

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2022.02.003

两种加香方式下 7 种葡萄糖苷配基在 烟气中的裂解转移规律

Study on pyrolysis transfer rules of seven aglycones in
flue gas under two kinds of flavoring methods

韩 路¹ 楚文娟¹ 胡少东¹

HAN Lu¹ CHU Wen-juan¹ HU Shao-dong¹

赵志伟¹ 杨 靖² 田海英¹

ZHAO Zhi-wei¹ YANG Jing² TIAN Hai-ying¹

(1. 河南中烟工业有限责任公司技术中心, 河南 郑州 450000;

2. 郑州轻工业大学食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002)

(1. Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou,
Henan 450000, China; 2. College of Food and Biological Engineering, Zhengzhou
University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002, China)

摘要:目的:研究 7 种葡萄糖苷添加到卷烟纸上裂解产生的糖苷配基在主流和侧流烟气中的转移规律。方法:将 5-甲基糠醇葡萄糖苷、薄荷醇葡萄糖苷、大茴香醇葡萄糖苷、叶醇葡萄糖苷、苯乙醇葡萄糖苷、乙基香兰素葡萄糖苷和香兰素葡萄糖苷 7 种单体香料按烟丝重量的 0.01% 分别涂抹到卷烟纸表面和注射到卷烟中,测定两种加香方式下其裂解的糖苷配基在主流烟气和侧流烟气中的裂解转移率,在此基础上分别以 0.001%, 0.010%, 0.050% 的添加量涂抹到卷烟纸上,测定 7 种糖苷配基在主、侧流烟气中的转移率。结果:烟丝加香方式下 7 种糖苷配基在主流烟气中的转移率高于卷烟纸加香方式,而侧流烟气中的转移率与之相反;糖苷配基在主流烟气和侧流烟气中转移率最高的为 5-甲基糠醇,最低的为薄荷醇,其他依次为叶醇、大茴香醇、苯乙醇、乙基香兰素和香兰素;0.001% 添加量条件下,7 种糖苷配基在主流、侧流烟气中的转移率分别为 0.27%~1.24%, 0.42%~1.71%, 0.010% 添加量下分别为 0.38%~1.87%, 0.54%~2.52%, 0.050% 添加量下分别为 0.31%~1.56%,

0.47%~2.19%。结论:3 个添加量下,7 种糖苷配基在侧流烟气中的转移率均高于主流烟气中的;糖苷配基在主流和侧流烟气中均表现出随添加量的增加先增加后降低的趋势。

关键词:糖苷配基;卷烟纸;烟丝;裂解

Abstract: Objective: The pyrolysis transfer rate of aglycones from 7 kinds of glucosides added to cigarette paper in mainstream and sidestream smoke was studied. **Methods:** 5-methylfurfuryl alcohol glucoside, menthol glucoside, anisyl alcohol glucoside, leaf alcohol glucoside, phenylethanol glucoside, ethyl vanillin glucoside and vanillin glucoside were applied to the surface of cigarette paper and inject into cigarette according to the 0.01% of the weight of cut tobacco respectively. The transfer rates of aglycones in mainstream smoke and side stream smoke were determined under two kinds of flavoring methods. On this basis, the transfer rules of seven aglycones in mainstream smoke and sidestream smoke were studied when the concentration of 0.001%, 0.010% and 0.050% was applied to cigarette paper. **Results:** In mainstream smoke, the transfer rates of seven aglycones in cut tobacco were higher than those added to cigarette paper, but the opposite was true in sidestream smoke; 5-methylfurfuryl alcohol had the highest transfer rate of aglycones in mainstream smoke and sidestream smoke, and menthol had the lowest transfer rate, followed by leaf alcohol, anisyl alcohol, phenylethanol, ethyl vanillin and vanillin. Under the condition of 0.001% addition, the transfer rates of seven aglycones in mainstream and side stream smoke were 0.27%~1.24% and 0.42%~1.71% respectively,

基金项目:国家自然科学基金项目(编号 81903507);河南中烟工业有限责任公司科技项目(编号:2019410001340090)

作者简介:韩路,女,河南中烟工业有限责任公司助理研究员,博士。

通信作者:田海英(1978—),女,河南中烟工业有限责任公司研究员,硕士。E-mail: haiyingflying@163.com

收稿日期:2021-06-06

0.010% addition were 0.38%~1.87% and 0.54%~2.52% respectively, 0.050% addition were 0.31%~1.56% and 0.47%~2.19% respectively. **Conclusion:** The transfer rates of seven aglycones in side stream smoke were higher than those in mainstream smoke at three additive gradients, the transfer rates of aglycones in mainstream and side stream smoke showed a trend of first increasing and then decreasing with the increase of addition.

Keywords: aglycones; cigarette paper; cut tobacco; pyrolysis

卷烟纸作为卷烟的辅料,不仅是包裹烟丝,同时还参与了烟支燃烧,对烟支外观^[1]、卷烟燃烧性^[2]、卷烟感官质量、烟气化学成分^[3]都起着十分重要的作用。目前,对卷烟纸的研究除了集中在其功能性添加剂,如燃烧调节剂、降害型助剂等方面外,更可以通过在卷烟纸中添加香料改进卷烟主流烟气味道与品质,达到增香的目的。目前,卷烟纸加香方式主要有以下两种:①在生产过程中直接将香料涂布于卷烟纸上^[4],采用该方法制备的卷烟纸嗅香明显,适用于外香型卷烟,但因挥发性的影响,贮藏期间及抽吸时特征香气成分会产生较大损失;②采用包埋技术将香料微胶囊化,然后再涂布于卷烟纸上^[5],中国对微胶囊在卷烟纸中的应用已开展了相关研究。徐兰兰等^[6-7]考察了微胶囊对卷烟纸阴燃速率和阴燃温度的影响,证明了微胶囊在卷烟纸中的可用性。秦艳等^[8-9]研究了沉香精油及红枣精油微胶囊在卷烟纸中的应用,结果显示其能有效掩盖卷烟杂气,降低刺激性,增加甜润感,烟气柔和细腻。沈静轩等^[10]研究表明苯乙醇微胶囊在卷烟纸上有较高的贮藏稳定性。黄富等^[11]将分子囊化薄荷脑涂布于卷烟原纸上制成特色薄荷型卷烟纸,改善了薄荷型卷烟的品质,并解决了薄荷型卷烟生产中的环境污染和生产线串味问题。中国也有专利报道了香料微胶囊在卷烟纸中的应用^[12-14]。

烟草中除挥发性香味成分外,还存在一些糖苷类化合物,此类物质挥发性弱,几乎没有香气,但在燃烧过程中可裂解释放出糖苷配基,进而影响烟草香气品质和感官舒适性^[15]。Chan等^[16-17]合成了肉桂醛葡萄糖苷和香兰素葡萄糖苷并将其添加到卷烟中,可以明显增加香气。曾世通等^[18-19]将 β -紫罗兰醇葡萄糖苷和8种葡萄糖苷添加到卷烟中,研究其热裂解产物及在卷烟主流烟气中的释放行为。李斌^[20]将乙基香兰素葡萄糖苷添加到低焦油卷烟中用于香味补偿,同时提高了满足感。段海波等^[21-22]将玫瑰醇和香叶醇糖苷添加到卷烟中,发现卷烟香气丰满且前后一致性较好。研究^[23-25]发现,具有相同官能团的醇类、醛类和酯类香料单体在卷烟烟气中的转移率大多随着沸点和分子量的增加而变大,低沸点和高沸点香料的转移率较中、高沸点香料转移率小。这是因为低沸点香料在燃烧过程的焦油载体中有较高的透发性,从而损失严重,转移率小;高沸点香料挥发性小,不易

被焦油所携带,大多参加热解,迁移率小,而中、高沸点的香料迁移率较高。目前,国内外有关糖苷类物质在卷烟加香中的应用已有较多研究,但该类物质在卷烟纸中的应用却鲜见报道,徐若飞等^[26]将乙基香兰素糖苷添加到卷烟盘纸上,研究其作为盘纸添加剂增香的可能性,但未研究裂解产物乙基香兰素在卷烟主流和侧流烟气中的转移规律。文章拟将7种葡萄糖苷按照不同的添加量添加到卷烟纸中,对其主要裂解产物在卷烟主流烟气和侧流烟气中的裂解转移率进行研究,以期该类物质在卷烟纸加香中的应用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料和仪器

葡萄糖苷标准品(β -D-吡喃葡萄糖 5-甲基糠醇苷、 β -D-吡喃葡萄糖苯乙醇苷、 β -D-吡喃葡萄糖大茴香醇苷、 β -D-吡喃葡萄糖香兰素苷、 β -D-吡喃葡萄糖乙基香兰素苷、 β -D-吡喃葡萄糖薄荷醇苷和 β -D-吡喃葡萄糖叶醇苷);产物结构经 IR、NMR、HRMS 表征,纯度达 99% 以上,自制;

糖苷配基(5-甲基糠醇、苯乙醇、香兰素、大茴香醇、乙基香兰素、薄荷醇、叶醇、乙酸苯乙酯);纯度均在 98% 以上,美国 Sigma 公司;

二氯甲烷、95% 乙醇:分析纯,天津市凯通化学试剂有限公司;

“黄金叶”品牌空白卷烟样品:河南中烟工业有限责任公司;

吸烟机:LM5+型,德国 Borgwaldt-KC 公司;

吸烟机:RM20H 型,德国 Borgwaldt-KC 公司;

GC/MS 联用仪:8890-5977 型,美国 Agilent 公司;

恒温恒湿箱:KBF240 型,德国 Binder 公司;

旋转蒸发仪:RE-52A 型,上海亚莱生化仪器厂;

电子天平:AB265-S 型,感量 0.000 1 g,瑞士 Mettler 公司;

香精香料注射机:Cijector 型,德国 BURGHART 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品制备 称取 7 种葡萄糖苷样品各 0.07 g,加入 10 mL 70% 乙醇,超声波辅助溶解,按照烟支烟丝重量的 0.01% 分别采用涂布和注射的方式添加到卷烟纸表面和烟支中制备成待测样品;再分别按照烟丝重量的 0.001%、0.010%、0.050% 将 7 种葡萄糖苷涂抹到卷烟纸表面制备成待测样品,将制备好的样品置于恒温恒湿箱中[相对湿度(60±2)%、温度(22±2)℃]平衡 48 h 待测。空白对照样品用 70% 乙醇采用相同方式加香。

1.2.2 转移率测定 用吸烟机在国标条件下抽取 20 支卷烟,采用剑桥滤片捕集主流烟气和侧流烟气颗粒物,抽吸结束后再吸 5 口,取出剑桥滤片,脱脂棉擦拭捕集器后

同剑桥滤片一同放入 100 mL 二氯甲烷溶液中。将 100 μL 内标溶液分别加入到上述溶液中,摇床振荡 1 h,超声萃取 30 min(3 次),减压浓缩至 1 mL,有机相微孔滤膜过滤,待 GC-MS 分析。并按式(1)计算 7 种糖苷配基在主流和侧流烟气中的转移率。

$$a = \frac{b-c}{d}, \tag{1}$$

式中:

- a——糖苷配基在烟气中的转移率, %;
- b——加标样中糖苷配基的量, μg;
- c——空白样中糖苷配基的量, μg;
- d——加入的葡萄糖苷量, μg。

1.2.3 标准曲线绘制 分别称取一定量的 5-甲基糠醇、苯乙醇、香兰素、大茴香醇、乙基香兰素、薄荷醇、叶醇,用二氯甲烷定容至 100 mL,配制成混合标准样品贮备液,采用乙酸苯乙酯作为内标,用二氯甲烷定容至 100 mL,配成内标标准溶液。分别移取 4.000 0, 2.000 0, 1.000 0, 0.500 0, 0.250 0, 0.125 0, 0.062 5 mL 混合标样贮备液于容量瓶中,加入 0.5 mL 内标(乙酸苯乙酯)贮备液,用二氯甲烷定容,配制成 7 个不同浓度梯度的混合标样溶液。分别移取 1.0 μL 进行 GC-MS 分析,并计算各标样的标准曲线的线性方程和相关系数。

1.2.4 检出限、定量限、精密度和回收率测定 选取 40 支未加香的空白成品卷烟,按照标准的抽吸条件,收集烟气粒相物,加入 0.2 mL 混合标样贮备液,按 1.2.3 的处理方法进行萃取并浓缩至 1.0 mL,分别取 1.0 μL 进行 GC-MS 分析,平行处理 7 次,计算相对标准偏差(RSD),同时计算 7 种糖苷配基的回收率。取系列标准溶液中最低浓度的标准溶液,连续进样 10 次,分别以 3 倍和 10 倍标准偏差计算检出限(LOD)和定量限(LOQ)。

1.2.5 GC-MS 分析条件

(1) GC 条件:HP-INNOWax 色谱柱(60 m×250 μm×0.25 μm),程序升温:初温 50 °C,保持 2 min,溶剂延迟 6 min,以 4 °C/min 升至 220 °C,保持 20 min。进样口温度 250 °C;载气为高纯氮气,流速 1.0 mL/min;进样量 1.0 μL,分流比 10:1。

(2) GC-MS 条件:电离方式为电子轰击,电子能量 70 eV,接口温度 250 °C,电子倍增器电压 2.42 kV;扫描范围 40~350 amu,定性分析采用全扫描模式,定量分析采用 SIM 模式。

2 结果与讨论

2.1 标准曲线绘制

由表 1 可知,在试验浓度范围内,标准工作曲线的相关系数均在 0.99 以上,表明 7 种香味成分标准工作曲线相关性良好,且其线性范围较宽,说明标准工作曲线适用于定量分析。

表 1 工作曲线和相关系数

Table 1 Standard curve linear regression equation and correlation coefficient

化合物	线性方程	R ²	线性范围/ (μg·mL ⁻¹)
5-甲基糠醇	Y=2.915 7X+0.018 7	0.999 8	1.987~278.200
苯乙醇	Y=1.387 5X-0.007 4	0.999 8	1.657~231.900
香兰素	Y=3.124 4X+0.036 2	0.999 7	3.186~446.100
大茴香醇	Y=3.369 8X+0.036 1	0.999 7	1.216~170.200
乙基香兰素	Y=2.299 4X+0.037 4	0.999 8	1.583~221.600
薄荷醇	Y=4.652 9X+0.006 9	0.999 4	0.628~87.980
叶醇	Y=5.266 4X+0.014 9	0.999 8	1.472~206.100

2.2 方法的检出限、定量限、精密度和回收率

由表 2 可知,7 种香味成分的检出限为 0.44~21.70 ng/mL,定量限为 1.50~72.39 ng/mL,均远低于烟气中各香味成分含量;相对标准偏差 RSD 为 4.5%~9.0%,加标回收率为 76.1%~91.6%,说明该方法适合香味成分的定量测定。

2.3 两种加香方式下的转移率

由表 3 可知,两种加香方式下,7 种糖苷配基在侧流

表 2 检出限、定量限、精密度和回收率

Table 2 Limits of detection, limits of quantitation, recoveries and precision

化合物	检出限/ (ng·mL ⁻¹)	定量限/ (ng·mL ⁻¹)	RSD/ %	回收率/ %
5-甲基糠醇	0.44	1.50	5.7	83.1
苯乙醇	3.03	10.10	6.2	85.4
香兰素	1.11	3.72	8.9	76.1
大茴香醇	2.29	7.66	9.0	91.6
乙基香兰素	6.55	21.84	7.1	86.0
薄荷醇	21.70	72.39	5.3	85.8
叶醇	1.53	5.10	4.5	89.4

表 3 两种加香方式下 7 种糖苷配基在烟气中的转移率测定结果

Table 3 Transfer rates of 7 aglycones of cigarette smoke under two kinds of flavoring methods %

化合物名称	烟丝加香		卷烟纸加香	
	主流烟气	侧流烟气	主流烟气	侧流烟气
叶醇	1.73	1.84	1.44	1.96
5-甲基糠醇	1.99	2.28	1.87	2.52
苯乙醇	0.88	1.06	0.79	1.28
薄荷醇	0.47	0.55	0.38	0.54
大茴香醇	0.92	0.97	0.85	1.06
香兰素	0.98	1.12	0.73	1.21
乙基香兰素	0.91	1.01	0.78	1.15

烟气中的转移率高于主流烟气中的,主要原因是卷烟静燃时间比抽吸时间长,葡萄糖苷在静燃时裂解释放出的糖苷配基的量比抽吸时大。在主流烟气中,7种糖苷配基在烟丝中的转移率高于添加到卷烟纸上的,而在侧流烟气中正好相反。这可能是添加到烟丝中的葡萄糖苷裂解产生的配糖体被烟丝和卷烟纸包裹,更易进入主流烟气,而卷烟纸在烟支的最外层,抽吸时裂解产生的糖苷配基容易扩散到空气中。

2.4 卷烟纸中7种糖苷配基在烟气中的转移规律

不同添加量下,卷烟纸中7种糖苷配基在主流烟气中的转移率如图1所示,在侧流烟气中的转移率如图2所示。

由图1和图2可知,3种添加浓度梯度下,7种葡萄糖苷裂解产生的糖苷配基在侧流烟气中的转移率均高于其在主流烟气中的。

在0.001%添加量下,主流烟气中的5-甲基糠醇的转移率最高(1.24%),薄荷醇的最低(0.27%);在0.010%添加量下,主流烟气中转移率最高的为5-甲基糠醇(1.87%),最低的为薄荷醇(0.38%);在0.050%添加量下,主流烟气中转移率最高的为5-甲基糠醇(1.56%),最低的为薄荷醇(0.31%)。7种糖苷配基在烟气中的转移率差别较大的主要原因可能是这些糖苷配基的结构和性

质不同,5个醇类化合物中薄荷醇的沸点最低,属于低沸点化合物,5-甲基糠醇和叶醇属于中高沸点化合物,但5-甲基糠醇的沸点高于叶醇,大茴香醇和苯乙醇的沸点超过200℃,属于高沸点化合物,因此5-甲基糠醇的转移率最高,薄荷醇的转移率最低,其他依次为叶醇、大茴香醇和苯乙醇;2个醛类化合物中乙基香兰素的沸点和分子量略大于香兰素,所以在烟气中的转移率高于香兰素。7种糖苷配基在主流烟气颗粒物中的转移率表现出随着添加量的增加先增加后降低,在0.001%添加量下,7种糖苷配基在主流烟气中的转移率为0.27%~1.24%,0.010%添加量下为0.38%~1.87%,0.050%添加量下略有下降,为0.31%~1.56%,可能是添加量越高,进入主流烟气的糖苷配基越容易被烟丝吸附,从而减少其被剑桥滤片捕集的量。在侧流烟气中,7种糖苷配基的转移率也表现出相同的规律,可能是因为添加量较小时,香料本身的损耗加上有滤嘴的截留,使得迁移率较小。当添加量逐渐增大时,迁移率也逐渐增大,当添加比例增大到一定程度时,迁移率呈减小趋势,可能与气溶胶运载能力有关。当添加量较少时,气溶胶有足够的力量将其运载进入烟气,所以迁移率随添加量而增大,当添加量超过气溶胶运载能力时,香料单体迁移的量不再增大,迁移率减小。

3 结论

将7种糖苷类香味前体物分别采用注射机加香和卷烟纸涂布加香方式添加到卷烟纸上,其燃烧后均能释放出相应的糖苷配基。在主流烟气中,注射到卷烟中的7种糖苷配基的转移率高于涂布于卷烟纸表面的,而在侧流烟气中正好相反;将7种糖苷类香味前体物按3种不同的添加量涂布到卷烟纸表面,其在侧流烟气中的转移率高于主流烟气中的;糖苷配基在主流烟气和侧流烟气中转移率最高的为5-甲基糠醇,最低的为薄荷醇,其他依次为叶醇、大茴香醇、苯乙醇、乙基香兰素和香兰素。糖苷配基在主流、侧流烟气中的转移率随着添加量的增加先增加后降低。烟草中的葡萄糖苷类物质较多,文章仅对部分该类物质在卷烟纸中的转移规律进行了探讨,此外,还有一些对卷烟感官有明显作用的葡萄糖苷由于在自然界中含量低,结构复杂、化学合成难度大而没有涉及,后续可以尝试采用生物合成技术来制备,探索该类物质在卷烟加香中的作用效果,为拓展其应用范围打下基础。

参考文献

- [1] 李欢, 王建民, 王豪礼, 等. 卷烟纸参数对卷烟持灰能力的影响[J]. 食品与机械, 2021, 37(6): 207-212.
LI Huan, WANG Jian-min, WANG Hao-li, et al. Influence of cigarette paper parameters on cigarette ash holding capacity[J]. Food & Machinery, 2021, 37(6): 207-212.

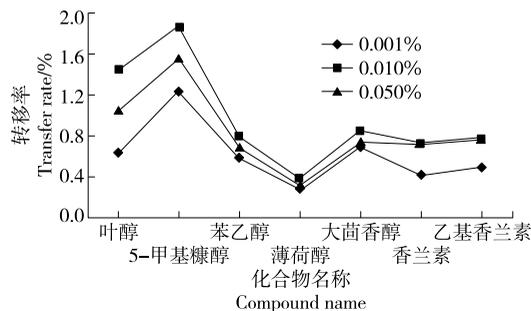


图1 7种糖苷配基在主流烟气中的转移率

Figure 1 Transfer rates of 7 aglycones to TPM of mainstream cigarette smoke

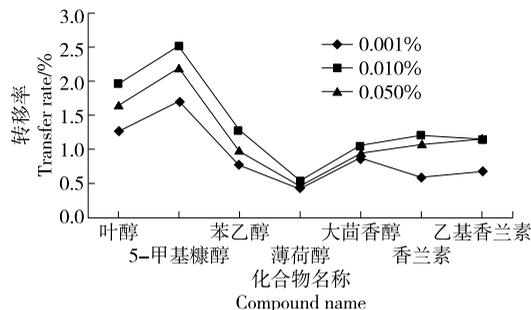


图2 7种糖苷配基在侧流烟气中的转移率

Figure 2 Transfer rates of 7 aglycones to TPM of sidestream cigarette smoke

- [2] 马胜楠, 王建民, 常冰冰, 等. 烟丝和卷烟纸中金属元素对自由燃烧速率的影响[J]. 食品与机械, 2019, 35(9): 64-68.
MA Sheng-nan, WANG Jian-min, CHANG Bing-bing, et al. Effects of metal elements on free burning speed in cutrag and cigarette paper[J]. Food & Machinery, 2019, 35(9): 64-68.
- [3] 何红梅, 张媛, 朱怀远, 等. 抽吸模式对纸打孔细支卷烟烟气释放量的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(5): 210-215.
HE Hong-mei, ZHANG Yuan, ZHU Huai-yuan, et al. Effect of smoking regimes on smoke release of super slim cigarettes with perforation paper[J]. Food & Machinery, 2018, 34(5): 210-215.
- [4] 冯志明, 陈胜, 熊国玺. 含有黑香荚兰提取物的高档卷烟纸及其制备方法: CN2013103166930[P]. 2013-10-09.
MA Zhi-ming, CHEN Sheng, XIONG Guo-xi. High grade cigarette paper containing black vanilla extract and its preparation method: CN2013103166930[P]. 2013-10-09.
- [5] 徐朝阳, 余红伟, 陆刚, 等. 微胶囊的制备方法及应用进展[J]. 弹性体, 2019, 19(4): 78-82.
XU Chao-yang, YU Hong-wei, LU Gang, et al. Preparation and application of microcapsules [J]. China Elastomers, 2019, 19(4): 78-82.
- [6] 徐兰兰, 王建民, 刘朝富, 等. 微胶囊对卷烟纸阴燃速率和阴燃温度的影响[J]. 中国造纸, 2020, 39(5): 87-90.
XU Lan-lan, WANG Jian-min, LIU Chao-fu, et al. Effects of microcapsules on smoldering rate and burning temperature of cigarette paper[J]. China Pulp & Paper, 2020, 39(5): 87-90.
- [7] 沈妍, 徐兰兰, 尧珍玉, 等. 微胶囊在卷烟用纸上的应用评价[J]. 中国造纸, 2017, 36(7): 36-43.
SHEN Yan, XU Lan-lan, YAO Zhen-yu, et al. Application of complex coacervation microcapsules in cigarette paper[J]. China Pulp & Paper, 2017, 36(7): 36-43.
- [8] 秦艳, 康林芝, 云帆, 等. 沉香精油微胶囊的制备及其在卷烟纸中的应用研究[J]. 农产品加工, 2016(7): 9-16.
QIN Yan, KANG Lin-zhi, YUN Fan, et al. Manufacturing microcapsules of eaglewood oil and application in cigarette paper[J]. Farm Products Processing, 2016(7): 9-16.
- [9] 卓浩廉, 罗福明, 伍锦鸣, 等. 红枣香精微胶囊的制备及其在卷烟纸中的应用研究[J]. 农产品加工, 2015(7): 17-18, 22.
ZHUO Hao-lian, LUO Fu-ming, WU Jin-ming, et al. Manufacturing microcapsules of zizyphusjujuba oil and application in cigarette[J]. Paper Farm Products Processing, 2015(7): 17-18, 22.
- [10] 沈静轩, 肖维毅, 徐兰兰, 等. 苯乙醇微胶囊的稳定性及热释放行为研究[J]. 日用化学工业, 2017, 47(7): 277-280.
SHEN Jing-xuan, XIAO Wei-yi, XU Lan-lan, et al. Study on stability of phenethyl alcohol microcapsules and their thermal releasing behavior[J]. China Surfactant Detergent & Cosmetics, 2017, 47(7): 277-280.
- [11] 黄富, 刘斌, 王平军. 特色薄荷型卷烟纸的开发与应用[J]. 中国造纸, 2012, 31(1): 42-44.
HUANG Fu, LIU Bin, WANG Ping-jun. Manufacture of menthol cigarette paper[J]. China Pulp & Paper, 2012, 31(1): 42-44.
- [12] 李炯, 胡忠豪, 王新年. 一种清香型卷烟纸及其制备方法: CN105200857A[P]. 2015-12-30.
LI Jiong, HU Zhong-hao, WANG Xin-nian. A kind of fresh cigarette paper and its preparation method: CN105200857A[P]. 2015-12-30.
- [13] 刘斌, 钟科军, 朱效群, 等. 一种薄荷型卷烟纸的制备: CN2009100427133[P]. 2009-07-22.
LIU Bing, ZHONG Ke-jun, ZHU Xiao-qun, et al. A kind of menthol cigarette paper and its preparation method: CN2009100427133 [P]. 2009-07-22.
- [14] 倪朝敏, 王晓辉, 李雪梅, 等. 一种蜜甜香型卷烟纸及其制备方法: CN2017109436522[P]. 2017-12-01.
NI Chao-min, WANG Xiao-hui, LI Xue-mei, et al. A kind of honey sweet cigarette paper and its preparation method: CN2017109436522[P]. 2017-12-01.
- [15] GREEN C R, COLLYBY D A, COOPER P J, et al. Advances in analytical methodology of leaf and smoke[J]. Adv Tob Sci, 1980, 6: 123-183.
- [16] HERRON J N. Tobacco product containing side stream smoke flavorant: US4804002[P].1989-02-14.
- [17] CHAN W G. Smoking composition containing a flavorant-release saccharide additive: EP0506231[P]. 1996-09-11.
- [18] 曾世通, 刘珊, 孙世豪, 等. β -紫罗兰醇葡萄糖苷热裂解产物及其在卷烟主流烟气中的释放行为[J]. 烟草科技, 2013(1): 35-38.
ZENG Shi-tong, LIU Shan, SUN Shi-hao, et al. Pyrolytic products of β -ionol-glucoside and their release behavior in mainstream cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2013(1): 35-38.
- [19] 毛多斌, 周强, 牟定荣, 等. 8 种葡萄糖苷配糖体在卷烟主流烟气颗粒物中的转移率测定[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(1): 1-5.
MAO Duo-bin, ZHOU Qiang, MOU Ding-rong, et al. A study on transfer rates of main pyrolysis products of eight glycosides in mainstream cigarette smoke[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2012, 18(1): 1-5.
- [20] 李斌. 潜香物质在低焦油卷烟香味补偿技术中的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2012(6): 3 562-3 564.
LI Bin. Application of flavor precursor in low-tar cigarette fragrance compensation[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2012(6): 3 562-3 564.
- [21] 段海波, 解万翠, 姜黎, 等. 玫瑰醇- β -D-吡喃葡萄糖苷的卷烟增香及缓释作用[J]. 烟草科技, 2019, 52(4): 57-64.
DUAN Hai-bo, XIE Wan-cui, JIANG Li, et al. Application of rhodinol- β -D-glycoside in cigarette flavoring and slow aroma-releasing[J]. Tobacco Science & Technology, 2019, 52(4): 57-64.
- [22] 解万翠, 刘艺, 阁威, 等. 糖苷类香料前体的卷烟加香和缓释效果[J]. 烟草科技, 2006(7): 40-42.
XIE Wan-cui, LIU Yi, GE Wei, et al. Application of geranyl glycoside in cigarette flavoring[J]. Tobacco Science & Technology, 2006(7): 40-42.

(下转第 26 页)