昆明学院学报　2019，41（6）：7～11　ISSN 1674－5639　CN 53－1211/G4
Journal of Kunming University

原烟储存中烟垛内部温度与烟叶霉变的关系研究

罗　云[1]，陈晓伟[1]，陈　斌[1]，罗宏鸣[1]，郭绍坤[1]，徐兴阳[2*]
（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，云南 昆明 650051）

摘要：为减少储存期间原烟霉变现象的发生，确保烟叶质量的安全性．在昆明市郊对556个露天储存的原烟烟垛和38个大棚储存的原烟烟垛内部温度进行系统监测，并在投复烤时观察测温烟垛内烟叶的霉变情况，分析烟垛内部温度与烟叶霉变的关系．结果表明，在发生霉变及存在霉变风险的烟垛中，内部温度在25℃以上的烟垛占比高达75.00%；当烟垛内部温度降到20～25℃时，发生霉变及存在霉变风险的烟垛占比大幅降低（占9.76%）；当烟垛内部温度降至10～15℃时，发生霉变及存在霉变风险的烟垛占比最低（占4.76%）．因此，控制好烟垛内部温度，可大幅降低烟叶霉变率．

关键词：烟垛；内部温度；烟叶霉变；防霉措施
中图分类号：S572　**文献标识码**：A　**文章编号**：1674－5639（2019）06－0007－05
DOI：10.14091/j.cnki.kmxyxb.2019.06.002

Research on Relationship between Inner Temperature of Tobacco Stack and Tobacco Leaf Molding

LUO Yun[1], CHEN Xiaowei[1], CHEN Bin[1], LUO Hongming[1], GUO Shaokun[1], XU Xingyang[2*]
(1. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650022;
2. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China 650051)

Abstract: In order to reduce the occurrence of tobacco leaf molding during storage and insure the safety of tobacco leaves, through systematic monitoring the inner temperature of flue-cured tobacco leaves in 556 piles of outdoor and 38 piles of indoor tobacco stack in Kunming Yunnan Province, and observing tobacco leaf molding situation before redrying, the research was made to analyze the relationship between the inner temperature of tobacco stack and tobacco leaf molding. The results showed that among the tobacco stack with the situation of molding and potential molding, when the inner temperature of tobacco stack was above 25℃, the rate of molding and potential molding was 75.00%; when the inner temperature of tobacco stack decreased to 20—25℃, the rate of molding and potential molding dropped to 9.76%; when the inner temperature of tobacco stack decreased to 10—15℃, the rate of molding and potential molding was the lowest, only 4.76%. As a result, the molding rate could be dropped if the inner temperature of tobacco stack is under control.

Key words: tobacco stack; inner temperature; tobacco leaf molding; molding control measure

烟草是我国主要的经济作物[1]．烟叶是一种经济价值较高的商品，是卷烟工业的主要原料[2-3]．搞好原烟仓储管理对保证烟叶的储存质量、提高烟叶经济效益、为卷烟工业企业提供优质原料具有重要意义[4]．在全球的烟叶生产过程中，烟叶仓储时发生霉变的现象非常普遍，造成烟叶大量损耗，给烟草企业带来巨大经济损失[5-7]．严重霉变的烟叶甚至可能会产生毒素，给消费者的吸食带来安全隐患[8-9]．

现在原烟收购调拨到卷烟厂后，多数在露天货场堆码成烟垛再覆盖上篷布进行储存，仅有少数在货场的大棚内堆码成烟垛储存．由于目前普遍推行模块配方打叶复烤，需要等待多品种、多等级、多

收稿日期：2019－06－10
基金项目：中国烟草总公司云南省公司重点科技项目“基于品牌导向的烟叶定向需求技术研究与应用（2017YN12）”．
作者简介：罗云（1984—），男，云南昆明人，农艺师，农业推广硕士，主要从事烟叶生产及原烟仓储研究．
*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、新材料等研究，E-mail：yy_ xxy@sina.com.

产地的烟叶调拨就位后，才能配制模块复烤，这使得烟叶在露天和大棚内储存的期限延长很多，至少 6 个月以上．而原烟的露天和大棚保管条件没有片烟的仓库保管条件好，且露天和大棚内储存的原烟烟垛内部温度受环境的影响比在仓库内储存的片烟大，会导致原烟的霉变率比片烟高．目前，多数文献报道是研究仓储片烟的霉变与仓库室温的关系及防霉问题，而鲜有关于露天或大棚内储存的原烟霉变与烟垛内部温度关系及防霉问题的报道．为此，本文针对工作实际对露天和大棚内储存的原烟烟垛内部温度与烟叶霉变的关系问题进行探讨，期望能够以烟垛内部温度的变化指标指导翻垛工作，从而减少原烟霉变，确保烟叶质量安全．

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验安排在红云红河烟草（集团）有限责任公司收购原烟的云南省昆明市郊露天及大棚货场．货场内有露天储存和大棚内储存两类烟垛．大棚四周开放、顶部有彩钢瓦遮阳避雨，整个大棚可堆放 70 ~ 80 个烟垛．货场内堆放的每个烟垛储存烟叶 17 500 ~ 20 000 kg，均先在架空于地面之上的水泥石条上依次用草席和塑料薄膜铺垫，然后再堆码上烟包成烟垛，并在烟垛四周和顶部用草席覆盖隔热吸湿，再于草席上全面覆盖塑料薄膜密封降氧，最后在塑料薄膜上用篷布全面覆盖防雨防晒．此外，将放置在烟垛内部不同部位的 3 根热敏电阻线与 CW-168 测温仪（浙江杭州建德市新安江分析仪器二厂）连接，对烟垛内部温度进行测量．

1.2 试验方法

2019 年 1—4 月，用测温仪分别对 556 个露天储存的原烟烟垛及 38 个大棚储存的原烟烟垛的内部温度进行系统监测，并在投复烤时观察测温烟垛内烟叶的霉变情况，调查烟垛内部温度与烟叶霉变的关系．将测温数据及烟垛货位号、原烟生产年限、地区、品种、等级和霉变情况等信息记载于初烤烟叶货位管理记录上．数据分析和处理采用 Excel 软件．

2 结果与分析

2.1 露天储存的原烟烟垛内部温度变化趋势

2019 年 1 月 10 日—4 月 12 日，对昆明货场 556 个露天储存的原烟烟垛内部温度进行了 3 轮系统监测，得出 1—4 月原烟烟垛内部温度的变化趋势，见表 1．

表 1 1—4 月露天储存的原烟烟垛内部温度变化趋势

测量轮数	测温时间	测温烟垛总数/个	烟垛内部温度/℃	
			范围	平均值
第 1 轮	1 月 10 日—2 月 27 日	534	10.8 ~ 26.1	16.9
第 2 轮	3 月 4 日—3 月 20 日	295	15.9 ~ 31.8	18.0
第 3 轮	3 月 25 日—4 月 12 日	136	16.5 ~ 31.2	19.1

由表 1 可知，在露天储存期间（1—4 月），原烟烟垛内部温度逐渐上升，而烟垛内部温度逐渐上升就意味着烟叶霉变的风险增大．因此，原烟储存时间越长，烟叶霉变风险越大．

2.2 露天储存的原烟烟垛内部温度变化规律

在 3 轮测温过程中，发现烟垛内部温度的分布区间具有一定的规律，详见表 2．

表 2 1—4 月露天储存的原烟烟垛内部温度变化规律

测温轮数	测温烟垛总数/个	10 ~ 15℃		15 ~ 20℃		20 ~ 25℃		25℃以上	
		烟垛/个	占比/%	烟垛/个	占比/%	烟垛/个	占比/%	烟垛/个	占比/%
第 1 轮	534	95	17.79	387	72.47	50	9.36	2	0.38
第 2 轮	295	3	1.02	266	90.16	22	7.46	4	1.36
第 3 轮	136	0	0.00	110	80.88	25	18.38	1	0.74

由表 2 可知，在露天储存的原烟烟垛中，内部温度以 15 ~ 20℃的居多，平均占比为 81.17%；其次以 20 ~ 25℃的居多，平均占比为 11.73%；再次以 10 ~ 15℃的居多，平均占比为 6.27%；而内部温度在 25℃以上的烟垛数量最少，平均占比为 0.83%．原烟露天储存期间（1— 4 月）烟垛内部

温度的变动情况见图 1.

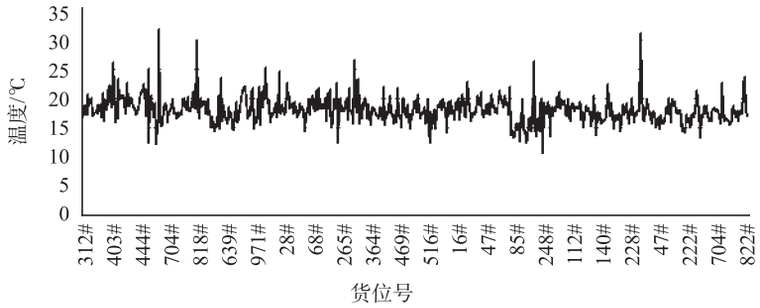

图1　1—4月露天储存的原烟烟垛内部温度变化动态

由图 1 可知，原烟露天储存期间（1—4 月），烟垛内部温度在 10.8 ~ 31.8℃之间波动．此外，本研究在测温过程中，对内部温度接近或高于 25℃的烟垛进行了跟踪监测和观察，当烟垛内部温度连续 3 d 达到 25℃并有持续上升趋势时，立即进行翻垛或晒包处理，则可降低垛内烟叶的温度和含水率，减少烟叶霉变.

2.3　外部环境对烟垛内部温度的影响

为了探索外部环境对烟垛内部温度的影响，在货场的相同区域内选择 66 个露天储存烟垛和 38 个大棚储存烟垛，同时对其内部温度进行监测，以期通过对比弄清露天储存和大棚储存两种外部环境条件对烟垛内部温度影响的差异．因为在露天储存条件下，由于日晒雨淋，堆放烟垛地面潮湿及昼夜温差大，对烟垛内部温度的影响相对较大；而在大棚储存条件下，日晒雨淋，烟垛堆放地面情况及昼夜温差等因素对烟垛内部温度的影响相对较小．大棚与露天储存的烟垛内部温度监测结果见表 3 和图 2.

表 3　1—4 月大棚与露天储存的烟垛内部温度监测结果

储存条件	测温烟垛总数/个	10 ~ 15℃		15 ~ 20℃		20 ~ 25℃		25℃以上	
		烟垛/个	占比/%	烟垛/个	占比/%	烟垛/个	占比/%	烟垛/个	占比/%
大棚	38	0	0.00	38	100.00	0	0.00	0	0.00
露天	66	2	3.03	47	71.21	16	24.24	1	1.52

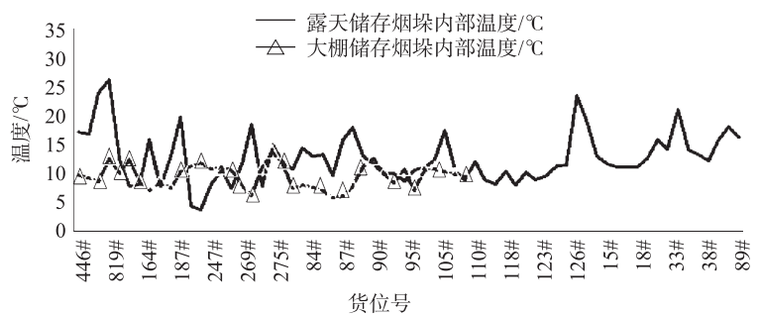

图2　1—4月大棚与露天储存的烟垛内部温度监测结果对比

由表 3 可知，大棚内储存的烟垛，内部温度均在 15 ~ 20℃的范围内波动，其波动范围窄，温度不高，且波动较小，变化平稳；露天储存的烟垛，内部温度在 10 ~ 25℃以上波动，其波动范围广，温度较高，且波动较大，变化不稳.

由图 2 可见，大棚内储存的烟垛内部温度比露天储存的烟垛平均低 1.5℃．由此可见，大棚储存的烟垛内部温度变化比露天储存的烟垛平稳，且温度不高、波动较小．因此，在大棚内储存的烟垛烟叶发生霉变的风险比露天储存的烟垛低.

2.4　露天储存烟垛的内部温度与烟叶霉变的关系

3 轮测温工作发现，烟叶发生霉变与烟垛内部温度升高有很大的关系，具体情况见表 4.

表 4 1—4 月露天储存烟垛的内部温度与烟叶霉变情况

烟垛霉变情况	25℃以上	20～25℃	15～20℃	10～15℃
霉变烟垛占比/%	62.50	7.32	2.83	4.76
存在霉变风险烟垛占比/%	12.50	2.44	5.42	0.00
霉变及存在霉变风险的烟垛占比/%	75.00	9.76	8.25	4.76
未发生霉变的烟垛占比/%	25.00	90.24	91.75	95.24

注：本表所列数据为打开烟垛观察烟叶霉变情况后得到的数据.

从表 4 可看出，在发生霉变及存在霉变风险的烟垛中，内部温度在 25℃以上的烟垛占比高达 75.00%. 可见，烟垛内部温度越高，发生霉变及存在霉变的风险就越高. 当烟垛内部温度从 25℃以上降到 20～25℃时，发生霉变及存在霉变风险的烟垛占比大幅下降（占 9.76%）；当烟垛内部温度降至 10～15℃时，发生霉变及存在霉变风险的烟垛占比降至最低（占 4.76%）. 由此可见，烟垛内部温度高是烟叶发生霉变的主要原因之一. 如果能把烟垛内部温度控制好，就可大幅度降低烟叶霉变率. 因此，当烟垛内部温度达到 25℃且有持续上升趋势时，应立即翻垛降温，以减少烟叶霉变.

2.5 露天储存烟垛的烟叶含水率与烟叶霉变的关系

3 轮测温工作观察发现，有些烟垛内部温度不高，仅在 15.0～21.7℃之间，但打开烟垛后，仍有烟叶发生了霉变，检查发现是由于烟叶含水率较高所致. 因此，烟垛内部烟叶含水率高也是烟垛内烟叶发生霉变的主要原因之一.

2.6 降低烟垛内烟叶霉变率的技术措施

根据前述研究结果可知，影响烟叶霉变的主要因子是烟垛内部温度和烟叶含水率. 因此，本研究提出下列有针对性的降低烟垛内部温度和烟叶含水率的防霉技术措施，以减少烟叶霉变，这些措施经实践证明其防霉效果较好.

1）勤晒包、勤翻垛，防止烟叶受潮、发热、霉变，以保证烟叶存储质量，降低烟叶霉变损耗.

2）在翻垛时要特别注意观察烟垛顶部烟包、背阴面烟包及两个相邻烟垛之间的烟包，若发现烟包上有霉状物时，要及时开包检查.

3）开包检查时，应将发霉的烟叶全部剔除，避免霉菌感染到其他正常烟叶.

4）在烟堆旁嗅到刺鼻气味时，要及时翻垛并开包检查.

5）当烟垛内部温度达到 25℃且有持续上升趋势时，要及时翻垛或投复烤，避免垛心霉变.

6）根据实践经验，红大品种烟叶吸湿性明显高于 K326 品种，建议在制定复烤计划时，应优先复烤红大品种烟叶.

7）据实际观察，大棚内储存的烟垛内部温度普遍比露天储存的烟垛低，因此应将经济价值高或需要较长时间储存的原烟储存在大棚内，可减少烟叶霉变的风险.

8）据实际观察，储存时间越长的原烟发生霉变的风险越高，建议加快复烤进度，尽量在 3 至 6 个月的原烟保管期内完成烟叶复烤工作，以减少原烟霉变.

3 讨论与结论

研究结果表明，原烟露天储存期间，烟垛内部的温度在 1—4 月呈逐渐上升趋势，而烟垛内部温度逐渐上升就意味着烟叶发生霉变的风险逐渐增大. 因此，原烟储存的时间越长，烟叶发生霉变的风险就越大，这与杨科晖等[3]的研究结果基本一致. 在发生霉变及存在霉变风险的烟垛中，内部温度在 25℃以上的烟垛占比高达 75.00%；当烟垛内部温度降到 20～25℃时，发生霉变及存在霉变风险的烟垛占比大幅降低（占 9.76%）；当烟垛内部温度降至 10～15℃时，发生霉变及存在霉变风险的烟垛占比最低（仅占 4.76%）. 由此可见，烟垛内部温度高是烟叶发生霉变的主要原因之一，因此把烟垛内部温度控制好，就可大幅降低烟叶霉变率，这与彭清云等[10]的研究结果基本一致. 但在监测烟垛内部温度与烟叶霉变的关系时发现，有些烟垛内部温度不高，仅在 15.0～21.7℃之间，但打开烟垛后发现，仍有烟叶发生了霉变，检查发现是由于烟叶含水率较高所致. 因此，烟垛内部烟叶含水率高也是烟叶发生霉变的主要原因之一，这与陈善义等[8]的研究结果基本相同.

影响烟叶霉变的主要因素除了温度和烟叶含水率外，还有空气湿度和氧气[11-12]. 本研究表明，

昆明的原烟储存时间在每年的 8 月底至次年的 4 月中旬，正值昆明的冬春季节，这个季节是旱季，空气相对湿度一般在 50% 以下，对烟叶霉变的影响很小．因此，在昆明储存烟叶，要重点关注烟叶含水率，其对烟叶霉变的影响比空气湿度大．另外，烟叶储存环境的含氧量对霉菌繁殖有极大的影响，在氧气充足的环境中，霉菌繁殖速度较快．只有当环境含氧量降至 0.8% 以下时，才能抑制霉菌的繁殖．因为引起烟叶霉变的霉菌大部分属于好氧性微生物，这种微生物缺氧就不能正常生存，甚至死亡．而目前储存烟叶的烟垛都用塑料薄膜密封降氧，因此在原烟储存的烟垛内部，氧气对烟叶霉变的影响不是主要因素．

本研究还发现，在大棚储存的烟垛内部温度比露天储存的烟垛平均低 1.5℃，且温度变化平稳，烟叶霉变风险低．因此，将高等级的或需要保管较长时间的原烟放在大棚内储存将有利于降低霉变率．

综上所述，在昆明露天和大棚内堆垛储存原烟的货场，影响烟叶霉变的主要因素是烟垛内部温度和烟叶含水率．其中，对含水率正常的烟叶，当烟垛内部温度达到 25℃ 且有持续上升趋势时，烟叶有霉变的风险，要及时翻垛降温；对含水率较高的烟叶，即使烟垛的内部温度在 15～25℃ 之间，烟叶也有发生霉变的可能，因此要勤晒包、勤翻垛．在翻垛时要特别注意观察烟垛顶部、背阴面及两个相邻烟垛间的烟包，若发现烟包上有霉状物时，要及时开包检查．在开包检查时，应将发霉的烟叶全部剔除，避免霉菌感染到其他正常烟叶．在烟垛旁嗅到刺鼻气味时，要尽快翻垛并开包检查．采用这些措施则可有效地降低露天和大棚内堆垛储存原烟的霉变率．

［参考文献］

［1］卢秀萍．中国烟草品种现状及育种对策［J］．西南农业学报，2006，19（Z1）：400－404．

［2］杨尚明，赵溪清，孙玉军，等．初烤烟叶仓储管理中存在的主要问题与对策初探［J］．农业开发与装备，2016（5）：87－88．

［3］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．

［4］周立非．浅谈南方烟区初烤烟叶储存技术与管理［J］．科技视界，2012（19）：46－47．

［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］李小兰，黄善松，黄聪光，等．烟叶仓储管理存在的主要问题与对策初探［J］．广西农业科学，2007，38（1）：84－87．

［7］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．

［8］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．

［9］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．

［10］彭清云，易图永．烟叶霉变的原因及其防治研究进展［J］．中国农学通报，2007，23（11）：146－150．

［11］赵松峰，刘扬，李松岭，等．烟草行业职业技能鉴定指南：烟叶保管工［M］．郑州：国家烟草专卖局职业技能鉴定指导中心，2002．

［12］白建保，宋纪真，王玲玲，等．烟叶仓管员（三至五级）专业知识［M］．郑州：河南科学技术出版社，2016．