

复合型保润剂对膨胀烟丝 感官品质和保润性能的影响

鹿洪亮¹, 曾世通², 洪祖灿¹, 张峰¹, 于静³, 林凯¹,
李跃锋¹, 伊勇涛¹, 陈小明¹, 邵柱³

- (1. 福建中烟工业有限责任公司 技术中心, 福建 厦门 361021;
2. 中国烟草总公司郑州烟草研究院 香精香料室, 河南 郑州 450001;
3. 厦门烟草工业有限责任公司 质量管理部, 福建 厦门 361022)

摘要:为了研究复合型保润剂对膨胀烟丝的影响,采用膨胀前加料方式,按0.1%的施加比例加料制备膨胀烟丝,并进行物理指标、感官品质和保润性能对比.结果表明,添加复合型保润剂的膨胀烟丝与空白样品相比,物理指标得到明显提高,长丝率由43.4%提高到50.8%,整丝率由69.7%提高到74.1%,填充值由2.163 mm/g提高到2.463 mm/g,而碎丝率则由2.8%降低到2.1%;膨胀烟丝感官品质由65.0分提高到68.8分;保润性能得到明显改善,平衡含水率提高,失水速率降低.

关键词:复合型保润剂;膨胀烟丝;保润性能;感官品质

中图分类号:TS452 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2015.01.006

Influence of compound humectant on sensory quality and moisture retentivity of expanded cut tobacco

LU Hong-liang¹, ZENG Shi-tong², HONG Zu-can¹, ZHANG Feng¹,
YU Jing³, LIN Kai¹, LI Yue-feng¹, YI Yong-tao¹, CHEN Xiao-ming¹, SHAO Zhu³

- (1. Technology Center, China Tobacco Fujian Industrial Co., Ltd., Xiamen 361021, China;
2. Laboratory of Flavor & Fragrance, Zhengzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Zhengzhou 450001, China;
3. Quality Management Department, Xiamen Tobacco Industrial Co., Ltd., Xiamen 361022, China)

Abstract: In order to investigate the influence of compound humectants on expanded cut tobacco, casing mode before expansion was used. Expanded cut tobacco was prepared by 0.1% compound humectants and then expanded. Physical indexes, sensory quality and moisture retentivity were compared. The results indicated that: physical indexes were enhanced obviously, the long cut rate increased from 43.4% to 50.8%, the whole cut rate increased from 69.7% to 74.1%, the filling value increased from 2.163 mm/g to 2.463 mm/g, the broken cut rate was reduced from 2.8% to 2.1%; sensory quality of expanded cut tobacco increased from 65.0 point to 68.8 point; moisture retentivity was improved visibly, balanced mois-

收稿日期:2014-07-02

基金项目:中国烟草总公司增香保润重大专项项目(110201101021(BR-03))

作者简介:鹿洪亮(1974—),男,山东省诸城市人,福建中烟工业有限责任公司工程师,硕士,主要研究方向为烟草化学和烟用香精香料.

通信作者:邵柱(1967—),男,福建省厦门市人,厦门烟草工业有限责任公司工程师,主要研究方向为卷烟生产工艺.

ture content was elevated and speed of dehydration was decreased.

Key words: compound humectant; expanded cut tobacco; moisture retentivity; sensory quality

0 引言

CO₂ 膨胀烟丝是卷烟配方的重要原料之一,在卷烟的减害、降焦、降低原料消耗等方面发挥着积极作用. CO₂ 膨胀烟丝所选用的原料大多是杂气和刺激性较大、感官品质较差的低等级烟叶,通过 CO₂ 膨胀后可以提高该类烟叶的使用价值. 但 CO₂ 烟丝膨胀技术因膨胀温度较高等因素,膨胀后的烟丝存在加工性能减弱、易造碎^[1-6]、保润性能变差^[7-8]、香气量减少、枯焦气息较大和感官品质下降等缺点,影响了其在卷烟配方中的使用和卷烟的感官品质^[9-10]. 相关文献仅报道了 CO₂ 膨胀烟丝膨胀前后化学成分的变化,而对烟丝保润性能和感官品质等方面的研究比较少,没有提出较为完整和可行的解决方案. 本文拟通过在膨胀前施加复合型保润剂,考察膨胀烟丝的整丝率、碎丝率和填充值等物理指标,以及膨胀烟丝香气和感官指标改善情况,从而提高膨胀烟丝保润性能及其在卷烟中的使用价值提供参考.

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

材料: N 模块膨胀烟丝叶组 2 000 kg, 厦门烟草工业有限责任公司提供; 1# 保润剂, 福建中烟技术中心提供.

试剂: CH₂Cl₂ (色谱纯), 乙醇 (色谱纯), 乙酸苯乙酯 (纯度 99.9%), 德国 Dr 公司产; 甘油, 壳牌丙二醇 (纯度 99.8%), Na₂SO₄ (分析纯), 西陇化工股份有限公司产; 海藻酸钠 (纯度 99.9%), 郑州烟草研究院提供.

仪器: CO₂ 膨胀设备, 秦皇岛烟草机械有限责任公司产; YQ-2 型烟丝振动分选筛 (测量范围为 1.40~4.25 mm), 郑州嘉德机电科技有限公司产; DD60A 型填充值测定仪 (测量范围为 0~57 mm, 精度为 ±0.01 mm), 德国 Borgwaldt-KC 公司产; LC-223 型鼓风干燥箱 (测量范围为 0~250 °C, 精度 ≤ ±1 °C), 上海爱斯佩克仪器有限公司产; 烟草动态含水率测量装置 (RH = 30%, T = (22 ± 2) °C), 郑州烟草研究院自制; HP6890 型气相色谱/HP5973

质谱联用仪, 美国 Agilent 公司产; BSA224/BSA124 分析天平 (感量 0.000 1 g), 德国 Sartorius 公司产; JSM-6490LV 型扫描电子显微镜, 日本电子株式会社产.

1.2 方法

1.2.1 膨胀烟丝化学成分分析检测方法 1) 膨胀烟丝含水率测定. 按照 YC/T 31—1996 的方法进行.

2) 试样制备. 于 1 000 mL 圆底烧瓶中加入 20.0 g 膨胀烟丝样品和 350 mL 蒸馏水 (同时加入几块沸石以免爆沸), 于 100 mL 圆底烧瓶中加入 60.0 mL CH₂Cl₂. 对盛有烟样的烧瓶采用电热套加热 (温度控制在 150 °C), 对盛有 CH₂Cl₂ 的烧瓶采用水浴加热 (温控 60 °C), 同时蒸馏提取 2.5 h. 提取结束后, 在 CH₂Cl₂ 提取液中加入 6 g 无水 Na₂SO₄, 放在冰箱中 12 h. 滤去固体, 将干燥后的有机层溶液转移至浓缩瓶, 加入 0.402 72 mg 乙酸苯乙酯作为内标, 在 40 °C 左右用旋转蒸发仪浓缩至约 1.5 mL, 过 0.45 μm 有机相滤膜得到待分析样品.

3) GC-MS 分析. 分析条件如下. 色谱柱 DB-5 MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm); 载气 He (99.999%); 流速 1.0 mL/min; 进样口温度 290 °C; 进样量 1 μL; 进样模式为分流进样; 分流比 10:1; 升温程序为 45 °C (2 min) $\xrightarrow{5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 200 °C $\xrightarrow{3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 250 °C $\xrightarrow{5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 300 °C (10 min); 离子源为电子轰击 (EI); 电子能量 70 eV; 离子源温度 250 °C, 传输线温度 300 °C; 分析器为四级杆质量分析器; 扫描模式为全扫描; 质量扫描范围 40~500 amu; 溶剂延迟 4.5 min.

采用 Nist05 和 Wiley 标准质谱图库检索法定性, 以匹配度 ≥ 80 为可信.

1.2.2 膨胀烟丝物理性质检测方法 1) 膨胀烟丝填充值测定方法. 按照 YC/T 152—2001 的方法进行.

2) 膨胀烟丝结构测定方法. 按照 YC/T 178—2003 的方法测定.

3) 膨胀烟丝物理保润性能检测方法. 样品在 RH = 60% (恒温恒湿室) 平衡后 (48 h), 按国标方法

检测其含水率;分别用称量瓶称取样品,样品质量为 $6\text{ g} \pm 2\text{ mg}$;将样品放置在天平,运用天平测量软件对样品质量进行连续称重,每 min 测量一次样品质量,共采集 72 h 或更长时间;取出测试样品检测其含水率,计算烟丝水分散失数据;将水分散失数据导入保润性能评价软件,形成拟合方程和拟合曲线,计算出其任意时段的平均失水速率、即时失水速率等指标。

1.2.3 复合型保润剂复配及膨胀烟丝的制备

美拉德反应产物的制备:将脯氨酸、甘氨酸、葡萄糖、果糖按照摩尔比 $1:1:1.7:2.5$ 混合均匀后,加入 23 倍的蒸馏水溶解,得到混合溶液,将溶液加热到 $90\sim 95\text{ }^\circ\text{C}$,反应 $2\sim 8\text{ h}$ 后,冷却得到美拉德反应产物。

将丙二醇、甘油、海藻酸钠、美拉德反应产物、水等物质按照质量比 $3:2:1:1:3$ 调配成复合保润剂,该保润剂同时兼具增香和保润作用。

在膨胀烟丝生产线一次回潮滚筒处,将该复合型保润剂按照烟丝质量 0.1% 的比例喷加到 N 模块膨胀烟丝叶组上,储存 2 h 后进行 CO_2 膨胀,在二次回潮滚筒出口取样得到实验样品 $1^\#$ 。将相同膨胀烟丝叶组施加同比例的水,进行不加料膨胀,得到空白样品 $0^\#$ 。对 $1^\#$ 和 $0^\#$ 进行理化数据分析、感官品质评吸、保润性能检测及在卷烟中的应用评价。

1.2.4 膨胀烟丝扫描电镜观测方法 将需测试烟丝样品固定在样品台上,喷金处理后,用 $\text{JSM}-6490\text{LV}$ 扫描电子显微镜扫描,束流 $80\text{ }\mu\text{A}$,加速电压 20 kV 。根据试验需要,调整合适的放大倍数(如 200 倍、 500 倍和 $1\ 000$ 倍等)进行观测。

1.2.5 膨胀烟丝的感官评价方法 将 $0^\#$ 和 $1^\#$ 膨胀烟丝卷制成卷烟样品,对其进行感官评价打分,评价指标包括协调性、香气质、香气量、杂气、劲头、浓度、细腻度、柔和度、刺激性、干燥感、回甜和余味 12 项指标。

2 结果与讨论

2.1 膨胀烟丝物理指标比较

将 $0^\#$ 和 $1^\#$ 分别用烟丝振动分选筛和填充值测定仪测定膨胀烟丝的物理指标和填充值,结果见表 1。

表 1 N 模块膨胀烟丝物理指标和

样品	填充值对比			%
	长丝率	整丝率	碎丝率	
$0^\#$	43.4	69.7	2.8	2.163
$1^\#$	50.8	74.1	2.1	2.463

从表 1 可以看出:加入保润剂的 $1^\#$ 膨胀烟丝的物理指标得到较明显的提高。长丝率由 43.4% 提高到 50.8% ,整丝率由 69.7% 提高到 74.1% ,填充值由 2.163 mm/g 提高到 2.463 mm/g ,而碎丝率则由 2.8% 降低到 2.1% ,有利于降低卷烟生产成本。同时,加入保润剂的 $1^\#$ 膨胀烟丝比空白对照样品明显更柔软,弹性更好,表面有湿润感,有利于提高膨胀烟丝的耐加工性。

2.2 膨胀前后烟丝物理结构变化情况

对膨胀烟丝的物理结构进行扫描电镜分析, 500 倍和 $1\ 000$ 倍扫描电镜结果见图 1。

从图 1 可以看出,添加保润剂的 $1^\#$ 样品与 $0^\#$ 样品相比,物理结构发生了很大变化:一是烟丝表面的肾状气孔保卫细胞更加明显,气孔开口增大;二是烟丝表面皱褶更加明显;三是烟丝截面结构更加整齐,上下表皮细胞空腔更加明显,叶片厚度也有一定增加。不加保润剂的 $0^\#$ 样品膨胀后,细胞结构破坏较大,破损无规律,这也是膨胀烟丝容易造碎的原因之一。

2.3 N 模块膨胀烟丝香味成分比较

对膨胀烟丝样品挥发性及半挥发性香味成分进行定性定量分析,并对醛、酮、醇、酯类等化合物总量进行比较,结果见表 2。

由表 2 香味成分含量对比结果发现, $1^\#$ 样品的香味成分含量远远大于 $0^\#$ 样品。将香味成分分成各种类别的组分分析:对于酮、醇、酚、酸、酯、杂环化合物及烯炔来说, $1^\#$ 样品的含量远大于 $0^\#$ 样品的含量;对于醛类物质来说,两者含量比较相近, $1^\#$ 样品略高于 $0^\#$ 样品; $1^\#$ 样品新植二烯的含量大于 $0^\#$ 样品含量。由此可见,在膨胀前加入保润剂可以有效减少膨胀烟丝在膨胀过程中香味成分的损失。

表 2 两种膨胀烟丝香味成分含量分析表

样品											$\mu\text{g/g}$
	酮	醇	酚	醛	酸	酯	杂环化合物	烯炔	总量(除新植二烯)	新植二烯	
$0^\#$	75.056 15	37.783 85	7.692 857	3.111 631	188.109 00	53.595 53	16.689 14	94.473 21	487.822 00	459.180 20	947.002 30
$1^\#$	112.617 30	68.492 06	14.586 560	3.463 566	385.872 60	93.278 74	24.658 75	159.319 00	883.503 00	779.063 60	1 662.567 00

2.4 实验膨胀烟丝的感官评价

将0#和1#膨胀烟丝卷制成卷烟样品,感官评价结果见表3。从表3可以看出:1#膨胀烟丝样品在香气质、杂气、劲头、浓度、细腻度、回甜和余味等方面都有不同程度的改善,整体感官品质由65.0分提高到68.8分。

实验所用复合型保润剂中的美拉德反应产物可以为膨胀烟丝提供特征香味,而美拉德反应是烟草加工过程中烟草内部发生的一种重要反应,是烟草中香味成分的重要来源。选用美拉德反应产物添加到膨胀烟丝中,可以有效提高膨胀烟丝中的香味成分含量,易与烟香谐调,从而可改善卷烟抽吸品质。

2.5 试制卷烟在某实验卷烟叶组中的感官评价

1) 同比例替代实验。按某实验卷烟叶组中BC线叶组:梗丝:膨胀烟丝=100:12.5:15的比例卷制卷烟,并评吸。其中BC线叶组和梗丝为在线取某实验卷烟正常生产所用烟丝,膨胀烟丝分别用0#和1#膨胀烟丝,感官评价结果见表4。

从表4可以看出:添加1#膨胀烟丝的试制卷烟样品在香气和余味上改善较明显,与叶组谐调,烟气成团性和顺畅感有提高,烟气细腻柔和,丰富性更好,枯焦气息降低,口腔舒适度较好,整体感官品质提高1.0分。

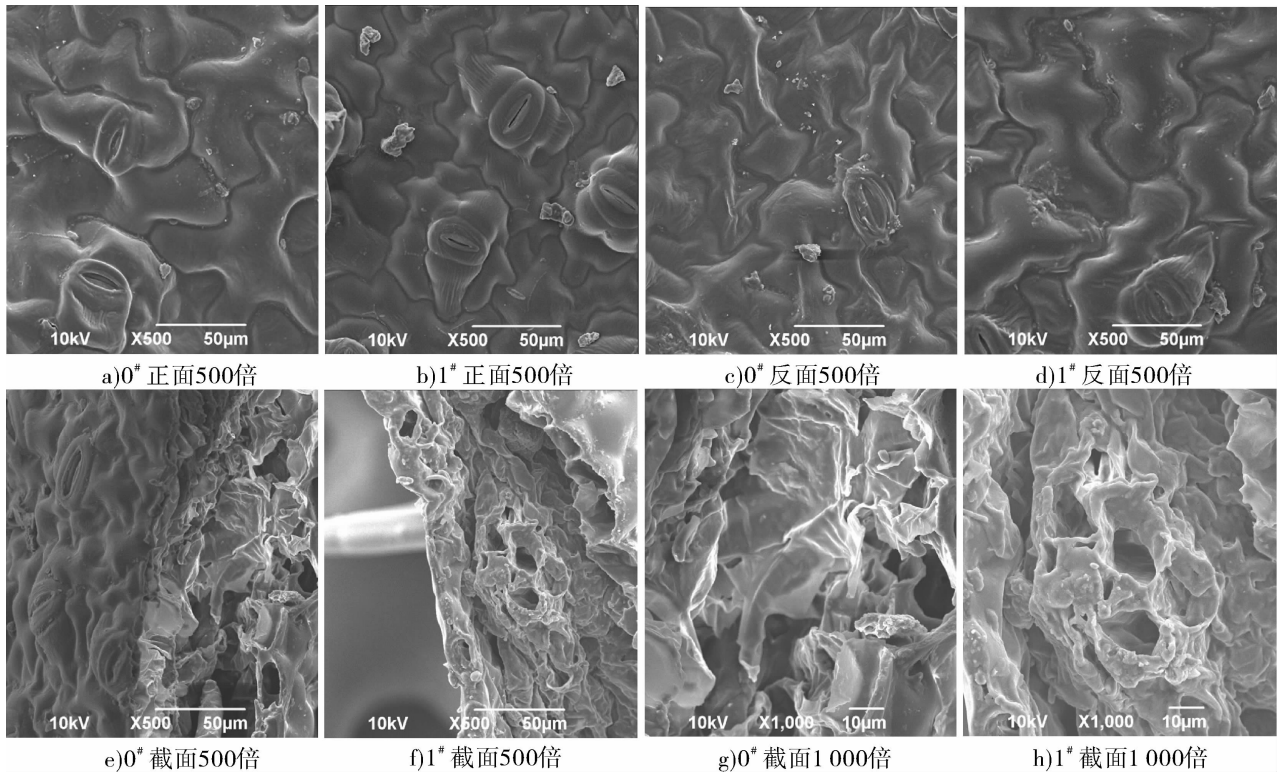


图1 膨胀烟丝扫描电镜图

表3 膨胀烟丝的感官评价结果

样品	谐调性	香气质	香气量	杂气	劲头	浓度	细腻度	柔和度	刺激性	干燥感	回甜	余味	总分
0#	7.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	6.0	5.0	6.0	6.0	5.0	6.0	65.0
	7.0	6.0	6.0	6.5	3.5	3.5	6.5	5.0	6.0	6.0	5.5	6.0	67.5
	7.0	6.0	6.0	6.5	3.0	3.0	6.0	5.0	6.0	6.0	5.0	6.0	65.5
	8.0	7.0	7.0	7.0	4.0	3.5	6.5	5.5	6.5	6.5	5.5	6.5	73.5
	7.0	6.0	6.5	5.5	4.0	4.0	7.0	6.0	5.5	6.5	5.0	5.5	68.5
	7.0	6.0	6.5	6.0	3.5	4.0	5.5	5.5	6.5	6.0	5.0	6.0	67.5
	6.5	6.0	6.0	6.5	3.5	3.5	6.0	5.0	6.0	6.0	5.0	6.0	66.0
	7.5	6.5	6.0	7.0	3.5	3.5	6.5	5.5	6.0	6.5	5.5	6.0	70.0
7.0	7.0	6.0	7.0	3.5	3.5	7.0	6.0	6.5	6.0	6.0	6.5	72.0	
1#样品平均值	7.1	6.3	6.3	6.5	3.6	3.6	6.4	5.4	6.1	6.2	5.3	6.1	68.8

2)不同比例替代实验.为了考察不同比例的1#膨胀烟丝在某实验卷烟叶组中的感官效果,实验在原来叶组比例(外比12.5%)的基础上提高了1#膨胀烟丝的使用比例,并与添加0#膨胀烟丝的对照卷烟样品进行感官品质对比评价,膨胀烟丝的添加比例(外比)见表5.

经感官评吸对比后发现:试制卷烟1#感官品质比对照样品0#整体提高很多,烟香谐调,香气更丰富,烟气更加细腻顺畅,口腔舒适度改善较明显;试制卷烟2#感官品质比对照样品0#略好,在香气质和香气量上较0#好,香气更丰富,烟气更加细腻顺畅,口腔舒适度改善较明显;试制卷烟3#感官品质与对照样品0#在香气质和香气量上基本相同,整体差异不大,但膨胀烟丝气息略显露;试制卷烟4#感官品质比对照样品0#在香气质和香气量上要差一些,膨

表4 试制膨胀烟丝在某实验卷烟中的感官品质评吸表

样品	感官品质评吸表						合计
	光泽 (5.0)	香气 (32.0)	谐调性 (6.0)	杂气 (12.0)	刺激性 (20.0)	余味 (25.0)	
0#	5.0	29.0	5.0	11.0	17.5	21.5	89.0
1#	5.0	29.5	5.0	11.0	18.0	22.0	90.5
	5.0	29.0	5.0	11.5	17.5	21.5	89.5
	5.0	29.5	5.0	11.0	17.5	22.5	90.5
	5.0	29.5	5.0	11.0	17.5	22.5	90.5
	5.0	29.0	5.0	11.0	17.5	22.0	89.5
	5.0	29.5	5.0	11.0	17.5	22.0	90.0
	5.0	29.5	5.0	11.0	17.5	22.5	90.5
	5.0	29.5	5.0	11.0	17.5	22.0	90.0
1#样品平均值	5.0	29.5	5.0	11.0	17.5	22.0	90.0

表5 实验卷烟样品中膨胀烟丝比例(外比) kg

样品	B线	C线	A梗	0#膨胀	1#膨胀	质量合计
试制0#(外比12.5%)	8.23	7.77	2.00	2.00		20.00
试制1#(外比12.5%)	8.23	7.77	2.00		2.00	20.00
试制2#(外比15.0%)	8.07	7.62	1.96		2.35	20.00
试制3#(外比17.5%)	7.92	7.47	1.92		2.69	20.00
试制4#(外比20.0%)	7.72	7.28	2.00		3.00	20.00

表6 施加保润剂的N模块叶组膨胀烟丝保润性能测试结果

样品	a	b	c	拟合率/%	0~12h平均失水速率/(%·min ⁻¹)	12h瞬间失水速率/(%·min ⁻¹)	12~24h平均失水速率/(%·min ⁻¹)	14%~10%水分失水时间/min	初始含水率(60%RH)/%	平衡含水率(30%RH)/%
0#	7.50122	7.37178	0.00219	99.855	0.00812	0.00334	0.00168	436	14.82	7.50
1#	8.28300	6.82363	0.00263	99.720	0.00805	0.00270	0.00121	458	15.05	8.28

胀烟丝气息较明显,干燥刺激较大.所以,使用1#膨胀烟丝替代0#膨胀烟丝,可以在同比例添加的情况下提高卷烟整体的感官品质;在施加比例(外比)由12.5%提高到15.0%时,卷烟整体感官品质略好;在施加比例由15.0%提高到17.5%时,卷烟整体感官品质相当;但施加比例提高到20.0%时,卷烟感官品质变差.由此可见:为了提高膨胀烟丝的感官品质,可通过提高1#膨胀烟丝在卷烟叶组中的使用比例,降低上等叶组的使用量也可以达到相同的卷烟感官品质.

2.6 膨胀烟丝保润性能测试及保润机理探讨

2.6.1 施加保润剂的N模块叶组膨胀烟丝保润性能测试

施加保润剂的N模块叶组膨胀烟丝保润性能测试曲线见图2,具体数据见表6.

由图2和表6可以看出,样品从相对湿度60%到30%的过程中,失水主要集中在0~24h之间:前12h失水趋势大致相同,差异不明显;12~24h产生明显差距;在0~12h与12~24h的平均失水速率皆是0#样品大于1#样品,说明0#样品比1#样品的失水速度要快.样品含水率由14%降到10%所需时间,0#样品要快于1#样品,说明0#样品的持水性不如1#样品.从表6中拟合数据a值也可看出:在起始含水率接近的情况下,1#样品的平衡含水率8.28%,高于0#样品的平衡含水率7.50%.综合以上数据可以看出:1#样品的保润性能明显高于0#样品.

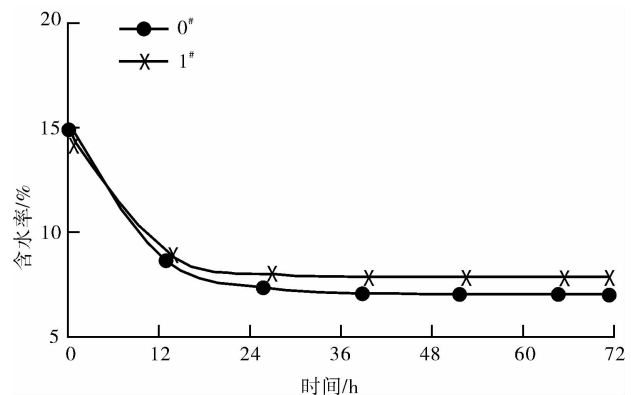


图2 施加保润剂的N模块叶组膨胀烟丝保润性能测试曲线

2.6.2 保润机理探讨 实验所用复合型保润剂包括吸湿性保润剂、封阻型保润剂、美拉德反应产物及溶剂水。

吸湿性保润剂为丙二醇、甘油,其作用在于利用丙二醇、甘油分子上的羟基,在烟丝膨胀回潮过程中吸收水分,提高烟丝的含水率和柔韧性。

封阻型保润剂为海藻酸钠,别名褐藻胶、藻酸钠、藻朊钠、藻酸钠,分子式是 $(C_5H_7O_4COONa)_n$,其中 $n=500\sim 600$ 。海藻酸钠是具有较大分子量的长链结构物质,结构上含有羟基、氨基、羧基、盐类等不同基团,其作用是这些基团能与烟丝中不同类型的化学成分形成较强的相互作用,从而减少了膨胀过程中烟丝化学成分的损失。海藻酸钠还能在烟叶表面形成一定厚度的膜,可以降低高温快速膨胀对烟丝细胞的破坏,修补烟丝表面由于膨胀造成的破损,从而减少水分等物质的损失,提高了烟丝物理保润性能。

美拉德反应产物及剩余的反应原料葡萄糖、果糖,其中的醛基和羟基容易与水结合,也会起到一定的保润作用。

3 结论

从上述研究结果可以看出,在烟丝膨胀前,适当添加一定量的复合型保润剂可以有效降低高温膨胀给烟丝带来的负面影响,改善膨胀烟丝的品质,提高膨胀烟丝在叶组配方中的使用比例。具体表现在:

1) 物理指标得到较明显的提高,长丝率由43.4%提高到50.8%,整丝率由69.7%提高到74.1%,填充值由2.163 mm/g提高到2.463 mm/g,而碎丝率则由2.8%降低到2.1%;

2) 添加保润剂的膨胀烟丝截面结构更加整齐,上下表皮细胞空腔更加明显,叶片厚度也有一定增加,填充能力得到提高;

3) 膨胀前添加复合型保润剂的膨胀烟丝,其香气质、杂气、细腻度、回甜和余味等得到改善,感官品质由65.0分提高到68.8分;

4) 在相同用量的时候,使用加料膨胀烟丝的卷烟要比使用正常膨胀烟丝的卷烟感官品质提高1.0分;在保持卷烟整体感官品质的前提下,膨胀烟丝的使用比例可以由12.5%提高到17.5%;

5) 添加保润剂的膨胀烟丝其物理保润性能得到明显提高。

参考文献:

- [1] 吴桂兵,张楚安,蔡冰,等. CO₂ 膨胀烟丝分类加工应用研究[J]. 烟草科技, 2007(12):5.
- [2] 张鼎方,刘江生. CO₂ 膨胀前后烟丝中游离氨基酸的变化[J]. 烟草科技, 2006(11):14.
- [3] 刘江生,谢卫,杨斌,等. CO₂ 膨胀前后不同部位烤烟香味成分的变化[J]. 烟草科技, 2006(2):5.
- [4] 杨力佳,黄海涛,杨伟祖,等. 干冰膨胀烟丝有机酸变化分析[J]. 云南化工, 2002, 29(4):39.
- [5] 倪克平. 提高二氧化碳膨胀烟丝加工质量及可用性研究[D]. 郑州:河南农业大学, 2008.
- [6] 廖旭东,胡延奇,阁威,等. 新型香料在烟丝膨化工艺中的研究和应用[C]//中国烟草学会 2004 年烟草化学学组年会论文集,广州:[s. n.], 2004:30-39.
- [7] 许春平,杨琛琛,高建奇,等. 天然多糖的提取及其在卷烟中应用述评[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版, 2012, 27(5):34.
- [8] 张丽,张相辉,徐丽霞,等. 保润剂对卷烟保润性能的影响[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版, 2012, 27(5):38.
- [9] 石怀彬. 中式卷烟保润技术研究的几点思考[C]//中国烟草自主创新高层论坛文集,武汉:中国烟草自主创新高层论坛组委会, 2007:594-597.
- [10] 陈建军,李奇,安毅,等. 双向保润剂的性能及其在卷烟中应用[J]. 中国烟草学报, 2008(S1):21.