



徐秀娟,洪祖灿,柴国璧,等. 基于香气活性值的烟草提取物成分分析及感官作用评价[J]. 轻工学报, 2023,38(2):63-71.
XU X J, HONG Z C, CHAI G B, et al. Component analysis and sensory evaluation of tobacco extracts based on aroma activity values[J]. Journal of Light Industry, 2023,38(2):63-71.
DOI: 10.12187/2023.02.008

基于香气活性值的烟草提取物成分分析及感官作用评价

徐秀娟¹, 洪祖灿², 柴国璧¹, 陈群², 杨春强¹, 操晓亮², 胡军¹, 张峰²

1. 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 河南 郑州 450001;
2. 福建中烟工业有限责任公司 技术中心, 福建 厦门 361021

摘要: 为探究烟草提取物中香韵特征成分对卷烟风格特征的影响, 采用亚临界萃取-分子蒸馏技术, 制备了产自福建、贵州、湖南的3种烟草提取物, 考查焦甜香、奶香、豆香、辛香、果香、酸香、坚果香、花香特征成分在3种烟草提取物中的质量浓度及香气活性值(OAV)分布, 通过嗅香和卷烟抽吸评价 OAV 的改变对烟草提取物风格特征的影响。结果表明: 福建、贵州、湖南3种烟草提取物的香韵特征成分总质量浓度分别为 2 427.62 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 、3 688.96 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 、4 628.06 $\mu\text{g}/\text{mL}$; 焦甜香、奶香、酸香和花香在3种烟草提取物中占比不同, 福建烟草提取物以花香、焦甜香和奶香为主, 贵州烟草提取物和湖南烟草提取物均以酸香和花香为主, 但两种香韵在不同烟草提取物中的 OVA 占比不同; 依据3种提取物香韵特征成分 OAV 的差异, 在福建烟草提取物的基础上定向补加各香韵特征成分的代表性成分, 复配物的清香型风格特征弱化, 浓香型风格特征逐渐增强。

关键词: 烟草提取物; 香韵特征成分; 香气活性值; 风格特征

中图分类号: TS49; TQ657⁺.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-1553(2023)02-0063-09

0 引言

20世纪50年代, 研究人员依据香气特性将烤烟烟叶划分为浓香型、清香型和中间香型3种类型^[1-3]; 2019年, 罗登山等^[4]在3种传统香型的基础上, 通过生态、感官、化学、代谢4个维度的划分和交叉验证, 将全国烟叶划分为8种类型, 构建了全国烤

烟烟叶风格区划体系。烟叶香型的划分在烟叶原料的高效利用、叶组配方设计、品牌特征彰显等方面发挥了重要作用。烟叶的香气风格是由遗传基因、生态环境、栽培技术、调制技术等共同作用的结果, 其表现程度与其化学组成密切相关。目前, 关于不同香型烟叶, 或同一香型不同产区烟叶的常规化学成分(总糖、还原糖、总植物碱、总氮、钾、氯等)^[5-10]、

收稿日期: 2022-03-11

基金项目: 国家烟草专卖局创新平台科研活动稳定支持专项项目(国烟科[2021]171号); 福建中烟工业有限责任公司科技项目(闽烟工[2019]3号)

作者简介: 徐秀娟(1986—), 女, 河南省焦作市人, 中国烟草总公司郑州烟草研究院高级工程师, 博士, 主要研究方向为烟用香料开发及应用。E-mail: xxjwin@163.com

通信作者: 张峰(1980—), 男, 山东省泰安市人, 福建中烟工业有限责任公司高级工程师, 主要研究方向为香原料开发及应用。E-mail: zf10409@fjtict.cn

半挥发性香气成分^[11]、挥发性香气成分^[12-14]的差异性分析已有较多报道,获得了部分香气成分及其组成差异性相关数据,但这些香气成分自身作用、阈值及其对烟叶香气的贡献有待系统研究。

在食品领域,为了定量表征食品中挥发性香气成分的贡献,T. E. Acree 等^[15]提出了香气活性值(Odor Activity Value, *OAV*)的概念,*OAV*指香气成分的质量浓度与其感官阈值的比值,因而 *OAV* 更能有效反映复杂体系中各类香气成分的贡献。近年来,科研工作者^[16-20]将 *OAV* 的概念引入烟草行业,分析了卷烟主流烟气粒相物中烟熏香、酸香、焦甜香、奶香、豆香、清(青)香等特征成分;此外,还将 *OAV* 用于同一类型不同产区烟叶风格特征差异性分析,揭示不同产地烟叶的香韵特征^[21]。然而,基于 *OAV* 分析烟叶自身香气成分的组成及贡献的研究还鲜有报道^[22]。鉴于此,本文拟以产自福建、贵州、湖南3个地区的烟叶为主要材料,采用亚临界萃取-分子蒸馏法制备烟草提取物,对烟草提取物的焦甜香、奶香、豆香、辛香、果香、酸香、坚果香、花香等香韵特征成分的质量浓度、*OAV* 等进行分析,并对烟草提取物的复配及相似性进行评价,以期探明不同类型烟草提取物香韵特征成分的差异,为烟草提取物的定向开发和风格强化提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 主要材料、试剂和仪器

主要材料:福建尤溪 YLC02-2016 片烟、贵州遵义务川 C3F-2015 片烟、湖南永州宁远 C3FL-2016 片烟、空白卷烟,均由福建中烟工业有限责任公司技术中心提供。

主要试剂:食用乙醇(体积分数 95%,若无特指,下同),新乡酒精厂产;二甲醚(纯度 $\geq 99\%$),中油化工有限责任公司产;液氮,河南源正科技发展有限公司产;滤膜(0.22 μm),中国天津津腾公司产。

主要仪器:CP224S 型电子天平(感量 0.000 1 g),德国 Sartorius 公司产;R-210 型旋转蒸发仪,瑞士 Buchi 公司产;7890GC-5977 MS 型气质联用色谱仪,美国 Agilent 公司产;DLSB-5/20 型低温冷却循

环泵,郑州长城仪器有限公司产;HH-ZKYY 型多功能油浴锅,巩义市予华仪器有限公司产;PL6500 型低温冰箱,美国 Thermo 公司产;CBE-5 L 型亚临界溶剂小样处理设备,河南省亚临界生物技术有限公司产;FW-200 型中药粉碎机,浙江永康帅通工具有限公司产;KDL 5 型分子蒸馏仪,德国 UIC 公司产。

1.2 实验方法

1.2.1 烟草提取物的制备 将烟叶粉碎后装入 200 目样品袋,置于萃取罐中,抽真空并向萃取罐内注入二甲醚作为萃取溶剂,料液比($m(\text{烟叶}):V(\text{二甲醚})$)为 1:20,再加入食用乙醇作为夹带剂(用量为二甲醚的 0.04 倍),萃取温度为 30 $^{\circ}\text{C}$,萃取时间为 20 min,萃取 3 次。萃取结束后对样品和液体溶剂分别进行脱除溶剂处理,从萃取罐下部抽出液体溶剂后,再从萃取罐上部抽出气化的溶剂,待样品中的溶剂完全脱除后,取出样品。从萃取罐下部抽出的含有提取物的液体溶剂,经蒸发气化分离溶剂,得到粗提物;在搅拌条件下向烟草粗提物中缓慢倒入 10 倍量的食用乙醇,加热至 50 $^{\circ}\text{C}$ 并保持 40 min,使其充分溶解;待溶液冷却至室温后,转移至冰箱中冷冻(-20 $^{\circ}\text{C}$)过夜;抽滤后,滤液经减压浓缩至无溶剂,得到烟叶净油,3 种烟叶(福建、贵州、湖南)净油的产率分别为 2.73%、2.87%、2.68%。

称取上述烟叶净油,为增加其流动性,分别加入等量的丙二醇,混合均匀后转移至分子蒸馏仪进料罐中,将蒸馏温度设置为 60 $^{\circ}\text{C}$,待压力达到 0.1 Pa 时,即开始进料;在进料速度 1.5 mL/min、搅拌速度 160 r/min 条件下收集轻组分,即为烟草提取物。3 种烟草提取物的得率分别为 43.42%(福建,1#样品)、45.93%(贵州,2#样品)、44.34%(湖南,3#样品)。

1.2.2 复配物的制备 以食用乙醇为溶剂,将 1#样品稀释 1.17 倍后,加入奶香、豆香、辛香、果香、酸香、坚果香、花香特征成分的香韵代表性成分(选取原则:优先选取 *OAV*>1 的成分,按照从大到小的原则选取 1—3 种贡献较大的成分作为该香韵的代表性成分,当代表性成分为两种或两种以上时,则这些成分间的 *OAV* 比值与其在 2#或 3#样品中的比值保持一致)制备成 4#、5#样品,使 4#和 5#样品的 *OAV* 总和分别与 2#和 3#样品保持一致(其中 4#样品对应 2#

样品,5[#]样品对应3[#]样品),各香韵代表性成分的添加量如表1所示。根据该方法,同时调配出OAV为2[#]和3[#]样品0.5倍、2倍和3倍的样品,分别标记为4[#]-0.5、4[#]-2、4[#]-3、5[#]-0.5、5[#]-2、5[#]-3。

1.2.3 烟草提取物的成分剖析 取烟草提取物(1[#]、2[#]和3[#]样品)100 μL,经溶剂稀释后(酸香测定所用溶剂为二氯甲烷,其他香韵测定所用溶剂均为丙酮)加入内标,混匀后进行GC-MS分析,每个样品测定2次,取平均值。焦甜香、奶香、豆香、辛香、果香、酸香、坚果香、花香特征成分的测定参照文献[17, 19-20]进行。

1.2.4 感官评价 挑选质量和吸阻均匀一致的空白卷烟样品,使用食用乙醇将3种烟草提取物及8种复配物稀释至质量分数为10%后,将其注射于空白卷烟中,注射量为5 μL/支,开始和结束时的注射点距烟丝端分别为5 mm和55 mm。注射完毕后,将卷烟样品装入烟盒中,密封于温度(22±2)℃和相对湿度(60±5)%条件下,放置1周。请7位已取得卷烟感官评吸资格证书的专业人员进行嗅香和卷烟抽吸评价,嗅香评价关注的指标为干草香、清香、果香、辛香、木香、花香、药草香、烘焙香、焦香、甜香和酸香;抽吸评价重点考查复配物4[#]-0.5、4[#]-2、4[#]-3与2[#]及5[#]-0.5、5[#]-2、5[#]-3与3[#]的相似度。

表1 4[#]和5[#]样品中各香韵代表性成分的添加量

Table 1 Addition of representative components of each fragrance in 4[#] and 5[#]

香韵特征	代表性成分	添加量/(μg·mL ⁻¹)	
		4 [#] 样品	5 [#] 样品
奶香	丙位壬内酯	18.22	9.76
	香兰素	5.18	1.50
豆香	丙位己内酯	3.48	3.28
辛香	二氢丁香酚	0.03	0.03
	丁香酚	0.08	0.08
坚果香	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪	0.05	0.07
果香	乙酸卞酯	7.28	10.33
	二氢猕猴桃内酯	930.33	453.01
酸香	异戊酸	44.11	56.88
	正戊酸	70.65	68.82
	3-甲基戊酸	137.23	20.55
花香	苯乙酸乙酯	14.14	17.76
	大马酮	22.73	89.56
	二氢大马酮(反式)	12.81	32.45

2 结果与讨论

2.1 3种烟草提取物中各香韵特征成分分布

3种烟草提取物中各香韵特征成分及其质量浓度如表2所示。由表2可知,共鉴定出119种化合物,其中焦甜香、奶香、豆香、辛香、果香、酸香、坚果香、花香特征成分分别为11种、8种、1种、8种、16种、19种、33种和23种。许多致香成分兼具多种香韵,例如:大马酮和二氢大马酮具有强烈的玫瑰香气,还有清香、果香和烟叶香韵,本文将其归为花香。

焦甜香特征成分中质量浓度最高的为麦芽酚(179.58~337.43 μg/mL),其次为四氢糠醇和4-羟基-2,5-二甲基-3(2H)-呋喃酮,其中四氢糠醇在3种烟草提取物中的分布差异较大,在1[#]样品中仅为0.80 μg/mL,而在2[#]和3[#]样品中分别高达55.79 μg/mL和44.60 μg/mL,分别为1[#]样品的69.74倍和55.75倍。

奶香特征成分中质量浓度最高的为羟基丙酮(44.93~164.24 μg/mL),其次为丙位壬内酯(33.25~59.03 μg/mL),其他化合物的质量浓度均低于10.00 μg/mL。

豆香特征成分仅检出丙位己内酯,其质量浓度在3种烟草提取物中差异不大。辛香特征成分中除了丁香醛(3.45~3.56 μg/mL)之外,其他成分质量浓度均低于0.30 μg/mL。

果香特征成分中质量浓度最高的是二氢猕猴桃内酯,在3种烟草提取物中差异最明显,2[#]样品中二氢猕猴桃内酯质量浓度占果香成分总量的94.83%。2[#]样品中果香特征成分的总质量浓度最高(701.20 μg/mL),而1[#]样品中鉴定出的果香特征成分种类最少(9种),质量浓度最低(207.25 μg/mL)。

酸香特征成分的质量浓度普遍较高,其中乙酸和丙酮酸成分在3种烟草提取物中的质量浓度均较高,乙酸在3[#]样品中高达2 434.46 μg/mL;丙酸和2-甲基丁酸在2[#]样品和3[#]样品中的质量浓度也高于50.00 μg/mL;3[#]样品中酸香成分总质量浓度最高,1[#]样品中最低,该结果与文献[5]相符。

坚果香特征成分虽然化合物种类最多,但大多数化合物的质量浓度较低,仅2-乙酰基吡咯、苯并

表2 3种烟草提取物中各香韵特征成分及其质量浓度

Table 2 The mass concentration of each aroma characteristic components in three tobacco extracts

香韵特征	化合物名称	质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)			香韵特征	化合物名称	质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)		
		1#样品	2#样品	3#样品			1#样品	2#样品	3#样品
焦甜香	2-甲基四氢呋喃-3-酮	1.43	0.59	0.57	酸香	乙酸	453.67	1484.34	2434.46
	1-羟基-2-丁酮	3.05	1.66	1.65		丙酸	29.90	56.22	81.52
	糠醛	3.84	0.34	0.13		异丁酸	0.90	17.97	15.24
	四氢糠醇	0.80	55.79	44.60		丁酸	2.82	3.66	2.89
	2,5-二甲基-3(2H)-呋喃酮	0.07	0.05	0.04		丙酮酸	81.37	188.80	163.18
	3-甲基-2-环戊烯-1-酮	0.63	0.82	0.75		2-甲基丁酸	3.20	55.63	57.34
	5-甲基糠醛	2.49	1.78	1.89		异戊酸	6.30	38.49	40.90
	乙基环戊烯醇酮	0.66	1.24	1.38		4-戊烯酸	1.17	1.19	1.40
	麦芽酚	337.43	179.58	251.15		正戊酸	11.17	61.44	49.51
	4-羟基-2,5-二甲基-3(2H)-呋喃酮	11.59	4.95	4.10		2-乙基丁酸	0.00	0.04	0.06
奶香	2-酮丁酸	—	0.21	0.18	2-甲基戊酸	0.04	0.24	0.36	
	2,3-戊二酮	3.85	1.41	0.49	3-甲基-2-丁烯酸	0.46	1.71	1.49	
	3,4-己二酮	0.11	0.06	0.07	惕格酸	4.15	20.53	31.57	
	3-羟基-2-丁酮	1.61	0.94	0.67	3-甲基戊酸	1.08	119.96	14.78	
	羟基丙酮	164.24	88.89	44.93	4-甲基戊酸	0.64	5.45	1.80	
	丙位庚内酯	0.05	0.04	0.08	己酸	15.30	65.74	46.30	
	丙位壬内酯	59.03	33.89	33.25	草莓酸	0.10	0.07	0.24	
	香兰素	6.94	9.59	5.10	2-甲基己酸	0.01	0.08	0.10	
	巴豆酸	0.61	0.71	0.74	庚酸	2.62	7.64	6.65	
	豆香	丙位己内酯	6.86	6.65	6.46	2,6-二甲基吡啶	0.01	0.03	0.03
辛香	6-甲基-3,5-戊二烯-2-酮	0.02	0.24	0.26	4-甲基噻唑	0.01	0.00	0.01	
	茴香脑	—	0.08	0.12	2,5-二甲基噻唑	0.01	0.01	0.02	
	4-(2-呋喃基)-3-丁烯-2-酮	—	0.02	0.03	2,6-二甲基吡嗪	—	—	0.01	
	对甲氧基苯甲醛	0.01	0.22	0.11	2,4-二甲基吡啶	0.01	0.01	0.01	
	二氢丁香酚	—	0.03	0.03	2-乙基-4-甲基噻唑	0.01	0.00	0.00	
	丁香酚	0.02	0.07	0.08	2,3-二甲基吡嗪	—	—	0.01	
	百里香酚	—	0.06	0.06	2-丙基吡啶	0.00	—	—	
	丁香醛	3.49	3.56	3.45	2,4,5-三甲基噻唑	0.00	0.00	0.01	
	乙酸乙酯	6.60	14.79	11.17	3-乙基吡啶	0.00	—	—	
	丙酸甲酯	0.05	0.15	0.09	2-乙基-5-甲基吡嗪	—	0.00	0.01	
丙酸乙酯	—	0.42	0.17	2-异丁基吡啶	0.00	0.01	0.01		
丁酸乙酯	0.04	0.03	0.00	2,3,5-三甲基吡嗪	0.00	0.01	0.04		
2-呋喃基乙酮	0.08	—	—	2-乙基-3-甲基吡嗪	0.01	0.01	0.02		
甲基庚烯酮	—	—	2.42	2-丙基吡嗪	0.01	0.00	—		
a-萜品烯	—	0.03	0.04	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪	—	0.03	0.05		
柠檬烯	4.02	2.92	0.49	2,3-二甲基-5-乙基吡嗪	0.01	0.14	0.15		
卞醇	—	—	8.55	2,3,5,6-四甲基吡嗪	0.01	0.04	0.22		
乙酸卞酯	—	5.10	9.15	2,3-二乙基-5-甲基吡嗪	—	0.00	0.00		
2-癸酮	3.64	0.55	0.23	2-乙酰基呋喃	0.15	0.04	0.13		
癸酸乙酯	—	2.53	0.93	吡咯	0.32	0.13	0.07		
异戊酸苯乙酯	—	1.26	0.67	4-甲基-5-乙基噻唑	0.02	0.03	0.03		
二氢猕猴桃内酯	186.05	664.98	401.96	苯甲醛	0.16	0.20	0.22		
异戊酸桂酯	0.63	2.51	—	2-糠酸甲酯	0.04	0.02	0.03		
乙酰丙酸	6.14	5.93	6.17	2-乙酰基-3-甲基吡嗪	—	—	0.03		
				2-乙酰基-1-甲基吡咯	0.00	0.07	0.06		
				2,4-二甲基苯甲醛	—	0.01	0.01		

续表 2

香韵特征	化合物名称	质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)			香韵特征	化合物名称	质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)		
		1#样品	2#样品	3#样品			1#样品	2#样品	3#样品
坚果香	5-甲基-2-噻吩甲醛	0.01	0.06	0.05	花香	对甲基苯乙酮	0.41	1.05	0.63
	3-乙酰基吡啶	1.39	4.13	3.68		橙花醇	—	—	0.95
	苯并噻唑	0.15	14.91	8.75		苯乙酸乙酯	4.53	15.77	18.54
	2-乙酰基吡咯	63.27	104.54	144.07		乙酸苯乙酯	—	—	6.07
	2-丙酰吡咯	0.09	0.17	0.22		苯亚甲基丙酮	307.55	67.76	0.55
	4-甲基-5-(2-乙酰氧乙基)噻唑	0.20	0.25	0.70		大马酮	4.89	25.37	93.50
花香	庚醇	—	3.02	—		二氢大马酮(反式)	2.04	14.29	33.88
	仲辛醇	—	5.70	2.58		α -紫罗兰酮	0.62	1.57	3.53
	苯乙酮	—	0.79	—		对羟基苯乙酮	0.08	—	—
	邻羟基苯乙酮	—	0.06	—		香叶基丙酮	7.36	52.28	103.27
	1-壬醇	6.32	—	—		β -紫罗兰酮	3.50	13.75	31.54
	1-苯基-1,2-丙二酮	0.92	—	1.83		橙花叔醇	—	5.85	—
	苯甲酸乙酯	0.09	—	—		假紫罗兰酮	28.65	54.73	176.66
	甲酸苯乙酯	—	—	0.99		金合欢醇乙酸酯	519.28	5.58	30.08
						金合欢基丙酮	44.52	72.66	170.59

注:—表示未检出,下同;0.00表示质量浓度低于0.01 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 或OAV低于0.01。

噻唑、3-乙酰基吡啶的质量浓度较高,其他成分几乎均低于1.00 $\mu\text{g}/\text{mL}$;苯并噻唑在3种烟草提取物中的质量浓度差异较大,在2#样品中质量浓度最高(14.91 $\mu\text{g}/\text{mL}$),在1#样品中仅为2#样品的0.01倍。

花香特征成分的分布在3种烟草提取物中各不相同,1#样品中金合欢醇乙酸酯、苯亚甲基丙酮的质量浓度较高,两者的总量为826.83 $\mu\text{g}/\text{mL}$,占1#样品花香总成分的88.83%;2#样品中质量浓度较高的为金合欢基丙酮、苯亚基丙酮、假紫罗兰酮和香叶基丙酮;3#样品中质量浓度较高的为假紫罗兰酮、金合欢基丙酮、香叶基丙酮和大马酮,其中金合欢醇乙酸酯质量浓度为1#样品的0.06倍,而苯亚甲基丙酮的质量浓度仅为0.55 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

对比3种烟草提取物的化学成分可知,各香韵特征成分的化合物种类区别较小,但质量浓度变化较大。表3为3种烟草提取物中各香韵组群质量浓度及OAV分布结果。由表3可知,8种香韵特征成分中,豆香和辛香的特征成分的质量浓度最低,且3种烟草提取物间的区别不大,豆香特征成分质量浓度为6.46~6.86 $\mu\text{g}/\text{mL}$,辛香特征成分质量浓度为3.54~4.28 $\mu\text{g}/\text{mL}$;花香、酸香、果香、焦甜香、奶香和坚果香质量浓度较高,且不同样品间各不相同。1#样品以花香、酸香和焦甜香为主,占比分别为38.34%、25.33%和14.91%;2#样品以酸香和果香为主,占比分别为57.72%和19.01%;3#样品以酸香和花香为主,占比分别为63.74%和14.59%。

表3 3种烟草提取物中各香韵特征成分质量浓度及OAV分布结果

Table 3 The mass concentration and OAV distribution of each aroma characteristic component in three tobacco extracts

香韵特征	质量浓度/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)			OAV		
	1#样品	2#样品	3#样品	1#样品	2#样品	3#样品
焦甜香	361.99	247.01	306.44	393.58	181.12	181.75
奶香	236.44	135.53	85.33	330.45	329.68	215.47
豆香	6.86	6.65	6.46	0.42	0.40	0.39
辛香	3.54	4.28	4.14	1.07	7.79	7.80
果香	207.25	701.20	442.04	1.79	9.25	8.85
酸香	614.90	2 129.20	2 949.79	178.19	1 283.10	1 002.57
坚果香	65.88	124.86	158.67	0.22	5.34	7.45
花香	930.76	340.23	675.19	440.63	1 253.83	3 167.87
总计	2 427.62	3 688.96	4 628.06	1 346.35	3 070.51	4 592.15

2.2 3种烟草提取物中各香韵特征成分 OAV 分析

采用三点选配法测定各香韵特征成分在乙醇中的嗅觉阈值,并计算各成分的 OAV, OAV>1 的共计 38 种,其中焦甜香、奶香、辛香、坚果香、果香、酸香、花香特征成分分别为 3 种、3 种、3 种、2 种、3 种、12 种和 12 种,结果见表 4。焦甜香特征成分中 4-羟基-2,5-二甲基-3(2H)-呋喃酮和麦芽酚的感官贡献突出,占 1#样品焦甜香韵 OAV 的 99.60%。奶香特征成分中有显著贡献的是香兰素和丙位壬内酯,虽然羟基丙酮的质量浓度较高(表 1),但其阈值高达 445.79, OAV<1,因而其贡献可忽略。酸香特征成分中乙酸、异戊酸、正戊酸、3-甲基戊酸 OAV 均较高,尤其是异戊酸, OAV 高达 427.67(2#样品)和 454.44(3#样品)。花香特征成分中,二氢大马酮的 OAV 高达 2 117.50(3#样品),对花香的贡献最高。辛香、果香、坚果香特征成分的 OAV 均较低,对烟草提取物风格特征的贡献较低。

结合表 3 可知,1#样品的 OAV 总和最低

(1 346.35),3#样品最高(4 592.15)。3 种烟草提取物 OAV 分布的相似之处在于,豆香、辛香、果香和坚果香对样品的贡献均低于其他 4 种香韵,对烟草提取物风味的主要贡献来自焦甜香、奶香、酸香和花香香韵特征成分。不同之处在于,不同类型的烟草提取物中 4 种香韵的占比不相同:1#样品以焦甜香、奶香和花香为主;2#样品以酸香和花香为主;与 2#样品相比,3#样品的花香贡献更大,酸香减弱。这一结论与文献[22]稍有差异,这是因为:香韵特征成分的分类存在差异,大马酮、二氢大马酮、二氢猕猴桃内酯等成分在文献中被列为清香,由于该类物质的花香或果香较强烈,经讨论后,本文将其划分为花香或果香;烟草提取物的化学成分受制备方法的影响较大,本文所用溶剂为弱极性的二甲醚(少量乙醇为夹带剂),其极性远低于乙醇,进一步采用分子蒸馏法去除了大分子物质,因此所得提取物的化学成分及质量浓度与文献使用醇提法会存在较大差异。

2.3 烟草提取物的风格迁移分析

根据 3 种烟草提取物各香韵特征成分的 OAV,

表 4 烟草提取物部分香韵特征成分的 OAV(OAV>1)

Table 4 OAV of aroma characteristic components in tobacco extracts(OAV>1)

香韵特征	成分	嗅觉阈值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	OAV			香韵特征	成分	嗅觉阈值/ ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	OAV		
			1#样品	2#样品	3#样品				1#样品	2#样品	3#样品
焦甜香	乙基环戊烯醇酮	0.53	1.25	2.34	2.60	酸香	正戊酸	0.32	34.91	192.00	154.72
	麦芽酚	3.30	102.25	54.42	76.11		惕格酸	25.02	0.17	0.82	1.26
	4-羟基-2,5-二甲基-3(2H)-呋喃酮	0.04	289.75	123.75	102.50		3-甲基戊酸	0.28	3.86	428.43	52.79
奶香	2,3-戊二酮	3.80	1.01	0.37	0.13	4-甲基戊酸	0.38	1.68	14.34	4.74	
	丙位壬内酯	0.38	155.34	89.18	87.50	己酸	4.55	3.36	14.45	10.18	
	香兰素	0.04	173.50	239.75	127.50	坚果香	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪	0.01	—	2.94	5.28
辛香	对甲氧基苯甲醛	0.20	0.05	1.10	0.55		苯并噻唑	10.26	0.01	1.45	0.85
	二氢丁香酚	0.01	—	3.00	3.00		仲辛醇	3.01	—	1.89	0.86
	丁香酚	0.02	1.00	3.50	4.00	1-壬醇	0.82	7.71	—	—	
果香	乙酸卞酯	1.73	—	2.95	5.29	苯乙酸乙酯	0.78	5.79	20.17	23.71	
	异戊酸苯乙酯	0.58	—	2.17	1.16	乙酸苯乙酯	0.60	—	—	10.12	
	二氢猕猴桃内酯	220.98	0.84	3.01	1.82	苯亚甲基丙酮	1.28	239.71	52.81	0.43	
酸香	乙酸	7.93	57.21	187.18	306.99	大马酮	0.10	49.90	258.88	954.08	
	丙酸	33.67	0.89	1.67	2.42	花香	二氢大马酮(反式)	0.02	127.50	893.13	2 117.50
	异丁酸	10.26	0.09	1.75	1.49		α -紫罗兰酮	0.14	4.59	11.63	26.15
	丁酸	0.71	3.97	5.15	4.07		香叶基丙酮	15.25	0.48	3.43	6.77
	丙酮酸	67.34	1.21	2.80	2.42		β -紫罗兰酮	2.57	1.36	5.36	12.29
	2-甲基丁酸	9.29	0.34	5.99	6.17		假紫罗兰酮	18.59	1.54	2.94	9.50
	异戊酸	0.09	70.00	427.67	454.44		金合欢基丙酮	33.67	1.32	2.16	5.07

在1[#]样品的基础上,调配与目标烟草提取物(2[#]和3[#]样品)OAV相同的复配物(4[#]和5[#]样品),通过嗅香及抽吸评价考查烟草提取物风格特征的变化情况。1[#]—5[#]样品嗅香评价雷达图如图1所示,其中0表示无香气;1~2表示香气弱;3~4表示香气稍弱;5表示香气适中;6~7表示香气稍强;8~9表示香气强。由图1可以看出,1[#]样品以干草香、清香和酸香为主,果香和甜香为辅,其他香韵极弱,丰富性略差;2[#]样品以干草香、酸香、清香、烘焙香、焦香和甜香为主,辅以果香、辛香、木香和花香,丰富性好;3[#]样品以干草香、酸香为主,辛香、木香、花香、烘焙香、焦香和甜香为辅,香韵丰富性好,且强度高。与1[#]样品相比,复配物4[#]样品的奶香、酸香、烘焙香和焦香明显增强,整体以酸香、干草香和奶香为主,除酸香和奶香指标异常高外,多数指标的分值略低于2[#]样品,但风味轮廓与2[#]样品较相似。5[#]样品的风格特征迁移结果与4[#]样品相似:5[#]样品的酸香和奶香强度略高,其他香韵均稍弱于3[#]样品,整体以酸香、干草香和甜香为主,丰富性增强。这一结果表明,4[#]、5[#]样品的香韵丰富性均有不同程度的提高,清香降低,部分香韵强度略弱于2[#]和3[#]样品。在对3种烟草提取物进行OAV分析时,发现1[#]样品以花香、酸香和焦甜香为主;2[#]样品以酸香和果香为主,3[#]样品以酸香和花香为主,而嗅香评价结果与化学分析结果不完全一致。推测其原因可能是由于OAV是基于化合物质量浓度与阈值计算得到的,而阈值是单一化合物在乙醇溶液中的表现,嗅香评价是所有化

合物综合作用的结果,不同的香气成分之间可能会存在协同或抑制作用,甚至烟草提取物中无香韵特征的物质(如长链烷烃)也会对香气的释放产生协同或抑制作用^[23-24]。

卷烟抽吸评价重点考查了2[#]与4[#]样品、3[#]与5[#]样品的相似度,以及OAV变化对卷烟风格特征的影响,感官评价结果见表5,其中1表示略相似,2表示相似度稍高,3表示相似。由表5可知,与2[#]样品目标烟草提取物相比,4个不同加香量的复配物(4[#]-0.5、4[#]-2、4[#]-3)中,4[#]和4[#]-2样品的相似度稍高;与3[#]样品相似度的是5[#]样品,增大或减小加香量,其相似度均呈下降趋势。由此可见,卷烟风格特征的凸显是各香韵之间平衡协调的集中体现。

由以上结果可知,在清香型烟草提取物的基础上,依据OAV差异,可以降低其清香型风格特征,在一定程度上向浓香型迁移,但仍与中间香型或浓香型风格有差距。究其原因:首先,本方法仅对烟草提取物中的焦甜香、奶香、豆香、辛香、果香、酸香、坚果香和花香特征成分进行定量分析,但与干草香、木香、药草香等香韵特征相关的化学成分分布情况尚未明确,尚无法构建烟草提取物的全香韵分布图谱;其次,烟草提取物中仍有很多自身无香气的物质(如新植二烯等),但这些物质在卷烟燃吸过程中可通过热裂解产生致香成分,亦或是通过改善卷烟劲头、烟气浓度等品质指标(如烟碱等),引起感官特征差异;最后,本方法在调配时仅选取几种贡献较大的化合物,OAV<1的化合物虽然感官贡献低,但可

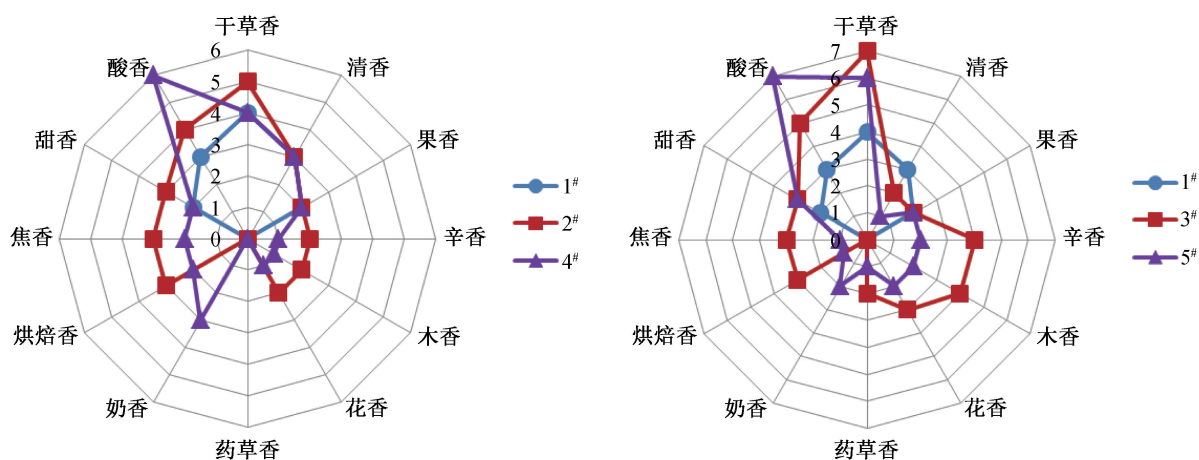


图1 1[#]—5[#]样品嗅香评价雷达图

Fig. 1 Fragrance evaluation radar chart of 1[#]—5[#] samples

表5 复配物与目标烟草提取物的
相似度感官评价结果

Table 5 Sensory evaluation results of the similarity
between the target tobacco extract and its imitation ones

样品编号	相似度分值	样品编号	相似度分值
4 [#] -0.5	1	5 [#] -0.5	1
4 [#]	2	5 [#]	3
4 [#] -2	2	5 [#] -2	2
4 [#] -3	1	5 [#] -3	2

能与其他化学成分存在协同效应,因而简单化模型设计无法达到与目标烟草提取物完全一致的效果。不过,通过该方法能够使烟草提取物的风格特征定向迁移,对于应对烟叶资源短缺、强化卷烟风格特征仍具有一定的理论指导意义。

3 结论

本文以福建、贵州、湖南3个产地烟叶制备的烟草提取物为研究对象,对其香韵特征成分进行质量浓度和OAV差异分析;通过嗅香和卷烟抽吸评价OAV的改变对烟草提取物风格特征的影响。结果表明:1)1[#]样品的花香、酸香和焦甜香特征成分的占比分别为38.34%、25.33%和14.91%;2[#]样品的酸香和果香占比分别为57.72%和19.01%;3[#]样品的酸香和花香占比分别为63.74%和14.59%;2)对烟草提取物贡献较大的为焦甜香、奶香、酸香和花香香韵,1[#]样品以焦甜香、奶香和花香为主;2[#]样品以酸香和花香为主;与2[#]样品相比,3[#]样品的花香贡献更大,酸香减弱;3)烟草提取物中香韵特征成分需保持在合理的范围内,其风格特征的凸显是多种特征成分平衡作用的集中体现。烟草提取物作为卷烟及新型烟草制品重要的香原料之一,以质量浓度和阈值2个维度对烟草提取物香气成分进行综合评价,能够快速定位贡献较大的特征成分,为烟草提取物的品质控制、风格强化与调控提供理论参考。

参考文献:

- [1] 丁瑞康,王承瀚,朱尊权,等. 卷烟工艺学[M]. 北京:食品工业出版社,1958.
- [2] 张红. 朱尊权[M]. 北京:中央文献出版社,2004.
- [3] 唐远驹. 关于烤烟香型问题的探讨[J]. 中国烟草科学,2011,32(3):1-7.
- [4] 罗登山,王兵,乔学义.《全国烤烟烟叶香型风格区划》解析[J]. 中国烟草学报,2019,25(4):1-9.
- [5] 肖明礼,尹智华,战磊. 3种香型风格烟叶化学成分与其感官质量的关系[J]. 西南农业学报,2015,28(6):2750-2755.
- [6] 李根原,朱德斌,蒋福昌,等. 不同产区浓香型与清香型烤烟内在化学成分含量分析[J]. 湖南农业科学,2014(18):25-27.
- [7] 贺帆,王涛,余金恒,等. 不同典型浓香型产区烟叶化学成分差异分析[J]. 福建农业学报,2012,27(11):1189-1193.
- [8] 刘金霞,李元实,黄飞,等. 不同香型烤烟化学成分含量的差异研究[J]. 河南农业科学,2012,41(9):50-52.
- [9] 肖勇,靳冬梅,杨兴有,等. 四川不同香型烤烟化学成分含量年度变化分析[J]. 四川农业科技,2020(9):42-45.
- [10] 肖勇,杨兴有,靳冬梅,等. 四川三种香型风格产区烟叶化学成分特征分析[J]. 南方农业,2020,14(31):6-11.
- [11] 王兵,杨凯,陈磊,等. 不同产地烟叶中半挥发性香气成分的指纹图谱[J]. 烟草科技,2014(8):42-46.
- [12] 周冀衡,杨虹琦,林桂华,等. 不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2004,30(1):20-23.
- [13] 周芳芳,张晓龙,詹军,等. 典型清香型烤烟产地间致香物质含量及组成差异分析[J]. 中国烟草学报,2016,22(2):34-42.
- [14] 郭灵燕,袁红星,海洋,等. 河南省不同香型烟叶香气成分比较分析[J]. 河南农业科学,2010(6):40-44.
- [15] ACREE T E, BARNARD J, CUNNINGHAM D G. A procedure for the sensory analysis of gas chromatographic effluents[J]. Food Chemistry, 1984, 14(4):273-286.
- [16] 朱浩,柴国璧,迟广俊,等. 卷烟主流烟气烟熏香成分的感官导向分析[J]. 烟草科技,2017,50(1):41-49.
- [17] 范武,张启东,刘俊辉,等. 卷烟主流烟气酸香特征成分组群的分布特征及感官贡献[J]. 烟草科技,2020,53(1):65-73.
- [18] 杨靖,宋梦坤,杨鹏飞,等. 基于香气活力值的烤烟烟叶清(青)香风格特征分析[J]. 烟草科技,2020,53(1):34-43.
- [19] 胡安福,范武,夏倩,等. 卷烟主流烟气焦甜、奶香和豆香特征成分组群的分布特征和感官贡献[J]. 烟草科技,2020,53(12):27-36.
- [20] 史清照,范武,柴国璧,等. 卷烟烟内源性酸香成分的加香贡献度[J]. 烟草科技,2020,53(6):29-34.
- [21] 马宇平,席高磊,赵志伟,等. 香气活性值用于许昌、郴州和潍坊烤烟香气差异研究[J]. 烟草科技,2020,53(5):63-70.
- [22] 茅中一,洪祖灿,刘加增,等. 基于香气活性值的福建尤溪烟叶提取物香气特征成分分析[J]. 烟草科技,

2020,53(10):56-65.

- [23] TAKOI K, DEGUEIL M, SHINKARUK S, et al. Identification and characteristics of new volatile thiols derived from the hop (*Humulus lupulus* L.) cultivar Nelson Sauvignon [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,

2009,57(6):2493-2502.

- [24] FU Y J, ZHANG Y P, ZENG S T, et al. The effect of long-chain alkanes on flavour release and olfactory characteristics of rose essential oil [J]. Flavour Fragr J, 2022, 37:72-80.

Component analysis and sensory evaluation of tobacco extracts based on aroma activity values

XU Xiujuan¹, HONG Zucan², CHAI Guobi¹, CHEN Qun², YANG Chunqiang¹,
CAO Xiaoliang², HU Jun¹, ZHANG Feng²

1. Zhengzhou Tobacco Research of CNTC, Zhengzhou 450001, China;

2. Technology Center, China Tobacco Fujian Industrial Co., Ltd., Xiamen 361021, China

Abstract: In order to investigate the influence of aroma characteristic components in tobacco extracts on the style characteristics of cigarettes, three types of tobacco extracts from Fujian, Guizhou and Hunan were prepared by sub-critical extraction-molecular distillation technique, and the mass concentrations and aroma activity values (*OAV*) of aroma characteristics of burnt sweet, creamy, soy, spicy, fruity, sour, nutty and floral aromas were investigated systematically. The effects of *OAV* changes on the style characteristics of tobacco extracts were investigated by sniffing and cigarette smoking evaluation. The results showed that the total mass concentrations of aroma components of the three tobacco extracts were 2 427.62 $\mu\text{g/mL}$, 3 688.96 $\mu\text{g/mL}$, and 4 628.06 $\mu\text{g/mL}$, respectively. Burnt sweet, creamy, sour and floral aromas varied among the three tobacco extracts. Fujian tobacco extracts were dominated by floral, burnt sweet and creamy aromas, while Guizhou tobacco extracts and Hunan tobacco extracts were dominated by sour and floral aromas, but with different weights. Based on the differences of the three extracts' aromatic characteristics *OAV*, the representative components of each flavor characteristic were added on the basis of Fujian tobacco extract. The light aroma style characteristics of the imitation tobacco extracts were weakened and the strong aroma style characteristics gradually appeared.

Key words: tobacco extract; aroma characteristic component; odor activity value; style characteristics

(责任编辑:王晓波)