

国产雪茄烟叶调制技术研究进展

周康, 周文*, 徐恒, 曾祥华, 姜宇, 赵晨捷

四川中烟工业有限责任公司长城雪茄烟厂, 四川 德阳

收稿日期: 2022年7月5日; 录用日期: 2022年8月4日; 发布日期: 2022年8月11日

摘要

调制环节是固定鲜烟叶质量特色的关键阶段, 调制技术的优劣直接影响烟叶原料的可用性。本文从调制方式、配套设施、工艺流程以及调制过程中物质动态变化研究等方面综述了当前国产雪茄烟叶调制技术的研究现状, 展望了未来国产雪茄烟叶调制发展方向。

关键词

雪茄烟叶, 调制, 物质动态变化

Research Progress of Domestic Cigar Tobacco Blending Technology

Kang Zhou, Wen Zhou*, Heng Xu, Xianghua Zeng, Yu Jiang, Chenjie Zhao

Changcheng Cigar Factory, China Tobacco Sichuan Industrial Co., Ltd., Deyang Sichuan

Received: Jul. 5th, 2022; accepted: Aug. 4th, 2022; published: Aug. 11th, 2022

Abstract

The modulation process is a key stage to fix the quality characteristics of fresh tobacco leaves. The quality of the modulation technology directly affects the availability of tobacco raw materials. This paper reviews the current research status of domestic cigar and tobacco modulation technology from the aspects of modulation method, supporting facilities, technological process and research on the dynamic change of substances during the modulation process, and looks forward to the future development direction of domestic cigar and tobacco modulation.

Keywords

Cigar Leaves, Modulation, Dynamic Changes of Substances

*通讯作者。

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

雪茄烟叶在前期经过规范生产管理, 形成具有一定质量潜势的鲜烟叶之后, 还必须通过适宜的调制阶段, 才能显露和发挥其应有的质量特色, 调制环节在鲜烟叶成熟采收和发酵环节之间起着承上启下的关键作用, 是外观质量和内在吃味等品质固化的重要时期[1]。烤烟生产中更是有着“三分种、七分烤”说法, 足以说明烟叶调制环节的重要性, 然而雪茄烟调制和烤烟大不相同, 雪茄烟调制过程更加温和, 调制周期更长, 相比之下调制难度也就更大[2]。

目前国内对调制工艺和调制过程物质动态变化的研究主要集中在烤烟、晒烟方面[3] [4] [5], 对雪茄烟研究相对不足, 尚未形成完整技术体系。国内各产区雪茄烟调制技术基本上处于摸索阶段, 也是当前国产雪茄烟叶发展过程中的一大痛点难点。本文综述了当前雪茄烟叶调制技术研究进展, 以期国产雪茄烟产业发展提供参考。

2. 雪茄烟叶调制原理

雪茄烟调制是指将成熟采收后的雪茄烟叶置于自然或者人为控温控湿的特定条件下, 使其逐渐失水干燥, 同时内在化学组分发生转变并逐渐趋于稳定的饥饿代谢过程。雪茄烟叶调制的实质是烟叶脱水干燥的物理过程和生物化学变化过程的有机统一, 核心是调制过程中烟叶碳氮代谢的程度及其与水分子动态的协调性, 要向着有利于烟叶品质提升的方向发展[6]。

雪茄烟叶失水干燥是烟叶组织内的水分不断的转移、蒸发和排出的物理过程, 而此过程中的烟叶颜色固定、物质转化等则又是叶组织内进行多种酶促反应等复杂化学变化的结果, 其中水分是各种生理生化变化不可或缺的介质条件, 恰当的控制调制各阶段水分动态是至关重要的。烟叶含水率变化通过环境温湿度的调控来实现, 湿度变化决定了调制后烟叶变化的深度, 温度变化决定了雪茄烟叶调制的速度, 调制过程各阶段温湿度参数控制是否得当是调制成败的关键。

3. 雪茄烟叶调制方式及配套设施

目前国内各产区雪茄烟叶调制模式不像烤烟那样达到相对较为一致的密集烘烤状态, 而是存在一定差异, 大体可以分为两种, 一种是采用传统简易晾棚进行半晾半晒的调制方式, 晾制温湿度基本为当地自然环境温湿度。传统晾棚的框架一般采用木材搭建而成, 晾晒场地要求通风向阳, 晾架顶部和四周采用农膜或遮阳网覆盖, 避免阳光直射。该种方式调制成本较低, 但调制后烟叶的质量好坏受环境影响较大, 容易出现颜色深浅不均、组织结构粗糙、叶片较厚、弹性较差等不利情况[7]。

另一种是采用专业化晾房进行晾制, 晾制温湿度可实现人为干预。晾房墙体和屋顶结构多为彩钢瓦构造, 一般架设有 3~5 层晾烟梁, 晾房内通常配备有加热和鼓风设备, 但不同产区热源有所不同, 墙体周围开设有排湿窗, 顶部建有通风口。调制技术人员根据烟叶状态和环境条件, 决定是否开启加热和排湿设备, 该种调制方式对技术人员水平要求较高, 人工参与较多, 晾房整体自动化程度不高, 但基本能实现晾房温湿度的人为控制, 国内一些雪茄烟叶主产区已逐步大规模修建专业化晾房, 开始采用控温、控湿的晾制法对雪茄烟叶进行调制。相关研究表明, 采用控温控湿晾房可以提升烟叶在晾制期间颜色变化的协调性, 晾制后的烟叶品质明显提高[8]。此外还有研究人员创新性采用香木熏制的方法对茄衣烟叶进行调制, 结果表明, 该调制方法具有明显改善茄衣烟叶品质的作用[9]。

国外一些雪茄烟叶产区的调制技术也存在一定差异,例如印度尼西亚任抹地区的茄衣调制是在没有加热设备的普通晾房内晾制;巴西巴伊亚州的茄衣调制则是在有加热设备的标准晾房内进行[10];康涅狄格州雪茄烟叶的晾制在专用的木质晾房内进行,晾房顶部采用沥青瓦,配备有通风设备和加热设备,顶部和两侧的木板可以打开进行通风排湿[11]。

4. 雪茄烟叶调制流程及工艺

雪茄烟叶调制前的采收、编烟和装烟环节也十分重要。应避免雨天采收和采露水烟,当天采收烟叶当天进入调制房,采收过程中避免烟叶产生机械损伤和阳光暴晒灼伤等,采收方式可分为逐叶采收和一次性斩株采收等[12]。根据烟叶素质分类编杆,叶背对叶背,叶束间距离适中且均匀一致,编烟密度根据含水率和大小而定。装烟时尽量做到同层同质,上密下稀,既要保证排湿顺畅,又要充分利用空间。晾制密度不同,调制后烟叶质量差异较大[13][14][15]。调制过程中,应根据每个时期的湿度要求对烟杆间距进行合理的调控,湿度较大时,适当调大烟杆间距;湿度较低时,适当缩小烟杆间距。

雪茄烟叶调制周期根据烟叶的鲜烟素质、环境温湿度以及调制设备的差异而有所不同,大约持续4~8周。根据调制过程中烟叶外观颜色及物理状态变化,一般划分为5个阶段,分别是凋萎期、变黄期、变褐期(变棕期)、定色期和干筋期。凋萎期的阶段目标是使叶片失水,烟叶状态由坚挺变软凋萎,叶尖叶缘初步变黄。此阶段大约持续3~4天,湿度要求控制在80%~85%左右,温度26℃~28℃。阶段要点是要控制叶片失水速度,晾房内温度不能过高、湿度不能过低,否则烟叶失水过快,造成急干烟,烟叶呈现死青;变黄期的阶段目标是烟叶继续失水,整体变黄。此阶段大约持续5~7天,湿度要求控制在75%~80%左右,温度28℃~30℃。阶段要点是控制叶片变黄速度与失水速度相协调,使叶片充分变黄,该阶段同样要防止烟叶急干,否则产生青斑或黄斑,同时湿度不能过高,以免发生蒸片、糟烟;变褐期的阶段目标是烟叶由黄转褐,边变黄边变褐,叶尖叶缘逐渐变干。此阶段大约持续5~7天,湿度要求控制在70%~75%左右,温度30℃~32℃。阶段要点是控制温湿度,避免烟叶发生花斑、粘连、腐烂,期间需要撕张、倒杆、调杆等操作;定色期的阶段目标是加快烟叶脱水,固定烟叶的颜色,叶片实现干燥。此阶段大约持续7~8天,湿度要求控制在60%~70%左右,温度32℃~35℃。阶段要点是定色前期注意边变褐边定色,防止出现快升温、急排湿导致烟叶表面出现青筋或青斑,定色不均;干筋期的阶段目标是烟叶主脉全干。此阶段大约持续5~6天,湿度要求控制在50%~60%左右,温度35℃~40℃。阶段要点是使烟筋快速失水,防止产生阴筋阴片。

当外界环境条件不能满足调制过程中的温湿度要求,如持续阴雨天气造成的低温高湿、高温天气造成的高温低湿等,应通过调整杆距、开闭通风排湿窗、调节控温控湿设备等措施保证各阶段温湿度都在适宜的范围。当温湿度无法兼顾时,以湿度调控为主。调制结束后,烟叶应及时下架,否则烟叶质量会有所下降。下架前要对烟叶进行回潮处理,但切忌回潮过度,否则会造成烟叶霉烂。

5. 雪茄烟叶调制过程中物质动态变化

在调制的不同阶段,烟叶内需要有不同的含水量与之相适应,高娅北等[16]研究指出,雪茄烟叶调制过程中,烟叶叶片和主脉含水率均呈逐渐降低的趋势,调制前期失水速度较快,后期失水速度明显减缓,且叶片含水率在晾制前后的变化幅度大于主脉。烟叶调制过程中外观颜色的变化是色素降解所引起的,同时色素降解产物对烟叶的香气吃味指标起积极作用。质体色素在调制过程中均发生降解[17],但叶绿素降解速度和降解量远高于类胡萝卜素和叶黄素,因此黄色逐渐显现。而且随着晾房内温湿度的变化,烟叶细胞失水皱缩,烟叶体内发生失水胁迫和高温胁迫,促进活性氧自由基的积累,破坏膜系统,细胞内的抗氧化性酶类与多酚类物质接触,发生棕色化反应,烟叶变褐[18]。

总糖、还原糖含量和烟气醇和度密切相关,调制后残余淀粉也直接影响着烟叶的香气、吃味[19]。顾会战[20]研究指出,总糖、还原糖随调制时间的延长呈先上升后下降的单峰变化规律,峰值出现在变色期。淀粉含量则在调制过程中始终呈现降低趋势,在变色期降解量最大。总氮对香气量的影响较为突出,主要影响烟叶的浓度和余味。蛋白质含量与感官品质呈负相关,会增加烟气中的苦味[21]。邓弋戈等[22]研究表明,调制过程中总氮含量整体呈双峰曲线变化。可溶性蛋白在整个晾制过程呈降解趋势,且主要发生在晾制前期,降解速度规律表现为“快-慢-快”,与氨基酸的积累同时发生。烟碱含量的高低直接影响烟叶制品的生理强度和烟气特性,卢绍浩[23]研究表明,在晾制过程中,烟碱含量随着晾制的进行呈单峰变化趋势。钾和氯的含量关系对烟叶的燃烧性和吸湿性有着重要的影响。杨月先等[24]测定了CX-07品种茄衣烟叶的钾氯含量,指出钾氯比在晾制过程中呈现出先下降后上升再下降的趋势,在晾制第8d时比值最低。

转化酶和淀粉酶是碳水化合物代谢中的重要酶类,时向东等[25]研究指出,淀粉酶和转化酶活性都呈现单峰变化趋势,淀粉酶活性在叶片变色期达到峰值,转化酶活性则在定色期达到峰值。多酚类物质在雪茄烟叶晾制过程中通过参与酶促棕色化反应进而影响烟叶的色泽和香气[26]。多酚氧化酶是调节酶促棕色化反应的关键物质,其活性高低直接影响晾制后烟叶的外观质量及内在品质[27]。刘慧等[28]研究指出,雪茄烟叶晾制过程中绿原酸、芸香苷、莨菪亭等多酚类物质均呈降低的趋势,多酚氧化酶活性呈单峰变化趋势。烟草中的非挥发性有机酸是影响烟草吸食品质的主要化学成分,其中草酸和柠檬酸对感官质量起正向作用,丙二酸起负向作用[29]。相关研究表明[30],苹果酸含量在晾制过程中呈下降趋势,柠檬酸和丙二酸含量呈上升趋势,草酸含量晾制前后含量变化不大。苹果酸脱氢酶活性呈先升高后下降趋势,柠檬酸合酶活性呈上升趋势,琥珀酸脱氢酶活性呈下降趋势。雪茄烟叶调制过程中大多数中性致香物质含量呈上升趋势如 β 大马酮、糠醇、苯乙醛、茄酮等,有的中性香气物质的含量先升高后降低如巨豆三烯酮4等,有的中性香气物质的含量一直在降低如巨豆三烯酮2等[31]。另外有不同学者研究得出的雪茄烟叶调制过程中物质动态变化规律与上述结果稍有差异[32],可能与试验材料的烟叶素质和调制方式有关。

6. 讨论与展望

6.1. 讨论

本文综述调制工艺参数时未区分雪茄烟叶类型,只是综合各产区情况进行了概述,实际茄衣、茄芯烟叶调制参数略有不同,除此之外,还与烟叶品种、部位和生态环境等紧密相关。因为茄衣烟叶价格昂贵、对调制环境要求较高,目前国内产区对调制方面的精细研究大都集中在茄衣烟叶,但国产雪茄烟叶目前由于优良品种匮乏、生产技术水平较低,优质茄衣产出率较低,大部分田间生产烟叶只适合做茄芯,且茄芯占雪茄烟支重量的75%左右,对内在质量起决定性作用,因此着重加强茄芯调制方面的研究,对于改善国产雪茄烟叶的吃味品质进而提升中式雪茄整体质量具有重要推动作用。

在雪茄烟晾制过程中,控制烟叶颜色朝着需求的方向转化是烟叶调制过程中的一个难点,但目前国内对雪茄烟叶颜色转化的机理研究较少,关于颜色转化机理研究大致可分为色素降解、酶促褐变、非酶褐变、膜脂过氧化等学说[33],国内学者应加强对相关机理的深入研究,从而更好地获得调制后的理想烟叶颜色状态。国内外学者对烤烟的化学成分指标与感官质量相关关系进行了详尽的研究,但雪茄烟与传统烤烟相比,由于品种的不同导致二者烟叶在各化学成分比例上存在较大差异,此外雪茄烟的调制方式、深加工工艺、燃吸方式以及感官追求与烤烟大不相同,因此各化学成分指标与感官质量的相关关系势必与烤烟存在差异,目前国内学者对调制过程中化学成分的研究主要集中在含量的高低变化上,缺乏与雪茄烟感官质量指标的相关关系研究,因此有必要加强相关研究工作,以便有针对性地调控调制过程中相关化学成分的转化,从而更好地提升感官质量。另外有学者指出[34],微生物在雪茄晾制过程中的作用不

可忽视,通过研究调制过程雪茄烟叶微生物群落结构及酶活性变化来探明微生物在雪茄调制中的角色,对于晾制技术的改善具有重要作用。

此外,国内雪茄烟晾房的发展应借鉴烤烟密集烤房的发展经验,向智能化晾房的方向发展。国内一些产区也正在做出积极的探索,例如湖北、云南等产区尝试自主研发可以自动控温控湿的智能化晾房[35][36],逐步探索实现晾制温湿度的完全智能控制。智能化晾房墙体和屋顶均为隔热保温材料建造,晾房控制系统会根据温湿度监测系统获取的温湿度数据,控制加湿系统、通风系统和温度调节设备相互配合来调节晾房内的温湿度数据,充分发挥智能化、信息化等技术手段对晾制环节的支撑作用,减少因人为手动操作设施设备导致的时间延误、温湿度判断不准等问题,同时对晾房的温湿度效能、设施设备管控做到可视化、精细化、标准化、规范化管理,对雪茄烟叶的晾制做到实时监控、实时数据采集分析[37],实现晾制全过程自动感知和自适应优化决策,为雪茄烟生产增效赋能。智能化晾房的研发与应用,可以降低晾制过程中劳动力投入,而且目前国内各产区调制周期与国外相比普遍偏长,智能控温控湿系统可以有效提升晾制效率,缩短晾制周期,进一步节约晾制环节成本。

6.2. 展望

相信随着雪茄烟叶晾制配套设施的不断改善、调制工艺参数的不断优化以及相关调制机理研究的不断深入,国产雪茄烟叶调制技术一定会形成一套完善集成技术体系,实现低成本、可持续、高质量式发展,从而推动中式雪茄原料水平迈向更高的台阶,早日实现进口雪茄原料的国产替代。

参考文献

- [1] 金敖熙. 雪茄烟生产技术[M]. 北京: 轻工业出版社, 1998.
- [2] 王洁. 海南茄衣采收成熟度及调制发酵技术研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2015.
- [3] 孙福山, 徐秀红, 王传义. 烟草调制技术的发展现状与趋势[C]/2010年-2011年烟草科学与技术学科发展报告. 2012: 150-158.
- [4] 齐娜. 烟叶烘烤过程中主要物理参数及化学物质变化动态研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 山东农业大学, 2015.
- [5] 吴疆, 张广东, 杨兴有, 靳冬梅, 曾代龙, 李爱军, 史宏志. 四川万源晒烟调制方式对烟叶品质的影响[J]. 烟草科技, 2014(11): 80-83.
- [6] 宫长荣. 烟草调制学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [7] 邹宇航, 唐义之, 张华述, 王勇, 许多宽, 陈维建. 雪茄茄衣烟调制技术初探[J]. 中国农业信息, 2015(1): 83-84.
- [8] 张瑞娜, 高娅北, 范宁波, 邹宇航, 王俊, 宋朝鹏, 赵铭钦, 钟秋. 不同晾制方式对德雪1号晾制过程中褐变规律的影响[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2020, 32(1): 69-73.
- [9] 范静苑, 李爱军, 张良. 雪茄茄衣烟叶烟熏调制法研究初探[J]. 中国农业信息, 2016(3): 138.
- [10] 秦艳青, 李爱军, 范静苑, 杨兴有, 卞建锋, 靳冬梅, 邹宇航. 优质雪茄茄衣生产技术探讨[J]. 江西农业学报, 2012, 24(7): 101-103. <https://doi.org/10.19386/j.cnki.jxnyxb.2012.07.030>
- [11] 范静苑, 胡希, 徐恒, 邵雨, 廖占和, 向小华. 美国康涅狄格州雪茄烟叶生产技术概况[J]. 陕西农业科学, 2021, 67(3): 94-97.
- [12] 杨月先, 李宗平, 付庆灵, 吴哲宽, 李浩, 饶雄飞. 采收和晾制方式对雪茄烟中上部烟叶品质的影响[J/OL]. 烟草科技, 1-9. <https://doi.org/10.16135/j.issn1002-0861.2022.0187>, 2022-07-08.
- [13] 张锐新. 移栽期、施氮量及晾制密度对海南雪茄烟品质影响研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2018.
- [14] 赵松超, 李一凡, 刘博远, 赵铭钦. 晾制密度对雪茄烟叶膜脂过氧化作用及品质的影响[J]. 作物学报, 2019, 45(7): 1090-1098.
- [15] 张锐新, 任天宝, 赵松超, 蒋东来, 祝春岗, 闻刚, 赵铭钦. 晾制密度对雪茄烟中性致香成分的影响[J]. 天津农业科学, 2018, 24(6): 45-48.

- [16] 高娅北, 钟秋, 王松峰, 宋朝鹏, 张瑞娜, 赵铭钦, 邹宇航, 娄晓平. 雪茄茄衣晾制过程中烟叶颜色和含水量变化及其相关分析[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(2): 57-63+72. <https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2019.02.009>
- [17] 徐世杰, 王洁, 王慧方, 杜佳, 李珍, 徐丽芬, 李爱军, 时向东. 调制过程中不同温湿度条件对海南雪茄茄衣烟叶质量的影响[J]. 山东农业科学, 2016, 48(1): 29-34. <https://doi.org/10.14083/j.issn.1001-4942.2016.01.007>
- [18] 寇明钰, 李宁, 吴艳. 棕色化反应调控技术在烟草中的应用现状及展望[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(8): 2013-2016.
- [19] 董维杰. 烤烟烟叶淀粉含量与其质量关系研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
- [20] 顾会战. 调制温湿度条件对雪茄外包皮烟叶生理变化与理化特性的影响[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2006.
- [21] 金闻博, 戴亚. 烟草化学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1994: 22.
- [22] 邓弋戈, 丁松爽, 朱家明, 田煜利, 乔保明, 时向东. 晾制密度对雪茄烟主要含氮化合物变化规律的影响[J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(5): 168-175. <https://doi.org/10.13304/j.nykjdb.2020.0047>
- [23] 卢绍浩. 雪茄烟叶晾制过程中物质含量的动态变化[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2021. <https://doi.org/10.27117/d.cnki.gghenu.2021.000383>
- [24] 杨月先, 李宗平, 饶雄飞, 付庆灵, 吴哲宽, 李浩. 茄衣晾制过程中烟碱和主要化学成分动态变化及相互关系[J]. 湖南农业科学, 2022(2): 96-100+105. <https://doi.org/10.16498/j.cnki.hnnykx.2022.002.022>
- [25] 时向东, 顾会战, 汪文杰, 张晓娟, 唐东海. 调制过程中温度对雪茄外包皮烟叶碳水化合物动态变化的影响[J]. 河南农业大学学报, 2006(2): 133-136. <https://doi.org/10.16445/j.cnki.1000-2340.2006.02.006>
- [26] 朱金峰, 王涵, 王国峰, 王镇, 刘世亮, 谭金洲, 李全忠, 韩东恒, 韩富根. 植物生长物质对不同烘烤工艺下烟叶多酚含量及其酶活性的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(3): 36-41. <https://doi.org/10.15933/j.cnki.1004-3268.2013.03.027>
- [27] 兰俊荣, 靖军领, 黄一兰, 彭怀俊. 不同成熟度烟叶烘烤过程中多酚氧化酶活性变化[J]. 现代农业科技, 2010(23): 54-55+57.
- [28] 刘慧, 赵松超, 武志勇, 赵铭钦. 不同采收方式对雪茄烟上部叶晾制效果的影响[J]. 中国烟草学报, 2021, 27(3): 65-72. <https://doi.org/10.16472/j.chinatobacco.2020.t0060>
- [29] 赖燕华, 汪军霞. 有机酸对卷烟感官风格和品质的影响研究[J]. 分析测试学报, 2015, 34(6): 696-700.
- [30] 卢绍浩, 张嘉雯, 赵喆, 赵铭钦, 钟秋, 宋朝鹏, 张瑞娜, 张华述. 晾制密度对雪茄烟叶非挥发性有机酸代谢的影响[J]. 中国烟草科学, 2021, 42(1): 92-97. <https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2021.01.015>
- [31] 王旭锋. 浙江桐乡茄衣调制和发酵过程中主要化学成分的变化及其质量特色研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南农业大学, 2013.
- [32] 向东, 段淑辉, 丁松爽, 王振华, 符昌武, 王祖富, 操张洪, 覃潇, 时向东. 不同成熟度雪茄烟叶晾制过程中颜色表征及主要化学成分变化特征[J]. 山东农业科学, 2022, 54(2): 69-77. <https://doi.org/10.14083/j.issn.1001-4942.2022.02.011>
- [33] 王佩, 贾世伟, 冯俊升, 段宏群, 王宏, 孔德辉, 周中字. 雪茄烟叶晾制过程中颜色变化探讨[J]. 现代农业科技, 2022(7): 180-185.
- [34] 张倩颖, 罗诚, 李东亮, 蔡文. 雪茄烟叶调制及发酵技术研究进展[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(4): 1-6. <https://doi.org/10.16472/j.chinatobacco.2019.339>
- [35] 李宗平, 杨春雷, 李浩, 余君, 彭灏, 徐世平, 王文明. 一种雪茄烟全自动晾房及晾制方法[P]. 中国, CN113768179A. 2021-12-10.
- [36] 赵高坤, 蒋亮, 孔光辉, 庞滇, 姚恒, 杨萌, 周孝军, 任小强, 李薇, 张光海, 王成, 赵华武, 方亮, 何元胜, 张永俊, 张体坤. 一种雪茄烟智慧晾房及其安装方法[P]. 中国, CN114412247A. 2022-04-29.
- [37] 杨志吉, 张拯源, 沈俊儒, 唐旭兵. 基于 DirectShow 和 Modbus 的雪茄烟晾制数据采集系统构建与应用[J/OL]. 中国烟草学报, 1-7. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2985.TS.20220303.2029.008>, 2022-07-08.