

烟叶霉烂病产生原因及防治措施

陈勇华¹, 孙红权^{1*}, 田慧源¹, 梁金昌², 龙鹏臻¹, 艾永峰¹, 史金钟¹, 张思聂¹, 龙 勇¹,
刘国权¹, 杨金玉², 刘红飞¹, 杨 力¹, 杨 振¹, 王晓强^{2*}

¹贵州省烟草公司铜仁市公司, 贵州 铜仁

²中国农业科学院烟草研究所, 山东 青岛

收稿日期: 2025年7月1日; 录用日期: 2025年8月5日; 发布日期: 2025年8月12日

摘 要

为了有效控制烘烤过程中霉烂病的发生, 本研究通过现状调查, 系统分析了烘烤过程中烟叶霉烂病的发病情况及发病条件。研究表明: 低温多雨环境、烘烤工艺不当、烤房结构缺陷等因素与烟叶霉烂病的发生密切相关。基于此, 提出并采取了综合防治技术体系, 包括科学采收、规范编装、精准温湿度调控、烤房结构改造及药剂辅助防控。通过技术集成应用, 烟叶霉烂病的发生率由6.95%降低到0.64%, 该技术得到全面推广应用, 有效保障了烟叶品质, 为绿色烘烤提供技术支撑。

关键词

烟叶, 霉烂病, 原因分析, 防治措施

Causes and Control Measures of Tobacco Leaves Mildew

Yonghua Chen¹, Hongquan Sun^{1*}, Huiyuan Tian¹, Jinchang Liang², Pengzhen Long¹,
Yongfeng Ai¹, Jinzhong Shi¹, Sinie Zhang¹, Yong Long¹, Guoquan Liu¹, Jinyu Yang²,
Hongfei Liu¹, Li Yang¹, Zhen Yang¹, XiaoqiangWang^{2*}

¹Tongren Branch of Guizhou Tobacco Corporation, Tongren Guizhou

²Tobacco Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Qingdao Shandong

Received: Jul. 1st, 2025; accepted: Aug. 5th, 2025; published: Aug. 12th, 2025

Abstract

To effectively reduce the occurrence of tobacco leaves mildew during flue curing process, this study systematically investigated the incidence patterns and contributing factors through current

*通讯作者。

文章引用: 陈勇华, 孙红权, 田慧源, 梁金昌, 龙鹏臻, 艾永峰, 史金钟, 张思聂, 龙勇, 刘国权, 杨金玉, 刘红飞, 杨力, 杨振, 王晓强. 烟叶霉烂病产生原因及防治措施[J]. 农业科学, 2025, 15(8): 1036-1042.

DOI: 10.12677/hjas.2025.158129

situation surveys. The results indicated that the occurrence of tobacco leaf mildew was closely related to factors such as low temperature and heavy rainfall, improper flue curing techniques, and structural defects of the curing barn. Accordingly, an integrated prevention and control system was developed and implemented, such as scientific harvesting, standardized packaging, precise temperature and humidity regulation, renovation of the curing barn structure, and use of chemical agents for auxiliary prevention and control. The incidence of tobacco leaves mildew decreased from 6.95% to 0.64%. This technical system has been widely adopted during flue curing process, effectively ensuring tobacco quality and providing technical support for green curing practices.

Keywords

Tobacco, Mildew, Reason Analysis, Controlling Measure

Copyright © 2025 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

在密集烘烤过程中经常出现烤坏烟的现象，烟叶霉烂病是烤坏烟叶之一，给烟叶生产和烟农造成重大损失。铜仁烟区从 2008 年推广小改密烤房以来开始发现了烟叶霉烂病，2010 年推广大卧密集烤房逐年增多。研究密集烘烤过程中烟叶霉烂的变化，对完善密集烤房烘烤工艺，防治烘烤过程中烟叶霉烂尤为重要。有研究表明，烟叶发生霉烂时霉菌生长呈明显的 S 型变化趋势，且与温度密切相关[1]。烟叶烘烤过程中，相关组织结构会受到多种因素的影响出现霉烂病，不仅影响烟叶组织细胞结构的紧密性，还影响着烟叶烘烤质量[2]。王永栋[3]等人认为病害症状区分为“叶柄霉烂型”和“叶片霉烂型”。叶柄霉烂型发生于挂竿烘烤的烤房，叶片霉烂型发生于散叶烘烤的烤房[4]。曾婷英[5]等认为烟叶霉烂病是由于变黄期低温时间过长、湿度较高引起的。烟叶烘烤过程中霉烂病的产生与温湿度密切相关，环境中湿度越大霉烂病发生程度越严重[6]。烘烤过程中，高温高湿、不良的通风条件、烟叶质量不佳等因素均会导致烟叶霉烂，从而造成严重的经济损失和资源浪费。因此，我们亟需采取一系列科学、有效的措施，着力降低烟叶烘烤霉烂病的发生率，提高烤烟品质和生产效益。

2. 症状表现

烘烤过程中，“霉烂病”主要表现为烟叶基部组织的霉变与腐烂，具体特征如下。

2.1. 发病部位

霉变多从叶基部(叶柄与叶片连接处)向下延伸 3~5 cm，严重时可达 10 cm 以上；叶片组织因水分滞留常呈“蒸片”(细胞破裂、质地软烂)或“糟片”(组织干缩但结构松散)状态。

2.2. 颜色特征

叶柄霉变区域以褐色为主，叶片霉变则呈现黄色、褐色相间的斑块；霉变后期可见褐色网状菌丝覆盖，菌丝上附着大量黑色孢子。

3. 烟叶霉烂病产出原因

烘烤结束后，由各烘烤点烘烤师对每座烤房发生的霉烂病逐一统计，具体统计分析结果如下。

3.1. 现状分析

从表 1 可以看出, 烘烤中发生“霉烂病”的烤房比例较高, 达 20.4%的烤房发生。上升式烤房发病率占 61.6%、保湿烘烤发病率 72.8%、有根茎病发病率占 70.4%。上升式烤房、保湿变黄、带病烟株是发病条件。

Table 1. Investigation on the current situation of “Mildew” caused by flue curing in 2023
表 1. 2023 年度烘烤产生“霉烂病”现状调查

调查点	使用烤房数 (座)	霉病烤房类型(座)		变黄措施(座)		有无根茎病(座)	
		上升式	下降式	保湿	未保湿	有	无
1	250	30	15	37	8	35	10
2	286	53	29	55	27	55	27
3	690	71	52	90	33	86	37
合计	1226	154	96	182	68	176	74

从表 2 调查结果可以看出: 上升式烤房平均每座发病竿数为 130 竿, 下降式烤房平均每座发病竿数为 110 竿。发生霉病的 250 座烤房, 共发病竿数为 30,685 竿, 按照每座烤房平均装烟 360 竿计算, 当年霉病发生率为 6.95%。

Table 2. Investigation on the current situation of “Mildew” in 2023
表 2. 2023 年度“霉烂病”现状调查

调查点	霉烂病烤房数(座)	下降式烤房		上升式烤房	
		座数	霉病竿数	座数	霉病竿数
1	45	15	1606	30	4140
2	82	29	3207	53	7106
3	123	52	5793	71	8833
合计	250	96	10,606	154	20,079

- (1) 上升式烤房霉病较为严重。数据显示, 上升式烤房的霉病数量高于下降式烤房 23.2%。
- (2) 在烘烤过程中措施执行不力。在 250 座霉病烤房中, 就有 182 座进行了保湿, 保湿导致炕内高温高湿从而加剧霉病发生。
- (3) 根茎病存在较多。在调查的 250 座霉病烤房中, 有 176 座烤房发现了根茎病的存在。根茎病的存在可能与种植时的烟地选择、土壤及管理栽培技术有关。

从数据分析中可以看出, 霉烂病在烤房中普遍存在, 其中上升式烤房霉病较为严重。保湿变黄也是导致烟叶烘烤霉烂的主要原因之一。根茎病问题在部分烤房中存在, 可能与种植过程中的防控措施有关。为了提高烟叶质量和产量, 必须加强烘烤管理, 改进烘烤技术, 严格控制烤房内温湿度, 加强病害防控措施, 并定期进行检查和监测, 以降低烟叶烘烤霉烂病的发生率, 促进烟草产业的健康发展。

3.2. 问题原因分析

烟叶在变黄期低温高湿(35℃~39℃)烘烤 20 小时左右, 烟叶主筋开始出现腐烂, 然后出现发霉现象, 烘烤后期把头出现发霉。烟叶霉变在变黄期温度比较低(低于 38℃)的条件下容易发生。低温烘烤时间愈

长, 发病愈严重。霉把头主要发生在上升式烤房烘烤的烟叶, 上升式烤房顶层重于中间层和底层[7]。根据长期观察和本次调查数据, 总结出以下原因。

3.2.1. 上升式烤房排湿不畅

原因是上升式烤房湿热气从下往上流动接触顶板后凝结成水珠往下掉, 掉到顶层烟叶叶柄上, 使顶层烟叶形成低温高湿, 导致烟叶表面水分无法及时排除, 增加了烟叶霉烂的风险; 下降式烤房热气从上往下流动, 当流到底层烟叶时继续向下运动与地面接触形成水珠, 不会使底层烟叶形成低温高湿。

3.2.2. 烤房、烟竿、编烟绳带病菌

烤房、烟竿以及编烟绳等设施可能带有病菌, 成为病害传播的源头。

3.2.3. 低温高湿变黄烘烤

在烘烤过程中, 出现低温高湿的情况, 使得烟叶受到“焖黄”现象, 造成烟叶品质下降和病害发生。

3.2.4. 田间烟株带病菌

烟叶在田间生长过程中可能带有病菌, 种植时未进行有效的病害防控, 导致烤房内病害传播。

3.2.5. 鲜烟叶成熟度差

部分鲜烟叶的成熟度不均, 影响烤烟质量, 易受到病害侵害。

3.2.6. 装炕过密

烤房内装炕过密, 导致空气流通不畅, 湿度不能及时得到调节。

3.2.7. 装炕不均匀

烤房装炕不均匀, 导致烟叶的烘烤效果不一致, 影响烟叶质量。

3.2.8. 雨天采烟、采露水烟

雨天采烟或采露水烟导致烟叶含水量过高, 烘烤中也容易产生霉烂。

3.2.9. 变黄期风机低速运行

变黄期风机低速运行导致低温层风力过低, 影响烟叶的均匀烘烤。

3.2.10. 烟夹夹烟过多

烟夹夹烟过多, 导致烟叶堆积过密, 空气流通不畅, 容易引发霉烂。

综合分析, 霉烂病的发生主要与烘烤过程中的温湿度控制不当、病菌传播、烟叶成熟度和烤房内环境管理等因素有关。烘烤技术水平不足、设备老化和管理不规范也会导致霉烂病发生。

4. 防止霉烂病措施

4.1. 降低菌源基数与优化鲜烟质量

4.1.1. 科学采收

避免阴雨天气采收(连续降雨后需间隔 2~3 天, 待烟叶表面干燥后采收), 减少鲜烟表面孢子附着量。采收时保留 2~3 cm 叶柄(减少主脉切口暴露), 降低病原菌入侵通道。

4.1.2. 品种选择

在低温多雨烟区优先推广主脉细(直径 < 2.5 mm)、叶片中等(单叶面积 $500\sim 600$ cm²)的品种(如云烟 87), 其霉变率较 K326 低 50%以上。

4.2. 规范编装与降低初始湿度

4.2.1. 稀编密装

采用“2~3片/束”编烟方式(束间距3~4 cm), 每竿装烟量控制在8~12 kg(对应密度120~150片/竿), 避免叶片重叠(重叠率 < 10%)。

4.2.3. 预脱水处理

对含水率过高(>85%)的鲜烟, 装炕结束后, 开启循环风机, 先将烟叶表面附着水吹掉, 然后再点火正常烘烤, 可降低霉变率30%。

4.3. 烘烤工艺优化, 精准调控温湿度

4.3.1. 调整变黄期烘烤工艺

由于霉把头烟叶是长期低温高湿产生的, 低温时间越长发病越重。因此, 在低于38℃温度段总烘烤时间要少于20小时, 将主变黄温度放在40℃~41℃变黄。

4.3.2. 烘烤操作

烟叶装炕结束后, 点火升温并开启循环风机, 烧小火将温度升至35℃~36℃(湿度设置35℃~36℃)转转停停循环风机(风机停1小时转10分钟)烘烤5小时左右, 让高温层烟叶叶尖变黄10 cm后; 以1小时1℃的升温速度升到干温38℃(湿度设置38℃)转转停停循环风机(风机停1小时转10分钟)烘烤8小时左右; 烟叶达5~6成黄; 一直开启循环风机, 将温度1小时1℃升到40℃, 湿度在36℃~37℃稳温烘烤14~18小时, 烟叶达7~8成黄, 让叶片充分发软; 然后将温度1小时1℃升到42℃湿度37℃稳温烘烤12~20小时, 让支脉变白, 主脉绕指不断。定色和干筋期按正常工艺烘烤。

4.4. 烤房结构改良, 阻断冷凝水与优化气流

4.4.1. 气流上升式烤房改造

在顶板内侧加装5 cm厚的隔热吸湿层(如硅酸铝棉 + 无纺布), 降低顶板与空气的温差(温差 < 2℃), 减少冷凝水生成。同时, 调整回风口位置(从底部移至中部), 避免隔热层遮挡气流循环。

4.4.2. 推广气流下降式烤房

气流下降式烤房热量自顶部向下流动, 叶基部(叶柄)因先接触热风而快速脱水(脱水速度提高20%), 可使霉变率降低60%以上。

4.5. 药剂辅助防控, 靶向抑制病原菌

对于高风险田块(前茬发病、连续阴雨), 可采用以下药剂处理。

4.5.1. 烤房消毒

装烟前2 h, 每立方米空间用2 g三氯异氰尿酸烟熏剂密闭熏蒸, 杀灭烤房内残留病原菌。

烟杆、烟夹等使用80 g的鲁恩-0.48 ml的增效剂喷雾消毒(避免药液接触叶片), 降低霉变率40%~50%。

4.5.2. 烟叶预处理

采收前3~5天, 田间喷施生防芽孢杆菌(500亿/g)可湿性粉剂(200倍), 降低病原菌的基数。

按(10 L双氧水, 30 L水)1:3稀释喷施编(夹)好烟的叶基部, 可使霉变率降至2%以下。

装烟结束点火开始烘烤前, 通入臭氧4~5小时, 装烟室臭氧浓度达到10 mg/m³, 杀灭烟叶和烤房残留病原菌。

5. 采取的措施后取得的成效

5.1. 霉烂病控制效果

根据 2024 年度烘烤“霉烂病”控制效果检查汇总表和经济效益分析,我们得到以下数据分析见表 3。

Table 3. Summary table of inspection on the control effect of “mold rot disease” in flue-curing process in 2024
表 3. 2024 年度烘烤“霉烂病”控制效果检查汇总表

调查点	使用烤房数 (座)	下降式烤房(座)		单炕发病量(竿)		影响程度(竿)		
		使用数	发病数	装竿数	发病数	重度	中度	轻度
1	251	233	17	252	31	5	7	19
2	296	210	22	275	35	8	7	20
3	691	610	47	257	32	7	12	13
合计	1238	1053	86	784	98	20	26	52

经改造后使用下降式烤房 1053 座,发病 86 座,占使用烤房总量的 8.2%:平均每座烤房装炕竿数为 360 竿,平均单炕发病竿数为 33 竿,占使用烤房总量的 0.64%。

5.2. 经济效益分析

烘烤霉变损失在原来的基础上 6.95%降低到 0.64%,降低了 6.31%。
数据分析综合总结。通过采取一系列针对烟叶烘烤霉烂病的措施,包括优化烤房管理,加强病害防控措施,严格控制烤房内温湿度等,取得了显著的经济效益。经过这些措施的应用,烘烤霉变损失降低了 6.31%。此外,措施得到全面推广应用,这意味着越来越多的烟农能够受益于这些改进措施,烟叶质量得到了明显的提高,烟草产业的可持续发展也得到了有力的推动。
通过此次成功的实践经验,可以进一步总结和改进行烟的生产技术和管理方法,加强科研与实践的结合,不断提升烟农的技术水平和意识,为烟叶质量的提高和经济效益的增加做出更大的贡献。

6. 讨论

烟叶烘烤期霉烂病是由米根霉侵染引发的真菌性病害[8],在本研究中,其发生与低温多雨环境、烘烤工艺不当及烤房结构缺陷密切相关,这与潘祖贤[9]等的研究结果相似。此外,现状调查表明,烟叶霉烂病的发生还与烟叶自身素质有关,采收的烟叶在田间生长过程中带有病菌、部分鲜烟叶的成熟度不均,均会导致烟叶霉烂病的发生,这与潘飞龙[10]等的研究结果一致。说明烟叶采收质量、烟叶生长环境、烘烤环境、烘烤工艺、以及设施设备的管理均与烟叶霉烂病的发生密不可分。本研究中所阐述的霉烂病综合防治措施,涵盖了从田间到烘烤的全部过程,形成了从源头治理、调控烘烤过程、化学干预的综合防控链。各环节协同作用,极大提升了整体防控效果,显著降低霉烂病的发病率,同时有助于提升烟叶品质和经济效益。此外,气候变化是影响烟叶霉烂病发生的重要外部环境因素,2024 年是 7 月上旬至下旬与 2023 年相比,铜仁烟区发生了中度伏旱,间接增加了烟叶在烘烤过程中发生霉烂病的风险,在一定程度上造成了前后两年霉烂病发生率对比上的误差。

7. 小结

本研究从环境、烘烤工艺、烤房结构等多方面分析了引发烟叶霉烂病的主要原因,并针对这些原因提出了相应的综合防控措施,经验证发现该综合措施可有效降低霉变率,保障烟叶烘烤质量。未来,将

进一步开展基于温湿度传感器的智能烘烤控制系统, 实现变黄期温湿度的精准调控; 筛选高效、低残留的生物药剂替代化学药剂; 优化气流下降式烤房的标准化设计, 降低推广应用成本。

通过多维度技术创新与集成, 有望彻底解决烘烤环节“霉烂病”难题, 为烟草产业高质量发展提供有力支撑。

基金项目

中国烟草总公司贵州省公司科技项目(2023XM33)。

参考文献

- [1] 陈二龙, 范志勇, 宋朝鹏, 等. 烘烤期烟叶霉变发生规律及关键影响因素[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(5): 877-883.
- [2] 张译丹, 岳诚, 李军营, 等. 烟叶烘烤过程中表皮微形态特征的扫描电镜观察初报[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2020, 35(1): 88-93, 171.
- [3] 王永栋, 顾刚, 肖顺, 等. 烘烤期烟叶霉烂病的侵染源与防治. 安徽农业科学. 2017, 45(19): 138-142.
- [4] 顾钢, 肖顺, 周挺, 等. 烘烤期烟叶霉烂病的研究进展与展望[J]. 中国烟草学报, 2018, 24(5): 112-116.
- [5] 曾婷英, 顾钢, 张绍升. 烘烤期烟叶霉烂病的病原鉴定[J]. 中国烟草学报, 2014(4): 65-68.
- [6] 陈二龙, 苏家恩, 范志勇, 等. 烘烤过程中霉变烟叶主脉超微结构的变化[J]. 湖南农业大学学报(自科版), 2017, 43(6): 626-629.
- [7] 苏家恩, 潘飞龙, 马明, 等. 不同烘烤工艺对烘烤过程中烟叶霉烂病的影响[J]. 天津农业科学, 2018, 24(2): 51-55.
- [8] 朱自萍, 何鹏飞, 刘迎龙, 等. 烘烤期烟叶霉烂病原菌 *Rhizopusoryzae* 的生态学研究[J]. 中国农学报, 2022, 38(21): 122-128.
- [9] 潘祖贤, 蔡永占, 何鹏飞, 等. 烘烤期烟叶霉烂病原菌的分离、鉴定及生物学特性[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(4): 42-47.
- [10] 潘飞龙, 苏家恩, 宋朝鹏, 等. 密集烘烤烤烟不同品种烟叶霉烂特性研究[J]. 西南农业学报, 2019, 32(4): 823-828.