

新型保润剂丙二醇吡咯酯的制备及其对再造烟叶保润效果研究

楚文娟¹, 樊文鹏², 高子婷², 韩路¹, 田海英¹, 姬小明², 万纪强¹, 来苗²

1. 河南中烟工业有限责任公司 技术中心, 河南 郑州 450000;

2. 河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002

摘要: 为克服传统保润剂丙二醇在加热烟草制品中吸湿性过强的缺点, 制备了一种新型保润剂丙二醇吡咯酯, 并利用热重-微商热重-差示扫描量热法、热裂解气相色谱/质谱和低场核磁共振技术考查其热行为及其在再造烟叶中的保润效果。结果表明: 丙二醇吡咯酯的热失重区间为 149.9~400.0 °C, 在 298.7 °C 时质量损失率最大(77.39%); 在 200 °C、300 °C 和 350 °C 下的主要裂解产物为吡咯酸和丙二醇, 其中丙二醇可以起到协调和降低烟气干燥感的作用; 在低湿环境下添加丙二醇吡咯酯的再造烟叶丝保润能力高于空白组, 但低于丙二醇组; 丙二醇组、丙二醇吡咯酯组和空白组中再造烟叶丝内部结合水占比分别为 75%、70%、68%, 即丙二醇吡咯酯可以降低再造烟叶丝的强吸湿性, 同时保持一定的保润能力。

关键词: 丙二醇吡咯酯; 保润剂; 热行为; 再造烟叶; 加热卷烟

中图分类号: TS41⁺1 **文献标识码:** A

0 引言

加热不燃烧卷烟(HNB)是一种由再造烟叶制成的、经卷烟加热棒加热、在不燃烧状态下产生烟雾的新型烟草制品^[1]。传统烟草制品因高温燃烧其烟气中会产生多种有害物质^[2-4], 而 HNB 通常在 350 °C 以下释放烟气, 烟气中的有害物质比传统烟草制品明显减少^[5]。有研究^[6]发现, 传统烟草制品的烟气提取物比 HNB 的烟气提取物具有更高的细

胞毒性和氧化应激水平, 故加热烟草制品已被提议作为安全吸烟的替代品。

再造烟叶的水分含量对加热烟草制品品质有较大影响。传统保润剂丙二醇的羟基可与水分子产生氢键作用力^[7], 在生产过程中加入丙二醇能够有效改善再造烟叶易失水的特性, 从而减少烟丝中的水分损失, 起到保润作用^[8-9]。然而, 丙二醇具有强吸湿性, 添加丙二醇的再造烟叶在贮存过程中会因吸水致使水分含量升高, 过高的水分含量会严重影响

收稿日期: 2023-03-27; 修回日期: 2023-05-23; 出版日期: 2023-10-15

基金项目: 河南省自然科学基金资助项目(232300421257); 河南中烟工业有限责任公司科技项目(2021410001300098, 2023410001340030)

作者简介: 楚文娟(1983—), 女, 河南省平顶山市人, 河南中烟工业有限责任公司高级工程师, 博士, 主要研究方向为烟草化学和烟用材料。E-mail: chuwenjuan6@126.com

通信作者: 万纪强(1990—), 男, 河南省平顶山市人, 河南中烟工业有限责任公司助理研究员, 博士, 主要研究方向为烟草化学和烟用材料。E-mail: wanjiqiang1114@163.com

产品品质甚至发生霉变,因此,开发具有适度保润性能的新型保润剂具有重要意义。

将丙二醇与烟草本身含有的或与烟香协调性较好的香味物质拼接,合成具有一定发烟效果、同时又避免过度吸湿的多元醇衍生物,是解决传统保润剂吸湿性过强的有效途径。吡咯化合物通常存在于面包、坚果、咖啡、香烟及烘烤食品中,具有苦味、烘烤味、花生味、黄油味、肉味等独特香气,在食品、香水、烟草等行业应用广泛^[10-17]。有研究^[18]表明,吡咯小分子化合物与香味醇进行酯化反应合成的吡咯酯,经高温热裂解后可释放出吡咯化合物和香味醇。基于此,本研究拟以氨基葡萄糖盐酸盐和乙酰乙酸甲酯为主要原料,合成了一种新型保润剂丙二醇吡咯酯,利用热重-微商热重-差示扫描量热(TG-DTG-DSC)法和热裂解气相色谱/质谱(Py-GC/MS)技术研究该化合物的热行为,并采用低场核磁共振技术^[19]探究其对再造烟叶丝中水分状态和分布的影响,旨在为加热烟草制品用保润剂的研发提供参考。

1 材料与方法

1.1 主要材料与试剂

再造烟叶,河南中烟工业有限责任公司;氨基葡萄糖盐酸盐,上海源叶生物科技有限公司;乙酰乙酸甲酯,上海阿拉丁生化科技股份有限公司;Na₂CO₃、NaCl、无水 Na₂SO₄、NaHSO₃、石油醚、乙酸乙酯、甲醇、乙腈、丙酮、二氯甲烷,天津市大茂化学试剂厂;NaIO₄、四丁基溴化铵、1-溴丙烷、1-乙基-(3-二甲氨基丙基)碳二亚胺盐酸盐(EDC)、4-二甲氨基吡啶(DMAP)、丙二醇,上海麦克林生化科技股份有限公司;无水 K₂CO₃,天津市瑞金特化学品有限公司;KMnO₄,烟台市双双化工有限公司;乙醇,天津市富宇精细化工有限公司。所有试剂均为分析纯。

1.2 主要仪器与设备

BRUKER 400 MHz 型核磁共振波谱(NMR)仪,瑞典 BRUKER 公司;Nicolet iS50 型傅里叶变换红外光谱(FTIR)仪,Q-Exactive 型高分辨质谱(HRMS)仪,美国 Thermo Nicolet 公司;WC-1 型显微熔点仪(温度计未校正),瑞士 Büchi 公司;STA 449 F3 型同步热分析仪,德国 Netzsch 公司;7890/5975 型气相

色谱-质谱联用(GC-MS)仪,美国 Agilent 公司;CDS Pyroprobe 5250 T 型热裂解仪,美国 CDS 公司;JA2003 N 型电子天平(感量 0.000 1 g),上海精密科学仪器有限公司;KBF240 型恒温恒湿箱,德国 Binder 公司;PQ001 MicroMR 型低场核磁共振成像分析仪,上海纽迈电子科技有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 丙二醇吡咯酯的合成 丙二醇吡咯酯的合成路线见图 1。参照文献[20]的方法,以氨基葡萄糖盐酸盐和乙酰乙酸甲酯为主要原料通过环化、取代和氧化反应制备化合物 5(4-(甲氧基羰基)-5-甲基-1-丙基-1H-吡咯-2-羧酸)后,称取 2.26 g 化合物 5 和 1.55 g EDC 于圆底烧瓶中,加入少量无水二氯甲烷,常温搅拌 2 h;加入 1.52 g 丙二醇和 12.2 mg DMAP,继续反应 6 h,利用薄层色谱法(TLC)监测反应进程,待原料点完全消失后,将反应液进行浓缩、萃取和干燥处理;粗产物经石油醚-乙酸乙酯混合溶液(V(石油醚):V(乙酸乙酯)=20:1)硅胶柱层析分离,制得丙二醇吡咯酯(2-(3-羟丙基)4-甲基 5-甲基-1-丙基-1H-吡咯-2,4-二羧酸,目标化合物 6)1.42 g,产率为 50%。

1.3.2 结构分析 NMR 测试条件:¹H NMR 共振频率 400 MHz;¹³C NMR 共振频率 101 MHz;溶剂为 CDCl₃。

FTIR 测试条件:取少量样品滴加到两个 KBr 盐片之间,使之形成薄液膜,采用傅里叶变换红外光谱仪测定 FTIR 谱图,测试波数范围为 4000 ~ 500 cm⁻¹。

HRMS 测试条件:将产物配制成质量浓度为

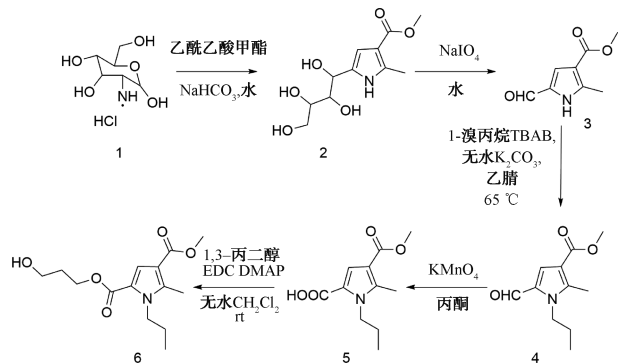


图 1 丙二醇吡咯酯的合成路线

Fig. 1 Synthesis route of propylene glycol pyrrole ester

1 mg/L 的溶液,电离源为电喷雾(ESI)。

1.3.3 同步热稳定性分析 称取 15 mg 丙二醇吡咯酯置于 Al_2O_3 坩埚中,在空气气氛(流速 60 mL/min)下,测试温度为 30~450 °C,加热速率 10 °C/min,同步记录丙二醇吡咯酯的热重(TG)、微商热重(DTG)和差示扫描量热分析(DSC)曲线。

1.3.4 热裂解分析 1)称取约 2 mg 丙二醇吡咯酯置于石英管(长度为 25 mm,两端均塞有适量石英棉)中,对其进行瞬间裂解(热裂解温度分别设定为 200 °C,300 °C 和 350 °C),热裂解产物由 He 直接导入 GC-MS 联用仪中进行分离和鉴定。

2)热裂解探头初始温度为 40 °C,保持 1 s,然后以 30 °C/s 的升温速率升至 200 °C 保持 15 s,升至 300 °C 保持 15 s,升至 350 °C 保持 15 s;裂解氛围为 He,清洗温度 1200 °C,升温速率为 5.0 °C/s;干燥温度 80 °C,升温速率为 1.0 °C/s。当裂解氛围为氮氧混合气时,吸附参数为待机温度 50 °C,初始温度 50 °C,解吸温度 250 °C,升温速率 2.0 °C/min,传输线温度 280 °C。

3)GC 测试条件:采用 DB-5 MS 毛细管柱(30 m×250 μm ×0.25 μm);载气为 He;进样口温度为 300 °C;起始温度为 50 °C,以 6 °C/min 的升温速率升至 80 °C 保持 1 min,升至 110 °C 保持 2 min,再以 5 °C/min 的升温速率升至 280 °C;流速为 1 mL/min;分流比为 50:1。

4)MS 测试条件:采用电子轰击(EI)离子源,能量为 70 eV,温度设定为 230 °C;传输线温度为 300 °C;四极杆温度为 150 °C;质量扫描范围为 30~500 amu;溶剂延迟时间为 2.8 min;热解产物匹配库为 NIST 17 质谱库。

1.3.5 再造烟叶丝样品预处理 将一定量的再造烟叶切丝后,过 20 目筛,除去碎末,烟丝置于恒温恒湿箱(温度 22 °C,相对湿度 60%)中平衡 48 h,备用。

1.3.6 再造烟叶丝干基含水率测定 称取适量的丙二醇吡咯酯,加入蒸馏水,配制质量分数为 1.2% 的丙二醇吡咯酯溶液;将其均匀地喷洒在平衡好的再造烟叶丝表面,直至溶质质量分数 2.0%;以添加等量蒸馏水与丙二醇的再造烟叶丝分别作为空白组

和对照组,置于恒温恒湿箱(温度 22 °C,相对湿度 60%)中平衡 72 h;将恒温恒湿箱的相对湿度调节至 32%,每隔 2 h 测定样品的水分减少量,并计算样品的干基含水率^[19]。再造烟叶丝初始水分含量根据文献[21]中烘箱法测定。

1.3.7 低场核磁共振分析 将 1.3.6 中相对湿度为 32%平衡结束的再造烟叶丝,置于直径为 15 mm 的核磁测试管中,测试条件如下:谐振频率为 22 MHz;偏移频率为 778 183.37 Hz;重复采样等待时间为 5 000.000 ms;回波时间为 0.300 ms;射频延迟为 0.080 ms;模拟增益为 3 dB; $DR=3$; $NS=32$ 。

2 结果与分析

2.1 结构鉴定

丙二醇吡咯酯化合物中吡咯环结构中的 H 原子信号出现在 7.39 附近,其他位置的 H 原子信号出现在 0.90~4.38 之间。丙二醇吡咯酯中吡咯结构和 O—C=O 上的 C 原子信号主要出现在低场区,而其他位置的 C 原子信号在高场区移动。¹H NMR 数据如下: δ 7.34 (s, 1 H), 4.36 (t, $J=6.1$ Hz, 2 H), 4.26~4.22 (m, 2 H), 3.79 (s, 3 H), 3.74 (t, $J=6.0$ Hz, 2 H), 2.55 (s, 3 H), 1.97~1.92 (m, 2 H), 1.72~1.66 (m, 2 H), 0.92 (t, $J=7.5$ Hz, 3 H)。¹³C NMR 数据如下: δ 165.13, 161.07, 141.76, 120.81, 119.78, 112.24, 60.76, 59.16, 51.00, 46.62, 31.94, 24.07, 11.27, 11.02。

图 2 为丙二醇吡咯酯的 FTIR 和 HRMS 谱图。由图 2a)可知,1689 cm^{-1} 和 1533 cm^{-1} 处出现的特征峰归属于丙二醇吡咯酯中两个 C=O 的伸缩振动吸收峰,3467 cm^{-1} 处的特征峰归属于丙二醇吡咯酯结构中—OH 基团的拉伸振动吸收峰,该基团是丙二醇结构中的典型官能团。

由图 2b)可知,丙二醇吡咯酯加 H 后的相对分子质量计算值为 284.149 2,实际测量值为 284.149 0。因此合成的化合物丙二醇吡咯酯结构正确。

2.2 同步热稳定性分析

目标化合物的 TG-DTG-DSC 曲线见图 3。由图

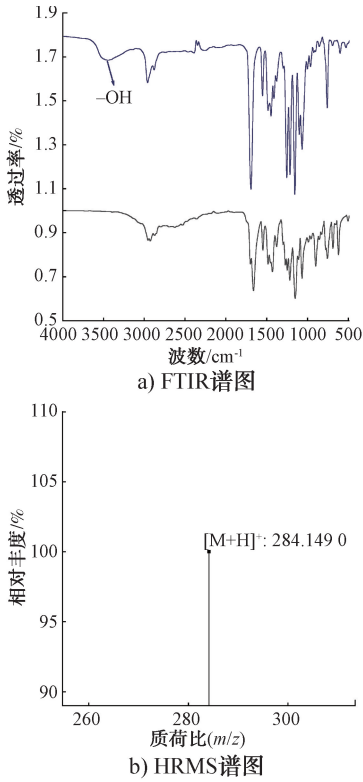


图 2 丙二醇吡咯酯的 FTIR 和 HRMS 谱图
Fig. 2 FTIR and HRMS of propylene glycol pyrrole ester

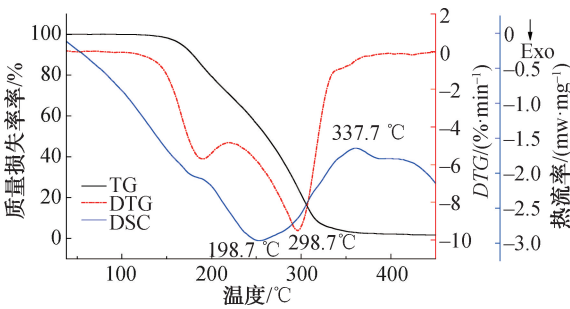


图 3 丙二醇吡咯酯 TG-DTG-DSC 曲线
Fig. 3 TG-DTG-DSC curves of propylene glycol pyrrole ester

3 可知, 丙二醇吡咯酯的失重区间为 149.9 ~ 400.0 °C, 在 298.7 °C 处质量损失率达到最大, 为 77.39%。在 198.7 °C 处出现放热峰, 推断丙二醇吡咯酯可能发生热裂解反应, 并产生挥发性小分子化合物; 当加热温度达到 337.7 °C 后, 丙二醇吡咯酯质量变化趋于稳定。由此设定丙二醇吡咯酯的热裂解温度为 200 °C、300 °C、350 °C。

2.3 热裂解分析

根据 NIST 17 的匹配结果, 丙二醇吡咯酯在 3 种热裂解温度下都产生了丙二醇和化合物 5, 两种

物质相对含量见表 1。而热裂解产物丙二醇作为保润剂可增大烟气中水分含量, 降低烟气干燥感和刺激性, 使烟气更加柔和细腻^[22]。

表 1 目标化合物热裂解产物匹配结果
Table 1 Pyrolysis products of target compound

序号	保留时间/min	热裂解产物	匹配度/%	相对含量/%		
				200 °C	300 °C	350 °C
1	4.7	丙二醇	90	6.9	8.2	44
2	23.5	化合物 5	88	85	83	45

2.4 不同保润剂对再造烟叶丝保润效果的影响

不同解吸时间再造烟叶丝的干基含水率见图 4。由图 4 可知, 3 组再造烟叶丝样品的干基含水率均随解吸时间的延长而降低, 在最初的 16 h 内呈现出几乎相同的下降趋势, 且均在 24 h 时达到平衡, 此时空白组、丙二醇组、丙二醇吡咯酯组再造烟叶丝的干基含水率分别为 3.27%、4.41% 和 4.29%, 即添加丙二醇吡咯酯的再造烟叶丝干基含水率高于空白组, 但稍低于丙二醇组。

不同解吸时间再造烟叶丝的失水率见图 5。由图 5 可知, 3 组再造烟叶丝样品的失水率均随解吸时间的延长而升高, 在最初的 16 h 内均呈快速上升趋势, 同样在 24 h 达到平衡, 此时空白组、丙二醇组、丙二醇吡咯酯组再造烟叶丝的失水率分别为 9.19%、8.75% 和 8.91%。即添加丙二醇吡咯酯的再造烟叶丝失水率高于丙二醇组, 但低于空白组。由此可知, 在低湿环境下添加了丙二醇吡咯酯的再造烟叶丝保润能力高于空白组, 但低于丙二醇组, 这

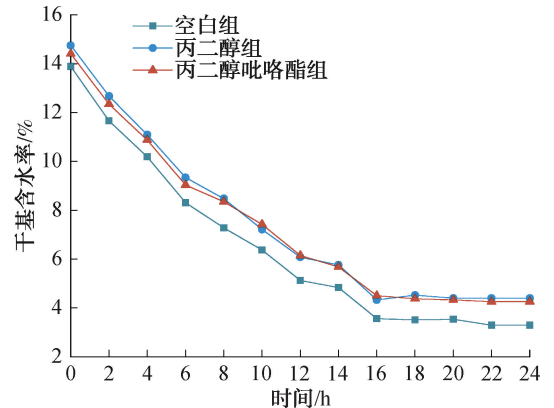


图 4 不同解吸时间再造烟叶丝的干基含水率
Fig. 4 Moisture content of cut reconstituted tobacco on dry basis at different desorption times

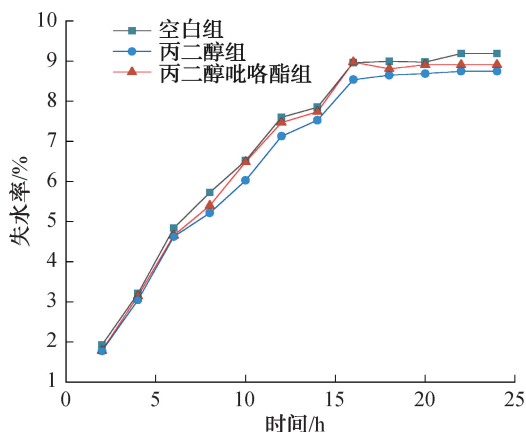


图5 不同解吸时间再造烟叶丝的失水率

Fig. 5 Dehydration rate of reconstituted tobacco shreds at different desorption times

可能是羟基与水分子形成氢键后,增强了再造烟叶丝储存水的能力^[23]。因此丙二醇吡咯酯组和丙二醇组保润效果均优于空白组,同时由于丙二醇吡咯酯比丙二醇少一个羟基,所以与水分子结合能力较弱,保润效果也稍差。

2.5 不同保润剂对再造烟叶丝水分分布的影响

结合水具有最小的横向弛豫时间,离开表面的自由水具有最长的横向弛豫时间^[24]。值得注意的是,强键合基团如羟基和羧基,是亲水基团,所以再造烟丝中结合水比自由水更致密、更稳定,且横向弛豫时间小于 1 ms^[23]。添加不同保润剂再造烟叶丝的横向弛豫时间分布曲线见图 6,其中,将低湿环境中再造烟叶丝内部结合水和自由水的相应面积分别记为 T_{21} 和 T_{23} 。由图 6 可知,丙二醇吡咯酯组的 T_{21}

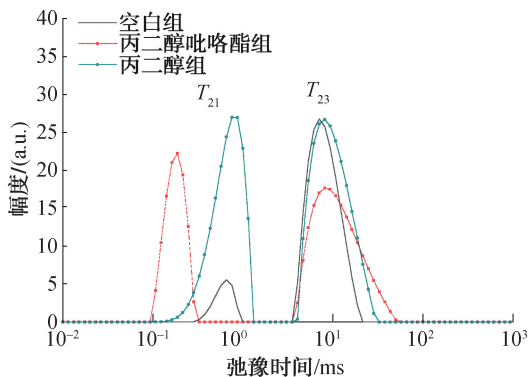
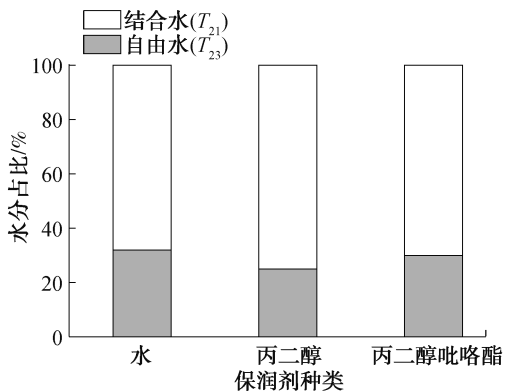


图6 添加不同保润剂再造烟叶丝的横向弛豫时间分布曲线

Fig. 6 Transverse relaxation time distribution curve of cut reconstituted tobacco with different humectants

比丙二醇组小,但比空白组大。这可能是由于在含有丙二醇吡咯酯和丙二醇的再造烟叶丝中,羟基与水分子之间易形成氢键,水分不易散失,故结合水含量均明显高于空白组。

添加不同保润剂再造烟叶丝的水分占比见图 7。由图 7 可知,结合水的 T_{21} 大小依次为:丙二醇组 > 丙二醇吡咯酯组 > 空白组(水),占比分别为 75%、70%、68%。结合图 6 可知,丙二醇吡咯酯可以降低再造烟叶丝的强吸湿性,同时保持一定的保润能力。

图7 添加不同保润剂再造烟叶丝的水分占比
Fig. 7 Moisture content of reconstituted shredded tobacco with different moisturising agents

3 结论

本研究以氨基葡萄糖盐酸盐和乙酰乙酸甲酯为主要原料,首次合成了一种丙二醇吡咯酯(2-(3-羟丙基)4-甲基-5-甲基-1-丙基-1H-吡咯-2,4-二羧酸)。通过 TG-DTG-DSC 法对丙二醇吡咯酯的热行为进行分析,发现其失重区间为 149.9~400.0 °C,当加热温度为 298.7 °C 时,质量损失率达最大(77.39%)。采用 Py-GC/MS 技术探究了丙二醇吡咯酯在加热不燃烧烟草制品中的高温裂解过程,发现在 200 °C、300 °C 和 350 °C 条件下,丙二醇吡咯酯主要释放吡咯酸和丙二醇,而丙二醇可起到协调和降低烟气干燥感的作用。此外,还对再造烟叶丝的保润性能及水分分布进行了研究,发现在低湿环境下添加了丙二醇吡咯酯的再造烟叶丝的保润效果高于空白组,但低于丙二醇组;丙二醇吡咯酯可以降低再造烟叶丝的强吸湿性,同时保持一定的保润能力,是一种适用于加热烟草制品的新型保润剂。

参考文献:

- [1] LACHENMEIER D W, ANDERSON P, REHM J. Heat-not-burn tobacco products: The devil in disguise or a considerable risk reduction? [J]. *International Journal of Alcohol and Drug Research*, 2018, 7(2): 8-11.
- [2] TOMASZ J, JASON A, SIMONE S, et al. Assessment of tobacco heating product THP1.0. Part 5: In vitro dosimetric and cytotoxic assessment [J]. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2018, 93: 52-61.
- [3] 谢剑平. 卷烟危害性评价原理与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [4] 杨焱. 烟草的危害, 流行特点及控制策略[J]. *中国健康教育*, 2006, 22(5): 387-389.
- [5] SIMONAVICIUS E, MCNEILL A, SHAHAB L, et al. Heat-not-burn tobacco products: A systematic literature review[J]. *Tobacco Control*, 2019, 28(5): 582-594.
- [6] TSOU H H, WANG P H, TING T H, et al. Effect of heated tobacco products and traditional cigarettes on pulmonary toxicity and SARS-CoV-2-induced lung injury [J]. *Toxicology*, 2022, 479: 153318.
- [7] ZHOU C F, QIAN P, MENG J, et al. Effect of glycerol and sorbitol on the properties of dough and white bread [J]. *Cereal Chemistry*, 2016, 93(2): 196-200.
- [8] HECK J D, GAWORSKI C L, RAJENDRAN N, et al. Toxicologic evaluation of humectants added to cigarette tobacco: 13-week smoke inhalation study of glycerin and propylene glycol in fischer 344 rats [J]. *Inhalation Toxicology*, 2002, 14(11): 1135-1152.
- [9] RAINEY C L, SHIFFLETT J R, GOODPASTER J V, et al. Quantitative analysis of humectants in tobacco products using gas chromatography (GC) with simultaneous mass spectrometry (MSD) and flame ionization detection (FID) [J]. *Contributions to Tobacco Research*, 2013, 25(6): 576-585.
- [10] ZHU M, WU K, ZHOU Y Z, et al. Prediction of cooling moisture content after cut tobacco drying process based on a particle swarm optimization-extreme learning machine algorithm [J]. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 2021, 18(3): 2496-2507.
- [11] 程向红, 刘强, 王根发, 等. 不同干燥强度对香料烟叶丝质量的影响 [J]. *轻工学报*, 2022, 37(2): 59-64.
- [12] 祁令凯, 王建玲, 姬小明, 等. 肉桂酸 4-(4-乙酰基-5-甲基-2-吡咯基)-2', 3', 4'-三羟基丁酯的合成及其卷烟加香应用 [J]. *精细化工*, 2013, 30(5): 539-543, 584.
- [13] 刘玉平, 孙宝国, 田红玉, 等. 含氮食用香料的概况 [J]. *中国食品添加剂*, 2005(2): 64-67.
- [14] MAGA J A. Pyrroles in foods [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1981, 29(4): 691-694.
- [15] MESTDAGH F, DAVIDEK T, CHAUMONTEUIL M. The kinetics of coffee aroma extraction [J]. *Food Research International*, 2014, 63: 271-274.
- [16] 陈芝飞, 陈泽少, 罗灿选, 等. 加热卷烟气溶胶中 6 种酯类单体香料转移行为研究 [J]. *轻工学报*, 2022, 37(3): 58-64.
- [17] 司晓喜, 张凤梅, 朱瑞芝, 等. 6 种香料在加热条件下的释放迁移及对气溶胶理化特性的影响 [J]. *轻工学报*, 2021, 36(5): 67-75.
- [18] FAN W P, CHU W J, TIAN H Y, et al. Synthesis and pyrolysis of two novel pyrrole ester flavor precursors [J]. *Journal of Heterocyclic Chemistry*, 2022, 59(8): 1397-1406.
- [19] 张渝婕, 郑松锦, 钟良, 等. 低场核磁共振技术在烟草中的应用研究现状 [J]. *河北农业科学*, 2019, 23(3): 96-99.
- [20] FAN W P, CHU W J, LI Y G, et al. Synthesis, characterization and thermal behavior of *n*-substituted pyrrole esters [J]. *ChemistrySelect*, 2022, 44(7): e202203722.
- [21] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 试样的制备和水份测定 烘箱法: YC/T 31—1996[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [22] 刘金云, 赵瑜, 傅见山, 等. 几种保润剂对卷烟烟气化学成分的影响 [J]. *理化检验 (化学分册)*, 2013, 49(6): 738-742.
- [23] LIN C, CUI H P, WANG X J, et al. Regulating water binding capacity and improving porous carbohydrate matrix's humectant and moisture proof functions by mixture of sucrose ester and polygonatum sibiricum polysaccharide [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020, 147: 667-674.
- [24] WANG J, JIN W H, HOU Y, et al. Chemical composition and moisture-absorption/retention ability of polysaccharides extracted from five algae [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2013, 57: 26-29.

Preparation of a novel moisturizing agent propylene glycol pyrrolide and its moisturizing effect on reconstructed tobacco leaves

CHU Wenjuan¹, FAN Wenpeng², GAO Ziting², HAN Lu¹, TIAN Haiying¹,
JI Xiaoming², WAN Jiqiang¹, LAI Miao²

1. *Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China;*

2. *College of Tobacco, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China*

Abstract: To overcome the disadvantage of strong moisture absorption of traditional moisturizing agent propylene glycol in heated tobacco products, a new type of moisturizing agent propylene glycol pyrrole ester was prepared, and its thermal behavior and moisture retention effect in reconstituted tobacco leaves were investigated by thermogravimetric-derivative thermogravimetry-differential scanning calorimetry, pyrolysis gas chromatography/mass spectrometry and low-field nuclear magnetic resonance imaging. The results showed that: the thermal weight loss interval of propylene glycol pyrrole ester was from 149.9 to 400.0 °C, and the maximum weight loss rate 77.39% was reached at 298.7 °C. Propylene glycol pyrrole ester was subjected to thermal cracking at 200 °C, 300 °C and 350 °C, and it mainly could crack and interpret to release pyrrolidic acid and propylene glycol, among which propylene glycol could harmonise and reduce the sense of dryness of the tobacco. The moisture retention ability of reconstituted tobacco leaves added with propylene glycol pyrrole ester in low humidity environment was higher than that of the blank group, but lower than that of the propylene glycol group; The area of bound water inside the reconstituted tobacco leaves in a low humidity environment of propylene glycol group, propylene glycol pyrrole ester group and blank group was 75%, 70%, and 68%, respectively. Propylene glycol pyrrole ester could reduce the strong moisture absorption of reconstituted tobacco leaves while maintaining a certain degree of moisture retention.

Key words: propylene glycol pyrrolidine ester; moisturizer; thermal behaviour; reconstructed tobacco leaves; heating cigarette

(责任编辑:王晓波)