

大棚黄瓜霜霉病绿色防控技术集成与示范

陈小武¹ 陈福祥² 陈小文³ 庄新荣⁴ 陈建萍⁵

1.鹰潭市余江区农业技术推广中心 江西 鹰潭 335200

2.鹰潭市余江区农村综合服务中心 江西 鹰潭 335200

3.鹰潭市余江区杨溪乡人民政府 江西 鹰潭 335200

4.鹰潭市余江区农村综合服务中心 江西 鹰潭 335200

5.鹰潭市余江区农村综合服务中心 江西 鹰潭 335200

【摘要】：大棚高湿、温差变化及连作环境易诱发黄瓜霜霉病，传统防治存在农药使用频繁、防控环节分散及综合效益不稳定等问题。针对病害发生规律，集成抗病品种应用、棚室环境调控、田间清洁、生物制剂防治和低风险农药精准施用技术，构建绿色防控模式，并开展示范应用。结果表明，集成技术能够降低病情指数和化学农药用量，提高黄瓜产量、商品品质及防控效益，为设施黄瓜病害绿色治理提供技术支撑。

【关键词】：大棚黄瓜；霜霉病；绿色防控；技术集成；示范应用

DOI:10.12417/2705-0998.26.11.054

引言

黄瓜霜霉病是大棚栽培中发生频率较高、扩展速度较快的叶部病害，高湿、低温及通风不良条件下容易形成集中流行，造成叶片光合能力下降、植株早衰和产量损失。单纯依赖化学药剂易引发抗药性增强、农药残留和防治成本上升，难以满足绿色生产要求。研究以病害发生条件和传播特点为依据，将环境调节、农业管理、生物防治与精准施药有机结合，探索可复制、易操作的综合防控技术模式。

1 大棚黄瓜霜霉病发生基础与防控需求

1.1 棚室栽培环境与病害流行特征

大棚黄瓜生产具有密闭性强、种植密度高、复种指数大的特点，棚内温度、湿度和叶面结露时间容易形成适宜霜霉病发生的局部小气候。浇水后通风不及时、昼夜温差过大、棚膜滴水以及植株郁闭，会使空气相对湿度持续升高，为病原菌孢子萌发和侵染创造条件。冬春季低温寡照时，黄瓜光合作用减弱，叶片组织柔嫩，抗病能力下降；进入结果盛期后，植株营养消耗增大，中下部叶片衰老速度加快，病害扩展更为明显。连作棚室中病残体清理不彻底，病原菌可在田间持续积累，并借助气流、滴水 and 农事操作在植株间传播，使霜霉病呈现发生早、蔓延快、区域集中和重复侵染频繁的流行特征。

1.2 霜霉病侵染规律与危害表现

黄瓜霜霉病病原菌主要从叶片气孔侵入，孢子在叶面水膜和高湿条件下萌发，侵染后经过较短潜育期即可形成新的孢子囊，造成多轮再侵染。发病初期，叶片正面出现浅黄色水浸状小斑，病斑受叶脉限制后逐渐呈多角形，叶背对应部位在湿度较高时产生灰黑色霉层^[1]。病斑扩大并相互连接后，叶片组织失绿、干枯，光合面积明显减少，植株制造和输送有机养分的

能力下降。病害由下部叶片向上部扩展时，会引起功能叶提前衰败，造成瓜条膨大缓慢、商品瓜率降低和采收期缩短。严重发病棚室还会出现植株早衰、坐瓜能力减弱、畸形瓜增加等问题，对产量形成、外观品质和后续茬口生产造成连续影响。见图1，黄瓜叶片出现失绿黄化、病斑扩展和功能叶衰退等症状，表明霜霉病已对植株光合作用、养分供应及瓜条正常生长形成明显影响。



图1 大棚黄瓜霜霉病叶片受害与植株生长表现

1.3 绿色生产对病害防控的技术要求

绿色生产条件下的霜霉病防控需要兼顾病害控制效果、农产品质量安全和棚室生态稳定，防治措施不能长期依赖单一化学药剂。生产环节应依据温湿度变化、植株长势和病斑发生程度开展动态监测，在病害侵染前或发病初期及时采取调温、排湿、控水和改善通风等措施，降低病原菌繁殖条件。品种选择、育苗管理、合理密植、平衡施肥和病残体清除应纳入统一技术流程，增强植株抗逆能力并压低初始菌源。生物制剂、植物源药剂及低风险化学药剂需要按照作用机制交替使用，控制施药次数、浓度和安全间隔期，减少抗药性积累与残留风险。

2 霜霉病防控环节的主要制约

2.1 棚内温湿度调节精准度不足

大棚黄瓜霜霉病防控中,温湿度管理仍较多依赖人工经验,环境参数采集频率偏低,难以及时反映棚内不同位置 and 不同时段的小气候变化。部分棚室仅依据棚膜结露、叶片湿润程度或体感温度决定放风与浇水,容易出现通风时间滞后、排湿幅度不足和夜间保温过度等情况。滴灌、覆膜、风口调节及保温设施之间缺少协同控制,灌水后湿度快速升高,清晨叶面水膜持续时间延长,增加病原菌侵染概率。棚体结构、种植密度和植株冠层差异也会造成温湿度分布不均,使中下部叶片长期处于高湿环境。环境监测设备覆盖不足、预警阈值设置粗放,导致调控措施难以与病害感染窗口准确对应。

2.2 单一药剂依赖与抗药性累积

部分大棚在霜霉病防治过程中长期使用相同类型的杀菌剂,施药方案主要依据病斑数量临时调整,缺少对药剂作用机制、持效期和抗性风险的系统判断。发病加重后提高用药浓度、缩短喷施间隔的做法较为常见,不仅增加生产成本和残留风险,还会对病原菌形成持续选择压力^[2]。药液喷施集中于叶片正面,叶背、冠层内部及下部老叶覆盖不足,实际防效低于预期,继而诱发重复施药。不同有效成分之间若缺少轮换和复配设计,病原菌敏感性会逐步下降,常规剂量难以稳定控制病情。安全间隔期、施药次数和药剂登记范围执行不严,还可能影响黄瓜采收安排与质量安全,削弱绿色防控体系的可持续性。

2.3 防控措施分散与技术衔接不畅

霜霉病防控涉及种苗选择、棚室消毒、肥水管理、环境调节、生物制剂应用和化学防治等多个环节,但实际生产中常以单项措施独立实施,缺少统一的时间安排和操作标准。育苗期未建立健康种苗筛选制度,定植后又未同步调整密度与水肥供给,容易造成植株徒长和冠层郁闭。田间发现病叶后才启动药剂防治,清除病残体、降低棚内湿度和补充保护性制剂等措施未能同步开展,使初侵染菌源和再侵染条件同时存在。监测记录、病情分级与施药决策之间缺少有效连接,难以根据病害发展阶段及时转换防控策略。技术服务主体、种植管理人员和农资供应环节信息不一致,也会造成药剂选择、操作浓度和实施时间相互脱节,影响集成技术的整体防效。

3 绿色防控技术集成体系构建

3.1 抗病品种与健壮栽培技术配置

抗病品种应结合当地温光条件、栽培季节和主栽类型进行筛选,重点选择对霜霉病耐受性较强、叶片组织紧实、长势稳定且商品性良好的黄瓜品种。育苗阶段采用无病基质和健壮种苗,控制苗床湿度与氮肥投入,避免形成叶片薄嫩、节间过长的弱苗。定植时依据品种株型和棚体通风能力调整株行距,减少叶片交叠与冠层郁闭。生长期实行有机肥与配方肥配合施

用,适量补充钾、钙、硅等营养元素,促进根系发育和叶片结构完善。灌水以膜下滴灌为主,根据土壤墒情和生育阶段控制水量,结合整枝落蔓、摘除老叶和清洁田园,维持植株营养生长与生殖生长协调。

3.2 生态调控与生物防治协同实施

生态调控应以削弱病原菌繁殖条件和缩短叶面湿润时间为重点,根据棚内昼夜温差、空气湿度和天气变化合理安排通风、保温及灌溉^[3]。晴天上午适时放风排湿,阴雨天气延长通风时段,并利用高垄栽培、膜下滴灌和棚膜防滴技术减少地表蒸发及叶面结露。植株进入旺盛生长期后及时疏除下部衰老叶和过密侧枝,改善冠层透光与空气流动。生物防治可在发病前或病害初期施用枯草芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌等微生物制剂,使有益菌在叶面形成稳定菌群,抑制病原菌萌发和侵入。

3.3 监测预警与低风险农药精准应用

监测预警应覆盖棚室环境、植株长势和病斑变化三个层面,在棚内不同位置设置温湿度监测点,连续记录夜间湿度、叶面结露时长及温度波动。田间调查按照固定路线和固定株数开展,记录病叶率、病情指数及病斑扩展速度,并结合天气预报判断潜在侵染时段。当环境条件达到病害适生范围或零星病斑出现时,及时启动保护性防治,优先选用登记范围内的低毒、低残留药剂。施药过程中根据病情等级确定药量和间隔期,采用细雾喷施提高叶背与冠层内部覆盖率。不同作用机制药剂实行轮换使用,严格控制单一有效成分的连续使用次数,遵守安全间隔期和采收期要求,建立施药时间、药剂名称、用量及防效记录。

4 集成技术示范应用与成效检验

4.1 示范棚区设置与技术实施流程

示范棚区应选择种植规模、棚体结构、土壤条件和管理水平具有代表性的生产区域,并设置绿色防控示范区与常规管理对照区。两个区域采用相同黄瓜品种、定植密度和基础肥水条件,确保防控效果具有可比性。技术实施按照播种育苗、定植缓苗、开花结瓜和盛果采收等生育阶段分段安排,将抗病品种、健康育苗、膜下滴灌、通风排湿、生物制剂和精准施药纳入统一流程。棚内布设温湿度监测点,定期调查病叶率和病情指数,并记录灌水、施肥、放风及用药时间。示范期间由技术人员按照操作规程进行现场指导,及时纠正药剂配比、喷施范围和环境调控偏差,保证各项措施按设定标准连续实施。见图2,示范棚区通过现场调查植株长势、叶片健康状况与栽培管理质量,为绿色防控措施规范实施、过程纠偏及应用成效评价提供实践依据。



图2 大棚作物绿色防控示范区田间技术指导

4.2 病情控制及农药减量效果比较

病情控制效果可依据黄瓜生育期内的病叶率、病情指数、病斑扩展速度和功能叶保存数量进行比较。绿色防控示范区在发病初期采用环境调节与生物制剂联合处理,可降低病原菌初始侵染强度,使病斑扩展保持在较低水平;常规管理区多在病害明显后集中施药,病情波动较大,叶片受害程度相对较高^[4]。农药减量评价应统计单位面积施药次数、有效成分用量、药液使用量和防治成本,并核对不同作用机制药剂的轮换情况。低风险药剂与生物制剂配合应用后,化学农药施用频次和单次用量得到压缩,安全间隔期执行更加规范。结合防后病情调查,可判断减药条件下防控稳定性,避免仅以施药量下降衡量示范效果。

4.3 产量品质与综合效益评价

产量评价应按照采收批次记录单株结瓜数、单瓜质量、单位面积产量和商品瓜率,分析绿色防控措施对黄瓜持续坐果能力及采收期长度的影响。品质检测可选取果形指数、瓜条整齐度、硬度、可溶性固形物和维生素含量等指标,结合农药残留检测判断产品安全水平。综合效益核算除种子、肥料、农药和人工投入外,还应计入监测设备、生物制剂及技术服务成本,并与因减药、节水、减少病叶和提高商品率形成的收益进行对照。示范棚区若能保持较完整的功能叶数量,可延缓植株衰老,增加中后期有效采收量。单位面积净收益、投入产出比和优质果比例能够反映集成技术在生产中的经济适用程度。

5 绿色防控模式持续优化机制

5.1 区域适配与技术参数动态调整

不同地区的大棚结构、气候条件、种植季节及病原菌群体

参考文献:

- [1] 刘敏.几种常见杀菌剂对黄瓜霜霉病的田间防效对比[J].河北农业,2025,(12)96-97.
- [2] 毕瑞芝.大棚黄瓜种植及病虫害防治技术[J].安徽农学通报,2025,31(13)32-34.
- [3] 郭政晖.含有芳基吡唑结构酰胺类化合物的设计、合成及杀菌活性研究[D].沈阳农业大学,2025.
- [4] 孙晓艳.温室黄瓜病虫害智能诊断与防治对策[J].农业工程技术,2024,44(35)36-37.
- [5] 李雅琦,王勇,杨利娟,等.黄瓜霜霉病菌侵染黄瓜叶片染色方法的筛选及应用[J].天津农业科学,2024,30(11)30-35.

存在差异,绿色防控技术需要依据区域生产特征进行参数修正。北方冬春茬应加强夜间保温与清晨排湿的协调,避免低温高湿持续时间过长;南方设施栽培则需提高连续阴雨期的通风除湿能力,控制棚内水汽积聚。技术配置还应结合品种抗病水平、土壤肥力、植株生育阶段和历年发病时间,调整种植密度、灌水频率、生物制剂用量及药剂施用间隔。建立区域病害基础数据库,连续记录温湿度、发病程度和防控效果,依据年度监测结果修订风险阈值,使防控参数与当地霜霉病流行规律保持一致。

5.2 标准化操作与推广服务体系完善

绿色防控技术推广需要将分散的生产措施转化为清晰、统一且便于执行的操作规范。技术规程应按照育苗、定植、结瓜和采收等环节,明确品种选择、棚室清洁、肥水管理、环境调控、生物制剂施用及药剂轮换要求,并细化适用条件、操作时间和质量标准。针对种植主体技术水平差异,可编制简明操作手册、病害识别图谱和田间记录表,减少执行偏差^[5]。推广服务应由农业技术部门、合作社和农资服务机构协同开展,采用集中培训、棚内示范和生产期巡回指导等方式解决实际问题。

5.3 数字监测与防控模式迭代升级

数字监测可依托温湿度传感器、叶面湿度仪和田间图像采集设备,对棚内环境变化及叶片病斑进行连续识别。监测数据经平台汇总后,可结合天气预报、作物生育期和历史发病记录生成风险等级,在适宜侵染条件形成前推送通风、控水或预防性处理信息。图像识别技术能够对病斑面积、病叶比例和扩展速度进行量化,减少人工调查中主观判断造成的误差。防控平台还可整合施肥、灌溉、用药和采收记录,分析不同措施组合与病情变化之间的对应关系。依据多季生产数据持续校正预警模型和决策规则,可推动防控方式由经验判断向数据支持转变。

6 结语

大棚黄瓜霜霉病绿色防控需要以病害发生规律为基础,将抗病品种、健壮栽培、生态调控、生物防治、监测预警和精准用药纳入统一技术体系。示范应用表明,集成措施能够抑制病情扩展,减少化学农药投入,保持功能叶完整,提高黄瓜产量、品质及种植效益。后续应强化区域参数校正、操作标准完善和数字监测应用,推动绿色防控模式向精准化、规范化与持续化方向升级。