

制造技术

滚筒烘丝过程干头干尾烟丝物理特性研究

高辉¹, 何邦华², 朱勇², 蒋举兴², 钱启福², 方志坤², 刘泽², 邱昌桂¹

1 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 云南省昆明市高新开发区海源北路1699号650106;

2 云南中烟工业有限责任公司技术中心, 云南省昆明市五华区红锦路367号650231

摘要: 为探索滚筒烘丝过程干头干尾烟丝与正常烟丝品质差异的判定方法, 考察了干头干尾烟丝整丝率、整丝率变化率、堆密度及表观密度等物理指标的变化趋势, 并基于上述物理指标对不同含水率的烟丝样品进行系统聚类分析, 最后通过感官质量评吸对聚类分析结果进行验证。结果表明: ①干头干尾烟丝的整丝率、整丝率变化率、堆密度及表观密度均与含水率存在明显的相关性。②以含水率8.72%~9.46%为聚类分界点, 不同含水率的烟丝样品可分为两类。③含水率≤8.72%的干头干尾烟丝与正常水分烟丝的整体感官质量存在显著差异。综合物理指标分析及感官质量验证结果, 干头干尾烟丝与正常烟丝品质差异的含水率临界点应在9.00%左右。

关键词: 干头干尾烟丝; 含水率; 物理指标; 聚类分析; 感官质量

doi: 10.3969/j.issn.1004-5708.2014.05.006

中图分类号: TS452.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-5708 (2014) 05-0031-07

Study on physical property of over-dried cut tobacco during starting and finishing stages of drying process

GAO Hui¹, HE Banghua², ZHU Yong², JIANG Juxing², QIAN Qifu², FANG Zhikun², LIU Ze², QIU Changgui¹

1 Yunnan Reascend Tobacco Technology (Group) Co., Ltd., Kunming 650106, China;

2 Technology Centre, China Tobacco Yunnan Industrial Co., Ltd., Kunming 650231, China

Abstract: Physical indexes such as whole cut rate, its changing ratio, bulk density and apparent density were investigated to determine industrial availability of over-dried cut tobaccos with different moisture contents. Cluster analysis was used to analyze data and sensory evaluation was also carried out to verify outcomes. Results showed that: ① Whole cut rate, its changing ratio, bulk density, apparent density were highly correlated with moisture content. ② Cut tobacco samples with different moisture contents could be clustered into two categories with cut-off point of 8.72%~9.46% moisture content. ③ Overall sensory quality of over-dried cut tobacco with moisture content lower than 8.72% was significantly different from normal cut tobacco. The quality-concerned critical moisture content for over-dried cut tobacco was about 9.00%.

Keywords: over-dried cut tobacco; moisture content; physical indicators; cluster analysis; sensory quality

滚筒烘丝工序在生产开始和结束时由于烟丝量较少, 而烘丝机滚筒热容较大, 造成大量的干头干

尾烟丝, 这些烟丝在后序加工过程中造碎率较高, 从而对烟丝结构、感官品质和单箱耗叶等指标产生较大影响^[1]。2003版《卷烟工艺规范》中明确规定每批干头干尾量不超过0.6%^[2]。最大限度地减少叶丝干燥过程中的干头干尾量, 是企业提质降耗的重要工作之一。近几年, 国内烟草行业在降低叶丝干燥过程中的干头干尾量方面进行了大量研究^[3-5]。但对滚筒烘丝过程干头干尾烟丝物理特性变化的研究鲜有报道。

基金项目: 云南中烟工业有限责任公司技术中心资助项目“卷烟生产工艺质量评价体系的建立”(合同号: HYHH2012GY02)和“多级加料技术在云南系列品牌中的应用研究”(合同号: HYHH2012CP05)

作者简介: 高辉(1986—), 硕士, 工程师, 主要从事烟草工艺技术研究, Email: gaohui6699@163.com

通讯作者: 刘泽(1982—), 硕士, 工程师, 主要从事烟草工艺技术研究, Tel: 0871-65869578, Email: lliuze82@126.com

收稿日期: 2014-02-20

本文通过对滚筒烘丝过程干头干尾烟丝整丝率、整丝率变化率、堆密度、表观密度及感官质量的变化情况进行深入研究, 界定干头干尾烟丝品质变化的含水率临界点, 为干头干尾烟丝的分类处理提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料、设备与仪器

昆明卷烟厂“云烟”某规格卷烟滚筒烘丝配方模块烟丝; 正己烷(分析纯)。

KLD-2Z型滚筒烘丝机(德国HAUNI公司); FED-400可编程热风循环烘箱(德国BINDER公司); AB204-S型电子天平(感量: 0.0001 g, 瑞士Mettler Toledo公司); KBF 540恒温恒湿箱(德国BINDER公司); YQ-2型烟丝振动分选筛(郑州烟草研究院); YQ-32型碎丝机; 台式扫描电子显微镜(FEI Phenom公司)。

1.2 方法

1.2.1 干头干尾烟丝取样及制备

(1) “干头”烟丝取样

从滚筒烘丝设备进入生产状态流出烟丝开始取样, 每间隔10 s取样1500 g, 直至烘丝工序出料在线水分仪显示稳定(水分仪含水率显示值为 $(12.5 \pm 0.5)\%$)。然后按行业标准YC/T 31-1996^[6]规定的方法测定烟丝含水率, 并从中筛选出不同含水率的样品做好标识待检。

(2) “干尾”烟丝取样

从滚筒烘丝设备进入收尾状态开始取样, 每间隔10 s取样1500 g, 直至滚筒烘丝设备生产结束。然后按行业标准YC/T 31-1996规定的方法测定烟丝含水率, 并从中筛选出不同含水率的样品做好标识待检。

(3) 正常生产烟丝取样

在滚筒烘丝设备进入正常稳定状态开始取样, 每间隔60 s取样500 g, 共取样5次, 对样品均匀混合后形成2.5 kg的样本做好标识待检。

1.2.2 烟丝结构测定

按照行业标准YC/T 178-2003的方法对烟丝整丝率进行测定^[7]; 按照2003版《卷烟工艺规范》中的方法对烟丝整丝率变化率进行测定^[2]。

1.2.3 烟丝堆密度测定

利用500 mL烧杯作为测量器具, 分别对1.2.1中所取的不同含水率的烟丝样品进行堆密度测定。测量前将每份样品混匀, 尽量避免人为造碎, 自然快速取放, 不得掐压, 器具盛满为止, 不考虑物料下陷和添加, 直接称重, 连续测量3次, 取平均值。

1.2.4 烟丝表观密度测定

参照文献^[8]中的方法测定不同含水率烟丝样品的表观密度。

1.2.5 “干头干尾”烟丝样品感官质量评价

按照《卷烟工艺测试与分析大纲》制定的方法, 采用同一卷烟材料制备感官质量评价样品^[9]。由9名评吸人员组成评吸小组, 采用三点检验法和对比评吸法^[10]对不同含水率的干头干尾烟丝样品进行评价。

1.2.6 数据分析

以整丝率、整丝率变化率、堆密度和表观密度为变量, 使用Between-groups linkage对不同含水率的干头干尾烟丝样品进行系统聚类分析。

2 结果与讨论

2.1 干头干尾过程烟丝整丝率变化趋势

干头干尾过程烟丝整丝率随含水率变化趋势如图1和图2所示。

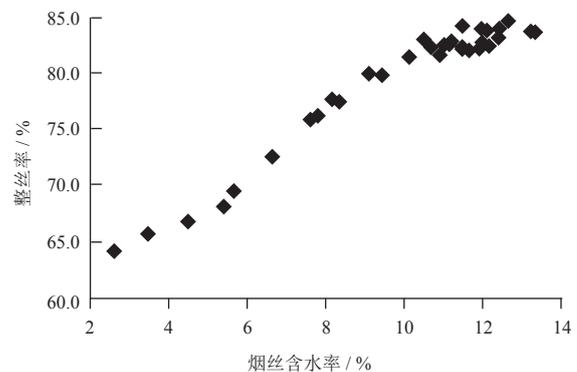


图1 干头阶段烟丝整丝率变化趋势

Fig. 1 Trend of whole cut rate of over-dried cut tobacco during starting stage

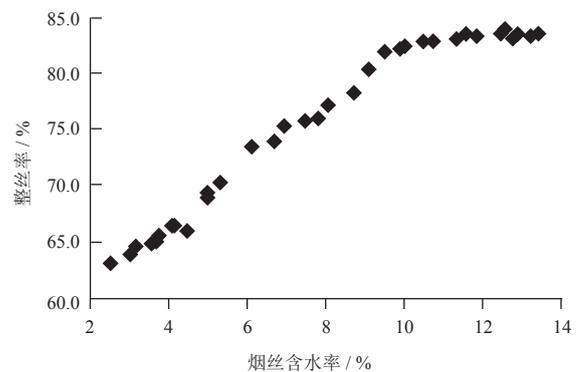


图2 干尾阶段烟丝整丝率变化趋势

Fig. 2 Trend of whole cut rate of over-dried cut tobacco during finishing stage

烟丝整丝率是评价卷烟烟丝物理特性的重要指标, 直接反映制丝加工质量的优劣^[11], 而且对卷烟的烟支重量、吸阻、端部落丝量等质量指标也有显著影响^[12-13]。2003 版《卷烟工艺规范》中对干燥后烟丝的整丝率有明确要求(整丝率 $\geq 80\%$)^[2]。从图 1 和图 2 可知, 烟丝整丝率与含水率存在较强的相关性。在干头阶段, 烟丝整丝率随着含水率的增加呈增加趋势, 当烟丝含水率约为 10.00% 时, 整丝率基本达到稳定状态, 约为 82.0%; 干尾阶段, 随着烟丝含水率的降低, 整丝率呈下降趋势, 特别是当烟丝含水率小于 10.00% 时, 整丝率逐渐下降。

2.2 干头干尾过程烟丝整丝率变化率变化趋势

干头干尾过程烟丝整丝率变化率随含水率变化趋势如图 3 和图 4 所示。

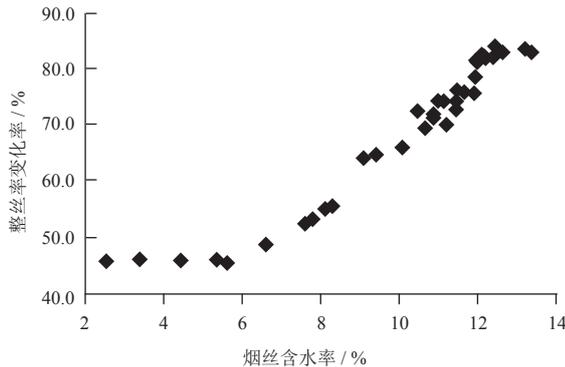


图 3 干头阶段烟丝整丝率变化率

Fig. 3 Changing ratio of whole cut rate of over-dried cut tobacco during starting stage

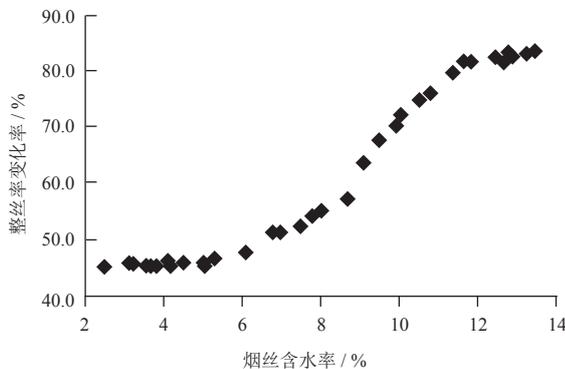


图 4 干尾阶段烟丝整丝率变化率

Fig. 4 Changing ratio of whole cut rate of over-dried cut tobacco during finishing stage

整丝率变化率是反映烟丝耐加工性能的指标, 整丝率变化率越高, 表明烟丝的抗破碎性越强^[11]。此外, 整丝率变化率是影响烟支空头率的主要因素, 在一定条件下, 整丝率变化率每提高 1%, 可使烟支空头率

降低约 0.2%^[14]。从图 3 和图 4 可知, 当干头烟丝、干尾烟丝含水率 $< 6.00\%$ 时, 烟丝整丝率变化率较低且无明显变化。当含水率 $> 6.00\%$ 时, 整丝率变化率随含水率的升高而增加, 当含水率达到约 12.00% 之后, 烟丝整丝率变化率整体趋于稳定。含水率从 8.00% 到 12.00% 这个区间, 整丝率变化率变化较为剧烈。

2.3 干头干尾过程烟丝堆密度变化趋势

干头干尾阶段烟丝堆密度变化情况如图 5 和图 6 所示。

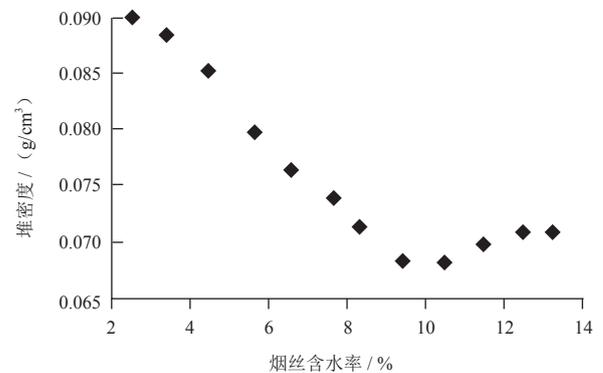


图 5 干头阶段烟丝堆密度变化趋势

Fig. 5 Bulk density trend of over-dried cut tobacco during starting stage

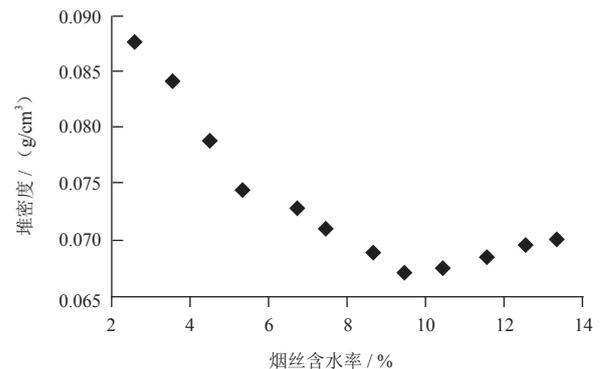


图 6 干尾阶段烟丝堆密度变化趋势

Fig. 6 Bulk density trend of over-dried cut tobacco during finishing stage

堆密度是反应烟丝填充性能的指标之一。对烟丝物料, 其填充值实际上即为特定载荷条件下的堆密度倒数。从图 5 和图 6 可以看出, 干头阶段, 随着烟丝含水率的增加, 烟丝堆密度逐渐减小, 当烟丝含水率达到 9.50% 左右后, 堆密度随着烟丝含水率的继续增加呈缓慢升高趋势; 干尾阶段, 随着烟丝含水率的降低, 堆密度逐渐减小, 当烟丝水分下降到 9.50% 左右后, 堆密度随着烟丝含水率的继续降低呈现升高趋势。

在料头和料尾阶段, 由于烟丝含水率过低, 受到

外力作用极易破碎，导致碎丝率较高，烟丝间空隙率较小，因此堆密度测定值较大；随着含水率增加，碎丝率降低，整丝率增加，烟丝间空隙率增大，堆密度逐渐减小，直到含水率达到9.50%左右，一直保持这个趋势，在烟丝含水率从2.00%~9.50%这个区间，烟丝结构对堆密度的影响起主要作用；从2.1的分析结果可知，在正常烘丝过程中，干燥后烟丝含水率达

到约10.00%时，整丝率趋于稳定，此时，烟丝含水率对堆密度起主要作用，因此当烟丝含水率 $\geq 10.00\%$ 时，堆密度随着含水率的升高而增加，但增加较缓慢。

2.4 干头干尾过程烟丝表观密度变化趋势

干头干尾阶段烟丝干基表观密度(去除烟丝水分)变化情况如图7和图8所示。

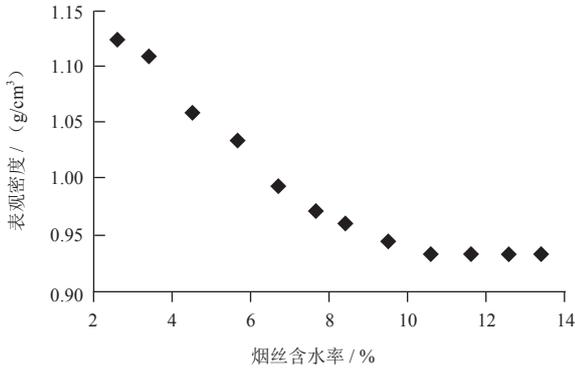


图7 干头阶段烟丝表观密度变化趋势

Fig. 7 Apparent density trend of over-dried cut tobacco during starting stage

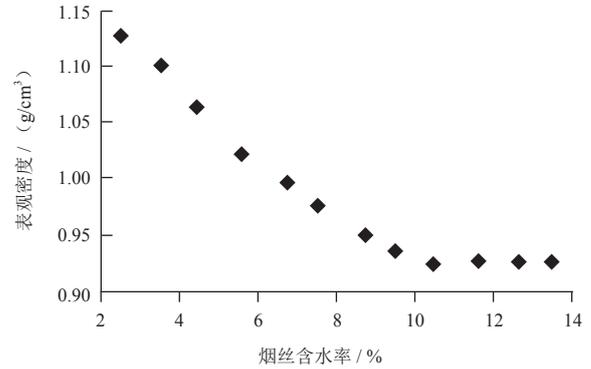
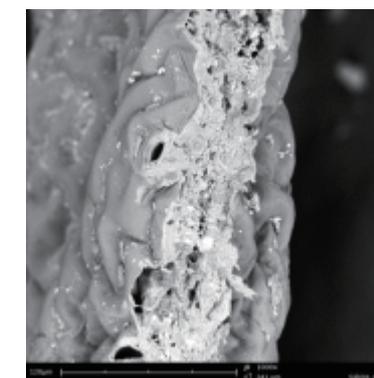


图8 干尾阶段烟丝表观密度变化趋势

Fig.8 Apparent density trend of over-dried cut tobacco during finishing stage

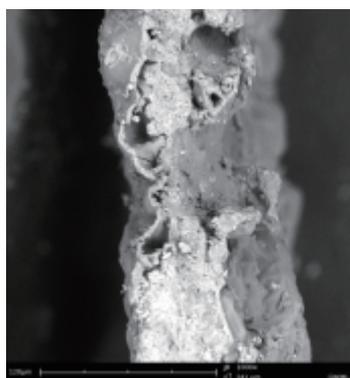
烟丝表观密度是指单位体积烟丝的质量。烟丝体积包括烟丝骨架体积和内部孔隙体积。表观密度是反应烟丝膨胀效果的重要指标。由图7和图8可以看出，在干头阶段，随着烟丝含水率的增加，烟丝表观密度逐渐减小，当烟丝含水率增加到约10.00%时，表观密度达到最小值并趋于稳定；干尾阶段，当烟丝含水率下降到10.00%左右后，表观密度随着烟丝含水率的降低，表观密度逐渐增大。

尾阶段，烟丝干基表观密度与烟丝含水率存在一定的负相关。在干头和干尾阶段，滚筒容积率较小，烘丝强度相对较大，导致烟丝水分散失速率较快，且水分散失量较大，此时的烟丝微观结构发生剧烈变化，骨架受损，烟丝表面出现皱缩塌陷现象(图9和图10)。因此，该阶段的烟丝骨架体积相对较小，表观密度较大，且极易破碎。滚筒容积率稳定的状态下，即干燥后烟丝含水率为(12.5 \pm 0.5)%时，烟丝表观密度最小，烟丝膨胀效果最佳^[15]。



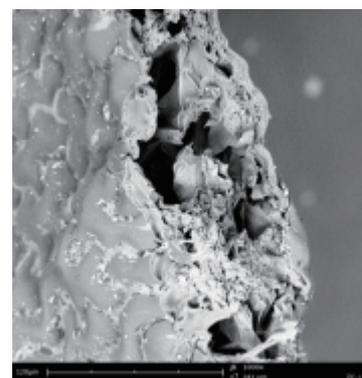
A 烘前烟丝截面电镜图

A. electron micrograph of tobacco section before drying



B 干头烟丝截面电镜图

B. electron micrograph of over-dried cut tobacco section



C 正常烘后烟丝截面电镜图

C. electron micrograph of normal tobacco section after drying

图9 烟丝截面电镜图(1000 \times)

Fig. 9 Electron micrograph of tobacco section(1000 \times)

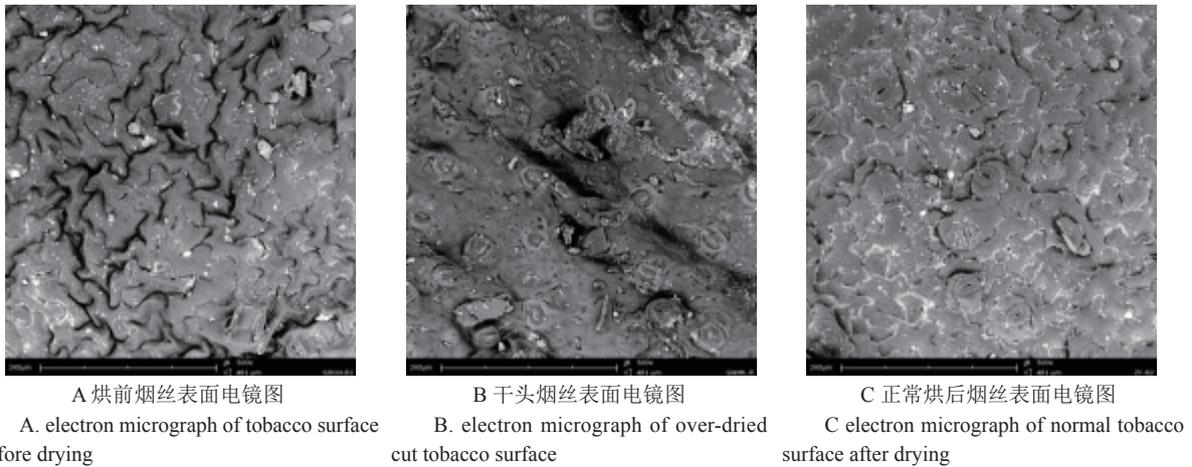


图 10 烟丝表面电镜图 (500×)

Fig. 10 Electron micrograph of tobacco surface(500×)

2.5 聚类分析

以 16 个不同含水率烟丝样品（包括正常水分烟丝和干头干尾烟丝）的整丝率、整丝率变化率、堆密度及表观密度为指标进行聚类分析结果见图 11，距离计算方法为平方 Euclidean。

由图 11 可知，不同含水率的烟丝样品总体可分为两大类，第 1 类含水率为 9.46% ~ 12.61%，第 2 类含水率为 5.33% ~ 8.72%，表明烘后烟丝综合物理指标的临界点所对应的含水率应在 9.00% 左右。

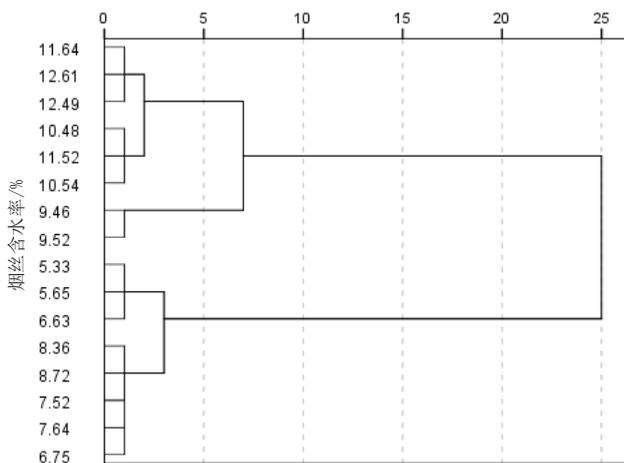


图 11 不同含水率烟丝物理指标系统聚类图

Fig. 11 Clustering dendrogram of physical properties of cut tobacco at different moisture rates

2.6 干头干尾过程烟丝感官质量分析

2.6.1 不同含水率干头干尾烟丝样品三点检验

从不同含水率干头烟丝样品（含水率分别为

11.52%、9.46%、8.36% 和 5.65%）与正常生产样品（对照样品，烟丝含水率为 $(12.5 \pm 0.5)\%$ ）的感官质量三点法检验结果（见表 1）可以看出，对照样品的感官质量与含水率为 8.36% 和 5.65% 的干头样品存在显著性差异。

表 1 不同含水率干头样品感官质量的三点法检验结果

Tab.1 Test results of sensory evaluation of over-dried cut tobacco at different moisture rates during starting stage by three point method

样品对子	参与评吸人数 *	正确识别人数	正确识别率	整体品质特征差异
对照样与 11.52%	9	2	22.2%	不显著
对照样与 9.46%	9	3	33.3%	不显著
对照样与 8.36%	9	7	77.8%	显著
对照样与 5.65%	9	7	77.8%	显著

注：* $\alpha = 0.05$ 时，三点检验临界值为 6。

从不同含水率干尾烟丝样品（含水率分别为 11.64%、9.52%、8.72% 和 5.33%）与正常生产样品（对照样品，烟丝含水率为 $(12.5 \pm 0.5)\%$ ）感官质量的三点检验结果（见表 2）可以看出，对照样品的感官质量与含水率为 8.72% 和 5.33% 干尾样品存在显著性差异。

表2 不同含水率干尾烟样品感官质量的三点法检验结果

Tab.2 Test results of sensory evaluation of over-dried cut tobacco at different moisture rates during finishing stage by three point method

样品对子	参与评吸人数 *	正确识别人数	正确识别率	整体品质特征差异
对照样与 11.64%	9	1	11.1%	不显著
对照样与 9.52%	9	4	44.4%	不显著
对照样与 8.72%	9	7	77.8%	显著
对照样与 5.33%	9	8	88.9%	显著

注: * $\alpha=0.05$ 时, 三点检验临界值为 6。

干头烟丝、干尾烟丝感官质量的三点法检验结果表明, 正常水分烟丝样品的感官质量与含水率小于 9.00% 的烟丝样品存在显著性差异, 与物理指标的聚类分析结果相吻合。

2.6.2 不同含水率干头干尾烟丝样品对比评吸

对感官存在显著差异的样品, 从香气质、香气量、杂气、劲头、浓度、细腻程度、刺激性、干燥感和余

味等方面进行感官评价。

不同含水率干头烟丝样品评吸结果见表 3。可以看出, 含水率为 8.36% 的样品在细腻程度、刺激性、干燥感和干净程度等指标上有所下降; 含水率为 5.65% 的样品在香气质、杂气、细腻程度、刺激性、干燥感和干净程度等指标上有所下降。

表3 不同含水率干头烟丝样品感官质量变化趋势

Tab.3 Sensory quality changes of over-dried cut tobacco at different moisture rates during starting stage

样品	香气质	香气量	杂气	劲头	浓度	细腻程度	刺激性	干燥感	干净程度
对照样	较好	较足	有	中等	较浓	较细腻	有	较弱	较干净
8.36%	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
5.65%	-1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1

不同含水率干尾烟丝样品评吸结果见表 4。可以看出, 含水率为 8.72% 的样品在香气量、刺激性、干燥感和干净程度方面有所下降; 含水率为 5.33% 的样

品在香气质、香气量、细腻程度、刺激性、干燥感和干净程度等方面均有所下降。

表4 不同含水率干尾烟丝样品感官质量变化趋势

Tab.4 Sensory quality changes of over-dried cut tobacco at different moisture rates during finishing stage

样品	香气质	香气量	杂气	劲头	浓度	细腻程度	刺激性	干燥感	干净程度
对照样	较好	较足	有	中等	较浓	较细腻	有	较弱	较干净
8.72%	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1
5.33%	-1	-1	0	0	0	-1	-1	-1	-1

3 结论

(1) 通过滚筒烘丝过程中干头烟丝、干尾烟丝物理指标的变化趋势分析,干头烟丝、干尾烟丝的整丝率、整丝率变化率、堆密度及表观密度随含水率的变化均呈现规律性变化趋势。干头烟丝、干尾烟丝物理指标的聚类分析结果显示,16个不同含水率的烟丝样品总体可分为两大类,第一类含水率为9.46%~12.61%,第二类含水率为5.33%~8.72%。

(2) 三点法检验结果显示,含水率为5.33%~8.72%的干头干尾烟丝与正常水分烟丝的整体感官质量均存在显著性差异。对比法检验结果显示,这些差异主要体现在烟气的细腻程度、刺激性、干燥感及干净程度等感官指标上。综合分析三点法、对比法检验结果,干头干尾烟丝与正常烟丝品质差异的含水率临界点应在9.00%左右。

参考文献

- [1] 李秀芳,王永华,赵春元,等.解决烘丝机干头干尾的方法与实现[J].烟草科技,2013(9):27-29.
- [2] 国家烟草专卖局.卷烟工艺规范[M].北京:中央文献出版社,2003.
- [3] 杜峰,王月鹏.降低烘丝干头干尾的新方法[J].烟草科技,2004(11):10-12.
- [4] 杨明权.改进HAUNI烘丝机控制模式降低烘丝干头干尾量[J].烟草科技,2005(8):6-9.
- [5] 杜峰,朱东华,景茂春,等.空气放大器在减少SH313型烘丝机干尾烟丝量中的应用[J].烟草科技,2012(5):24-26.
- [6] YC/T 31-1996 烟草及烟草制品 试样的制备和水分测定 烘箱法[S].
- [7] YC/T 178-2003 烟丝整丝率、碎丝率的测定方法[S].
- [8] 丁伟,李斌,于川芳.烟丝在水平管气力输送过程中启动速度研究[J].烟草科技,2009(4):9-13.
- [9] 国家烟草专卖局.卷烟工艺测试与分析大纲[M].成都:四川大学出版社,2004.
- [10] YC/T 138-1998,烟草及烟草制品感官评价方法[S].
- [11] 于建军.卷烟工艺学[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [12] 堵劲松,申晓锋,李跃锋,等.烟丝结构对卷烟物理指标的影响[J].烟草科技,2008(8):8-13.
- [13] 姚光明,乔学义,申玉军,等.烤烟叶片在不同叶丝干燥工序中叶丝填充值和整丝率的变化[J].河南农业科学,2011(2):69-73.
- [14] 姚光明,李晓,尹献忠,等.烟丝整丝率变化率对卷烟卷接质量的影响[J].烟草科技,2004(11):3-6.
- [15] Zhu W K, Li B, Yu C F, et al.. The evolution of moisture, temperature and density of cut tobacco and shrinkage characteristics during drum drying [C]. Tobacco Science Research Conference (TSRC), Kentucky, USA, 2011.

《烟草科技》2014年第9期目次

• 烟草工艺

烤烟烟叶质量风格特色感官评价方法的建立与应用
..... 乔学义,王兵,马宇平,等
基于计算机视觉的烟丝宽度测量方法
..... 夏营威,冯茜,赵砚棠,等
基于定量喂料系统的叶丝填充值在线检测
..... 郝喜良,赵国梁,张兰晓

• 设备与仪器

基于稀疏自编码器的烟叶成熟度分类
..... 王杰,贾育衡,赵昕
卷烟感官评价自动化试样制备系统的设计
..... 李栋,朱文魁,文锦孟,等
滤棒成型机组纸接头剔除检测装置的研制
..... 倪敏,陈卫东,唐伟
条盒存储输送系统气垫式排包机的改进
..... 林聪,张青松,高雪峰,等

• 烟草化学

夜间保温对高海拔烤烟主要香气前体物及挥发性香气物含量的影响
..... 范幸龙,周冀衡,周越,等
在线凝胶色谱-气质联用测定卷烟主流烟气中的苯并[a]芘
..... 段沅杏,王昆淼,刘志华,等

电感耦合等离子体质谱法测定烟叶中的14种稀土元素

..... 张晓静,秦存永,尚静静,等
燃吸条件对烟草中3种含氮化合物生成HCN的影响
..... 王洪波,夏巧玲,张晓兵,等
水蒸气蒸馏和超临界CO₂萃取橘皮精油及应用
..... 刘波,鲍峰伟,潘文亮,等
二氧化碳膨胀处理对烟丝部分香味成分的影响
..... 牛勇,邹鹏,舒俊生,等
褐变抑制剂对烟叶烘烤过程中酶促棕色化反应的影响
..... 傅茂润,侯连涛,董梅,等

• 烟草农学

不同基因型烤烟根系生长和生理指标对低钾胁迫的响应
..... 钟军,戴林建
烟草青枯菌FQY_4三型分泌系统的效应蛋白因子分析
..... 蔡刘体,刘艳霞,李想,等
典型香型烤烟大田期气象因子分析
..... 郭东锋,邹鹏,边文杰,等
烟苗剪叶次数对井窖式移栽烟株生长发育的影响
..... 艾永峰,罗会斌,龙鹏臻,等

• 综述

新型烟草制品生物标志物研究进展
..... 赵阁,王昇,余晶晶,等