

# 特色烤烟品种翠碧一号栽培与采烤技术研究进展

解彩军<sup>1</sup>, 徐增汉<sup>2\*</sup>, 吕鹏辉<sup>1</sup>, 张巨森<sup>1</sup>, 严沐辉<sup>3</sup>, 施伟平<sup>3</sup>, 陈德清<sup>3</sup> (1. 河北中烟工业有限责任公司, 河北石家庄 050051; 2. 中国科技大学烟草与健康研究中心, 安徽合肥 230052; 3. 龙岩市烟草公司漳平分公司, 福建漳平 364400)

**摘要** 翠碧一号是一个清香型烤烟品种, 其烟叶香气清雅、吃味醇和, 品质优良, 工业可用性高。综述了前人对翠碧一号的栽培、采收与烘烤技术的研究进展, 并对进一步提高翠碧一号烟叶质量的研究进行了展望, 以期对产区生产和翠碧一号研究提供参考。

**关键词** 烤烟; 翠碧一号; 栽培技术; 烘烤技术; 采收

**中图分类号** S572 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)22-0001-06

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.22.001



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Research Progress on Cultivation and Harvest and Curing Technique of the Characteristic Tobacco Variety CB-1

XIE Cai-jun<sup>1</sup>, XU Zeng-han<sup>2</sup>, LÜ Peng-hui<sup>1</sup> et al (1. China Tobacco Hebei Industrial Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050051; 2. Research Center of Tobacco and Health, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230052)

**Abstract** CB-1 is a kind of fresh flavor type flue-cured tobacco variety with fresh and graceful aroma, taste smoother, good quality and high industrial availability. Research progress on the cultivation, harvest and curing technique of CB-1 were summarized, and the research on further improving the quality of CB-1 tobacco leaves was forecast, in order to provide reference for the production of CB-1 and the further research.

**Key words** Flue-cured tobacco; CB-1; Cultivation technique; Curing technique; Harvest

翠碧一号(CB-1)是一个深受卷烟工业企业喜爱的清香特征明显的特色烤烟品种, 种植区域主要在福建省三明市, 与之相邻的南平市、龙岩市和赣东也有种植。CB-1品种是福建省三明市宁化县张仁琳、张国月等人于1977年在该县石碧镇石碧村从“特字401”品种中发现一株特殊的变异烟株, 后经几年的株系选育而成<sup>[1-3]</sup>。1982年该变异品种被定名为“翠碧一号”。1991年CB-1被第二届全国烟草品种审定委员会审定定为优良品种。2012年, “三明翠碧一号烤烟”通过农业部批准审核, 获国家农业部农产品地理标志保护<sup>[4]</sup>。CB-1烟叶的香气清雅、飘逸、丰满细腻, 吃味醇和、厚实饱满, 品质优良, 出丝率高, 配伍性好, 工业可用性较强<sup>[4]</sup>。40多年来, 烟草科技工作者对CB-1的栽培、采收和烘烤技术进行了大量的研究, 产区积极推广应用新成果新技术, 并进行“好中选优”“良种、良法、良烤”综合配套, 使该品种的优良品质性状益发彰显。鉴于此, 笔者综述了前人对翠碧一号的栽培、采收与烘烤技术的研究进展, 并对进一步提高翠碧一号烟叶质量的研究进行了展望, 以期对产区生产和翠碧一号研究提供参考。

## 1 翠碧一号栽培技术研究进展

**1.1 品种特性** CB-1烤烟品种的遗传性状稳定, 株高95~125 cm, 茎围9.5~10.5 cm, 节距4.5~5.5 cm, 每株可利用叶数18~22片, 叶形长椭圆形, 叶耳较大, 叶脉中细<sup>[1-3]</sup>; 根系发达, 大田生长势中等到强, 抗逆性强, 适应性广, 耐寒、耐旱、耐湿、耐瘠, 低温寡照条件下不易发生早花, 不易倒伏, 中抗烟草花叶病普通株系, 田间根茎病自然发病率较低; 后期生

长速度较快, 叶片成熟落黄均匀, 易烘烤, 产量较稳定、初烤烟叶一般为1 875~2 250 kg/hm<sup>2</sup>, 上等烟比例高; 烟叶厚薄适中, 烟叶化学成分协调, 评吸香气量足、香气质好<sup>[1-3]</sup>。

**1.2 适时播种与培育壮苗** CB-1由于生育期长, 播种期宜早, 迟播气温降低, 出苗不整齐。福建省三明市CB-1最适宜的播种时间为10月中下旬<sup>[3]</sup>。何跃兴等<sup>[5]</sup>认为, CB-1在福建省南平市建阳的最佳播种时间是10月下旬—11月上旬。及早播种有利于培育健壮的烟苗, 壮苗适栽性好, 方便移栽、抗逆性好、发根力好、长势强, 生长发育协调, 有利于提高烟叶产质量。

CB-1的育苗方式早期采用露地苗床育苗, 之后依次改进为营养土育苗、托盘育苗、漂浮育苗。漂浮育苗技术较先进, 实行集约化、工厂化育苗, 能够培育整齐、健壮、抗病性和抗逆性较强的烟苗, 能有效地控制移栽后烟株早花的发生; 其育苗的成本较低(与营养土育苗相当), 劳力省(比营养土育苗减少57%~69%), 技术易于掌握和操作<sup>[6]</sup>。但漂浮育苗需要修建育苗池, 增加投资, 且育苗池里水较多, 吸收热量多, 水温较低, 对烟苗生长有一定影响, 烟苗根系不够旺盛、移栽后发根慢、返苗期偏长, 导致CB-1烤后中下部烟叶偏薄、颜色淡、油分不足<sup>[7]</sup>。三明烟区在借鉴漂浮育苗和传统托盘育苗优点的基础上, 率先开展了CB-1湿润育苗技术研究。湿润育苗是把种子播到育苗盘孔穴的基质里面, 然后将育苗盘放在土表或简易支架上, 营养液从上向下喷洒在基质上, 始终保持基质湿润以满足种子萌发和烟苗生长的需要。湿润基质的温度较育苗池里水温高且通透性好, 更有利于烟苗发根和生长。采用湿润育苗技术育出的烟苗具有根系发达、茎秆粗壮、移栽后还苗快等优点, 还苗期较漂浮育苗烟苗缩短7~10 d; 该技术能提高烟叶产质量, 烤后下部叶单叶重, 较漂浮育苗增加6%~15%, 中部叶单叶重较漂浮育苗增加3%~7%, 产值、均价及上等烟比例分别较漂浮育苗增加5%~10%、2%~39%、1.00%~6.87%<sup>[7]</sup>。目前

**基金项目** 河北中烟工业有限责任公司科技项目“提高漳平基地翠碧一号工业可用性的研究”。

**作者简介** 解彩军(1969—), 男, 河北定州人, 工程师, 从事烟叶基地建设和质量评价研究工作。\*通信作者, 讲师, 硕士, 从事烟叶烘烤研究。

**收稿日期** 2021-03-23

CB-1产区普遍采用湿润育苗技术,严格进行苗床规范化管理,确保苗全、苗齐、苗壮。

**1.3 移栽技术** 移栽是烤烟生产的关键环节之一,适时移栽有利于充分利用气候资源,为烤烟生长提供较适宜的大田生长环境,对保障烟株生长、烟叶产量与质量至关重要。不同的烟区应根据当地气候条件确定适宜的移栽期。CB-1宜适时早栽,以避免后期高温高湿气候对烟叶的不利影响,降低烟叶后期根茎病害。黄一兰等<sup>[8]</sup>认为,在福建烟区CB-1最佳的移栽期为2月上中旬,此时移栽所产烟叶的部位特征明显,能表现出独特的品质风格,产量和产值均较高。袁文<sup>[9]</sup>研究表明,在南平市2月1日移栽的CB-1的种植效益较高,产值、均价及上等烟比例均高于其他2个处理(1月20日和2月12日)。何跃兴等<sup>[5]</sup>研究表明,随着移栽期的推迟,烟株生育期明显缩短,生物量积累减少,指出CB-1在福建省南平市建阳的适宜移栽时间是1月下旬—2月上旬。随着小苗深栽技术的推广应用,三明烟区CB-1可适当提早移栽期至1月中下旬,此时移栽有助于烟株早生快发,促进烟株生根期的生长发育,有效叶片数和叶面积系数增加较快,烟株生长较为老健,抗逆性有所提高,适当延长了烟株大田有效生育期,产量和产值均较高且稳定;如果移栽期过早则易受霜冻天气影响,推迟移栽则烟株生长后期易出现高温逼熟现象,影响烟叶产质量<sup>[10-11]</sup>。

不同海拔高度烟区的有效积温不同,CB-1适宜的移栽期不同。吴有祥等<sup>[12]</sup>研究表明,在福建250 m海拔区域随着移栽期推迟,烟株生育期缩短、发病率上升、产质量下降、化学成分协调性和感官质量下降;为了提高烟叶品质和产量,CB-1在福建省250 m海拔区域移栽应提前到1月10日,在650 m海拔烟区,应于2月4日前后移栽。

不同移栽深度对烟株生长、生育期、农艺性状、烟叶产质量等方面都有明显的影响。王雪仁等<sup>[13]</sup>认为,在福建三明烟区生态条件下烤烟CB-1采用湿润育苗技术时所育苗苗较为适宜的移栽深度为15 cm,适度深栽做到畦面不见叶,能提高前期烟苗防寒防冻能力,有助于烟株早生快发,烟株根系发达,株型合理,田间整齐度较高,烟株生长较为老健,提高了抗逆性,有助于提高烟叶的产量和产值;浅栽或过度深栽都不利于烟株的早生快发,田间整齐度较差,浅栽还易受移栽后极端气候霜冻的影响,过度深栽则烟苗根系生长较慢易产生蹲苗现象。

烤烟栽植普遍采用垄作。垄作便于排水和灌溉,有利于防涝防旱;增加活土层厚度,有利于烟株根系生长。起垄规格适宜才能更好地发挥垄作的优势。王雪仁等<sup>[14]</sup>研究表明,烟垄增大可明显提高烟叶产量,但烟垄过大会导致烟叶质量和经济收益下降;垄体高度35 cm(垄体宽度81 cm、垄体弧长115 cm)处理的烟叶产量较高,烟叶质量和经济效益较好;认为35 cm垄高是CB-1烤烟生产的最佳烟垄大小标准,适合在福建三明烟区推广应用。

**1.4 种植密度** CB-1只有种植密度合适,才能形成合适的群体结构,使群体和个体都能得到健康发展,以便经济有效

地利用生态条件尤其是光能和肥力,从而达到提高烟叶产质量和工业可用性的目的。廖晓萍等<sup>[15-16]</sup>均认为CB-1最佳种植密度为行株距1.20 m×0.45 m,在该密度(18 500株/hm<sup>2</sup>)下烟叶的产量和品质协调性最好。

**1.5 科学施肥** 施肥是烟草栽培技术体系中最重要的一个方面,对烟草的生长发育、生物学性状和经济性状都有很大的影响。科学施肥是以烟草的营养特性为基础,以烟叶优质适产为目标,结合当地气候、土壤等条件,确定适宜的肥料种类、施用量、施用时期和方法。氮素是烟草最重要的营养元素。随着施氮量的增加,CB-1的株高、茎围、节距、叶面积、单叶重及生物量均明显增加<sup>[17]</sup>。不同施氮量对CB-1烤后烟叶产量、产值、化学成分和呼吸质量均有显著影响;随着施氮量增加,不同部位烟叶烟碱、总氮和石油醚提取物含量均显著提高,总糖和还原糖含量、还原糖/烟碱比值和总氮/烟碱比值降低<sup>[18]</sup>。范思峰等<sup>[19]</sup>研究表明,施纯氮量97.5 kg/hm<sup>2</sup>的处理产量、产值比施纯氮量105 kg/hm<sup>2</sup>的处理稍低,但烟叶的化学成分含量更为适宜,协调性更优,更适宜卷烟工业加工,可用性更强。张建忠等<sup>[20]</sup>研究发现CB-1适宜的施氮量在58.5~97.5 kg/hm<sup>2</sup>,烟叶内在化学成分较协调,外观质量和感官呼吸质量较好,烟叶“清香型”风格彰显较明显,烟叶品质总体较好;随着施氮量从97.5 kg/hm<sup>2</sup>增加到117.0~136.5 kg/hm<sup>2</sup>,上等烟比例下降,烟叶“清香型”风格彰显趋向弱化。王利兵等<sup>[21]</sup>认为,在赣东地区CB-1适宜施氮范围在87.5~112.5 kg/hm<sup>2</sup>,CB-1长势较好,经济效益较高。研究认为,适合南平烟区CB-1品种的施氮量水平为97.5~105.0 kg/hm<sup>2</sup><sup>[18]</sup>。总之,各产区CB-1适宜的施氮量要根据当地土壤肥力等具体情况确定。

长期施用化肥易使土壤板结、土壤有机质含量下降,制约烟叶质量进一步提高。有机肥与化肥合理配施能增加和更新土壤有机质,改善土壤理化性状和生物活性,有利于增加烟叶油分,提高烟叶品质,改善烟叶香吃味<sup>[22-25]</sup>。陈昆焱<sup>[26]</sup>研究表明,施肥总氮量控制在82.5 kg/hm<sup>2</sup>、N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:0.8:3.0时,施用牛粪(工厂化统一加工的牛粪,全氮含量为1.29%,全磷含量为0.66%,全钾含量为0.61%)900~2 100 kg/hm<sup>2</sup>能促进CB-1生长发育,改善烟叶外观质量,提高烟叶内在质量,其中施用1 350和1 725 kg/hm<sup>2</sup>的处理效果好。张珊珊等<sup>[27]</sup>研究表明,施用无机氮97.5 kg/hm<sup>2</sup>+375 kg/hm<sup>2</sup>豆饼或375 kg/hm<sup>2</sup>菜籽饼(代替无机氮7.5 kg/hm<sup>2</sup>)的处理均能比全部施用无机氮105 kg/hm<sup>2</sup>的处理增加CB-1烟叶面积,提高烟叶产值、均价和上等烟比例。张慧等<sup>[28]</sup>研究发现,施用N 20%腐殖酸型生物有机肥(施用量为968 kg/hm<sup>2</sup>)较常规施肥处理(烟草专用复合肥,施用量为956 kg/hm<sup>2</sup>,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:7:21)可显著提高土壤有机质含量14.29%,有利于促进烟叶生长,改善烟叶品质,提高CB-1上中等烟比例10.72个百分点,产量和产值分别提高14.67%和21.51%。杨洋等<sup>[29]</sup>认为,福建三明烟区CB-1采用“烟草专用肥645 kg/hm<sup>2</sup>+菜籽饼肥375 kg/hm<sup>2</sup>+牛粪1 500 kg/hm<sup>2</sup>”的有机肥与化肥配施方式较为适宜,能显著提

高烟株抗病性,明显降低烟叶烟碱、总氮、氯含量,能明显增加烟叶钾含量,能有效改善烟叶化学协调性,明显提高烟叶感官质量。各 CB-1 产区的生态条件与肥料种类不同,应因地制宜,科学施肥。

**1.6 适时打顶与合理留叶** 打顶是烤烟生产上调节烟叶营养、保证烟叶产质量的一项重要技术措施。打顶中止了烟株生殖生长,使养分集中分配给烟叶,对烟叶的产质量影响很大。必须根据烟株长势、品种特性、土壤肥力与施肥量、气候与海拔高度、茬口问题等情况综合确定合适的打顶时间与留叶数,既要防止留叶数过少导致“天盖地”,又要防止留叶数过多,顶叶不开面,从而影响到茬作物种植。正常生长的 CB-1 一般在适度拔节现蕾、中心花开放前定叶打顶,单株留有效叶数 18 片左右。林桂华等<sup>[30]</sup>认为,在福建省龙岩市连城、长汀烟区, CB-1 在正常栽培条件下适宜在全田 20% 烟株中心花开放、可见花茎有拔高时打顶(单株平均有效叶数 18.6 片),该处理的产量、产值最高;初蕾期深打顶(即全田 50% 烟株现蕾时打顶,单株平均有效叶数 18.2 片)处理的产量、产值第 2;抽薹高打顶处理(即全田 80% 烟株中心花开放,花茎有明显拔高时进行打顶,单株平均有效叶数 18.9 片)各项指标都最低。李文卿等<sup>[17]</sup>认为,福建产区翠碧 1 号在 75.0~97.5 kg/hm<sup>2</sup> 的施氮量下进行现蕾打顶(花蕾伸出托叶 3~4 cm 时进行打顶),有利于保障烟叶产量和提高质量。不同海拔高度烟区 CB-1 适宜打顶的时机不同,在福建省 250 m 海拔区域 CB-1 应初花打顶(10% 中心花开放)、在 650 m 海拔区域应盛花打顶(40% 中心花开放),这有利于提高烟叶品质和产量<sup>[12]</sup>。

**1.7 防治病虫害** CB-1 病虫害防治技术采取“预防为主,综合防治”的方针。必须搞好苗床和烟田卫生,推行冬季“稻草溶田”耕作方式,及时冬翻晒白,减少越冬病虫害源。要防止烟苗带毒移栽,移栽前对烟苗喷施 1 次防病毒药剂(如毒消 900 倍液、净土灵 600 倍液、菌克毒克 1 200 倍液等)。生物防治是目前积极倡导和推广的方法,在 CB-1 烟区全面推行烟蚜茧蜂防治烟蚜措施,释放蚜茧蜂 3 000 头/hm<sup>2</sup>,放蜂前后 7 d 禁止使用杀虫剂。药剂防治要合理、科学地施用农药。病毒病是烟草最主要的病害, CB-1 中感烟草普通花叶病毒(TMV)和烟草黄瓜花叶病毒(CMV)<sup>[31]</sup>。采用“博联生物菌素”防治 TMV 和 CMV 的效果较好,小面积示范防效为 67.5%~96.3%<sup>[32]</sup>。CB-1 中感细菌性青枯病,用 90% 乙霜青可溶性粉剂 600 倍液在 CB-1 旺长期间隔 10 d 浇灌烟根 2 次防治烟草青枯病效果显著,防效达 80%<sup>[33]</sup>。采用稻草溶田耕作方式可显著降低青枯病的发病情况,土壤冬翻晒白次之<sup>[34]</sup>。赤星病是烟草的主要真菌性病害,采用 40% 的菌核净可湿性粉剂对烟草赤星病原菌的抑制效果最好,抑制率达到 67.44%<sup>[35]</sup>。赤星病可侵染 CB-1 各部位烟叶,因此在生产上使用药剂防治赤星病时,应做到烟株从下到上、正反烟叶表面全面施药<sup>[36]</sup>。

## 2 翠碧一号采烤技术研究进展

CB-1 栽培到一定阶段,其烟叶进入成熟期。成熟的

CB-1 烟叶仅具有潜在产质量,必须及时采收,然后通过烘烤加工才能转化为现实产质量。“烤好一炕宝,烤坏一炕草”,烘烤技术的重要性不言而喻。影响烟叶烘烤质量的因素很多,主要有鲜烟采收成熟度,烟叶烘烤特性、装烟技术、烘烤设备、烘烤工艺等,其中一些因素相互作用、相互影响。必须把握好 CB-1 鲜烟采收成熟度,使烟叶烘烤特性好或较好,采用适宜的装烟方式、装烟量及先进的烘烤设备,并采用与这些因素配套的烘烤工艺进行科学烘烤,才能提高 CB-1 烟叶产质量和工业可用性。

### 2.1 采收技术

**2.1.1 适熟采收。**成熟度是烟叶多项品质因素中最主要的因素,与其香味和可用性密切相关,是国际评价烤烟中普遍使用的重要品质要素<sup>[37]</sup>。采收成熟度是采摘时烟叶生长发育和内在物质积累与转化达到的成熟程度和状态;随着成熟程度的提高依次分为欠熟、尚熟、成熟、完熟和过熟档次<sup>[38]</sup>。所谓“适熟采收”就是在鲜烟叶潜在质量最高的成熟度状态进行采收。不同部位、不同素质烟叶潜在质量最高时所处的成熟程度档次不同,应根据烟叶部位、素质等具体情况确定适宜的采收成熟度标准<sup>[39]</sup>。王能如等<sup>[40]</sup>研究表明, CB-1 的中部叶和上部叶随着采收成熟度的提高,烤后烟叶的香气成分总量和中性组分含量均先提高后下降,酸性组分含量趋于减少,碱性组分含量趋于增加;认为 CB-1 中部烟叶以叶面黄绿(以绿色为主)、烟叶主脉 2/3 以上变白、支脉开始变白时适宜采收,上部烟叶以叶面绿黄(以黄色为主)、主脉基本全白、2/3 以上支脉变白时适宜采收,烤后烟叶香气好。张恩仁<sup>[41]</sup>研究表明 CB-1 下部烟叶以叶面六到七成黄、主脉变白 1/2 以上的处理烤后烟叶外观质量和感官质量最好,叶面五到六成黄、主脉变白 1/3 的烟叶外观质量和感官质量次之,叶面四到五成黄、主脉开始变白的烟叶外观质量和感官质量最差;中部烟叶以叶面八到九成黄、主脉变白 3/4 以上的处理烤后烟叶外观质量最好、感官质量次好,叶面七到八成黄、主脉变白 2/3~3/4 的烟叶外观质量次好、感官质量最好,叶面六到七成黄、主脉变白 1/2 的烟叶外观质量最差、感官质量较差,叶面基本全黄(九到十成黄)、主脉全白的烟叶外观质量较差、感官质量最差;上部烟叶以叶面八到十成黄、主脉变白 3/4 以上的处理烟叶外观质量和感官质量最好,叶面全黄、主脉全白、有叶尖发白或焦尖现象的烟叶外观质量和感官质量最差。洪祖灿等<sup>[42]</sup>认为, CB-1 的采收标准为,下部烟叶叶片颜色淡绿、主脉 2/3 变白、茸毛较少脱落,中部烟叶叶片颜色黄绿、主脉全白、支脉 1/3 变白、茸毛部分脱落、叶尖略下勾,上部烟叶叶片黄绿、主脉全白、支脉 2/3 变白、茸毛基本或大部分脱落、轻微枯尖焦边。王涛等<sup>[43]</sup>研究表明,随着采收成熟度的提高, CB-1 中部叶和上部叶的产量和产值都显著增加,到达高峰后随着成熟度的进一步提高,产量和产值又都呈降低趋势,认为 CB-1 中部叶以叶面八到九成黄、主脉变白 2/3 以上、支脉变白 1/3 以上为适宜采收标准,上部叶以叶面九到十成黄、主脉全白、支脉变白 1/2 以上为适宜采收标准,烤后烟叶外观质量较好,结构疏松,颜色多橘

黄,色泽鲜亮,油分较多,化学成分趋于协调,感官评吸质量好,上中等烟比例高,产质量较高。纪成灿等<sup>[44]</sup>认为,烟叶欠熟是造成CB-1光滑(僵硬)烟产生的直接原因之一,随着烟叶采收成熟度的提高,烤后烟叶光滑烟比例降低,因此要坚持成熟采收。总之,CB-1既不能采青采生也不能过熟采收,各部位烟叶在各自适宜的成熟状态采收是提高烟叶烘烤质量的前提。下部叶适当早采(以尚熟状态为主),中上部叶以成熟状态采收为宜,不宜追求过高的采收成熟度<sup>[45]</sup>。

**2.1.2 采收方式** 烤烟一般采用逐叶采收,即“成熟一片采收一片”。20世纪90年代,研究人员认识到这种做法只适用于中下部烟叶,不适用于上部烟叶。因为分次采收,剩下的烟株顶部的最后3片叶不能正常发育,至少有5片叶才能使顶叶发育生长达到工艺成熟<sup>[37]</sup>。朱尊全<sup>[46]</sup>认为,逐叶分次采收方式上部叶很难长出优质的完熟烟叶,赞成飞利浦·莫瑞斯公司推荐的方法,当采收到顶部只剩5~6片叶时,暂停采收,直等到顶上一片叶达到成熟标准后,一次采收。这样当顶上叶片成熟,下面的几片就可能达到完熟或接近完熟,质量和价值可以大幅度提高。徐增汉等<sup>[47]</sup>研究表明,在采收到顶部剩6片左右的上部叶,等到其中4~5片叶充分成熟、最上面1~2片叶尚熟时一次性采收(带茎或不带茎),烤后烟叶质量总体上最好。仙立国等<sup>[48]</sup>研究表明,CB-1上部叶不同采收方式的烤后烟质量存在显著差异,上部6片1次采收烤后烟叶整体质量和经济效益最好,其中6片1次逐叶采收方式更有利于提高上等烟比例、均价和中部烟比例,分别比对照(常规分次采收)提高了8.56%、4.95元/kg和8.15%,6片1次带茎采收方式更有利于提高上中等烟比例和致香物质含量,分别比常规分次采收提高了8.13%、20.22%,且显著改善感官质量;研究认为CB-1上部叶最佳采收方式为6片叶充分成熟时1次采收烘烤。生产上要根据当地CB-1上部叶的营养状况、天气条件等具体因素确定上部叶一次性采收标准,防止矫枉过正、发生“顾头不顾尾”问题,即为了等待最上面价值不太高的1~2片顶叶充分成熟而导致最下面价值更高的1~2片上部叶过熟,则得不偿失。

**2.2 烟叶烘烤特性** 烟叶烘烤特性是影响烟叶烘烤质量的重要因素,可分为“易烤性”和“耐烤性”2个方面。“易烤性”反映烟叶在烘烤过程中变黄、脱水的难易程度。“耐烤性”主要是指烟叶在定色期间对烘烤环境变化的敏感性或耐受性;对烘烤环境变化不敏感、不易褐变的烟叶耐烤性好,反之为耐烤性差或较差。一般把既易烤又耐烤的烟叶称为烘烤特性好的烟叶,反之被称为烘烤特性差或较差的烟叶<sup>[49]</sup>。任一鹏等<sup>[50]</sup>研究表明,CB-1烟叶在烘烤过程中各阶段失水协调性不好、失水特性不理想,变黄期失水速率较慢,失水量较小,进入定色期后失水速率突然加快、失水量加大,为棕色化反应提供了有利条件,烘烤特性较差。兰俊荣等<sup>[51]</sup>研究表明,CB-1不同部位烟叶无论成熟度高低,在整个烘烤过程中多酚氧化酶(PPO)活性均高于对照K326,比K326更容易发生酶促棕色化反应,即更容易褐变。仙立国等<sup>[52]</sup>研究表明,CB-1和云烟87不同部位的成熟鲜烟叶在暗箱中的颜色变

化存在显著差异,与云烟87相比,CB-1下、中、上3个部位成熟鲜烟叶在暗箱中的自然变黄出现均较晚且速度较慢,易烤性较差;叶片全黄前出现褐变,且前期变褐速度较快,耐烤性较差。可见,CB-1烟叶烘烤特性总体上较差。

**2.3 烘烤设备** 密集烤房及其配套设备是烟叶烘烤的专用设备,必须结构合理、性能良好,才能确保烟叶烘烤质量<sup>[39]</sup>。不同类型烤房对烤后烟叶质量性状具有明显的影响<sup>[53]</sup>。目前,我国烟区普遍推广应用密集烤房。许锡祥等<sup>[54]</sup>研究了两种新型密集烤房烘烤CB-1烟叶的效果,与常规密集烤房相比,智能化热泵密集烤房和生物质颗粒密集烤房的温度较易控制且精度高、升温平稳,提高了烤后烟叶外观质量和经济性状,上等烟比例分别提高4.70和3.57百分点;烤后烟叶均价分别提高3.82和2.81元/kg。移动式密集烤房烤后烟叶经济性状低于常规密集烤房。总体来看,智能化热泵密集烤房和生物质颗粒密集烤房更具有推广价值。

**2.4 装烟技术** 装烟是将采收的鲜烟叶分布在烤房里面的技术,包括装烟方式、装烟量、定位装烟等内容。采用何种装烟方式、装烟量(密度)、不同成熟度、不同素质的鲜烟叶装在烤房位置、等装烟技术都会影响烟叶烘烤结果<sup>[55-57]</sup>。杨隆飞等<sup>[58]</sup>研究表明,CB-1散叶插扦装烟烘烤比常规挂竿装烟烘烤能“减工降本,提质增效”,每座烤房减少用工量1.29个,干烟节省成本1.26元/kg,烤后烟叶外观质量好,感官评吸总分较高。但散叶插扦对装烟技术和烘烤工艺要求较高,烘烤人员掌握难度较大,如果处理不好,则会降低烟叶烘烤质量。目前,CB-1主要采用挂竿装烟方式,每竿编烟8~9kg,每座密集烤房装烟3棚(层)时以380~420竿为宜,装烟4棚时以440~480竿为宜。部分烟区采用烟夹装烟方式,每夹夹烟13~15kg,每座密集烤房装300~320夹。装烟要达到“密、满、匀”要求。定位装烟就是将不同成熟度、不同素质的鲜烟叶分别装在烤房里最合适的位置才能确保全炕烟叶烘烤质量,即成熟度较高的烟叶装在烤房温度较高的棚次,成熟度较低的烟叶装在烤房温度较低的棚次<sup>[39]</sup>。

**2.5 烘烤工艺** 通过调温、调湿、调时等技术调制烟叶品质的烘烤工艺对烟叶烘烤结果影响巨大,最终决定烟叶的实际产质量、等级结构、工业可用性和经济效益。不同烘烤工艺烤后烟叶外观质量(包括颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度等)、内在质量(包括主要化学成分含量、香气成分含量、香味、感官评吸质量等)和物理特性(包括单叶重、叶片厚度、平衡含水率、填充值等)不同<sup>[49]</sup>。各种素质各部位的鲜烟叶必须采用与之配套适宜的烘烤工艺进行烘烤才能充分显现出应有的质量性状和风格特色。

纪成灿等<sup>[44]</sup>认为,烟叶变黄后期和定色前期时间太短是造成CB-1光滑(僵硬)烟产生的直接原因。在烘烤上,保持湿球在37℃,适当延长干球40~45℃的时间(一般为10~16h),使淀粉酶的高活性保持较长时间,可促使淀粉彻底分解而防止或减少烟叶烤后光滑(僵硬)。张一帆等<sup>[59]</sup>研究表明,CB-1在烘烤过程变黄后期采用干球温度42℃、湿球温度38℃,烘烤停留时间下部叶为12h、中上部叶为16h,在定

色后期干球温度 54 ℃、湿球温度 39 ℃,烘烤停留时间 12 h 的烘烤模式,有利于提高烤后烟叶外观质量和上等烟比例,烟叶结构疏松、身份适中、颜色鲜亮,内含物转化更充分,可改善烤后烟叶内在品质。张炳辉等<sup>[60]</sup>认为,不同温湿度及稳温时间对 CB-1 烟叶质量的影响显著,CB-1 烟叶密集烘烤以中温中湿慢烤,即在变黄期间温度 38.0 ℃、湿球温度 38.0~37.5 ℃ 保持 14~16 h,温度 40 ℃、湿球温度 38~37 ℃ 保持 18~22 h,温度 42 ℃、湿球温度 38~37 ℃ 保持 14~16 h,烤后烟叶的外观质量、化学成分、评吸质量等整体上表现最好。

由很多种物质综合反映出来的烟叶香味是主要的内在质量,不同的烘烤工艺促使烟叶在烘烤过程中的变化(烟叶生理变化、生物化学及化学反应、变黄、脱水干燥等)程度不同,导致烟叶内含物质降解、转化程度不同,所生成的香味物质的量也不同<sup>[39]</sup>。王能如等<sup>[61]</sup>认为,在 CB-1 烘烤过程中,变黄末期烟叶的变黄程度对烤后烟叶香气成分总量有很大影响;随着变黄程度的提高,烤后烟叶中的香气成分总量在中部叶中先增后减,以“黄片青筋”处理的最多;在上部叶中持续增加,以“基部青筋基本消失”处理含量最高;烘烤 CB-1 烟叶时,中部叶在变黄末期的变黄程度以“黄片青筋”为宜,上部叶以“基部青筋基本消失”为好。变黄末期烟叶变黄程度不同,烤后烟叶均保持清香,但凋萎程度过低时,烟叶香型向“清偏中”或“中偏清”方向变化。因此,要保持该品种烟叶的清香型风格,必须重视烟叶烘烤变黄期的脱水变化,加强对脱水的合理控制<sup>[62]</sup>。徐增汉等<sup>[63]</sup>研究表明,烘烤变黄期不同凋萎时机处理对 CB-1 中部叶烤后香气成分含量有明显影响;随着烟叶凋萎时机的延迟,烤后烟叶的香气成分总量呈明显增加趋势,但主要清香成分和主要浓香成分的比值呈下降趋势,其清香型香气质有所削弱。因此认为 CB-1 中部叶在烘烤变黄期的凋萎时机既不宜早也不宜晚,在变黄期升温至 41 ℃ 时,稳温烘烤,使烟叶变黄程度达到黄片青筋,凋萎程度达到叶片充分塌架、主脉变软为宜,然后转火升温定色,以 0.33 ℃/h 的速度升温至 47 ℃ 时顿火稳温,使主脉全黄,叶片勾尖卷边,此后正常定色和干筋。这样 CB-1 烟叶既具有较高的香气量,又具有清香特色鲜明的香气质。王能如等<sup>[64]</sup>认为,定色前期在 44~46 ℃ 稳温烘烤至烟叶主脉全黄为准,再升温使烟叶脱水定色能提高烟叶香气成分含量,有利于进一步提高烤后烟叶的内在质量。陈义强等<sup>[65]</sup>研究表明,在定色后期,随着干球温度 54 ℃ 停留时间从 6 h 延长至 16 h,翠碧 1 号烟叶的香型表现出由“清香”向“浓透清”转变的趋势,甜感表现出由“清甜”向“焦带清”转变的趋势;感官质量表现出香气质先变好而后变差、香气量先增加而后减少、杂气先变轻而后加重、烟叶细腻度先变好而后变差、口感刺激性先变小而后变大、口感余味先变好而后变差,感官质量总分先增加后降低,以 54 ℃ 停留时间为 12 h 的处理烟叶清香型风格特征最为明显,感官质量优于停留时间为 6 和 16 h 的处理。

烟叶石油醚提取物对烟叶综合质量有着重要影响,其含

量高时有利于提高烟叶外观质量和内在品质<sup>[66]</sup>。徐增汉等<sup>[67]</sup>研究表明,总烘烤时间为 142 h 的“相对慢烤”烘烤工艺烤后 CB-1 中部叶石油醚提取物的含量(59.03 mg/g)显著高于总烘烤时间为 106 h 的“相对快烤”工艺(55.93 mg/g),烤后烟叶香气量足。刘领等<sup>[68]</sup>认为,CB-1 中部叶和上部叶在定色期分别于 48 和 46 ℃ 稳温烘烤至主脉全黄,再升温定色干燥能提高其石油醚提取物的含量。

王传义等<sup>[69]</sup>研制发明了特色烤烟品种 CB-1 密集烘烤工艺,将烘烤全过程分 5 个阶段:第 1 阶段为点火后 5 h 将干球温度升到 38~39 ℃,控制湿球温度在 38 ℃,稳温 12~24 h,使烟叶变黄三到四成,叶片开始失水凋萎;第 2 阶段以 2 h 升 1 ℃ 将干球升到 40~42 ℃,湿球控制在 36~37 ℃,稳温 24~36 h,使烟叶黄片青筋、主脉发软;第 3 阶段以 2 h 升 1 ℃ 将干球升到 44~46 ℃,湿球控制在 35~36 ℃,稳温 24~36 h,使烟叶黄片黄筋、小卷筒;第 4 阶段以 1 h 升 1 ℃ 将干球升到 50~54 ℃,湿球控制在 38~39 ℃,稳温 12~20 h,至烟叶大卷筒;第 5 阶段以 1 h 升 1 ℃ 将干球升到 68 ℃,湿球控制在 40~42 ℃,稳温 24 h,至全炕烟叶干筋。应用该发明烘烤 CB-1,能明显减少青烟率和挂灰烟,克服僵硬光滑烟,烟叶烘烤质量明显提高。

### 3 讨论与展望

翠碧一号虽然是市场需求旺盛的烤烟品种之一,但也必须牢固树立质量第一的意识。提升翠碧一号优良品质性状尤其是清香型特色的栽培和采烤技术的研究要不断深化和精准化。

科学施肥是保持和提升翠碧一号烟叶质量的重要技术措施之一。前人着重研究了氮素对翠碧一号生长发育和烟叶质量的影响,尚需要加强磷素、钾素和其他生长必需元素以及生物有机肥对翠碧一号烟叶优良品质性状,尤其是清香型特色影响的研究。

目前翠碧一号的装烟方式各有利弊。挂竿装烟的设备成本最低,但编烟和解烟费工费时,随着劳动力成本大幅度上涨,其费工的缺点越发突出,且编烟时会对烟叶造成机械损伤,烤后出现青痕,影响等级结构。烟夹夹持装烟效率高、较省工,但如果夹烟过密,夹中间的烟叶脱水定色与干燥困难,易发生褐变而挂灰甚至烤糟或烤不干,如果夹烟偏松,可能会掉烟,而且烟叶被烟夹扎伤处可能会发生霉烂,另外设备成本较高。散叶插扦(签)装烟时装烟效率高,但对装烟技术和烘烤工艺技术要求高,烘烤人员难掌握,另外烟叶被扦(签)扎伤处可能会发生霉烂。如何取长补短,既要避免烟叶受到损伤,又要提高烟叶烘烤质量和烘烤效率,降低烘烤成本,需要对翠碧一号的装烟方式进行改进研究,乃至研制创新型装烟方式。

利用智能化自动化烘烤设备实行精益化烘烤是烟叶烘烤的一个发展方向,需要深化研究与之适配的翠碧一号烟叶精准烘烤工艺。生产上应用烟叶烘烤工艺时,要根据实际情况灵活变通,加强烘烤工艺的针对性和可操作性,全面掌握烘烤过程,根据烟叶实际变化情况,科学调控烘烤变量,才能

保证烟叶烘烤成功<sup>[70]</sup>。

## 参考文献

- [1] 张仁琳. 烤烟良种翠碧一号[J]. 福建农业科技, 1985(3): 21-22.
- [2] 吴正举. 翠碧一号烤烟品种通过现场验证[J]. 中国烟草, 1991, 12(3): 42.
- [3] 苏峰, 张祥光. 翠碧一号烤烟特征特性及优质适产栽培技术要点[J]. 农村实用科技信息, 2002(9): 17.
- [4] 张远辉. 三明“翠碧一号烤烟”获农产品地理标志证书[EB/OL]. (2012-09-19) [2020-11-05]. <http://fj.tobacco.gov.cn/News/201209/2012-0919218803.shtml>.
- [5] 何跃兴, 王鹏, 董维光, 等. 不同播栽期对翠碧1号烤烟生长发育和产质量的影响[J]. 江西农业学报, 2013, 25(1): 95-98, 105.
- [6] 黄一兰, 李文卿, 吴正举, 等. 烤烟直播漂育苗技术研究[J]. 中国烟草科学, 2001, 22(1): 8-12.
- [7] 刘添毅, 黄一兰, 赖禄祥, 等. 烤烟湿润育苗技术研究[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(5): 22-26.
- [8] 黄一兰, 李文卿, 陈顺辉, 等. 移栽期对烟株生长、各部位烟叶比例及产、质量的影响[J]. 烟草科技, 2001, 34(11): 38-40.
- [9] 袁文. 移栽期对烤烟 CB-1 产量和质量的影响[J]. 福建农业科技, 2009(4): 10-12.
- [10] 胡裕润, 郑建辉, 王雪仁. 烤烟翠碧一号适宜移栽期研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(25): 8532-8535.
- [11] 王雪仁, 黄一兰, 林建麒, 等. 不同移栽期对特色烤烟品种翠碧一号生长发育及产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(36): 69-72, 80.
- [12] 吴有祥, 胡世龙, 欧明毅, 等. 海拔、移栽期、打顶方式对“翠碧一号”烟叶产质量的影响[J]. 中国农学通报, 2019, 35(16): 39-45.
- [13] 王雪仁, 黄一兰, 姜占省, 等. 不同移栽深度对烤烟翠碧一号生长及抗逆性的影响[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(12): 3504-3506.
- [14] 王雪仁, 黄一兰, 章文水, 等. 不同烟垄大小对“翠碧一号”烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32(1): 33-38.
- [15] 廖晓萍, 徐辰生, 肖鹏. 烟草 CB-1 品种适宜种植密度试验初报[J]. 江西农业学报, 2009, 21(8): 49-50.
- [16] 吴佳徐, 徐茜, 陈志厚, 等. 施氮量与种植密度对烟草品种 CB-1 生长及产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(2): 67-70.
- [17] 李文卿, 陈顺辉. 不同氮肥水平及打顶时间对烤烟产质量的影响[J]. 南方农业学报, 2016, 47(2): 206-211.
- [18] 李文卿, 陈顺辉, 李春俭, 等. 不同施氮水平对翠碧1号烤烟产质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(4): 142-146.
- [19] 范思峰, 王涛, 王峰吉. 不同施氮量对烤烟 CB-1 产量和质量的影响[J]. 江西农业学报, 2009, 21(9): 97-99.
- [20] 张建忠, 叶想青, 李文卿, 等. 施氮量对翠碧1号生长发育及烟叶质量风格的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(5): 63-67.
- [21] 王利兵, 冯小虎, 盛立然, 等. “翠碧一号”烤烟在赣东地区施氮水平初探[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(11): 22-24.
- [22] 刘添毅, 李春英, 熊德中, 等. 烤烟有机肥与化肥配合施用效应的探讨[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(4): 23-26.
- [23] 郭群召, 吴学巧, 黄平俊. 饼肥对土壤性质、烤烟生长及烟叶品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 68-70.
- [24] 付利波, 苏帆, 陈华, 等. 菜籽饼肥不同用量对烤烟产量及质量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(6): 77-80.
- [25] 姚志达, 黄一兰, 吴克松, 等. 不同有机肥对烟叶产量和质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(36): 7951-7953.
- [26] 陈昆焱, 钟家威. 不同用量牛粪对翠碧1号烟叶产质量的影响[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(11): 2212-2215.
- [27] 张珊珊, 王雪仁, 张瀛, 等. 施用不同种类有机肥对烤烟生长发育的影响[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(16): 40-41, 89.
- [28] 张慧, 李文卿, 林陈强, 等. 不同类型肥料对土壤养分及烤烟产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(35): 124-126, 182.
- [29] 杨洋, 惠非琼, 胡世龙, 等. 有机肥与化肥配施对福建三明烤烟生长及烟叶产质量的影响[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(9): 75-79, 193.
- [30] 林桂华, 周冀衡, 范启福, 等. 打顶技术对烤烟产质量和生物碱组成的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 23(4): 8-12.
- [31] 黄婷, 柯美福, 陈伟, 等. 烟草品种对烟草花叶病毒病和黄瓜花叶病毒病的抗性鉴定[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 115-119.
- [32] 陈顺辉, 顾钢, 巫升鑫, 等. 福建省烟草病毒病种类的检测与防治[J]. 烟草科技, 2003, 36(9): 42-46.
- [33] 卢洪兴, 曾军, 邱志丹, 等. 烟草青枯病发生与药剂防治研究[J]. 福建省农科院学报, 1996, 11(3): 41-45.
- [34] 章文水, 张瀛, 王雪仁, 等. 不同土壤改良措施对植烟土壤理化性状及烟草青枯病的影响[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(2): 16-22.
- [35] 彭世逞, 吴昊, 朱陈曾, 等. 几种药剂对烟草赤星病菌的抑制作用[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2015, 29(3): 1-3.
- [36] 赖荣泉, 廖琳琳, 钟秀金, 等. 龙岩烟区烟草赤星病生态位研究[J]. 烟草科技, 2015, 48(4): 23-26.
- [37] 朱尊权. 提高上部烟叶可用性是促“卷烟上水平”的重要措施[J]. 烟草科技, 2010, 43(6): 5-9, 31.
- [38] 官长荣, 陈江华, 刘建利, 等. 烤烟烘烤技术规程: GB/T 23219—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [39] 罗斐, 徐增汉. 烟叶密集烘烤问答[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2014.
- [40] 王能如, 徐增汉, 李章海, 等. 采收成熟度对三明 CB-1 特色烟叶香气成分的影响[J]. 烟草科技, 2008, 41(5): 44-48.
- [41] 张恩仁. 福建特色烤烟品种的采摘成熟度研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(24): 13004-13007, 13025.
- [42] 洪祖灿, 赖成连, 张恩仁, 等. 采收成熟度对烤后烟叶质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(9): 4518-4521.
- [43] 王涛, 许东升, 许志强, 等. 不同采收成熟度对 CB-1 烟叶质量的影响[J]. 作物研究, 2020, 34(3): 253-257, 268.
- [44] 纪成灿, 许铮祥, 郑志诚, 等. 翠碧一号光滑(僵硬)烟的成因及控制技术研究初报[J]. 中国烟草科学, 1999, 20(3): 20-23.
- [45] 林彩萍, 张秀衢. 烤烟翠碧一号采收与烘烤对烟叶质量的影响[J]. 福建农业科技, 2015(5): 73-77.
- [46] 朱尊权. 生产优质烤烟特别是上部完熟烟的窍门[J]. 烟草科技, 1995, 28(5): 33.
- [47] 徐增汉, 王能如, 王书茂, 等. 不同采收方式对烤烟上部叶烘烤质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(5): 660-662.
- [48] 仙立国, 黄一兰, 王松峰, 等. 烤烟品种翠碧一号上部叶适宜采收方式研究[J]. 中国烟草科学, 2020, 41(4): 90-94.
- [49] 王能如. 烟叶调制与分级[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [50] 任一鹏, 简彬, 方力, 等. 3个烤烟品种在烘烤过程中色素和水分含量的变化[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(3): 79-81, 181.
- [51] 兰俊荣, 靖军领, 黄一兰, 等. 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.
- [52] 仙立国, 黄一兰, 王松峰, 等. 翠碧一号鲜烟叶素质及烘烤特性研究[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(3): 66-73.
- [53] 徐增汉, 欧家林, 陈永安, 等. 不同类型烤房对原烟质量特征的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(4): 55-58.
- [54] 许锡祥, 陈承亮, 吕作新, 等. 几种新型密集烤房烘烤效果比较[J]. 中国烟草科学, 2017, 38(5): 82-86.
- [55] 卢贤仁, 谢已书, 李国彬, 等. 密集型烤房不同装烟方式对烤后烟叶品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(9): 47-50.
- [56] 柏凌志, 陈智杰. 密集烤房不同装烟方式烘烤效益及烤后质量比较[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(30): 99-101.
- [57] 贺非, 皮本阳, 孙敬钊, 等. 装烟密度对烤后烟叶品质的影响[J]. 农业工程技术, 2020, 40(26): 32-33.
- [58] 杨隆飞, 林绍武, 郑仕发, 等. 散叶插扦烘烤对两个烤烟品种烟叶品质的影响[J]. 作物研究, 2016, 30(3): 310-315.
- [59] 张一帆, 张秀衢, 钟顺禄, 等. 密集烘烤配套工艺优化技术研究[J]. 现代农业科技, 2011(6): 60-61, 63.
- [60] 张炳辉, 王新旺. 变黄期和定色期不同温湿度组合对翠碧一号烟叶质量的影响[J]. 江西农业学报, 2018, 30(3): 88-92.
- [61] 王能如, 徐增汉, 李章海, 等. 变黄末期变黄程度对翠碧一号烤后烟叶香气成分的影响[J]. 湖北农业科学, 2007, 46(2): 268-271.
- [62] 王能如, 徐增汉, 李章海, 等. 变黄末期烟叶变黄和凋萎程度对翠碧1号品种香型的影响[J]. 烟草科技, 2010, 43(5): 51-54.
- [63] 徐增汉, 王能如, 李章海, 等. 烘烤凋萎时机对翠碧1号中部烟叶香气成分的影响[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(5): 558-561.
- [64] 王能如, 徐增汉, 刘领, 等. 定色前期稳温点对翠碧1号烟叶香气成分含量的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(10): 66-69.
- [65] 陈义强, 范志强, 郑湖南, 等. 烘烤关键温度点稳温时间对翠碧1号烟叶质量风格特色的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(16): 3866-3870.
- [66] 闫克玉, 李兴波, 侯雅珍, 等. 河南烤烟(40级)石油醚提取物含量的研究[J]. 郑州轻工业学院学报, 1995, 10(1): 71-75.
- [67] 徐增汉, 王能如, 刘领, 等. 烘烤工艺、成熟度和取样方式对烤烟 CB-1 中部叶石油醚提取物含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(12): 3654-3655, 3703.
- [68] 刘领, 王能如, 徐增汉, 等. 定色前期稳温点对烟叶石油醚提取物和多酚含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(19): 5788-5789.
- [69] 中国农业科学院烟草研究所. 特色烤烟品种翠碧1号密集烘烤工艺: CN201110065154.5[P]. 2011-06-29.
- [70] 徐增汉, 王能如, 李章海, 等. 论烟叶烘烤工艺的灵活应用[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(8): 1446-1448.