



烘烤期烟叶霉烂病的研究进展与展望

顾钢¹, 肖顺², 周挺¹, 刘国坤², 王胜雷³, 张绍升²

1 福建省烟草公司, 烟草科学研究所, 福建福州北环中路133号 350003;

2 福建农林大学, 植物保护学院, 福建福州上下店路15号 350002;

3 南平市烟草公司政和分公司, 政和 353600

摘要: 烘烤期间发生的烟叶霉变是由病原微生物引起的, 依据霉变的发生症状可以划分为叶基霉烂型和叶片霉烂型。本文从烘烤期烟叶霉烂病的病原、危害、防治技术等3方面概述了我国烤烟烘烤期烟叶霉烂病的研究现状, 并针对目前烟叶霉烂病研究及防治技术方面存在的问题提出了相应的对策与思路。

关键词: 烘烤; 烟叶; 霉烂病

引用本文: 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)

在烟叶烘烤过程中, 不当操作可引起烤烟蒸片、僵硬、霉变等损失^[1-3], 其中霉变是由病原微生物引起的、潜在性的重要病害^[4-6]。长期以来, 由病原物引起的烟叶霉变及其造成的损失未引起足够的重视, 常常被认为是“烘烤不当”所造成的, 统称为“烤坏烟”。

本文梳理了烟叶烘烤期间发生霉烂现象的文献, 并予以简要评述, 以期对相关研究提供参考。

1 烘烤期烟叶霉烂病的症状与发生的时期

1.1 烟叶霉烂病症状

随着烘烤工艺的不断改进, 国内形成了多元化的烘烤方式, 目前国内烟叶主要的烘烤方式为挂竿烘烤和散叶烘烤, 烟叶烘烤期霉烂病的症状也随烘烤方式不同发生变化。按症状类型可分为叶基霉烂型和叶片霉烂型2种。其中, 叶基霉烂型常发生于挂竿烘烤的烤房, 霉变从叶基采摘伤口开始发生, 沿着叶基逐渐向叶片主脉、侧脉及叶肉扩展, 导致叶片大面积发霉腐烂(图1)。叶片霉烂型常发生于散叶烘烤的烤房中湿度大且排湿不畅的位置, 霉变从插签的伤口处开始, 向伤口四周以及周围叶片扩展, 导致成堆叶片霉烂(图2)。



图1 叶基霉烂型

Fig.1 Mildew rot of leaf talk



图2 叶片霉烂型

Fig.2 Mildew rot of leaf blade

1.2 烟叶霉烂病发生时期

烟叶变黄期烤房内温度为32℃~42℃, 定色期43℃~54℃, 干筋阶段65℃~68℃^[7], 其中变黄期烤房内的温度较适宜霉菌生长, 且烟叶内部及叶片之间的水分含量较多, 霉菌易滋生繁殖, 侵染主脉及叶片, 导致烤烂烟叶^[8]。由于定色期烤房内温度升高、湿度下降, 霉菌停止生长, 烟叶腐烂也随之停止发展。因此, 变黄期是烟叶霉变的主要发生时期^[4-5,9]。

2 烘烤期烟叶霉烂病的病原

一般认为, 烟叶表面的微生物群落组成受烤烟遗传性所决定, 其中一些微生物是烟叶自然醇化所必需的生物催化剂^[10-11]。马振瀛^[12]的研究结果表明来源

基金项目: 中国烟草总公司福建省公司科技项目“烟草烘烤期霉烂病的病因与防治”(闽烟合同2014[177]号); 中国烟草总公司福建省烟草公司科技项目“福建省烟草绿色防控技术研究与应用”201735000024112

作者简介: 顾钢(1965—), 硕士, 高级农艺师, 主要从事烟草植物保护研究, Tel: 0591-87721976, Email: gugang318@163.com

通讯作者: 张绍升(1951—), 教授, 主要从事植物病理学方向研究, Tel: 0591-83789187, Email: shaoshengzhang@126.com

收稿日期: 2018-01-16; **网络出版日期:** 2018-05-28

于不同地区、不同调制方法的烟叶,其表面所附的微生物种类、数量、区系均有所不同。无论是早期的 Lucas^[13],还是近 10 年涉及烟叶微生物种群的报道^[14-16],都主要集中在曲霉、青霉和毛霉上,这些霉菌在烤后烟叶上的检出率均超过 80%。在特定的环境条件下,这些霉菌会引起霉变并造成较大的损失。针对此状况,卷烟工业企业采取了一系列的防霉技术措施,效果十分明显。但上述研究主要针对烤后贮存期的烟叶,缺乏对烘烤期鲜烟叶霉烂现象发生原因和发生规律的研究,烟叶霉烂问题长期未得到根本性解决。

能引起烟草腐烂的病原很多^[4,12,16-18],但来源不同,侵染能力、蔓延速度也不同。1956 年,Holdeman 等^[16]报道了 *Pythium aphanidermatum* 和 *Erwinia carotovora* 能在烤房内引起烟叶的腐烂,此后鲜见相关报道。上世纪 90 年代初,左天觉^[19]提及了烘烤期烟叶霉烂的现象,朱尊权^[20]针对白肋烟晾制时烟叶发霉的现象也进行了报道,但均未明确致病原因。1996 年,杨锦芝^[21]描述了烘烤期烟叶霉烂的现象,认为烟叶霉烂的根本原因是温湿度设置不合理所致;2010 年,苏家恩^[2]等观察到烤房内叶基的霉烂现象,认为根本原因是优势病原微生物的大量繁殖所致。宫长荣^[22]探究了烘烤过程中微生物动态变化规律,认为青霉属(*Penicillium*)和曲霉属(*Aspergillus*)真菌为优势种群,出现的频率最高,这与李魁^[8]等在检测国内 13 个省份烟叶样品的基础上得出的结论高度一致。但烘烤期间因该类真菌侵染导致烟叶腐烂的研究未见报道。2012 年,云南省^[23]对烤房烟叶霉烂的现象做了简单的描述,将引发霉烂的病原归为细菌,但没有提供检测结果等技术证据。有报道软腐菌(*Erwinia carotovora*)能引起叶片背面中脉变褐,进入烤房后可蔓延至近叶脉组织^[24],但该病菌在田间已侵染烟叶,因烘烤变黄期的温湿度适宜病菌生长而进一步扩散。2014 年,曾婷英等^[4]根据形态特征、生长温度、致病性等,首次明确了引发福建烟区烟叶变黄期霉烂的病原为毛霉属的米根霉(*Rhizopus oryzae*),在变黄期特定的环境条件下,米根霉具有很强的侵染性和蔓延性,引发的霉变率通常在 10%~40% 之间,个别烤房可达 50% 以上。王永栋等^[25]利用 ITS-PCR 手段,进一步明确了该病的病原物为米根霉。该研究是目前国内为数不多的较为系统的研究,逐渐得到认同^[5,26-27]。

米根霉的寄主广泛,除侵染烟草外,还能侵染水稻、百合花、桑树、向日葵等植物^[28-30]并引起腐烂

症状。米根霉广泛分布于烤房内外的空气中,病菌可以附着在新鲜的烟叶^[25]、烤房墙壁、地面和烤房内的烤具、设施表面。米根霉只能从伤口侵入,成熟的组织较未成熟的组织更易受到侵害^[31],这与烘烤期烟叶霉烂病发生在烟叶成熟采收季节的现象是高度吻合的。米根霉具有嗜高温的特性,当烤房内的温度达 32℃~39℃,相对湿度达 75%~85% 时,有利于米根霉在短时间内迅速繁殖和侵染。该侵染条件与接种桑树幼苗^[32]具有一致性,与巩慧玲等接种百合时采用的 25℃^[33]有较大差异,说明米根霉生长的温度范围较广,对不同的寄主发生侵染的温湿度也具有差异性。

3 防治技术的现状与展望

3.1 防治技术的现状

3.1.1 优化烘烤工艺控制烟叶霉烂病

针对变黄期低温高湿的状况,丁海龙等^[6,34]提出改变烘烤工艺的方法来控制烟叶霉烂病,如稀装烟、提前排湿、稳转火等技术措施,保持烤房内的低湿环境。陈二龙^[5]等欲通过快速升温的办法来避开米根霉的最适生长温度,达到控制烟叶霉烂病的目的。宋朝鹏^[35],黄宁^[36]等探索了点火后快速升温、缩短变黄期、降低湿度来避免烟叶霉变的方法。

3.1.2 理化灭菌法防控烟叶霉烂病

由于烤房内特定的温湿环境,采用生物活体防除霉变的方法难以实施,也未见相关报道。孙伟其等^[37]利用烤房内的紫外灯来杀灭烤房内的病菌。苏家恩等^[2]在采前或编烟后,喷施百菌清、多菌灵、甲霜锰锌等化学药剂和 0.2% 纳他霉素,对霉烂病具有较好的防治效果。孙希芳等^[24]用甲醛对烤房、烤具等进行喷雾消毒,起到了良好的效果。王永栋等^[25]在尝试各种技术措施后,总结出了在严格控制装烟密度的前提条件下,烤前、烤中采用二氧化氯(CLO₂)熏蒸消毒,总体防治效果达 62.62%~69.57%。

3.1.3 现有防治手段的评价

通过快速升温,避开病菌最适生长温度,降低湿度来控制霉烂病发生的方法,需解决变黄期缩短与烤后烟叶质量之间的矛盾,而且大多数病原菌生长、繁殖的速度很快,在适宜温湿度条件下,数小时甚至更短即可爆发流行。化学药剂消毒的方法存在农残超标以及人员安全的风险;传统的喷雾及擦拭手段不可能做到全方位无死角。利用 0.2% 纳他霉素和紫外消毒的方法,虽然不会产生安全性问题,但是纳他霉素见光 60 min 即完全失活^[38],在装烟前喷施易造成失活,

若装烟后喷施则会由于烤房内部的复杂环境无法做到不留死角。同时烤房内部的复杂空间环境加之烟叶之间互相遮蔽,也导致紫外灯难以达到彻底杀菌的效果。 ClO_2 熏蒸法可以在密闭的场所杀死害虫、病菌等有害生物,排湿时极易排出烤房,使用浓度仅为2 mg/L,远低于马骏^[39]报道的4.5~8.5 mg/L,符合国家卫生标准的使用浓度^[40],使用时不必考虑其兼容性和稳定性^[41-42],排出烤房见光后能迅速降解^[42],又避免了其在烟叶上的残留^[41]。同时 ClO_2 熏蒸法成本较低,操作程序简单,烟农较易接受。除此之外,传统农业防控技术措施,如健康栽培、丢弃病叶、雨天禁采、减少装烟密度等,在病害防治方面的作用也值得重视。

3.2 防治技术的展望

由于烘烤期烟叶霉烂病的发生,控病减损技术的研究得到一定的重视,积累了一定的理论和实践经验,但还有许多问题值得进一步的探讨:(1)虽然有少数省份开展了霉烂病的研究,但涉及全国产区,致病病原是否具有共性仍不明确。因此,有必要开展全国性的普查工作,明确该病的病原种类,并在此基础上开展一系列的基础性研究工作,如不同病原菌的致病机理;(2)防治手段上尚需重点突破,如利用以菌治菌的原理,从变黄期的特定温湿度条件出发,有针对性地筛选耐热真菌^[43-48],结合烘烤工艺流程的微调整,开发利用之,既满足人们对绿色食品的需要,又符合农业可持续发展的需求;(3)筛选更高效、更安全的可用于熏蒸的微生物资源并制成生物熏蒸剂^[49],既能避免对人畜的健康危害、减少环境污染,又能避免农药残留。

参考文献

- [1] 谢己书. 烤坏烟原因分析及解决的技术措施[J]. 贵州农业科学, 2000, 28(s1): 62-63.
XIE Yishu. Cause analysis and solutions of failed cured tobacco leaves[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2000, 28(s1): 62-63.
- [2] 苏家恩, 杨程, 米建华, 等. 红花大金元烟叶烘烤过程中叶柄发霉药剂防效试验[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(3): 64-66.
SU Jiaen, YANG Cheng, MI Jianhua, et al. Control efficacy of agrochemicals to petiole mildew in Honghuadajinyuan tobacco leaves during flue-curing[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2010, 16(3): 64-66.
- [3] 卢志伟, 杨辉, 曾荣, 等. 烟叶烘烤过程中白粉病菌的侵染情况[J]. 贵州农业科学, 2015, 43(2): 50-52.
LU Zhiwei, YANG Hui, ZENG Rong, et al. Infection status of *Erysiphe graminis* during tobacco curing process[J]. Guizhou Agricultural Science, 2015, 43(2): 50-52.
- [4] 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, 20(4): 65-68.
- [5] 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.
CHEN Erlong, FAN Zhiyong, SONG Chaopeng, et al. An analysis of the law and key influencing factors of tobacco leaf mildew during baking[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2017, 39(5): 877-883.
- [6] 丁海龙. 谈谈对下部烟叶变黄期烘烤的掌握[J]. 中国烟草工作, 1991(8): 41.
DING Hailong. Mastery of flue-curing of lower tobacco leaves during yellowing period[J]. China Tobacco. 1991(8): 41.
- [7] 杨立均, 宫长荣. 烤烟三段式烘烤操作技术[J]. 烟草科技, 2003(7): 46-48.
YANG Lijun, GONG Changrong. The operating technique of three-stage curing of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science and Technology, 2003(7): 46-48.
- [8] 赵高坤. 烤坏烟叶的症状及预防措施[J]. 新烟草, 2013, 301(25): 28.
ZHAO Gaokun. Symptoms and control of failed cured tobacco leaves[J]. New Tobacco, 2013, 301(25): 28.
- [9] 陈越立, 肖明礼, 杨庆. 烟叶霉变及预防[J]. 广东化工, 2011, 38(4): 49-50.
CHEN Yueli, XIAO Mingli, YANG Qing. Mildew and prevention of tobacco leaves[J]. Guangdong Chemical Industry, 2011, 38(4): 49-50.
- [10] 邱立友, 赵铭钦, 岳雪梅, 等. 自然发酵烤烟叶面微生物区系的分离鉴定[J]. 烟草科技, 2000(3): 14-17.
QIU Liyou, ZHAO Mingqin, YUE Xuemei, et al. Isolation and identification of the microflora on tobacco leaves during the natural fermentation of flue cured tobacco[J]. Tobacco Science and Technology, 2000(3): 14-17.
- [11] 余玉莎, 孙媛, 李祖红, 等. 米根霉发酵对烟叶常规成分及主要致香成分的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2017, 32(2): 379-385.
YU Yusha, SUN Yuan, LI Zuhong, et al. *Rhizopus oryzae* effects on regular composition and the main aroma components of tobacco[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2017, 32(2): 379-385.
- [12] 马振瀛. 烟草的发霉与防霉[J]. 烟草科技, 1982(1): 28-29.
MA Zhenying. Mildewing and control of tobacco leaves[J]. Tobacco Science and Technology, 1982(1): 28-29.
- [13] Lucas G B. Disease of tobacco[M]. Biological consulting Associates Box 5726 Raleigh, North Carolina, 1975.
- [14] 李魁, 李廷生, 王平诸, 等. 我国烟草真菌区系调查及霉变成因的研究[J]. 郑州工程学院学报, 2003(3): 20-24.
LI Kui, LI Tingsheng, WANG Pingzhu, et al. Study on mycoflora in tobacco and the cause of its going midewen[J]. Journal of Zhengzhou Institute of Technology, 2003(3): 20-24.
- [15] 祝明亮, 王革, 王绍坤, 等. 云南仓储烟叶霉变菌种类鉴定初报[J]. 云南农业大学学报, 2000, 15(2): 126-128.
ZHU Mingliang, WANG Ge, WANG Shaokun, et al. Primary report of identification of mycotoxicosis fungi on stored tobacco leave in Yunnan[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2000, 15(2): 126-128.
- [16] Holdeman Q L, Burkholder W H. The identity of barn rots of flue-

- cured tobacco in South Carolina[J]. *Phytopathology*, 1956(46): 69-72.
- [17] 许大风, 杨建卿, 檀根甲. 储烟病害研究及其进展 [J]. *安徽农业科学*, 2005, 33(8): 1912-1914.
- XU Dafeng, YANG Jianqing, TAN Genjia. Research progress of the stored tobacco disease[J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2005, 33(8): 1912-1914.
- [18] 朱贤朝, 王彦亭, 王智发. 中国烟草病害 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 143.
- ZHU Xianchao, WANG Yanting, WANG Zhifa. Tobacco disease of China[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2001: 143.
- [19] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学 [M]. 朱尊权, 等. 译. 上海: 上海远东出版社, 1993: 84.
- ZUO Tianjue. Production, physiology and biochemistry of tobacco[M]. ZHU Zunquan, et al. Shanghai: Shanghai Far East Publishers, 1993: 84.
- [20] 朱尊权. 坚定优质白肋烟发展的方向 [J]. *烟草科技*, 1990(6): 28-34.
- ZHU Zunquan. Firm development of burley tobacco in high quality[J]. *Tobacco Science and Technology*, 1990(6): 28-34.
- [21] 杨锦芝. 大理州优质烤烟栽培与烘烤 [M]. 云南: 云南科技出版社, 1996: 191-192.
- YANG Jinzhi. High-quality cultivation and baking of flue-cured tobacco in Dali[M]. Yunnan: Yunnan Science and Technology Press, 1996: 191-192.
- [22] 宫长荣, 程龙, 宋朝鹏, 等. 烤烟烘烤过程中微生物的动态变化 [J]. *中国烟草科学*, 2010, 31(1): 44-46, 52.
- GONG Changrong, CHENG Long, SONG Chaopeng, et al. Microorganism dynamic change of flue-cured tobacco leaves during curing process[J]. *Chinese Tobacco Science*, 2010, 31(1): 44-46, 52.
- [23] 云南省烟草农业科学研究所. 烤烟密集型自动化烤房及烘烤工艺技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2012: 523-525.
- Yunnan Academy of Tobacco Agricultural Sciences. Auto-control bulk curing barn and flue-curing technology of flue-cured tobacco[M]. Beijing: Science Press, 2012: 523-525.
- [24] 孙希芳. 烟叶变黄期的问题及解决办法 [J]. *国外烟草*, 1994(1): 30-31.
- SNU Xifang. Problems and solutions of yellowing period of tobacco leaves[J]. *Foreign tobacco*, 1994(1): 30-31.
- [25] 王永栋, 顾钢, 肖顺, 等. 烘烤期烟叶霉烂病的侵染源与防治 [J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(19): 138-142.
- WANG Yongdong, GU Gang, XIAO Shun, et al. Control and infection source of tobacco leaf mildew rot during flue-curing period[J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2017, 45(19): 138-142.
- [26] 李明. 湖南石门县局“防治+整治”治理烟叶霉烂病 [EB/OL]. (2015-08-31) [2018-02-08]. http://www.tobacco.gov.cn/html/21/2106/210601/21060102/2106010201/4841172_n.html.
- LI Ming. Control of tobacco leaf mildew rot by preventing and renovating [EB/OL]. (2015-08-31) [2018-02-08]. http://www.tobacco.gov.cn/html/21/2106/210601/21060102/2106010201/4841172_n.html.
- [27] 王涛. 烟叶烘烤产生“霉烂病”的原因及防止方法 [EB/OL]. (2015-08-13) [2018-02-08]. http://www.tobaccochina.com/revision/agriculture/observation/20158/201581181840_687228.shtml.
- WANG Tao. Cause and control of tobacco leaf mildew rot during flue-curing. [EB/OL]. (2015-08-13) [2018-02-08]. http://www.tobaccochina.com/revision/agriculture/observation/20158/201581181840_687228.shtml
- [28] 余知和, 程云方, 王玉玺, 等. 向日葵主要真菌病害发生概况及其潜在风险分析 [J]. *植物保护*, 2011, 37(6): 148-153.
- YU Zhihe, CHENG Yunfang, WANG Yuxi, et al. The occurrence and potential risky prediction of the principal fungal diseases for sunflowers[J]. *Plant Protection*, 2011, 37(6): 148-153.
- [29] Yoshida S, Murakami R, Watanabe T, et al. Rhizopus rot of mulberry-grafted saplings caused by *Rhizopus oryzae* [J]. *Journal of General Plant Pathology*, 2001, 67(4): 291-293.
- [30] Yildirim I, Turhan H, Özgen B. The effects of head rot disease(*Rhizopus stolonifer*) on sunflower genotypes at two different growth stages[J]. *Turkish Journal of Field Crops*, 2010(15): 94-98.
- [31] Brooks F T. Plant diseases[M]. Delhi: Periodical Expert Book Agency, 1981:96.
- [32] 方水琴, 吴福安, 陈明胜, 等. 一种引起成年桑树根部腐烂的病害及致病菌分离与初步鉴定 [J]. *蚕业科学*, 2011, 37(5): 785-791.
- FANG Shuiqin, WU Fuan, CHEN Mingsheng, et al. Isolation and primary identification of the pathogen causing root rot disease of adult mulberry trees[J]. *Science of Sericulture*, 2011, 37(5): 785-791.
- [33] 巩慧玲, 孙爱洁, 李茜, 等. 兰州百合鳞茎贮藏腐烂病原菌的分离鉴定及生物学特性 [J]. *食品工业科技*, 2015, 36(20): 97-101, 106.
- GONG Huiling, SUN Aijie, LI Qian, et al. Identification of the pathogen from stored Lanzhou lily bulb rot disease and biological characteristics[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2015, 36(20): 97-101, 106.
- [34] 胡绪洲, 王建新, 沙利波, 等. 烟草烘烤期间环境湿度的自动控制和测量 [J]. *传感技术学报*, 1998(3): 76-80.
- HU Xuzhou, WANG Jianxin, SHA Libo, et al. Automatic control and measurement of environment during flue-curing period[J]. *Chinese Journal of Sensors and Actuators*, 1998(3): 76-80.
- [35] 宋朝鹏, 陈二龙, 苏家恩, 等. 一种防止气流上升式密集烤房烘烤过程中烟叶霉烂的方法 [P]. 中国, 201611026229.8 2017-09-01.
- SONG Chaopeng, CHEN Erlong, SU Jiaen, et al. Control method of tobacco leaves mildewing during curing in rising air current and bulk curing barn[P]. China, 201611026229.8 2017-09-01.
- [36] 黄宁, 周建云, 刘波, 等. 一种针对毛霉菌病害烟叶的烘烤方法 [P]. 中国, 201610193616.4, 2016-6-22.
- HUANG Ning, ZHOU Jianyun, LIU Bo, et al. Flue-curing method of tobacco leaves which infected by mold fungi[P]. China, 201610193616.4, 2016-6-22.
- [37] 孙伟其, 张奎用, 李军民, 等. 一种具有灭菌功能的烤烟房 [P]. 中国, 201420539053.6 2015-02-25.
- SUN WeiQi, ZHANG Kuiyong, LI Junmin, et al. A flue-curing barn with sterilization function[P]. China, 201420539053.6 2015-02-25.
- [38] 明飞平, 黄乐天, 梁淑娃, 等. 纳他霉素的耐光和耐热性初步研究 [J]. *中国食品添加剂*, 2008(5): 106-107, 135.
- MING FeiPing, HUANG Letian, LIANG Shuwa, et al. Study on the light and heat resistance of natamycin[J]. *China food additives*, 2008(5): 106-107, 135.
- [39] 马骏, 晋日亚, 郑璐, 等. 气体二氧化氯对谷物表面黄曲霉杀灭

- 效果研究[J]. 粮食与油脂, 2015, 28(6): 63-65.
- MA Jun, JIN Riya, ZHENG Lu, et al. Study on the sterilization of chlorine dioxide gas on aspergillus flavus which seeded in grain[J]. Cereals and Oils, 2015, 28(6): 63-65.
- [40] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T26366-2010, 二氧化氯消毒剂卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- Ministry of Health P. R. China, Standardization Administration of the P. R. China. GB/T26366-2010, Hygienic standard for chlorine dioxide disinfectant[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.
- [41] 衣颖, 吴金辉, 郝丽梅, 等. 气体二氧化氯应用技术的进展与趋势[J]. 中国消毒学杂志, 2017, 34(4): 360-366.
- YI Ying, WU Jinhui, HAO Limei, et al. Research progress and trend of application technology of gaseous chlorine dioxide[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2017, 34(4): 360-366.
- [42] 崔超, 胡双启, 晋日亚, 等. 气体二氧化氯的光降解规律研究[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(7): 52-56.
- CUI Chao, HU Shuangqi, JIN Riya, et al. Research on photochemical decomposition of gaseous chlorine dioxide[J]. China Safety Science Journal, 2011, 21(7): 52-56.
- [43] 戴芳澜. 中国真菌总汇[M]. 北京: 科学出版社, 1979, 1-1527.
- DAI Fanglan. China fungus confluence[M]. Beijing: Science Press, 1979, 1-1527.
- [44] 张勇, 李多川. 耐热真菌五个中国新记录种[J]. 菌物学报, 2013, 32(1): 142-149.
- ZHANG Yong, LI Duochuan. Five new records of thermotolerant fungi from China[J]. Mycosystema, 2013, 32(1): 142-149.
- [45] 李梅云, 祝明亮, 王革, 等. 防烟叶霉变菌株对烟叶霉变的影响[J]. 生命科学研究, 2004, 8(3): 278-282.
- LI Meiyun, ZHU Mingliang, WANG Ge, et al. Influence of antagonistic strains on mildewing of tobacco leaves[J]. Life Science Research, 2004, 8(3): 278-282.
- [46] 李士林, 王宜君, 汤朝起, 等. 耐高温菌的分离及在固态发酵上部烟叶中的应用[J]. 生物加工过程, 2015, 13(1): 35-41.
- LI Shilin, WANG Yijun, TANG Chaoqi, et al. Isolation and application of thermotolerant bacteria to solid-state [J]. Chinese Journal of Bioprocess Engineering, 2015, 13(1): 35-41.
- [47] 朱大恒, 刘丽, 刘雨松, 等. 芽孢杆菌 LL17 的分离鉴定及其对仓储烟叶霉变菌的抑制效果[J]. 烟草科技, 2017, 50(8): 23-29.
- ZHU Daheng, LIU Li, LIU Yusong, et al. Isolation and identification of bacillus LL17 and its inhibition effects on mildew fungi of stored tobacco[J]. Tobacco Science and Technology, 2017, 50(8): 23-29.
- [48] 朱大恒, 韩锦峰. 利用优势微生物抑制烟叶霉变的研究[J]. 中国烟草学报, 1999, 5(2): 26-28.
- ZHU Daheng, HAN Jinfeng. Study on the inhibitive effect of dominant microorganisms on leaf mold in tobacco[J]. Acta Tabacaria Sinica, 1999, 5(2): 26-28.
- [49] 王维华, 陈巧, 任俊生, 等. 一种新的生物熏蒸剂原料——内生真菌 *Muscador albus*[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 19-20, 54.
- WANG Weihua, CHEN Qiao, REN Junsheng, et al. Endophytic fungus *Muscador albus* — The organismic material of fumigation[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2012, 40(10): 19-20, 54.

Development and prospect of research in tobacco leaf mildew rot during flue-curing

GU Gang¹, XIAO Shun², ZHOU Ting¹, LIU Guokun², WANG Shenglei³, ZHANG Shaosheng^{2*}

¹ Institute of Tobacco Science, Fujian Provincial Tobacco Company, Fuzhou 350003, China;

² College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

³ Zhenghe Branch Company, Fujian Nanping Municipal Tobacco Company, Nanping 353600, Fujian, China

Abstract: Tobacco leaf mildew rot was caused by pathogenic microorganism during flue-curing. The disease could be divided into two types according to its symptoms: leaf base molding and blade molding. In this paper, the pathogens, harm and control techniques of tobacco leaf mildew rot during flue-curing were summarized. Problems of present control techniques were discussed and corresponding countermeasures and thoughts were put forward.

Keywords: flue-curing; tobacco leaf; mildew rot

Citation: GU Gang, XIAO Shun, Zhou Ting, et al. Development and prospect of research in tobacco leaf mildew rot during flue-curing [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2018, 24(5)

*Corresponding author. Email: shaoshengzhang@126.com