病综合防控中的核心应用策略

2.1 传播媒介(木虱)生物防控技术应用

精准防控木虱是阻断黄龙病传播的核心,生物防治通过自然控害逻辑构建靶向防控体系,2024年应用成效显著。天敌昆虫定向应用方面,选用七星瓢虫、大草蛉,按监测数据在木虱密度达0.8-1.0头/株时释放,释放密度5头/株;同时种植波斯菊、紫花苜蓿等伴生植物,为天敌提供栖息场所,龙田镇石龙头村示范点数据显示,伴生植物种植区天敌存活率高40%,木虱密度较对照区下降60%^[2]。植物源农药聚焦高效低毒,筛选印楝素、苦楝素优化配比为0.5%印楝素乳油(防效提升20%),在木虱活跃期精准施用,2024年全县施用12吨覆盖3.5万亩,木虱密度较化学农

药区低25%,蜜蜂死亡率仅0.5%(远低于化学农药区的15%)。天敌微生物本土化应用筛选适配产区的白僵菌、绿僵菌菌株,制成可湿性粉剂喷雾施用,龙华镇双东村示范点数据显示,喷施后7天木虱死亡率达70%,土壤中残留期30天,持续抑制木虱存活,且土壤有益菌数量波动仅5%,实现绿色管控^[3]。

2.2 植株免疫增强型生物防治技术应用

提升植株自身抗病能力是防控根本,植株免疫增强型生物防治技术通过调控植株生理状态与微环境实现目标,2024年示范点应用成效突出。拮抗性微生物制剂应用方面,筛选本土适配的枯草芽孢杆菌、放线菌制成菌剂,经叶面喷施(1000倍液)或根部浇灌(500倍液)进入植株体内,龙田镇示范点数据显示,施用后年桔树黄龙病菌检出率低45%,防御酶(过氧化物酶)活性提升60%,有效抑制病原菌繁殖并激活防御机制。促生抗逆微生物选用根瘤菌、溶磷菌,通过拌种、穴施施用,2024年数据显示,植株根系鲜重增30%,叶绿素含量升20%,持续降雨天气下倒伏率低25%,通过改善营养吸收、调控生理过程,增强对黄龙病菌的耐受度。微生物菌剂与土壤改良结合进一步强化效果,补充复合有益菌群(含芽孢杆菌、乳酸菌),配合5吨补助测土配方肥,平陵街道散户示范点数据显示,改良后土壤病原菌数量低50%,有机质含量升15%,为根系生长创造健康环境,夯实免疫基础^[4]。

2.3 病区生物修复与防控技术应用

针对2024年监测到的200亩零星黄龙病病区,生物防治通过生态修复与局部防控结合,遏制病害扩散。土壤微生物修复技术向发病株周边土壤(半径2米)补充假单胞菌、放线菌等功能微生物,通过营养竞争、拮抗作用降低病原菌残留,龙潭镇病区示范点数据显示,修复后3个月土壤病原菌数量降60%,pH值恢复至6.5-7.0适宜范围,周边健康植株感染率较未修复区低30%。天敌昆虫栖息地构建在病区周边种植向日葵、荞麦等蜜源植物(5亩/病区),为木虱天敌提供食物与栖息场所,构建区域性控害网络,龙江镇病区数据显示,栖息地构建后天敌昆虫数量增80%,木虱密度控制在0.3头/株以下,病区周边1公里无新发病株。植物源抑菌剂选用薄荷、艾草提取物制成5%浓度制剂,对发病株及周边健康植株定向喷雾+灌根,2024年共施用3吨覆盖1000亩,发病株病情扩展速度慢70%,且土壤有益菌数量无下降,实现防控与修复双重目标。

3 生物防治技术落地黄龙病防控的实施保障

3.1 农户导向的生物防治应用赋能

生物防治落地的核心在于农户规范应用,2024年龙门贴合农户生产习惯与认知水平,设计体系化赋能方案。技术培训采用“田间实操示范+短视频教学+手把手指导”模式,在主产区开展20场田间实操课,演示天敌释放、微生物制剂配比等关键操作;制作10条短视频教程(3-5分钟),通过微信公众号推送覆盖2000余农户;50名农技人员开展“一对一”指导,累计指导150人

次。同步制定《龙门年桔黄龙病生物防治操作手册》，用通俗语言明确物候期技术要点与注意事项，印刷5000份发放，降低学习门槛^[5]。针对应用误区，建立“线上咨询+线下驻点”答疑机制，线上微信工作群实时响应，2024年解答疑问800余条；线下在龙田镇石头村、龙华镇双东村设2个驻点，农技人员每周驻点3天，矫正误区、解决突发问题，确保农户规范应用。

3.2 精准监测驱动的生物防治应用调控

精准监测是生物防治高效发挥作用的核心支撑，2024年龙门构建覆盖柑橘主产区的完善监测体系。监测聚焦木虱种群动态与黄龙病发病情况，整合“物理诱捕+田间巡查+分子检测”手段：物理诱捕通过2个监测点的智能虫情测报灯、木虱性诱设备，实时捕捉木虱数量变化，数据每24小时上传；田间巡查组织50名农技人员，每月对100个抽样点调查，记录木虱密度与发病情况；分子检测对疑似病株检测，2024年累计检测300份样本，确诊20株病株并及时拔除。基于监测数据构建判断模型，明确木虱释放阈值0.8头/株、农药补充阈值1.5头/株，2024年触发天敌释放3次、植物源农药施用2次，避免盲目应用。

3.3 技术应用的配套服务保障

完善的配套服务为生物防治稳定落地提供支撑，2024年龙门从全链条构建保障机制。材料供应方面，建立本土化生产与配送网络，引进1家天敌昆虫繁育基地（年产瓢虫500万头、草蛉300万头），培育2家微生物制剂生产企业（年产芽孢杆菌制剂100吨、白僵菌制剂50吨），确保订单后24小时内送达；制定严格质量标准（天敌存活率 $\geq 90\%$ ，微生物有效菌数 $\geq 10^8$ CFU/g），2024年抽检50批次合格率100%。针对小农户成本较高问题（生物防治亩均成本较化学防治高50元），构建“政府补贴30%+企业让利10%+农户自筹60%”机制，政府划拨20万元专项资金，2024年补贴1000余户，小农户应用率从2023年20%提升至45%。产学研协同推动技术优化，联合广东省农业有害生物预警防控中心开发抗雨型白僵菌制剂，推广部门全年开展120次技术指导，种植主体反馈应用问题，形成“研发—推广—反馈—优化”良性循环，快速破解适配性难题。

4 生物防治主导的黄龙病综合防控协同优化

4.1 生物防治技术的场景化优化升级

场景化优化核心是让技术适配产区环境与需求，2024年围绕“抗逆性、低成本、稳定性”开展优化。本土适配型材料研发方面，人工驯化七星瓢虫，使其高温（35-40℃）存活率从40%升至70%，高湿度（ $>85\%$ ）存活率从50%升至80%；在芽孢杆菌制剂中添加2%抗雨剂，雨季存活率从30%升至80%，龙田镇示范点显示优化后防效波动仅10%。成本降低路径贴合农户实际，开发麦麸、豆粕为原料的低成本人工饲料（较进口成本降60%）与简易繁育装置（5元/套），让散户可小规模繁育；利用本地苦楝树、印楝树资源提取活性成分，替代30%外购原料，植物源农药亩均成本从80

元降至60元，推动散户应用率提升25个百分点。极端环境稳定化技术持续突破，将白僵菌制成缓释颗粒（有效成分释放期从7天延至30天），印楝素制成微胶囊剂（雨季流失率从50%降至15%）；冬季采用“天敌昆虫+保温棚”模式，使天敌存活率从20%升至60%，保障全年防控稳定。

4.2 生物防治与综合防控的协同整合

协同整合核心是构建以生物防治为主导的多元防控体系，2024年通过“三协同”实现效能最大化。生物防治与物理防治协同阻断传播路径，每5亩柑橘园设置1盏诱虫灯、20块黄板，物理诱捕减少30%木虱种群；规模化果园覆盖防虫网，散户区设置10米宽薄荷隔离带（阻挡70%木虱迁飞），形成“诱杀—阻隔—控害”闭环，协同区木虱密度较单一生物防治区低40%。生物防治与科学化学防治互补精准高效，设定木虱密度1.5头/株为临界值，突破后喷施低毒噻虫嗪（亩用量10克），3天内密度降至0.5头/株以下，随后切换生物防控；严格避开天敌活跃期与微生物作用窗口，2024年协同区化学农药用量较单一化学防控区减60%，无抗药性增强迹象。生物防治与健康栽培融合筑牢基础，合理密植（行距3米、株距2米）改善通风透光，木虱密度较传统密植区低25%；优化水肥配比（N:P2O5:K2O=1:0.5:1），每亩施钙肥20公斤、镁肥10公斤，植株抗病性升30%；配合柑橘示范点500公斤农膜与农药包装废弃物回收，优化生态环境，融合区黄龙病发病率较单一生物防治区低35%。

5 结语

龙门年桔黄龙病防控的核心是打破单一技术局限，构建长效安全的综合体系。生物防治技术以其生态兼容性与可持续性，成为破解传统防控难题的核心支撑，结合2024年2个柑橘固定监测点、54.79%绿色防控覆盖率、1.164万亩示范面积、89381亩统防统治面积等数据，形成覆盖“防控—保障—优化”全链条的解决方案，实现木虱种群密度下降60%、植株抗病性提升35%、化学农药用量减少60%的成效，契合绿色农业发展导向。未来需持续深化生物防治技术本土化改良，优化抗逆型天敌昆虫与微生物制剂性能；细化多技术融合的精准调控机制，基于监测数据动态调整协同方案；强化技术推广与生产实践衔接，2025年目标将小农户生物防治应用率提升至60%，让生物防治在特色柑橘产业病害防控中发挥更大效能，助力龙门年桔产业稳步发展，为同类特色水果产业病害绿色防控提供可借鉴路径。

[参考文献]

- [1]傅仕敏, 娄兵海, 王雪峰, 等. 柑橘黄龙病分区治理技术模式构建及实践[J]. 植物医学, 2025, 4(05): 1-6.
- [2]夏逢春, 陈奕键. 华南地区柑橘黄龙病叶片症状和病原菌浓度的周年变化[J/OL]. 中国南方果树, 1-15[2025-10-30].
- [3]杨婉莹. 黄龙病对甜橙树的危害及防治对策[J]. 农业技术与装备, 2025, (07): 112-113+116.

[4]徐淑桂,郑正,邓晓玲.柑橘黄龙病防治研究进展[J].园艺学报,2025,52(08):2059-2080.

[5]方芳,陈晓虹,王成,等.柑橘黄龙病对果实症状与品质的影响及分子机制研究进展[J].园艺学报,2025,52(08):2046-2058.

作者简介:

贾振刚(1990--),男,汉族,安徽省亳州市谯城区人,硕士研究生,职务:农技员,职称:农艺师,研究方向:从事种植业技术工作(含农作物重大病虫害监测与培训、优新农作物种子种苗引进示范推广、农药减量控害,以及高效低风险新农药、新农械、绿色防控等植保新技术的研究试验示范与应用推广,同时承担

农作物病虫害测报和预警),及农业机械技术与推广应用。

凌乐庆(1990--),男,汉族,广东省佛山市顺德区人,在职本科,职务:农技员,职称:助理农艺师,研究方向:从事种植业技术工作(含农作物重大病虫害监测与培训、优新农作物种子种苗引进示范推广、农药减量控害,以及高效低风险新农药、新农械、绿色防控等植保新技术的研究试验示范与应用推广,同时承担农作物病虫害测报和预警),及协助指导农作物生产布局调整和粮食基地建设工作。