

## 喷施钼对烟叶化学成分的影响

李春光<sup>1</sup>, 陈建中<sup>1</sup>, 刘穗君<sup>1</sup>, 万莹<sup>1</sup>, 王飞<sup>2</sup>, 唐珊<sup>2</sup>, 罗鑫<sup>2</sup>, 蒲进平<sup>2</sup>, 陈剑<sup>2</sup>, 姬鸿飞<sup>2</sup>, 张伟丽<sup>3</sup>, 刘文龙<sup>3</sup>, 景延秋<sup>3</sup>, 曾庆宾<sup>4</sup>, 张月华<sup>1</sup>

(1. 河南中烟工业有限责任公司, 河南 郑州 450016; 2. 四川省烟草公司泸州市公司, 四川 泸州 646000; 3. 河南农业大学, 河南 郑州 450002; 4. 四川省烟草公司攀枝花市公司, 四川 攀枝花 617026)

**摘要:** 探讨了烟草团棵期施用 0.05%、0.10%、0.15% 的浓度钼素对烟叶化学成分的影响, 结果表明, 在团棵期喷施钼肥可以提高还原糖和总糖含量, 降低总氮和烟碱含量, 而且可以使烟叶中氮碱比、糖碱比都有所提高。同时施钼能提高烟叶中性致香物质和降低苯并[ $\alpha$ ]芘含量。

**关键词:** 不同浓度钼; 化学成分; 烟气

**中图分类号:** S572 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0051-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.014

## Effects of Spraying Different Concentrations of Molybdenum in Rosette Stage on Tobacco Leaf Chemical Components

LI Chunguang<sup>1</sup>, CHEN Jianzhong<sup>1</sup>, LIU Suijun<sup>1</sup>, WAN Ying<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>2</sup>, TANG Shan<sup>2</sup>, LUO Xin<sup>2</sup>, PU Jinping<sup>2</sup>, CHEN Jian<sup>2</sup>, JI Hongfei<sup>2</sup>, ZHANG Weili<sup>3</sup>, LIU Wenlong<sup>3</sup>, JING Yanqiu<sup>3</sup>, ZENG Qingbin<sup>4</sup>, ZHANG Yuehua<sup>1</sup>

(1. Henan China Tobacco Industry Co., Ltd, Zhengzhou Henan 450016, China; 2. Luzhou Branch, Sichuan Tobacco Company, Luzhou Sichuan 646000, China; 3. Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450002, China; 4. Panzhihua Branch, Sichuan Tobacco Company, Panzhihua Sichuan 617026, China)

**Abstract:** In order to study the effects of concentration gradient nutrient of 0.05%, 0.10%, 0.15% in rosette stage on tobacco leaf chemical components, using field experiment, the effects of spraying different concentrations of molybdenum in rosette stage on tobacco routine chemical components, neutral aroma substances and flue gas main harmful components was researched in experimental field of Yancheng District, Luohe City, Henan Province. The results showed that the spraying molybdenum fertilizer in rosette could improve the reducing sugar, total sugar content, the nitrogen alkali ratio, sugar alkali ratio and reduce the total nitrogen and nicotine content. Spraying molybdenum could increase the content of neutral aroma substances and reduce benzo [ $\alpha$ ] pyrene of tobacco leaf.

**Key words:** Different concentrations of molybdenum; Chemical components; Flue gas

烟草是一种特殊的经济作物, 而施肥是烟草栽培措施中比较重要的一环<sup>[1-2]</sup>。钼作为一种必需的微量元素, 可调节作物光合产物的合成、代谢和积累, 参与烟草植株激素

代谢、氮代谢和抗坏血酸-谷胱甘肽循环过程, 对烟叶产量、产值以及烟叶油分有一定的提高作用, 同时对杂色烟比例的降低和烟叶品质的改善有一定效果<sup>[3-5]</sup>。河南是浓香

**收稿日期:** 2020-12-15

**作者简介:** 李春光(1976—), 男, 安徽阜阳人, 高级工程师, 从事烟草及卷烟品质研究。Email: zmdjszx@163.com。

**通信作者:** 张月华(1971—), 男, 河南虞城人, 工程师, 从事质量检测工作。Email: 1486755716@qq.com。

型烟叶的主要产地，漯河市是河南省重要的产烟区<sup>[6]</sup>。探索适合烟叶生产的施钼浓度对烟叶成分的影响具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

指示烤烟品种为中烟 100。供试钼肥为郑州中科化工产品有限公司生产的糖醇螯合钼肥，螯合钼含量 $\geq 99\%$ ，钼含量 $\geq 10$  g/L。

### 1.2 试验地基本情况

试验在河南省漯河市郾城区烟草试验田进行，土壤类型为黄壤土，试验田土壤肥力中等，土壤 pH 6.83，土壤有机质含量 32.1 mg/kg，碱解氮 243.72 mg/kg，速效钾 374.13 mg/kg。施纯氮 43.8 kg/hm<sup>2</sup>，速效磷 46.34 mg/kg，土壤肥力分布比较均匀，整个地势相对平坦，排灌也很便利，田间管理完全遵照优质烟叶生产技术规范进行操作，

### 1.3 试验设计

设 3 个喷钼浓度处理：T1 为 0.05%，T2 为 0.10%，T3 为 0.15%，1 个空白对照(CK，喷施相同量的蒸馏水)。种植行间距为 120 cm，株距为 55 cm，烟株留叶数为 18~22 片/株。每个处理重复 3 次，小区面积 220.11 m<sup>2</sup>。烟株进入团棵期后(移栽后 35 d)喷施钼肥，分别在烟叶的正面和反面进行喷施，将叶面喷湿不滴水作为标准。

### 1.4 检测指标及方法

测试样品为烤后样 C3F。测定烟叶常规化学成分总糖(YC/T 59-2002)、还原糖(YC/T 160-2002)、总氮(YC/T 161-2002)、蛋白质(YC/T 162-2002)、烟碱(YC/T 166-2002)、钾和氯含量(YC/T 173-2003)；用气相色谱-质谱鉴定中性香味物质；检测主流烟气的主要有害成分苯并[ $\alpha$ ]芘(GB/T 21130-2007)、HCN(YC/T 253-2008)、NH<sub>3</sub>(YC/T 377-2010)、苯酚(YC/T 255-2008)、巴豆醛(YC/T 254-2008)、TSNAs(GB/T 23228-2008)和 CO(GB/T 23356-2009)。

## 1.5 数据处理

利用 SPSS 21.0 软件和 WPS Excel 2016 完成数据的处理和统计分析。采用 Pearson 系数表示简单相关分析，采取 LSD 法进行单因素方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对烟叶常规化学成分的影响

由表 1 可知，喷施钼肥的各处理与对照相比，烟叶中的蛋白质、总氮含量减少，还原糖和总糖含量有所增加，而钾含量变化不大。处理间蛋白质含量差异极显著，以 CK 含量最高；总氮含量 CK 最高、T1 最低，而且处理间的差异极显著；还原糖和总糖含量 T2 最高，与 T1 差异不显著，与 T3 和 CK 差异极显著，钾含量均低于 CK，以 T2 最高，与对照差异不显著，T1 极显著低于 CK；氯含量 T1、T2 极显著高于 T3、CK；氮碱比 CK 最低，T1、T3 最高，且与 CK 差异极显著；糖碱比 T1 最高，而且各处理的差异极显著；与 CK 相比，T1、T2、T3 处理的钾氯比均降低，其中 T1、T2 处理极显著低于 CK。

### 2.2 不同处理对烟叶中性致香物质的影响

2.2.1 不同处理对烟叶类胡萝卜素类降解产物香气物质含量的影响 类胡萝卜素降解产物是烟叶的中性挥发性香气成分中很大的一部分化合物，此中有不少都是烟草中的关键致香成分<sup>[7-8]</sup>。17 种被测定的类胡萝卜素类降解产物中， $\beta$ -大马酮、法尼基丙酮、巨豆三烯酮 2、巨豆三烯酮 4 和  $\beta$ -二氢大马酮含量相对较高，对香气贡献较大，给予烟叶类似花的香吃味；3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮含量相对较低。表 2 表明，各处理烟叶中的类胡萝卜素类降解产物香气物质含量 T1 低于 CK，比 CK 减少了 18.32%，T2、T3 均高于 CK，分别比 CK 增加了 5.35%、17.40%。

2.2.2 不同处理对烟叶棕色化反应物类香气物质含量的影响 棕色化产物中有很多能够

表 1 不同处理的烟叶常规化学成分<sup>①</sup>

处理	蛋白质 /(mg/g)	还原糖 /(mg/g)	钾 /(mg/g)	氯 /(mg/g)	烟碱 /(mg/g)	总氮 /(mg/g)	总糖 /(mg/g)	氮碱比	糖碱比	钾氯比
T1	78.5 cC	240.4 aA	11.9 cB	4.2 aA	20.8 dD	16.0 dD	277.4 aA	0.77 abA	11.56 aA	2.86 cB
T2	74.6 dD	242.2 aA	15.1 aA	4.3 aA	22.0 cC	16.7 cC	280.5 aA	0.76 bA	11.01 bB	3.53 bcB
T3	85.4 bB	213.5 bB	14.2 bA	2.9 bB	23.5 bB	18.2 bB	244.6 bB	0.77 aA	9.09 cC	4.85 abAB
CK	89.1 aA	181.9 cC	14.3 bA	2.3 bB	30.2 aA	19.2 aA	228.9 cC	0.64 cB	6.02 dD	6.34 aA

① 同列数据后小写字母不同表示 0.05 显著水平，大写字母不同表示 0.01 显著水平。

表 2 不同处理的烟叶类胡萝卜素类降解产物香气物质含量

处理	6-甲基-5-庚烯-2-酮	芳樟醇	氧化异氟尔酮	藏花醛	β-环柠檬醛	β-大马酮	β-二氢大马酮	香叶基丙酮	二氢猕猴桃酯	巨豆三烯酮1	巨豆三烯酮2	巨豆三烯酮3	3-羟基-β-二氢大马酮	巨豆三烯酮4	螺岩兰草酮	法尼基丙酮	类胡萝卜素降解产物总量
T1	1.36	0.41	0.13	0.15	0.14	17.93	5.39	1.92	0.91	1.13	4.64	0.22	0.06	4.47	0.60	3.81	43.27
T2	0	0.36	0.13	0.16	0.13	19.21	9.70	1.54	1.45	1.52	6.14	0.55	0.10	8.26	0.49	6.02	55.77
T3	1.29	0.41	0.17	0.18	0.15	20.00	11.01	1.89	0.82	1.58	6.11	0.47	0.11	8.67	0.59	8.70	62.15
CK	0.99	0.52	0.30	0.14	0.21	18.14	7.87	1.80	2.34	1.26	4.46	0.92	0.18	5.65	0.91	7.23	52.94

表 3 不同处理的烟叶棕色化反应物类香气物质含量

处理	糠醛	糠醇	5-甲基糠醛	3, 4-二甲基-2, 5-呋喃二酮	2-乙酰基吡咯	棕色化反应产物总量
T1	13.28	0.40	0.95	0.13	0	14.75
T2	19.53	0.94	1.44	0.83	0.26	23.00
T3	22.71	1.29	1.26	0.30	0.25	25.81
CK	20.41	2.41	1.19	0.38	0.20	24.59

让人感受到愉悦的香气和吸味，它们很大程度上影响了烟草香吃味质量的形成<sup>[9]</sup>。烟叶醇化后的甜香、坚果香等美好香气与棕色化反应产物有不小的关系，特别是内中的吡咯、呋喃类物质，固然含量很少，但对可可香味的形成极其重要<sup>[10]</sup>。从表 3 可以看出，在团棵期施用钼肥，各处理中只有 T3 棕色化反应物类香气物质的含量增长且增长变化范围不大，其他处理棕色化反应物类香气物质的含量均减少，其含量从大到小为 T3、CK、T2、T1，较高浓度的钼可能有利于棕色化反应物类香气物质的形成。

2.2.3 不同处理对烟叶苯丙氨酸降解产物香气物质含量的影响 芳香族氨基酸降解产物中的苯甲醛(杏仁香、樱桃香、甜香)、苯乙醛(玫瑰花香)、苯甲醇(醇香)、苯乙醇(醇香)等也是烟草中含量较丰富的香味成分，其香味贡献与酮类相似<sup>[11-12]</sup>。由表 4 可知，

各处理烟叶中的苯丙氨酸类香气物质含量与 CK 相比，T2 和 T3 小幅增加，分别增加 18.64%、24.20%；T1 减少 11.11%。其中各处理苯乙醛含量均较 CK 有所增加。

表 4 不同处理的烟叶苯丙氨酸降解

处理	苯甲醛	苯乙醛	苯甲醇	苯乙醇	苯丙氨酸降解产物总量
T1	0.87	3.46	1.80	0.88	7.02
T2	1.21	4.26	1.27	2.87	9.61
T3	1.29	3.81	1.68	3.28	10.06
CK	1.15	2.42	1.40	3.13	8.10

2.2.4 不同处理对烟叶类西柏烷类香气物质含量的影响 类西柏烷类香气物质包含茄酮及其衍生物<sup>[13]</sup>。茄酮是烟草中含量富厚的中性香气物质之一，给予烟气一种近似鲜萝卜的香吃味，它不仅自己具有不错的香气，而且其降解转化产物，如茄醇、茄呢呋喃、降茄二酮等也是烟草中很关键的致

香产品<sup>[14-16]</sup>。从表5可以看出, T3茄酮含量最低, 较CK减少了3.56%; T1和T2茄酮含量较高, 分别较CK增加了29.54%和19.24%。

2.2.5 不同处理对烟叶中性致香成分总量的影响 钼素对提高植株光合作用有一定影响, 可以使叶绿素含量增加, 新植二烯是叶绿素降解产物, 含量高而对烟气香味贡献有限<sup>[17-18]</sup>。由表5可以看出, 与CK相比, 团棵期喷施钼肥后, T3的新植二烯含量增加且增加量很大, 新植二烯含量从大到小为T3、T2、CK、T1。由表2~5可知, 处理T1除类西柏烷类物质外, 各类中性香味物质含量均降低, 不利于烟叶中性香味物质的形

表5 不同处理的烟叶类西柏烷类和  
新植二烯香气物质含量  $\mu\text{g/g}$

处理	类西柏烷类		新植二烯
	茄酮	其他类	
T1	44.77	1.33	359.36
T2	41.21	1.21	589.21
T3	33.33	1.32	756.66
CK	34.56	1.40	519.75

成; 而处理T2、T3的各类多数中性香味物质含量有所增加, 有利于烟叶中性香味物质的形成; 中性香味物质总量(除新植二烯外)从大到小为: T3(132.67  $\mu\text{g/g}$ )、T2(130.80  $\mu\text{g/g}$ )、CK(121.59  $\mu\text{g/g}$ )、T1(111.14  $\mu\text{g/g}$ )。

2.3 常规化学成分与烟气主要有害成分简单相关分析

从表6可以看出, 不同浓度钼对烟气主要有害成分释放量的影响趋势不同, 苯酚、巴豆醛、亚硝酸胺、CO的释放量随施钼浓度的增加呈先增加后减少的趋势, 其释放量在各处理间无显著差异; 氨、HCN、苯并[ $\alpha$ ]芘随施钼浓度的增加而增加, 且释放量在各处理间无显著差异。危害性评价指数H值随施钼浓度的增加呈先增加后减少的趋势, 其中T2危害指数最高, T1危害指数最低, 而处理间差异不显著。

对烟样主流烟气7种主要有害成分与常规化学成分进行相关分析(表7), 其中苯酚、巴豆醛含量与氯含量呈正相关, 且相关性达到显著水平, 苯酚与氯的相关系数大于巴豆醛; TSNA<sub>s</sub>含量与还原糖和总糖总量呈显著

表6 烟气主要有害成分描述性统计分析

处理	苯酚 $I(\mu\text{g}/\text{支})$	巴豆醛 $I(\mu\text{g}/\text{支})$	氨 $I(\mu\text{g}/\text{支})$	HCN $I(\mu\text{g}/\text{支})$	亚硝酸胺 $I(\text{ng}/\text{支})$	苯并[ $\alpha$ ]芘 $I(\text{ng}/\text{支})$	CO $I(\text{mg}/\text{支})$	单料烟危害性评价指数 <sup>①</sup> (H)
T1	17.17	25.67	19.14	96.78	21.30	10.07	12.40	15.80
T2	19.37	29.28	19.85	109.07	21.62	13.76	14.72	17.30
T3	17.12	26.80	20.67	110.25	18.93	13.83	13.93	16.32
CK	13.97	25.62	19.45	117.94	17.55	8.83	13.94	14.81

①单料烟危害性评价指数(H)=(A/14.2+B/5.5+C/10.9+D/18.6+E/17.4+F/8.1+G/146.3)×10/7, 式中, A为CO释放量; B为亚硝酸胺(TSNA<sub>s</sub>)释放量; C为苯并[ $\alpha$ ]芘释放量; D为巴豆醛释放量; E为苯酚释放量; F为NH<sub>3</sub>释放量; G为HCN释放量<sup>[19]</sup>。

表7 常规化学成分与烟气主要有害成分简单相关分析<sup>①</sup>

烟叶成分	蛋白质	还原糖	总氮	烟碱	钾	总糖	氯
苯酚	-0.156	-0.498	0.26	0.587	0.228	-0.345	0.829*
巴豆醛	-0.106	0.305	-0.151	-0.213	-0.787*	0.261	0.689*
氨	-0.584	0.094	-0.242	0.068	-0.342	0.201	-0.43
HCN	0.382	0.173	0.79	-0.311	0.16	0.04	0.523
亚硝酸胺	0.349	-0.806*	0.706*	0.867**	0.129	-0.704*	-0.257
苯并[ $\alpha$ ]芘	-0.467	0.572	-0.622	-0.633	0.221	0.518	-0.235
CO	-0.869**	0.418	-0.596	-0.252	-0.383	0.546	-0.616

① \*表示在0.05水平(双侧)上显著相关, \*\*表示在0.01水平(双侧)上显著相关。



负相关,而与总氮含量呈显著正相关,与烟碱含量呈极显著正相关,且相关系数较大;CO与蛋白质含量存在极显著的负相关关系,并且相关系数比较大。

### 3 结论与讨论

尽管吸收量有限,微量元素对植株的生长发育、质量形成有着重要作用,微量元素肥料在作物上的应用近年来也越来越受到重视<sup>[20-21]</sup>。试验结果表明,团棵期喷施钼肥能提高烤烟还原糖、总糖含量,降低总氮和烟碱含量,且使氮碱比、糖碱比提高,烟叶各化学成分更加协调,达到优质烟叶最适宜的范围,这与阚宏伟等的研究结果相符<sup>[22]</sup>。而施钼导致氯含量增长,钾氯比较对照降低,与前人研究结果不同,可能与品种和产地差异有关。目前尚没有报道表明烟株对钼与氯的吸收存在协同作用,钼与钾的互作机理也有待进一步研究。

黄泰松等<sup>[23]</sup>认为施钼对烟叶香气有促进作用,该试验表明,施钼能提高烟叶中性致香物质含量。其中类胡萝卜素类降解产物和苯丙氨酸类降解产物含量有较大提高,而这两者正是最能彰显浓香型特色的香味物质,施钼可能有利于浓香型风格特征的形成。综合化学成分协调性和中性致香物质含量分析,3个不同浓度施钼处理中,处理T2(团棵期喷施0.10%浓度钼)最有利于提高烤烟质量。

相关性分析表明,所测样品亚硝胺含量与烟碱和总氮含量呈正相关、与还原糖和总糖含量呈负相关。烟草特有亚硝胺的形成机理目前尚未明确,但普遍认为与烟碱等含氮物质有密切关系,而施钼能调节烟株氮代谢、提高糖碱比,可能起到降低亚硝胺含量的作用;单料烟主流烟气有害成分分析表明,各成分含量与卷烟危害性评价指数变幅不大,不能反映出钼对卷烟降害的作用,也从侧面说明烟气有害成分的形成是一个复杂

而有多重因素影响的过程,应分别对田间、烘烤、加工工艺等不同方面制定针对性的降害措施<sup>[24]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 袁家富,徐祥玉,赵书军,等.不同施肥方式对植烟土壤有效氮、烟株氮累积量和速率的影响[J].中国烟草科学,2011,32(S1):76-81.
- [2] 荐春晖,袁治理,刘荣田,等.旬阳县不同烤烟品种适宜施肥量的研究[J].安徽农业科学,2013,41(2):570-571,574.
- [3] 苟剑渝,何楷,吴峰,等.施钼对烤烟化学成分及产质量的影响[J].安徽农业科学,2012,40(24):12039-12040.
- [4] 罗鹏涛,简贵才,冯冰清,等.施用中微量元素对烤烟产量和品质的影响[J].云南农业大学学报,1989,9(3):185-191.
- [5] 邵建华,黄彬,秦征,等.农作物微量元素缺乏的诊断及防治[J].广东微量元素科学,2001(6):1-14.
- [6] 郭灵燕,袁红星,海洋,等.河南省不同香型烟叶香气成分比较分析[J].河南农业科学,2010(6):40-44.
- [7] 赵铭钦,王莹.有机物质对烤烟中性香气物质成分及评吸质量的影响[J].中国烟草科学,2008,29(5):6-10.
- [8] 刘金霞,李元实,姬小明,等.叶黄素氧化降解产物GC/MS分析及在卷烟加香中的应用[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2011,26(2):24-27.
- [9] 詹军,李伟,王涛,等.密集烘烤定色期升温速度对上部烟叶吸食品质的影响[J].江西农业大学学报,2011,33(5):866-872.
- [10] 赵铭钦,刘金霞,黄永成,等.不同起垄方式与钾肥施用方法对烤烟中性致香物质含量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007(9):58-62.
- [11] 毕庆文,蔡冰,汪健,等.房县与津巴布韦烟叶的中性致香物质含量分析[J].湖北农业科学,2007(5):784-787,797.
- [12] 徐志兵,王威威,王峰吉,等.不同生态区K326 B\_2F烟叶化学成分及中性致香物质含量差异分析[J].广东农业科学,2015,42

# 甘肃特色优势农产品—天水花牛苹果评价

陈建军<sup>1</sup>, 王玉安<sup>1</sup>, 杨建宁<sup>2</sup>, 李宽莹<sup>1</sup>, 陈雪艳<sup>2</sup>

(1. 甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 天水市麦积区果业发展中心, 甘肃 天水 741020)

**摘要:** 系统评价了花牛苹果产地环境、生产过程、果品安全质量和果实品质等, 结果表明, 天水花牛苹果产地气候生态条件符合我国苹果最适宜区条件, 产区空气、土壤质量以及水质符合《绿色食品产地环境质量标准》要求, 生产过程应用技术科学、规范、高效, 栽培管理技术水平高, 果实安全质量达到《绿色食品温带水果》标准要求, 果实外观、主要理化指标以及品质营养等方面特色鲜明, 具有优势。

**关键词:** 花牛苹果; 评价; 优势

**中图分类号:** S661.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)03-0056-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.015)

天水位于甘肃省东南部, 横跨黄河和长江两大水系, 南北气候条件兼而有之, 属温带半湿润半干旱气候。花牛苹果最早产自

天水市麦积区, 麦积区也是天水花牛苹果的核心产区, 位于北纬 34°~35°, 东以关山为屏, 南靠秦岭为障, 西北遥望河西走廊, 地

**收稿日期:** 2021-01-19

**基金项目:** 花牛苹果特色优势农产品评价 (TYNP20-14); 园艺作物生物学与种质创制重点实验室西北地区果树科学观测试验站 (10218020)。

**作者简介:** 陈建军(1975—), 男, 甘肃天水人, 研究员, 主要从事桃育种与苗木繁育技术研究工作。联系电话: (0931)7612158。Email: gscjj@gsagr.ac.cn。

- (17): 12-17.
- [13] 阴耕云, 徐世涛, 阮昕, 等. 复烤过程中 B4F 烤烟烟叶类胡萝卜素和西柏烷类降解产物的变化[J]. 烟草科技, 2012(10): 61-64.
- [14] 于建军, 董高峰, 马海燕, 等. 同一烤烟在 2 个烟区中性致香物质含量的差异性分析[J]. 浙江农业科学, 2009(4): 834-838.
- [15] 刘世亮, 杜君, 化党领, 等. 不同有机酸对烤烟品质和产值的影响[J]. 作物学报, 2008(5): 851-858.
- [16] 李雪君, 崔红, 刘海礁, 等. fps 转基因烤烟类胡萝卜素及其降解产物的研究[J]. 中国烟草科学, 2006(3): 25-27.
- [17] 赵胜利. 钼素营养对烟草生理生化特性及产量产值的影响[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2009.
- [18] 邓小华. 烟叶中新植二烯富集及应用[J]. 食品工业, 2009, 30(2): 36-38.
- [19] 颜克亮, 陈微, 周博, 等. 云南烟叶主栽品种 7 项有害成分释放量比较[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(20): 5291-5295, 5299.
- [20] 张纪利, 曾祥难, 苟剑渝, 等. 施钼量对烤烟化学成分和经济性状的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(1): 95-96, 98.
- [21] 罗柱石, 伍智强, 鄢敏, 等. 微肥用量对烤烟化学成分的影响[J]. 甘肃农业科技, 2020(11): 62-66.
- [22] 阚宏伟, 刘明竞, 张纪利, 等. 钼肥施用方式对烤烟化学成分和经济性状的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(18): 4411-4414.
- [23] 黄泰松, 张纪利, 金亚波, 等. 施钼对烟草香气成分含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(6): 94-95.
- [24] 刘万峰, 王元英. 烟叶中烟草特有亚硝胺 TSNA 的研究进展[J]. 中国烟草科学, 2002(2): 11-14.

(本文责编: 郑丹丹)