



吴秉宇,俞森文,费婷,等.不同加香方式下细支卷烟中烟用香精转移行为研究[J].轻工学报,2022,37(5):91-97.

WU B Y, YU S W, FEI T, et al. Study on the transfer behavior of tobacco flavor in slim cigarettes with different flavoring methods[J]. Journal of Light Industry, 2022, 37(5):91-97. DOI:10.12187/2022.05.011

不同加香方式下细支卷烟中烟用香精转移行为研究

吴秉宇,俞森文,费婷,毕艳玫,孙凯健,王文俊,陆捷

上海烟草集团有限责任公司,上海 200082

摘要:以细支卷烟为研究对象,采用气相色谱-三重四极杆质谱联用(GC-MS/MS)法,分析烟丝加香、爆珠加香、香线加香、丝束加香4种加香方式下烟用香精抽吸前滤嘴分布和抽吸后转移情况。结果表明:1)30 d密封保存后,4种加香方式的烟丝与滤嘴中常用香精分布差异明显,烟丝加香方式下沸点较低的烟用香精迁移比例较大;2)爆珠、香线和丝束3种滤嘴加香方式下,烟用香精的主流烟气粒相转移率和滤嘴截留率均较为接近;烟丝加香方式下,烟用香精的主流烟气粒相转移率整体高于其他3种滤嘴加香方式,滤嘴截留率均低于其他3种滤嘴加香方式;对于高沸点烟用香精,烟丝加香与滤嘴加香的差异更加明显;3)爆珠加香方式下,烟用香精的逐口稳定性好于其他3种加香方式;烟丝加香方式下,烟用香精的逐口稳定性受沸点影响较大;丝束加香和香线加香方式下,烟用香精的逐口释放量随口数增加而升高。

关键词:细支卷烟;烟丝加香;滤嘴加香;烟用香精;转移行为

中图分类号:TS452.1 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-1553(2022)05-0091-07

0 引言

烟用香精是一类重要的烟草添加剂,可以有效改善卷烟吸食品质,其在抽吸过程中的转移行为一直是国内外研究热点之一^[1-5]。近年来,关于烟用香精的转移行为研究,主要集中在常规卷烟领域^[6-14]。刘嘉莉等^[8]采用HS-SPME-GC/MS法分析了烟丝加香方式下吡啶、吡咯、2,3,5,6-四甲基吡嗪、糠醛、D-柠檬烯、 β -大马酮等烟用香精的转移行为,结果表明在卷烟燃吸过程中香味成分与烟碱的主流烟气递送规律存在明显的区别;朱瑞芝等^[10]采用气相色谱-三重四极杆质谱联用(GC-MS/MS)

法分析了爆珠加香方式下薄荷醇、苯甲醇、乙酸己酯、二氢猕猴桃内酯等烟用香精的转移行为,结果显示醇类单体香料向主流烟气粒相的转移率整体高于酯类单体香料;郭华诚等^[12]采用GC-MS法分析了香线加香方式下薄荷醇、薄荷酮、乙酸薄荷酯等烟用香精的转移行为,发现薄荷醇向主流烟气中的转移率最高,且大部分香味成分被截留在滤嘴中。

与常规卷烟相比,细支卷烟圆周小、烟丝少、香气量低^[15],通过向其烟丝、滤嘴、卷烟纸、内衬纸等卷烟原辅材料中添加香精,可有效补充细支卷烟香气量^[16],目前以烟丝加香、香线加香、丝束加香和爆珠加香较为常见^[17-18]。但已有研究成果中关于细

收稿日期:2021-11-19

基金项目:中国烟草总公司重点科技项目(110201802004)

作者简介:吴秉宇(1990—),男,安徽省安庆市人,上海烟草集团有限责任公司工程师,主要研究方向为烟草化学。E-mail:wubingy@sh.tobacco.com.cn

通信作者:陆捷(1971—),男,上海市人,上海烟草集团有限责任公司工程师,主要研究方向为卷烟工艺。E-mail:luj@sh.tobacco.com.cn

支卷烟中烟用香精的转移行为鲜有报道。鉴于此,本文拟选取常用的烟用香原料(药草香:薄荷醇、L-薄荷酮、L-(-)-香芹酮;花香:香叶醇、香茅醛、 α -紫罗兰酮;辛香:对茴香醛、肉桂醇、肉桂醛、L-(-)-紫苏醛;果香:反-2-己烯醛;奶香:香兰素),以不同的方式(烟丝加香、爆珠加香、香线加香、丝束加香)将其添加至细支卷烟中,采用GC-MS/MS法,分析不同加香方式下烟用香精抽吸前的滤嘴分布和抽吸后的转移情况,以期为细支卷烟中烟用香精种类和加香方式的选择提供参考。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

主要材料:细支卷烟样品(烟支59 mm,醋纤滤嘴25 mm,圆周17 mm),由上海烟草集团有限责任公司提供。

主要试剂:反-2-己烯醛、L-薄荷酮、香茅醛、薄荷醇、香叶醇、L-(-)-香芹酮、L-(-)-紫苏醛、对茴香醛、肉桂醇、肉桂醛、 α -紫罗兰酮、香兰素、十三酸甲酯,纯度均>98.0%,购自北京百灵威公司;三乙酸甘油酯、辛癸酸甘油酯、无水乙醇,均为色谱纯,购自德国默克公司。

主要仪器:7890B-7010型气相色谱-三重四极杆联用仪,美国安捷伦公司产;M20 H型20孔道转盘吸烟机(配有逐口捕集单元),德国博瓦特凯希公司产;XP603 S电子天平,瑞士梅特勒-托利多公司产。

1.2 实验方法

1.2.1 卷烟样品制备 参照文献[19]的方法,分别将烟用香精注入细支卷烟的烟丝、丝束、香线、爆珠中,制备烟丝加香、丝束加香、香线加香和爆珠加香卷烟样品,添加量为0.04 mg/支。将卷烟样品在温度(22±2)℃、相对湿度(60±5)%条件下密封贮存30 d。

1.2.2 样品前处理 卷烟样品及主流烟气的前处理:按GB/T 19609—2004^[20]的方法对卷烟样品的质量和吸阻进行分选,采用前期研究建立的香味成分前处理方法^[19],测得抽吸前每支卷烟烟丝及滤嘴中烟用香精的含量以及抽吸后每支卷烟主流烟气颗粒物相和滤嘴中烟用香精的含量。逐口主流烟气的前

处理:利用转盘型吸烟机的逐口捕集功能,采用直径为44 mm的剑桥滤片对20支卷烟样品的逐口主流烟气粒相成分进行捕集,然后放入锥形瓶,用10 mL无水乙醇(含1 μg/mL十三酸甲酯)在200 r/min条件下振荡萃取1 h,将萃取液过膜后备用。

1.2.3 烟用香精检测方法 使用无水乙醇配制烟用香精标准工作液,质量浓度分别为0.1 μg/mL、0.5 μg/mL、1.0 μg/mL、5.0 μg/mL、10.0 μg/mL。将标准工作液进行GC-MS/MS分析,建立各烟用香精标准工作曲线。

GC分析条件:DB-HeavyWAX(60 m×0.25 mm×0.25 μm)毛细管柱;载气为He;进样量为1 μL;进样口温度为270℃;流速为1.0 mL/min;分流比为5:1;溶剂延迟时间为10 min;升温程序为起始温度40℃,保持2 min,以5℃/min升温至270℃,保持5 min。

MS分析条件:接口温度为270℃;电离方式为电子轰击源;离子源温度为230℃;四级杆温度为150℃;电离能量为70 eV;扫描模式为多反应检测扫描(MRM)。12种烟用香精及内标的保留时间和MRM参数见表1。

1.2.4 烟用香精转移行为分析 根据上文烟用香精检测条件,测得每支卷烟逐口主流烟气中烟用香精的含量。对于不同加香方式细支卷烟中烟用香精的抽吸前滤嘴分布比例(FD)、滤嘴残留/截留(RR)、主流烟气粒相转移率(TR)、主流烟气粒相逐口转移率 PTR)进行比较,其计算公式分别如下所示。

$$FD = \frac{FS - FB}{CS - CB} \times 100\%$$

$$RR = \frac{RS - RB}{CS - CB} \times 100\%$$

$$TR = \frac{TS - TB}{CS - CB} \times 100\%$$

$$PTR = \frac{PTS - PTB}{CS - CB} \times 100\%$$

其中:FS、RS、TS、PTS、CS分别表示加香卷烟样品中烟用香精在抽吸前滤嘴、抽吸后滤嘴、主流烟气颗粒物相、逐口主流烟气颗粒物相中的含量/(μg·支⁻¹),FB、RB、TB、PTB、CB分别表示空白卷烟样品

表1 12种烟用香精及内标的保留时间和MRM参数
Table 1 RT and MRM parameters of 12 tobacco flavor compounds and internal standard

香味类型	烟用香精	保留时间/ min	定量离子对			定性离子对		
			母离子	子离子	碰撞能量/eV	母离子	子离子	碰撞能量/eV
药草香	薄荷醇	26.732	123	81	10	95	67	10
	L-薄荷酮	23.306	154	139	5	139	93	10
	L-(-)-香芹酮	29.205	82	54	5	108	93	10
花香	香叶醇	31.331	93	77	15	123	81	10
	香茅醛	22.831	121	93	10	95	67	10
	α -紫罗兰酮	31.722	121	77	20	93	77	20
辛香	对茴香醛	35.452	135	77	15	77	51	15
	肉桂醇	40.092	134	92	5	105	77	20
	肉桂醛	35.681	131	77	30	103	77	15
	L-(-)-紫苏醛	30.383	68	53	10	107	79	10
果香	反-2-己烯醛	15.668	83	55	5	97	55	5
奶香	香兰素	45.035	151	65	20	109	81	5
内标	十三酸甲酯	32.805	87	55	10	143	55	15

中烟用香精在抽吸前滤嘴、抽吸后滤嘴、主流烟气粒相物、逐口主流烟气粒相物中的含量/($\mu\text{g}\cdot\text{支}^{-1}$)。

2 结果与分析

2.1 烟用香精检测方法验证结果

12种烟用香精标准工作曲线的 R^2 、 RSD 及回收率如表2所示。由表2可知,所有香精的工作曲线 R^2 均大于0.999,反-2-己烯醛 RSD 为9.5%,香兰素 RSD 为8.4%,其余成分 RSD 均小于5%。根据实际样品量范围考查了高(3.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、中(1.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、低(0.3 $\mu\text{g}/\text{mL}$)3种加标量的回收率,除低加标量下L-(-)-紫苏醛和香兰素回收率超过110%,其余成分不同加标量的回收率均在85%~110%之间。结果表明,该方法准确度高、重复性好,可以满足不同烟用香料的定量检测分析需求。

2.2 不同加香方式下烟用香精转移行为分析结果

2.2.1 抽吸前滤嘴分布比较 卷烟样品抽吸前12种烟用香精在滤嘴中的分布如表3所示。由表3可知,经30 d贮存后,烟丝加香、爆珠加香、丝束加香和香线加香卷烟样品中的烟用香精在滤嘴中的分布差异明显。爆珠加香方式下,所有烟用香精均未发生自滤嘴向烟丝端的迁移。丝束加香和香线加香方式下,烟用香精不易迁移到烟丝,持留在滤嘴中的比例为84.6%~100.0%;其中薄荷醇和L-薄荷酮的

烟丝迁移率相对较高,接近15%。烟丝加香方式下,肉桂醇和香兰素不易迁移到滤嘴;随沸点的降低,烟用香精从烟丝中迁移到滤嘴中的比例逐渐增大,如反-2-己烯醛、香茅醛、L-(-)-紫苏醛、L-薄荷酮及L-(-)-香芹酮均超过50%。烟用香精在滤嘴中的迁移程度小于烟丝中的迁移程度,可能是由于烟用香精与滤嘴的结合力大于与烟丝的结合力。张杰等^[21]的实验结果表明,在烟丝加香方式下,醛酮类香料向滤嘴中的迁移率均高于滤棒加香方式,与本研究结果一致。

表2 12种烟用香精标准工作曲线的 R^2 、 RSD 及回收率

Table 2 R^2 , RSD and recovery rate of 12 tobacco flavor compounds' calibration curves

烟用香精	R^2	$RSD/\%$ ($n=5$)	回收率/%		
			低加标量	中加标量	高加标量
反-2-己烯醛	0.999 7	9.5	94.1	87.3	88.2
L-薄荷酮	0.999 9	3.9	98.2	94.1	99.8
香茅醛	0.999 4	5.4	106.7	92.4	91.3
薄荷醇	0.999 8	3.7	90.2	91.7	98.3
香叶醇	0.999 2	4.1	106.2	100.1	100.4
L-(-)-香芹酮	0.999 9	3.7	93.4	95.4	107.3
L-(-)-紫苏醛	0.998 3	3.1	112.7	88.3	93.8
对茴香醛	0.999 8	4.4	101.1	91.2	90.2
肉桂醇	0.999 9	4.0	99.1	91.7	95.6
肉桂醛	0.999 9	3.8	106.8	92.0	86.9
α -紫罗兰酮	0.999 8	4.0	97.5	93.5	99.8
香兰素	0.999 1	8.4	118.1	102.4	104.0

2.2.2 滤嘴截留/残留比较 12种烟用香精在烟丝加香方式下的滤嘴截留率及爆珠加香、丝束加香和香线加香方式下的滤嘴残留率如表4所示。由表4可知,爆珠、丝束和香线这3种滤嘴加香方式下烟用香精的滤嘴残留率较为接近。烟丝加香方式下,烟用香精的滤嘴截留率均低于其他3种滤嘴加香方式的残留率,且对于高沸点烟用香精,差异更加明显。这可能是由于烟丝中成分经主流烟气被滤嘴截留的量小于滤嘴中成分未扩散至主流烟气的量;而沸点越高,滤嘴中成分总体上越难扩散至主流烟气。

2.2.3 主流烟气粒相转移率比较 12种烟用香精的主流烟气粒相转移率见表5。由表5可知,爆珠、丝束和香线3种滤嘴加香方式下烟用香精的主流烟气粒相转移率较为接近,丝束加香方式下烟用香精的主流烟气粒相转移率整体略高于爆珠加香和香线加香。烟丝加香方式下,除L-薄荷酮外,其余烟用香精的主流烟气粒相转移率均高于其他3种滤嘴加香方式。随着沸点的升高,滤嘴加香方式下烟用香精主流烟气粒相转移率与烟丝加香的差距逐渐增大,如沸点最高的香兰素,滤嘴加香方式下主流烟气粒相转移率小于3%,而烟丝加香方式下大于20%。这可能是由于卷烟抽吸时烟丝端温度高,滤嘴端温度则相对偏低,烟丝中的成分更易气化进入主流烟

气,而高沸点香味成分不易扩散到滤棒且主要持留在烟丝中。

2.2.4 主流烟气粒相逐口转移率比较 由上述分析可知,反-2-己烯醛、L-薄荷酮、香茅醛、香叶醇、薄荷醇、L(-)-香芹酮、L(-)-紫苏醛等沸点较低的烟用香精,其逐口释放规律基本一致;茴香醛、肉桂醇、肉桂醛、 α -紫罗兰酮、香兰素等高沸点烟用香精的逐口释放规律也较为相似。因此,分别选取薄荷醇和香兰素代表低沸点和高沸点烟用香精进行主流烟气粒相逐口转移率的分析,结果如图1所示。

表4 12种烟用香精的滤嘴截留率/残留率

Table 4 Filter retention/residual rates of 12 tobacco flavor compounds

烟用香精	沸点/ ℃	烟丝加香 滤嘴截留 率/%	滤嘴残留率/%		
			爆珠 加香	丝束 加香	香线 加香
反-2-己烯醛	147	57.0	60.7	71.0	66.5
L-薄荷酮	205	54.3	63.2	58.7	62.8
香茅醛	207	58.6	74.8	70.2	71.0
薄荷醇	216	40.4	73.0	66.5	71.9
香叶醇	229	30.1	92.6	90.6	90.1
L(-)-香芹酮	230	58.4	82.0	83.3	85.2
L(-)-紫苏醛	237	58.2	89.5	87.7	88.9
对茴香醛	248	49.5	93.0	92.6	90.3
肉桂醇	250	20.1	83.6	88.7	76.3
肉桂醛	251	43.0	96.3	90.4	87.8
α -紫罗兰酮	258	21.8	90.3	83.4	86.6
香兰素	284	8.8	63.1	76.8	64.7

表3 卷烟样品抽吸前12种烟用香精在滤嘴中的分布

Table 3 Distribution of 12 tobacco flavor compounds in the filter of cigarette samples before smoking

烟用香精	沸点/ ℃	滤嘴中烟用香精分布比例/%			
		烟丝 加香	爆珠 加香	丝束 加香	香线 加香
反-2-己烯醛	147	92.0	100	93.8	92.0
L-薄荷酮	205	76.2	100	85.3	87.7
香茅醛	207	76.8	100	88.9	89.7
薄荷醇	216	48.5	100	84.6	87.1
香叶醇	229	20.0	100	96.1	95.9
L(-)-香芹酮	230	60.1	100	93.8	94.3
L(-)-紫苏醛	237	56.0	100	93.9	94.4
对茴香醛	248	32.4	100	98.0	97.7
肉桂醇	250	2.9	100	99.5	99.4
肉桂醛	251	32.0	100	99.2	99.0
α -紫罗兰酮	258	20.8	100	94.9	95.7
香兰素	284	2.2	100	99.0	99.0

表5 12种烟用香精的主流烟气粒相转移率

Table 5 Transfer rates of 12 tobacco flavor compounds to mainstream smoke particulate matter

烟用香精	沸点/ ℃	主流烟气粒相转移率/%			
		烟丝 加香	爆珠 加香	丝束 加香	香线 加香
反-2-己烯醛	147	31.8	30.2	27.9	26.7
L-薄荷酮	205	20.1	16.9	20.4	17.0
香茅醛	207	17.8	12.3	17.0	16.0
薄荷醇	216	25.3	15.7	19.7	16.1
香叶醇	229	24.6	9.3	11.7	12.1
L(-)-香芹酮	230	19.3	12.8	13.1	11.8
L(-)-紫苏醛	237	19.1	11.6	13.3	12.0
对茴香醛	248	19.5	8.4	6.0	7.2
肉桂醇	250	29.9	4.9	4.2	4.4
肉桂醛	251	15.4	6.6	5.3	6.6
α -紫罗兰酮	258	27.7	8.4	13.0	10.6
香兰素	284	22.6	2.7	1.9	1.9

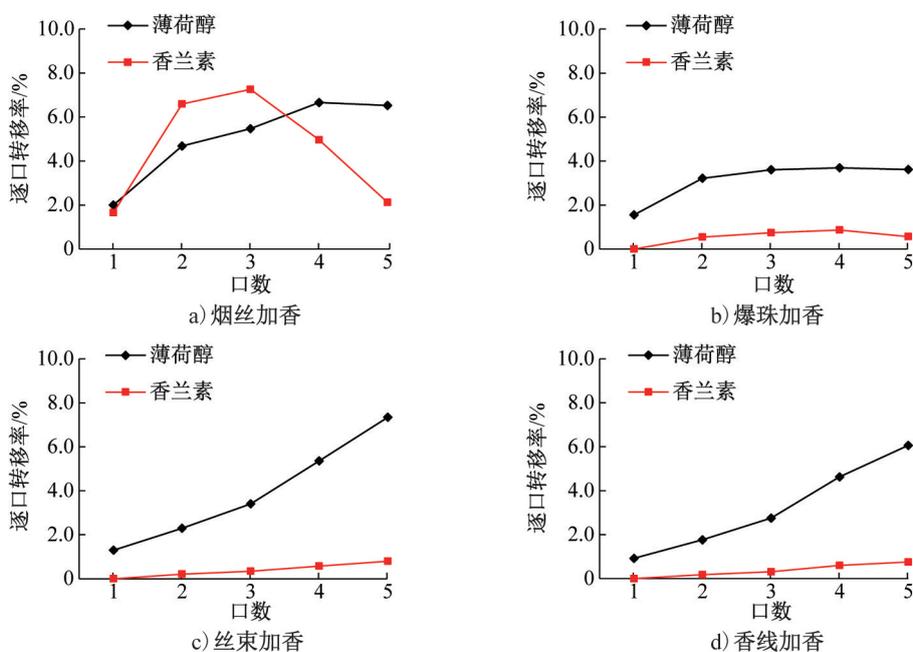


图1 薄荷醇和香兰素的主流烟气粒相逐口转移率

Fig. 1 Puff-by-puff transfer rates of menthol and vanillin to mainstream smoke particulate matter

由图1可知,烟丝加香方式下,沸点较高的香兰素,其逐口释放在第2~3口达到峰值,之后开始下降;沸点较低的薄荷醇,其逐口释放在前4口随口数增加而升高,第5口不再增加。这可能是因为卷烟抽吸时,烟气的温度已经足以使大部分加香物质从烟丝中转移至主流烟气,从而导致后几口的烟丝端香精绝对量减少;但随着沸点降低,物质抽取前迁移至滤嘴的比例升高,逐口释放在第2~3口达到峰值的规律不再显著。丝束加香和香线加香方式下,薄荷醇和香兰素的逐口释放量均随口数增加而升高,这是由于随着抽吸口数增加,燃烧锥逐步靠近滤嘴,滤嘴端温度升高^[22],烟用香精更易从滤嘴扩散至主流烟气。爆珠加香方式下,薄荷醇和香兰素的逐口释放在第2口已基本稳定,之后变化幅度均较小,这可能是由于爆珠中主要成分是从爆珠溶剂转移到主流烟气,而溶剂抑制了滤嘴端温度升高对烟用香精释放的影响。整体而言,在爆珠加香方式下,烟用香精的逐口稳定性好于其他3种加香方式。

3 结论

本文采用气相色谱-三重四极杆质谱联用法分

析了细支卷烟中12种常用烟用香精在烟丝加香和爆珠、丝束、香线3种滤嘴加香方式下的转移行为。结果表明:1)密封保存30d后,烟丝加香样品中沸点较低的烟用香精较大比例迁移至滤嘴中,而在滤嘴加香方式下,烟用香精不易迁移到烟丝中;2)烟丝加香方式下,烟用香精的主流烟气粒相转移率整体高于其他3种滤嘴加香方式,滤嘴截留率均低于其他3种滤嘴加香方式,且沸点越高差异越明显;3)爆珠加香方式下,烟用香精的逐口稳定性好于其他3种加香方式,但高沸点成分在烟丝加香方式下释放量高于低沸点成分。该结论可为解决细支卷烟香气量不足的问题提供参考,未来可对不同加香方式下烟用香精的转移机理进行进一步探究。

参考文献:

- [1] RAMBLA A M, TIENPONT B, MITSUI K, et al. Coupling gas chromatography and electronic nose detection for detailed cigarette smoke aroma characterization [J]. *Journal of Chromatography A*, 2014, 1365: 191-203.
- [2] SCHWANZ T G, NESPECA M G, DIAS J C, et al.

- GC×GC-TOFMS and chemometrics approach for comparative study of volatile compound release by tobacco heating system as a function of temperature[J]. *Microchemical Journal*, 2020, 159: 105578.
- [3] WANG J A, YANG G H, LI C X. Zonal distribution of neutral aroma components in flue-cured tobacco leaves [J]. *Phytochemistry Letters*, 2018, 24(1): 125-130.
- [4] JING Y Q, LI G L, LIU J J, et al. The effects of filter ventilation on flavor constituents in cigarette smoke [J]. *Applied Mechanics & Materials*, 2011, 79: 35-42.
- [5] GUO Q, PAN L N, QIN Y Q, et al. Combined use of analyte protectants and precolumn back-flushing for a robust, high-throughput quantitative determination of aroma compounds in cigarette mainstream smoke by gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Microchemical Journal*, 2022, 175: 107121.
- [6] 许嵩飞, 章平泉, 范忠, 等. 用气相色谱法同时测定薄荷型卷烟滤嘴中的薄荷醇、三乙酸甘油酯和烟碱含量[J]. *轻工学报*, 2018, 33(5): 53-59.
- [7] 郭鹏, 单凯, 邹艳, 等. 辅材参数对酯类香料在卷烟中转移行为的研究[J]. *农产品加工*, 2020(1): 32-36.
- [8] 刘嘉莉, 文建辉, 虞苏行, 等. HS-SPME-GC/MS 法测定主流烟气中 8 种香味成分的逐口释放量[J]. *烟草科技*, 2016, 49(1): 31-37.
- [9] 郭华诚, 赵琪, 吴艳艳, 等. 爆珠香味成分剖析及其在卷烟中转移率[J]. *食品工业*, 2020, 41(3): 289-293.
- [10] 朱瑞芝, 詹建波, 蒋薇, 等. GC-MS/MS 法分析爆珠关键成分在卷烟中的转移行为[J]. *烟草科技*, 2018, 51(6): 58-63.
- [11] 奚安, 顾文博, 乔枞, 等. 爆珠中四甲基吡嗪和糠硫醇的烟气传递效率及其滤嘴吸附机制[J]. *烟草科技*, 2020, 53(9): 47-53.
- [12] 郭华诚, 朱远洋, 赵琪, 等. 薄荷型香线滤嘴特征成分及其在卷烟中的转移行为[J]. *烟草科技*, 2019, 52(10): 62-67.
- [13] 沈靖轩, 肖维毅, 何雪峰, 等. 卷烟抽吸过程中香线滤嘴内含致香成分逐口转移的研究[J]. *湖北农业科学*, 2017, 56(15): 2931-2934.
- [14] 肖维毅, 李晓, 熊姗姗, 等. 通风率对卷烟滤棒中香精转移率的影响[J]. *湖北农业科学*, 2020, 59(21): 113-116.
- [15] 唐军, 何邦华, 温亚东, 等. 国内细支卷烟加工工艺与加工装备研究进展[J]. *轻工学报*, 2020, 35(6): 41-49.
- [16] 孙胜南, 周仲良, 黄艳, 等. 中式低焦油卷烟加香加料技术的研究进展[J]. *轻工科技*, 2013, 29(8): 28-30.
- [17] 楚文娟, 田海英, 冯晓民, 等. 滤嘴参数对细支烟主流烟气中 5 种关键烤甜香释放量的影响[J]. *轻工学报*, 2019, 34(1): 43-50.
- [18] 朱亚峰, 胡军, 唐荣成, 等. 卷烟滤嘴加香研究进展[J]. *中国烟草学报*, 2011, 17(6): 104-109.
- [19] 吴秉宇, 费婷, 罗辰, 等. 细支卷烟不同加香方式香味成分的转移行为[J]. *烟草科技*, 2021, 54(1): 24-31.
- [20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 卷烟 用常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油: GB/T 19609—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [21] 张杰, 宗永立, 周会舜, 等. 一些醛酮类香料在卷烟烟丝和滤嘴中的转移行为[J]. *烟草科技*, 2011(7): 60-63.
- [22] 陈秋平, 谢国勇, 罗玮, 等. 二十烷/膨胀石墨复合相变材料的制备及其对卷烟滤嘴温度的调控[J]. *烟草科技*, 2017, 50(3): 65-72.

Study on the transfer behavior of tobacco flavor in slim cigarettes with different flavoring methods

WU Bingyu, YU Senwen, FEI Ting, BI Yanjiu, SUN Kaijian, WANG Wenjun, LU Jie

Shanghai Tobacco Group Co., Ltd., Shanghai 200082, China

Abstract: To study the slim cigarettes with different flavoring methods (cut tobacco, breakable capsule, tow and cotton thread flavoring), a gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS) method was established for analyzing the distribution and transfer of aroma components in slim cigarettes flavored by different methods. The results showed as follows: after storage in 30 days, the distribution of tobacco flavor compounds in cut filler and filters varied between different flavoring methods, and the transfer rates of tobacco flavor compounds with lower boiling points were higher in tobacco-flavored samples. For three filter flavoring methods (breakable capsule, tow and cotton thread flavoring), the transfer rates to particulate matter of mainstream smoke and the filter retention rates of tobacco flavor compounds were close. Compared to filter-flavored samples, the transfer rates in tobacco-flavored samples were higher, and the filter retention rates were lower. Moreover, the difference between tobacco-flavored and filter-flavored samples was more significant for tobacco flavor with high boiling point. In general, capsule flavoring possessed the best stability of puff-by-puff flavor release. By contrast, the puff-by-puff flavor release was influenced significantly by the boiling point of tobacco flavor compounds in tobacco-flavored samples, and the puff-by-puff flavor release increased with puff in tow-flavored and thread-flavored samples.

Key words: slim cigarettes; tobacco-flavored; filter-flavored; tobacco flavor; transfer behavior

(责任编辑:吴晓亭)

(上接第 90 页)

and the normal distribution test of sample property value in cigarette making process and the calculation of tobacco mixing uniformity were conducted. Through the analysis of control chart, process capability index and tobacco mixing ability, the quality stability and variation law of tobacco in each process were explored. The results showed that the mixing uniformity of tobacco in loose moisture regain process was 67.04%, the coefficient of variation was 32.96%, and the mixing uniformity was poor. Premixing contributed the most to the improvement of tobacco mixing uniformity, with the variance reduction index of 17.59 after first-order feeding premixing, and the tobacco mixing uniformity reached 94.30%. The processing quality stability of tobacco materials in loose moisture regain and primary feeding premixing process was poor. The mixing uniformity of tobacco materials in the subsequent four processes was more than 95%, and the process capability index C_p value was close to 2.0. The processing quality stability was better. According to the results, the mixing uniformity and quality stability of the material could be improved by increasing the number of cigarette cutters and increasing the premixed cabinet in the cigarette making process.

Key words: property value; cigarette making; mixing uniformity; process capability; quality stability

(责任编辑:吴晓亭)