

打顶后喷施 GA₃ 和 BR 对云烟 97 叶片性状的影响

张再刚¹, 汪文杰², 彭东¹, 何欢欢¹, 唐经祥³, 张蕴睿², 徐经年^{3*} (1. 四川省烟草公司凉山州公司, 四川西昌 615000; 2. 安徽省烟草公司池州市公司, 安徽池州 247100; 3. 安徽省农业科学院烟草研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的] 在皖南烟区生态条件下, 探求烤烟品种云烟 97 打顶后赤霉素(GA₃)与油菜素内酯(BR)的适宜施用浓度。[方法] 以烟区常规栽培方式为对照(CK), 常规打顶后立即分别喷施不同浓度 GA₃、BR 及其混配液, 检测并比较叶片生物学性状、主要化学成分及经济性状。[结果] 打顶后喷施 GA₃ 与 BR 对第 6 叶位叶片的各性状无显著影响, 但对第 9、12 叶位叶片有影响, 其中 20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配喷施处理的综合效果更明显: 第 9 叶位叶片叶长、增宽、单叶干重、叶绿素含量、淀粉含量、蛋白质含量分别增加 7.50%、10.31%、6.72%、11.43%、12.33%、5.31%, 第 12 叶位叶片叶长、叶宽、单叶干重、叶绿素含量、淀粉含量、蛋白质含量和产量分别增加 15.70%、7.63%、13.32%、13.23%、17.85%、6.99%、10.57%, 产值虽无显著差异, 但较 CK 增加了 1 302.15 元/hm²。[结论] 打顶后喷施一定浓度 GA₃、BR 及其混配液能不同程度增加烤烟云烟 97 叶片叶长、叶宽、叶绿素含量、淀粉含量、蛋白质含量及单叶干重, 但对成熟度较高的下部叶影响较小, 对处于旺盛生长阶段的上部叶影响较大; 皖南烟区烤烟品种云烟 97 喷施 GA₃ 的效果好于 BR, 20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配喷施效果好于 20 mg/kg GA₃ 与 0.04 mg/kg BR 混配, 综合效果均好于对照, 而 20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配喷施处理表现最优。

关键词 烤烟云烟 97; GA₃ 与 BR; 打顶; 喷施浓度

中图分类号 S572 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)15-0051-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.15.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Spraying GA₃ and BR after Topping on Leaf Characters of Flue-cured Tobacco Yunyan 97

ZHANG Zai-gang¹, WANG Wen-jie², PENG Dong¹ et al (1. Liangshan Tobacco Company Attached to Sichuan Tobacco Company, Xichang, Sichuan 615000; 2. Chizhou Tobacco Company Attached to Anhui Tobacco Company, Chizhou, Anhui 247100)

Abstract [Objective] To screen the suitable spraying concentrations of GA₃ and BR after topping of Yunyan 97 in Southern Anhui. [Method] Taking the conventional cultivation mode as CK, different concentrations of GA₃, Br and their mixtures were sprayed immediately after topping, then the biological characteristics, main chemical components and economic characteristics of the leaves were detected and compared. [Result] Among the treatments, the mixture of 20 mg/kg GA₃ and 0.02 mg/kg BR had significant effects on the 9th and 12th leaves: Compared with CK, the leaf length, leaf width, dry weight of single leaf, chlorophyll content, starch content and protein content increased by 7.50%, 10.31%, 6.72%, 11.43%, 12.33% and 5.31%, respectively. The leaf length, leaf width, dry weight of single leaf, chlorophyll content, starch content and protein content of the 12th leaf increased by 15.70%, 7.63%, 13.32%, 13.23%, 17.85% and 6.99%, respectively. And the yield increased by 10.57%. [Conclusion] The comprehensive effect of spraying the mixture of 20 mg/kg GA₃ and 0.02 mg/kg BR after topping was better than other treatments, which was suitable for the tobacco variety Yunyan 97 in Southern Anhui.

Key words Tobacco variety Yunyan 97; GA₃ and BR; Topping; Spraying concentrations

适宜浓度的赤霉素能促进植物细胞分裂, 延长细胞寿命, 促进营养体生长发育^[1], 油菜素内酯加强叶绿素合成, 提高光合作用, 延缓植物叶片衰老, 对营养体性状有改善作用^[2]。肖遂等^[3]研究表明, GA₃ 能显著提高烤烟品种 K326 叶片的单叶重, 王林等^[4]对烤烟品种中烟 100 的研究表明, GA₃ 对叶片的叶长、叶宽有促进作用; 韩锦峰等^[5]发现, BR 能增加烤烟品种 NC89 单叶重、单叶面积及叶片数, 从而提高烟叶的产量与产值; 徐树德等^[6]、艾复清等^[7]利用 BR 在烤烟品种 K326 上发现了相似的结果; 由此可见, 赤霉素与油菜素内酯在烤烟上的应用新效果明显。但生态区及品种的差异、施用浓度及施用机时的不同使赤霉素与油菜素内酯在不同烟区和烤烟品种上的应用效果差异明显^[8-10]。受皖南烟区 3 月份低温寡照、4 月份倒春寒、6—7 月份高温多雨气候^[11]的影响, 烤烟云烟 97 品种表现出有效叶降低、部位特征明显等^[12]。在皖南烟区的生态条件下, 笔者研究了烤烟品种云烟 97 打顶后 GA₃ 和 BR 的适宜施用浓度。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2017 年在安徽省宣城市杨柳镇黄渡村进行, 试验地前茬为水稻, 土壤类型为壤土, 有机质含量 19.25 g/kg, 碱解氮含量 126.78 mg/kg, 速效磷含量 11.23 mg/kg, 速效钾含量 148.36 mg/kg, 交换性钙含量 1 285.36 mg/kg, 交换性镁含量 252.67 mg/kg, pH 5.37。

1.2 试验材料 试验烤烟品种为云烟 97; 肥料为烟草专用复合肥(N:P₂O₅:K₂O = 9:13.5:22.5)、硝酸钾、硫酸钾及过磷酸钙等, 由烟草公司提供; 90%赤霉素(GA₃)与 24-表油菜素内酯(BR)由安徽省农业科学院烟草研究所实验室提供。

1.3 试验方法 以烟区常规栽培方式为 CK, 常规打顶后立即对整株叶片分别喷施不同浓度 GA₃(赤霉素)、BR(油菜素内酯), 具体处理方法见表 1; 6 个激素处理加 CK 共 7 个处理, 单个处理小区长 8.0 m, 3 行区, 行株距 1.20 m × 0.50 m, 栽烟 48 株, 面积 28.8 m²; 3 次重复, 随机排列设计。其他栽培技术措施按照池州市优质烤烟生产技术方案执行。

每处理取 10 株长势一致烟株, 从下往上挂牌标记第 6、9、12 叶位, 叶片成熟采收时测量其农艺性状, 对挂牌标记叶片中部近中脉两侧打孔取样, 按处理、叶位混合均匀后留测; 打顶时间为 5 月 26 日, 激素喷施时间为 5 月 27 日, 第 6 叶位

基金项目 安徽省烟草公司重点项目(20180551010)。
作者简介 张再刚(1977—), 男, 四川会东人, 农业技术员, 从事烟叶生产管理。* 通信作者, 副研究员, 从事烟草栽培研究。
收稿日期 2019-11-28; 修回日期 2019-12-19

取样时间为6月7日,第9叶位取样时间为6月22日,第12叶位取样时间为7月10日。

表1 不同处理喷施浓度和方式的比较

Table 1 Comparison of the spraying concentrations and modes of different treatments

处理编号 Treatment code	喷施浓度 Spraying concentration//mg/kg		打顶喷施方式 Topping and spraying method
	GA ₃	BR	
D1	20	—	常规打顶,次日清晨现配现喷
D2	40	—	常规打顶,次日清晨现配现喷
D3	—	0.02	常规打顶,次日清晨现配现喷
D4	—	0.04	常规打顶,次日清晨现配现喷
D5	20	0.02	常规打顶,次日清晨现配现喷
D6	20	0.04	常规打顶,次日清晨现配现喷
CK	0	0	常规打顶

1.4 测定方法

1.4.1 烟叶农艺性状。根据行业标准测量第6、9、12叶位叶片的农艺性状^[13]。

1.4.2 烟叶经济性状。烤后烟叶按国标^[14]进行分级,按小区分别计算产量,按当年烟叶收购价格计算产值。

1.4.3 烟叶化学成分。测定第6、9、12叶位叶片留测样的叶绿素^[15]、蛋白质^[16]及淀粉含量^[17]。

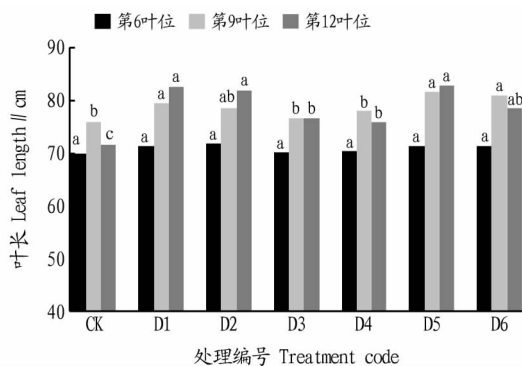
1.5 数据分析 采用 Excel 2007 和 DPS 7.0 软件进行数据处理和方差分析,采用 LSD 法进行处理间差异的显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同处理对第6、9、12叶位叶片生物学性状的影响

2.1.1 对叶长性状的影响。由图1可知,打顶后喷施 GA₃ 与 BR 能增加第9、12叶位叶长,但对第6叶位叶长影响不显著。D1处理(喷施20 mg/kg GA₃)、D5处理(喷施20 mg/kg GA₃与0.02 mg/kg BR混合液)、D6处理(喷施20 mg/kg GA₃与0.04 mg/kg BR混合液)显著增加第9叶位叶长,叶长较CK分别增加4.57%、7.50%、6.61%;D1、D2处理(喷施40 mg/kg GA₃)、D5处理显著增加第12叶位叶长,叶长较CK分别增加15.53%、14.34%、15.70%;单独喷施BR的处理(D3、D4处理)对第9叶位叶长无明显影响,对第12叶位叶长有明显促进作用,较CK叶长增加幅度为6.18%~7.10%;单独喷施BR对叶长促进效果较单独喷施GA₃(D1、D2处理)及GA₃与BR混配的处理(D5、D6处理)差。由此可见,打顶后喷施20 mg/kg GA₃或20 mg/kg GA₃与BR(0.02或0.04 mg/kg)混配液处理对第9、12叶位叶长有较明显的促进作用。

2.1.2 对叶宽性状的影响。由图2可知,打顶后喷施 GA₃ 与 BR 对第9、12叶位叶宽有影响,对第6叶位叶宽影响不显著。D1、D5处理显著增加第9叶位叶宽,相较CK叶宽分别增加8.08%、10.31%,D1、D2、D5处理显著增加第12叶位叶宽,较CK叶宽分别增加8.77%、7.97%、7.63%,单独喷施BR的处理对第9、12叶位叶宽无明显影响;单独喷施BR对叶宽促进效果较单独喷施GA₃及GA₃与BR混配液差。由



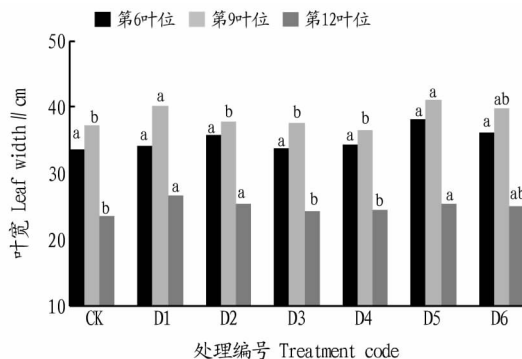
注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图1 不同处理对第6、9、12叶位叶长性状的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on the leaf length of the 6th, 9th and 12th leaf positions

此可见,打顶后喷施20 mg/kg GA₃或20 mg/kg GA₃与0.02 mg/kg BR混配液处理对第9、12叶位叶片的叶宽均有较明显的促进作用。



注:不同小写字母表示在0.05水平差异显著

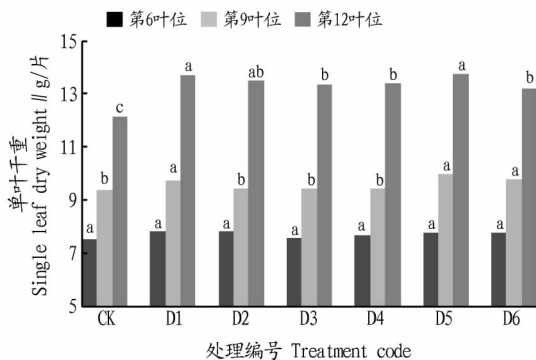
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图2 不同处理对第6、9、12叶位叶宽的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on the leaf width of the 6th, 9th and 12th leaf positions

2.1.3 对烤后单叶干重性状的影响。由图3可知,打顶后喷施 GA₃ 与 BR 的6个处理的第12叶位烤后单叶干重均显著增加,较CK增加幅度为8.92%~13.32%;D1、D5、D6处理的第9叶位烤后单叶干重均显著增加,较CK单叶干重分别增加3.98%、6.72%、4.64%;单独喷施BR对第9叶位烤后单叶干重无明显影响,对烤后单叶干重总体促进效果较单独喷施GA₃及GA₃与BR混配液的处理差。由此可见,打顶后喷施GA₃与BR可显著促进第12叶位烤后单叶干重积累,喷施20 mg/kg GA₃或20 mg/kg GA₃与0.02 mg/kg BR混配液处理对第9、12叶位烤后单叶干重积累都有较明显的促进作用。

2.2 不同处理对第6、9、12叶位叶绿素含量的影响 由图4可知,打顶后喷施 GA₃ 与 BR 对第6叶位叶片叶绿素含量无明显影响,但对第9、12叶位叶片叶绿素含量有影响。D1、



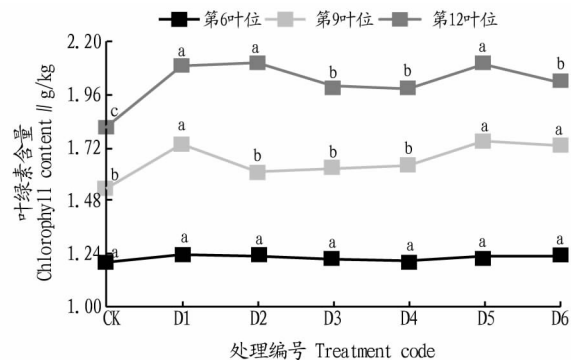
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 3 不同处理对第 6、9、12 叶位烤后单叶干重的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on the single leaf dry weight of the 6th, 9th and 12th leaf positions

D5、D6 处理显著提升了第 9 叶位叶片叶绿素含量,较 CK 叶片叶绿素含量增加 10.27%~11.43%;所有处理均显著提升了第 12 叶位叶片叶绿素含量,较 CK 叶片叶绿素含量增加 8.00%~13.57%,其中 D1、D2、D5 处理对第 12 叶位叶片叶绿素含量促进作用显著超过其他处理,分别较 CK 增加 12.89%、13.57%、13.23%。由此可见,打顶后喷施 20 mg/kg GA₃ 或 20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配液对第 9、12 叶位叶片叶绿素含量增加有显著促进作用。



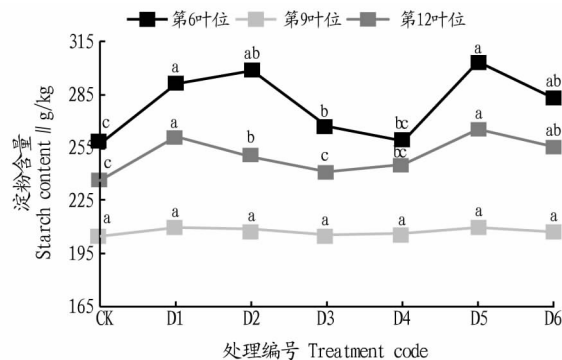
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 4 不同处理对第 6、9、12 叶位叶片叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effects of different treatments on the leaf chlorophyll content of the 6th, 9th and 12th leaf positions

2.3 不同处理对第 6、9、12 叶位淀粉含量的影响 由图 5 可知,打顶后喷施 GA₃ 及喷施 GA₃ 与 BR 混配液的 4 个处理的第 9、12 叶位叶片淀粉含量显著增加,与 CK 相比,第 9 叶位叶片淀粉含量增加幅度 5.67%~12.33%,第 12 叶位叶片淀粉含量增加幅度 9.74%~17.85%,其中打顶后喷施 20 mg/kg GA₃ 或 20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配液处理对第 9、12 叶位叶片淀粉含量影响较明显,与 CK 相比,第 9 叶位叶片淀粉含量分别增加 10.43%、12.23%,第 12 叶位叶片淀粉含量分别增加 17.85%、13.02%。



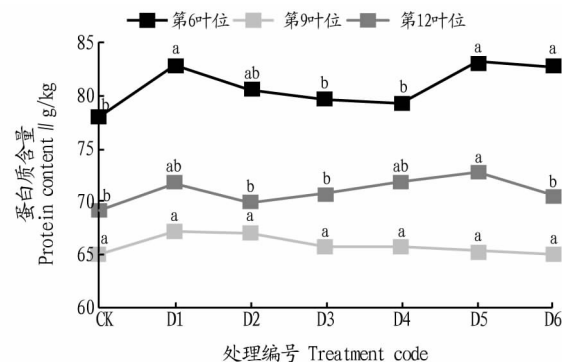
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 5 不同处理对第 6、9 及 12 叶位叶片淀粉含量的影响

Fig. 5 Effects of different treatments on the leaf starch contents of the 6th, 9th and 12th leaf positions

2.4 不同处理对第 6、9、12 叶位蛋白质含量的影响 由图 6 可知,打顶后喷施 20 mg/kg GA₃ 显著提升了第 9 叶位叶片蛋白质含量,较 CK 蛋白质含量增加 5.31%,打顶后喷施 20 mg/kg GA₃ 处理或 20 mg/kg GA₃ 与 BR 混配液 3 个处理显著提升了第 12 叶位叶片蛋白质含量,相较 CK 蛋白质含量增加 6.08%~6.99%。由此可见,打顶后喷施 20 mg/kg GA₃ 对第 9 叶位叶片蛋白质含量有显著提升作用,喷施 20 mg/kg GA₃ 或 20 mg/kg GA₃ 与 BR 混配液处理对第 12 叶位叶片蛋白质含量有显著提升作用。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level

图 6 不同处理对第 6、9、12 叶位叶片蛋白质含量的影响

Fig. 6 Effects of different treatments on the leaf protein contents of the 6th, 9th and 12th leaf position

2.5 不同处理对经济性状的影响 由表 3 可知,打顶后喷施 GA₃、BR 的部分处理对产量、上等烟比例及均价有影响,但对产值、上中等烟比例无显著影响;D1、D2、D5 处理显著提高了产量,较 CK 产量分别提升 8.06%、6.62%、10.57%,D1、D2、D5、D6 处理上等烟比例和均价显著下降,较 CK 上等烟比例下降 11.71%~18.01%,均价下降 3.93%~7.37%;各处理对产值虽无显著影响,但有不同程度增加,其中 D2、D5、D6 处理产值较 CK 分别增加 1 054.65、1 302.15、1 016.70 元/hm²。

表2 不同处理对烟叶经济性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on the economic characters of tobacco leaves

处理编号 Treatment code	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	上等烟比例 Proportion of the first-class tobaccos//%	上中等烟比例 Proportion of the first-and middle-class tobaccos//%	均价 Average price 元/kg
CK	2 355.30 b	54 180.15 a	52.96 a	91.81 a	23.00 a
D1	2 545.05 a	54 726.75 a	44.23 b	92.81 a	21.50 b
D2	2 511.30 a	55 234.80 a	45.84 b	93.83 a	21.99 b
D3	2 449.65 b	55 065.30 a	50.76 ab	92.93 a	22.48 ab
D4	2 441.10 b	54 554.85 a	53.87 a	93.01 a	22.35 ab
D5	2 604.30 a	55 482.30 a	43.42 b	93.47 a	21.30 b
D6	2 497.95 ab	55 196.85 a	46.76 b	93.61 a	22.10 b

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

3 结论与讨论

烤烟是一种叶用经济作物^[18],从田间采收的新鲜叶片需经初加工(烘烤)后才能形成卷烟企业所需的原料品质。该试验结果显示,打顶后喷施一定浓度 GA₃、BR 及其混配液能不同程度增加烤烟云烟 97 第 6、9、12 叶位叶片的叶长、叶宽、叶绿素含量、淀粉含量以及蛋白质含量,单叶重也有不同程度的增加,这与相关的研究结果相似^[3-7];经济性状中产量性状与生物学性状正相关,但上等烟比例、均价等性状则呈相反的趋势,而各处理产值虽有增加,但与 CK 仍无显著差异,说明叶片的生物学性状与经济产值相关,但不是直接的线性关系,应与烟叶成熟、调制过程中物质转化、致香物质形成、化学成分变化协调有关,因此进行激素调节时,应从生物学性状、内在化学成分协调性及经济性状等方面综合考虑;烟株上叶片自下而上逐渐成熟^[19],打顶时下部叶(如第 6 叶位叶片)已接近成熟,而上部叶(如第 12 叶位叶片)仍处于旺盛生长阶段,从该研究第 6、9、12 叶位来看,随着叶位的升高,叶片生物学性状受到的影响逐渐明显,可见打顶后喷施 GA₃、BR 及其混配液对成熟度较高的下部叶影响较小,而对处于旺盛生长阶段的上部叶影响较大。因此生产上,打顶后仅对中上部处于旺盛生长的叶片进行调节即可,如杜传印等^[20]直接利用赤霉素调节烤烟上部叶可用性。

该研究结果表明,皖南烟区烤烟品种云烟 97 喷施 GA₃ 的效果好于 BR,20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配喷施效果好于 20 mg/kg GA₃ 与 0.04 mg/kg BR 混配,综合效果均优于对照,其中 20 mg/kg GA₃ 与 0.02 mg/kg BR 混配喷施处理表现最优。

参考文献

[1] 潘瑞焜.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2008:176-179.

- [2] 郭奇珍.新型植物激素——油菜素内酯[J].植物生理学通讯,1983(2):7-13.
- [3] 肖遂,周冀衡,何伟,等. GA 施用方式对烤烟主要产质量指标的影响[J].作物研究,2009,23(3):184-187.
- [4] 王林,朱金峰,许自成.烤烟打顶后喷施外源激素对中部烟叶品质的互作效应[J].核农学报,2016,30(12):2411-2417.
- [5] 韩锦峰,张秀梅,齐群纲,等.油菜素内酯对烤烟农艺性状和化学成分的影响初探[J].中国烟草,1987(2):4-6.
- [6] 徐树德,姜尚忠.油菜素内酯 BR₁₁₉ 和 BR₁₂₀ 在烤烟上的应用效果[J].云南农业科技,1991(1):17.
- [7] 艾复清,王锡瑜,肖吉中,等.油菜素内酯对烤烟产量及香气的影响初报[J].贵州农学院学报,1997,16(3):75-76.
- [8] 何海丽.外源物质对临沧云烟 87 烟叶折断率的影响及机制研究[D].昆明:云南大学,2017.
- [9] 扈强,金保锋,郑璞帆,等.外源 GA₃ 和 IAA 对陕南烤烟上部叶品质的影响[J].作物杂志,2016(6):135-141.
- [10] 李健忠,薛立新,朱金峰,等.打顶后喷施油菜素内酯和生长素对烤烟田间生长、碳氮代谢及烟叶品质的影响[J].中国生态农业学报,2015,23(11):1404-1412.
- [11] 安徽省气候中心.年度气候公报[EB/OL].[2019-09-20].http://www.ahqh.org.cn/anhqproduct.
- [12] 薛琳,郭建,王丽萍,等.不同打顶时间和留叶数对云烟 97 产质量的影响[C]//中国烟草学会 2015 年度优秀论文汇编.北京:中国烟草学会,2015:6.
- [13] 申国明,陈爱国,王程栋,等.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.
- [14] 于华堂,冯国祯,王卫康,等.烤烟:GB 2635—1992[S].北京:中国标准出版社,1992.
- [15] 华东师范大学生物系植物生理教研组.植物生理学实验指导[M].北京:人民教育出版社,1980:88-90.
- [16] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Analytical biochemistry, 1976,72:248-254.
- [17] 张威,王颖,李超,等.烟草及烟草制品 淀粉的测定 连续流动法:YC/T 216—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [18] 朱尊权.烟叶的可用性性与卷烟的安全性[J].烟草科技,2000(8):3-6.
- [19] 董建江.烤烟一生技术管理[M].合肥:安徽科学技术出版社,2014:183-186.
- [20] 杜传印,高政绪,夏磊,等.赤霉素对提高烤烟上部叶可用性研究初报[J].浙江农业科学,2019,60(7):1084-1086.