

造纸法再造烟叶萃取和涂布液工艺研究综述

孙德坡^{1,2}, 尚善斋¹, 赵伟¹, 刘东辉², 陈永宽¹, 刘志华¹

(1. 云南中烟工业有限责任公司 云南省烟草化学重点实验室, 云南 昆明 650231;

2. 昆明理工大学 化学工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要:综述了造纸法再造烟叶萃取工艺条件的选择、优化及涂布液处理工艺的研究进展,认为利用微生物、美拉德反应、膜技术、中草药等手段对涂布液成分进行调控和重组,以开发出新型低害再造烟叶,将是未来再造烟叶开发的趋势所在。

关键词:造纸法再造烟叶;萃取工艺;涂布液

中图分类号:TS452 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.06.005

Review of extraction progress and coating liquid of paper-making reconstituted tobacco

SUN De-po^{1,2}, SHANG Shan-zhai¹, ZHAO Wei¹, LIU Dong-hui², CHEN Yong-kuan¹, LIU Zhi-hua¹

(1. Key Laboratory of Tobacco Chemistry of Yunnan, China Tobacco Yunnan Industry Co., Ltd., Kunming 650231, China;

2. School of Chemical Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: The research progress of the extraction condition choice and optimization of paper-making reconstituted tobacco, and coating liquid treatment process were summarized. The coating liquid constituents were regulated and restructured by using microorganisms, the Maillard reaction, membrane technology, herbal and other technologies, so as to develop a new low-harm reconstituted tobacco will be the future trends.

Key words: paper-making reconstituted tobacco; extraction process; coating liquid

0 引言

再造烟叶是将烟叶收获、复烤及卷烟过程中产生的烟梗、烟末和次级烟叶等,按照物理方法或化学方法进行重组而成的产品,其生产方法包括辊压法、稠浆法和造纸法。造纸法再造烟叶相比于其他方法,可塑性强、填充性好,受到卷烟企业的青睐。开发再造烟叶最初是为了节约成本,而目前在降低卷烟焦油、提高烟草制品吸食安全性和香味等方面也发挥着重要作用^[1-2]。1965年, E. L. Wynder等^[3]

首次报道再造烟叶可以降低烟叶中致癌成分,文献[4-6]随后几年对再造烟叶烟气成分的研究证明了此观点,再造烟叶烟气总粒相物中焦油、苯并[a]芘、烟碱、多环芳烃都明显降低。造纸法再造烟叶生产工艺中,萃取是将烟草主要致香成分转移到提取液,从而减少加工过程中烟草成分的损失,而对提取液浓缩后所得的涂布液进行处理,可以有针对性地改变涂布液中各组分的含量,提升再造烟叶抽吸品质。本文拟综述目前造纸法再造烟叶原料萃取和涂布液处理工艺取得的进展,以期改进再造烟叶

收稿日期:2014-03-06

基金项目:中国烟草总公司科技重大专项项目(110201301025JH-06)

作者简介:孙德坡(1990—),男,安徽省淮北市人,云南中烟工业有限责任公司助理工程师,昆明理工大学硕士研究生,主要研究方向为烟草化学。

通信作者:刘志华(1974—),男,云南省勐腊县人,云南中烟工业有限责任公司研究员,主要研究方向为烟草化学。

萃取工艺,解决其木质气重、刺激性大、口感差等问题,增加香吃味、改善抽吸口感等提供参考。

1 原料萃取

再造烟叶的原料萃取原则是高效、安全、经济、可行。选择合适的萃取剂、优化萃取条件和改进萃取方法是提高萃取率、保证安全、降低成本、提高工业可行性的有效途径。

在再造烟叶的工业化生产中,水是萃取剂的最佳选择,有研究者尝试在水中添加一定量的助提剂,以期提高原料萃取率。孙霞等^[7]将表面活性剂聚氧乙烯山梨醇酐单油酸醋(Tween-80)添加到再造烟叶原料中,实验时烟末和烟梗各加入10%的Tween-80,料液比1:5,烟末萃取温度50℃,萃取时间50 min,萃取率54.82%,烟梗萃取温度60℃,萃取时间70 min,萃取率49.67%。刘志昌等^[8]通过单因素试验和正交试验验证了尿包萃取的可行性,同时优化烟梗、烟末的萃取条件,从而提高造纸法再造烟叶生产中烟梗、烟末的萃取率。尿包剂能形成一个中间有500 pm通道的筒状螺旋体,可以将溶于水的有效成分包裹起来,有利于这些成分由固体向液体溶剂迁移,同时使溶于水的有效成分更难向固体原料扩散。实验表明,尿包剂添加量为2%,料液比为1:5,萃取温度在100℃,萃取时间在100 min时,烟梗的萃取率最高达到54.12%;尿包剂添加量为3%,料液比为1:5,萃取温度在80℃,萃取时间在100 min时,烟末的萃取率最高达到56.36%。以上研究表明,加入助提剂对萃取率有一定的影响,选择合适的助提剂以提高萃取率需要进一步研究。

优化萃取条件、改进萃取方法是提高水萃取再造烟叶原料中有效成分的最佳方法。常纪恒等^[9]用正交试验法研究萃取时间、萃取温度、料液比、萃取次数、脱水等对烟末和烟梗萃取效果的影响。结果表明,采用3步逆向法萃取时,烟末第1次萃取料液比为1:10,第2次、第3次料液比为1:5,萃取温度为30~40℃,萃取时间为20 min时,萃取率可达90%;烟梗第1次萃取料液比为1:10,第2次、第3次料液比为1:7,萃取温度为60℃,萃取时间为40 min时,萃取率可达86%。严新龙等^[10]采用正交试验对影响再造烟叶萃取工序萃取率的主要因素进行了分析,结果表明,根据优化的萃取参数,设计模拟3级逆流萃取过程,烟梗和烟末的相对萃取率可达85%~90%。凌秀菊等^[11]对造纸法再造烟叶

热水浸提工艺条件进行优化,其最佳条件为:料液比1:10,萃取温度80℃,萃取时间1.5 h;烟梗热水浸提最佳条件:料液比1:8,萃取温度80℃,萃取时间1 h。此外,将原工艺中的多效浓缩改为膜浓缩,新工艺除杂效果明显,芳香物质回收率显著提高。杨彦明等^[12]研究了烟梗、烟末萃取工艺。结果表明,烟梗萃取最佳条件为:萃取温度60℃,萃取时间40 min,料液比1:8;烟末萃取温度60℃,萃取时间20 min,料液比1:10。一次萃取即得较高的萃取率,并且萃取液可重复萃取新原料。目前随着超声波萃取技术在萃取分离方面的广泛应用,利用超声波高效、安全地萃取烟草有效成分,已成为烟草成分萃取的一个重要研究方向^[13],但是超声波萃取技术应用到再造烟叶原料萃取的工艺条件仍需要深入研究。

作为再造烟叶关键工艺中的第1步,萃取率的高低直接影响再造烟叶的品质。水作为环境友好的萃取溶剂,通过优化萃取时间、萃取温度、料液比,可使萃取率达85%以上;同时随着新型技术的涌现,如超声波萃取等,不仅可以提高萃取效率,还可以更大程度上节约成本、保护环境。

2 涂布液处理

涂布液是烟草萃取液的浓缩物,在后续工序中将其涂布到片基上制成再造烟叶。涂布液有效成分的调控决定了再造烟叶的烟气品质,是整个再造烟叶工艺过程中质量调控的关键步骤之一。用一定方法处理涂布液,降低产生不良烟气成分的前体,添加有助于改善烟气成分的物质,可达到调控再造烟叶烟气品质的目的。

2.1 微生物及酶

涂布液中经过微生物及酶降解,蛋白质、果胶、木质素等大分子物质生成了易溶于水的还原糖、氨基酸等,可解决再造烟叶刺激性大、木质气重、口感差等问题。戴丽君等^[14]利用酵母菌对烟梗原料的涂布液进行处理。在优化条件下,烟梗萃取浓缩液糖含量降至空白对照的一半,再造烟叶成品糖含量明显下降,糖碱比趋于合理。一般认为烤烟糖氮比在(6~10):1,糖碱比在10:1为最好^[15]。对处理后再造烟叶进行感官质量评吸,整体吃味质量明显提高。郑勤安^[16]利用增香菌、活性干酵母和蛋白酶配制成发酵增质剂,对烟草原料的涂布液进行处理。发酵后涂布液糖含量明显降低,pH值下降,经过发酵处理生产的造纸法再造烟叶,成品糖含量明显降

低,蛋白质含量有所下降,糖碱比(9.75:1)和糖氮比(9.64:1)更趋于合理.微生物发酵增质剂对造纸法再造烟叶整体香味、吃味质量提高作用明显.程昌合等^[17]利用醇化技术处理涂布液,将烟梗和烟末涂布液分别在特制的醇化罐中恒温搅拌3~5 d,在再造烟叶原料自带微生物的作用下,涂布液中的果胶、蛋白质、可溶性多糖等大分子化合物降解为小分子的氨基酸和单糖,并通过美拉德反应生成致香物质,从而提高再造烟叶的品质.

河汉平等^[18]从30余种市售和自制的酶制剂(包括不同来源的蛋白酶、果胶酶、淀粉酶等)中选择若干种不同性质的酶,组成不同的复合酶体系,从中筛选最佳的复合酶体系来处理造纸法再造烟叶涂布液,涂布液中蛋白质、果胶等生物大分子明显降解,应用于再造烟叶后,烟气的刺激性、香气和余味等明显改善,烟气中主要致香成分的含量均有不同程度的提高.吕斌峰等^[19]用果胶酶、蛋白酶处理涂布液,同时用蛋白酶及酸的醇溶液处理浆料,所制得的再造烟叶抽吸品质有所改善.马东萍等^[20]将酸性蛋白酶、复合果胶酶、复合中性纤维素酶和中性脂肪酶配制成改性添加剂,用以处理烟梗萃取液中的果胶、蛋白质等.经生物酶降解、转化,涂布液中致香物显著增加.安瑞等^[21]利用白腐菌的粗酶液处理烟梗盘磨机械浆(RMP),处理条件为酶液用量15 IU/g,处理时间为3 h时,获得的烟梗RMP的木质素降解率为33.48%,抗张指数为9.13 N·m/g,柔软度为518 mN.与未经粗酶液处理的烟梗RMP配抄的烟草薄片相比,经粗酶液处理的烟梗RMP配抄的烟草薄片木质气减少,刺激性降低,品质得到提升.

2.2 美拉德反应

美拉德反应^[22-25]是将涂布液中原有的或人工添加的还原糖和氨基酸反应生成特殊致香物,产生新的烟草香气风格^[26-27],但是其生成致香物条件要严格控制在避免反应产物带来负面影响^[28-31].刘伟等^[32]在涂布液中加入1种或2种以上的酶制剂(蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶、果胶酶等)进行生物降解,生成的氨基酸和单糖等小分子化合物发生美拉德反应,生成了大量的致香物,提高了再造烟叶的香味、吃味品质,减少了杂气.葛少林等^[33]先用酸性蛋白酶、果胶酶、淀粉酶等对再造烟叶原料进行生物降解,以提高烟叶提取物中美拉德反应底物含量,然后加入催化剂在线促进涂布液进行美拉德反应,所制得的再造烟叶刺激性和杂气轻、香味谐调、

抽吸舒适度高.闫亚明等^[34]在烟草原料中加入1种或由几种酶制剂(蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶、果胶酶或糖化酶等)复合而成的酶制剂,然后在涂布液中添加尿素和磷酸二氢铵等,以促进美拉德反应,使涂布液中产生更多烟草特有的致香物质.

为了增加烟气香味成分含量和种类,可在涂布液中外加一定量美拉德反应原料或产物,以改善抽吸口感.林宏图等^[35]将D-葡萄糖和L-氨基酸的美拉德反应产物添加2%到再造烟叶上,再造烟叶的抽吸品质明显得到改善.吴亦集等^[36]将涂布液经醇沉淀、浓缩后加入不同还原糖和氨基酸,发生美拉德反应,制得不同香型的再造烟叶,可降低焦油量、增加卷烟香气,提升抽吸品质.

2.3 膜技术

涂布液中易溶性大分子物质可以利用膜技术分离出来,以提升再造烟叶品质.膜分离技术^[37]是以选择性透过膜为分离介质,当膜两侧存在某种推动力(如压力差、浓度差、电位差等)时,原料液侧某组分可选择性地透过滤膜,以达到分离、提纯的目的.杜锐等^[38]用M50(ϕ 50 nm)微滤膜、GU超滤膜1(标称截留分子量50 000 Da)和GM超滤膜2(标称截留分子量100 000 Da)对烟梗、烟末提取物进行过滤处理.处理后涂布液中的总氮分别下降62.5%和67.8%,果胶物质基本去除;经处理后的再造烟叶感官品质有所提高,且微滤膜+GU超滤膜1处理的效果最好.

2.4 中草药及香精香料

涂布液中加入中草药萃取物可以制成具有一定功能的再造烟叶,添加香精香料可以弥补再造烟叶本身香气不足的缺陷,提高再造烟叶品质.郑勤安等^[39]研究了一种含中草药成分的造纸法再造烟叶的制备工艺.将中草药成分和烟草混合萃取后,中草药(人参、银杏叶、橘梗、黄芩等)与烟草的混合萃取液经低温真空浓缩处理后涂布到片基上,中草药掺用量在5%~15%时,能体现并保持以烟香为主的卷烟风格,且烟香与药香的协调性较好.郑松明等^[40]在浸泡或可溶物萃取液的调制过程中添加1种或多种功能型成分,如中草药、薄荷,使造纸法再造烟叶具有保健功能或薄荷吸味,或同时具有保健功能和薄荷吸味.程栋等^[41]将金钱草萃取液添加于再造烟叶中,当添加量为0.5%时可以改善其口感,起到生津止渴的作用,并达到除杂、减刺和增香的目的,进而提高和改善再造烟叶的品质和使用价值.范运涛等^[42]用鸢尾根致香成分进行了造纸法再

造烟叶加香试验,结果表明,鸢尾根致香成分能改善造纸法再造烟叶的烟气品质,并具有降低刺激的作用,加香后的造纸法再造烟叶在卷烟中应用也具有相同的效果.晋普照等^[43]以茶叶萃取液为添加物,涂布到再造烟叶片基上,烟气中主要香气成分含量均有所增加.天然多糖具有抗肿瘤、降血脂、抗氧化、保润性等特点,应用在卷烟工艺中不仅有加香的作用,更对改善卷烟吸味、减轻杂气、降低刺激性、增香保润等具有积极的作用^[44].在造纸法再造烟叶生产中,可以将多糖添加到涂布液中以开发出低害、高抽吸品质的再造烟叶.

另外,添加一定的香料可以改善再造烟叶的品质,如啤酒花酊、杏子酊、洋梨汁、无花果浸膏、麦芽浸出液、桂酸苜酯、氧化异佛尔酮,对减少杂气、降低木质气有明显作用;烟草浸膏、胡萝卜籽油、红茶酊、香叶基丙酮等,可以协调烟香、增浓烟味;干草粉、乙酸龙脑酯、椒样薄荷油和薄荷酯类香料,可清爽口腔、改善余味;转化糖、麦芽糖、焦糖香膏等,可弥补再造烟叶含糖量的不足;在再造烟叶中加入一定量的烟碱,可弥补再造烟叶自身烟碱含量低的缺点,提高劲头、增加烟味,使之与天然烟叶相似^[45].

2.5 催化、吸附材料

刘维涓等^[46]综述了利用催化材料降低烟草及再造烟叶中CO的方法和技术手段,并对开发适宜于再造烟叶的催化剂材料性能要求进行了总结,这类材料需要考虑催化氧化性能和增加氧气释放量等,以及材料的安全性、较适宜的比表面积和分散性等要求.此外,在开发催化剂时,还要考虑开发相应的烟丝补香技术和手段,包括应用具有香气载体功能的新材料和其他有效的功能性烟草添加剂.

聂聪等^[47]将萃取液先通过吸附材料吸附烟草中的有害成分,再经过浓缩施加到烟草片基上,生产的烟草薄片中的亚硝酸胺等有害成分如NNN, NAT, NAB, NNK等的含量比现有造纸法生产烟草薄片的含量明显降低.烟叶丝中存在的金属类物质,特别是镁,促进苯并芘、氰化氢、丙烯醛、氮氧化物(NO_x)和氨基萘等在主流烟中的产生.乌伺康二等^[48]将萃取液与侧链中具有能够俘获金属镁的官能团聚合物接触,制得镁含量降低的萃取液,从而从天然烟草的提取液中除去包括镁的金属,又不明显地除去其他组分,尤其是烟碱.美国专利US:3616801公开了一种方法^[49],通过阳离子交换树脂与烟草的水性提取液接触,降低水性烟草提取液中金属离子(镁、钙、钾等)的含量,以改善烟草的燃烧性质、香味和灰

分特性.通过将金属离子含量降低的烟草提取液添加到片基上,可以得到烟草的燃烧特性、香味和灰分特性均获改善的再造烟叶.

3 展望

造纸法再造烟叶化学组分重组和调控是国内外烟草行业的一项前沿高新技术,也是行业内外探索研究的重点.基于近10年来国内外在造纸法再造烟叶工艺中萃取剂、萃取条件、萃取技术的选择和优化及涂布液处理工艺等方面的研究进展,笔者认为,利用微生物、酶、美拉德反应等技术对涂布液成分进行调控和重组,以开发低害、多功能、高品质的再造烟叶,是未来再造烟叶开发的趋势所在.

参考文献:

- [1] 邱晔.法国摩迪与意大利高比优公司技术考察报告[J].烟草科学研究,2005(4):77.
- [2] 邱晔.中国造纸法烟草薄片发展研究报告[J].科学研究员月刊(香港),2006(12):186.
- [3] Wynder E L, Hoffmann D. Reduction of Tumorigenicity cigarette smoke an experimental approach [J]. JAMA, 1965 (192):88.
- [4] Dontenwill W, Flmenhorst H, Harke H P. Experimentelle untersuchungen über die tumorerzeugende wirkung von zigarettenrauch-kondensaten an der mäusehaut [J]. Z Krebsforsch, 1970(73):265.
- [5] Halter T M, Ito T I. Reconstituted tobacco-smoking and health possibilities [J]. J Natl Cancer Inst, 1972 (48):1867.
- [6] Schlotzhauer W S, Chortyk O T. Comparsion of pyrolytic products from flue-cured tobacco leaf and a reconstituted tobacco sheet [J]. Beitr Tabakforsch, 1975, 8(2):53.
- [7] 孙霞, 苏文强. Tween-80 在造纸法烟草薄片萃取工艺中的应用 [J]. 造纸化学品, 2010, 22(6):25.
- [8] 刘志昌, 孙海辉, 孙德平, 等. 尿包萃取在造纸法烟草薄片生产中的应用研究 [J]. 化学与生物工程, 2009 (10):83.
- [9] 常纪恒, 牛聪阳, 张彩云, 等. 造纸法烟草薄片萃取技术初探 [J]. 烟草科技, 2002(1):14.
- [10] 严新龙, 陈加林, 陆挺. 造纸法再造烟叶萃取工艺研究实验初报 [C] // 中国烟草学会工业委员会烟草工艺学术研讨会论文集, 郑州: [s. n.], 2006:107-112.
- [11] 凌秀菊, 吴正奇, 万端极. 造纸法生产烟草薄片的新工艺研究 [J]. 湖北造纸, 2007(2):21.
- [12] 杨彦明, 唐自文, 付宇, 等. 造纸法再造烟叶浸取工艺研究 [J]. 应用化工, 2007, 38(2):425.
- [13] 郭青, 林文强, 牟定荣, 等. 超声波萃取技术在烟草成

- 分分离中的应用研究综述[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2011,26(5):96.
- [14] 戴丽君,黄申元,郑彬,等. 酵母在造纸法再造烟叶中的初步应用研究[J]. 江西农业学报,2011,23(1):18.
- [15] 江豪,陈朝阳. 打顶、留叶对 K326 烟叶产量及质量的影响[J]. 福建农业大学学报:自然科学版,2001,30(3):11.
- [16] 郑勤安. 造纸法再造烟叶生产过程中微生物增质剂的应用研究[J]. 浙江工业大学学报:自然科学版,2004,32(4):442.
- [17] 程昌合,吴继忠,廖付,等. 浓缩液醇化处理对烟草薄片致香成分及感官质量的影响[J]. 安徽农学通报,2011,17(1):142.
- [18] 何汉平,贺世梁,蔡冰. 造纸法烟草薄片萃取浓缩液酶法降解与增香[C]//2005年中国烟草学会工业专业委员会烟草化学学术研讨会论文集,海口:[s.n.],2005:56-59.
- [19] 吕斌峰,赵震毅,罗昌荣. 烟草薄片的制备工艺及制得的烟草薄片[P]. 中国:101438852A,2009-05-27.
- [20] 马东萍,卫青,周瑾,等. 一种再造烟叶改性添加剂及其制备和使用方法[P]. 中国,CN200610048738,2006-10-23.
- [21] 安瑞,谢益民,王磊,等. 白腐菌粗酶液处理对烟梗糠P木素含量及烟草薄片物理性能的影响[J]. 中国造纸,2012,31(7):35.
- [22] Waller G R, Feather M S. The Maillard Reaction in Foods and Nutrition[M]. Washington:ACS,1983.
- [23] Fujimaki M, Namiki M, Kato H. Developments in Food Science V 13: Amino-Carbonyl Reactions in Food and Biological Systems[M]. Amsterdam:Elsevier,1986.
- [24] Hodge J E. Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems [J]. J Agric Food Chem, 1953(1):928.
- [25] 肖怀秋,李玉珍,林亲录. 美拉德反应及其在食品风味中的应用研究[J]. 中国食品添加剂,2005(2):27.
- [26] 孙凤玲,蔡妙颜,李冰. Maillard 反应及其产物在烟草加香中的作用[J]. 广东化工,2005(1):26.
- [27] 韩晓哲,丁永乐,何澎,等. 湖南与河南烤烟烟叶中挥发性致香物质的对比分析[J]. 中国农学通报,2008,24(10):137.
- [28] Glaty H, Schneider H, Liu Y V. A cell line for the sensitive detection of genotoxic effects induced by carbohydrate pyrolysis products and other food-borne chemicals [J]. Mutat Res, 2005, 580:41.
- [29] Yaylayan V A. Precursors, formation and determination of furan in foods [J]. J Verbrauch Lebensm, 2006(1):5.
- [30] Efsa. Report of the scientific panel on contaminants in the food chain on provisional findings of furan in food [J]. EFSA Journal, 2004, 137:1.
- [31] 曾稳稳,刘玉环,阮榕生,等. 美拉德反应所引起的食品安全问题的研究进展[J]. 食品工业科技,2011,32(7):447.
- [32] 刘伟,李庆廷,李庆龙,等. 一种造纸法烟草薄片的制备工艺[P]. 中国:200410040665,2004-09-08.
- [33] 葛少林,徐迎波,王程辉,等. 造纸法烟草薄片的制造方法[P]. 中国:101695407,2010-04-21.
- [34] 闫亚明,常纪恒,罗登山,等. 造纸法再造烟叶浸取、浓缩工艺[P]. 中国:6200610017685,2006-04-24.
- [35] 林宏图,刘德海,彭少伟,等. D-葡萄糖与L-亮氨酸棕化反应物制备及在烟草薄片中的应用[J]. 食品科技,2006,31(9):177.
- [36] 吴亦集,陶红. 一种基于造纸法的烟草薄片制备方法和应用[P]. 中国:101637299A,2010-02-03.
- [37] 时钧,袁权,高从堵,等. 膜技术手册[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [38] 杜锐,李猷,袁润蕾,等. 膜技术提高造纸法再造烟叶的感官品质[J]. 烟草科技,2008(2):39.
- [39] 郑勤安,周强,王建军,等. 含中草药成分造纸法再造烟叶的制备[J]. 烟草科技,2004(6):6.
- [40] 郑松明,段煌,郑松辉. 一种功能型造纸法再造烟叶的生产工艺[P]. 中国:03142802,2003-06-13.
- [41] 程栋,王学文,王承明,等. 金钱草提取液化学组分的GC-MS分析及在卷烟加香中的应用[J]. 农产品加工,2011(4):31.
- [42] 范运涛,张世东,张碰元,等. 鸢尾根致香成分分析及在造纸法再造烟叶中的应用[J]. 光谱实验室,2010,27(1):312.
- [43] 晋照普,牛津桥,宋豪,等. 茶叶再造烟叶对卷烟烟气挥发性香气成分的影响[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2013,28(1):38.
- [44] 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.
- [45] 杨辉. 加料技术在薄片生产中的应用[J]. 烟草科技,1999(3):21.
- [46] 刘维涓,王亚明,刘刚,等. 催化材料降低烟草及再造烟叶CO的研究进展[J]. 分析试验室,2009,28(S):265.
- [47] 聂聪,彭斌,赵乐,等. 降低造纸法烟草薄片中有毒成分的方法[P]. 中国:200810049440,2008-03-31.
- [48] 鸟饲康二,武藤广通. 处理烟草提取液以除去镁离子的方法和制备再生烟草材料的方法以及再生的烟草材料[P]. 中国:200580031915,2005-08-19.
- [49] Hind John D. Process for the treatment of tobacco to effect ion removal[P]. US:3616801 A,1971-11-02.