

气流烘丝工艺参数对烟丝棕色化反应产物的影响

陈建中^{1*}, 李耀光^{1*}, 孙 颀¹, 孙意佳², 王 玉², 殷鸿飞², 袁要红¹, 郭亚东¹, 刘穗君^{1#}, 景延秋^{2#}

¹河南中烟工业有限责任公司, 河南 郑州

²河南农业大学烟草学院, 河南 郑州

收稿日期: 2021年12月13日; 录用日期: 2022年1月11日; 发布日期: 2022年1月18日

摘 要

为深入了解气流烘丝(RCC)参数对烟草香味物质棕色化反应产物的影响, 探究其对烟草烟叶品质的影响, 选取制叶丝工序的RCC出口物料含水率、RCC水温、循环风机频率、回风蒸汽流量四个工艺参数, 研究不同烘丝工艺对烟草香味物质棕色化反应产物相关指标的影响。结果表明, 气流烘丝参数的改变影响了香味物质的含量, 回风蒸汽流量、RCC水温、气流干燥循环风机频率以及RCC物料出口含水率都呈现显著影响的效果, 且不同烘丝工艺之间的交互效应也对香味物质棕色化反应产物有影响, 因此, 气流烘丝参数的改进对提高烟丝化学成分的质量具有重要意义, 在具体加工生产中可根据所需化学指标的含量设定合适的气流烘丝参数。

关键词

烟丝, 气流烘丝, 工艺参数, 棕色化反应产物

Effect of Air Drying Parameters on Browning Reaction Products of Cut Tobacco

Jianzhong Chen^{1*}, Yaoguang Li^{1*}, Mi Sun¹, Yijia Sun², Yu Wang², Hongfei Yin², Yahong Yuan¹, Yadong Guo¹, Suijun Liu^{1#}, Yanqiu Jing^{2#}

¹Henan Tobacco Industry Co., Ltd., Zhengzhou Henan

²College of Tobacco, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan

Received: Dec. 13th, 2021; accepted: Jan. 11th, 2022; published: Jan. 18th, 2022

*共一作者。

#通讯作者。

文章引用: 陈建中, 李耀光, 孙颀, 孙意佳, 王玉, 殷鸿飞, 袁要红, 郭亚东, 刘穗君, 景延秋. 气流烘丝工艺参数对烟丝棕色化反应产物的影响[J]. 自然科学, 2022, 10(1): 94-99. DOI: 10.12677/ojns.2022.101012

Abstract

In order to understand the effect of airflow drying (RCC) parameters on the browning reaction products of tobacco flavor substances and explore their effects on the quality of tobacco leaves, the effects of different drying processes on the browning reaction products of tobacco flavor substances were studied by selecting four process parameters: RCC outlet material moisture content, RCC water temperature, frequency of circulating fan and return air steam flow. The results showed that the air drying parameters affected the content of aroma substances, the return air steam flow rate, RCC water temperature, air drying circulation fan frequency and the outlet moisture content of the material had significant effects. The interaction effect between different drying processes also has an effect on the browning reaction product of the fragrance substance, therefore, the improvement of air-flow drying parameters is of great significance to improve the quality of chemical composition of cut tobacco. In the specific processing and production, suitable air-flow baking parameters can be set according to the content of chemical indexes.

Keywords

Cut Tobacco, Air Drying Wire, Process Parameters, Browning Reaction Product

Copyright © 2022 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

棕色化反应，主要在调制和陈化过程中发生，是存在于糖类物质与氨基酸等氨基化合物及其衍生物之间的美拉德反应。棕色化反应及其产物有大量具有令人愉快的香味，特别是其中的呋喃类物质、吡咯，尽管含量较少，但对可可香味的生成至关重要，其中烟叶通过醇化后形成的香气与这些化合物也有很大关系，不仅决定其含量还决定其产量。

本文经过不同烘丝工艺，各处理烟丝的棕色化反应产物成分间出现了差异。目前评价烤烟质量的关键指标主要包括烤烟香味物质成分指标的合理性，且其与感官舒适度的关系也密不可分[1] [2]，因此气流烘丝参数的改进对提高烟丝香味物质成分的质量具有重要意义。烟丝干燥工序是卷烟制丝生产过程中的重要工序之一，其工艺任务是去除烟丝中的部分水分，满足后序的加工要求。滚筒式和气流式是普遍采用的叶丝干燥方式，其中气流式是近年来行业内采用的一种新的烟丝干燥方式。胡建军等[3]研究结果表明，烘丝工艺的改变对烟丝的感官质量有显著影响。刘江生等[4]研究发现在不同烘丝控制方式下，烟丝的各项常规化学成分和香味物质含量都有较大变化。由于烟丝的化学成分对外观和物理特性以及感官质量都有很大影响，也是评价烤烟质量的重要指标之一[5]，因此研究烟丝干燥过程中气流烘丝工艺参数对常规化学成分的影响，对提高卷烟质量具有重要意义。烟丝干燥工序加工质量直接影响到卷烟产品多项指标的优劣。切实掌握各参数对烘后烟丝质量指标影响程度差异性，有利于指导工艺参数的分类研究及参数的合理设置。烟丝在加工过程中，含水率和温度发生变化，且受到机械作用，其物理特性、内在化学成分和燃烧性能在加工过程中势必会发生改变。这些改变会导致卷烟燃吸时发生的蒸馏、热解、冷凝过程以及化学成分发生变化，从而影响烟气成分。本试验针对烘丝(RCC)工艺，利用均匀设计法，研究了工艺参数变化对烘后烟丝常规化学成分的影响，旨在为工艺参数优化提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 材料

河南中烟工业有限责任公司所属的南阳卷烟厂的同一配方的叶组叶丝为原料，根据实际生产工艺条件和实验设计方案，制备卷烟样品共 9 组烟丝样品，每组 50 Kg。

2.2. 方法

2.2.1. 实验设计

选取制叶丝工序的 RCC 出口物料含水率、RCC 水温、循环风机频率、回风蒸汽流量四个工艺参数，对照日常生产工艺参数，按照均匀设计原则设置合适的水平并设计试验方案(表 1)。

Table 1. Experimental design scheme

表 1. 实验设计方案

序号	RCC出口物料含水率(%)	RCC水温(°C)	循环风机频率(Hz)	回风蒸汽流量(kg/h)
1	22.5	40	42	250
2	22.5	60	45	300
3	22.5	80	48	350
4	23.3	40	45	350
5	23.3	60	48	250
6	23.3	80	42	300
7	24.1	40	48	300
8	24.1	60	42	350
9	24.1	80	45	250

2.2.2. 取样点与取样方法

根据表 1 所示各个烘丝工艺条件进行试验，其他参数条件保持不变。在正常运行情况下，从烘丝机出口平行取样 5 次，2 kg/次，混合均匀后用四分法保留 2 kg 样品[6]，用于备用。

测定方法分别参照行业标准[7] [8] [9] [10] [11]：香味物质成分测定用气相色谱法 YC/T 246-2008《烟草及烟草制品 - 香味物质的测定 - 气相色谱法》。并运用推算法得出棕色化反应产物总量。

2.2.3. 数据处理

Excel 进行统计分析，利用 DPS7.05 统计软件对数据进行进一步的方程拟合与分析[12] [13]。

3. 结果与分析

3.1. 直观分析

通过对样品中棕色化反应产物成分进行测定和分析，结果见表 2。其中样品 2 的糠醛含量最高，为 15.20 $\mu\text{g/g}$ ，样品 6 中糠醇含量最高，为 2.08 $\mu\text{g/g}$ ，样品 2、样品 3、样品 4 的 2-乙酰基咪喃含量最高，均为 0.59 $\mu\text{g/g}$ ，样品 2 的 5-甲基糠醛含量最高，为 2.66 $\mu\text{g/g}$ ，样品 4 的 3, 4-二甲基-2, 5-咪喃二酮含量最高，为 1.00 $\mu\text{g/g}$ ，样品 6 中 2-乙酰基吡咯含量最高，为 2.18 $\mu\text{g/g}$ ，样品 2 的棕色化合物总量最高，为 22.14 $\mu\text{g/g}$ ；样品 8 的糠醛含量最低，为 10.97 $\mu\text{g/g}$ ，样品 5 中糠醇含量最低，为 0.76 $\mu\text{g/g}$ ，样品 8 的 2-

乙酰基呋喃含量最低, 为 0.49 $\mu\text{g/g}$, 样品 8 的 5-甲基糠醛含量最低, 为 1.77 $\mu\text{g/g}$, 样品 9 的 3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮含量最低, 为 0.70 $\mu\text{g/g}$, 样品 9 中 2-乙酰基吡咯含量最低, 为 1.33 $\mu\text{g/g}$, 样品 8 的棕色化合物总量最低, 为 17.09 $\mu\text{g/g}$ 。当 RCC 出口物料含水率为 22.5% 时, RCC 水温在 60 $^{\circ}\text{C}$, 循环风机频率在 45 Hz, 回风蒸汽流量在 300 kg/h 时, 棕色化合物总量最大, 当 RCC 出口物料含水率为 23.3% 时, RCC 水温在 80 $^{\circ}\text{C}$, 循环风机频率在 42 Hz, 回风蒸汽流量在 300 kg/h 时, 棕色化合物总量最大, 当 RCC 水温在 40 $^{\circ}\text{C}$ 时, RCC 出口物料含水率为 23.3%, 循环风机频率在 45 Hz, 回风蒸汽流量在 350 kg/h 时, 棕色化合物总量最大, 当循环风机频率在 48 Hz, RCC 出口物料含水率为 22.5% 时, RCC 水温在 80 $^{\circ}\text{C}$, 回风蒸汽流量在 350 kg/h 时, 棕色化合物总量最大, 当回风蒸汽流量在 250 kg/h 时, RCC 出口物料含水率为 22.5% 时, RCC 水温在 40 $^{\circ}\text{C}$, 循环风机频率在 42 Hz, 棕色化合物总量最大。

Table 2. Content of browning reaction products

表 2. 棕色化反应产物成分含量

样品	糠醛($\mu\text{g/g}$)	糠醇($\mu\text{g/g}$)	2-乙酰基呋喃($\mu\text{g/g}$)	5-甲基糠醛($\mu\text{g/g}$)	3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮($\mu\text{g/g}$)	2-乙酰基吡咯($\mu\text{g/g}$)	棕色化合物总量($\mu\text{g/g}$)
1	14.02	1.49	0.58	2.00	0.93	1.73	20.76
2	15.20	1.29	0.59	2.66	0.86	1.55	22.14
3	13.88	1.25	0.59	1.99	0.94	1.97	20.62
4	13.69	1.77	0.59	2.14	1.00	2.13	21.32
5	12.01	0.76	0.53	1.82	0.75	1.37	17.24
6	14.03	2.08	0.58	2.10	0.97	2.18	21.94
7	12.56	1.07	0.55	1.99	0.99	1.93	19.09
8	10.97	1.34	0.49	1.77	0.88	1.65	17.09
9	12.97	1.04	0.56	1.88	0.70	1.33	18.49

3.2. 工艺参数与烟丝常规化学成分含量的相关性与回归分析

利用 DPS7.05 统计软件, 分别以烘丝机工艺参数中的考察因子为自变量, 各香味物质成分含量为因变量, 建立多元线性回归方程, 结果见表 3。

Table 3. Equation and results of conventional component correlation and regression analysis in uniform test

表 3. 均匀试验常规成分相关与回归分析方程与结果

指标	回归方程	显著水平	调整决定系数
棕色化合物	$Y = -588.064086 + 53.51535989X_1 - 1.6092426270X_1 * X_1 - 0.14175877155X_3 * X_3 - 0.0004945981849X_4 * X_4 + 0.4518571992X_1 * X_3 + 0.00008705287543X_2 * X_4 + 0.006907406802X_3 * X_4$	0.0212	0.9996

注: X_1 为 RCC 物料出口含水率; X_2 为 RCC 水温; X_3 为气流干燥循环风机频率; X_4 为回风蒸汽流量; Y 为棕色化反应产物总量。

由表 3 可知, 棕色化反应产物总量与工艺参数所建立的回归方程显著程度为 0.0212, 小于 0.05, 有显著的线性关系。棕色化反应产物总量与工艺参数多建立的方程决定系数为 0.9996, 大于 0.99, 说明棕

色化反应产物总量的回归方程具有较好的拟合性,因此,回归方程具有参考价值。

气流烘丝参数的改变影响了香味物质的含量,对棕色化反应产物总量有显著影响的工艺参数为回风蒸汽流量、RCC 水温、气流干燥循环风机频率,RCC 物料出口含水率的影响最小;其中,RCC 物料出口含水率对棕色化反应产物有显著影响,与棕色化反应产物含量表现为正相关。RCC 物料出口含水率与气流干燥循环风机频率的交互作用对棕色化反应产物有显著影响,且为正相关。RCC 水温与回风蒸汽流量的交互作用对棕色化反应产物有显著影响,且为正相关。气流干燥循环风机频率与回风蒸汽流量的交互作用对棕色化反应产物有影响显著,且为正相关。

4. 小结与讨论

经过不同烘丝工艺,各处理烟丝的棕色化反应产物成分间出现了差异。本研究结果具体表现为,烟丝中的糠醛随着 RCC 出口物料含水率的升高而含量减少,烟丝中的糠醇含量随着回风蒸汽流量的升高而含量减少,2-乙酰基呋喃随着 RCC 出口物料含水率的升高而含量减少,5-甲基糠醛随着 RCC 水温的升高而含量减少,王春凯等[14][15]认为致香物质总量低的烟叶评吸质量一般较差,因此,我们一般从总量上来比较卷烟质量。

在影响卷烟感官质量中的诸多因素中,致香物质是决定卷烟品质的物质基础,中性致香物质对感官质量都会造成直接的影响,于建军等[16][17][18]采用相关分析和通径分析研究了不同产地烟叶的化学成分与香气质及中性致香物质与评吸结果的关系。

因此,烘丝工序的真空回潮工序有助于提高烟丝的含水率和烘丝的环境温度,进而促进烟丝中香味物质棕色化反应产物的各个成分[19]。目前评价烤烟质量的关键指标主要包括烤烟香味物质成分指标的合理性,且其与感官舒适度的关系也密不可分[1][2],因此气流烘丝参数的改进对提高烟丝化学成分的质量具有重要意义,在具体加工生产中可根据所需化学指标的含量设定合适的气流烘丝参数。

参考文献

- [1] 朱保昆,朱东来,王明锋,赵建华,廖头根. 烤烟主要化学指标与感官舒适度的相关性分析[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(6): 17-20+25.
- [2] 杜文,谭新良,易建华,苏庆德. 用烟叶化学成分进行烟叶质量评价[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 25-31.
- [3] 胡建军,周冀衡,熊燕,张仕华. 烘丝工艺参数对烘后叶丝质量影响的研究[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(6): 24-29.
- [4] 刘江生,赖伟玲,蔡国华,林艳,李跃锋. KLD2-3 滚筒烘丝机筒壁温度不同控制模式对化学成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(2): 824-826+829.
- [5] 秦缘,张发明,李海平,林跃平,陈筠,周冀衡. 保山市烤烟主要化学成分的变异[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2018, 44(5): 474-478.
- [6] 秦前浩. 卷烟工艺测试与分析大纲[M]. 成都: 四川大学出版社, 2004.
- [7] 刘惠民,马明. YC/T31-1996. 烟草及烟草制品试样的制备及水分测定烘箱法[S]. 北京: 国家烟草专卖局, 1996.
- [8] 刘惠民,李萍,李荣,王芳. YC/T159-2002. 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法[S]. 北京: 国家烟草专卖局, 2002.
- [9] 刘惠民,王芳,李荣,李萍. YC/T161-2002. 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法[S]. 北京: 国家烟草专卖局, 2002.
- [10] 刘惠民,王芳,李荣,李萍. YC/T162-2002. 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法[S]. 北京: 国家烟草专卖局, 2002.
- [11] 肖协忠,张怀宝,邱军,王芳,李萍. YC/T173-2003. 烟草及烟草制品 钾的测定 火焰光度法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [12] 薛薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 26-47.

-
- [13] 孙文爽. 多元统计分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994: 10-18.
- [14] Zhang, L., Du, Y., Tozuka, T. and Kido, S. (2021) Revisiting ENSO Impacts on the Indian Ocean SST Based on a Combined Linear Regression Method. *Acta Oceanologica Sinica*, **40**, 47-57.
<https://doi.org/10.1007/s13131-021-1733-2>
- [15] 许淑红, 熊安言, 赵伟民, 王镇增, 张爱忠. 真空回潮对烟叶质量的影响[J]. 烟草科技, 2007(5): 12-14+57.
- [16] 于建军, 庞天河,任晓红, 李琳, 代慧娟 李爱军. 烤烟中性致香物质与评吸结果关系研究[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(4): 346-349.
- [17] 李广才, 余玉梅, 胡建军, 周冀衡. 湖南烤烟主要化学成分与评吸质量的非线性关系解析[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(4): 17-26.
- [18] 张渝婕, 赵铭钦, 李燕, 赵东杰. 不同密度和施氮量下烤烟化学成分与致香物质关系的研究[J]. 江西农业学报, 2016, 28(4): 43-47.
- [19] Jin, Y.C., Liu, Z.F., Jing Song, J. and Lu, Y. (2012) The Experimental Research of Environmental Temperature and Humidity Control Index of Tobacco Shred Store Room. *Advanced Materials Research*, **1914**, 1085-1089.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.550-553.1085>