

卷烟烟丝食用蜡复配保润剂的保润性能及应用

Retain moisture properties of tobacco recombination humectant
of edible wax and its application

徐迎波^{1,2} 陈开波^{1,2} 徐志强^{1,2}
XU Ying-bo^{1,2} CHEN Kai-bo^{1,2} XU Zhi-qiang^{1,2}
葛少林^{1,2} 闫向阳^{1,3} 刘少民^{1,3}
GE Shao-lin^{1,2} YAN Xiang-yang^{1,3} LIU Shao-min^{1,3}

(1. 中国科大—安徽中烟烟草化学联合实验室, 安徽 合肥 230026; 2. 安徽中烟工业有限责任公司技术中心, 安徽 合肥 230066; 3. 中国科学技术大学烟草与健康研究中心, 安徽 合肥 230052)

(1. The USTC-Anhui Tobacco Joint Laboratory of Tobacco Chemistry, Hefei, Anhui 230026, China;
2. Research and Development Center, China Tobacco Anhui Industrial Corporation, Hefei, Anhui 230066, China;
3. Research Center of Tobacco and Health, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230052, China)

摘要:选取食用蜡、AJ 多糖单体以及复配样品进行保润性能试验, 对其在低湿环境下的烟丝保润性能进行了评价。研究表明, 食用蜡及 AJ 多糖单体均对烟丝保润有一定效果, 植物蜡 1 单体的保润性能优于其它食用蜡; 将食用蜡与多糖复配, 通过两者的协调效应使烟丝的保润性能进一步改善。扫描电镜表征发现, 食用蜡—多糖复配保润剂不仅具有常用保润剂的作用, 同时还可以在叶片表面形成一层较为致密的保护膜, 并对烟丝切面的细胞间隙进行填充堵塞, 进而增大了烟丝内外水分的传质阻力, 证实了食用蜡—多糖复配保润剂的保润效果及作用原理。评吸结果表明, 食用蜡—多糖复配保润剂应用于卷烟后增加了卷烟舒适性, 减少了烟气刺激性, 抽吸品质优于对照卷烟。

关键词:食用蜡; 多糖; 保润剂; 烟丝

Abstract: The edible wax, AJ polysaccharide monomer and recombination samples were selected for the moisture retention test to evaluate the moisturizing property of tobacco in low humidity environment. The results showed that the edible wax and AJ polysaccharide monomer both had certain effect on the moisture of tobacco. The moisturizing property of plant wax 1 was better than that of other edible wax. When the edible wax and AJ polysaccharide monomer were compounded, the moisturizing performance of the tobacco was

further improved by the coordination effect of the two samples. Scanning electron microscopy (SEM) revealed that besides the effect of traditional humectant, the edible wax-polysaccharide recombination humectant could change the surface structure of the tobacco and form a compact protective film on the surface of the tobacco leaf, while filling and blocking the tobacco surface and cut surface. Thus increasing the mass transfer resistance of water inside and outside the tobacco, confirmed the moisturizing effect and principle of action of edible wax-polysaccharide recombination humectant. The sensory evaluation results showed that edible wax-polysaccharide recombination humectant was applied to cigarette to increase cigarette comfort performance, reduce smoke irritation, and the quality of smoking was better than that of controlled cigarette.

Keywords: edible wax; polysaccharide; humectant; tobacco

保润剂是改善卷烟烟丝保润性能的主要技术手段, 目前中国卷烟企业主要采用丙二醇、甘油、山梨醇等多羟基化合物为保润剂, 通过羟基(—OH)与水形成氢键来“锁住”水分^[1-3]。近年来, 国内外开发出了多种新型保润剂来替代传统的保润剂, 特别是“封阻”型卷烟保润剂的研究引起了广泛关注, 此类保润剂其作用类似在烟叶叶片表面形成一层封闭屏障, 可阻止烟叶内外水分的传质扩散。如黎红利等^[4]发明的蜡酯类烟草保润剂, 在干燥或潮湿的气候环境中能有效减缓烟草水分随环境条件的变化, 增强卷烟的保润防潮功能。张旭倩等^[5]通过对烷烃和碳水化合物复配添加, 利用两者的协同效应, 可以达到良好的保润目的。

研究表明, 新鲜烟叶表面存在着大量的蜡质成分^[6-7],

基金项目:安徽中烟工业有限责任公司科技项目(编号:2015123)
作者简介:徐迎波, 男, 安徽中烟工业有限责任公司技术中心高级工程师, 硕士。
通信作者:刘少民(1956—), 男, 中国科学技术大学教授。
E-mail: liusm@ustc.edu.cn
收稿日期:2016—12—28

其在叶片表面作为一类疏水组分可将烟叶内部水分与外界隔开,对稳定烟叶的含水率起到重要作用^[8],是新鲜烟叶阻碍水分挥发的主要化合物。但烟叶经过调制、复烤及制丝等工艺处理后,其表面蜡质成分含量大大减少^[9],导致烟叶的保润性能受损。食用蜡是天然动植物的分泌物(如蜂蜡、小烛树蜡、棕榈蜡等),其主要成分是碳水化合物、酯类及高级脂肪酸等,与调制前烟叶表面的化学组成相近。但迄今为止,与食用蜡有关的烟用封闭型保润剂研究与开发较少,且普遍存在对卷烟感官质量影响较大以及与烟草保润关系的研究不够深入等问题^[5,8]。为此,本研究拟选取食用安全的食品蜡为研究对象,通过对几种天然动物蜡、植物蜡、果蜡以及多糖(AJ)的保润性能评价,进而选取保润性能优良的食用蜡与多糖类 AJ 复配,研制食用蜡—多糖复配保润剂,对食用蜡—多糖复配保润剂的保润性能进行研究,并对其应用于卷烟后的抽吸质量进行评价,旨在拓展食用蜡的应用范围,为烟草工业提供一种新型保润材料。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

- 棕榈蜡:上海麦克林生化科技有限公司;
- 小烛树蜡、木蜡、米糠蜡、苹果蜡和蜂蜡:天津食用蜡公司;
- 碳水化合物聚合物(AJ):相对分子量约 24~28 万,国药集团化学试剂有限公司;
- 聚山梨酯、乙二醇单硬脂酸酯:分析纯,上海麦克林生化有限公司;
- 烟丝:安徽中烟工业有限责任公司技术中心;
- 电热鼓风干燥箱:101-0 型,上海市浦东荣丰科学仪器有限公司;
- 恒温恒湿箱:BPS-型,上海一恒科学仪器有限公司;
- 扫描电镜:FEI Sirion200 型,美国 FEI 公司;
- 电子分析天平:FA2204B 型,感量:0.000 1 g,上海分析仪器有限公司;
- 喉头微型喷雾器:单手式双管型,扬州平安医疗器械有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 蜡质单体的烟丝保润试验 蜡质单体保润剂乳化液的配制:按表 1 配方,准确称取蜡质单体及乳化剂,混合、搅拌均匀,按配方比例加入适量水以 3 500 r/min 的速度搅拌

乳化 5 min,得蜡质单体乳化液。

准确称取 700 g 烟丝,均分成 7 份。对照样烟丝均匀喷洒 3 g 水;取 3 g 不同配方的蜡质单体乳化液分别喷于 100 g 烟丝;按 GB/T 16447—2004/ISO 3402:1999 中规定,将烟丝在温度(T)为(22±1)℃、相对湿度(RH)为(60±2)%环境条件下存放 48 h,以使烟丝水分达到充分平衡。

按 GB/T 16447—1996 中方法,将对照烟丝和样品置于(22±1)℃、RH(40±2)%的恒温恒湿箱中模拟较为干燥的环境进行烟丝保润试验。用经典烘箱法测定其平衡含水率。保润试验每隔 1 h 测定 1 次烟丝含水率,连续测试 10 h。

1.2.2 单一 AJ 多糖的烟丝保润试验 称取 25 g 烟丝,喷施 AJ 多糖溶液 3.0 mL,制得样品,平铺于托盘放置,自然晾干;称取 25 g 烟丝,喷施 3.0 mL 水,制得对照样品;在温度为(22±1)℃、RH 为(40±2)%的环境条件下,评价 AJ 多糖对烟叶含水率变化的影响。

1.2.3 食用蜡复配保润剂的烟丝保润试验 依据 1.2.1 中保润效果评估和各种单体蜡的化学组成特征,分别选取保润效果较好的食用蜡单体按一定比例进行复配(植物蜡 1 占 15%,果蜡占 6%,动物蜡占 5%,其余为水及乳化剂),得食用蜡复配保润剂(SX)。称取 25 g 烟丝,喷施 3.0 mL 食用蜡复配保润剂,制得样品,平铺于托盘放置;称取 25 g 烟丝,喷施 3.0 mL 水,制得对照样品;将烟丝在温度为(22±1)℃、相对湿度为(60±2)%环境条件下,存放 24 h 后,然后在(22±1)℃、RH(40±2)%环境条件下,评价食用蜡复配保润剂对烟叶含水率变化的影响。

1.2.4 食用蜡—多糖复配保润剂(SX-AJ)的烟丝保润试验 将食用蜡复配保润剂(SX)与 AJ 多糖按等体积混合复配,得 SX-AJ 复配保润剂。称取 25 g 烟丝,喷施 3.0 mL SX-AJ 复配保润剂,制得样品,平铺于托盘放置;称取 25 g 烟丝,喷施 3.0 mL 水,制得对照样品;将烟丝在温度为(22±1)℃、相对湿度为(60±2)%环境条件下存放 24 h 后,然后在(22±1)℃、RH(40±2)%环境条件下,评价 SX-AJ 复配保润剂对烟叶含水率变化的影响。

1.2.5 烟丝表面的扫描电镜表征 截取大小约为 1 cm×0.3 cm 的叶丝(无杂色、病斑、损伤和支脉),金属粉末着色后采用扫描电镜观测,工作电压为 20 kV。

1.2.6 卷烟内在质量的评吸鉴定 将添加食用蜡复配保润剂的烟丝以及空白烟丝手工卷制为感官评吸用的烟支,在(22±2)℃、相对湿度(60±5)%的恒温恒湿箱中平衡 48 h,

表 1 单一食用蜡保润剂配方

Table 1 The formula of wax humectant								%
保润剂编号	蒸馏水	果蜡	植物蜡 1	动物蜡	植物蜡 2	植物蜡 3	植物蜡 4	乳化剂
1#		70	26	—	—	—	—	4
2#		70	—	26	—	—	—	4
3#		70	—	—	26	—	—	4
4#		70	—	—	—	26	—	4
5#		70	—	—	—	—	26	4
6#		70	—	—	—	—	—	26 4

按照 YC/T 138—1998 标准对试验卷烟样品的内在质量进行呼吸鉴定。

2 结果与讨论

2.1 食用蜡单体的保润性能

由表 2 可知,当烟丝在低湿试验环境下平衡一段时间后,从烟丝水分含量的变化可以看出,添加了食用蜡单体的烟丝含水率均大于对照烟丝,说明烟丝表面形成的蜡质疏水屏障阻止了烟丝内部水分的扩散,显示出了一定的保润效果。6 种食用蜡单体的保湿能力依次为:植物蜡 1>果蜡>动物蜡>植物蜡 4>植物蜡 2>植物蜡 3。综合评价结果,6 种单一蜡质中,以植物蜡 1 的保润效果最佳。

保润效果最佳的植物蜡 1 的主要成分为烃类化合物、蜡酯、游离醇和游离酸等。保润效果最差的植物蜡 3 的主要成分为脂肪醇和脂肪酸含量各占近 50%。而果蜡的主要组分为烃类化合物和脂肪酸化合物。Kolattukudy 等^[10-11]认为脂肪烃、蜡酯和脂肪醇等成分是构成烟草表皮蜡的主要组分,它们对烟叶叶片表面起到一定“封闭”作用,使烟叶具有一定的保水性能,但在烟叶的初烤、复烤及制丝过程中,烟叶表面蜡质组分易受到破坏,从而影响烟叶自身的保润性能。本研究结果也证实了 Oliveira 等^[6]的研究结论,即决定表皮水分散失程度的重要因素是烟草表面蜡质的化学成分。

2.2 AJ 多糖的保润效果

由图 1 可知,添加 AJ 多糖的烟丝含水率始终高于对照烟丝。AJ 为碳水化合物聚合体,作为亲水性多糖大分子,AJ 分子中含有大量的一OH 易与烟草中的游离水通过氢键结合,可减少烟丝水分的散失。

2.3 复配保润剂的保润效果分析

由图 2 可知,添加食用蜡复配保润剂及 SX-AJ 复配保润剂的烟丝样品保润效果均优于对照,且 SX-AJ 复配保润剂的保润效果最佳,说明添加 SX-AJ 复配保润剂的烟丝在相同时间内散失的水分相对较少,表明 SX-AJ 复配保润剂中添加了 AJ 多糖类组分后进一步改善了烟丝的保润性能。一方面 SX-AJ 复配保润剂中的蜡质覆盖在烟丝的表面,减少了烟丝“裸露”的表面面积,达到有效延缓烟丝表面水分的扩散,使烟丝水分含量达到相对稳定状态,改变了传统卷烟工艺中靠吸湿剂保润的方法,从而达到控制烟丝中水分的目的。另一方面,SX-AJ 复配保润剂中的多糖所带的亲水基团可结合较多的水分子,影响了烟丝中的水分分布和水分存在状态。因此,将 SX-AJ 复配保润剂中蜡质憎水脂肪烃的阻水以及成膜与多糖亲水基团的锁水功效相结合^[12],并产生协同效应,从而产生了比食用蜡复配保润剂(SX)更为理想的保润效果。

2.4 SX-AJ 复配保润剂对烟叶表面结构的影响

采用扫描电镜技术,对添加 SX-AJ 复配保润剂烟丝的表面结构,如气孔的形状和分布、烟丝的微表面结构进行表征及对比分析,探讨复配蜡质保润剂的保润机理。图 3(a)和(b)分别是对照烟丝上、下表皮的扫描电镜图,图中烟丝表面气孔的形状和分布清晰可见,烟丝的上表皮气孔数量少于下表皮气孔数;烟叶的微表面凹凸不平,形成大量不规则的沟槽纹理结构,褶皱细密。图 3(d)和(e)分别是添加复配蜡质保润剂烟丝的上、下表面的扫描电镜图,可明显看出,其表面结构与对照烟丝表现出十分明显的不同特征,烟丝表面被蜡质层覆盖,减少了暴露在环境中的表面积,蜡质填补了烟丝

表 2 食用蜡单体的保润性能评价结果

Table 2 Effect of edible wax monomer on the moisture content of tobacco

时间/h	样品含水率/%						
	对照	果蜡	植物蜡 1	动物蜡	植物蜡 2	植物蜡 3	植物蜡 4
0	16.40	15.60	15.50	15.70	16.00	16.00	15.60
2	12.90	14.50	14.10	14.40	13.80	13.90	14.10
4	8.10	8.90	8.80	8.80	8.50	8.20	9.20
6	7.30	7.80	7.60	7.70	7.40	7.40	8.10
8	6.50	7.20	7.20	7.10	6.70	6.70	6.90
10	5.98	6.55	6.61	6.49	6.35	6.28	6.42

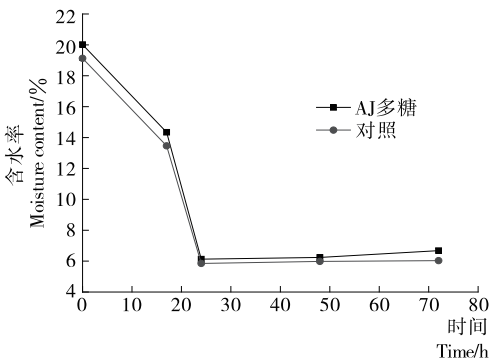


图 1 添加 AJ 多糖的烟丝含水率变化趋势

Figure 1 Effect of AJ polysaccharide on the moisture content of tobacco

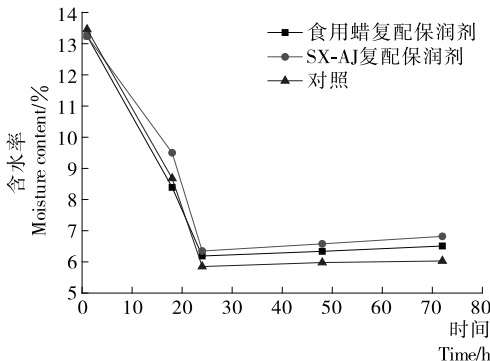


图 2 添加复配保润剂的烟丝含水率变化趋势

Figure 2 Effect of recombination humectant on the moisture content of tobacco

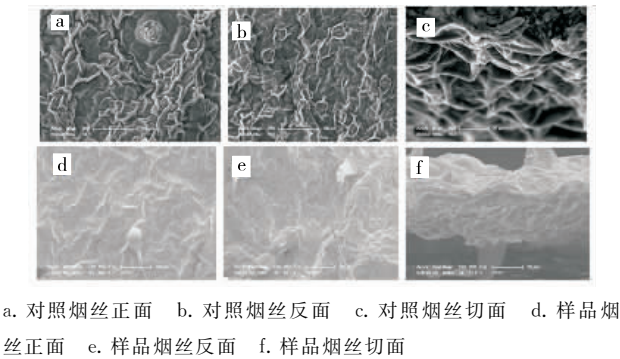


图3 烟丝表面 SEM 图

Figure 3 SEM of tobacco surface

褶皱的沟壑部位,表皮细胞略有不规则凸起,致表面较对照烟丝表面稍显平滑。此外,在烟丝样品中暴露的烟叶组织的气孔被 SX-AJ 复配保润剂封闭,可有效减少烟丝内部水分通过气孔的散失。

Samejima 等^[13]曾对调制后烟叶的水分转移机制进行了探讨,认为烟叶的失水主要是通过烟叶上表面、下表面及切面 3 种方式。图 3(c)和(f)分别是对照烟丝和复配保润剂处理的烟丝切面的扫描电镜图。新鲜烟叶切面结构包括上、下表皮及表皮间的栅栏组织和海绵组织。栅栏组织由一层排列比较紧密的长柱形细胞纵向排列组成;海绵组织则由多层细胞不规则排列组成,且细胞之间的间隙较大。由图 3(c)可以看出:对照烟丝经加工后,烟丝的栅栏组织和海绵组织结构遭到严重破坏,栅栏组织和海绵组织失水萎缩,切面组织呈层状堆叠,存在较大的空洞,组织之间空隙较大;而经 SX-AJ 复配保润剂处理的烟丝切面厚度大于对照烟丝,烟丝切面的空洞多被 SX-AJ 复配保润剂覆盖,为有效地阻止烟丝内水分的散失起到关键作用。

2.5 SX-AJ 复配保润剂对卷烟内在质量的影响

参照 YC/T 138—1998 标准及文献[14]方法,评价了 SX-AJ 复配保润剂应用于卷烟时对卷烟吸品质的影响,评吸结果见表 3。结果显示,添加 SX-AJ 复配保润剂卷烟的感官评吸指标在刺激性、杂气和余味上的评吸质量均优于对照,表明添加 SX-AJ 复配保润剂的卷烟对烟气质量没有产生负面的影响。

3 结论

通过对添加食用蜡单体的烟丝平衡含水率进行评价,在相对空气湿度(40±2)%的环境下,食用蜡单体保润性能表现为:植物蜡1最强,果蜡次之,植物蜡3最差。对保润性能

好的食用蜡单体进行复配,继而再与 AJ 复配后,发现食用蜡复配保润剂(SX)及 SX-AJ 复配保润剂的保润性能均优于食用蜡单体,且 SX-AJ 复配保润剂的保润性能最佳。通过观察添加 SX-AJ 复配保润剂后的烟丝表面及切面的扫描电镜图,可以直观地看到 SX-AJ 复配保润剂覆被在烟丝表面,有效地堵塞了烟丝表面的气孔和切面细胞的间隙,减小了烟丝表面及切面暴露的表面积,增大了水分传质的阻力,从而阻止了烟丝水分的散失。通过添加 SX-AJ 复配保润剂烟丝的感官舒适度评价,表明添加 SX-AJ 复配保润剂后卷烟烟气的刺激性、杂气和余味得以改善。食用蜡及其复配保润剂保润性能的研究为开发新型卷烟保润剂提供了依据,但 SX-AJ 复配保润剂对卷烟烟气常规及有害化学成分释放量的影响,以及保润剂在卷烟制丝线上的施加工艺及技术等尚待进一步研究。

参考文献

[1] 张安丰,刘春波,陕绍云,等.烟草保润性的研究进展[J].轻工科技,2016(1):56-59.

[2] 阮晓明,王青海,徐海涛,等.新型天然保润剂 PDS 在卷烟中的应用[J].烟草科技,2006(9):23-25.

[3] 易锦满,文俊,杨庆.几种保润剂性能比较[J].烟草科技,2006(4):9-12.

[4] 黎洪利,何蓉,文鹏,等.蜡酯类烟草保润剂及其制备方法:中国,CN 101658323A[P].2013-03-03.

[5] 张旭倩,田兆福,王宏生,等.新型卷烟双向阻湿剂的性能研究及其应用效果评估[J].食品与机械,2015,31(4):19-22,87.

[6] OLIVEIRA A F M, MEIRELLES S T, SALATINO A. Epicuticular waxes from caatinga and cerrado species and their efficiency against water loss[J]. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 2003, 75(4): 431-439.

[7] PARSONS E P, POPOVSKY S, LOHREY G T, et al. Fruit cuticle lipid composition and fruit post-harvest water loss in an advanced backcross generation of pepper (Capsicum sp.) [J]. Physiologia Plantarum, 2012, 146: 15-25.

[8] 尚善斋,雷萍,王昆森,等.卷烟保润技术研究进展[J].应用化工,2014,43(3):535-538.

[9] 潘文杰,谢已书,李章海,等.不同烘烤方式烘烤过程中烟叶表面烷烃类物质变化的研究[J].安徽农业大学学报,2011,38(3):469-473.

[10] KOLATTUKUDY P E. Further evidence for an elongation-dicarboxylation mechanism in the biosynthesis of paraffins in leaves[J]. Plant Physiol, 1968(43): 375-383.

[11] DAVIS D L. Waxes and lipids in leaf their relationship to smoking quality and aroma[J]. Rec. Adv. Tob. Sci., 1976(2): 80-106.

[12] 赖明耀,林好,汪秀妹,等.葡甘聚糖/蜂蜡复合膜工艺优化研究[J].食品与机械,2015,29(6):137-142.

[13] SAMEJIMA T, YANO T. Moisture Diffusion within Shredded Tobacco Leaves[J]. Agric. Bioi. Chem., 1985, 49(6): 1 809-1 812.

[14] 毛长兴.卷烟产品设计的理论与技术[M].北京:中国轻工业出版社,1995:166-191.

表3 卷烟感官品质评吸结果

Table 3 Sensory evaluation of cigarette

卷烟样品	评价指标					
	香气	杂气	刺激性	余味	劲头	燃烧性
对照卷烟	中	有	微有	较舒适	适中	强
添加 SX-AJ 卷烟	中	微有	轻	干净舒适	适中	强