



引用格式:程传玲,牛婷婷,杨艳勤,等. 烘焙条件对白肋烟增香效果的影响及其评价指标考察[J]. 轻工学报,2017,32(2):58-63.

中图分类号:TS41<sup>+</sup>1 文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2017.2.009

文章编号:2096-1553(2017)02-0058-06

# 烘焙条件对白肋烟增香效果的影响及其评价指标考察

## Influence of baking conditions on the aroma enhancement effect of burley tobacco and its evaluation index

程传玲<sup>1</sup>,牛婷婷<sup>1</sup>,杨艳勤<sup>2</sup>,韩明<sup>3</sup>,王建民<sup>1</sup>

CHENG Chuan-ling<sup>1</sup>, NIU Ting-ting<sup>1</sup>, YANG Yan-qin<sup>2</sup>, HAN Ming<sup>3</sup>, WANG Jian-min<sup>1</sup>

1. 郑州轻工业学院 烟草科学与工程学院,河南 郑州 450001;

2. 云南中烟工业有限责任公司 曲靖卷烟厂,云南 曲靖 655001;

3. 河南中烟工业有限责任公司 安阳卷烟厂,河南 安阳 455004

1. School of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;

2. Qujing Cigarette Factory, China Tobacco Yunnan Industrial Co., Ltd., Qujing 655001, China;

3. Anyang Cigarette Factory, China Tobacco He'nan Industrial Co., Ltd., Anyang 455004, China

**摘要:**利用烘箱模拟白肋烟烘焙过程,以温度和时间为变量,采用响应面设计法研究了不同烘焙条件对白肋烟还原糖、总糖、烟碱和总氮等常规化学成分和碱性香味成分含量的影响,结果表明:1)随着烘焙条件变化,碱性香味成分和还原糖、总糖含量均发生显著变化,碱性香味成分含量受烘焙条件影响最大;常规化学成分中,还原糖和总糖含量的变化受烘焙条件的影响较大,烟碱和总氮含量受烘焙条件影响较小,说明烘焙条件会显著影响白肋烟烘焙增香效果. 2)烘焙后白肋烟还原糖含量与碱性香味成分含量之间存在极显著负相关关系,将“还原糖含量降低最多”作为评价白肋烟烘焙增香效果好的依据,可以优化白肋烟烘焙工艺参数、提高工作效率、降低试验成本.

### 关键词:

白肋烟;烘焙;碱性香味成分;还原糖

### Key words:

burley tobacco; baking; alkaline aroma compounds; reducing sugar

收稿日期:2016-05-06

基金项目:河南中烟工业有限责任公司科技计划项目(HNZY052014017)

作者简介:程传玲(1977—),女,河南省南阳市人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为烟草化学和烟气化学.

通信作者:王建民(1963—),男,河南省安阳市人,郑州轻工业学院教授,主要研究方向为卷烟工艺.

**Abstract:** The electric drying oven was used to simulate the baking treatment technology of burley tobacco, temperature and time were selected as independent variable, the content change of reducing sugar, the total water soluble sugars, nicotine, total nitrogen and volatile alkaline aroma compounds of burley tobacco under different roasting conditions were studied by response surface method. The results showed that: 1) With baking conditions change, the content of volatile alkaline aroma compounds, reducing sugar and the total water soluble sugars changed significantly. The changes of reducing sugar content and total water soluble sugars content were affected strongly by baking conditions, however, nicotine content and total nitrogen content were less affected, that's to say, baking conditions could affect significantly the effect on increasing aroma compounds of burley tobacco. 2) There was a significant negative correlation between reducing sugar content and volatile alkaline aroma compounds content after baking burley tobacco. Above all, that "reducing sugar content decreased the most" as evaluation standard of baking effect on increasing burley tobacco aroma compounds can optimize the burley tobacco baking process parameters, improve the work efficiency and reduce test cost.

## 0 引言

白肋烟是混合型卷烟的重要原料,在感官品质方面,国产多种白肋烟之间有一定的差异,这些差异部分是由其内在香味物质组成不同而引起的<sup>[1-2]</sup>. 未经处理的白肋烟糖含量少,烟碱和总氮含量高,吃味较差,组织疏松、多孔,能够吸收大量料液,并且易干燥<sup>[4-7]</sup>. 白肋烟在烘焙过程中部分致香成分会有所损失,而重加里料可以弥补这一弱点<sup>[8]</sup>,因此高温烘焙和重加里料是白肋烟处理的工艺特点. 烘焙温度、烘焙时间和烘后烟叶含水率是影响白肋烟处理效果的重要因素<sup>[9]</sup>. 不同的干燥模式、干燥气流温度和干燥终端含水率对白肋烟主要致香成分都有重要影响<sup>[10]</sup>. 为了去除白肋烟的杂气,降低其刺激性,干燥气流的干湿球温度不能过高,这有利于充分表露白肋烟的特征香气;如果干燥气流的干湿球温度过高,则会使白肋烟的特征香气减弱、吸味品质下降<sup>[11]</sup>. 碱性香味物质是白肋烟的特征香味物质,在一定程度上可以通过白肋烟碱性香味物质的含量评价白肋烟烘焙效果,但碱性香味物质测定较为复杂,所需原料较多. 还原糖、总糖、总植物碱、总氮、氯、钾等常规化学成分,对烟草产品的质量监测与控制具有重要的意义<sup>[12]</sup>. 白肋烟经烘焙处理的香味

物质主要是还原糖与氨基化合物发生美拉德反应产生的,且常规化学成分的测定较为简单和方便. 目前关于不同烘焙条件下白肋烟主要化学成分变化情况的研究已有较多报道<sup>[13-15]</sup>,但用一种简单的常规化学成分来表征白肋烟烘焙增香效果的方法尚鲜见报道. 本试验拟研究烘焙条件对挥发性碱性香味成分和主要常规化学成分的影响,以期找到一种简单的常规化学成分来表征白肋烟烘焙增香效果.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料和仪器

材料:白肋烟配方烟叶和料液,安阳卷烟厂提供;4-羟基苯甲酰肼,纯度98%,上海阿拉丁生化科技股份有限公司产;D-葡萄糖,分析纯,天津永大试剂公司产;柠檬酸,分析纯,天津致远试剂公司产;冰乙酸,分析纯,天津富宇试剂公司产;二氯甲烷,色谱纯,Dikma公司产;碱性香味物质标准曲线溶液(自制).

仪器:AB265-S型分析天平(感量:0.000 01 g),瑞士Mettler公司产;AA3连续流动分析仪,英国Seal Analytical公司产;6890-5973气相色谱-质谱联用仪,美国Agilent公司产;DHG-9023A型电热鼓风干燥箱,上海一恒公司产.

## 1.2 方法

**1.2.1 试验指标** 进料含水率(35%~38%) $\pm$ 1.5%,干燥终端含水率(8%~10%) $\pm$ 2%.

**1.2.2 试验方案的确定** 某烟厂现行白肋烟烘焙方法采用三段式烘烤工艺,温度波动范围为105~165 $^{\circ}$ C,烟叶经过烤机时间为11 min,经过每段干燥区时间约3 min.本试验利用单个烘箱模拟烤机的干燥区,以保证烘焙温度的准确性,并选择温度、时间范围分别为105.0~165.0 $^{\circ}$ C,4.0~11.0 min.以烘焙温度( $X_1$ )和烘焙时间( $X_2$ )为自变量,以不同烘焙条件下不同化学成分含量为响应值,利用Minitab 15进行响应面试验设计,选取加料后未经烘焙处理的烟叶作为空白对照组.每组试验平行测定两次.

**1.2.3 样品处理** 对白肋烟配方烟叶进行加料处理,密封贮存(>5 h),使烟叶水分达38%左右.按照响应面设计方案对贮存烟叶进行烘焙处理,测定出料含水率,烘焙处理后烟叶经35 $^{\circ}$ C低温烘焙至干,粉碎过40目筛,保存待用.

### 1.2.4 不同处理条件下常规化学成分的测定

按照文献[16-18]的方法分别测定白肋烟中还原糖、总糖、总氮、烟碱含量.

### 1.2.5 不同处理条件下挥发性碱性香味成分的测定

将40.0 g烟末、400 mL水置于1000 mL平底烧瓶中,将60 mL  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 置于100 mL梨形瓶中并加入少许沸石,分别接于同时蒸馏萃取装置的两端,同时蒸馏2.5 h.用20 mL体积分数5%的HCl洗涤3次,再用质量分数20%的NaOH调节其pH>14.用20 mL  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 萃取3次,加入无水硫酸钠冷藏过夜.过滤后加入1 mL乙酸苯乙酯(0.018 9 mg/mL)为内标,60 $^{\circ}$ C水浴浓缩至1 mL,进行GC-MS分析.采用内标法进行定量分析,分析条件如下.

色谱柱:FFAP(60.0 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25  $\mu\text{m}$ );进样量为1  $\mu\text{L}$ ,进样口温度为

230 $^{\circ}$ C,分流比为1:1.程序升温:50 $^{\circ}$ C(2 min) $\xrightarrow{2^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 100 $^{\circ}$ C $\xrightarrow{4^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 220 $^{\circ}$ C(20 min);电离电压为70 eV,离子源温度为230 $^{\circ}$ C,扫描离子范围为33~400 amu,质谱扫描方式为选择离子监测(SIM).

## 2 结果与讨论

### 2.1 烘焙条件对常规化学成分和碱性香味成分含量的影响

表1为在响应面设计方案和不同烘焙条件下,烘焙后白肋烟常规化学成分和碱性香味成分含量的检测结果.由表1可知:由变异系数可以看出,烘焙条件对碱性香味成分含量的影响最大,然后依次是还原糖、总糖、烟碱和总氮;与对照样相比,不同烘焙条件下,烘焙后白肋烟碱性香味成分含量基本呈升高趋势,还原糖和总糖含量均呈下降趋势,烟碱和总氮含量则有升有降,无明显规律性.造成糖含量降低、香味成分含量增加的主要原因是烘焙过程中糖基化合物与氨基化合物发生美拉德反应,产生了香味物质.

表2和表3所示回归分析结果表明:烘焙条件对碱性香味成分、还原糖、总糖含量均有极显著影响,决定系数分别为0.974 0,0.810 3和0.779 8.这是因为在烘焙过程中还原糖与烟中的氨基化合物发生美拉德反应,产生了香味物质.

综上所述,烘焙前后白肋烟碱性香味成分、还原糖、总糖含量的变化不仅具有规律性,且随着烘焙条件的改变其变化程度具有高度统计学意义,因此均可作为评价白肋烟烘焙增香效果的变量.碱性香味成分是白肋烟香味物质的重要组成部分,其含量高低与感官品质密切相关,因此可视为反映白肋烟烘焙增香效果的变量;糖类物质在烘焙过程中参与美拉德反应,其含量的变化可在一定程度上说明烘焙条件对美拉德反应程度的影响.

表1 响应面设计方案和不同烘焙条件下白肋烟常规化学成分和碱性香味成分测定结果

Table 1 Response surface methodology and the results of the determination of the chemical components and basic aroma components in burley tobacco under different baking conditions %

样品 序号	烘焙条件		碱性香味 成分	还原糖	总糖	烟碱	总氮
	温度/°C	时间/min					
1	105.0	7.5	2.637 0	0.279 8	0.776 5	4.448 2	3.701 7
2	113.8	5.0	2.332 3	0.278 2	0.772 2	4.511 0	3.818 3
3	113.8	10.0	2.736 2	0.271 6	0.789 3	4.491 9	4.080 1
4	156.2	5.0	3.024 0	0.266 6	0.784 6	4.286 6	3.873 2
5	156.2	10.0	4.768 5	0.233 3	0.739 6	4.301 9	3.764 2
6	165.0	7.5	4.655 7	0.243 2	0.783 1	4.180 4	3.819 8
7	135.0	4.0	2.426 9	0.321 3	0.880 7	4.444 1	3.958 8
8	135.0	11.0	3.288 7	0.252 5	0.779 6	4.695 8	3.860 2
9	135.0	7.5	3.109 7	0.279 7	0.837 1	4.302 7	3.922 2
10	135.0	7.5	2.852 7	0.279 8	0.852 2	4.330 3	3.880 7
11	135.0	7.5	2.991 2	0.292 6	0.874 1	4.475 3	3.966 8
12	135.0	7.5	2.912 3	0.300 0	0.895 4	4.386 7	3.974 9
13	135.0	7.5	2.900 0	0.291 2	0.881 4	4.421 0	3.915 3
变异系数			24.040 0	8.583 1	6.424 1	2.955 1	2.552 8
对照样			2.626 1	0.340 2	0.902 0	4.558 9	3.907 8

表2 还原糖、总糖和碱性香味成分的估计回归系数汇总表

Table 2 The summarizing form of estimating regression coefficients about reducing sugar and total sugar and alkaline aroma compounds

项目	还原糖		总糖		碱性香味成分	
	系数	<i>P</i>	系数	<i>P</i>	系数	<i>P</i>
常量	-0.230 2	0.236 0	-1.422 6	0.109 0	17.667 9	0.000 0
温度	0.009 0	0.009 0	0.031 3	0.002 0	-0.222 4	0.000 0
时间	-0.006 9	0.003 0	0.058 3	0.074 0	-0.691 7	0.007 0
温度与温度交互作用	-0.000 0	0.006 0	-0.000 1	0.002 0	0.000 8	0.000 0
时间与时间交互作用			-0.004 5	0.044 0		
温度与时间交互作用					0.006 4	0.002 0
决定系数		0.810 3		0.779 8		0.974 0

注: $P < 0.01$  为极显著; $0.01 < P < 0.05$  为显著;下同.

表3 还原糖、总糖和碱性香味成分回归方程方差分析的 *P* 值表Table 3 The *P* value form of anova of dual regression equation about reducing sugar and total sugar and alkaline aroma compounds

项目	还原糖	总糖	碱性香味成分
回归模型	0.001	0.010	0.000
线性	0.002	0.005	0.001
平方	0.006	0.004	0.001
还原糖与总糖交互作用			0.002
失拟	0.197	0.212	0.135

## 2.2 还原糖和总糖含量与碱性香味成分含量的关系

基于表1—表3数据,对不同烘焙条件下,烘焙后白肋烟还原糖、总糖与碱性香味成分含量3因素进行相关性分析,结果表明,碱性香味成分含量与还原糖含量呈极显著负相关关系(相关系数-0.789)、与总糖含量相关性不显著(相关系数-0.441).这是总糖中只有还原糖参与美拉德反应的结果.

以碱性香味成分含量为因变量、还原糖和总糖含量为自变量进行多元逐步回归分析,结果见表4—表6.

表4 方差分析表

Table 4 The form of ANOVA

模型	平方和	自由度	均方	<i>F</i>	<i>P</i>
回归	6.253	3	2.084	36.257	0.000
残差	0.517	9	0.057		
总计	6.770	12			

表5 模型回归统计

Table 5 The model regression statistics

模型	<i>R</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	调整 <i>R</i> <sup>2</sup>	标准估计的误差	Durbin-Watson
数值	0.961	0.924	0.898	0.240	2.454

表6 模型系数表

Table 6 The form of model coefficient

模型	非标准化系数		标准系数	<i>t</i>	<i>P</i>
	<i>B</i>	标准误差			
常量	43.724	7.601		5.753	0.000
还原糖	-281.487	55.411	-8.882	-5.080	0.001
还原糖与总糖交互作用	31.640	8.268	1.370	3.827	0.004
还原糖与还原糖交互作用	390.085	102.143	6.780	3.819	0.004

由表4可知,还原糖、总糖含量总体达到极显著水平.由表5可知,决定系数 *R*<sup>2</sup> 为0.924,说明根据还原糖和总糖含量能够很好地预测碱性香味成分含量,即两种糖含量可以作为评价白肋烟烘焙增香效果的指标.由表6的标准系数可知,还原糖含量对模型的贡献远大于总糖含量,因此实际应用时可以直接用还原糖含量表征白肋烟烘焙增香效果;通过对表6回归方程的系数进行分析可知,在试验温度和时间范围内,碱性香味成分含量随着还原糖含量的降低而升高,即烘焙后还原糖含量越低,美拉德反应越充分,白肋烟烘焙增香效果越好.

### 3 结论

本文利用烘箱模拟白肋烟烘焙过程,以温

度和时间为变量,采用响应面设计法研究了不同烘焙条件对白肋烟还原糖、总糖、烟碱和总氮等常规化学成分和碱性香味成分含量的影响,得到如下结论.

1)随着温度、时间等烘焙条件的变化,烘焙后白肋烟的碱性香味成分和还原糖、总糖含量均发生了显著变化,且烘焙条件对碱性香味成分含量的影响最大.常规化学成分中,还原糖和总糖含量的变化受烘焙条件的影响较大,烟碱和总氮含量受烘培条件影响较小;与对照样相比,白肋烟碱性香味成分含量在不同烘焙条件下烘焙后基本呈升高趋势,还原糖和总糖含量均呈下降趋势,烟碱和总氮含量变化无明显规律.这表明,烘焙条件会显著影响白肋烟烘焙增香效果.

2)不同烘焙条件下,烘焙后白肋烟的还原糖含量与碱性香味成分含量之间存在极显著负相关关系,表现为随着还原糖含量降低,碱性香味成分含量升高,即烘焙后还原糖含量越低,美拉德反应越充分,白肋烟烘焙增香效果越好.由标准化回归系数可知,还原糖含量对模型的贡献远大于总糖含量,因此实际应用时可以直接用还原糖含量表征白肋烟烘焙增香效果.将“还原糖含量降低最多”作为评价白肋烟烘焙增香效果好的依据,可以优化白肋烟烘焙工艺参数、提高工作效率、降低试验成本.

### 参考文献:

- [1] 于川芳,王兵,罗登山.部分国产白肋烟与津巴布韦、马拉维及美国白肋烟的分析比较[J].烟草科技,1999(4):1.
- [2] 谢剑平,赵明月,吴鸣,等.白肋烟重要香味物质组成的研究[J].烟草科技,2002(10):3.
- [3] 宋凌勇.关于白肋烟处理技术的探讨[J].广西烟草,2004(2):25.
- [4] 闫克玉,赵铭钦.烟草原料学[M].北京:科学出版社,2008:281.

- [5] DHRISTOSK A B. Casing and flavoring of blend cigarettes[J]. T A,1975(4):597.
- [6] 胡晓军,周小忠.白肋烟处理线加料系统的改进[J].浙江烟草,2004(3):44.
- [7] 王道宽,周跃飞,谢金栋.白肋烟叶片、叶丝二次加料研究[J].烟草科技,2013(1):13.
- [8] 王晓辉,段黎跃,廖春蓉.白肋烟处理工艺探讨[J].烟草科技,2001(8):10.
- [9] 卢杰英,吴金良,王加深,等.白肋烟处理前后化学成分的变化规律探讨[J].烟草科技,2000(10):3.
- [10] 陈建军.白肋烟烘焙关键工艺参数设置与加工质量[J].烟草科技,2007(6):12.
- [11] 堵劲松,王宏生,王兵,等.白肋烟加工工艺技术研究[J].烟草科技,2001(6):3.
- [12] 王芳,陈达,邵学广.近红外光谱与卷烟样品常规成分的关系模型研究[J].烟草科技,2002(5):23.
- [13] 丁乃红,言志景,查勇.干燥模式对混合型卷烟感官质量的影响[J].烟草科技,2012(7):13.
- [14] 陈子勇,朱巍,黄龙,等.白肋烟处理前后化学成分的变化及其处理工艺优化研究[J].湖北农业科学,2010,49(3):663.
- [15] 安毅,徐丽霞,杨靖,等.烘焙条件对白肋烟重要致香成分的影响[J].烟草科技,2012(10):56.
- [16] 中国国家标准化管理委员会.烟草及烟草制品水溶性糖的测定连续流动法:YC/T 159—2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [17] 中国国家标准化管理委员会.烟草及烟草制品总氮的测定连续流动法:YC/T 161—2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [18] 中国国家标准化管理委员会.烟草及烟草制品总植物碱的测定连续流动法:YC/T 160—2002[S].北京:中国标准出版社,2002.

## 本刊数字网络传播声明

本刊已许可万方数据资源系统、维普网、博看网、超星、中国科技论文在线、中教数据库、91阅读网等,以及中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中,以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。其相关著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我刊上述声明。