

关键工序对造纸法再造烟叶主要化学成分的影响

王茹楠, 李晓瑜, 张利涛, 李华雨, 薛建中 (河南卷烟工业烟草薄片有限公司技术中心, 河南许昌 461000)

摘要 为研究生产过程中关键工序对造纸法再造烟叶主要化学成分(常规成分和主要细胞壁物质)的影响, 采用连续流动分析法和洗涤剂法分析在制品固形物中主要化学成分的变化规律。结果表明: 烟梗的钾、氯和纤维素含量高于烟末, 总碱和半纤维素含量低于烟末, 针叶木、阔叶木的主要成分为纤维素和半纤维素。洗梗会降低烟梗中 61%~77% 的常规成分, 且钾、氯的溶出量高于水溶性总糖和总植物碱, 提取段可溶物主要在 1、2 级提取过程中溶出。在制浆抄造工序, 浆料中常规成分溶出较少, 制浆会降低半纤维素含量, 抄造过程中约 19% 浆料流失。涂布能提高样品中常规成分含量, 降低细胞壁物质含量, 是调控产品感官质量的主要工序, 涂布后工序对在制品的主要化学成分影响较小。控制关键工序的主要化学成分对调控产品质量具有重要意义。

关键词 造纸法再造烟叶; 关键工序; 常规成分; 细胞壁物质

中图分类号 TS41⁺1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)08-0175-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.08.042



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Key Processes on the Main Chemical Components in Paper-making Reconstituted Tobacco

WANG Ru-nan, LI Xiao-yu, ZHANG Li-tao et al (Technology Center, Henan Cigarette Industrial Reconstituted Tobacco Sheet Co., Ltd., Xuchang, Henan 461000)

Abstract In order to study the effects of key processes on the main chemical components in papermaking reconstituted tobacco, the change laws of conventional components were determined by continuous flow analytical method, and the change laws of main cell wall materials were determined by detergent method. The results showed that the contents of potassium, chloride and cellulose in tobacco stems were higher than that of tobacco dust, while the contents of total plant alkali and hemicellulose content were lower than that of tobacco dust, and the main chemical components of softwood and hardwood are cellulose and hemicellulose. In the washing stems and extraction process, washing stems reduced 61%~77% of the conventional ingredients, the dissolved amount of potassium and chloride was higher than soluble total sugar and total plant alkali, and soluble substances were mainly dissolved in the 1st and 2nd stages of extraction process. In the pulping and paper-making process, a small amount of conventional components were dissolved, and the pulping reduced the content of hemicellulose in the slurry, about 19% of slurry was lost in the paper-making process. Coating increased the content of conventional components and reduced the content of cell wall materials, which was the main process for regulating the sensory quality of the product, and the post-coating process had little effect on the main chemical components. Controlling the main chemical components of key processes was important for regulating product quality.

Key words Paper-making reconstituted tobacco; Key processes; Conventional components; Cell wall materials

造纸法再造烟叶在降焦减害、调控卷烟化学成分等方面具有天然烟叶不可比拟的优势, 是目前国内外烟草行业研究和关注的重点^[1]。烟草中化学成分在烟草内在质量评价中扮演着重要的角色, 是决定烟草品质好坏、烟草特征性香味的关键性因素, 而且它们具有含量高或者典型的特点^[2], 化学成分与烟草质量关系的研究也一直是烟草化学家关注的主题。烟草的常规化学成分包括水溶性总糖、总植物碱、氯和钾等指标, 其含量与烟草的感官质量具有一定的相关性^[3]。此外, 细胞壁物质为烟草叶片提供结构性框架, 占植物所有多糖的 50% 以上, 在再造烟叶中甚至占总质量的 33.3% 以上^[4], 烟草细胞壁物质中半纤维素、纤维素和木质素是一类结构相对稳定的不溶性物质, 会对烟草内在品质和风味产生不利影响^[5-6], 目前对烟草成分的分析除了常规成分外, 越来越多的学者开始关注细胞壁物质对烟草质量的影响。

由于国内造纸法再造烟叶起步较晚, 关于再造烟叶的研究主要集中在产品开发、过程控制、工艺优化等方面来改善其抽吸品质^[7-8]。造纸法再造烟叶的生产工艺涉及到备料、提取、浓缩、制浆、抄造、涂布、切片等多个关键工序, 不同工序对产品的质量特性具有不同的作用^[9], 较少有人针对造纸

法再造烟叶生产过程中关键工序在制品的化学成分进行全面系统的研究。笔者通过对再造烟叶关键工序在制品的常规化学成分、纤维素、半纤维素和木质素的变化情况进行系统研究, 分析主要化学成分的传递规律, 旨在为再造烟叶生产过程质量控制、产品设计提供数据支撑, 为保证产品质量稳定性和探寻再造烟叶感官质量缺陷提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

1.1.1 材料。某型号再造烟叶生产线关键工序在制品。造纸法再造烟叶生产工艺流程如图 1 所示。分别对烟梗和洗后烟梗、烟末、1 级挤干机浆、2 级挤干机浆、3 级挤干机浆、制浆后、配浆后、抄造后、片基干燥后、涂布后、切片后的样品同时取样, 形成一组样品, 研究所涉及的含量均按绝干计。

1.1.2 试剂。乙酸、氢氧化钠、氯化钙、盐酸、羟基苯甲酸酞肼、氯化钠、磷酸氢二钠、硼酸钠、硫酸钾、苯、乙醚、乙二醇乙醚、正辛醇、丙酮、浓硫酸、乙醇、十二烷基硫酸钠、乙二胺四乙酸二钠, 均为 AR 级, 购自天津市凯通化学试剂有限公司; 四硼酸钠、十六烷基三甲胺溴, 均为 AR 级, 购自郑州派尼化学试剂厂; 无水磷酸氢二钠、石英砂, 均为 AR 级, 购自国药集团化学试剂有限公司; α -高温淀粉酶, 活性 40 kU/g, 购自山东隆科特酶制剂; Brij35 溶液购自德国布朗卢比公司。

1.1.3 仪器。高速粉碎机(XT-100, 永康市红太阳机电有限公司); 连续流动化学分析仪(AA3 型, 德国布朗卢比公司);

作者简介 王茹楠(1989—), 女, 河南郑州人, 助理工程师, 硕士, 从事造纸法再造烟叶基础技术研究。

收稿日期 2019-09-25; **修回日期** 2019-10-17

纤维素分析仪(Fibertec2010型,丹麦FOSS公司);电热鼓风干燥箱(101型,北京中兴伟业仪器有限公司);马弗炉(SX-4-10,北京市永光明医疗仪器厂);分析天平(AB204-S,感量0.1 mg,瑞士METTLER TOLEDO公司);DZTW电加热套(北京市永光明医疗仪器厂)。

1.2 方法 将生产过程中各在制品的样品烘干、粉碎后过40目筛,进行主要化学成分的测定。水溶性总糖、总植物碱、氯和钾分别依据烟草行业标准YC/T 159—2002^[10]、YC/T

160—2002^[11]、YC/T 162—2002^[12]、YC/T 217—2007^[13]进行测定。细胞壁成分依据YC/T 347—2010^[14]测定样品中的中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)和酸性洗涤木质素(ADL)的含量。其中,ADL可近似看作木质素的含量,纤维素和半纤维素的含量分别依据以下公式计算:纤维素含量=酸性洗涤纤维含量-酸性洗涤木质素含量;半纤维素含量=中性洗涤纤维含量-酸性洗涤纤维含量。

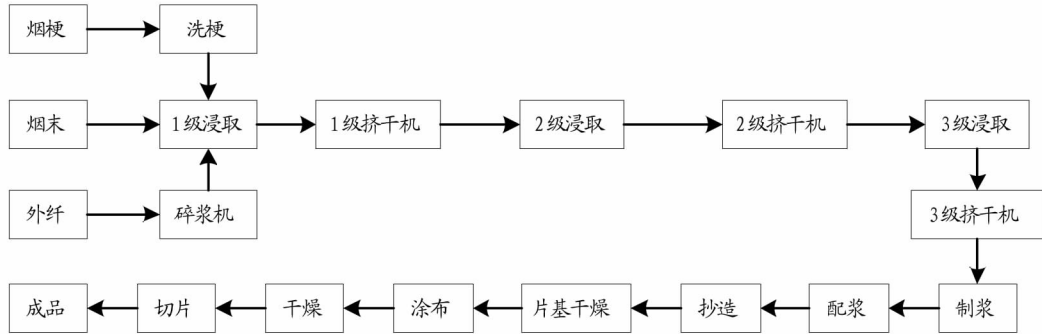


图1 再造烟叶生产工艺流程

Fig.1 The process flow of reconstituted tobacco

2 结果与分析

2.1 再造烟叶原料中主要化学成分的含量 再造烟叶生产过程中的主要原料为烟梗和烟末,由于烟草浆料组分的特殊性,在抄造过程中不能保证纸机运行的稳定性,通常需要添

加适当比例的外纤(针叶木浆、阔叶木浆)来解决此问题。对混配后的烟梗、烟末以及两种外纤样品的主要化学成分进行分析,测定结果如表1所示。

表1 不同再造烟叶原料中主要化学成分的含量

Table 1 Content of main chemical components in different materials of reconstituted tobacco leaves

样品 Samples	水溶性总糖 Soluble total sugar	总植物碱 Total plant alkaloid	钾 Potassium	氯 Chlorine	纤维素 Cellulose	半纤维素 Hemicellulose	木质素 Lignin
烟梗 Tobacco stem	12.93	0.55	4.75	1.84	21.67	0.79	1.80
烟末 Tobacco powder	11.18	2.18	1.84	0.86	10.17	5.16	2.11
针叶木浆 Softwood pulp	0.40	0.07	—	0.03	92.15	4.57	—
阔叶木浆 Hardwood pulp	—	0.06	—	0.04	91.54	6.40	—
原料 Raw material	10.45	1.43	2.53	1.07	23.12	3.86	1.77

注:原料中主要化学成分的含量是根据不同原料的配方比例计算的

Note:The content of main chemical components in raw materials are calculated according to the formula ratio of different raw materials

由表1可知,烟末和烟梗中水溶性总糖含量为11%~13%,且烟梗中水溶性总糖含量高于烟末。此外,烟梗中钾、氯和纤维素的含量均高于烟末,尤其是钾和纤维素含量,分别是烟末相应含量的2.5和2.1倍。烟梗中总碱和半纤维素含量均低于烟末,分别占烟末相应成分的25%和15%。由此推断,烟梗吸食品质不如烟末,可能与烟梗中钾、氯和纤维素含量较高,总植物碱和半纤维素含量较低有关。

针叶木和阔叶木中常规化学成分含量均较低,均未检出钾,总糖含量不足0.5%,总碱和氯含量不足0.1%,含量均低于相应的检测限,可视为未检出。针叶木和阔叶木中主要成分为纤维素和半纤维素,其中二者的纤维素含量差别较小。阔叶木的半纤维素含量达到6.4%,约是针叶木半纤维素含量的1.4倍。

木质素是样品经酸性洗涤剂洗涤后的不溶物再经72%

H₂SO₄消化得到的,由于该方法不检测酸溶木质素,测定结果相对较小^[15-16]。该方法测得的烟梗木质素含量略低于烟末,含量均在2%左右,且未在针叶木和阔叶木检出木质素。生产所使用的针叶木浆未经完全漂白,阔叶木浆经完全漂白,但在针叶木中未检出木质素,主要是由于针叶木中木质素在72% H₂SO₄消化时转化成酸溶木质素,导致未检出酸不溶木质素。按照烟梗、烟末、针叶木和阔叶木的配方比例,可计算出原料中总的常规成分和细胞壁大分子物质的含量,原料中水溶性总糖、总植物碱、钾、氯、纤维素、半纤维素和木质素的含量分别为10.5%、1.4%、2.5%、1.1%、23.1%、3.9%和1.8%。

2.2 关键工序固体不溶物中常规化学成分的含量 烟梗组织结构较为紧密,不易吸水膨胀,在提取前通常需要经过单独的洗梗工序来除去不利成分,并使烟梗润涨利于后期提取

和制浆。生产线的提取工序采用三级逆流提取工艺,关键工

序在制品的常规化学成分含量变化如图 2 所示。

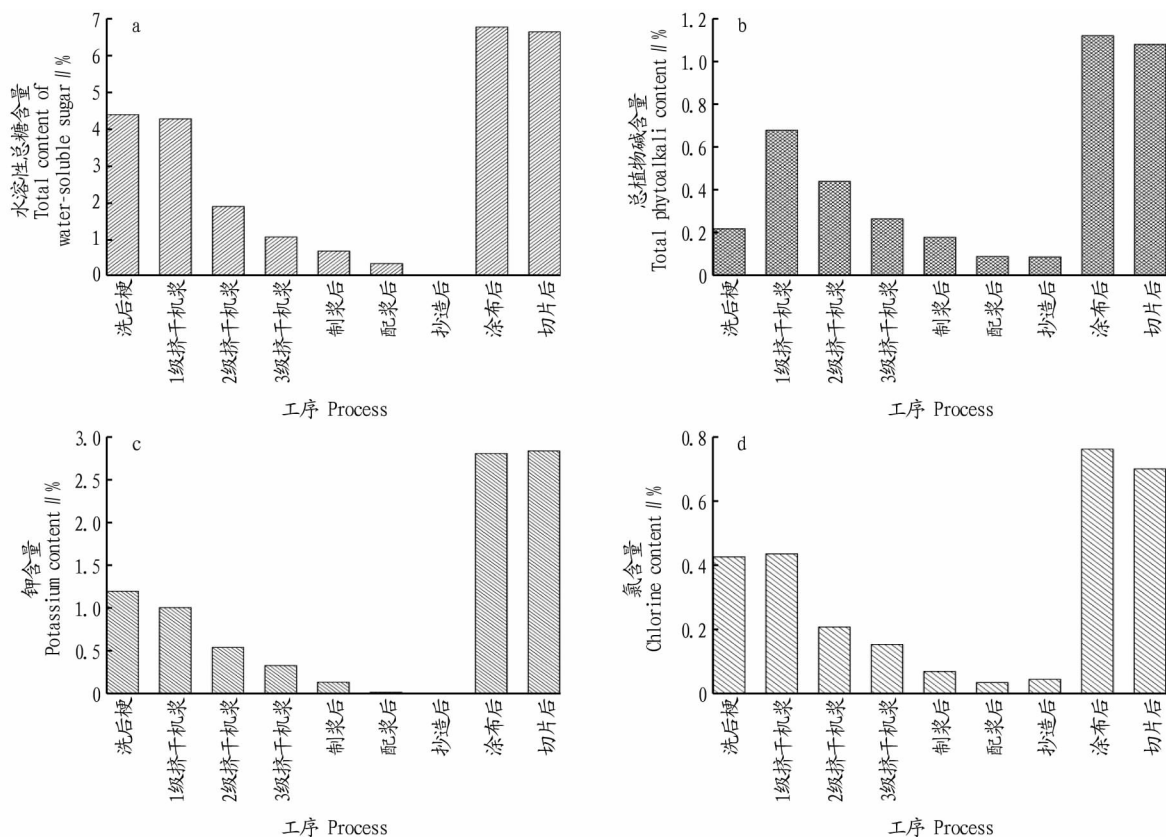


图 2 关键工序再造烟叶常规成分的含量

Fig.2 Content of conventional components in tobacco reconstituted in key processes

从图 2 可以看出,烟梗经过洗梗工序常规成分含量下降,水溶性总糖含量从 12.9%下降到 4.4%,总植物碱含量从 0.6%降至 0.2%,钾含量从 4.8%降至 1.2%,氯含量从 1.8%降至 0.4%,分别下降了 66%、61%、77%和 75%,说明洗梗过程中烟梗的钾和氯相对水溶性总糖和总植物碱溶出更多。除洗后梗外,在制品的水溶性总糖、总植物碱、钾、氯含量在涂布前随着工序推进,浆料中常规化学成分随水逐渐溶出,含量逐级降低。提取制浆段,在制品的总糖含量低于 4.5%,总碱含量为 0.1%~0.7%,钾含量低于 1.0%,氯含量低于 0.5%。

相对于原料,1 级提取后样品中水溶性总糖、钾、氯含量均下降了 60%,总植物碱含量下降了 53%,2 级提取后样品中这 4 种常规成分相对原料下降了 70%~82%,3 级提取后样品中这 4 种常规成分相对原料下降了 82%~90%,制浆后样品中这 4 种常规成分相对原料下降了 88%~95%。根据这三级提取和制浆后浆料中常规成分的变化梯度,反映出常规成分主要在 1 级提取和 2 级提取过程中溶出。

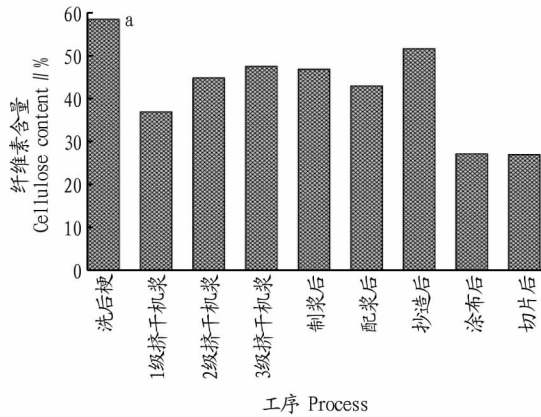
配浆时,浆料中添加 10% CaCO_3 (相对绝干浆),使得片基中常规成分含量更低,抄造后在制品的常规成分含量变化较小。基片若不经涂布,其水溶性总糖、总植物碱、氯、钾的含量均不及 0.1%,无法为产品提供烟草本香,涂布后样品中 4 种常规成分含量快速上升,分别达到 6.7%、1.1%、0.8%和 2.8%,其中除钾含量高于原料外,其余 3 种常规成分含量均低于原料,水溶性总糖、总植物碱和氯含量分别是原料的

35.2%、21.9%和 28.8%。由此可见,涂布是调控再造烟叶感官质量的关键工序,主要通过涂布液中添加香精香料、糖和柠檬酸钾来实现。涂布后工序只是改变在制品的尺寸、水分等物理指标,对在制品的常规成分含量的影响极小。

2.3 关键工序对在制品纤维素、半纤维素和木质素的影响 分别对关键工序中的固体不溶物(纤维素、半纤维素和木质素)的含量进行测定,结果如图 3 所示。从图 3 可以看出,再造烟叶在制品的纤维素含量为 25%~60%,半纤维素含量在 8%以下,木质素含量为 1.5%~3.0%。烟梗经过洗梗,纤维素含量从 21.7%升为 58.5%,增加约 1.7 倍;半纤维素含量与纤维素含量差距较大,含量从 0.8%降为 0.3%;木质素含量从 1.8%降为 1.6%。洗梗过程中,烟梗中约 42%可溶物溶出,纤维素、半纤维素和木质素不溶于水,理论上这 3 种成分含量均应增加,但半纤维素和木质素呈下降趋势,半纤维素含量下降与测定方法有关,其主要是通过中性洗涤纤维与酸性洗涤纤维的差值计算的,烟梗中半纤维素含量较低,受误差影响较大;木质素含量下降可能与酸溶木质素较多、酸不溶木质素含量较少有关。

浸取工序中,浆料的半纤维素和纤维素含量逐级增加。相对于原料,1 级提取后样品的纤维素含量从 23.1%升至 37.0%,升高了约 60%;木质素含量从 1.8%升为 2.4%,增加了约 33%;半纤维素含量稍有下降。分析这 3 种细胞壁成分在三级提取过程中的变化梯度,发现样品中纤维素、半纤维素

含量在1级、2级提取后变化较大,与常规成分的变化趋势一致,再次证实原料中可溶物主要在1级、2级提取时溶出。制



浆后,半纤维素含量下降,下降了约21%,纤维素含量变化不明显,说明制浆工序能除去样品中部分半纤维素。

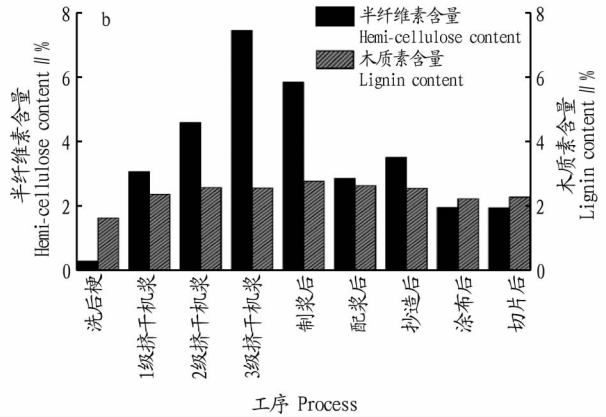


图3 关键工序再造烟叶纤维素、半纤维素和木质素的含量

Fig.3 Content of cellulose, hemi-cellulose, and lignin in tobacco reconstituted in key processes

配浆后由于浆料中添加 CaCO_3 填料和助留助滤剂,使得纤维素、半纤维素和木质素含量下降,若忽略浆料损失,抄造后基片中纤维素和半纤维素含量应与配浆后浆料相近,但二者含量均增加,配浆后浆料纤维素和半纤维素含量均是抄造后的81%,主要是由于抄造成形过程中细小纤维和 CaCO_3 流失较多,可推断出约19%浆料在此过程中流失。有研究表明纤维素燃烧过程中热解生成较多的低级醛类约占主流烟气中燃烧热解产物质量的12%,对烟叶吃味有不利影响^[17],半纤维素含量与产品刺激性、燃烧性呈负相关^[18],抄造后基片的纤维素含量达到51.7%,半纤维素含量达到3.5%,对产品感官质量的负面影响太大,需要涂布一定固含量的涂布液改善吸食品质。相对于涂布前,涂布后在制品的纤维素含量下降到27.2%,半纤维素含量下降到1.9%,以涂布率39%计算,涂布后在制品的半纤维素、纤维素含量分别是理论含量的91%和86%,表明涂布是调控产品感官质量的关键工序。各工序的木质素含量变化幅度较小(2.2%~2.8%),部分工序木质素含量的变化趋势与理论趋势相反,可能与样品中酸溶木质素变化较大有关。涂布后,样品的木质素含量降至2.2%左右,是理论含量的1.4倍。

3 结论

(1) 再造烟叶的原料中,烟梗的钾、氯和纤维素含量高于烟末,烟梗中总碱和半纤维素含量均低于烟末,分别占烟末的25%和15%;针叶木、阔叶木的主要成分为纤维素和半纤维素。

(2) 洗梗会使烟梗中的常规成分降低61%~77%,且钾、氯的溶出量高于水溶性总糖和总植物碱,提取段在制品的水溶性总糖、总植物碱、钾、氯含量随工序推进,含量逐级降低,可溶物主要在1、2级提取过程中溶出。

(3) 在制浆抄造工序,浆料中常规成分溶出较少,制浆会降低半纤维素含量,抄造过程中约19%浆料流失。

(4) 涂布能提高样品中常规成分含量,降低细胞壁物质含量,除钾、纤维素和木质素外,其余成分含量均比原料低,

涂布是调控产品感官质量的关键工序,涂布后工序对在制品的主要化学成分影响较小。通过分析关键工序再造烟叶在制品的主要化学成分变化,可为原料配方控制和工艺设计提供理论性指导,对于保证再造烟叶产品质量稳定性具有重要的参考价值。

参考文献

- [1] 王文领,李华雨.再造烟叶质量稳定技术[M].北京:化学工业出版社,2016.
- [2] 沈光林.烟草内在质量评价体系的系统研究[D].广州:华南理工大学,2001.
- [3] 蒋佳磊,陆扬,苏燕,等.我国主要烟叶产区烤烟化学成分特征与可用性评价[J].中国烟草学报,2017,23(2):13-27.
- [4] 周正红,高孔荣,张水华.烟草中化学成分对卷烟色香味品质的影响及其研究进展[J].烟草科技,1997,30(2):22-25.
- [5] 蔡宪杰,王信民,尹启生.烤烟外观质量指标量化分析初探[J].烟草科技,2004,37(6):37-39,42.
- [6] 刘立全.烟草和纤维材料热解生成PAH的机理[J].烟草科技,2002(12):35-37,48.
- [7] 彭琛,王晓园,李宙文,等.贮存条件对造纸法再造烟叶感官质量的影响[J].湖北农业科学,2018,57(3):57-63.
- [8] 白晓莉,邹泉,董伟,等.工艺加工对再造烟叶致香成分、有害成分和感官质量的影响[J].烟草科技,2009,42(10):12-16,20.
- [9] 史近文,李峰,付祺,等.造纸法再造烟叶加工过程中关键化学成分的传递规律[J].云南农业大学学报(自然科学),2017,32(5):867-872.
- [10] 全国烟草标准化技术委员会.烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法:YC/T 159—2002[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [11] 全国烟草标准化技术委员会.烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法:YC/T 160—2002[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [12] 全国烟草标准化技术委员会.烟草及烟草制品 氮的测定 连续流动法:YC/T 162—2002[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [13] 国家烟草质量监督检验中心.烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法:YC/T 217—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [14] 上海烟草(集团)公司,江苏中烟工业有限责任公司.烟草及烟草制品中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、酸洗木质素的测定洗涤剂:YC/T 347—2010[S].北京:中国标准出版社,2010.
- [15] 纪楷滨.烟梗木质素的含量测定方法研究及结构表征[D].广州:华南理工大学,2013.
- [16] 孔浩辉,李秀丽,黄翼飞,等.氢氧化钠/尿素法和硫酸法测定烟草木质素的对比分析[J].烟草科技,2015,48(1):66-71.
- [17] 金闻博,戴亚.烟草化学[M].北京:清华大学出版社,1994.
- [18] 陈红丽,任晓红,杨永锋,等.四川烤烟叶细胞壁物质含量与外观质量、感官质量的关系[J].烟草科技,2011,44(1):9-12.