

## 栽培措施对烤烟上部叶可用性影响的研究进展

徐雨<sup>1</sup>, 周国荣<sup>2</sup>, 李淮源<sup>1</sup>, 陈建军<sup>1</sup>, 钟光华<sup>2</sup>, 李军业<sup>2</sup>, 何澎<sup>2</sup>, 邓世媛<sup>1\*</sup>

(1. 华南农业大学烟草研究室, 广东广州 510642; 2. 深圳烟草工业有限责任公司, 广东深圳 518109)

**摘要** 从移栽期、施肥、灌溉、种植密度、打顶方式和采收方式等方面对烤烟上部叶可用性的影响进行了综述, 系统探讨了栽培措施对烤烟上部叶可用性的调控效应, 对该领域今后值得进一步关注的问题进行了展望, 并就如何提高烤烟上部叶可用性提出了综合适宜栽培措施的建议。

**关键词** 烤烟; 上部烟叶; 可用性; 栽培措施

**中图分类号** S 572 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)13-0008-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.13.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Research Progress on the Effect of Cultivation Measures on the Usability of Upper Leaves of Flue-cured Tobacco

XU Yu<sup>1</sup>, ZHOU Guo-rong<sup>2</sup>, LI Huai-yuan<sup>1</sup> et al (1. Tobacco Research Department, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642; 2. Shenzhen Tobacco Ind. Co., Shenzhen, Guangdong 518109)

**Abstract** In this paper, the effects of transplanting date, fertilization, irrigation, planting density, topping and harvesting methods on the usability of upper leaves of flue-cured tobacco were summarized. The effects of cultivation measures on the usability of upper leaves of flue-cured tobacco were systematically discussed. The problems that deserve further attention in this field were prospected, and how to improve flue-cured tobacco was also discussed. Suggestions on comprehensive and suitable cultivation measures were put forward for the usability of upper leaves of tobacco.

**Key words** Flue-cured tobacco; Upper leaf; Usability; Cultivation measure

烟叶是卷烟工业的基础, 其质量的好坏直接决定着卷烟制品的品质, “卷烟上水平”需要优质烟叶原料作为保障<sup>[1-2]</sup>。目前, 国内烟厂主要选择数量不多的腰叶作为生产一、二类卷烟的主要原料, 优质烟叶数量不足、等级结构不合理、烟叶资源使用效率低等问题制约了大品牌的发展<sup>[3]</sup>。烤烟上部叶是整株烟产量和质量的重要组成部分, 上部烟叶香气浓郁、劲头足, 有助于提高卷烟产品的烟气浓度、丰富烟香, 弥补低焦油烤烟型卷烟香味不足、风格特征不明显的缺陷, 优质的上部叶在现代混合型卷烟和低焦油烤烟型卷烟配方中发挥着举足轻重的作用<sup>[4-7]</sup>。

为有效解决我国烤烟上部叶可用性偏低的问题, 笔者在国内外学者大量研究的基础上, 较为全面地综述了目前烟叶生产上的栽培技术措施, 如移栽期、施肥、灌溉、种植密度、打顶方式和采收方式等对上部烟叶可用性的影响, 以期为提高我国烤烟上部烟叶可用性提供参考。

## 1 烟叶的可用性

**1.1 烟叶可用性的概念** 随着时代发展, 烟叶的外观质量和内在质量逐渐难以体现实际的使用价值。20世纪70年代初期, Akehurst在CORESTA论坛上率先提出了“可用性”的概念, 他认为可用性即是烟气特征和卷烟效益的综合。20世纪80年代, 有学者提出烟叶的可用性还应加上安全性<sup>[8]</sup>。20世纪90年代末, Hill D.等提出价格也对烟叶的可用性起决定性作用。朱尊权<sup>[1]</sup>则指出, 可用性就是工业上常讲的使

用价值, 可用性高的烟叶能满足卷烟工业的需求, 能适应卷烟加工处理, 能制成优质的受消费者欢迎的卷烟, 安全性好。因此, 烟叶可用性就是某种烟叶在特定厂家特定烟制品中满足其配方需求的程度, 可以用烟叶的质量特征/烟制品要求的质量特征来表达<sup>[8]</sup>。

**1.2 烟叶可用性的发展** 不同的时间、地域, 因经济、社会、文化等综合因素影响, 客户对烟叶可用性的要求也不尽相同。20世纪50、60年代, 人们认为优质烟叶需要满足“黄、鲜、净”的特点, 追求黄烟的比例; 20世纪70、80年代, 上等烟比例高、化学成分协调的烟叶被认为是可用性高的烟叶; 20世纪90年代, 可用性高的烟叶需要成熟度好, 满足低焦油、高香气的要求; 进入21世纪, 烟叶的可用性转变为风格特征、安全性、均质化等的综合要求<sup>[9]</sup>。可用性的概念在不断发展变化<sup>[10]</sup>, 只有按照可用性的发展不断改变栽培策略、收购政策, 才能满足卷烟发展的需要, 实现“卷烟上水平”。

## 2 我国上部烟叶可用性存在的问题

我国烤烟上部叶的可用性整体偏低, 与国外优质烟叶相比, 表现在: ①物理性状方面, 叶片较厚、组织结构致密、颜色偏深、填充性差, 不适应现代卷烟加工; ②化学成分方面, 石油醚提取物含量高, 烟碱、蛋白质、总氮及其他挥发碱含量过高, 糖碱比过低, 内部化学成分不够协调; ③评吸质量方面, 香气质的品质不佳, 有较明显的刺激性<sup>[2, 11-12]</sup>, 诸多因素导致了我国烤烟上部叶可用性较低。

实际生产上, 成熟度不够是上部烟叶可用性低的根本原因。工业企业以外观质量作为收购烟叶的主要参考指标, 残伤要求严格, 受收购政策影响, 烟农为追求收益最大化, 一般在上部烟叶达到正常成熟时就采收烘烤, 这样的烟叶成熟度不够、可用性低, 销路不畅, 导致大量上部烟叶库存积压, 造

**基金项目** 深圳烟草工业有限责任公司科技项目“深圳烟草‘双喜·好日子’品牌导向型新田新圩基地优质烟叶生产技术开发及示范推广”。

**作者简介** 徐雨(1993—), 男, 安徽蚌埠人, 硕士研究生, 研究方向: 烟草栽培与生理生化。\*通信作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事烟草栽培与生理生化研究。

**收稿日期** 2019-01-26

成大量资源浪费和经济损失,更日益加剧烟叶结构矛盾<sup>[2,13-14]</sup>。

### 3 栽培措施对烤烟上部叶可用性的影响

**3.1 移栽期对烤烟上部叶可用性的影响** 适宜的气候条件是生产优质烟叶的基础,移栽期是通过改变烟株不同生育期对应的气候条件,从而使烟株生长发育规律发生变化,进而影响烟叶的产量和品质<sup>[15-18]</sup>。

随着烟苗移栽期的后移,烟株在大田的生育期相对推迟,整个生育期相应缩短<sup>[19]</sup>,会出现烟株增高,其节距、有效叶数、叶片长度以及宽度均有所增大的现象<sup>[20]</sup>。多烟区的试验结果表明,烤后烟叶上部叶单叶重、产量及产值受移栽期的影响最大,随移栽期的推后而降低,而烟叶均价、上等烟比例均随着移栽期的推后表现出先上升后下降的趋势<sup>[19,21-22]</sup>。有研究显示,烤烟除顶叶的还原糖含量不受移栽期的影响,其他部位还原糖和总糖含量均随着移栽期的后移,表现出先升高后降低的趋势,此点与多数烟区的试验结果相似,总体差异显著<sup>[23-25]</sup>。而另有研究指出,烤烟上部烟叶的总糖和还原糖含量随移栽期的后移,呈上升趋势<sup>[26-27]</sup>。随着移栽期的后移,烤烟上部叶烟碱含量呈逐渐降低的趋势<sup>[25]</sup>,上部叶香气质、香气量、浓度、劲头及刺激性呈逐渐降低的趋势<sup>[28-29]</sup>。

适宜的移栽期是生产优质烟叶的基础,移栽过早或过晚,均不利于上部烟叶可用性的提高<sup>[30]</sup>。相关研究结果不尽相同,这可能与烤烟品种、气候条件等因素有关。

**3.2 施肥对烤烟上部叶可用性的影响** 施肥是影响烤烟生长发育及其产质量的重要栽培措施之一,肥料种类以及施肥方式的不同,都会对烤烟上部烟叶的可用性造成影响<sup>[31-32]</sup>。

**3.2.1 氮肥** 氮是对烤烟生长发育和产质量形成影响最大的元素,氮肥的施用量与烟碱及总生物碱和蛋白质的含量直接相关<sup>[13,33-35]</sup>。

不同的氮肥形态对烟叶品质会产生影响,烤烟生长前期喜铵态氮,能促进对  $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  等养分的吸收,后期喜硝态氮,硝态氮肥效快,与优质烤烟速生长快的需氮规律相吻合<sup>[36]</sup>。有研究指出,硝态氮占比为 50%~70% 时,烟叶的综合表现最好<sup>[37-38]</sup>。向鹏华等<sup>[39]</sup> 的研究结果显示,烤烟栽培过程中适当减少施氮量有助于降低上部烟叶的厚度,使烟叶更容易分层落黄,使内在化学成分比例更加协调,同时能显著提高上等和中上等烟比例。邱标仁等<sup>[40]</sup> 的研究结果也表明,在保障烤烟正常生长发育需要的基础上,适当降低氮肥的施用量可以降低上部叶烟碱含量,提高上部烟叶的可用性。

**3.2.2 钾肥** 钾是植物体中许多酶的活化剂,影响着植物的生长和代谢,能促进光合作用的强度,加快碳水化合物的代谢<sup>[41]</sup>。在烤烟栽培过程中,随着钾水平的提高,烟叶在成熟过程中的耐熟性变好,能够促进上部叶片的充分成熟和物质的充分转化,使糖/碱比值适中,最终提高产质量<sup>[42]</sup>。

吴峰等<sup>[43]</sup> 为提高上部烟叶可用性,进行了打顶后叶面喷施含钾肥料试验,结果表明,烤烟打顶后叶面喷施含钾肥

料可提高上部烟叶钾含量和烟叶可用性。赵俊杰等<sup>[44]</sup> 的研究发现,从烟叶移栽 40 d 后开始每 10 d 对上部叶喷施 0.5% 的  $KH_2PO_4$ ,能在一定程度上增强上部叶转化酶和硝酸还原酶的活性,提高烟叶钾含量,色素含量和碳水化合物含量也有不同程度的增加,而含氮化合物含量则降低,化学成分更协调。

**3.2.3 施肥方式与施肥比例** 周泽庆等<sup>[45]</sup> 研究指出,采取 50% 条施与 35% 穴施的方式在移栽时作基肥施入、余 15% 作追肥灌施的施肥方式,烟株生长发育状况良好,调制后上部叶化学成分较协调,外观质量和感官评吸质量较突出,利于提高上部叶可用性。邢云霞等<sup>[46]</sup> 采用前期施足基肥(70% 烟草专用肥),适量追肥(30% 烟草专用肥)(旺长期—圆顶期硝酸钾分 3 次兑水追施)的施肥方式在河南烟区进行了试验,结果表明该施肥方式能够显著提高中、上部烟叶中钾的质量分数,使烟叶糖/碱比、钾/氯比趋于协调,并增加了香气物质的质量分数,显著提高了烟叶产值,上部烟叶可用性得以提高。陈永明等<sup>[47]</sup> 在南雄烟区进行了类似研究,指出前期施足基肥、旺长期追肥时将硝酸钾分次兑水淋施的施肥方法能平衡烟株营养供应,有利于烟株生长发育,有利于上部叶的开片和可用性的提高,提高烟叶的产质量。时向东等<sup>[48]</sup> 研究认为,饼肥、腐植酸与化肥配合施用有利于上部叶开片,能有效降低上部叶片厚度,烟叶的耐熟性强、成熟好、品质优。

综上,合理的施肥方式应结合烟株的生育期和需肥规律,动态调整施肥种类、施肥量和施肥时间。同时,应注重土壤的保育,采用有机肥和化肥配合施用。

**3.3 灌溉对烤烟上部叶可用性的影响** 水对作物生长发育起决定性作用,除了直接参与的生理作用,水还是作物吸收营养元素的媒介<sup>[49]</sup>。烟株在不同的生育时期需水量不尽相同,如果烟株能达到吸水、失水动态平衡,则利于形成良好的产量和品质,反之则会造成不利影响<sup>[50]</sup>。良好的水分条件有利于烤烟的生长,并能促进烤烟对养分的吸收,为其生长发育提供适宜的水肥条件,有利于提高烤烟上部叶的可用性。

罗华杰等<sup>[51]</sup> 以云烟 97 为试验材料,分析了成熟期连续灌溉对烤烟上部叶的影响,结果表明,烟田经连续灌溉后,其上部叶的开片度随成熟度的提高而呈增大趋势,组织结构的疏松度得到改善,叶密度明显减小,与自然排灌下的烟叶相比,连续灌溉的烟叶烟碱含量有所降低,其内在化学成分趋于协调,产质量以及上等烟比例均有不同程度的升高。邱尧等<sup>[52]</sup> 研究发现,在采摘上部叶前进行烟株灌溉,可有效改善上部烟叶的细胞结构,促进上部叶舒展开片,有利于提高上部烟叶的可用性。

烤烟生长后期,根系活力的下降导致吸水变差,灌溉应一定程度上重视生育后期水分供应,利于烟叶化学成分的协调转化,提高上部烟叶可用性。

**3.4 种植密度对烤烟上部叶可用性的影响** 种植密度是作物获得产量和品质的决定因素之一<sup>[49]</sup>,合理的烤烟种植密度能建立起良好的群体结构,协调个体与群体之间的矛盾,

是获得理想产量优质烟叶的基础<sup>[53-55]</sup>。不同的种植密度能形成有差异性的田间小气候,随着种植密度的增大,烟田地温下降,相对湿度上升,光照减弱,风速变小,这些因素能促进各部位烟叶碳氮代谢的协调发展<sup>[50]</sup>。种植密度过小,会造成总有效叶数偏少,单株烟吸收的养分过多,从而引起上部叶偏厚,烟碱偏高。

刘楠楠等<sup>[56]</sup>指出,种植密度是茎围、烟叶烟碱含量、烟叶总糖含量、烟叶还原糖含量和上等烟比例有关参数的主要决定因子,认为种植密度为 16 500 株/hm<sup>2</sup> 时,有利于提高烟叶总产值。郭群召等<sup>[11]</sup>的研究则表明种植密度以行距 110~120 cm、株距 50~55 cm,16 500~18 000 株/hm<sup>2</sup> 适宜。张渝婕等<sup>[54]</sup>报道,种植密度与上部叶中性致香物质含量呈极显著正相关,且当种植密度为 16 500 株/hm<sup>2</sup> 时最佳。向鹏华等<sup>[39]</sup>的研究结果则认为,降低大田种植密度后,虽然使总糖、还原糖的含量趋于协调,但由于单位面积株数减少,导致产值降低,同时烤后烟叶烟碱含量有所升高,钾含量降低,种植密度以 16 500 株/hm<sup>2</sup> 为宜,与前人的研究结果相一致。

**3.5 打顶方式对烤烟上部叶可用性的影响** 打顶是烟草生产上一项特殊且基本的田间栽培措施,可以去除烟株顶端优势,调控烟株营养供应,进而利于中上部叶充分发育和成熟,提高烟叶的品质和产量<sup>[50]</sup>。

不同的打顶方式,会导致不同的效果,完全打顶会导致上部叶营养过剩,烟碱含量高,内部化学成分不协调,香吃味受到影响;但不打顶则导致大量营养物质被果实吸收利用,导致上部烟叶单叶重过轻、产量降低,糖碱比不协调,烟叶可用性低;如果留 18 片有效叶,保留顶端 15 个花苞,既能保证上部叶的产量,又能保证内部化学成分的协调,还可降焦减害、提质增效<sup>[57]</sup>。余志虹等<sup>[58]</sup>研究表明,烟叶中烟碱、淀粉含量随着打顶时间的推迟逐渐降低,初花打顶上部叶上等烟比例显著大于现蕾打顶和扣心打顶。兰金隆等<sup>[59]</sup>针对 K326 的研究结果发现,第 1 朵中心花开放时打顶,烟叶的产量、产值、均价、上等烟比率、烤后橘黄率等经济性指标均最高,且上部烟叶烤后成熟度较好,油分多,烟叶色度较好,总植物碱含量和总氮含量最低,烟叶质感清晰,香气量较足、浓度较高。适当增加留叶数,可明显起到降低上部叶及下部叶烟碱含量的效果<sup>[60]</sup>。刘腾飞等<sup>[61]</sup>的研究结果表明,当留叶数为 20 片时,糖碱比、氮钾比、施木克值更合理,上部叶化学成分更加协调,烟叶质量改善,可用性好。

**3.6 采收方式对烤烟上部叶可用性的影响** 不同的采收方式、采收时间会对鲜烟叶的采收成熟度产生直接影响,而采收成熟度是烤后烟叶成熟度的基础,只有采收成熟度好的鲜烟叶,才能调制出成熟度好、品质高、可用性好的上部烟叶<sup>[14,62]</sup>,但我国烟草生产上普遍存在上部烟叶采收成熟度不够的问题。

与传统的分次采收相比,上部叶一次性采收能改善烟叶物理性状,使内部化学成分趋于协调,感官质量提升,烟叶均价提高,但烟叶产量和产值有所下降<sup>[63]</sup>。江厚龙等<sup>[64]</sup>针对云烟 87 的研究结果表明,常规采烤、一次性采烤和带茎砍烤

相比,上部叶带茎砍烤使烟叶内部化学成分更加协调,主要挥发性香气物质含量增加,上部烟叶可用性提高。余金恒等<sup>[65]</sup>也报道,烟叶烘烤过程中,由于带茎采收茎秆中水分向叶片中转移,带茎采收烟叶水分含量始终高于常规采收和一次性采收,致使烟叶变黄期变长,烟叶内相关酶能较长时间保持活性,进而促进了淀粉、叶绿素等大分子物质的降解和充分转化。汪健等<sup>[66]</sup>针对红花大金元的研究指出,上部 5 片叶带茎 1 次采收能提高上部 5 片叶整体外观质量,提高烟叶的有效产量、上中等烟比例;能降低上部烟叶的烟碱含量,提高烟叶的钾含量,烟叶化学成分趋于协调。

总的来说,一次性采收相较于传统的分次采收,上部烟叶的可用性表现较优,但产量、产值可能会受到一定影响。

#### 4 展望

伴随着国家烟草专卖局“减害降焦”战略的实施,上部烟叶在我国卷烟配方中的重要性得以凸显,也关系着中式卷烟在国际上的优势地位和市场,而当前我国烤烟上部叶的可用性却面临诸多问题。从国内外大量的研究报道来看,因地制宜地选择适宜的栽培技术措施仍然是提高上部烟叶可用性最行之有效的途径。

当然,提高烤烟上部叶可用性是一项系统工程,应综合考虑群体和个体,协调生态、气候等因素,注重各种栽培技术措施的系统组合和配置。同时,可以利用分子育种技术,针对烟草工业青睐的上部烟叶特征,培育能稳定表达的优良烤烟品种;建立能动态、精准探测气象和土壤状况等的精确农业系统,因地、因时、因地地选择相应的栽培措施,调整田间管理方式等;进一步优化改进调制技术,使田间长得好的烟叶能被调制成优质适用的烟叶。生产经验表明,上部叶一次采烤、减量施肥、适当密植等措施,均对提高上部叶可用性有明显作用,但会导致产量、产值下降,在现行收购政策下往往难以施行。因此,烟草工业和商业公司应密切协作,制定以提高上部叶可用性为导向的收购政策,对于可用性高的上部叶提升收购价格,以此提高烟农对上部叶可用性的重视,并引导他们种植出成熟度好、可用性更高的烟叶,实现工业、商业、烟农三赢的局面,从而切实解决烤烟生产中上部叶可用性的问题。

#### 参考文献

- [1] 朱尊权. 烟叶的可用性与卷烟的安全性[J]. 烟草科技, 2000(8): 3-6.
- [2] 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(6): 5-9, 31.
- [3] 朱尊权. 重点品牌的原料保障: 论政策及农、商、工交接收购方式的创新[J]. 烟草科技, 2007(11): 5-7.
- [4] 许自成, 黄平俊, 苏富强, 等. 不同采收方式对烤烟上部叶内在品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(11): 13-17.
- [5] 王智明, 阳显斌, 张骏, 等. 不同采收成熟度及方式对烤烟上部烟叶质量的影响[J]. 现代农业科技, 2013(5): 11-12.
- [6] 田峰, 陈前锋, 单海涛, 等. 移栽期对烤烟农艺性状及经济性状与上部烟叶可用性的影响[J]. 作物研究, 2010, 24(3): 184-186.
- [7] 唐丽, 罗丽琼. 上部烟叶存在的问题及可用性分析[J]. 现代农业科技, 2016(2): 79-81.
- [8] 唐远驹. 关于烟叶的可用性问题[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(1): 1-5.
- [9] HILL D(朱显灵, 张大鸣, 译). 迎接挑战——认识烟叶的质量和可用性[J]. 烟草科技, 1997(1): 34-36.
- [10] 闫克玉, 赵献章. 烟叶分级[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [11] 郭群召, 刘卫群, 陈良存, 等. 降低烤烟上部叶烟碱含量的综合措施

- [J]. 耕作与栽培, 2004(1): 58-59.
- [12] 李章海, 徐晓燕, 季学军, 等. 不同栽培条件对烤烟上部烟叶烟碱和总氮含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(1): 28-30.
- [13] 纪成灿, 王胜雷, 许锡祥. 提高上部叶可用性和降低上部叶比例的农业措施[J]. 中国烟草科学, 2001, 22(4): 19-22.
- [14] 蔡宪杰, 刘茂林, 谢德平, 等. 提高上部烟叶工业可用性技术研究[J]. 烟草科技, 2010(6): 10-17.
- [15] 陈钊, 魏子全, 张骞, 等. 移栽期对烤烟品种龙江 851 生长规律的影响[J]. 现代化农业, 2011(8): 25-28.
- [16] 李文卿, 陈顺辉, 柯玉琴, 等. 不同移栽期对烤烟生长发育及质量风格的影响[J]. 中国烟草学报, 2013, 19(4): 48-54.
- [17] RYU M H, JUNG H J, LEE U C. Growth and chemical properties of oriental tobacco as affected by transplanting time[J]. Journal of the Korean society of tobacco science, 1988, 10(2): 109-116.
- [18] ALAMEDA D, ANTEN N P R, VILLAR R. Soil compaction effects on growth and root traits of tobacco depend on light, water regime and mechanical stress[J]. Soil & tillage research, 2012, 120(2): 121-129.
- [19] 王玮, 张喜峰, 樊万福, 等. 不同移栽期对烤烟生长、氮、钾含量及经济性性状的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(16): 182-186.
- [20] 李迪秦, 龚湛武, 陈一凡, 等. 不同播种移栽期对烤烟产量与品质影响的多指标模糊评价[J]. 核农学报, 2017, 31(11): 2258-2264.
- [21] 张喜峰, 张立新, 高梅, 等. 不同移栽期对陕南烤烟氮钾含量、光合特性及经济性性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(4): 20-24.
- [22] 王寒, 陈建军, 林锐峰, 等. 粤北地区移栽期对烤烟成熟期生理生化指标和经济性状的影响[J]. 中国烟草学报, 2013, 34(6): 71-77.
- [23] 杨园园, 穆文静, 王维超, 等. 不同移栽期对烤烟农艺和经济性状及其质量特色的影响[J]. 河南农业大学学报, 2013, 47(5): 514-522.
- [24] 张学伟, 邵兰军, 程园艺, 等. 不同播期与移栽方式对烤烟生长发育与品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(20): 23-28.
- [25] 朱波, 马君红, 王龙, 等. 不同移栽期对四川省会理县烟叶化学成分和香气成分的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(1): 84-86.
- [26] 高卫锴, 陈杰, 罗慧红, 等. 不同移栽期对烤烟农艺及烟叶质量风格特色的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(33): 48-50, 53.
- [27] 陈永明, 陈建军, 邱妙文. 施氮水平和移栽期对烤烟还原糖及烟碱含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(1): 34-36.
- [28] 赵铭钦, 苏长涛, 姬小明, 等. 不同成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分和中性香气成分的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(3): 146-150.
- [29] 张志高, 李立新, 饶文平, 等. 不同移栽期对烤烟 K326 化学成分及中性香气成分的影响[J]. 江西农业大学学报, 2015, 37(3): 423-428.
- [30] 李慧. 移栽期对烤烟生长及产量、质量的影响[J]. 河南农业, 2002(11): 15.
- [31] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [32] LEGGETT J E, SIMS J L, GOSSETT D R, et al. Potassium and magnesium nutrition effects on yield and chemical composition of burley tobacco leaves and smoke[J]. Canadian journal of plant science, 1977, 57(1): 159-166.
- [33] MARCHETTI R, CASTELLI F, CONTILLO R. Nitrogen requirements for flue-cured tobacco[J]. Agronomy journal, 2006, 98(3): 666-674.
- [34] 苏帆, 付利波, 陈华, 等. 应用<sup>15</sup>N 研究烤烟对饼肥氮素的吸收利用规律[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(2): 335-339.
- [35] 刘青丽, 张云贵, 焦永鸽, 等. 西南烟区氮素供应与烤烟氮素吸收的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(3): 757-764.
- [36] 王少先, 彭克勤, 夏石头, 等. 烟草碳、氮代谢及氮肥施用对烟草产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20(2): 135.
- [37] 马兴华, 徐经年, 祖朝龙, 等. 氮肥形态配比对烤烟中性致香成分含量及产质量的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(17): 44-48.
- [38] 杨宇虹, 杨硕媛, 崔国明, 等. 不同形态氮素配比对地膜烟的生长及烟叶品质和产量影响[J]. 云南农业大学学报, 1999, 14(3): 245-249.
- [39] 向鹏华, 黄银章, 单雪华, 等. 不同施氮量和种植密度对烤烟上部烟叶质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2018(1): 18-20, 24.
- [40] 邱标仁, 周冀衡, 郑开强, 等. 施氮量对烤烟产质量和烟碱含量的影响[J]. 烟草科技, 2003(11): 41-43.
- [41] 杜艳娣. 施用钾肥是发展高效农业的一项重要举措[J]. 现代农业, 2017(7): 36-37.
- [42] 谭军, 蒋美红, 李卓璘, 等. 钾素对烤烟产质量影响及提钾措施的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(6): 44-47.
- [43] 吴峰, 徐文兵, 邓小华, 等. 叶面喷施含钾肥料对上部烟叶质量的影响[J]. 作物研究, 2017, 31(6): 691-694.
- [44] 赵俊杰, 张峻, 高立洪, 等. 喷施钾肥对烤烟上部成熟中叶片生理特性及化学成分的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(7): 316-318.
- [45] 周泽庆, 王伟, 赵小青, 等. 不同施氮量和施用方法对烤烟上部叶质量的影响[J]. 农产品加工, 2013(8): 94-97.
- [46] 邢云霞, 王蒙, 刘世亮, 等. 氮钾肥施用方法对烤烟品质及经济效益的影响[J]. 中国水土保持科学, 2014, 12(6): 90-96.
- [47] 陈永明, 柯油松, 邱妙文, 等. 不同施肥方法对南雄烟区烤烟生长及产质量的影响[J]. 广东农业科学, 2007(3): 19-22.
- [48] 时向东, 刘国顺, 袁秀云, 等. 不同肥料对烤烟叶片组织结构的影响[J]. 河南农业大学学报, 1998, 32(S1): 101-104.
- [49] 官春云. 现代作物栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [50] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.
- [51] 罗华杰, 周冀衡, 徐文军, 等. 成熟期连续灌溉对上部烟叶物理特性及内在品质的影响[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2012, 41(4): 449-453.
- [52] 邱尧, 周冀衡, 徐文军, 等. 灌溉方式对成熟上部烟叶物理性状的影响[J]. 作物研究, 2011, 25(4): 323-326.
- [53] 林洪, 罗琳, 娄伟, 等. 凉山烟区浓香型烟叶关键栽培技术研究[J]. 中国农业信息, 2013(9): 95.
- [54] 张渝婕, 赵铭钦, 贺凡, 等. 密度和氮用量对烤烟上部叶中性致香物质和感官质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(6): 37-42.
- [55] 上官克攀, 杨虹琦, 罗桂森, 等. 种植密度对烤烟生长和烟碱含量的影响[J]. 烟草科技, 2003(8): 42-45.
- [56] 刘楠楠, 孙敬钊, 皮本阳, 等. 种植密度和施氮量互作对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(19): 124-127.
- [57] 郭东海, 朱列书, 宋正熊, 等. 不同打顶方式对烤烟上部叶化学成分的影响[J]. 江西农业学报, 2014, 26(4): 83-85.
- [58] 余志虹, 陈建军, 林锐峰, 等. 不同打顶方式对烤烟农艺性状及上部叶可用性的影响[J]. 华南农业大学学报, 2012, 33(4): 429-433.
- [59] 兰金隆, 蓝周煊, 赖泉荣, 等. 不同打顶时期和驳枝方法对烤烟品种‘K326’上部叶可用性影响[J]. 中国农学通报, 2012, 28(22): 265-271.
- [60] 黄敏. 种植密度、施氮量及留叶数对烤烟新品种云烟 99 的影响[D]. 昆明: 云南农业大学, 2017.
- [61] 刘腾飞, 谢立磊, 孙曙光, 等. 种植密度、施钾期及留叶数对烤烟上部叶质量的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2011, 26(S2): 88-93.
- [62] 陈刚, 周清明, 杨娣弟, 等. 采收方式和成熟度对上部烟叶细胞结构及品质的影响[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(5): 34-39.
- [63] 高卫锴, 史宏志, 刘国顺, 等. 上部叶采收方式对烤烟理化和经济性性状的影响[J]. 烟草科技, 2010(9): 57-60.
- [64] 江厚龙, 谢会川, 杨通华, 等. 不同采收方式与烤烟上部叶品质的关系[J]. 中国农学通报, 2012, 28(34): 161-165.
- [65] 余金恒, 代丽, 刘霞, 等. 采收方式对烤烟上部叶烘烤过程生理特性及品质的影响[J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(2): 210-215.
- [66] 汪健, 杨云高, 王松峰, 等. 烤烟红花大金元上部叶采收方式研究[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(2): 15-19.