

引文格式: 张美芬, 桑应华, 赵红梅, 等. 云南烤烟 KRK26 特征香气分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2023, 38(6): 973–979. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).202108053](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).202108053)

云南烤烟 KRK26 特征香气分析*

张美芬¹, 桑应华¹, 赵红梅¹, 安皓南¹, 吕 芬¹, 赵正雄¹, 李振杰^{2**}, 徐俊驹^{1**}

(1. 云南农业大学 烟草学院, 云南 昆明 650201;

2. 云南中烟工业有限责任公司 技术中心, 云南省烟草化学重点实验室, 云南 昆明 650231)

摘要:【目的】探究烤烟品种 KRK26 香韵风格, 分析其重要致香成分及内在关系, 为开发其工业可用性提供参考依据。【方法】通过感官辅助凝胶渗透色谱(gel permeation chromatography, GPC)分离筛选出关键香韵特征组分, 采用气相色谱—质谱联用仪分析确定特征组分的重要致香成分, 并结合相对香气活力值进行关键香气成分分析。【结果】感官辅助 GPC 分离得到 5 个(F2~F6)具有明显香韵特征的组分, 其中, F2~F3 清香香韵明显, F5~F6 则呈焦甜香香韵。F2 组分香韵特征以清甜香为主, 辅以豆香, 关键香气成分为金合欢醇和对甲基苯乙酮; F3 组分带有强烈的清香, 伴有花香和干草香韵, 关键香气成分为金合欢醇和 α -亚麻酸; F4 组分以浓烈的花香和果香为主, 底部有浓烈干草香香韵, 关键香气成分为 (+)-柠檬烯、柠檬醛、茄酮和香叶醇等; F5 组分以苯乙酸带有的蜜甜香为主, 辅以轻微焦甜香香韵; F6 则具有强烈的焦甜香香韵, 关键香气成分为麦芽酚和 5-羟甲基糠醛等。【结论】KRK26 香气风格以清香和焦甜香香韵为主, 辅以花香和果香等香韵特征。

关键词: 烤烟 KRK26; 凝胶渗透色谱; 感官评价; 香韵特征; 相对香气活力值

中图分类号: S572.01

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X (2023) 06-0973-07

Analysis of Characteristic Aroma of Flue-cured Tobacco KRK26 in Yunnan Province

ZHANG Meifen¹, SANG Yinghua¹, ZHAO Hongmei¹, AN Haonan¹, LYU Fen¹,

ZHAO Zhengxiong¹, LI Zhenjie², XU Junju¹

(1. College of Tobacco Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Yunnan Key Laboratory of Tobacco Chemistry, R&D Center of China Tobacco Yunnan Industry Co., Ltd., Kunming 650231, China)

Abstract: [Purpose] To explore the flavor style of flue-cured tobacco variety KRK26, analyzing the important aroma components and internal relations, and to provide reference for the industrial availability of KRK26. [Methods] Sensory as the guide, the key characteristic aroma components were separated and screened by gel permeation chromatography (GPC), and the aroma components of the characteristic components were determined by GC-MS method, and the key aroma components

收稿日期: 2021-08-31

修回日期: 2023-09-13

网络首发日期: 2023-11-27

*基金项目: 国家自然科学基金项目(31760098); 云南省农业联合专项(2018FG001-023); 云南省科技人才和平台计划(2019IC005); 云南中烟工业有限责任公司项目(2020539200340205, 2020539200340152)。

作者简介: 张美芬(1997—), 女, 云南大理人, 在读博士研究生, 主要从事烟草化学成分研究。

E-mail: 1522247269@qq.com

**通信作者 Corresponding authors: 李振杰(1982—), 男, 河南周口人, 博士, 助理研究员, 主要从事烟草化学研究。E-mail: kmlizhenjie@163.com; 徐俊驹(1977—), 男, 湖北武汉人, 博士, 教授, 主要从事烟草化学研究。E-mail: junjuxu007@126.com

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/53.1044.S.20231123.2203.005>



were analyzed in combination with the relative odor activity value (ROAV). [Results] Five components (F2-F6) were obtained by sensory assisted GPC. Among them, F2-F3 showed delicate fragrance, while F5-F6 showed caramel aroma. The F2 component showed sweet fragrance with bean scent, the key aroma components were (2*E*,6*E*)-farnesol and 4'-methylacetophenone; the F3 component showed strong fragrance, floral and hay, the key aroma components were (2*E*,6*E*)-farnesol and linolenic acid; F4 fragrance with strong floral fragrance, fruit fragrance, the bottom of the strong hay scent, the key aroma components were (+)-limonene, citral, 6,8-nonadien-2-one, 8-methyl-5-(1-methylethyl)-, (5*S*,6*E*)-, 2,7-dimethyl-2,6-octadiene and so on; the F5 component showed mainly honey sweet from phenylacetic acid; with a slight caramel aroma, while maltol, 5-hydroxymethylfurfural and other aroma components were found in F6 with a strong caramel aroma. [Conclusion] The aroma style of KRK26 is mainly fragrance and caramel aroma, supplemented by floral and fruity fragrance.

Keywords: flue-cured tobacco KRK26; gel permeation chromatography (GPC); sensory evaluation; aroma characteristics; relative odor activity value (ROAV)

烟草香韵彰显烟叶特色, 体现烤烟香型和香气风格特色, 对卷烟中香气成分的充分了解有助于卷烟加香加料和卷烟配方的完善^[1-4]。KRK26 是津巴布韦主栽烤烟品种, 也是目前通过全国品种委员会审定的六大外引烤烟品种之一。关于 KRK26 的品种适应性^[5-6]、栽培管理措施及烘烤技术^[7-8]已有许多报道, 但有关 KRK26 特征香气成分的研究较少, 无法与工业可用性建立有效关联, 且研究方法较为单一。

烟叶成分种类复杂且含量较低, 为了简化且快速聚焦关键香气成分, 需要多级、多项分离设备对烟叶香气成分进行有效分割。凝胶过滤色谱法是一种利用分子质量大小分离成分的技术, 简便且有效, 在食品领域样品前处理过程中有净化作用^[9]。分子感官科学是在复杂成分体系中寻找关键成分和特征香气风格的有效手段, 近年来国内外烟草科学研究领域也进行了相关研究, 如: 张启东等^[10]确定了初烤烟叶的关键甜味成分物质; 迟广俊等^[11]利用感官导向分析确定了初烤烟叶的关键酸味成分; 茅中一等^[12]对福建尤溪烟叶香韵风格的感官辅助凝胶色谱分析明确了其提取物中的重要香气物质。本研究以云南 KRK26 的中桔三 (C3F) 等级烟叶为研究对象, 基于感官辅助凝胶渗透色谱 (gel permeation chromatography, GPC) 剖析烟叶关键致香成分, 构建烟叶致香成分与其香韵风格特征的有效关联, 旨在为烟叶原料开发替代及卷烟叶组配方设计提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

材料: 云南 KRK26 品种的 C3F 烟叶; 试剂: 无水乙醇、95% 乙醇、丙酮 (色谱纯)。

1.2 仪器与设备

气相色谱—质谱 (GC-MS) 分析仪: Agilent 7890A-5975C, 凝胶柱 (2.0 cm×100.0 cm, 填充材料 Sephadex LH-20); 旋转蒸发仪; 水浴锅; 电子天平 (感量 0.001 g)。

1.3 方法

1.3.1 溶剂提取方法

将烟叶 50.0 g 浸泡于 95% 乙醇中 2 h, 料液比 1 : 10, 水浴温度 80 ℃, 重复提取 2 次; 将提取的溶液于 50 ℃ 进行蒸馏除去溶剂, 浓缩至棕褐色黏稠液体, 冷却后得到 KRK26 烟叶浸膏。

1.3.2 分离方法

取 KRK26 烟叶浸膏 4.0 g 充分溶于无水乙醇后进行过滤, 将过滤后的浸膏加入装填了大孔树脂的色谱柱, 使树脂充分吸附后过滤, 用纯净水作为洗脱剂, 连续冲洗 5 个柱体积后, 改用乙醇洗脱至洗脱液为无色, 然后浓缩乙醇洗脱液; 将浓缩物进行 GPC 分离, 洗脱剂为无水乙醇, 每个流份收集时间为 30 min、体积为 40 mL^[13]。

1.3.3 感官评价

由 10 名经过专业培训的感官评价人员组成评委, 通过嗅评的方式对收集到的流份香气特征进行感官评价, 并将具有相同香气特征的流份进

行合并,组成目标组分进行香韵特征成分分析。

1.3.4 香韵特征组分的致香成分分析

将目标组分加压蒸馏、浓缩定容至 1.5 mL,加入 20 mg/kg 正十七烷 40 μ L,并经有机针式过滤器过滤后转入色谱进样小瓶,采用 GC-MS 进行定性分析,同时将各个组分致香成分分为清香、果香、花香、甜香、豆香、焦甜香和其他香气成分等 7 种香韵^[14]。用于 GC-MS 分析的毛细管色谱柱为 Agilent J&W Scientific 公司的 HP-5MS (30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μ m);仪器参数设定为:进样口温度 250 $^{\circ}$ C, EI 离子源温度 230 $^{\circ}$ C,四级杆温度 150 $^{\circ}$ C,高纯氦气(纯度大于 99.999%)作为载气,柱流速 1 mL/min,分流进样,分流比 10:1,进样量 1 μ L,溶剂延迟 3 min;升温程序为:初始温度 50 $^{\circ}$ C,维持 1 min,以 5 $^{\circ}$ C/min 的速度升至 200 $^{\circ}$ C,再以 10 $^{\circ}$ C/min 的速度升至 260 $^{\circ}$ C,并维持 5 min。采用全扫描模式进行质谱检测,质谱检测范围为 35~450 amu (m/z)。采用随机顺序进行连续样本分析,避免因仪器信号波动而造成的影响。

1.3.5 数据处理与分析

以正十七烷为内标物,计算各香气组分的质量浓度,计算公式为^[15]:

$$C = \frac{A_i}{A_0} \times C_0。$$

式中: C 为待测物质的质量浓度,mg/kg; A_i 为待测物质的峰面积; A_0 为正十七烷的峰面积; C_0 为内标溶液的质量浓度,mg/kg。

香气活力值 (odor activity value, OAV) 是指香味组分中的某一组分相对浓度与其在某种特定介质中阈值的比值,其大小反映了该组分对某种香味的贡献度,其计算公式为^[16-19]: $OA V = C / T$ 。式中: T 为嗅觉阈值,其值使用 Leffingwell & Associates 网站提供的阈值以及文献^[20-22]中的阈值,并优先使用最新年份的阈值数据。

通常情况下, OAV 值越大说明该成分致香作用越大,但是由于积分面积归一化法的限制,需引入相对香气活力值 (relative odor activity value, ROAV) 为新的参数。ROAV 值是某一化合物在整体风格特征的相对贡献度,不需要对每个物质进行绝对定量便可得出香气组分中各个香气成分的贡献度。ROAV ≥ 1 的组分为关键香气成分, 0.1<ROAV<1 的组分为修饰香气成分, ROAV $\leq$

0.1 的组分为潜在风味化合物^[23]。ROAV 值的计算公式为:

$$ROAV = \frac{\text{单一组分 OAV} \times 100}{\text{最大的香气组分的 OAV}}。$$

2 结果与分析

2.1 GPC 流份的感官评价

对 GPC 分离得到的 23 个流份进行感官评价,得到香韵表现接近的 7 个组分,各组分评价结果表明:F1 (流份 1~3) 和 F7 (流份 14~23) 无明显香气特征;F2 (流份 4~5) 和 F3 (流份 6) 都有清香香韵,其中,F2 清甜、带有豆香,F3 则以清香为主,辅以花香和干草香香韵;F4 (流份 7~9) 也能嗅辨出 F3 的花香和干草香,但香势上明显加强,同时出现浓烈果香香韵;F5 (流份 10~12) 以蜜甜香为主,伴随有轻微焦甜香;F6 (流份 13) 焦甜香香势加强,能嗅辨出强烈焦甜香香韵。综合来看, GPC 分离效果较明显。

2.2 致香成分

GC-MS 定性分析结果 (表 1) 显示:茄酮和新植二烯等清香特征物质主要集中在 F2、F3 和 F4,与其嗅辨中具有清香相符,F2 具有糠酸甲酯和对甲基苯乙酮等果香和豆香香韵特征成分,F3 具有 α -亚麻酸和西松烯等特征香气成分,F4 中新植二烯含量较高,具有柠檬醛和香叶醇等特征成分。与 F2、F3、F4 相比,F5 中基本不含有清香、果香和花香特征成分,出现了蜜甜香香韵特征成分的苯乙酸以及焦甜香香韵的特征成分,F6 中只出现了具有焦甜香特征的 5-羟甲基糠醛和麦芽酚等香气成分。总体而言,清香香韵主要集中在 F2 和 F3 组分中,焦甜香香韵特征在 F5 和 F6 组分中,且 F6 的焦甜香特征组分更多,这也是能在 F6 中闻到强烈焦甜香的原因。F4 组分则有强烈的花香和果香,底部有强烈的干草香。综上所述,F2~F6 不同香韵组分的分析结果与感官评价结果可以进行相互印证。

2.3 致香成分的香气特征

由表 2 可知:许多致香成分并不是只具有某种香韵,而兼有其他香韵特征,如:对甲基苯乙酮以豆香为主,兼有花香和果香香韵;糠酸甲酯具有花果香香韵及蘑菇似的香气;金合欢醇具有特有的青香韵铃兰花香,并有青香和木香香

表 1 组分致香成分分析
Tab. 1 Analysis of aroma components

香韵 fragrance	保留时间/min retention time	化合物 compound	含量/% content				
			F2	F3	F4	F5	F6
清香 delicate fragrance	12.07	香草酸 vanillic acid	—	—	—	—	3.52
	13.21	茄酮 6,8-nonadien-2-one, 8-methyl-5-(1-methylethyl)-, (5 <i>S</i> ,6 <i>E</i>)-	6.35	3.48	2.45	—	—
	14.30	苧烯 camphene	—	—	1.09	—	—
	19.41	巨豆三烯酮 4-(but-2-en-1-ylidene)-3,5,5-trimethylcyclohex-2-enone	—	0.76	0.64	—	—
	23.90	新植二烯 7,11,15-trimethyl-3-methylidenehexadec-1-ene	1.66	1.30	17.33	2.99	—
	25.53	金合欢基丙酮 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one	—	—	0.74	—	—
果香 fruity fragrance	5.33	(+)-柠檬烯 (+)-limonene	—	0.74	0.52	—	—
	6.26	柠檬醛 citral	—	—	0.69	—	—
	16.17	糠酸甲酯 methyl 2-furoate	11.73	—	—	—	—
花香 floral fragrance	17.10	金合欢醇 (2 <i>E</i> ,6 <i>E</i>)-farnesol	0.95	6.46	—	—	—
	24.04	植酮 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	—	—	0.92	—	—
	27.15	香叶醇 2,7-dimethyl-2,6-octadiene	—	—	5.11	—	—
甜香 sweet aroma	5.69	苯乙酸 phenylacetic acid	—	—	—	6.04	—
焦甜香 caramel aroma	5.40	5-羟甲基糠醛 5-hydroxymethylfurfural	—	—	—	39.40	13.66
	5.73	麦芽酚 maltol	—	—	—	—	2.43
豆香 bean scent	8.75	对甲基苯乙酮 4'-methylacetophenone	2.61	—	—	—	—
其他香气成分 other aroma components	26.31	棕榈酸 palmitic acid	5.88	7.47	3.50	—	—
	27.03	棕榈酸乙酯 ethyl palmitate	—	—	0.59	—	—
	27.14	角鲨烯 squalene	1.64	3.78	2.80	—	—
	30.92	α -亚麻酸 linolenic acid	—	2.98	—	—	—
	38.51	西松烯 cembrene	—	1.49	1.63	—	—

韵^[24-25]，这也从侧面反映了烤烟香气的复杂性。

2.4 特征香气成分

由表 3 可知：(+)-柠檬烯、柠檬醛、金合欢醇和香叶醇的阈值较低，对风格特征贡献度较大；5-羟甲基糠醛和香草酸的阈值较大，其贡献度较小。各个组分都有彰显自己香韵特征的重要化学成分，如：F2 中有金合欢醇、对甲基苯乙酮和茄酮等香气物质，但糠酸甲酯、新植二烯和金合欢基丙酮等并没有查到相应阈值，这些成分可能会对香气有一定的贡献；F3 中 ROAV 值最大的是 α -亚麻酸，其次是金合欢醇；F4 的主要香气成分是 (+)-柠檬烯、柠檬醛、茄酮和香叶醇等；F5 和 F6 的主要香气成分都有 5-羟甲基糠醛，此外，F5 还具有蜜甜香香韵的苯乙酸成分，F6 中 ROAV 值最大的为具有焦甜香香韵特征的麦芽酚。

2.5 不同组分的主要香气成分和修饰香气成分

F2 组分的主要香气成分是对甲基苯乙酮，修饰香气成分是角鲨烯、棕榈酸和茄酮；F3 的主要香气成分是对甲基苯乙酮和 α -亚麻酸，修饰香气成分是 (+)-柠檬烯、茄酮和角鲨烯；F4 的主要香气成分是 (+)-柠檬烯、柠檬醛、茄酮、香叶醇、棕榈酸乙酯和角鲨烯，修饰香气成分是棕榈酸和巨豆三烯酮；F5 的主要香气成分是苯乙酸，修饰香气成分是 5-羟甲基糠醛；F6 的主要香气成分是麦芽酚，修饰香气成分是香草酸和 5-羟甲基糠醛。

3 讨论

KRK26 作为六大外引品种之一，如何最大限度发挥原料特点、提高工业可用性一直备受关注，而工业可用性受不同香气风格影响，是不同

表 2 致香成分的香气特征
Tab. 2 Aroma characteristics of aromatic components

序号 No.	化合物 compound	香气特征 aroma characteristics	序号 No.	化合物 compound	香气特征 aroma characteristics
1	香草酸 vanillic acid	清香、干草香 fragrance, hay scent	12	5-羟甲基糠醛 5-hydroxymethylfurfural	焦甜香、春黄菊花的气味 caramel sweet aroma, the smell of spring chrysanthemums
2	茄酮 6,8-nonadien-2-one, 8- methyl-5-(1-methylethyl)-, (5 <i>S</i> ,6 <i>E</i>)-	新鲜胡萝卜香味 fresh carrot scent	13	麦芽酚 maltol	浓烈焦糖香 strong caramel aroma
3	茨烯 camphene	樟脑香气 camphor aroma	14	金合欢醇 (2 <i>E</i> ,6 <i>E</i>)-farnesol	铃兰花香气、青香和木香香韵 <i>Convallaria keiskei</i> Miq. aroma with green and wood aromas
4	巨豆三烯 4-(but-2-en-1-ylidene)-3,5,5- trimethylcyclohex-2-enone	烟草香、干果香、辛香底蕴 tobacco aroma, dried fruit aroma, spicy inside	15	植酮 6,10,14-trimethyl-2- pentadecanone	花香 fragrance of a flower
5	新植二烯 7,11,15-trimethyl-3- methylidenehexadec-1-ene	清香、干草香 fragrance, hay scent	16	香叶醇 2,7-dimethyl-2,6-octadiene	具有温和、甜的玫瑰花气息 a mild, sweet rose
6	金合欢基丙酮 6,10,14-trimethyl-5,9,13- pentadecatrien-2-one	强烈的、甜的植物气味 strong, sweet plant smells	17	棕榈酸 palmitic acid	甜的蜡脂气味 sweet wax smell
7	对甲基苯乙酮 4'-methylacetophenone	强烈的山楂似香气、果香、花香 strong hawthorn-like aroma, fruity, fragrance of a flower	18	棕榈酸乙酯 ethyl palmitate	甜的蜡脂气味 sweet wax smell
8	苯乙酸 phenylacetic acid	甜、蜂蜜、花香 sweet, honey like, fragrance of a flower	19	角鲨烯 squalene	微有令人愉快的气味 slightly pleasant smell
9	(+)-柠檬烯 (+)-limonene	愉快新鲜橙子香气 pleasant fresh orange aroma	20	α -亚麻酸 linolenic acid	有植物油香味 aroma of vegetable oil
10	柠檬醛 citral	浓郁的柠檬香味 rich lemon scent	21	西松烯 cembrene	木、粉香气 wood, powder aroma
11	糠酸甲酯 methyl 2-furoate	果香、蘑菇似的香气 fruity aromas, mushroom-like aromas			

香韵特征的综合效应, 具有复杂的物质基础^[26-27]。范幸龙等^[28]研究表明: KRK26 以甜香、青香、木香和干草香(清香)为主体香韵, 辅以焦香、正甜香和辛香香韵; 在清甜香和青香香韵方面多于津巴布韦烟叶, 在正甜香、木香、焦香和辛香香韵方面接近津巴布韦烟叶, 而在干草香、焦甜香和坚果香香韵方面略低于津巴布韦烟叶。杨康等^[29]对丽江种植的 KRK26 风格特征评价结果也与之相印证。虽然这些研究可以在一定程度上说明 KRK26 的卷烟风格特征, 但其主要从烟叶整体感官评价出发, 阐明其内在致香成分对香韵特征的贡献值才能更好地凸显香韵风格特征。

研究表明: 5-羟甲基糠醛、苯乙酸、棕榈酸、茄酮和新植二烯等物质为清香型卷烟烟气的特征香味成分, 对清香型卷烟风格的形成具有重要影响^[30]; 茄酮与焦甜香韵和焦香香韵、巨豆三烯酮与清甜香韵均呈极显著正相关^[31]。此外, 烟草中有些香气物质具有特殊的作用, 如棕榈酸有

甜的蜡脂气息, 亚麻酸则会增加烟气刺激性^[32], 新植二烯是初烤烟叶中的关键香气成分和增香剂^[33-37]。感官评价辅助凝胶分析可用于香韵风格与致香成分的内在关系研究^[12], 但致香成分对于整体香韵特征的贡献不仅取决于含量, 同时与阈值有较大关系, 因此可通过 ROAV 值进行综合评价。刘纯友等^[38]结合 ROAV 值探究各成分对不同类型百香果总体风味的贡献; 李欢康等^[39]结合 ROAV 值, 明确了核桃油的关键香气成分构成差异; 王丹等^[23]利用 SPME-GC-MS 和 ROAV 值分析了单菌及复配发酵牛乳中关键性风味物质。可见, 采用 ROAV 值结合感官评价有助于揭示烟叶内在致香成分。

本研究采用凝胶渗透色谱法对烤烟品种 KRK26 的提取物进行分离制备, 结合感官评价、GC-MS 及 ROAV 值, 确定了彰显 KRK26 风格特征的香韵组分及关键致香成分。原引进的 KRK26 在津巴布韦具有明显的焦香香韵, 但在云南进行

表 3 不同组分致香成分的 ROAV 值
Tab. 3 ROAV values of different aromatic components

保留时间/min retention time	化合物 compound	阈值/(mg·kg ⁻¹) threshold value	ROAV值 ROAV value				
			F2	F3	F4	F5	F6
5.33	(+)-柠檬烯 (+)-limonene	0.270	—	0.210	2.970	—	—
5.40	5-羟甲基糠醛 5-hydroxymethylfurfural	1 000.000	—	—	—	0.170	0.120
5.69	苯乙酸 phenylacetic acid	2.500	—	—	—	100.000	—
5.73	麦芽酚 maltol	1.240	—	—	—	—	100.000
6.26	柠檬醛 citral	0.030	—	—	42.930	—	—
8.75	对甲基苯乙酮 4'-methylacetophenone	0.020	15.200	—	—	—	—
12.07	香草酸 vanillic acid	1 300.000	—	—	—	—	0.330
13.21	茄酮 6,8-nonadien-2-one, 8-methyl-5-(1-methylethyl)-, (5 <i>S</i> ,6 <i>E</i>)-	1.820	0.770	0.120	1.640	—	—
16.17	糠酸甲酯 methyl 2-furoate	未查到 not found	—	—	—	—	—
14.30	苧烯 camphene	未查到 not found	—	—	—	—	—
17.10	金合欢醇 (2 <i>E</i> ,6 <i>E</i>)-farnesol	0.024	100.000	15.490	—	—	—
19.41	巨豆三烯酮 4-(but-2-en-1-ylidene)-3,5,5-trimethylcyclohex-2-enone	10.040	—	0.020	0.280	—	—
23.90	新植二烯 7,11,15-trimethyl-3-methylidenehexadec-1-ene	未查到 not found	—	—	—	—	—
24.04	植酮 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	未查到 not found	—	—	—	—	—
25.53	金合欢基丙酮 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one	未查到 not found	—	—	—	—	—
26.31	棕榈酸 palmitic acid	10.000	0.270	0.040	0.590	—	—
27.03	棕榈酸乙酯 ethyl palmitate	2.000	—	—	3.600	—	—
27.14	角鲨烯 squalene	5.780	0.980	0.150	2.100	—	—
27.15	香叶醇 2,7-dimethyl-2,6-octadiene	0.075	—	—	100.000	—	—
30.92	α -亚麻酸 linolenic acid	0.005	—	100.000	—	—	—
38.51	西松烯 cembrene	未查到 not found	—	—	—	—	—

推广和种植后，该品种的清甜香韵凸显，总体特征香韵以清香和焦甜香香韵为主，总体秉承了云南烟叶清甜香润的风格特色。

4 结论

本研究以感官辅助凝胶渗透色谱法分析 KRK26 的香气风格特征，将其分为 7 个不同香韵组分，对有明显不同香韵特征的 F2~F6 进行致香成分分析，其中，F2~F3 清香香韵明显，F5~F6 则呈焦甜香香韵。KRK26 具有新植二烯、巨豆三烯酮和茄酮等清香风格特征物质，也有 5-羟甲基糠醛和麦芽酚等焦甜香型物质，还有香叶醇和金合欢醇等花香香韵以及柠檬醛和 (+)-柠檬烯等果香香韵类物质。

[参考文献]

[1] 景延秋, 宫长荣, 张月华, 等. 烟草香味物质分析研究进展[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(2): 44. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5119.2005.02.014](#).

[2] 刘彩云, 刘洪祥, 常志隆, 等. 烟草香气品质研究进展[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(6): 75. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5119.2010.06.019](#).

[3] 周慧明, 华青, 陶立奇, 等. 加热非燃烧状态下再造烟叶颗粒香味成分的释放行为[J]. 烟草科技, 2019, 52(5): 67. DOI: [10.16135/j.issn1002-0861.2018.0370](#).

[4] 文锦涛, 程传策, 张晓强, 等. 不同耕地时间及深度对植烟土壤质量及烤烟产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(3): 26. DOI: [10.3969/j.issn.1001-3601.2019.03.007](#).

[5] 张加云, 何其晶, 余凌翔, 等. 云南新烟区与津巴布韦 KRK26 烟叶化学成分相似性分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2011, 26(S2): 47. DOI: [10.3969/j.issn.1004-390X\(n\).2011.z2.008](#).

[6] 杜丛中, 吴克松, 姚忠达, 等. 湖南郴州烟区不同烤烟品种烟叶品质差异性研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(36): 7954. DOI: [10.3969/j.issn.0517-6611.2009.36.040](#).

[7] 张国超, 孙福山, 王松峰, 等. 引进烤烟品种 KRK26 烘烤特性研究[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(3): 74. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5119.2013.03.15](#).

[8] 周翔, 赵传良, 董建新, 等. 株行距、留叶数对烤烟品种 KRK26 主要经济性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2015,

- 36(6): 17. DOI: [10.13496/j.issn.1007-5119.2015.06.004](https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2015.06.004).
- [9] 苑欣娅,姚晶,陈彦凤,等.茶叶中农药残留检测前处理技术研究进展[J].中国卫生检验杂志,2019,29(20): 2555.
- [10] 张启东,刘俊辉,张文娟,等.初烤烟叶提取物中关键甜味成分的感官导向分析[J].烟草科技,2016,49(6): 58. DOI: [10.16135/j.issn1002-0861.20160609](https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.20160609).
- [11] 迟广俊,刘俊辉,鲍峰玉,等.初烤烟叶提取物中酸味关键成分的感官导向分析[J].烟草科技,2015,48(12): 27. DOI: [10.16135/j.issn1002-0861.20151205](https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.20151205).
- [12] 茅中一,周培琛,章雪锋,等.福建尤溪烟叶香韵风格的感官辅助凝胶色谱分析[J].中国烟草学报,2020,26(5): 25. DOI: [10.16472/j.chinatobacco.2020.073](https://doi.org/10.16472/j.chinatobacco.2020.073).
- [13] 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. DOI: [10.16135/j.issn1002-0861.2020.0233](https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.2020.0233).
- [14] 刘俊辉,杨春强,范武,等.卷烟烟气中7种香韵特征赋予组群的筛查[J].烟草科技,2019,52(4): 44. DOI: [10.16135/j.issn1002-0861.2018.0135](https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.2018.0135).
- [15] 樊美琪,杨芳,贾洪锋,等.基于GC-MS探究郫县豆瓣和豆豉对盐煎肉挥发性风味物质的影响[J].食品工业科技,2021,42(13): 274. DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2020070199](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070199).
- [16] PANG X L, CHEN D, HU X S, et al. Verification of aroma profiles of Jiashi muskmelon juice characterized by odor activity value and gas chromatography-olfactometry/detection frequency analysis: aroma reconstitution experiments and omission tests[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2012, 60(42): 10426. DOI: [10.1021/jf302373g](https://doi.org/10.1021/jf302373g).
- [17] 张强,辛秀兰,杨富民,等.主成分分析法评价红树莓果醋的相对气味活度值[J].现代食品科技,2015,31(11): 332. DOI: [10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.11.050](https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.11.050).
- [18] 谢恬,王丹,马明娟,等.OAV和GC-O-MS法分析五香驴肉风味活性物质[J].食品科学,2018,39(8): 123. DOI: [10.7506/spkx1002-6630-201808020](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-201808020).
- [19] AMANPOUR A, SELLI S. Differentiation of volatile profiles and odor activity values of Turkish coffee and French press coffee[J]. Food Processing and Preservation, 2016, 40(5): 1116. DOI: [10.1111/jfpp.12692](https://doi.org/10.1111/jfpp.12692).
- [20] VAN GEMERT L J. Odour thresholds: compilations of odour threshold values in air, water and other media[M]. Houten: Oliemans Punter & Partners BV, 2011.
- [21] DAVIS D L, NIELSEN M T. Tobacco: production, chemistry and technology[M]. Oxford: Blackwell Science Ltd., 1999.
- [22] 刘哲.基于香气活度值的烟叶、卷烟、烟草添加剂主要香气成分研究[D].昆明:昆明理工大学,2020.
- [23] 王丹,丹彤,孙天松,等.SPME-GC-MS结合ROAV分析单菌及复配发酵牛乳中关键性风味物质[J].食品科学,2017,38(8): 145. DOI: [10.7506/spkx1002-6630-201708023](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-201708023).
- [24] 谢剑平.烟草香原料[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [25] 张承曾,汪清如.日用调香术[M].北京:中国轻工业出版社,1989.
- [26] 杜咏梅,张建平,王树声,等.主导烤烟香型风格及感官质量差异的主要化学指标分析[J].中国烟草科学,2010,31(5): 7. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5119.2010.05.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5119.2010.05.002).
- [27] 王能如,李章海,王东胜,等.烤烟香气成分与其评吸总分和香味特征的相关性[J].安徽农业科学,2009,37(6): 2567. DOI: [10.13989/j.cnki.0517-6611.2009.06.082](https://doi.org/10.13989/j.cnki.0517-6611.2009.06.082).
- [28] 范幸龙,胡钟胜,杨奋宇,等.基于丽江生态条件的KRK26烟叶工业可用性研究[J].中国烟草科学,2017,38(3): 86. DOI: [10.13496/j.issn.1007-5119.2017.03.015](https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2017.03.015).
- [29] 杨康,范幸龙,李炜,等.云南丽江KRK26烟叶主要品质性状及其与气象因子相关性[J].云南农业大学学报(自然科学),2020,35(3): 443. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201911041](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201911041).
- [30] 卢乐华.云南清香型卷烟特征香味成分剖析与鉴定[D].无锡:江南大学,2012.
- [31] 王鹏泽,来苗,陶陶,等.不同香型烤烟主要香味物质成分与香韵指标的关系研究[J].中国农业科技导报,2015,17(3): 126. DOI: [10.13304/j.nykjdb.2015.011](https://doi.org/10.13304/j.nykjdb.2015.011).
- [32] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [33] 韩锦峰,袁秀秀,谢晓辉,等.同一品种在不同生态区烟叶化学品质的差异[J].中国烟草学报,2016,22(5): 70. DOI: [10.16472/j.chinatobacco.2016.170](https://doi.org/10.16472/j.chinatobacco.2016.170).
- [34] 王鹏泽,赵铭钦,刘鹏飞,等.浓香型产区烤烟中性致香成分与生物碱组成及含量[J].中国烟草科学,2014,35(5): 98. DOI: [10.13496/j.issn.1007-5119.2014.05.019](https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2014.05.019).
- [35] 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. DOI: [10.16472/j.chinatobacco.2014.085](https://doi.org/10.16472/j.chinatobacco.2014.085).
- [36] 李玲燕,徐宜民,刘百战,等.不同生态区域烤烟烟叶香气物质分析[J].中国烟草科学,2015,36(3): 1. DOI: [10.13496/j.issn.1007-5119.2015.03.001](https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2015.03.001).
- [37] 赵晓丹,鲁喜梅,史宏志,等.不同烟草类型烟叶中性致香成分和生物碱含量差异[J].中国烟草科学,2012,33(2): 7. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5119.2012.02.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5119.2012.02.002).
- [38] 刘纯友,江素珍,冯笑,等.HS-SPME-GC-MS测定三种类型百香果果实挥发性风味成分[J].食品工业科技,2021,42(11): 255. DOI: [10.13386/j.issn1002-0306.2020.100010](https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020.100010).
- [39] 李欢康,杨佳玮,刘文玉,等.不同工艺核桃油挥发性物质比对及关键香气成分表征[J].食品科学,2021,42(16): 185. DOI: [10.7506/spkx1002-6630-20200901-006](https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20200901-006).

责任编辑:何承刚