

高华军, 李龙科, 林北森, 等. 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶品质和茄衣产出率的影响[J]. 江苏农业学报, 2025, 41(11): 2232-2241.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2025.11.016

# 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶品质和茄衣产出率的影响

高华军<sup>1</sup>, 李龙科<sup>2</sup>, 林北森<sup>1</sup>, 郭栋<sup>1</sup>, 蔡斌<sup>1</sup>, 颜统晶<sup>1</sup>, 贺远<sup>2</sup>, 耿召良<sup>1</sup>

(1. 中国烟草总公司海南省公司海口雪茄研究所, 海南 海口 571100; 2. 郑州轻工业大学烟草科学与工程学院, 河南 郑州 450000)

**摘要:** 为探明不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶品质和茄衣产出率的影响, 设置全生育期不遮阴(对照, Y1)、移栽后第 28 d 烟株顶部遮阴(Y2)、移栽后第 28 d 烟株四周全遮阴(Y3)3 个处理, 测量雪茄烟采收时各叶位叶片形态、发酵后烟叶理化指标与燃烧性指标, 并计算茄衣产出率。结果表明, Y2 处理、Y3 处理采收时各叶位整体上叶片长度增加、叶片厚度减小。Y2 处理、Y3 处理发酵后烟叶拉力增大, 以 Y3 处理最高, 中上部叶位 Y2 处理、Y3 处理烟叶叶质重显著下降, Y2 处理、Y3 处理烟叶化学成分较为适宜, 整体上 Y3 处理钾含量较高, Y2 处理钙含量增加, 其中第 1~7 叶位 Y3 处理钾氯比较高, 且 Y3 处理第 1~11 叶位烟叶燃烧后灰分灰度值最高。各处理茄衣产出率为 Y3 处理>Y2 处理>Y1 处理, Y2 处理、Y3 处理对提高 12~14 叶位茄衣产出率有较好促进作用。因此, 海南茄衣烟叶生产上以移栽后第 28 d 开始全遮阴为好。本研究结果为雪茄烟茄衣烟叶精准生产提供了理论依据。

**关键词:** 雪茄; 遮阴; 叶位; 品质; 茄衣产出率

**中图分类号:** TS453; S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2025)11-2232-10

## Effects of different shading treatments on leaf quality and output rate of wrappers of cigar tobacco at different leaf positions

GAO Huajun<sup>1</sup>, LI Longke<sup>2</sup>, LIN Beisen<sup>1</sup>, GUO Dong<sup>1</sup>, CAI Bin<sup>1</sup>, YAN Tongjing<sup>1</sup>, HE Yuan<sup>2</sup>, GENG Zhaoliang<sup>1</sup>

(1. Haikou Cigar Research Institute, Hainan Provincial Branch of China National Tobacco Corporation, Haikou 571100, China; 2. College of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450000, China)

**Abstract:** In order to study the effects of different shading treatments on leaf quality and output rate of wrappers of cigar tobacco at different leaf positions, three treatments were set up: no shading in the whole growing period (CK, Y1), shading at the top of the tobacco plant on the 28th day after transplantation (Y2), and full shading around the tobacco plant on the 28th day after transplantation (Y3). The leaf morphology at each leaf position of cigar tobacco were measured during harvest, the physicochemical and combustibility indicators of fermented tobacco leaves were measured, and the output rate of wrapper tobacco leaves were calculated. The results showed that the leaf length of each leaf position increased overall and the leaf thickness decreased in Y2 and Y3 treat-

ments. The pull of Y2 and Y3 treatments increased, with the Y3 treatment having the highest pull. The leaf special weights of middle and upper leaf positions of Y2 and Y3 treatments were significantly decreased, and the chemical components of tobacco leaves of Y2 and Y3 treatments were more suitable, with increased potassium content in Y3 treatment and increased calcium content in Y2 treatment on the whole. The potassium-

收稿日期: 2025-01-22

基金项目: 中国烟草总公司揭榜挂帅项目[110202201038(XJ-09)];  
中国烟草总公司海南省公司重点科技项目(2020001)

作者简介: 高华军(1981-), 男, 河南淇县人, 高级农艺师, 主要从事烟草栽培生理研究。(E-mail) gaohuajun\_81@163.com

通讯作者: 贺远, (E-mail) heyuan818@163.com; 耿召良, (E-mail) zhaolianggeng1104@126.com

chloride ratios of leaf positions one to seven of Y3 treatment were higher, and the ash gray values of leaf positions one to eleven after combustion were the highest. The order of output rate of wrapper tobacco leaves for each treatment was  $Y3>Y2>Y1$ , and Y2 and Y3 treatments had good promoting effects on increasing output rate of wrapper leaves at leaf positions 12 to 14. Therefore, it is better to start full shading treatment from the 28th day after transplanting in the production of Hainan wrapper tobacco leaves. This study provides a theoretical reference for the precise production of cigar wrapper tobacco leaves.

**Key words:** cigar; shading treatment; leaf positions; quality; output rate of wrappers of tobacco

近年来,中国雪茄烟叶生产规模逐渐增大,但国内产区茄衣烟叶尚不能较好地满足工业要求,优质原料缺口较大<sup>[1-2]</sup>。茄衣作为一支雪茄的重要组成部分,是评判雪茄烟质量的重要指标,茄衣对雪茄烟起到保护和口感提升作用,这决定了优质茄衣烟叶应具有叶片宽大、叶面完整、颜色均匀、身份较薄等特点<sup>[3-4]</sup>。烟叶在烟株上生长位置的差异使得同一烟株上着生部位不同的烟叶质量有明显差别,其品质与工业可用性具有差异<sup>[5-7]</sup>。张光海等<sup>[8]</sup>研究了不同叶位雪茄烟叶的质量变化,综合外观质量和内在化学成分,将不同叶位的烟叶划分为4个质量不同的叶位组,分别为P1~P3、P4~P10、P11~P14、P15~P16,其中P4~P10主要产出茄衣烟叶和茄套烟叶,P11~P14可少量产出茄衣烟叶。由于不同部位烟叶生长发育时间不一,其组织结构随叶片成熟而变化的程度具有差异,导致不同叶位烟叶厚度出现明显不同<sup>[9]</sup>。为解决叶片身份偏厚及带来的相关问题,生产上往往采取遮阴栽培方式来提高茄衣烟叶产出。研究结果表明,遮阴能直接降低烟株所受光照度,起到田间降温增湿作用,改善雪茄烟的生长环境,同时田间风速得到减缓,有利于保持烟叶的完整性<sup>[10-11]</sup>。遮阴栽培能够影响雪茄烟的形态发育与物质积累,使烟叶叶片长度、叶宽和叶面积增加,叶脉密度、叶片密度与厚度降低,叶片形态、组织结构和平展程度改善,茄衣质量及产出率提升<sup>[12-14]</sup>。晾制后雪茄烟叶厚度较薄、外观与物理特性较好,各项化学成分比例协调,燃烧后灰分的灰色得到改善,优质烟叶比例提高<sup>[15-16]</sup>。

目前,茄衣烟叶的研究重点主要集中在烟株中部的烟叶<sup>[17-18]</sup>,尽管有研究分析了烟株顶部遮阴方式下不同品种各叶位茄衣烟叶产出和品质情况<sup>[8]</sup>,但关于烟株顶部和四周全遮阴方式及不遮阴条件下各叶位烟叶质量及茄衣产出情况尚未见相关报道。烟叶质量评价指标主要包括外观质量、物理特性、化学成分及感官质量4个方面,茄衣烟叶对外观质量、

物理特性的要求比较高<sup>[19]</sup>。当前对烤烟各叶位烟叶质量的系统研究较多,未见有关不同遮阴方式下雪茄烟各叶位烟叶质量特别是物理特性变化的研究。因此,本研究拟以雪茄烟品种海研103为试验材料,研究不同遮阴处理对烟株各叶位烟叶品质和茄衣产出率的影响,以期在不同遮阴方式下提高烟叶质量和茄衣产出率提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点与材料

试验地点位于海南省儋州市中国热带农业科学院海口试验站试验场十二队,供试土壤pH值为6.7,有机质含量为19.5 g/kg,全氮含量为1.54 g/kg,碱解氮含量为51.6 mg/kg,全磷含量为0.78 g/kg,有效磷含量为28.6 mg/kg,全钾含量为34.2 g/kg,速效钾含量为141.7 mg/kg。试验所用雪茄烟品种为海研103,由中国烟草总公司海南省公司提供。试验使用白色高密度聚乙烯遮阴网遮阴,透光率65%。

### 1.2 试验设计

大田试验于2023年1-4月进行,采取随机区组设计。共设3个处理,即全生育期不遮阴(Y1,CK)处理,移栽后第28 d开始顶部遮阴(Y2)处理,移栽后第28 d开始全遮阴(Y3)处理。顶部遮阴处理为烟株顶部覆盖遮阴网进行遮阴,全遮阴处理为烟株顶部和四周覆盖遮阴网进行全封闭遮阴。顶部遮阴网距地面350 cm。每个小区面积133 m<sup>2</sup>,3次重复。试验烟苗采取湿润育苗方式,在2023年1月8日利用移栽器进行膜上移栽,种植规格为行距110 cm、株距35~40 cm。各处理施纯氮180 kg/hm<sup>2</sup>,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1.0:0.9:2.5,其他田间栽培措施按当地雪茄茄衣烟叶栽培技术规范的要求执行。在烟株生长至成熟期并去除底部3张叶片后,每小区选择有代表性的40株烟株标记叶位,以烟株最下端烟叶为第1叶位,自下而上对烟株上烟叶逐片计数,分别标记为1~16叶位。

### 1.3 测定项目及测定方法

1.3.1 烟叶叶片形态指标的测定 烟叶采收前,从每个小区被标记叶位的烟株中选择 10 株,按照《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T 142-2010)<sup>[20]</sup>测定各叶位叶片长度、宽度。同时,使用千分位 30 mm 大测头厚度仪(济南盛泰电子科技有限公司产品)测定叶片的厚度。

1.3.2 茄衣产出率的测定 从每个小区被标记叶位的烟株中选择 30 株,按照 1~4、5~8、9~12、13~16 叶位分 4 次采收,每次采收时标记各叶位挂牌,晾晒和发酵结束后,称量各叶位烟叶单叶重,挑选各等级茄衣烟叶,计算各叶位茄衣烟叶产出率(各叶位茄衣烟叶重量/各叶位烟叶重量×100%)。

1.3.3 烟叶化学成分的测定 统计茄衣产量后,分别参照《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》(YC/T 159-2002)<sup>[21]</sup>、《烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法》(YC/T 160-2002)<sup>[22]</sup>、《烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法》(YC/T 161-2002)<sup>[23]</sup>、《烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法》(YC/T 217-2007)<sup>[24]</sup>、《烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法》(YC/T 162-2011)<sup>[25]</sup>测定烟叶总糖含量、还原糖含量、烟碱含量、总氮含量、钾含量、氯含量,参照《烟草及烟草制品 硫的测定 光度比浊法》(YC/T 284-2009)<sup>[26]</sup>测定烟叶硫含量,采用电感耦合等离子体发射光谱法<sup>[27]</sup>测定烟叶钙含量、镁含量、铁含量。

1.3.4 烟叶物理特性的测定 统计茄衣产量后,每个处理各叶位均抽取 30 张均匀一致的烟叶,参照文献[28-29]的方法测定烟叶叶片厚度、叶质重、含梗率、平衡含水率、拉力。

1.3.5 烟叶燃烧性的测定 取测定烟叶物理特性后的烟叶,对各处理不同叶位的烟叶进行裁条、燃烧,收集燃烧后的灰分,测定灰分的灰度值<sup>[30-31]</sup>。

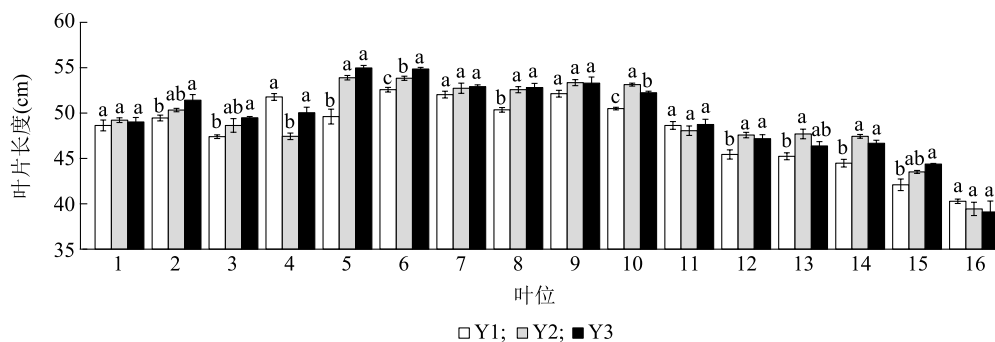
### 1.4 数据处理与分析

使用 Excel 2023 和 R4.4.3 软件进行数据处理和差异显著性分析,采取 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位叶片形态的影响

2.1.1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位叶片长度的影响 由图 1 可知,各处理雪茄烟叶片长度随叶位升高均表现为先增大后减小趋势,各处理第 5~9 叶位叶片长度较大,Y1 处理第 5~9 叶位叶片长度均低于 Y2 处理、Y3 处理,其中,第 5、第 6、第 8 叶位叶片长度差异显著( $P \leq 0.05$ )。各叶位中,第 6 叶位 Y3 处理叶片长度最大,此时 Y3 处理叶片长度较 Y1 处理显著增加 4.37%。各处理不同叶位平均叶片长度表现为 Y3 处理>Y2 处理>Y1 处理,在标记的 16 个叶位中,Y2 处理有 7 个叶位长度较 Y1 处理显著增大,Y3 处理有 9 个叶位长度较 Y1 处理显著增大。



Y1:全生育期不遮阴处理;Y2:移栽后第 28 d 开始顶部遮阴处理;Y3:移栽后第 28 d 开始全遮阴处理。不同小写字母表示同一叶位不同处理间差异显著( $P \leq 0.05$ )。

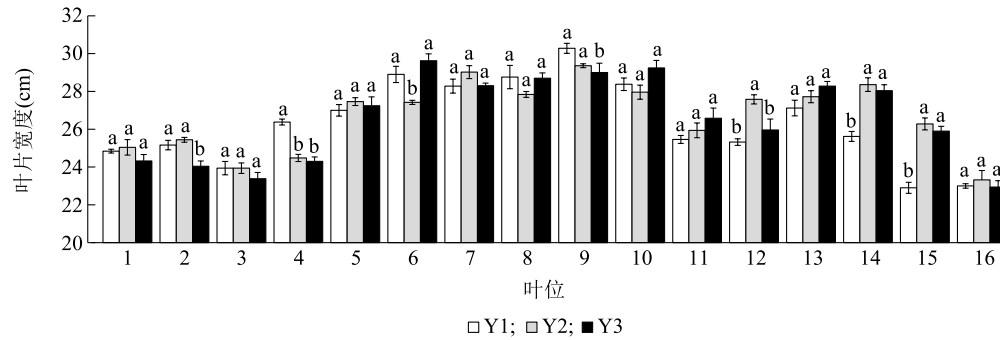
图 1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶叶片长度的影响

Fig.1 Effects of different shading treatments on leaf length of cigar at different leaf positions

2.1.2 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位叶片宽度的影响 由图 2 可知,各处理叶片宽度随叶位升高的变化趋势与叶片长度相似,各处理第 6~10 叶位叶片宽度较大。对比不同遮阴处理,在第 1~10 叶位中,Y2 处

理有 2 个叶位、Y3 处理有 3 个叶位叶片宽度显著低于 Y1 处理( $P \leq 0.05$ ),而在 11~15 叶位,Y2 处理有 3 个叶位叶片宽度显著高于 Y1 处理,Y3 处理有 2 个叶位叶片宽度显著高于 Y1 处理,表明遮阴处理能促进

烟株上部叶位叶片宽度的增加。



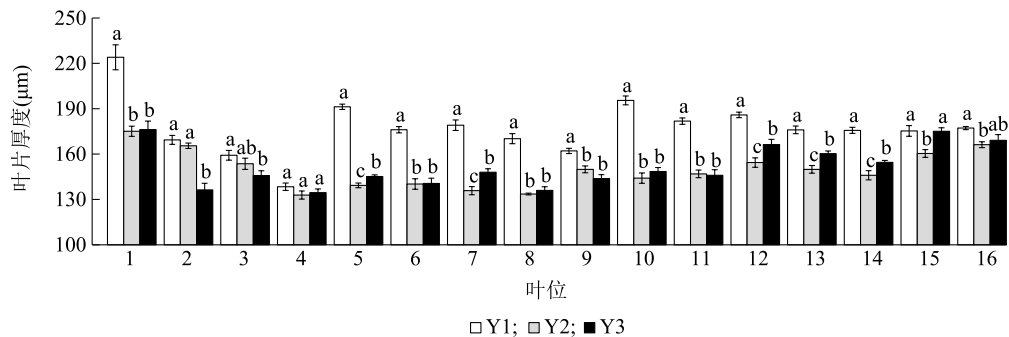
不同小写字母表示同一叶位不同处理间差异显著( $P \leq 0.05$ )。Y1~Y3 见图 1 注。

图 2 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶叶片宽度的影响

Fig.2 Effects of different shading treatments on leaf width of cigar at different leaf positions

2.1.3 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位叶片厚度的影响 由图 3 可知,各处理叶片厚度随叶位升高呈现先下降后上升的趋势,各叶位中第 4 叶位各处理烟叶均最薄。对比不同处理,Y2 处理、Y3 处理各叶位叶片厚度较 Y1 处理分别显著下降 15.63%、

14.49% ( $P \leq 0.05$ ),且 Y2 处理、Y3 处理第 5~14 叶位叶片厚度均较 Y1 处理显著降低 ( $P \leq 0.05$ ),叶片厚度分别平均下降 19.71%、16.98%,Y3 处理第 6~11 叶位中仅第 7 叶位叶片厚度显著高于 Y2 处理,其他叶位二者间无显著差异。



不同小写字母表示同一叶位不同处理间差异显著( $P \leq 0.05$ )。Y1~Y3 见图 1 注。

图 3 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶叶片厚度的影响

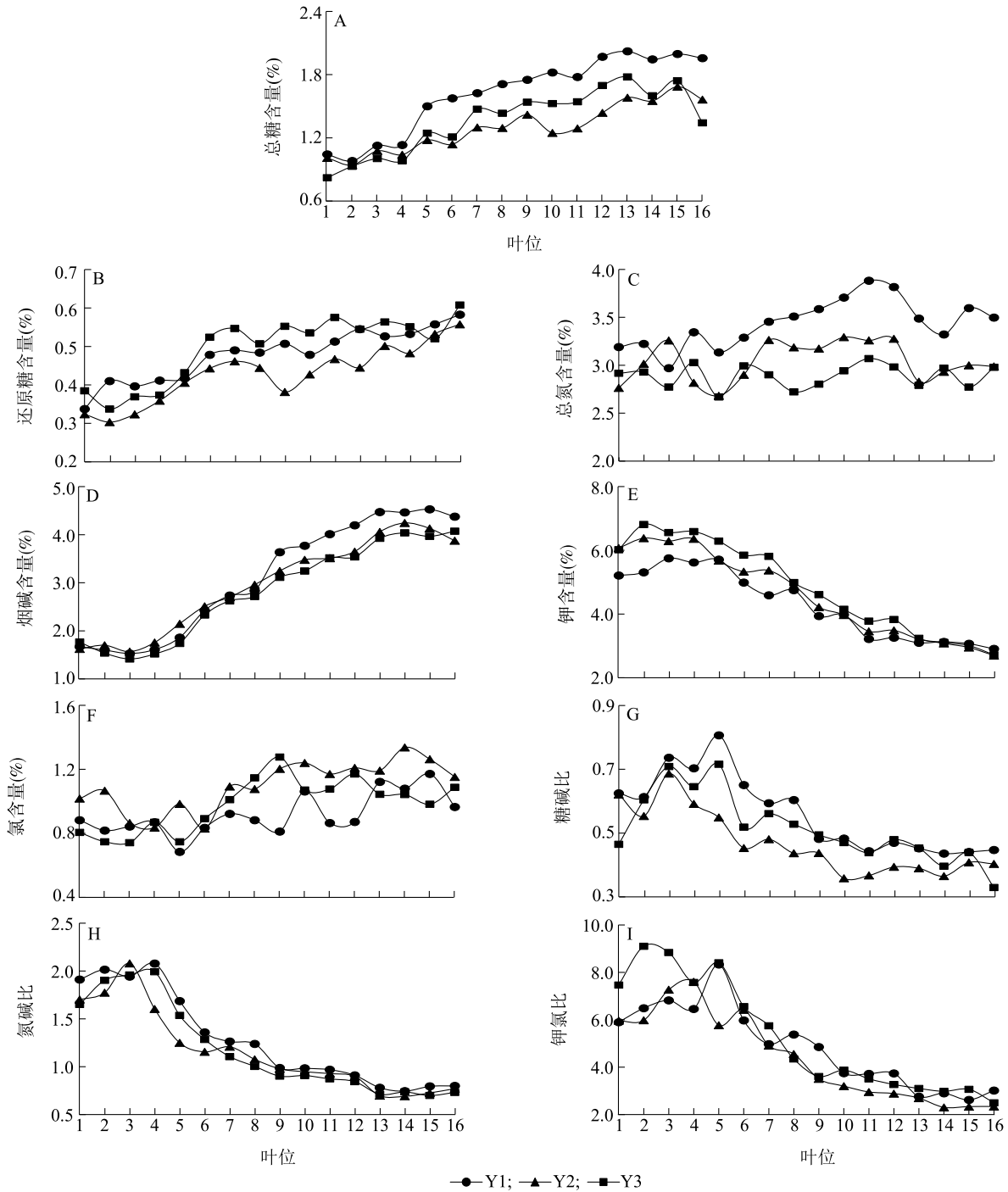
Fig.3 Effects of different shading treatments on leaf thickness of cigar at different leaf positions

## 2.2 不同遮阴处理对雪茄烟发酵后各叶位烟叶品质的影响

2.2.1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶化学成分的影响 由图 4 可知,发酵后雪茄烟烟叶总糖含量、还原糖含量、总氮含量、烟碱含量呈现随叶位升高而增加的趋势,钾含量则相反,氯含量变化不明显。遮阴处理下,各叶位烟叶 Y2 处理、Y3 处理总糖含量、总氮含量整体上均低于 Y1 处理,在第 8 叶位以上 Y2 处理、Y3 处理烟叶烟碱含量低于 Y1 处理,在第 5~15 叶位 Y3 处理总糖含量高于 Y2 处理。在第 6~14 叶位 Y3 处理烟叶还原糖含量整体上高于 Y2 处理和 Y1 处理,在第 2~12 叶位 Y3 处理钾含

量最高。在第 9 叶位以上 Y2 处理烟叶氯含量最高。烟叶糖碱比整体上表现为 Y1 处理>Y3 处理>Y2 处理的趋势,氮碱比整体上以 Y1 处理较高,第 1~7 叶位烟叶钾氯比整体上以 Y3 处理较高。

由图 5 可知,第 1~5、9~16 叶位 Y2 处理、Y3 处理烟叶钙含量均高于 Y1 处理。各处理烟叶镁含量表现随叶位升高先降低后升高趋势,硫含量表现为随叶位升高而增加的趋势,其中 Y2 处理的镁含量整体上较高,硫含量整体上较低。遮阴处理各叶位 Y2 处理、Y3 处理烟叶铁含量均高于 Y1 处理,除第 1 叶位、第 8 叶位外,不同叶位烟叶的铁含量顺序为 Y2 处理>Y3 处理>Y1 处理。



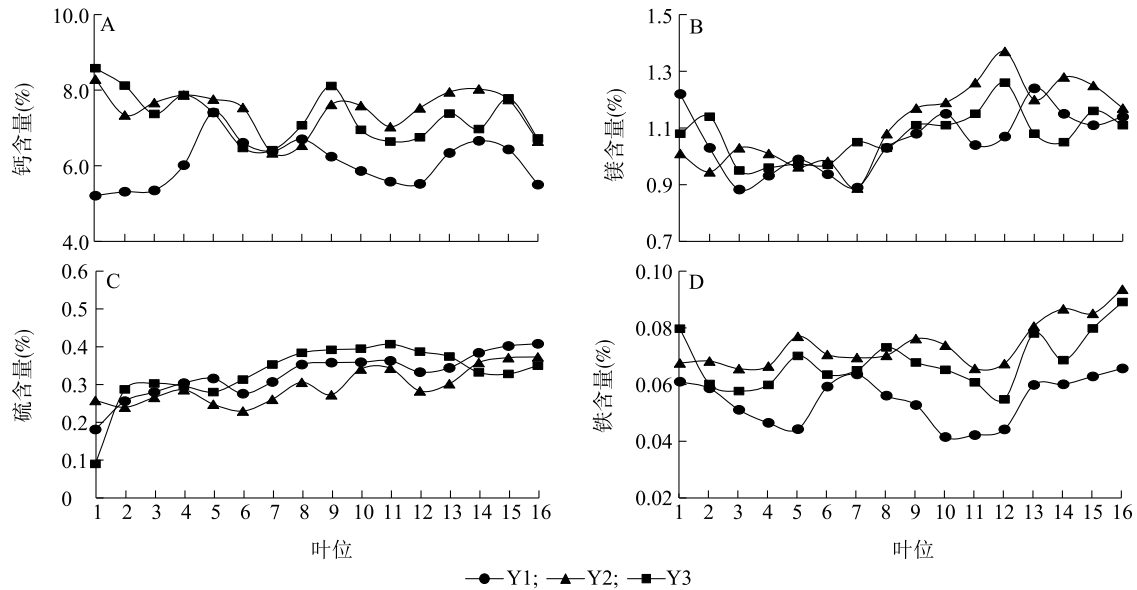
Y1~Y3 见图 1 注。

图 4 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶化学成分的影响

Fig.4 Effects of different shading treatments on chemical components of cigar at different leaf positions

2.2.2 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶物理特性的影响 由表 1 可知,发酵后各处理烟叶叶片厚度均随叶位升高先减小后增大,叶片厚度整体表现为 Y1 处理>Y2 处理>Y3 处理,Y3 处理在 2~16 叶位烟叶叶片厚度均显著低于 Y1 处理( $P \leq 0.05$ )。

烟叶拉力、伸长量、平衡含水率未表现出随叶位变化而明显变化的趋势,其中拉力整体以 Y3 处理最高,第 2、第 4、第 9、第 13、第 14、第 16 叶位烟叶拉力与 Y1 处理差异显著( $P \leq 0.05$ ),其中第 9 叶位烟叶拉力增幅达 138.26%,表明 Y3 处理对各叶位烟叶拉



Y1~Y3 见图 1 注。

图 5 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶钙、镁、硫、铁含量的影响

Fig.5 Effects of different shading treatments on the contents of calcium, magnesium, sulfur, and iron of cigar at different leaf positions

力的改善作用更明显。各处理烟叶含梗率均随叶位升高先上升后下降,各处理间未表现出明显的规律性差异。各处理烟叶叶质重均随叶位升高而先减小后增大,各处理整体表现为 Y1 处理>Y2 处理>Y3 处理,Y2 和 Y3 处理第 6 叶位、第 9 叶位和第 14~16 叶位烟叶叶质重均较 Y1 处理显著下降( $P \leq 0.05$ ),Y3 处理第 1、第 7、第 10、第 11、第 13 叶位也显著低于 Y1 处理。

**2.2.3 不同遮阴处理对雪茄烟发酵后各叶位烟叶燃烧灰分灰度值的影响** 由图 6 可知,发酵后各处理不同叶位烟叶燃烧后灰分灰度值随叶位增高整体呈现先上升后下降的趋势。不同处理间相比,Y3 处理第 1~11 叶位烟叶灰分灰度值均最高,其中以第 6 叶位灰分灰度值最大,分别较 Y1 处理、Y2 处理显著提高 14.49%、11.23%,而 Y2 处理、Y3 处理第 12~16 叶位烟叶灰分灰度值较 Y1 处理下降,其中第 14~16 叶位均差异显著。

### 2.3 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位茄衣产出的影响

**2.3.1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶单叶重的影响** 由图 7 可知,各处理单叶重随叶位升高均呈先上升后下降的趋势,第 6~11 叶位烟叶单叶重明显增加。对比不同处理,Y2 处理、Y3 处理各叶位烟叶平均单叶重分别较 Y1 处理显著下降 12.79%、13.96%( $P \leq 0.05$ ),第 1~13 叶位单叶重低于 Y1 处理,且第 4、第 6~9、第 11、第 12 叶位单叶重均显著

低于 Y1 处理( $P \leq 0.05$ )。

**2.3.2 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位茄衣产出率的影响** 由图 8 可知,各处理茄衣产出率随叶位的增高呈现先上升后下降的趋势,第 15~16 叶位无茄衣产出,第 6、第 7 叶位茄衣产出率最高,Y1 处理、Y2 处理、Y3 处理茄衣产出率比值分别为 1.00 : 1.49 : 1.83、1.00 : 1.42 : 1.68。不同遮阴处理相比,茄衣产出率顺序整体为 Y3 处理>Y2 处理>Y1 处理,第 1~13 叶位 Y3 处理茄衣产出率均较 Y1 处理显著提升,且第 5~10 叶位茄衣产出率均在 60% 以上,而 Y1 处理仅有第 6~8 叶位茄衣产出率为 53%~56%。与 Y1 处理相比,2 个遮阴处理第 12~14 叶位茄衣产出率明显提升,但 Y3 处理与 Y2 处理间差异不显著。

## 3 讨论

### 3.1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位叶片形态的影响

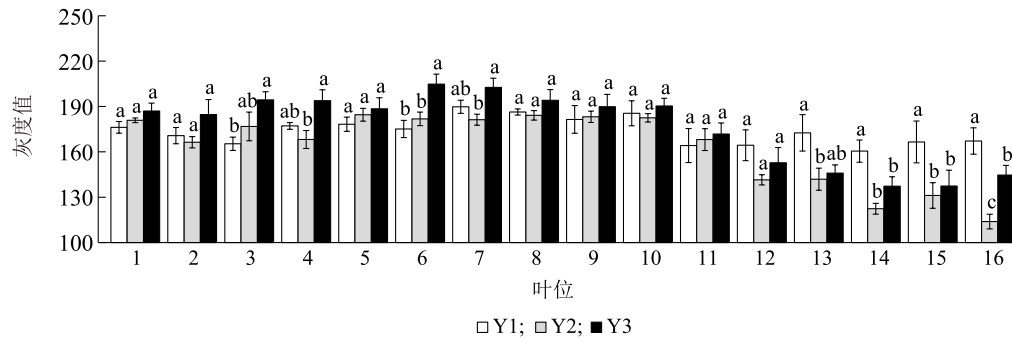
研究结果表明,不同部位的烟叶因生长发育时间和接受光照的不同,随着着生部位的升高,烟叶叶片厚度逐渐增大,叶片长度先增加后降低,且遮阴栽培条件下不同着生部位的烟叶组织结构会发生差异性变化<sup>[8,13]</sup>。本研究发现,随着叶位的升高,各处理烟叶采收时叶片长度和叶片宽度均呈现先增大后减小的趋势,中部及以上部位烟叶的叶片厚度逐渐增加,这与前人的研究结果<sup>[32-33]</sup>一致。本研究中,以

表 1 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶物理特性的影响

Table 1 Effects of different shading treatments on the physical characters of cigar at different leaf positions

叶位	处理	叶片厚度 ( $\mu\text{m}$ )	拉力 (N)	伸长量 (mm)	含梗率 (%)	平衡含水率 (%)	叶质重 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
1	Y1	81.9±2.8a	0.870±0.104a	7.69±1.32a	24.35±0.65b	13.66±0.84b	51.77±2.61a
	Y2	63.6±3.2b	0.820±0.087a	7.72±0.61a	30.15±0.55a	16.73±1.05a	42.00±2.78ab
	Y3	73.1±4.8ab	1.004±0.084a	5.57±1.06a	26.72±1.09b	17.95±0.15a	36.14±3.08b
2	Y1	69.4±2.6a	0.854±0.052b	9.25±1.23ab	27.18±1.65a	15.93±0.28a	37.93±0.86a
	Y2	73.5±1.7a	0.811±0.109b	12.03±1.05a	27.31±2.03a	15.42±0.22a	36.66±1.13a
	Y3	54.8±2.1b	1.533±0.314a	7.51±0.86b	27.78±1.27a	14.37±0.83a	34.48±1.75a
3	Y1	76.7±2.1a	0.779±0.071a	14.52±1.07a	32.23±0.62a	14.26±0.42a	31.22±0.48a
	Y2	73.0±4.4ab	0.837±0.079a	12.40±1.32a	30.02±0.97a	14.75±0.60a	32.26±2.21a
	Y3	64.5±2.9b	0.860±0.073a	8.80±1.28b	30.21±1.55a	15.53±0.46a	31.69±2.04a
4	Y1	77.4±4.2a	0.671±0.069b	10.07±0.76ab	28.97±1.79a	13.89±0.95a	33.41±1.83a
	Y2	64.8±3.9b	1.032±0.048a	12.58±0.94a	27.65±1.34a	13.75±0.90a	29.69±1.47a
	Y3	63.1±2.4b	1.039±0.067a	9.67±0.85b	29.97±2.30a	16.04±1.18a	32.23±0.64a
5	Y1	76.5±5.1a	0.816±0.081a	10.29±1.40a	38.91±1.00a	13.66±0.28b	31.90±1.52a
	Y2	52.4±1.3b	0.897±0.064a	11.38±1.81a	31.05±1.92b	12.80±0.99b	30.42±0.16a
	Y3	53.7±3.4b	1.019±0.073a	9.48±0.81a	30.80±1.33b	17.22±0.55a	30.92±0.72a
6	Y1	70.1±3.9a	0.923±0.082a	6.65±0.89ab	37.25±0.83a	10.81±0.52c	34.81±0.68a
	Y2	50.8±2.8b	0.884±0.127a	7.69±0.66a	26.76±0.86c	13.19±0.38b	26.35±1.12b
	Y3	45.1±2.0b	1.126±0.149a	4.88±0.82b	32.56±1.97b	18.62±0.23a	24.90±1.33b
7	Y1	78.2±4.1a	0.721±0.068a	9.14±1.45a	31.42±1.31a	15.05±0.76b	38.30±2.06a
	Y2	49.1±2.6b	0.804±0.127a	8.40±0.94a	32.28±2.38a	19.10±0.31a	31.87±1.98ab
	Y3	47.5±1.8b	1.067±0.226a	6.86±0.77a	34.15±1.49a	17.48±1.16ab	26.32±1.73b
8	Y1	58.8±2.9a	0.798±0.095a	8.34±0.63b	35.05±0.18a	14.30±0.49b	28.76±2.05a
	Y2	52.7±2.3a	0.863±0.108a	12.75±0.87a	29.52±0.77c	15.96±0.27a	32.41±1.20a
	Y3	43.2±1.5b	1.321±0.251a	8.32±0.83b	32.16±0.63b	13.58±0.26b	30.85±0.63a
9	Y1	70.3±3.5a	0.677±0.094b	13.96±1.32a	28.84±1.59a	16.10±1.27a	35.24±0.43a
	Y2	47.7±1.9b	0.819±0.062b	12.80±1.44a	31.57±0.73a	17.40±1.17a	30.49±0.68b
	Y3	47.8±2.0b	1.613±0.258a	7.75±1.03b	24.55±0.51b	14.82±1.06a	29.02±1.13b
10	Y1	73.3±2.7a	0.792±0.072a	14.05±1.30a	26.18±1.02a	12.71±0.44c	42.48±2.12a
	Y2	48.4±2.2b	0.817±0.079a	12.41±1.25ab	28.66±0.73a	16.11±0.15b	39.61±0.62a
	Y3	40.4±2.1c	0.807±0.062a	9.95±1.09b	29.57±1.84a	18.57±0.52a	26.62±1.27b
11	Y1	65.2±3.2a	0.775±0.091a	13.39±1.21a	28.46±1.67b	13.64±0.62a	38.36±0.98a
	Y2	47.0±1.8b	0.868±0.059a	14.83±0.78a	34.11±1.26a	13.29±0.53a	38.08±0.94a
	Y3	45.0±1.7b	0.783±0.062a	10.08±0.86b	28.56±1.01b	14.67±0.86a	32.41±0.97b
12	Y1	72.9±1.8a	0.778±0.086a	13.69±1.24a	29.13±1.32a	12.85±0.72b	42.70±1.70a
	Y2	53.1±2.0b	1.040±0.096a	16.26±1.11a	30.55±1.15a	17.86±0.47a	33.15±2.67b
	Y3	54.5±2.4b	0.868±0.066a	11.90±1.20a	27.61±1.25a	15.68±1.02a	38.00±1.11ab
13	Y1	78.2±2.5a	0.646±0.060b	9.16±0.65a	29.73±1.54a	10.59±0.08b	48.97±2.05a
	Y2	76.9±2.2ab	1.018±0.057a	10.49±0.49a	23.98±1.28b	11.89±0.49a	48.22±2.70a
	Y3	68.5±3.4b	0.991±0.074a	11.34±1.32a	32.64±1.26a	11.40±0.13ab	33.70±0.23b
14	Y1	83.4±1.7a	0.698±0.096b	12.64±1.07a	25.67±1.60a	12.72±0.15a	55.44±3.01a
	Y2	60.5±1.3b	0.995±0.060a	13.37±0.60a	24.22±1.70a	13.16±0.48a	36.82±0.61b
	Y3	58.3±3.0b	1.042±0.074a	13.94±0.90a	28.37±1.46a	13.72±0.80a	33.09±1.11b
15	Y1	81.4±5.1a	0.800±0.042a	14.79±1.23a	25.82±0.86a	15.89±0.03a	61.03±5.13a
	Y2	60.2±1.6b	0.992±0.087a	13.59±1.06a	19.18±0.16b	16.90±0.20a	37.21±2.98b
	Y3	57.6±1.7b	0.964±0.164a	13.29±0.82a	24.24±0.48a	17.29±1.15a	45.26±2.61b
16	Y1	75.6±2.4a	0.733±0.062b	12.01±0.61a	21.62±0.26b	14.80±0.85a	70.33±1.41a
	Y2	65.7±1.7b	0.892±0.087b	11.52±1.05a	22.78±1.40ab	14.72±0.50a	51.63±1.38b
	Y3	61.5±1.7b	1.368±0.166a	9.91±0.85a	26.85±1.81a	16.75±0.46a	50.08±2.88b

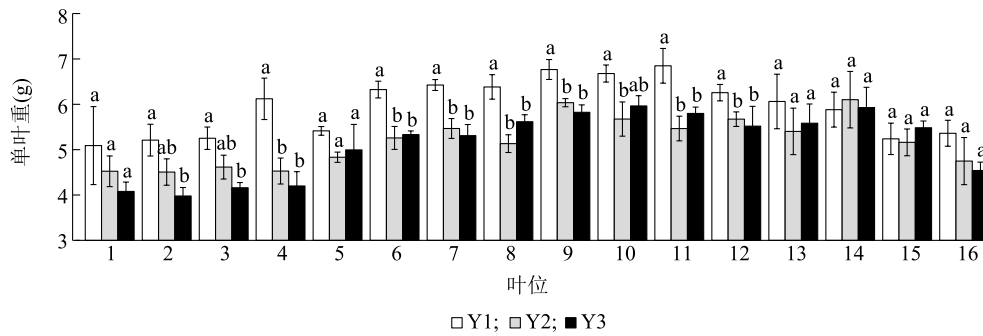
同一叶位数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P \leq 0.05$ )。Y1~Y3 见图 1 注。



不同小写字母表示同一叶位不同处理间差异显著( $P \leq 0.05$ )。Y1~Y3 见图 1 注。

图 6 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶燃烧后灰分灰度值的影响

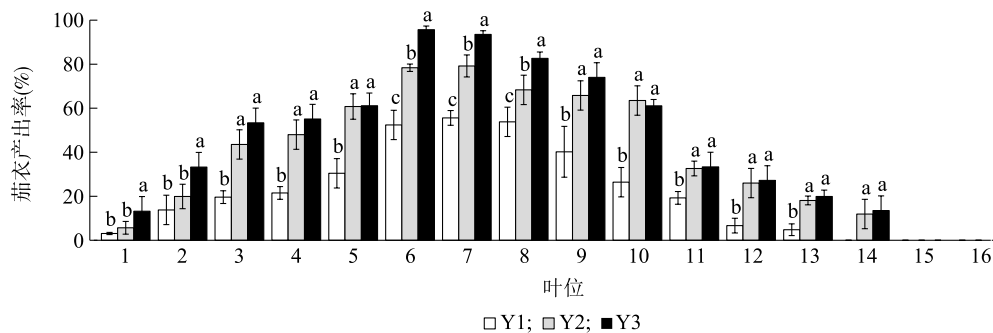
Fig.6 Effects of different shading treatments on ash gray value of cigar leaves after combustion at different leaf positions



不同小写字母表示同一叶位不同处理间差异显著( $P \leq 0.05$ )。Y1~Y3 见图 1 注。

图 7 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶单叶重的影响

Fig.7 Effects of different shading treatments on single leaf weight of cigar at different leaf positions



不同小写字母表示同一叶位不同处理间差异显著( $P \leq 0.05$ )。Y1~Y3 见图 1 注。

图 8 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位茄衣产出率的影响

Fig.8 Effects of different shading treatments on the output rate of wrappers at different leaf positions

全遮阴处理增加叶片长度的效果最为明显,遮阴处理对提高第 14~15 叶位叶片宽度的作用明显,同时,遮阴处理特别是全遮阴处理下烟叶叶片厚度变小,尤其对第 5~14 叶位烟叶的影响更为显著,使这些叶位的烟叶更具备生产出优质茄衣烟叶的潜力,这与遮阴处理能显著降低光照度,使烟株通过形态和生理上的变化适应遮阴有关<sup>[11,34]</sup>。

### 3.2 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位烟叶品质的影响

适宜遮阴处理后雪茄烟烟叶变长、叶宽增大,叶片厚度、拉力等物理指标较好,身份较薄,叶面组织细腻,外观质量较好<sup>[15]</sup>。本研究发现,遮阴处理使发酵后烟叶叶片厚度下降,这符合遮阴处理的田间生长表现,同时叶质重下降,这可能与较低光照度下

叶片 GA<sub>3</sub>(赤霉素)和 Zt(玉米素)等激素含量升高,促进叶片生长,提高捕光面积,降低叶片厚度有关<sup>[14]</sup>。另外,与不遮阴和顶部遮阴处理相比,全遮阴处理能明显提高烟叶拉力,更有利于烟叶原料可用性的提高<sup>[8]</sup>。研究结果表明,随着光照度的提升,烟叶中总糖含量、总氮含量、烟碱含量呈先上升后降低趋势,适度遮阴下烟叶氯含量、钾含量呈上升趋势<sup>[35]</sup>。本研究中,遮阴处理下烟叶的总糖含量、总氮含量与烟碱含量降低,钾含量、氯含量升高,这可能与遮阴改善土壤湿度条件进而促进烟株对土壤中钾的吸收和适度吸收土壤中氯有关。本研究中,由于全遮阴处理 2~12 叶位烟叶钾含量最高,使得其第 1~7 叶位烟叶钾氯比明显提高,这说明全遮阴处理对改善中下部烟叶的钾氯协调性具有较好的促进作用。同时,全遮阴处理中上部烟叶还原糖含量较高,烟叶糖碱比降低,中部叶的氮碱比接近于 1,化学成分较为协调<sup>[35]</sup>。据报道,遮阴栽培下烟叶的钾含量升高,燃烧后灰分的灰度值提升<sup>[11]</sup>。本研究中,遮阴处理第 1~11 叶位烟叶燃烧后灰分的灰度值升高,且全遮阴处理的提升效果较顶部遮阴更明显,但遮阴处理第 12~16 叶位烟叶灰分灰度值较不遮阴处理下降,这可能与这些叶位烟叶中铁含量较高进而影响燃烧有关<sup>[36]</sup>。

### 3.3 不同遮阴处理对雪茄烟各叶位茄衣产出的影响

遮阴通过改善雪茄烟的生长环境,使烟株的生长发育产生改变,发酵后烟叶的外观质量和物理特性指标更符合工业使用需求,从而提高茄衣烟叶产量和茄衣产出率<sup>[12]</sup>。本研究发现,随着叶位的升高,发酵后烟叶单叶重呈先上升后下降趋势,遮阴处理下烟叶单叶重明显下降,但上部烟叶的单叶重仍然较大,有利于上部叶位烟叶产量的形成。本研究中,遮阴处理对第 1~14 叶位的茄衣产出率均有提升作用,其中对提高第 12~14 叶位的烟叶茄衣产出率有明显作用,全遮阴处理能显著提高第 1~14 叶位茄衣产出率,这有益于整株叶片茄衣烟叶的产出。对比不同的遮阴处理可知,全遮阴处理各叶位的综合茄衣产出率较顶部遮阴处理更高,这可能与全遮阴处理下烟田的气候环境(光、温、热)更适宜,同时田间风速减缓,叶片完整性更高有关<sup>[11]</sup>。

### 参考文献:

[1] 闫新甫,王欣,孔劲松,等. 全国近十年晾烟生产及市场变化

分析[J]. 中国烟草科学,2021,42(2):98-104.

- [2] 邓戈戈,时向东. 雪茄茄衣品种生态适应性及栽培技术研究进展[J]. 江西农业学报,2021,33(1):60-66.
- [3] 陈一鑫,肖志鹏,丁松爽,等. 衡阳烟区茄衣烟叶综合评价模型构建及栽培品种评价[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2024,45(2):118-127.
- [4] 王灿,陈一鑫,安然,等. 基于图像几何信息的遮荫条件下茄衣烟叶形态特征分析与叶面积生长模型构建[J]. 南方农业学报,2024,55(8):2419-2430.
- [5] 张志灵,林隆,张炳辉,等. 不同部位烤烟主要化学成分特征及其与感官评吸质量的关系[J]. 江西农业学报,2022,34(6):28-33.
- [6] 郭婷,杨坤,肖文锋,等. 郴州烟区不同叶位烤烟叶片感官质量差异及部位划分[J]. 中国烟草科学,2021,42(1):73-78.
- [7] 刘天择,杨菁,汪旭,等. 不同部位烤烟化学成分及热解产物与加热卷烟感官质量的关系[J]. 中国烟草科学,2023,44(1):77-84.
- [8] 张光海,孔光辉,焦方婵,等. 不同叶位雪茄烟叶质量特征变化趋势分析[J]. 中国烟草科学,2023,44(6):91-99.
- [9] 李玉菲,慕小倩,张立新,等. 不同叶位烟叶厚度差异的解剖学分析[J]. 西南农业学报,2017,30(9):2124-2129.
- [10] 蔡斌,耿召良,高华军,等. 国产雪茄原料生产技术研究现状[J]. 中国烟草学报,2019,25(6):110-119.
- [11] 贺远,李龙科,高华军,等. 遮阴方式和时间对海南雪茄田间小气候、烟叶生长及产质量的影响[J]. 中国烟草学报,2024,30(5):62-73.
- [12] 王硕立,薛子钟,丁松爽,等. 遮荫栽培条件下茄衣烟田微气候特征及其对烟株生长发育和烟叶质量的影响[J]. 南方农业学报,2023,54(8):2218-2227.
- [13] 郭昊,谭荣雷,杨锦鹏,等. 遮荫栽培对雪茄茄衣烟叶叶面均匀性的影响[J]. 中国农业科技导报,2024,26(2):216-225.
- [14] 吴晓颖,高华军,王晓琳,等. 光照强度对雪茄烟叶片组织结构及内源激素含量的影响[J]. 中国烟草科学,2021,42(2):37-42.
- [15] 林智慧,赵云飞,王以慧,等. 遮荫率对福建雪茄茄衣烟生长和晾制后烟叶质量的影响[J]. 中国烟草科学,2023,44(3):92-98.
- [16] 陈泳纬. 不同遮荫强度对雪茄烟叶生理特性及晾制效应的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2023.
- [17] 刘海莹,汪馨文,刘刚,等. 茄衣中上部烟叶采收成熟度研究[J]. 湖北农业科学,2024,63(10):74-80.
- [18] 高云鹏,方松,王以慧,等. 采收成熟度对雪茄烟叶晾制过程中颜色变化的影响[J]. 中国烟草科学,2023,44(4):87-93,102.
- [19] 王荣浩,施友志,李林林,等. 基于组合客观赋权法的进口茄衣质量评价[J]. 中国烟草学报,2022,28(2):138-148.
- [20] 国家烟草专卖局. 烟草农艺性状调查测量方法:YC/T 142-2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [21] 国家烟草专卖局. 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.

- [22] 国家烟草专卖局. 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.
- [23] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法;YC/T 161-2002[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [24] 国家烟草专卖局. 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.
- [25] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法;YC/T 162-2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [26] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 硫的测定 光度比浊法;YC/T 284-2009[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [27] 丁宁,周平,邢云飞,等. 不同产地马杜罗茄衣的质量特征研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2023,51(7):65-73.
- [28] 潘若瑜,唐春平,汤婷,等. 湖南南岭丘陵生态区烤烟物理指标特征及分区研究[J]. 湖南农业科学,2021(11):87-90.
- [29] 吴兴富,焦芳婵,冯智宇,等. 烤烟种质资源物理特性的遗传多样性分析[J]. 烟草科技,2021,54(7):1-10.
- [30] 刘子涵. 不同肥料处理对海南雪茄烟生长及烟叶品质的影响研究[D]. 郑州:郑州轻工业大学,2022.
- [31] 穆林,惠建权,冯亚婕,等. 卷烟烟灰灰度值测定方法的建立及应用[J]. 烟草科技,2018,51(7):67-72.
- [32] 李粉粉. 不同施氮量对鄂西南烤烟生长发育和烟叶品质的影响研究[D]. 郑州:河南农业大学,2024.
- [33] 柳均,汪宏毅,彭龙俊,等. 湖北烟叶厚度特征的研究初探[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2020,35(3):541-545.
- [34] 邢云飞. 不同遮荫水平茄衣烟株生长发育及转录组学、代谢组学研究[D]. 郑州:河南农业大学,2023.
- [35] 陈泳纬,吴永兵,袁华恩,等. 光照强度对雪茄烟叶光合特性、抗氧化特性及品质的影响[J]. 西南农业学报,2023,36(10):2175-2182.
- [36] 孙燕鑫,李子玮,张豪洋,等. 马龙和沾益烟区土壤与烟叶铁元素分布特征及其对烟叶感官质量的影响[J]. 作物杂志,2021(3):140-148.

(责任编辑:陈海霞)