

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.01.037

烟丝挥发性香味物质与卷烟感官质量的相关性研究

Study on the correlation between volatile aroma substances and sensory quality of cigarettes

郭华诚 张月华 李阳光 许克静

GUO Hua-cheng ZHANG Yue-hua LI Yang-guang XU Ke-jing

(河南中烟工业有限责任公司, 河南 郑州 450016)

(China Tobacco Henan Industry Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450016, China)

摘要:选取中国市场价为每条 200~300 元的卷烟(30 个样品)为研究对象,采用同时蒸馏萃取法测定其挥发性香味物质含量,并对其感官质量进行评价。运用简单相关分析、逐步回归分析和主成分分析对各项指标间的相关性进行了统计分析。结果表明:不同卷烟烟丝中的总香味含量,各类香味物质和感官评价结果符合正态分布;不同卷烟烟丝中致香成分和感官质量之间具有一定的相关性,其中,卷烟香气和杂气与烟丝所含的总香味物质以及大部分香味物质呈显著正相关。得到香气和谐调性指标的预测模型方程,经显著性测验均达到了极显著水平。总香味物质含量、新植二烯、酮类、醛类和酚类是主要的影响因子,其中,总香味物质含量是影响卷烟感官质量的主体因子。

关键词:香味物质;感官质量;相关分析;逐步回归分析;主成分分析

Abstract: 30 samples of cigarettes, in price of 200~300 yuan, were selected from the domestic market for the study. The volatile aroma substances were determined by simultaneous distillation extraction, and its sensory quality was evaluated. According to the analysis of basic correlation, stepwise regression analysis and principal component, the correlation between the indicators was analyzed statistically. The results showed that the total aroma content of cigarettes in different cigarettes, various flavoring substances and sensory evaluation were with normal distribution. Among the different kinds of cigarettes, a correlation between tobacco aroma constituents and the sensory quality was found. Among them, the cigarettes aroma and miscellaneous gas and the total aroma substances containing in tobacco and most of

the scent material were significantly positive correlation. The two predictive model equations of aroma and harmony were obtained, and the significant test was achieved. The main influence factors were neophytadiene, ketones, aldehydes, phenols and total aromal level, which was the main factor of sensory quality.

Keywords: aroma substances; sensory quality; correlation analysis; stepwise regression analysis; principal components analysis

卷烟作为特殊嗜好品,感官质量是衡量其吸食品质的因素,感官质量及吸食品质的优劣,很大程度上取决于烟丝中的香味物质^[1-2]。香味物质主要包括生产过程中的外加香以及烟丝本身所含的致香物质两部分,其含量配比及相互作用决定了卷烟香气,即决定了卷烟的感官质量^[3-4]。王文静等^[5]对不同地区烟叶中的中性致香成分含量进行了分析,运用同时蒸馏萃取前处理方法,以乙酸苯乙酯为内标,对分别种植在中国河南、湖北、广东等地具备不同生态条件特征的烟草中性致香物质进行 GC-MS/SIM 分析和研究,最终准确测定了卷烟中 β -紫罗兰酮、糠醇等 34 种中性香味成分;朱忠等^[6]对中上部不同成熟度烤烟烟叶的主要化学成分和香味物质组成关系进行了研究,研究结果以中性香味成分含量作为主要考量指标,并采用同时蒸馏萃取装置结合毛细管 GC 及 GC/MS 对香味成分进行分离、定性和定量,分析测定了异佛尔酮、氧化异佛尔酮、 β -大马酮、 β -二氢大马酮等 22 种重要香味成分,结果表明,大多数香味物质的含量及所测物质中醛类、酮类、醇类的总量都随着成熟度的增加而呈增加的趋势。香气成分的种类及含量直接影响卷烟的香气量、谐调性、余味、杂气、刺激性等感官指标。鉴于此,通过对致香物质含量进行定性定量分析,厘清烟丝挥发性香味物质与类型卷烟感官质量的相关性,对卷烟烟丝的质量评价及卷烟配方维护具有重要意义。

作者简介:郭华诚(1980—),男,河南中烟工业有限责任公司工程师,硕士。E-mail:517389082@qq.com

收稿日期:2018-09-08

卷烟配方维护是卷烟生产质量控制中的重要一环,配方维护需要根据成品卷烟的香气、余味、协调性、杂气和刺激性等指标,对产品的稳定性进行评价^[7]。传统的维护方式是通过专业的评吸人员对烟草进行感官评吸,凭借经验对卷烟的感官质量给予打分;打分结果与标准分值对比一致则说明产品稳定,否则就需要修改产品的配方、工艺等参数。由于需要人员参与,这就难免引入人为的主观误差。为了改善现有的配方维护方法,消除人为误差,获得更精准的配方维护结果,本研究对中国市场价为每条 200~300 元的卷烟(30 个样品)烟丝进行致香成分分析及卷烟的感官质量评吸,并对致香成分与感官评价进行统计学相关性分析研究,旨在厘清烟丝挥发性香味物质与类型卷烟感官质量的相关性及关联强度。依据官能团的不同,可将致香成分分为醛类、酮类、醇类、酚类、呋喃类、酯和内酯类和氮杂环类 7 类^[8-10]。为深入并细化致香成分与感官质量的相关性分析,本研究尝试从卷烟烟丝中致香物质基团的角度来探析影响卷烟感官质量的关键因素,从而进一步提高卷烟配方维护的精准性,并为优质卷烟配方设计提供方法指导与理论支撑。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

1.1.1 材料

卷烟:中国市场价为每条 200~300 元的。

1.1.2 仪器

同时蒸馏提取器:型号 SDE,郑州市科技玻璃仪器厂;

气-质联用分析仪:GC 7890A/MS 5975C 型,美国 Agilent 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品香味成分的分析方法 采用同时蒸馏萃取方法(SDE)提取各卷烟烟丝中的香味物质,称取 30 g(精确至 0.1 mg)烟末样品放入同时蒸馏萃取装置一端的 1 000 mL 圆底烧瓶中,加入 30 g 氯化钠和 350 mL 蒸馏水,用控温

电热套加热,装置的另一端为盛有 60 mL 的 CH_2Cl_2 的浓缩瓶,水浴加热,同时蒸馏萃取 2.5 h,结束后,加入 1 mL 内标乙酸苯乙酯溶液(0.755 0 mg/mL),将其浓缩至 1.0 mL,转移至色谱瓶中,并进行 GC-MS 分析^[11]。利用 NIST08 谱库对卷烟烟丝中各香味成分进行定性分析。每组试验重复 3 次,取平均值。采用内标法进行定量分析,致香成分检测结果取均值。

对影响卷烟感官质量的各类致香物质含量应用 SPSS 统计分析软件做主成分分析,首先进行 Bartlett 球形度检验,KMO 的检验值为 0.527,KMO 值 >0.5 ,且 $P < 0.01$,因此可以对原始数据进行因子分析。

1.2.2 样品的感官评价方法 分别取 30 个卷烟样品,将卷烟在恒温恒湿箱中平衡 48 h。卷烟感官评吸鉴定由黄金叶生产制造中心感官评吸评委依据 GB 5606.4—2005 评价方法从香气、协调、杂气、刺激性以及余味方面进行感官评价。

2 结果与分析

2.1 评吸指标与致香成分的基本统计

烟丝中的香味成分和卷烟感官评吸及数据分析结果见表 1、2。

由表 2、3 可以看出,除酮类、酚类和醛类物质评价指标值的分布偏度较大外,其他评价指标值的分布基本上符合正态分布。从标准差和变异系数看,卷烟烟丝中主要致香成分含量的评价指标值都较大,而卷烟感官质量的评价指标值都较小。

2.2 评吸指标与致香成分的相关性

评吸指标与致香成分的相关性计算依据 Pearson 相关系数计算公式获取相关系数绝对值,根据相关系数的绝对值越大,说明相关性越强的原则,可进一步运用计算机分析软件进行检验分析。不同卷烟烟丝中的各类致香物质与感官质量的双变量相关统计分析(Bivariate)结果见表 3。

表 1 卷烟样品致香成分指标值的描述统计量

Table 1 Descriptive statistics of incense-causing component index values of cigarette samples ($n=30$)

评价指标	均值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	最大值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	最小值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	标准差	偏度	峰度	变异系数/%
总香味物质	1 325.36	1 736.23	1 023.51	159.32	0.52	0.15	15.39
新植二烯	428.51	652.05	376.75	65.75	0.58	0.09	12.13
酮类	159.32	338.15	129.85	49.15	1.69	2.83	22.63
醛类	13.26	22.88	8.52	2.88	1.26	1.77	19.78
醇类	184.17	269.59	117.36	39.28	0.23	0.02	24.31
酯类	185.34	362.17	49.87	85.93	0.59	0.16	45.82
呋喃类	4.15	5.66	2.16	0.57	-0.18	0.97	13.26
酚类	27.91	89.78	10.28	14.89	1.96	3.88	59.21
氮杂环类	12.88	22.63	6.89	2.98	0.27	-0.12	23.75

表 2 卷烟样品感官评吸质量评价指标值的描述统计量

Table 2 Descriptive statistics of sensory evaluation index values of cigarette samples (n=30)

评价指标	均值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	最大值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	最小值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	标准差	偏度	峰度	变异系数/%
香气	29.12	31.00	28.00	0.95	0.03	0.13	8.12
谐调	5.02	5.50	4.50	0.39	0.16	0.73	7.89
刺激性	11.08	11.50	10.50	0.41	0.29	0.22	5.18
杂气	18.01	18.50	17.50	0.49	0.41	0.67	5.35
余味	22.36	23.00	22.00	0.52	0.43	1.15	6.21

表 3 不同卷烟烟丝中各类致香物质与评吸质量间的相关性[†]

Table 3 Correlation between all kinds of aromatic substances in different cigarette filaments and smoking quality evaluation

致香类别	香气质	香气量	浓度	刺激性	杂气	余味
总香味量	0.49**	0.38*	0.23	0.15	0.29*	0.21
新植二烯	0.19	0.52**	0.18	0.23	0.28	0.19
酮类	0.28*	0.18	0.26	-0.05	0.02	0.08
醛类	0.19	0.03	0.10	0.06	-0.05	0.02
醇类	0.07	0.08	0.16	-0.03	0.09	0.06
酯类	0.53**	0.33*	0.21	0.15	0.19	0.15
呋喃类	0.09	0.18	0.11	-0.08	0.03	-0.08
酚类	0.51**	0.41**	0.28	0.16	0.27	0.27
氮杂环类	0.12	0.03	0.15	-0.25	-0.19	-0.28

† *表示显著水平为5%，**表示显著水平为1%。

从表 3 可看出,香气与卷烟烟丝中总香味含量、酯类、酮类、酚类和新植二烯致香物质含量呈显著正相关;总香味含量与杂气呈显著正相关;刺激性和余味与各类致香物质不具有相关性。这些相关性对指导卷烟配方的研制和维护有重要的参考价值。

2.3 致香成分与评吸指标的逐步回归分析

分别以测定的致香物质总香味量、新植二烯、酮类、醛类、醇类、酯类、呋喃类、酚类和氮杂环类为自变量 $X_1 \sim X_9$,以评吸指标中的香气(Y_1)、谐调(Y_2)、刺激性(Y_3)、杂气(Y_4)和余味(Y_5)为因变量,进行逐步回归分析,得到回归方程并进行显著性测验。

$$Y_1 = 2.723 1 + 0.008 1X_1 + 0.066 5X_3 + 0.024 1X_6 + 0.021 7X_8 \quad (R = 0.962 3), \quad (1)$$

$$Y_2 = 0.174 9 + 0.000 9X_1 + 0.005 6X_2 + 0.002 6X_6 + 0.059 9X_8 \quad (R = 0.953 8). \quad (2)$$

上述分析结果表明,香气与致香物质总香味量、酮类、酯类和酚类存在着极显著的线性关系;谐调和致香物质总香味量、新植二烯、酯类和酚类存在着极显著的线性关系。这两个预测模型为预测和估计香气和谐调性提供

了参考依据。

2.4 各类致香物质主成分分析

根据方差累计贡献率 $>80\%$ 的原则^[12],提取了 4 个主成分,其特征值分别为 5.162, 1.836, 0.795, 0.702, 各个主成分的方差贡献率分别为 53.2%, 13.5%, 8.9%, 7.8%, 累积贡献率达 83.4%, 即包含了烟叶致香成分 83.4% 的信息。各主成分贡献率依据主成分分析中前 K 个因子的方差贡献率,计算公式为:前 K 个因子特征根的值之和与所有因子特征根的总和的比值。各类致香成分的主成分分析结果见表 4。

表 4 各主成分特征值和贡献率

Table 4 Characteristic values and contribution rates of each principal component

因子	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	5.162	0.532	0.532
2	1.836	0.135	0.667
3	0.795	0.089	0.756
4	0.702	0.078	0.834
5	0.682	0.070	0.904
6	0.431	0.035	0.939
7	0.128	0.028	0.967
8	0.101	0.021	0.988
9	0.029	0.012	1.000

对因子载荷矩阵进行旋转,利用所设定的方差极大法得到结果见表 5。由表 5 可知,不同类别的致香物质对卷烟香味影响差距较为明显,其中,新植二烯、醇类和氮杂环类致香物质对卷烟香味影响较小,在具体叶组配方时,可根据不同致香物质的种类、含量及重要程度进行卷烟香味调节。

根据表 5 中各主成分在各个变量上的载荷,可以得出由主成分系数和标准化变量组成的前 4 个主成分的表达式:

$$F_1 = 0.858X_1 + 0.018X_2 + 0.853X_3 + 0.817X_4 - 0.086X_5 + 0.689X_6 + 0.438X_7 + 0.887X_8 + 0.432X_9, \quad (3)$$

表 5 主成分因子旋转后的载荷矩阵

Table 5 Load matrix after principal component factor rotation

变量	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
总香味量	0.858	0.139	0.399	0.119
新植二烯	0.018	0.796	0.158	-0.015
酮类	0.853	-0.010	0.082	-0.038
醛类	0.817	0.169	-0.201	0.172
醇类	-0.086	0.134	0.799	-0.101
酯类	0.689	0.326	0.103	0.425
呋喃类	0.438	0.158	-0.058	0.889
酚类	0.887	-0.171	0.011	-0.213
氮杂环类	0.432	0.493	0.051	0.099

$$F_2 = 0.139X_1 + 0.796X_2 - 0.01X_3 + 0.169X_4 + 0.134X_5 + 0.326X_6 + 0.158X_7 - 0.171X_8 + 0.493X_9, (4)$$

$$F_3 = 0.399X_1 + 0.158X_2 + 0.082X_3 - 0.201X_4 + 0.799X_5 + 0.103X_6 - 0.058X_7 + 0.011X_8 + 0.051X_9, (5)$$

$$F_4 = 0.119X_1 - 0.015X_2 - 0.038X_3 + 0.172X_4 - 0.101X_5 + 0.425X_6 - 0.889X_7 - 0.213X_8 - 0.099X_9. (6)$$

从关系表达式可看出,总香味含量、醛类、酚类和酮类在第 1 主成分上有较高的正载荷,说明第 1 主成分可以体现这些指标的信息;氮杂环类和新植二烯对第 2 主成分影响较大;总香味含量和醇类对第 3 主成分影响较大;对第 4 主成分影响较大的是呋喃类和酯类。

3 结论

(1) 不同卷烟烟丝中致香成分和评吸质量之间具有一定的相关性,其中,卷烟评吸指标香气和杂气与所含的总香味物质以及大部分香味物质呈显著正相关;刺激性和余味与各类致香物质不具有相关性。由此,在追求卷烟烟香的同时,要充分考虑致香物质附带的杂气对卷烟感官质量的负面影响,针对不同叶组配方可通过精确的量化配比试验,确定卷烟的最佳致香状态。

(2) 对致香成分和评吸指标进行多元线性逐步回归分析,得到香气和谐调的 2 个预测模型方程,经显著性测验均达到了极显著水平,均可作为预测和估计卷烟香气和谐调性提供参考依据。另外,总香味含量、酮类、新植二烯、酚类和醛类作为影响卷烟感官质量的主要影响因子,总香味含量对感官质量的影响尤为关键。该结果对卷烟产品维护及新型卷烟配方的设计具有积极意义。

烟丝挥发性香味物质与类型卷烟感官质量相关性研究有助于为卷烟配方制定及维护提供标准设定依据,从而实现稳定卷烟产品的感官质量和吸食品质的目的。但当前尚未能形成烟丝挥发性香味物质标准数据库,如能构建标准数据库,将有助于排除因不同评吸人员感官差

异造成的卷烟产品香味不稳定因素,这也是下一步研究的方向。

参考文献

[1] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 45-50.

[2] SWAIN A P, JUN R F P, STEDMANR L. Composition studies on tobacco XXI: The headspace vapours of leaf[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2010, 17(8): 349-353.

[3] 于川芳, 李晓红, 罗登山, 等. 玉溪烤烟外观质量因素与其主要化学成分之间的关系[J]. 烟草科技, 2005(1): 5-7.

[4] 肖协忠, 王放, 贺英, 等. 烤烟致香成分与香气质量的相关性分析[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(6): 1-6.

[5] 李炎强, 洗可法. 顶空共蒸馏法分析烟草中性香味成分[J]. 中国烟草学报, 1997, 12(1): 18-20.

[6] 朱忠, 洗可法. 中上部不同成熟度烤烟烟叶与主要化学成分和香味物质组成关系的研究[J]. 中国烟草学报, 2008, 23(1): 15-18.

[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): 3-8.

[8] 于建军, 庞天河, 任晓红, 等. 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.

[9] 于建军, 庞天河, 章新军, 等. 鄂西南烤烟吸食质量与致香物质的关系[J]. 华中农业大学学报: 自然科学版, 2006(4): 25-28.

[10] 刘宇, 颜合洪. 烟草致香物质的研究进展[J]. 作物研究, 2006, 20(5): 470-474.

[11] 吴宁宁, 杨俊, 张天栋, 等. 卷烟的感官特征与其烟丝提取物 GC/MS 数据之间的关系[J]. 烟草科技, 2013(11): 31-35.

[12] 张文彤, 董伟. SPSS 统计分析高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013: 168-175.

(上接第 169 页)

[24] ZHANG Feng-xiang, WANG Zhang, XU Shi-ying, et al. Purification and Characterization of a Radical Scavenging Peptide from Rapeseed Protein Hydrolysates [J]. Journal of the American Oil Chemists Society, 2009, 86(10): 959-966.

[25] REN Yao, WU Hui, LAI Fu-rao, et al. Isolation and identification of a novel anticoagulant peptide from enzymatic hydrolysates of scorpion (Buthusmartensii, Karsch) protein[J]. Food Research International, 2014, 64(Complete): 931-938.

[26] ZHANG Shao-bing. In vitro antithrombotic activities of peanut protein hydrolysates[J]. Food Chemistry, 2016, 202: 1-8.

[27] ZHAO Lei, WANG Xuan, ZHANG Xiao-lei, et al. Purification and identification of anti-inflammatory peptides derived from simulated gastrointestinal digests of velvet antler protein (Cervuselaphus Linnaeus) [J]. Journal of Food & Drug Analysis, 2016, 24(2): 376-384.