

烟草病虫害多重防治技术体系的构建与实践

张继

曲靖市烟草公司陆良分公司

DOI:10.32629/as.v9i3.3820

[摘要] 本研究针对云南玉溪烟区烟草花叶病毒病、烟青虫与黑胫病交替危害导致的15%–25%病株率及10%–20%减产损失,构建了农业与生态调控、物理与生物协同、化学应急三模块嵌套的多重防治技术体系。通过烟–稻–烟轮作、抗病品种与生态诱集构建预防屏障,依托频振灯、色板与赤眼蜂释放形成时序化拦截,建立病株率10%阈值触发与低毒药剂减量施用的精准应急机制,并在100 ha示范区验证成效。结果表明:体系综合防效达85%,较对照田提升20个百分点;亩产220 kg,上等烟比例58%,用药强度指数降至0.60,实现了产量品质协同提升与化学投入压降的双重目标,为烟区可持续防控提供可复制范式。

[关键词] 多重防治体系;烟草病虫害;阈值触发;生态调控;云南玉溪

中图分类号: S572 文献标识码: A

Construction and Practice of an Integrated Multi-Modal Control System for Tobacco Pests and Diseases

Ji Zhang

Qujing Tobacco Company Luliang Branch

[Abstract] This study addresses the 15%–25% disease incidence and 10%–20% yield loss caused by the alternating occurrence of tobacco mosaic virus disease, *Helicoverpa assulta*, and black shank in the Yuxi tobacco-growing region of Yunnan Province. An integrated multi-modal control system was developed, consisting of three nested modules: agricultural-ecological regulation, physical-biological synergy, and chemical emergency intervention. Preventive barriers were established through rice-tobacco crop rotation, resistant cultivars, and ecological attract-and-kill strategies. A sequential interception mechanism was constructed using frequency-vibrating lamps, colored sticky traps, and releases of *Trichogramma* wasps. A precision emergency response mechanism was further developed, triggered by a 10% disease-incidence threshold and supported by reduced-dosage application of low-toxicity pesticides. Validation in a 100-ha demonstration area showed that the integrated system achieved a comprehensive control efficacy of 85%, an improvement of 20 percentage points over the control fields. The yield reached 220 kg per mu, with 58% high-grade tobacco leaves, while the pesticide-use intensity index decreased to 0.60. These results demonstrate simultaneous improvements in yield and quality, along with reduced chemical inputs, providing a replicable model for sustainable pest and disease management in tobacco-growing regions.

[Key words] integrated control system; tobacco pests and diseases; threshold-triggered intervention; ecological regulation; Yuxi, Yunnan

引言

云南玉溪烟区是我国优质烟叶核心产区,但近年受烟草花叶病毒病、烟青虫与黑胫病交替主导的危害,病株率常年维持在15%–25%,关键生育期叠加传播与暴发导致平均减产10%–20%,这对防控时机选择与资源配置形成持续高压。现有单一防治技术面临现实困境:化学防治虽见效快,却易引发抗性累积与残留风险;生物防治受环境制约防效波动;农业防治链条长、响应慢,

难以在高峰期迅速压降。为兼顾时效、生态安全与烟叶品质,亟需突破单一技术路径依赖,构建预防、监测与应急嵌套的一体化技术体系。本研究基于玉溪烟区病虫害发生规律与生态条件,设计农业生态调控先行、阈值触发物理生物协同、低毒药剂精准介入的多重防治框架,并在示范尺度验证其适用边界与成效,以期烟区绿色生产提供系统化解决方案。

1 烟草病虫害现状与多重防治体系构建的必要性

1.1 烟草主要病虫害发生特征与危害现状

云南玉溪烟区近5年监测显示,烟草花叶病毒病、烟青虫与黑胫病交替主导田间危害格局。花叶病毒病为病毒性系统病害,苗期至移栽后早期易发,受育苗点交叉传播与带毒种苗影响,春季发病集中。烟青虫成虫迁飞与夏季高温高湿叠加,6月至8月出现虫口高峰。黑胫病为土传疫霉病害,连作与排水不良地块雨季形成侵染高风险。红塔区与峨山育苗片区病毒病发病率偏高,通海与华宁低洼地块黑胫病检出比例上升,江川与新平虫源通道更易形成虫害暴发。近5年病株率总体处于15%-25%区间,生产季平均减产10%-20%,移栽至旺长期关键窗口叠加传播与暴发,持续抬升田间管理压力与防控资源配置难度。

1.2 单一防治技术的局限性与多重防治体系的需求分析

鉴于云南玉溪烟区的防控情境,化学防治在快速压制虫口密度方面具有可操作性,但长期依赖会把活性成分压力施加到种群,易导致抗性累积,且叶片残留率常见在0.3-0.5mg/kg,合规与品质风险并存。生物防治的防效多在60%-70%,受温湿度波动以及释放时序影响,稳定性与覆盖面不足。农业防治包含轮作、抗病品种以及合理密植等基础措施,虽然能把病虫害基数降到较低水平,但操作链条冗长、农时与劳动力要求高,难以在高峰期形成快速响应^[1]。从风险管理视角来看,单一技术难以契合时效、生态安全以及品质需求,需构建预防、监测以及应急嵌套的一体化多重防治体系:把农业与生态调控作为预防屏障,借助田间监测数据进行阈值化触发,把低毒药剂与缩量施用当作应急手段使用,形成闭环调度以提升适配性与可持续性。

2 烟草病虫害多重防治技术体系的核心模块设计

2.1 农业防治与生态调控模块的设计

实施烟-稻-烟三年轮作,稻作年维持浅水期不少于60天,翻耕后高畦排水,切断黑胫病土壤传播链。选用K326抗病品系,配套种子净化、育苗检疫与苗床消毒,剔除弱苗(阈值2%)。合理密植3000株/亩,采用高垄栽培与覆膜保墒,降低冠层郁闭度与地表湿度。田埂外缘栽植向日葵或玉米形成2米环状诱集带,设置蜜源带并规避广谱农药,稳定赤眼蜂与草蛉种群^[2]。

2.2 物理与生物防治协同模块的构建

物理与生物措施按照时序化流程配置,于成虫、卵、幼虫及病原传播环节分设拦截点,如图1所示。频振式杀虫灯按58米×58米网格布设30盏/公顷,立柱高于冠层20厘米,夜间19:00至次日03:00开启。色板诱杀采用黄蓝组合120张/公顷,沿垄线每10米设一张,板面高于冠层10-15厘米,每7天更换胶面。依据灯诱成虫量与查卵数据,组织2-3次赤眼蜂释放,强度30万头/公顷,间隔3-4天。苏云金芽孢杆菌喷雾防治低龄鳞翅目幼虫,剂量1.25千克/公顷;枯草芽孢杆菌灌根应对根际病害,剂量2.0千克/公顷。

2.3 化学应急防治的精准化模块优化

鉴于玉溪烟区的监测系统已按周汇总总病虫害数据,当病株率超过10%且生物物理措施难控时启用化学干预,剂量控制在推荐量的80%。病害选用内吸型杀菌剂与诱导抗性剂交替,害虫选

用生物源杀虫剂与昆虫生长调节剂轮换;剂型优选水分散颗粒或悬浮剂,抗漂移喷头控制雾滴谱250-350 μm。施药窗口为傍晚低风速、叶面干燥、pH6.0-7.0,安全采收间隔与地块风险分级联动,依据作用机制代码进行非连续轮换。触发后持续监测,病株率回落即减弱化学强度,恢复生物与农业措施主导^[3]。

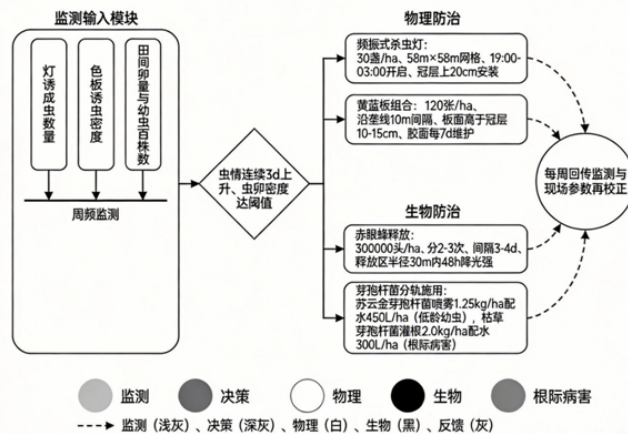


图1 烟草病虫害多重防治技术体系流程图

$$C_k = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot d_i \cdot e^{-\lambda(t_h - t_i)} \quad (1)$$

其中, C_k 表示采收时烟叶农药残留浓度(单位: mg/kg), n 为当季施药次数, α_i 为第*i*次施药的沉积系数,反映剂型与喷洒条件对有效沉积的比例, d_i 为第*i*次施药的田间施用量(单位: kg/ha), λ 为有效成分的一阶降解系数,受温度与光照影响(单位: day⁻¹), t_h 为采收时间点(单位: day), t_i 为第*i*次施药时间点(单位: day)。

将该残留模型嵌入应急流程,现场记录施药时间、剂量与环境条件后即可生成采收允许时间与复喷间隔;在参数校准环节运用玉溪站点的微气象与田间取样来更新 λ 与 α_i ,并把高风险地块设置更长等待期,使化学模块与预防层形成稳定耦合。

3 烟草病虫害多重防治技术体系的实践应用与效果评估

3.1 体系在典型烟区的实践应用方案

针对玉溪典型烟区病原与虫源的季节性错位特性,2023年示范区构建了覆盖100ha的全周期实施路径,从育苗环节即前移预防措施,包括种子净化、基质消毒、设置防虫网与双层门帘,配套黄蓝色板进行媒介监测,苗期拔除阈值设为2%,并记录发病点位以回溯消毒流程。2月下旬开展壮苗炼苗与通风校准,基于移栽气象风险复评匹配定植序列与地块排水等级。3月中旬移栽作业按3000株/亩密度控制,衔接高垄覆膜与沟系整修,移栽后10d完成缓苗评估与枯草芽孢杆菌灌根,辅以土壤含水率分层巡测。

4月至5月病毒病传播风险抬升,重点监测育苗来源交叉传播与蚜量动态,维持色板7d更换频率并强化行间通风。6月至8月旺长期后,依据灯诱成虫量、田间查卵与低龄幼虫比例的持续

三日上升信号,组织2至3轮赤眼蜂释放间隔3至4d,同时在日落前完成苏云金芽孢杆菌喷雾。7月至9月雨季叠加黑胫病侵染窗口,维持高畦与快排,必要时重复枯草芽孢杆菌灌根并修补覆膜破损点。当周度监测显示病株率超过10%且物理生物措施无效时,启动化学应急流程,选用选择性剂型按推荐量80%喷施,在傍晚低风速、喷液pH6至7条件下实施,以作用机制代码轮换并联动安全间隔与采收调整。采收前完成灯具关停、色板管理与益虫区收尾,结合残次株清理与排水维护,形成从育苗到采收的闭环协同调度。

3.2 实践过程中的关键参数监测与调整

实践过程构建监测—判读—调整闭环。监测体系由每周田间采样、半月天敌普查及采收前药残检测协同运行。田间采样按固定样线与网格法结合,每块样地设5条样线、每条20株,记录病株率、病情指数、百株虫量及微环境参数。天敌普查每半月开展,形成赤眼蜂成蜂指数、瓢虫草蛉密度及天敌害虫比三项指标^[4];比值高于1:50则下调灯诱时长,低于1:100则上调释放频次。采收前10至14天对高风险地块药残抽样,经风险评估生成采收窗口。调整层面依托滚动阈值动态干预:病株率与低龄幼虫比例连续3天上行且灯诱量超历史阈值,则缩短色板更换周期、上调灯诱密度并组织放蜂;指标回落则回撤化学干预。喷施参数即时校正,雾滴谱250–350 μm、pH6.0–7.0,风速超3m/s顺延施药,保障多模块耦合调度可追踪。

3.3 体系应用效果的多维度评估

表1 云南玉溪示范田与对照田效果对比表

指标	示范田	对照田
综合防效%	85	65
产量kg/亩	220	180
用药强度指数	0.6	1
上等烟比例%	58	46

本研究在玉溪100公顷示范区建立综合评价框架,以病虫害指数相对下降比例定义防效,烘烤后商品叶干重计量产量,上等烟比例衡量品质,有效成分施用总量指数表征用药强度。将阈值触发、非连续轮换及抗漂移喷施参数纳入模型,剥离气象与地块差异干扰。农业预防与生态调控先行压低虫源与病原基数,使物理生物协同稳定运行于阈值附近,压缩化学应急频次与施药量,避免产量与等级受损^[5]。由此推导,资源投入从高强度化

学依赖转向监测驱动的差异化调度后,表现为用药强度下降、产量与品质同步抬升的耦合格局,如表1所汇总,四项核心指标之间未出现显著的负向替代,体现出体系在效率、安全与品质之间的结构性平衡。

从作业链条的过程视角来看,把高畦排水与通风管理前移,叠加灯光与色板的时序化配置,促使天敌保护与卵期拦截形成稳定的压制力场;同时把喷雾雾滴谱与pH窗口维持在推荐区间,使有效成分的田间沉积分布更加均匀,从而带动上等烟比例的稳步提高。结合滚动阈值触发与药剂作用机制的非连续轮换,示范田在降低残留风险与作业成本强度的同时维持产量与等级的协同提升,这一结果从方法论层面支撑了多模块耦合路径的科学性与可持续适配性。

4 结语

本研究构建的多重防治技术体系通过三模块耦合实现了防控逻辑的根本转变:由被动应急转向主动预防,由化学依赖转向监测驱动,由单一技术转向多手段协同。示范应用表明,该体系在维持高产优质的同时显著降低化学投入,验证了生态调控与精准干预结合的经济可行性。这一范式为同类烟区提供了可调整、可追踪的防控路径,但其稳健性仍依赖于微气象参数本地化、数字化监测网络完善及极端气候适应机制等后续研究。未来需在更大尺度推广中持续优化阈值模型与模块衔接效率,以提升体系在多源风险条件下的可持续防护能力。

参考文献

- [1]施河丽,仇艳平,孔伟,等.贝莱斯芽孢杆菌BS19增强烟草青枯病抗性的转录组分析[J/OL].安徽农业大学学报,2026,1–10.
- [2]陈瑜欣,赵晨冉,李奕彤,等.基于粮烟融合的烟草青枯病绿色防控技术应用研究——以重庆市彭水县石院村为例[J].植物医学,2026,5(01):57–66.
- [3]李鑫淳,徐传涛,王杰,等.烟草靶斑病原菌与烟草互作分子机制及防治技术研究进展[J].植物医学,2026,5(01):30–40.
- [4]易克,葛龙,蔡海林,等.基于噬菌体的烟草青枯病防治策略优化与评价[J].植物保护,2026,52(01):155–165.
- [5]耿铭言,冯慧,何雷,等.金色毛壳菌XBAa1对烟草的促生作用及其在烟草根内的定殖[J/OL].生物技术通报,2026,1–11.

作者简介:

张继(1974–),男,汉族,云南省东川区人,大专,助理农艺师,研究方向:烟草病虫害。