

潘义宏,李娃娃,蒋美红,等. 烟叶外观质量、常规化学成分与其感官质量的典型相关分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):384-388.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.123

烟叶外观质量、常规化学成分与其感官质量的典型相关分析

潘义宏¹, 李娃娃², 蒋美红¹, 资文华¹, 李岗¹, 郑武¹, 李文娟¹, 刘维涓¹

[1. 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 云南昆明 650106; 2. 普洱市烟草公司景谷县分公司, 云南景谷 666400]

摘要:以云南普洱烟区初烤烟叶为材料,通过对烟叶外观质量、常规化学成分进行因子分析或主成分分析,并在此基础上对烟叶外观质量、常规化学成分与感官质量指标间进行了典型相关分析。结果表明,外观质量、化学成分与感官质量之间的相关性均达到了显著水平($P < 0.05$);烟叶外观质量中的叶片结构、身份、颜色以及成熟度对香气、香气量、杂气、浓度、总分等贡献较大;烟叶的总植物碱含量(负相关)、总糖含量、钾氯比、钾离子含量、氮碱比对感官质量的香气、香气、浓度、余味等贡献较大。因此,对于普洱烟区云87烟叶来说,在烟叶生产中应通过优化种植技术、提高采收成熟度和烘烤水平等措施来提高烟叶的叶片结构、身份、颜色、成熟度,并适当提高钾氯比、氮碱比、总糖含量、钾离子含量,控制并适当减少烟叶总植物碱含量,最终达到有效提高烟叶品质的目的。

关键词:烟叶;外观质量;常规化学成分;感官质量;典型相关分析

中图分类号: TS411 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0384-05

烟叶的外观质量是通过眼看、手摸能够直接感触和识别的外部特点,研究表明,烟叶外观质量在一定程度上可反映出烟叶的内在品质,也便于烟叶质量的判定以及工业使用^[1-2]。烟叶常规化学成分是影响烟叶内在质量的基础^[3]。研究发现,烟叶中化学成分的总数达到1 172种之多,一般根据各成分之间的相关性选取其中最具代表性的几类作为衡量烟叶质量的指标(总糖含量、还原糖含量、总氮含量、烟碱含量、钾离子含量、氯离子含量、糖碱比、氮碱比、钾氯比等)^[4]。烟叶中这些主要的常规化学成分在很大程度上决定了烟气的特性,进而影响烟叶的品质^[5]。目前,感官质量是鉴定烟叶内在品质的主要方法^[6]。烟叶品质是各个指标综合表征的结果,简单地以烟叶某一项指标来评价烟叶质量是片面的^[7]。目前,该方面的研究主要集中在有关烟叶质量评价指标间的简单相关^[8-13]、偏相关或回归分析^[14-16],这些分析只能反映变量内各项指标之间的简单相关性,但难以客观反映2组变量整体间的内在联系。典型相关分析是研究2组变量间相关的一种统计方法,能较全面地反映变量组间的内在联系,广泛应用于变量组群之间的相互关系的研究中。因此,结合因子分析、主成分分析以及典型相关分析进一步分析烟叶外观质量、化学成分与其感官质量之间的关系,筛选出对烟叶品质影响较大的关键指标,为今后烟叶生产提供指导显得十分必要。

本研究选取2011—2013年云南普洱烟区具有代表性的48套云87品种烟叶样品进行外观质量、化学成分、感官质量之间的关系研究,明确对烟叶感官质量影响较大的指标,进而

在今后实际的烟叶生产中关注这些指标,通过优化或完善烟叶生产技术,提高这些指标的质量,最终达到改善普洱烟叶综合品质的目的。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取普洱烟区2011、2012、2013年云87初烤烟叶样品为试验材料,共计48套,按照当地调制方法进行。

1.2 取样与分析

分别选取X2F、B2F、C3F烟叶样品各3 kg用于分析。烟叶外观质量参照郑州烟草研究院制订的烤烟外观质量评价标准进行打分^[17];常规化学成分依据YC/T 160—2002《烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法》、YC/T 159—2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》、YC/T 162—2002《烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法》、YC/T 173—2003《烟草及烟草制品 钾的测定 火焰光度法》;YC/T 161—2002《烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法》等标准进行检测;组织10名评吸专家以YC/T 138—1998《烟草及烟草制品 感官评价方法》为基础按单料烟“标度值”标准统一进行感官质量评吸鉴定,采用“九分制”标准打分^[18]。

1.3 数据处理

数据使用SAS 9.1(statistical analysis system)软件进行因子分析(factor analysis)、主成分分析(principal component analysis,PCA)以及典型相关分析(canonical correlational analysis),显著性水平取0.05。

2 结果与分析

2.1 烟叶外观与感官质量的关联分析

2.1.1 烟叶外观质量指标间的单相关分析 烟叶叶片结构、

收稿日期:2014-10-24

基金项目:中国烟草总公司云南省公司科技项目(编号:2011YN75)。
作者简介:潘义宏(1983—),男,云南大理人,硕士,工程师,主要从事烟叶原料相关研究。E-mail:pyh198311@126.com。

通信作者:刘维涓,博士,高级工程师,主要从事烟草工艺、烟草化学和烟叶原料相关研究。E-mail:liuweijuan@reascend.com。

身份、色度、宽度等多个指标间都存在较强的相关性(表1)。同时 Bartlett 球度检验统计量的观测值 F 为 0.000,表明所取

数据来自正态分布总体。 KMO 值为 0.75,说明进行因子分析还好。

表1 烟叶外观质量指标间的单相关系数矩阵

类别	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A2	0.162						
A3	0.425*	0.117					
A4	0.318	0.023	0.909*				
A5	0.347	0.026	0.185	0.113			
A6	0.142	0.391	-0.661*	-0.724*	0.023		
A7	0.324	-0.282	0.104	0.003	0.350	-0.019	
A8	0.277	-0.120	0.575*	0.600*	0.331	-0.501*	0.395

注:A1~A8分别为颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度、长度和宽度。数据后标有“*”表示显著相关($P < 0.05$)。表6同。

2.1.2 烟叶外观质量因子分析 由表2可见,烟叶外观质量的前3个公共因子的累计率达到86.56%,可以反映原始变量的大部分信息。

表3为外观质量主成分最大正交旋转后因子载荷矩阵,外观质量的8个指标提取的3个主成分表达式如下:第1公因子以叶片结构、身份、色度的载荷较大,这3个指标与烟叶发育、细胞物质饱满程度有关,可以命名为发育因子,表达式为:Fac1 = 0.913 × 叶片结构 + 0.944 × 身份 - 0.818 × 色度;第2公因子以颜色、油分和叶片长度载荷相对较大,影响这几个指标较大的因素主要是烘烤条件,因此可以解释为烘烤因子,表达式为:Fac2 = 0.669 × 颜色 + 0.518 × 油分 + 0.638 × 长度;第3公因子由成熟度构成,可将其命名为成熟因子,表达式为:Fac3 = 0.751 × 成熟度 + 0.463 × 色度。

表2 因子分析初始解对原有变量总体描述(外观质量)

公共因子	特征值	贡献率(%)	累积贡献率(%)
Fac1	3.644	45.55	45.55
Fac2	1.972	24.65	70.20
Fac3	1.308	16.36	86.56

表3 外观质量主成分最大正交旋转后因子载荷矩阵

编号	成分	Fac1	Fac2	Fac3
A1	颜色	0.190	0.669	0.342
A2	成熟度	-0.024	-0.045	0.751
A3	叶片结构	0.913	0.241	0.180
A4	身份	0.944	0.113	0.086
A5	油分	0.076	0.518	0.014
A6	色度	-0.818	0.160	0.463
A7	长度	-0.008	0.638	-0.307
A8	宽度	0.571	0.453	-0.193

2.1.3 烟叶外观质量与感官质量的典型变量及结构分析 为了能够揭示出2组变量(外观质量和感官质量)之间的内在联系,把多个变量与多个变量之间的简单相关性转化为2组变量之间的关系,进一步以提取的烟叶外观质量主成分组和感官质量主成分组为变量,然后采用典型相关分析对烟叶外观质量与感官质量指标之间关系进行典型相关分析。表4中列出了烟叶外观质量与感官质量的典型分析结果及典型变量构成,4对典型变量的相关系数达到了显著水平($P < 0.05$),说明烟叶外观质量与感官质量之间存在较强的关联。

2.1.4 烟叶外观质量与感官质量的典型相关线性表达式 表5为烟叶外观质量与感官质量的典型相关线性表达式,各

表4 外观质量与感官质量的典型相关性分析

典型变量	序号	典型相关系数	标准化的典型相关系数	P 值
发育因子	I	0.859	0.794	0.013
	II	0.678	0.531	0.036
烘烤因子	I	0.839	0.776	0.011
成熟因子	I	0.709	0.584	0.024

因子与感官质量典型相关线性表达式如下。

(1)发育因子与感官质量典型相关线性表达式。第I对典型变量表达式。发育因子: $V_1 = 1.396 \times$ 叶片结构 + 0.848 × 身份 + 0.851 × 色度 + 0.417 × 宽度;感官质量: $W_1 = 0.649 \times$ 香气质 + 0.493 × 香气量 + 0.558 × 杂气 - 0.748 × 浓度 + 0.712 × 刺激 + 0.066 × 余味 - 0.188 × 燃烧性 + 1.508 × 总分。

第II对典型变量表达式。发育因子: $V_2 = 1.305 \times$ 叶片结构 + 1.737 × 身份 + 0.004 × 色度 + 0.991 × 宽度;感官质量: $W_2 = -0.027 \times$ 香气质 + 0.635 × 香气量 - 1.415 × 杂气 + 0.520 × 浓度 + 0.183 × 刺激 + 0.379 × 余味 - 0.270 × 燃烧性 + 0.115 × 总分。

从上述表达式可知,在第I对典型变量中,烟叶发育因子中的叶片结构对感官质量的总分、香气质、刺激和浓度贡献较大,其中与浓度表现为负相关关系。在第II对典型变量中,烟叶发育因子中的身份指标对感官质量的杂气、香气量和浓度贡献较大,其中与杂气表现为负相关关系。

(2)烘烤因子与感官质量典型相关线性表达式。典型变量表达式为:烘烤因子: $V_1 = 0.624 \times$ 颜色 - 0.070 × 油分 + 0.640 × 长度;感官质量: $W_1 = -0.003 \times$ 香气质 - 0.027 × 香气量 - 0.646 × 杂气 + 0.445 × 浓度 + 0.378 × 刺激 + 0.440 × 余味 + 0.219 × 燃烧性 + 0.894 × 总分。

从上述表达式可知,烟叶烘烤因子中的颜色、长度对感官质量的总分、浓度、余味、杂气贡献较大,其中对杂气是负相关关系。

(3)成熟因子与感官质量典型相关线性表达式。典型变量表达式为:成熟因子: $V_1 = -0.311 \times$ 成熟度 - 0.837 × 色度;感官质量: $W_1 = -0.544 \times$ 香气质 - 0.390 × 香气量 - 0.773 × 杂气 - 0.648 × 浓度 + 0.750 × 刺激 + 0.243 × 余味 - 0.021 × 燃烧性 - 1.268 × 总分。

从上述表达式可知,烟叶成熟因子中的成熟度、色度对感官质量的总分、杂气、浓度、香气质、香气量、刺激贡献较大,其与刺激为负相关。

表5 烟叶外观与感官质量的典型相关线性表达式

典型相关与变量	序号	典型相关线性表达式
发育因子与 感官质量	I	$V_1 = 1.396A_3 + 0.848A_4 + 0.851A_6 + 0.417A_8$ $W_1 = 0.649Z_1 + 0.493Z_2 + 0.558Z_3 - 0.748Z_4 + 0.712Z_5 + 0.066Z_6 - 0.188Z_7 + 1.508Z_8$
	II	$V_2 = 1.305A_3 + 1.737A_4 + 0.004A_6 + 0.991A_8$ $W_2 = -0.027Z_1 + 0.635Z_2 - 1.415Z_3 + 0.520Z_4 + 0.183Z_5 + 0.379Z_6 - 0.270Z_7 + 0.115Z_8$
烘烤因子与 感官质量	I	$V_1 = 0.624A_1 - 0.070A_5 + 0.640A_7$ $W_1 = -0.003Z_1 - 0.027Z_2 - 0.646Z_3 + 0.445Z_4 + 0.378Z_5 + 0.440Z_6 + 0.219Z_7 + 0.894Z_8$
	I	$V_1 = -0.311A_2 - 0.837A_6$ $W_1 = -0.544Z_1 - 0.39Z_2 - 0.773Z_3 - 0.648Z_4 + 0.750Z_5 + 0.243Z_6 - 0.021Z_7 - 1.268Z_8$

注: $A_1 \sim A_8$ 分别为颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度、长度、宽度; $Z_1 \sim Z_8$ 分别表示香气质、香气量、杂气、浓度、刺激、余味、燃烧性、总分。

2.2 烟叶常规化学成分与感官质量的关联分析

2.2.1 基于均值化的烟叶常规化学成分的主成分分析

烟叶常规化学成分中多个指标间都存在较强的相关性(表6),

同时 Bartlett 球度检验统计量的观测值 F 为 0.000, 表明所取数据来自正态分布总体。KMO 值为 0.73, 说明进行因子分析还好, 适合进行主成分分析。

表6 烟叶常规化学成分指标间的单相关系数矩阵

类别	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8
C_2	-0.370							
C_3	0.847 *	-0.475						
C_4	-0.657 *	-0.161	-0.602 *					
C_5	-0.294	0.642 *	-0.358	0.166				
C_6	-0.779 *	0.318	-0.610 *	0.779 *	0.474			
C_7	0.763 *	-0.091	0.640 *	-0.876 *	-0.243	-0.860 *		
C_8	0.250	0.392	0.233	-0.836 *	0.004	-0.495	0.768 *	
C_9	0.126	-0.286	0.228	-0.225	-0.853 *	-0.350	0.105	-0.029

注: $C_1 \sim C_9$ 分别为总糖、钾离子、还原糖、总植物碱、氯离子、总氮、糖碱比、氮碱比、钾氯比。

对 9 个常规化学成分指标进行主成分分析, 所得相关的特征值, 根据特征值大于 1 的原则提取了 3 个主成分, 累计方差贡献率达 93.02%, 反映了原始变量的绝大部分信息(表7)。

表7 烟叶常规化学成分全部解释方差表

主成分	特征值	方差贡献率 (%)	累计方差贡献率 (%)
Fac1	4.779	53.10	53.10
Fac2	2.333	25.92	79.02
Fac3	1.260	14.00	93.02

表8为常规化学主成分最大正交旋转后因子载荷矩阵, 常规化学的9个指标提取的3个主成分表达式如下: 第1主成分以总糖、还原糖、总植物碱、糖碱比的 Fac1 单独解释原始变量信息的 53.10%, 载荷相对较大, 可以代表烟叶糖碱因子, 表达式为: $\text{Fac1} = 0.395 \times \text{总糖} + 0.387 \times \text{还原糖} - 0.384 \times \text{总植物碱} + 0.409 \times \text{糖碱比}$; 第2主成分以钾离子、氯离子、钾氯比贡献率为 25.92%, 以钾离子、氯离子、钾氯比的载荷相对较大, 可以代表钾氯因子, 表达式为: $\text{Fac2} = 0.525 \times \text{钾离子} + 0.425 \times \text{氯离子} - 0.648 \times \text{钾氯比}$; 第3主成分由总氮和氮碱比构成, 其对总方差的贡献率为 14.00%, 可视为氮因子, 表达式为: $\text{Fac3} = -0.429 \times \text{总氮} + 0.475 \times \text{氮碱比}$ 。

2.2.2 烟叶常规化学成分与感官质量的典型变量及结构分析 采用典型相关分析对烟叶常规化学成分(糖碱因子、钾氯因子、氮因子)与感官质量指标之间关系进行典型相关分

表8 常规化学成分质量主成分最大正交旋转后因子载荷矩阵

常规化学成分	Fac1	Fac2	Fac3
总糖	0.395	-0.069	0.361
钾离子	-0.182	0.525	-0.333
还原糖	0.387	-0.188	0.307
总植物碱	-0.384	-0.306	0.172
氯离子	-0.254	0.425	0.409
总氮	0.010	-0.063	-0.429
糖碱比	0.409	0.245	0.054
氮碱比	0.254	-0.212	0.475
钾氯比	0.180	-0.648	-0.346

析。表9中列出了烟叶常规化学成分与感官质量的典型分析结果及典型变量构成, 5 对典型变量的相关系数达到了显著水平 ($P < 0.05$), 说明烟叶常规化学成分与感官质量之间存在较强的关联。

表9 烟叶常规化学成分与感官质量的典型相关分析

典型变量	序号	典型相关系数	标准化的典型相关系数	P 值
糖碱因子	I	0.739	0.549	0.038
	II	0.600	0.395	0.049
钾氯因子	I	0.806	0.687	0.042
	II	0.685	0.577	0.047
氮因子	I	0.618	0.387	0.021

2.2.3 烟叶常规化学成分与感官质量的典型相关线性表达式 根据标准化典型相关系数, 得到各化学成分分子同感官质量的典型相关线性表达式(表10)。

表 10 烟叶常规化学成分与感官质量的典型相关线性表达式

典型相关与变量	序号	典型相关线性表达式
糖碱因子与感官质量	I	$V_1 = 0.726C_1 + 0.249C_3 - 1.035C_4 - 0.279C_7$ $W_1 = -0.066Z_1 + 0.688Z_2 - 0.095Z_3 + 0.484Z_4 - 0.205Z_5 - 0.216Z_6 + 0.023Z_7 - 0.239Z_8$
	II	$V_2 = -2.258C_1 + 1.398C_3 + 1.242C_4 + 1.773C_7$ $W_2 = 0.287Z_1 + 0.962Z_2 - 0.665Z_3 - 0.861Z_4 - 0.713Z_5 + 0.995Z_6 + 0.414Z_7 - 0.727Z_8$
钾氯因子与感官质量	I	$V_1 = -0.894C_2 + 1.803C_5 + 1.982C_9$ $W_1 = 1.333Z_1 - 0.351Z_2 - 0.803Z_3 + 0.961Z_4 + 0.622Z_5 + 0.451Z_6 + 0.237Z_7 - 0.465Z_8$
	II	$V_2 = 1.121C_2 - 1.044C_5 + 0.026C_9$ $W_2 = -0.800Z_1 + 0.198Z_2 - 0.379Z_3 - 1.108Z_4 - 1.006Z_5 + 0.285Z_6 + 0.179Z_7 + 0.114Z_8$
氮因子与感官质量	I	$V_1 = 0.026C_6 + 1.013C_8$ $W_1 = 1.136Z_1 - 0.148Z_2 + 0.522Z_3 - 1.093Z_4 + 0.548Z_5 + 0.011Z_6 - 0.577Z_7 + 0.717Z_8$

注: $C_1 \sim C_9$ 分别代表总糖、钾离子、还原糖、总植物碱、氯离子、总氮、糖碱比、氮碱比、钾氯比; $Z_1 \sim Z_8$ 分别代表香气质、香气量、杂气、浓度、刺激性、余味、燃烧性、总分。

(1) 糖碱因子与感官质量典型相关线性表达式。第 I 对典型变量表达式。糖碱因子: $V_1 = 0.726 \times$ 总糖 $+ 0.249 \times$ 还原糖 $- 1.035 \times$ 总植物碱 $- 0.279 \times$ 糖碱比; 感官质量: $W_1 = -0.066 \times$ 香气质 $+ 0.688 \times$ 香气量 $- 0.095 \times$ 杂气 $+ 0.484 \times$ 浓度 $- 0.205 \times$ 刺激性 $- 0.216 \times$ 余味 $+ 0.023 \times$ 燃烧性 $- 0.239 \times$ 总分。

第 II 对典型变量表达式。糖碱因子: $V_2 = -2.258 \times$ 总糖 $+ 1.398 \times$ 还原糖 $+ 1.242 \times$ 总植物碱 $+ 1.773 \times$ 糖碱比; 感官质量: $W_2 = 0.287 \times$ 香气质 $+ 0.962 \times$ 香气量 $- 0.665 \times$ 杂气 $- 0.861 \times$ 浓度 $- 0.713 \times$ 刺激性 $+ 0.995 \times$ 余味 $+ 0.414 \times$ 燃烧性 $- 0.727 \times$ 总分。

从上述表达式可知, 第 I 对典型变量中, 烟叶糖碱因子中的总植物碱含量、总糖含量对感官质量的香气量、浓度贡献较大; 第 II 对典型变量中, 烟叶总糖含量对烟气中的香气量、余味贡献较大。说明减少烟叶总植物碱的含量、提高总糖含量能在一定程度上达到增加烟气香气量、浓度以及改善余味的目的。

(2) 钾氯因子与感官质量典型相关线性表达式。第 I 对典型变量表达式。钾氯因子: $V_1 = -0.894 \times$ 钾离子 $+ 1.803 \times$ 氯离子 $+ 1.982 \times$ 钾氯比; 感官质量: $W_1 = 1.333 \times$ 香气质 $- 0.351 \times$ 香气量 $- 0.803 \times$ 杂气 $+ 0.961 \times$ 浓度 $+ 0.622 \times$ 刺激性 $+ 0.451 \times$ 余味 $+ 0.237 \times$ 燃烧性 $- 0.465 \times$ 总分。

第 II 对典型变量表达式。钾氯因子: $V_2 = 1.121 \times$ 钾离子 $- 1.044 \times$ 氯离子 $+ 0.026 \times$ 钾氯比; 感官质量: $W_2 = -0.800 \times$ 香气质 $+ 0.198 \times$ 香气量 $- 0.379 \times$ 杂气 $- 1.108 \times$ 浓度 $- 1.006 \times$ 刺激性 $+ 0.285 \times$ 余味 $+ 0.179 \times$ 燃烧性 $+ 0.114 \times$ 总分。

从上述表达式可知, 在第 I 对典型变量中, 烟叶钾氯因子中的钾氯比对感官质量的香气质贡献较大, 并且呈正相关; 在第 II 对典型变量中, 烟叶钾离子含量对烟气中的浓度、刺激贡献较大。说明增加烟叶钾离子含量和钾氯比能在一定程度上达到提高烟叶香气质, 减小烟气刺激的目的。

(3) 氮因子与感官质量典型相关线性表达式。第 I 对典型变量表达式。氮因子: $V_1 = 0.026 \times$ 总氮 $+ 1.013$ 氮碱比; 感官质量: $W_1 = 1.136 \times$ 香气质 $- 0.148 \times$ 香气量 $+ 0.522 \times$ 杂气 $- 1.093 \times$ 浓度 $+ 0.548 \times$ 刺激性 $+ 0.011 \times$ 余味 $- 0.577 \times$ 燃烧性 $+ 0.717 \times$ 总分。

从上述表达式可知, 在第 I 对典型变量中, 烟叶氮因子中的氮碱比对感官质量的香气质、浓度贡献较大, 其中与烟气浓度呈负相关。说明在一定范围适当增加氮碱比能提高烟气的香气质, 但会在一定程度上减少烟气浓度。

3 讨论与结论

烟叶的外观质量是化学组成和微观结构的表面现象^[19]。结合外观质量因子分析以及与感官质量的典型相关分析可知, 烟叶外观质量中的叶片结构、身份、颜色和成熟度等指标对烟叶感官质量有较大影响。其中叶片结构和身份对感官质量的总分、香气质、香气量、杂气和浓度(负相关)影响较大。研究表明, 叶片结构疏松的烟叶, 其细胞发育良好, 细胞间隙较大, 糖类物质积累充分, 吸食品质较好^[20]。一般而言, 此类烟叶氮含量、碱含量低于叶片结构较紧密的烟叶(未熟、尚熟), 致使烟气浓度较低, 本研究结果与之一致。身份是表征烟叶厚薄、密度、单位面积质量综合状态的指标, 较多地受到栽培技术的影响, 烟叶身份过厚或过薄, 导致其香气量不足, 感官品质欠佳^[21]。本研究中身份指标对感官质量的杂气(负相关)、香气量和浓度贡献较大, 说明在生产过程中提高烟叶身份能改善普洱烟叶的感官质量。研究中烟叶的颜色对感官质量的总分、浓度、余味、刺激、杂气贡献较大, 而影响烟叶颜色较大的因素为烘烤技术, 说明提升烟叶感官品质在很大程度上依赖于烘烤技术的提高。烟叶成熟度是外观质量中的中心因素^[22-23], 本研究中烟叶成熟因子对感官质量的第 1 主成分中的总分、杂气、浓度、香气质、香气量、刺激贡献较大, 说明采收成熟度对烟叶感官质量有较大影响, 因此应该在生产过程中重视烟叶的田间采收成熟度。本研究中烟叶成熟度对外观质量的贡献仅达到 16.36%, 可能是由于本研究的烟叶样品成熟度均为成熟档次采收的缘故。中国烟草种植区划中烟叶的颜色、成熟度、叶片结构、身份等 4 项指标在外观质量评价体系中所占权重最大, 达到 72%^[24], 本研究筛选出的 4 项指标与之相吻合。

烟叶化学成分是烟叶质量的内在因素, 其含量及协调程度与烟叶质量有一定的相关性^[25-27]。结合常规化学成分主成分分析以及与感官质量的典型相关分析可知, 烟叶的总糖含量、总植物碱含量、钾离子含量、钾氯比、氮碱比对烟叶感官质量有较大影响。具体表现为: 烟叶的总植物碱含量、总糖含

量对感官质量的香气量、浓度贡献较大;烟叶总糖含量对烟气中的香气量、余味贡献较大;烟叶中的钾氯比对感官质量的香气质贡献较大;烟叶钾离子含量对烟气中的浓度、刺激贡献较大;烟叶中的氮碱比对感官质量的香气质、浓度贡献较大,其中与浓度呈负相关。说明减少烟叶总植物碱的含量、增加总糖含量能在一定程度上达到增加烟气香气量、浓度以及改善余味的目的;增加烟叶钾离子含量、钾氯比能在一定程度上达到提高烟叶香气质、减小烟气刺激的目的;在一定范围适当增加氮碱比能提高烟气的香气质,但会一定程度减少烟气浓度。本研究中筛选出的5项化学指标与烟草行业对烟叶化学成分赋值^[28-30]较大的指标基本一致。因此,对于普洱烟区云87烟叶来说,通过优化农艺措施来增加总糖含量、钾离子含量、钾氯比、氮碱比,控制总植物碱含量能有效提高烟叶感官综合品质。

综上所述,通过对普洱烟区云87烟叶3年的品质跟踪研究表明,该烟区烟叶外观质量中的叶片结构、身份、颜色,常规化学成分中的总糖含量、总植物碱含量、钾含量、钾氯比、氮碱比等指标对初烤烟叶感官质量影响较大。因此,在实际的烟叶生产中关注这些指标,通过改善或完善烟叶生产技术(如增施钾肥、增加土壤有机质含量、控制含氮肥料施加、合理打顶留叶、提高烟叶采收成熟度、优化烘烤技术等),使生产条件和生产技术向着这些指标好的方向目标发展,最终达到改善烟叶综合品质的目的。

烟叶质量受生态环境、品种、栽培技术等因素综合影响^[31],本研究只针对普洱烟区开展研究,对该烟区的生产具有一定的参考价值,本研究方法还可以为其他烟区烟叶生产提供一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1]梁洪波,李念胜,元建,等.烤烟烟叶颜色与内在品质的关系[J].中国烟草科学,2002,23(1):9-11.
- [2]王欣.湖北烟区烤烟质量综合评价及与国内外优质烤烟的差异分析[D].郑州:河南农业大学,2008.
- [3]杜文,谭新良,易建华,等.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.
- [4]阎克玉,李兴波,阎洪洋,等.烤烟(40级)烟叶焦油量与燃烧性的相关性研究[J].郑州轻工业学院学报,1998,13(1):8-13.
- [5]孙建锋,刘霞,李伟,等.不同生态条件下烤烟化学成分相似性研究[J].中国烟草科学,2006,27(3):22-24.
- [6]邓国宾,曾晓鹰,薛红芬,等.烤烟游离氨基酸与感官质量的相关性研究[J].中国烟草科学,2011,32(5):14-19,23.
- [7]胡建军,周冀衡,李文伟,等.烤烟香味成分与其感官质量的典型相关分析[J].烟草科技,2007(3):9-15,22.
- [8]杜咏梅,郭承芳,张怀宝,等.水溶性糖、烟碱、总氮含量与烤烟吃味品质的关系研究[J].中国烟草科学,2000,21(1):9-12.
- [9]高家合,秦西云,谭仲夏,等.烟叶主要化学成分对评吸质量的影响[J].山地农业生物学报,2004,23(6):497-501.
- [10]毕淑峰.云南烤烟评吸质量与化学成分的关系研究[J].黄山学院学报,2005,7(3):61-63.
- [11]蔡宪杰,王信民,尹启生,等.成熟度与烟叶质量的量化关系研究[J].中国烟草学报,2005,11(4):42-46.
- [12]邓小华,周冀衡,陈新联,等.烟叶质量评价指标间的相关性研究[J].中国烟草学报,2008,14(2):1-8.
- [13]邓小华,周冀衡,赵松义,等.单料烤烟烟气粒相物与质量评价指标间的相关性研究[J].中国烟草科学,2010,31(1):60-64.
- [14]邓小华.湖南烤烟区域特征及质量评价指标间关系研究[D].长沙:湖南农业大学,2007:246-263.
- [15]汪修奇,邓小华,李晓忠,等.湖南烤烟化学成分与焦油的相关、途径及回归分析[J].作物杂志,2010(2):32-35.
- [16]邓小华,陈冬林,周冀衡,等.烤烟物理性状与焦油量的相关、途径及回归分析[J].烟草科技,2009(7):53-56.
- [17]蔡宪杰,王信民,尹启生,等.烤烟外观质量指标量化分析初探[J].烟草科技,2004(6):37-39,42.
- [18]敖金成,赵剑华,戴勋,等.有机种植方式对烟叶产量和内在品质的影响[J].福建农业学报,2012,27(6):606-610.
- [19]左天觉.烟草的生产、生理和生物化学[M].朱尊权,译.上海:上海远东出版社,1993.
- [20]李东亮.基于化学成分的烟草质量评价方法研究与应用[D].郑州:河南农业大学,2008.
- [21]胡战军,马林,程昌新,等.烤烟外观质量与感官评吸指标间的关系分析[J].云南农业大学学报,2011,26(6):809-814.
- [22]唐远驹.关于烟叶的可用性问题[J].中国烟草科学,2007,28(1):1-5.
- [23]蔡宪杰,刘茂林,谢德平,等.提高上部烟叶工业可用性技术研究[J].烟草科技,2010(6):10-17.
- [24]王彦亭,谢剑平,李志宏,等.中国烟草种植区划[M].北京:科学出版社,2010.
- [25]谢已书,武圣江,向章敏,等.不同装烟方式对烤后烟叶中性和酸性香气成分含量的影响[J].江苏农业科学,2013,41(11):317-320.
- [26]苏德成,中国农业科学院烟草研究所.中国烟草栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2005:85-102.
- [27]李德仑,韦克苏,翟欣,等.散叶插签装烟方式对烤烟烘烤性能的影响[J].江苏农业科学,2013,41(11):321-323.
- [28]李葆,刘春奎,闫启峰,等.湖北恩施烟区烤烟化学成分特点及综合评价[J].江西农业学报,2010,22(5):12-14,18.
- [29]罗华,邓小华,张光利,等.邵阳市主产烟县烤烟化学成分特征与可用性评价[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2009,35(6):623-627.
- [30]李晓婷,亚平,何元胜,等.云南省临沧烟区烤烟化学成分特征及空间分布[J].烟草科技,2013(1):53-57.
- [31]邓小华,周清明,周冀衡,等.烟叶质量评价指标间的典型相关分析[J].中国烟草学报,2011,17(3):17-22.