

## 仓储烟叶霉变防治研究进展

罗云<sup>1</sup>, 陈斌<sup>1</sup>, 郭绍坤<sup>1</sup>, 杨延鹏<sup>1</sup>, 杨磊<sup>1</sup>, 洪波<sup>2</sup>, 周继来<sup>1</sup>, 徐兴阳<sup>3\*</sup>

(1. 红云红河烟草(集团)有限责任公司, 云南昆明 650022;

2. 云南省烟草公司昆明市公司宜良分公司, 云南宜良 652100;

3. 云南省烟草公司昆明市公司, 云南昆明 650051)

**摘要:** 尽管我国烟草企业投入了大量人力、物力和资金进行仓储烟叶防霉工作, 但是仓储烟叶霉变严重的状况仍未得到有效控制, 烟叶损耗仍然十分严重, 现已成为烟叶仓储工作亟待解决的一大难题. 近年来, 广大科技人员对仓储烟叶霉变防治技术进行了大量研究. 为此, 综述了核辐射和微波技术防霉、密封降氧技术防霉、生物防霉剂和植物提取物防霉、化学防霉剂和熏蒸剂防霉等防霉技术的研究进展, 以期为烟草行业仓储烟叶防霉技术的研究和应用提供参考.

**关键词:** 仓储; 烟叶; 霉变防治; 研究进展

**中图分类号:** S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674 - 5639 (2021) 03 - 0011 - 05

**DOI:** 10. 14091/j. cnki. kmxyxb. 2021. 03. 003

### Research Progress on Molding Control of Tobacco Storage

LUO Yun<sup>1</sup>, CHEN Bin<sup>1</sup>, GUO Shaokun<sup>1</sup>, YANG Yanpeng<sup>1</sup>, YANG Lei<sup>1</sup>, HONG Bo<sup>2</sup>, ZHOU Jilai<sup>1</sup>, XU Xingyang<sup>3\*</sup>

(1. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650022;

2. Yiliang Subsidiary Compang of Yunnan Tobacco Company Bianch, Yiliang, Yunnan, China 652100;

3. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China 650051)

**Abstract:** Although the tobacco enterprises in our country have invested a lot of manpower, material resources and funds to prevent the molding of storage tobacco, the serious moldy state of storage tobacco leaves has not been completely and effectively controlled. The loss is still serious and it is a big problem to be solved in tobacco storage. Recently, many scientific and technical personnel have carried out a lot of new researches on control technology of tobacco molding in storage. For this propose, this paper summarized the new research progress on the molding control technologies of nuclear radiation and microwave, deoxygenation by sealing, biological and plant extracts, chemical and fumigants, in order to provide a useful reference for molding control for tobacco industry.

**Key words:** storage; tobacco leaf; molding control; research progress

烟叶是重要的经济作物之一, 其采收后经过初烤和复烤加工后, 还需经过 1 ~ 1.5 a 的储存周期才能达到自然醇化, 醇化后的烟叶内在品质和工业可用性均较高. 但是, 烟叶自然醇化需要的储存时间较长, 且在储存期间烟叶容易发霉. 目前, 我国每年储存的烟叶达 200 万 t 以上, 在储存期间因烟叶发霉导致的损失很大. 烟叶霉变轻

则使烟叶品质下降, 重则使烟叶丧失使用价值. 由于烟叶霉变既影响烟草行业的经济效益, 又影响卷烟产品的质量, 进而影响消费者的健康, 因此, 烟叶霉变防治技术研究已成为当前我国烟草行业的重要任务之一<sup>[1]</sup>. 近年来, 在烟草行业科技人员的努力下, 烟叶霉变防治技术研究已取得了一定进展和成效.

收稿日期: 2021 - 03 - 19

作者简介: 罗云 (1984—), 男, 云南昆明人, 农艺师, 烟草物流师, 硕士, 主要从事烟叶生产与仓储技术研究.

\* 通讯作者: 徐兴阳 (1974—), 男, 云南盐津人, 高级农艺师, 硕士, 主要从事烟草农业新品种、新技术、新方法、新材料等应用研究, E-mail: yy\_xxy@sina.com.

## 1 入库烟叶防霉技术

### 1.1 仓库地点选择

地势高、供水充足、排水通畅,是选择仓库地点的必要条件。库区要能保障生产、生活和消防用水,要具备满足日常及高峰用水的充沛水源,同时还要有良好的排水条件,确保雨季和汛期无积水之患<sup>[2]</sup>。只有库区和库外干燥,才能保证仓库内部干燥,减少烟叶霉变发生的概率。

### 1.2 仓库霉菌的菌源控制

因为空仓消毒可有效减少新入库烟叶霉变的菌源,所以每年新调拨的烟叶入库前,必须彻底清扫仓库内的烟叶碎片,并用福尔马林等消毒剂喷洒仓库四壁、顶棚、地面及库内用品,进行空仓消毒,以杀死仓库内的烟叶霉菌,避免仓库内原有的霉菌成为新入库烟叶霉变的菌源<sup>[3]</sup>。

### 1.3 控制新入库烟叶的水分含量

烟叶入库时要严格检查其含水率,对水分超过限值规定的烟叶不得入库储存,同时对其单独进行处理,其中:对于含水率大于18%的原烟,要提前进行打叶复烤,严防发生霉变;对于含水率大于13%的片烟,要立即翻垛开箱,摊开烟叶,降温除湿,并尽量提前用于卷烟产品的生产,以减少烟叶霉变。此外,采用日常仓储烟叶保管养护技术,使新入库原烟的含水率保持在16%~18%之间;片烟的含水率保持在11%~13%之间,以防止新入库的烟叶发生霉变<sup>[4]</sup>。

## 2 库内烟叶规范堆码技术

要将不同产地、品种、等级的烟叶分开堆放,因为不同类别的烟叶品质不同,含水率也不同,所以分开堆放既方便使用,又可降低霉变率。同时,库内不同的烟叶堆垛之间、烟垛与墙壁之间、烟垛与屋顶之间至少要间隔0.5~1.0 m,烟垛的底部距离地面至少要间隔0.5 m,烟垛的高度也要按规定控制(一般堆码4层),以保证烟垛之间通风、散热、排湿顺畅,从而降低垛内烟叶的霉变率。因此,合理堆垛有利于降低烟叶霉变率。

## 3 在库烟叶检查技术

### 3.1 库区和库内的温湿度检查

要使用温湿度仪对烟叶仓库内部的温湿度变化

动态进行监测。由于库内温湿度的变化受库外大气温湿度的影响较大,特别是在夏季多雨的高温高湿天气下,要根据仓库外面的天气变化情况,调节烟叶仓库内部的温湿度。当仓库内的温度较高时,要开排风扇降温;当仓库内的湿度较高时,要开除湿机或撒干燥剂除湿。将仓库内的温度降到25~30℃以下、空气湿度降到70%以下,防止烟叶霉变。对库内温湿度变化进行例行检查时,若发现温湿度异常,应及时处理。

### 3.2 烟垛内部烟包的温湿度检查

虽然烟叶霉变率与库外和库内温湿度有关,但是对烟叶霉变影响最大的因素是烟垛内部的温湿度,特别是烟包内部的温湿度。因此,不仅要关注库外天气变化和监测库内的温湿度动态,还要定期检查烟垛和烟包内部的温湿度。检查烟垛和烟包内的温湿度时,既可用温湿度仪定量测量,还可通过人的手和嗅觉进行感观检查:将手插入烟垛和烟包内,若感觉到手发热,且嗅到烟叶的浓香味,表明烟叶已经发热,有霉变的可能,要及时翻垛、翻烟包,以降低温湿度,避免烟叶发霉<sup>[5]</sup>。

此外,烟垛和烟包内初烤烟叶的含水率对烟叶霉变的影响也较大。因此,要定期检查露天和库内堆码的烟垛和烟包内烟叶的含水率。检查初烤烟叶含水率主要有2种方法:1)抽取烟样用烘箱法测量;2)手握烟叶根据感观判断。手握烟叶时,若主筋和叶片发软,主筋不容易折断,叶片没有响声,说明初烤烟叶的含水率较高<sup>[6]</sup>。而复烤片烟可根据所抽取的烟样,用烘箱法测量其烟叶含水率,或用手摸叶片,凭手感判断其烟叶含水率。若烟叶含水率较高,应立即翻垛开包,通风除湿<sup>[7]</sup>。

## 4 物理防治技术

### 4.1 利用核辐射和微波技术防霉

核辐射和微波防霉是储烟物理防霉技术中的两种重要物理防治技术。刘书成等<sup>[8]</sup>以钴60为辐射源,开展钴60- $\gamma$ 射线照射卷烟成品的试验,结果表明, $\gamma$ 射线照射可有效杀死卷烟产品上的霉菌,且对卷烟产品的质量安全没有不好的影响;朱宏建等<sup>[9]</sup>也以钴60为辐射源,在卷烟生产流水线上开展钴60- $\gamma$ 射线照射盒装卷烟成品的试验,结果显示, $\gamma$ 射线在生产流水线上对原包装的卷烟产品开展辐射处理,可杀死包装盒内卷烟产品烟丝上的霉

菌, 从而延长卷烟产品的储存时间. 后面这项核辐射防霉菌技术值得关注, 由于它是在生产流水线上进行, 其成果容易在生产上推广应用. 目前, 仅见到核辐射防霉菌技术在卷烟产品方面的研究, 而该技术在仓储烟叶方面的应用鲜有报道, 原因可能是卷烟产品的价值比烟叶原料的高, 且烟叶数量比卷烟产品数量大得多, 导致对烟叶进行核辐射的难度较卷烟大、成本高.

微波防霉菌技术也是一项重要的物理防治技术<sup>[10]</sup>. 陈奇生<sup>[11]</sup>研究表明, 应用微波照射食品具有杀死霉菌、防止食品发霉的作用; 李倩等<sup>[12]</sup>研究显示, 应用微波照射烟叶可减少烟叶水分含量, 有效控制烟叶霉变.

综上所述, 核辐射技术和微波照射技术对烟叶霉菌的防治效果明显, 均可在流水线上进行自动化操作, 具有较好的应用前景. 但是, 其目前尚处于试验阶段, 且一次性投资成本较高, 应用中还涉及人身安全防护问题, 因此至今尚未在烟草行业中推广应用.

#### 4.2 利用气调技术防霉

所谓气调技术就是在一个密闭的空间内, 充入 $N_2$ 或 $CO_2$ 气体以改变烟叶仓储环境中的气体成分, 将烟叶仓储环境调在低氧状态, 杀死好氧性霉菌, 实现防止烟叶霉变和保持烟叶品质的目标. 采用气调技术防止烟叶霉变, 方法简便、安全、无污染, 但要求密闭空间内的烟叶含水量合格<sup>[13]</sup>. 否则, 在密闭空间内, 湿度不能散发, 烟叶反而容易发霉.

在烟叶仓储中使用最广泛的物理防霉方法就是气调贮存法<sup>[14]</sup>. 而在气调贮存法中, 实际生产上应用最广的是密封降氧储存法, 该方法是目前我国烟叶仓储中最常用和最实用的物理防霉技术. 密封降氧储存法就是将烟垛用塑料薄膜等材料密封起来, 让烟叶的呼吸作用消耗密闭空间中的氧, 导致缺氧状态, 使好氧性霉菌的滋生受到抑制; 或者在密闭空间中充入 $CO_2$ 、 $N_2$ 、 $O_3$ 或加入脱氧剂等进行降氧处理, 防止好氧性霉菌生长繁殖. 因为引起烟叶霉变的霉菌多数是好氧性的, 只能在有氧环境中存活, 所以氧气是影响霉菌存活的条件<sup>[15]</sup>. 目前, 红云红河集团在原烟储存中普遍采用密封降氧法, 实践证明该方法防止烟叶霉变效果明显.

赖成连等<sup>[16]</sup>开展常规、低温和密封降氧3种

贮存方法对比试验, 结果表明, 密封降氧防止原烟霉变的效果最好; 王雪梅<sup>[17]</sup>报道, 在密闭环境内, 将 $O_2$ 质量分数降到2%以下, 即可杀死好氧性霉菌, 或保持 $O_2$ 质量分数不变, 将 $CO_2$ 质量分数提高到50%, 也可杀灭全部好氧性霉菌. 因此, 在烟堆密封后, 通过烟叶本身的耗氧作用来降低 $O_2$ 质量分数, 或通过向密封堆内充入 $CO_2$ 等来降低 $O_2$ 的比例, 均具有明显减少烟叶霉变的效果. 值得注意的是, 上述方法的前提是密封堆内的烟叶含水率正常、温湿度要受控. 目前, 红云红河集团在烟叶仓储中普遍采用的是密封自然降氧法, 因为在密封条件下再充入 $CO_2$ , 将进一步增加防霉成本. 此外, 对于充入 $CO_2$ 的密封降氧技术, 还需进行大量的试验研究, 才能进一步完善该方法.

#### 4.3 调节温度防霉

原烟在露天以烟垛形式堆放时, 垛心的烟包温度容易升高, 出现“烧包”现象, 导致烟叶发生霉变. 因此, 在原烟堆放过程中, 要加强巡检, 每隔5~7 d检查1次垛内温度, 当垛内温度超过35℃时, 要及时翻垛降温, 减少烟叶霉变<sup>[5]</sup>.

片烟在库内以堆垛形式堆放时, 要监测库内外温度, 若库内温度高于库外, 则打开风机或换气扇进行通风降温; 反之, 若库内温度低于库外温度, 应密闭门窗<sup>[18]</sup>.

#### 4.4 调节湿度防霉

原烟在露天以堆垛形式储存时, 垛心烟包受外围烟包阻挡, 烟包内的水分不易散发. 在堆放过程中, 每隔5~7 d要检查1次烟垛内烟包的烟叶水分, 若发现烟叶水分过高时, 要及时翻垛, 通风除湿, 并剔除水分超限烟叶, 提前复烤.

片烟在库内以堆垛形式堆放时, 要监测库内外湿度, 若库内湿度高于库外, 可开风机或换气扇通风排湿; 反之, 若库内湿度低于库外湿度, 应密闭门窗, 防止外界湿气入侵. 当库内湿度高于75%时, 可开除湿机强制排湿, 或在库内距离烟垛1 m以外, 将除湿剂 $CaCl_2$ 或 $CaCO_3$ (生石灰)装在容器内吸除空气中的湿气, 并注意及时将用过的除湿剂移出库外处置<sup>[18-19]</sup>.

由于云南省的气候条件得天独厚, 一般情况下库内温湿度都不会太高, 若遇到库内温湿度偏高的情况, 将仓库大门打开自然通风, 即可降温降湿.

## 5 生物防治技术

微生物的生物防治就是利用有益微生物或其代谢产物抑制有害微生物,以菌制菌。换言之,就是利用有益微生物的拮抗作用来抑制有害微生物。而霉菌的生物防治,则是利用有益菌或其代谢产物对霉菌的拮抗作用来抑制霉菌的生长和繁殖<sup>[20-21]</sup>。

### 5.1 利用有益菌防治霉菌

研究表明,利用有益菌(拮抗菌)可有效防治霉菌。例如:李梅云等<sup>[22]</sup>研究表明,某些酵母菌剂对片烟表面上的根霉菌及青霉菌的生存有显著的抑制作用;朱大恒等<sup>[23]</sup>研究显示,从烟叶上分离到的拮抗性菌,对烟叶霉变有显著的抑制作用。

### 5.2 利用植物提取物抑制霉菌

目前,利用植物提取物防止烟叶发霉,已成为一个新兴的研究方向。谭龙飞等<sup>[24]</sup>认为,植物提取物五香粉的精油对黄曲霉、青霉、黑曲霉等真菌有显著的抑制效果,而这3类真菌正是引起烟草霉变的主要霉菌,因此,由于五香粉精油等植物提取物具有防治烟叶霉变的潜力,在烟草防霉方面有广阔的应用前景<sup>[24]</sup>。

## 6 化学防治技术

早期人们主要利用化学防霉剂对霉菌的抑制作用来防止烟叶霉变。而化学防霉剂的防霉机制就是通过破坏霉菌的细胞膜、细胞壁或抑制霉菌细胞内酶的活性来抑制霉菌的生长<sup>[21]</sup>。在烟草和食品工业中,传统的化学防霉剂主要有山梨酸、苯甲酸和丙酸等,后来广泛使用的化学防霉剂是一种新型的酯型防霉剂富马酸二甲酯<sup>[9]</sup>。有许多研究者对上述防霉剂的作用进行了探讨,例如:李春艳等<sup>[25]</sup>研究了引起河南烟叶霉变的主要霉菌,测定山梨酸钾等6种防霉剂对霉菌的抑制作用,发现这6种防霉剂对黄霉菌、桔青霉菌和黑霉菌均有明显的抑制效果;杨建卿等<sup>[26]</sup>研究表明,富马酸二甲酯对烟叶霉菌的抑制作用最强;孔凡玉等<sup>[3]</sup>报道,富马酸二甲酯于1981年被美国食品药品监督管理局(FDA)批准作为食品添加剂,它对30余种霉菌、细菌及酵母菌有很强的抑制作用,且使用剂量较低、无异味、无残留,这些优点使其在防止烟叶霉变上具有广阔的应用前景。

目前,防霉剂已作为食品添加剂加入食品中,

用于食品的防霉保鲜。然而,消费者对防霉剂作为食品添加剂的安全性十分关注,担心防霉剂添加到食品中会影响人体健康。值得庆幸的是,防霉剂一般在低剂量情况下,只会破坏微生物细胞,只有在大剂量时,才会破坏动物细胞。因此,只要将防霉剂的剂量严格控制在国家标准规定的范围内,就能保证食品的安全。因此,理想的烟草防霉剂,应该既能抑制霉菌滋生,又安全,且价格便宜、效果明显、方便使用<sup>[27]</sup>,这也是科研人员研发新型防霉剂所追求的目标。此外,彭清云等<sup>[1]</sup>研究表明,用熏蒸剂(磷化氢、环氧乙烷等)熏蒸也有抑制烟叶霉菌的作用。因此,研发能抑制或杀死霉菌的熏蒸剂也是化学防霉的另一个研究方向。值得一提的是,在仓库密闭环境下,用熏蒸法杀菌比较容易操作,且熏蒸剂一般渗透性较强,对杀死烟垛和烟包内部的霉菌效果较好。

## 7 问题与展望

目前,我国烟草行业在烟叶仓储管理中由于烟叶霉变造成的损失仍较大。此外,烟叶霉变还会对人体健康造成潜在威胁。因此,烟草行业应高度重视烟叶霉变的综合防治工作。当前尽管各烟草企业投入了大量的人力、物力和资金进行仓储烟叶防霉工作,但是仓储烟叶霉变的状况仍难得到完全和有效控制,该问题仍然是烟叶仓储工作中普遍存在的一大难题,有待于进一步研究和解决。

虽然烟叶霉变的防治技术研究已经取得一定进展,但很多新的防治技术仍处于试验、研究阶段,尚不成熟,且可操作性不强。也就是说,经济、安全、有效的烟叶防霉方法还很少。为此,烟草科技人员应进一步研究烟叶霉变的原因、条件、影响因素和霉变机理,寻找导致烟叶霉变的关键因子,找到防止烟叶霉变的关键技术措施,为烟叶霉变的综合治理提供可靠依据和有效方法。

### [参考文献]

- [1] 彭清云,易图永.烟叶霉变的原因及其防治研究进展[J].食品科学,2007,23(11):146-150.
- [2] 赵松峰,刘杨,李松岭,等.烟草行业职业技能鉴定指南烟叶保管工[M].北京:国家烟草专卖局职业技能鉴定指导中心,2002.
- [3] 孔凡玉,林建胜,张成省,等.储烟霉变机理与防霉技术研究进展[J].中国烟草学报,2009,15(5):

- 78-81.
- [4] 金闻博, 刘祥春, 毛长兴, 等. 卷烟储运学 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994.
- [5] 费正府, 郭仕平, 何余勇. 初烤烟仓储霉变的原因及防霉措施研究 [J]. 现代农业科技, 2013 (14): 54-55.
- [6] 周立非. 浅谈南方烟区初烤烟叶储存技术与管理 [J]. 科学视界, 2012 (19): 46-47.
- [7] 戴勇强. 烟叶水分超限原因及预防措施 [J]. 现代农业科技, 2013 (1): 66-67.
- [8] 刘书成, 王传耀, 张淑芬, 等. 利用 $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 射线辐照卷烟防霉的研究 [J]. 原子能农业应用, 1985 (4): 5-8.
- [9] 朱宏建, 高必达, 易图永. 烟叶贮藏期霉变原因及防霉技术研究 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13 (15): 139-141.
- [10] 罗丽琼, 夏玉珍, 张天顺, 等. 储烟霉变原因及其防控技术研究进展 [J]. 贵州农业科学, 2015, 43 (8): 118-121.
- [11] 陈奇生. 微波技术在烟草行业应用的可能性 [J]. 云南烟草, 1996 (1): 32-35.
- [12] 李倩, 苏杨, 王毅, 等. 微波技术防烟叶霉变研究 [J]. 食品工业科技, 2013 (12): 275-278.
- [13] 杨庆, 常勇, 王文, 等. 烟叶物理气调法密封降氧工艺研究 [J]. 中国烟草科学, 2013, 34 (3): 79-83.
- [14] 陈善义, 李菁菁, 包可翔, 等. 仓储片烟霉变研究进展 [J]. 安徽农学通报, 2017, 23 (14): 145-147.
- [15] 罗云, 陈晓伟, 陈斌, 等. 原烟储存中烟垛内部温度与烟叶霉变的关系研究 [J]. 昆明学院学报, 2019, 41 (6): 7-11.
- [16] 赖成连, 张增基, 赖荣华, 等. 仓储方式对初烤烟叶质量的影响 [J]. 烟草科技, 2008 (11): 59-62.
- [17] 王雪梅. 初烤烟叶霉变成因及其防治 [J]. 作物研究, 2019, 33 (1): 86-90.
- [18] 连宾, 王南云, 邓云, 等. 烟叶霉变防治 [J]. 贵州科学, 1998, 16 (2): 124-127.
- [19] 杨科晖, 范明登, 田丽. 对原烟仓储霉变问题管理的初探与对策 [J]. 三农论坛, 2016, 33 (16): 171.
- [20] 张娟. 烟草防霉剂富马酸二甲酯的合成及应用 [D]. 无锡: 江南大学, 2008.
- [21] 陈越立, 肖明礼, 杨庆, 等. 烟叶霉变及预防 [J]. 广东化工, 2011, 38 (4): 49-50.
- [22] 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.
- [23] 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): 23-25.
- [24] 谭龙飞, 杨连生, 尹亮, 等. 五香粉两种提取物的防霉抑菌作用研究 [J]. 粮食加工与食品机械, 2004 (3): 58-60.
- [25] 李春艳, 赵高岭, 叶红朝, 等. 河南烟叶仓储期优势霉菌的分离鉴定及防霉剂的筛选 [J]. 烟草科技, 2011 (7): 64-68.
- [26] 杨建卿, 许大风, 檀根甲, 等. 5种抑霉菌对储存片烟霉菌的抑制效果 [J]. 安徽农业大学学报, 2006, 33 (2): 222-225.
- [27] 许萍, 宁敏, 于丽莎. 甲壳素衍生物对烟草抗菌活性影响的研究 [J]. 功能高分子学报, 2002, 15 (1): 53-58.

