

一种烟草材料复合滤棒的设计

卢红兵¹, 赵莉^{2*}, 孔波¹, 车靖² (1. 湖南中烟工业有限责任公司, 湖南长沙 410007; 2. 广东省金叶科技开发有限公司, 广东汕头 116023)

摘要 [目的] 分析烟草纸质滤棒和醋纤滤棒对焦油的过滤效率, 并结合两者设计出一种新型的复合嘴棒, 以期达到卷烟产品降焦的目的。[方法] 通过对成品卷烟样品、无醋纤卷烟样品和烟草纸质滤棒卷烟样品主流烟气中的焦油含量的检测, 分析出 2 种材料对焦油的过滤效率, 同时根据过滤效率和目标焦油量, 设计制备出烟草材料结合醋纤复合滤棒的卷烟样品, 并对其主流烟气常规 6 项指标进行了检测。[结果] 试验表明, 烟草纸质滤棒对焦油的过滤效率要高于醋纤滤棒, 两者的过滤效率分别为 2.42%/mm 和 2.00%/mm, 设计出的 2 种二元复合嘴棒卷烟样品单支焦油量, 能够按照预期分别下降至 11.02 和 10.07 mg/支。[结论] 研究设计出的二元复合滤棒卷烟样品, 有效降低了烟支主流烟气中的焦油量。

关键词 烟草材料; 复合滤棒; 焦油; 过滤效率

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)31-12448-02

The Design of a Composite Filter Rod Used by Tobacco Material

LU Hong-bing et al (China Tobacco Hunan Industrial Corporation, Changsha, Hunan 410007)

Abstract [Objective] The filter efficiency of tobacco paper filter stick and acetate filter rod on tar was analyzed. A new type composite filter rod was designed, so as to reduce tar in flue-cured tobacco. [Method] Through detecting on tar content in mainstream smoke of tobacco sample, with-out acetate tobacco sample and tobacco paper filter stick, the filter efficiency of two materials on tar were analyzed. According to filter efficiency and target tar content, a tobacco sample combined with acetate composite filter stick was prepared, six indexes of mainstream smoke were determined. [Result] The results showed that the filter efficiency of tobacco paper filter stick is higher than acetate filter rod, the filter efficiency are 2.42%/mm and 2.00%/mm respectively. [Conclusion] The binary composite filter rod can effectively reduce tar in tobacco mainstream smoke.

Key words Tobacco material; Composite filter rod; Tar; Filter efficiency

近年来,随着人们健康意识的逐步提升和世界反烟运动的日益高涨,市场对卷烟安全性要求越来越高,世界上一些主要发达国家已相继对市售卷烟的焦油、烟碱及一氧化碳量明确了具体的限量,我国烟草专卖局也明确要求以降焦减害、提高质量、节约资源为主线,积极开展中式卷烟研究工作。目前认为,烟气中焦油是最主要的有害物质,因此首先需要解决的是如何降低主流烟气中的焦油含量。国外低焦油卷烟发展很快,我国市场上 85% 以上的产品是烤烟型卷烟,卷烟原料特别是烤烟烟叶的焦油生成量偏高^[1],这在一定程度上限制了降焦研究的发展。

提高滤嘴的过滤效率则是解决这一问题的有效途径之一。常见的醋纤滤嘴在滤除大量有害成分的同时,会有一部分不可避免地进入主流烟气被人体吸入。对该类滤嘴的改进方法主要有增加纤维表面卷曲数和增大比表面积,以及添加吸附剂等途径^[2]。近年来,国内外关于不同新型材料及吸附剂的研究也日渐增多,如活性炭^[3]、生物滤嘴^[4]、催化剂^[5]和纳米材料^[6],但从实际试验、烟香损失以及安全性等方面考虑,这些材料都存在着一一定的不足之处。新型滤材的研究开发也逐渐成为近年重点的研究方向,如英国 filtrona 公司开发的新型滤嘴^[7],多种活性炭滤嘴及多功能活性炭片滤嘴等^[8-9]。国内对于新型材料和滤嘴结构也有相关研究,如宋焱等利用种椰芭丝纯天然植物纤维制成的滤嘴^[10],胡素霞等发明的通风稀释沟槽滤嘴棒^[11],即在槽纸及水松纸上设置通风孔,可以显著降低焦油及其他有害成分。

笔者则拟从新开发的烟草纸质滤棒出发,通过对卷烟样品主流烟气中焦油含量的测定,分析烟草纸质滤棒和醋纤滤棒对焦油的过滤效率,并结合两者设计出一种新型的复合嘴棒,以期达到卷烟降焦的目的。

1 材料与方 法

1.1 材料 供试材料:成品卷烟;烟草纸质滤棒。主要仪器:RM200 型转盘式 20 孔道吸烟机,德国 BOLGWALDT 公司;填充值测定仪, Brogwaldt; CMB120 型全自动打烟机, Burghart; HP 6890/5973 型气相色谱-质谱联用仪, Agilent; LC-Si 固相萃取柱, Supelco; HWS-250 型恒温恒湿箱; AR3130 型电子天平; Borgwaldt RM200A; Agilent GC7890/5975C (GC/MS); BINDER KBF 恒温恒湿箱; SDE 实验室装置。

1.2 样品制备 成品卷烟样品 A₁:市售。无醋纤的卷烟样品 A₂ 制备:与 A₁ 同一批次的成品卷烟人工去除醋纤滤嘴。烟草纸质滤棒的卷烟样品 A₃ 制备:按照 A₂ 制备步骤得到无醋纤卷烟样品后,接装烟草纸质滤棒。二元复合滤嘴卷烟样品的制备:图 1 为二元复合滤嘴样品制备设计图。取上述同一批次的市售卷烟样品,人工去除醋纤滤嘴,将分切好的烟草纸质滤棒和醋纤滤棒,按图 1 接装制备成二元复合滤嘴卷烟样品。

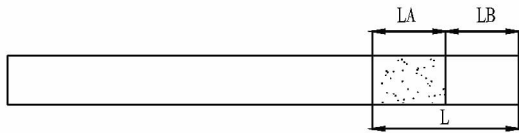
将以上卷烟样品置于温度(22±1)℃和相对湿度(60±2)%的恒温恒湿箱中平衡 48 h,挑选平均吸阻为±49 Pa、重量为(0.94±0.02)g 的烟支 200 支备用。

1.3 主流烟气的检测方法

1.3.1 检测环境。大气压(81±5)kPa,抽吸数为 20 支/样,抽吸容量为 35 ml,检测室环境温度为(22±2)℃,检测室环境湿度为(60±5)%。检测卷烟主流烟气中挥发性有机化合物,方法依据国家标准执行。检测依据:GB/T 19609-2004,

作者简介 卢红兵(1972-),男,湖南常德人,高级工程师,硕士,从事烟草化学、香精香料、嘴棒设计等方向的研究。* 通讯作者,硕士,从事卷烟新材料研究。

收稿日期 2013-09-27



注: L_A 为烟草纸质滤棒的单节滤段长度, L_B 为醋纤滤棒的单节滤段长度。

图1 二元复合滤嘴样品制备设计

常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油;实验室方法。

卷烟样品平衡 48 h 后,应用吸烟机抽吸 40 支卷烟制备 2 个 94 mm 剑桥滤片,将 2 个滤片用实验室方法处理后进入气相色谱-质谱(GC-MS)分离分析,最后应用数据处理工具鉴定化合物及定量。

1.3.2 滤棒二元复合设计。在其他条件一致的情况下,对于给定的目标卷烟,根据过滤效率和目的焦油含量对复合滤棒单节滤段的长度进行理论设计,关于过滤效率计算和单节滤段长度设计,有如下经验公式:

$$\eta = \frac{T_0 - T_1}{T_0 \times L} \times 100\% \quad (1)$$

式中, T_0 为无嘴棒烟支焦油释放量; T_1 为接装嘴棒的烟支焦油释放量; L 为嘴棒的长度。

$$\begin{cases} L_A \times \eta_A + L_B \times \eta_B = L \times \eta \\ L_A + L_B = L \end{cases} \quad (2)$$

式中, L_A 为烟草纸质滤棒的单节滤段长度; L_B 为醋纤滤棒的单节滤段长度; η_A 为烟草纸质滤棒的过滤效率; η_B 为醋纤滤棒的过滤效率; L 为嘴棒长度; η 为二元复合嘴棒卷烟过滤效率。

对于给定的目标卷烟而言, η 和 L 是已知的,通过解以上方程组,可得二元复合滤棒的单节滤段长度。

2 结果与分析

2.1 卷烟样品焦油含量及过滤效率计算 由表 1 中可以看出,2 种滤棒材料的卷烟样品中主流烟气中的焦油含量是不同的,这说明烟草纸质滤棒对焦油的过滤效果要好于醋酸纤维滤棒。再根据公式(1),可以得到烟草纸质滤棒和醋酸纤维滤棒对焦油的过滤效率 η_A 和 η_B 分别为 2.42%/mm 和 2.00%/mm。

表2 二元复合滤棒主流烟气 6 项常规指标检测

卷烟样品	总粒相物//mg	烟气烟碱量//mg	烟气水分//mg	焦油//mg	一氧化碳//mg	抽吸口数//口/支
成品卷烟样品	15.29	1.17	2.04	12.08	11.6	8.1
二元复合滤棒卷烟样品 A	13.88	0.97	1.89	11.02	11.9	7.9
二元复合滤棒卷烟样品 B	12.71	0.91	1.73	10.07	11.8	7.8

3 结论

现阶段的烟草行业中,降低烟支焦油含量是发展的必然趋势,也是烟草行业发展的必由之路。该研究即是基于新型烟草材料而设计出的一种高效降低卷烟主流烟气焦油含量的复合滤棒,通过分析醋纤滤棒卷烟和烟草纸质滤棒卷烟对焦油的过滤效率,设计出的二元复合滤棒卷烟样品,与对照的成品卷烟样品相比,有效降低了烟支主流烟气中的焦油量。

参考文献

[1] 肖志新,周冀衡,郭黎明,等.不同基因型烤烟焦油和萘环芳烃含量的研

表1 卷烟样品焦油量及过滤效率

卷烟样品	焦油//mg/支					平均值
	重复 1	重复 2	重复 3	重复 4	重复 5	
A ₁	11.97	11.96	12.11	11.97	12.08	12.02
A ₂	24.09	24.11	24.42	23.95	24.03	24.12
A ₃	9.49	9.51	9.64	9.47	9.50	9.52
η_A // %/mm	2.424	2.422	2.421	2.418	2.419	2.420
η_B // %/mm	2.013	2.016	2.016	2.000	1.990	2.000

2.2 二元复合滤棒设计 根据表 1 焦油含量的测定,可以通过过滤材料的过滤效率来计算烟草纸质滤棒以及醋酸纤维滤棒的长度比例,假定目标卷烟的焦油含量设定为 11 和 10 mg/支。

第一,现要求目标卷烟的焦油含量为 11 mg/支,记为二元复合滤棒卷烟样品 A。对于复合设计,由公式(1)得到 $\eta = 2.18\%/mm$,已知 $L = 25$ mm, $\eta_A = 2.42\%/mm$, $\eta_B = 2.00\%/mm$,代入公式(2),可以计算出:

$$\begin{cases} L_A = 10.71 \\ L_B = 14.29 \end{cases}$$

即 $L_A = 10.71$ mm, $L_B = 14.29$ mm,近似地可以认为烟草纸质滤棒以及醋酸纤维滤棒的长度分别为 10 和 15 mm。

第二,现要求目标卷烟的焦油含量为 10 mg/支,记为二元复合滤棒卷烟样品 B。对于复合设计,由公式(1)得到 $\eta = 2.34\%/mm$,已知 $L = 25$ mm, $\eta_A = 2.42\%/mm$, $\eta_B = 2.00\%/mm$,代入公式(2),可以计算出:

$$\begin{cases} L_A = 20.24 \\ L_B = 4.76 \end{cases}$$

即 $L_A = 20.24$ mm, $L_B = 4.76$ mm,近似地可以认为烟草纸质滤棒以及醋酸纤维滤棒的长度分别为 20 和 5 mm。

制备出以上 2 种所设计的复合滤棒卷烟样品,检测其主流烟气 6 项常规指标,并与市售成品卷烟样品进行对比。从表 2 中可以看出,与成品卷烟样品对比,设计出的二元复合滤棒卷烟的烟支主流烟气中焦油含量可以按照预期有效下降到 11.02 和 10.07 mg/支,这说明二元复合滤棒降低卷烟焦油量的设计是可行的。

究[C]//中国烟草学会 2006 年学术年会论文集.北京,2007.

[2] 喻昕,刘建福,刘德华.卷烟滤嘴过滤效率研究概述[J].烟草科技,2003(1):9-14.

[3] ARTERBERY C W, CALLAHAM W T, KERI TSIS G D, et al. Concentric smoking filter having cellulose acetate tow periphery and carbon-particle-loaded web filter core;US,5365951[P].1994-11-22.

[4] Kabushiki Kaisha Advance Kaihatsu Kenkyujo. Tobacco smoke filter;US,4414988[P].1983-11-15.

[5] Stanford Research Institute. Fil ter for reduci ng the level of carbon monoxide in tobacco smoke;US,3658069[P].1972-04-25.

[6] 张悠金.纳米材料降低卷烟烟气粒相有害成分的研究[J].化学研究与应用,2001(6):709-711.

(下转第 12454 页)

的溶解性、乳化性等食品功能性^[32]。纳豆激酶粗提液除了具有溶栓作用外,还能显著地降低小鼠试验性高脂血症^[33],而贾爱萍等在研究纤溶酶对糖尿病性与非糖尿病性脑梗死患者的疗效时发现纤溶酶还具有改善血脂代谢作用,其中对糖尿病性脑梗死治疗效果优于非糖尿病性脑梗死患者^[34]。

3.3 调节肠道作用 纤溶菌发酵液营养丰富,包括小分子肽和游离氨基酸,能够被快速吸收,为肠道有益菌的生长繁殖提供营养保证。据报道,米糠纳豆芽孢杆菌的发酵液除了有很强的纤溶作用外,对双歧杆菌也有促生长作用,即使发酵液经胃蛋白酶和胰蛋白酶消化后,对双歧杆菌仍有 51.6% 的促生长率^[32]。

4 结语

纤溶菌来源广泛,发酵法制备的纤溶酶具有多种生物活性。未来纤溶酶及溶栓型发酵液还可进一步开展以下研究:筛选对人体安全性高、副作用小的纤溶菌株,使用工程菌用于纤溶因子的大量制备;从食品营养学角度研究纤溶因子与食品组分间的分子相互作用,为食品中添加纤溶成分辅助血栓病人食疗奠定基础。

参考文献

- [1] SUMI H, HAMADA H, TSUSHIMA H, et al. A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable chesse natto, a typical and popular soybean food in the Japanese diet[J]. *Experientia*, 1987, 15: 1110 - 1111.
- [2] 刘美艳, 张健, 程冬梅. 牛肉酱纤溶酶产生菌发酵条件的优化[J]. *江苏农业科学*, 2006(6): 375 - 377.
- [3] 宋园亮, 黄文宇, 张忠华, 等. 云南传统发酵豆豉中高产豆豉纤溶酶菌株的筛选及其酶谱分析[J]. *生物技术通报*, 2011(5): 132 - 137.
- [4] KIM H K, KIM G T, KIM D K, et al. Purification and characterization of a novel fibrinolytic enzyme from *Bacillus* sp. KA38 originated from fermented fish[J]. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 1997, 84(4): 307 - 312.
- [5] CHANG C T, WANG P M, HUNG Y F, et al. Purification and biochemical properties of a fibrinolytic enzyme from *Bacillus subtilis*-fermented red bean[J]. *Food Chemistry*, 2012, 133(4): 1611 - 1617.
- [6] MONTRIWONG A, KAEWPHUAK S, RODTONG S, et al. Novel fibrinolytic enzymes from *Virgibacillus halodinitrificans* SK1-3-7 isolated from fish sauce fermentation[J]. *Process Biochemistry*, 2012, 47(12): 2379 - 2387.
- [7] 薄金岭. 纳豆激酶高产菌株的筛选及发酵条件的优化[J]. *大豆通报*, 2004(2): 22 - 24.
- [8] 李宝库. 高活性纤溶酶产生菌的筛选及发酵条件优化研究[D]. 保定: 河北大学, 2005.
- [9] 梁思宇. 枯草芽孢杆菌溶纤酶高产菌株的选育及发酵条件的优化[D]. 南京: 南京农业大学, 2000.
- [10] 何叶喧. 中草药牛膝、茜草纤溶酶的筛选与分离纯化[D]. 保定: 河北大学, 2006.
- [11] 刘晓兰, 张雯舒, 郝喜群, 等. 蛹虫草发酵产物新纤溶酶的分离纯化[J]. *华南理工大学学报: 自然科学版*, 2012(5): 111 - 118.
- [12] 沈明花, 彭瀛, 宋晓琳. 榆干离褶伞发酵液的溶栓与降血脂作用[J].

食品与发酵工业, 2011, 37(10): 28 - 30.

- [13] 沈明花, 彭瀛, 宋晓琳. 金针菇发酵液的溶栓作用研究[J]. *食品科学*, 2012, 33(17): 246 - 248.
- [14] MATSUBARA K, SUMI H, HORI K, et al. Purification and characterization of two fibrinolytic enzymes from a marine green alga, *Codium intricatum*[J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 1998, 119(1): 177 - 181.
- [15] CHOI J H, SAPKOTA K, PARK S E, et al. Thrombolytic, anticoagulant and antiplatelet activities of codiase, a bi-functional fibrinolytic enzyme from *Codium fragile*[J]. *Biochimie*, 2013, 95(6): 1266 - 1277.
- [16] 璩竹玲, 刘赛, 刘晨光, 等. 海洋假单胞菌碱性蛋白酶的纤溶及抗血栓形成作用[J]. *青岛大学医学院学报*, 2003(2): 49 - 51.
- [17] 王佃亮, 刘万顺, 韩宝芹, 等. 一种新型海洋纤溶酶体外抗凝与溶栓作用研究[J]. *中国海洋药物*, 2006(4): 40 - 45.
- [18] 杨慧宁, 张雪花, 王运吉. 海参液态发酵制备枯草杆菌蛋白酶的研究[J]. *水产科学*, 2006, 25(11): 559 - 562.
- [19] MAHAJAN P M, NAYAK S, LELE S S. Fibrinolytic enzyme from newly isolated marine bacterium *Bacillus subtilis* ICTF-1: Media optimization, purification and characterization[J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2012, 113(3): 307 - 314.
- [20] 雷丹青, 李肖肖, 廖共山. 广西沿海裸体方格星虫纤维蛋白溶解酶的研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2013, 25(7): 897 - 902.
- [21] 谢秋玲, 郭勇. 纳豆激酶液体发酵条件的优化[J]. *华南理工大学学报: 自然科学版*, 1999, 27(5): 127 - 131.
- [22] 王正刚, 丁贵平, 蔡正森. 纳豆激酶的发酵工艺研究[J]. *氨基酸与生物资源*, 2001, 23(2): 17 - 21.
- [23] 胡升, 梅乐和, 姚善涇. 响应面法优化纳豆激酶液体发酵[J]. *食品与发酵工业*, 2003, 29(1): 13 - 17.
- [24] 朱健辉, 杜连祥, 路福平, 等. 高产纳豆激酶液态发酵工艺的优化[J]. *工业微生物*, 2007, 37(1): 20 - 24.
- [25] MUKHERJEE A K, RAI S K. A statistical approach for the enhanced production of alkaline protease showing fibrinolytic activity from a newly isolated Gram-negative *Bacillus* sp. strain AS-S20-I[J]. *New Biotechnology*, 2011, 28(2): 182 - 189.
- [26] 陆瑾, 赵瑛, 林东强, 等. 金属螯合双水相亲和分配技术分离纳豆激酶的研究[J]. *高校化学工程学报*, 2004, 18(4): 465 - 469.
- [27] 苏俊彩, 董超, 史延茂, 等. 大豆蛋白偶联壳聚糖微球介质提取纳豆激酶的研究[J]. *大豆科学*, 2011, 30(4): 652 - 656, 662.
- [28] 饶颖竹, 陈蓉, 阮倩玲, 等. 纳豆激酶粗提液的体外溶栓抑菌实验[J]. *蛇志*, 2004, 16(1): 7 - 10.
- [29] 孙月娥, 钱和. 豆豉纤溶酶生产菌发酵液功能性研究[J]. *江苏调味副食品*, 2005, 22(5): 22 - 25, 28.
- [30] 曹小红, 廖振宇, 王春玲, 等. *Bacillus natto* TK-1 产脂肽的纯化、抑菌活性及其表面活性剂特性[J]. *中国生物工程杂志*, 2008, 28(1): 44 - 48.
- [31] 祁红兵, 陈钧, 何佳, 等. 纳豆芽孢杆菌发酵麸皮的抗氧化功能研究[J]. *中国粮油学报*, 2008, 23(1): 32 - 35.
- [32] SONG R, WEI R B, LUO H Y. Biochemical properties and stability of antioxidative activity of half-fin anchovy (*Setipinna taty*) fermented product[J]. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, DOI: 10.1080/10498850.2013.782519.
- [33] 袁淑云. 纳豆激酶粗提液对小鼠试验性高脂血症的降脂作用[J]. *现代医院*, 2005, 5(5): 10 - 12.
- [34] 贾爱萍, 张海林, 邢丽, 等. 纤溶酶对糖尿病与非糖尿病性脑梗死患者的疗效及对血纤维蛋白原和血脂的影响[J]. *河北医药*, 2013, 35(13): 1974 - 1975.

(上接第 12449 页)

- [7] 郑新章, 刘立全. 国际低焦油卷烟科研新成果及其发展趋势[J]. *烟草科技*, 1998(1): 8 - 10.
- [8] SHEPHERD R J K. "Green" filters: papers role reassessed[J]. *Tob Rept*, 1993, 120(8): 46, 48, 50.
- [9] ARTERBERY C W, CALLAHAN W T, KERITSIS G D, et al. Concentric

smoking filter having cellulose acetate tow periphery and carbon - particle loaded web filter core; US, 5365951 [P]. 1994 - 11 - 22.

- [10] 宋焱, 宋煜. 椰芒丝纯天然植物纤维滤嘴及其制作方法: 中国, 03108942. 9 [P]. 2004 - 10 - 13.
- [11] 胡素霞, 程占刚, 叶明樵, 等. 通风稀释沟槽滤嘴棒: 中国, 200820066360. 1 [P]. 2009 - 01 - 21.