

王全贞,潘义宏,杨 森,等. 不同钾肥施用方式和施用量对烟叶品质和经济性状的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(8):84-88.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.08.020

不同钾肥施用方式和施用量对烟叶品质 和经济性状的影响

王全贞¹, 潘义宏², 杨 森¹, 蔡永占¹, 张晓龙², 刘维涓^{2,3}

[1. 云南省曲靖市烟草公司宣威分公司, 云南宣威 655400; 2. 云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 云南昆明 650106;
3. 云南天禾地生物科技股份有限公司, 云南昆明 650106]

摘要:以云南省宣威市初烤烟叶为材料,设置 6 个不同处理:烟株移栽第 20 天,分别浇施红牛硫酸钾肥 120 kg/hm²(T₁)、180 kg/hm²(T₂)、240 kg/hm²(T₃);烟株打顶后第 3 天,叶面喷施普通硫酸钾 45 kg/hm²(T₄),叶面喷施红牛硫酸钾 45 kg/hm²(T₅),叶面喷施螯合生物钾肥 7.5 kg/hm²(T₆),并以常规方法种植烟叶为对照(CK),研究不同钾肥施用方式和施用量与烟叶品质 and 可应用性的关系。结果表明,钾肥不同施用方式和施用量对烤烟钾含量、品质和经济性状有较大影响。T₂~T₆ 处理烟叶的钾离子含量大部分明显高于对照烟叶,其中 T₂、T₄、T₆ 处理的提钾效果较为明显,提高率为 30.5%~56.3%。T₂、T₅ 处理能明显提高中上部烟叶化学协调性,化学成分综合得分高于 0.75,并能使烟叶吃味醇和,杂气和刺激较小,余味较好,中上等烟比例、均价和产值等经济性指标均高于其他处理。结合烟叶品质和经济性状,并从烟叶生产成本角度综合分析,宣威烟区最佳钾肥施用方式如下:烟株打顶后第 3 天,叶面喷施红牛硫酸钾 45 kg/hm²,稀释比例为 1:15。

关键词:烤烟;云烟 105;钾肥;品质;经济性

中图分类号: S143.3;S572.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)08-0084-05

烟草是典型的喜钾作物,在其生长过程中对钾肥的需求量较大,且在众多元素中,对钾的吸收量最大^[1],是磷吸收量的 3.5 倍,氮的 1.38 倍^[2]。钾作为烟株生长必不可少的大量

元素之一,在烟株生长发育过程中起重要作用^[3]。相关研究表明,钾元素能促进田间烟叶成熟落黄,提高烤后烟叶燃烧性,降低烟气中的有害成分^[4]。除此之外,钾素还参与烟叶的碳氮代谢以及烟株内多种物质的运输和合成,可增强烟株的抗病能力,改善烤后烟叶吸食品质^[5-7]。与国外优质烟叶相比,我国烟叶的钾含量普遍偏低,制约着烟叶原料品质的整体提升^[8-10]。因此,结合不同烟叶产区生产实际,系统开展钾肥施用方式、施用时间以及施用量对烤烟品质的影响研究,促进钾肥在烟叶生产中的合理施用,具有重要意义^[11-13]。云南省宣威市烟叶产区作为全国产量最大的县级烟区,每年为

收稿日期:2016-10-25

基金项目:上海烟草集团有限责任公司科技项目(编号:SZBCW201500768)。

作者简介:王全贞(1985—),男,山东临沂人,硕士,农艺师,研究方向为烟草优质高效栽培工程。E-mail:wqz20051957@163.com。

通信作者:潘义宏,硕士,工程师,主要从事烟草原料相关研究。E-mail:pyh198311@126.com。

[8]冯大兰,刘 芸,钟章成,等. 三峡库区清落带芦苇 [*Phragmites communis* (Reed)] 的光合生理响应和叶绿素荧光特性[J]. 生态学报,2008,28(5):2013-2021.

[9]王瑞新,韩富根,杨素勤,等. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1998:37-170.

[10]李冬林,向其柏. 光照条件对浙江楠幼苗生长及光合特性的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(5):27-31.

[11]范燕萍,余让才,郭志华. 遮阴对匙叶天南星生长及光合特性的影响[J]. 园艺学报,1998(3):270-274.

[12]张 璐,张纪林,教忠意,等. 不同光照条件下 3 种冬青属植物的光合特征日变化研究[J]. 西北植物学报,2006,26(3):490-495.

[13]Maxwell K, Johnson G N. Chlorophyll fluorescence—a practical guide[J]. Exp Bot,2000,51(345):659-668.

[14]张国斌,郁继华,许耀照,等. 低温弱光对辣椒幼苗叶绿素 a 荧光参数的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2004,39(6):615-619.

[15]Bjokman O, Demming B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins[J]. Planta,1987,170(4):489-504.

[16]赵会杰,邹 琦,于振文. 叶绿素荧光分析技术及其在植物光合机理研究中的应用[J]. 河南农业大学学报,2000(3):248-251.

[17]Ogren E, Evans J R. Photoinhibition of photosynthesis in situ in six species of *Eucalyptus* [J]. Aust J Plant Physiol, 1992, 19(3): 223-232.

[18]符建国,贾志红,沈 宏. 免揭地膜不同施氮量对烟叶叶绿素荧光参数的影响[J]. 江西农业学报,2012,24(2):103-105,109.

[19]陈瑞泰. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987:76-82.

[20]杨有兴,刘国顺. 成熟期光强对烤烟理化特性和致香成分含量的影响[J]. 生态学报,2007,27(8):3450-3456.

[21]彭新辉,易建华,周清明. 气候对烤烟内在质量的影响研究进展[J]. 中国烟草科学,2009,30(1):68-72.

卷烟企业提供近 60 万担烟叶。云烟 105 为当地主栽的烤烟品种之一,存在钾含量偏低现象,制约着烟叶原料品质的有效提升^[14]。大量研究发现,钾肥不同施用时间、施用方式、施用量以及不同的钾肥种类均会对烤烟吸收钾元素以及烤后烟叶品质产生较大影响^[15-18]。目前,不同钾肥种类、施用时间、施用量以及施用方式对云烟 105 钾素吸收以及品质、经济性状的影响尚未见报道。本研究以云南省宣威市的主栽品种云烟 105 为研究材料,探讨钾肥施用时间、施用方式和施用量对烤烟品质的影响,以期为当地平衡施用钾肥提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本试验于 2015 年在云南省宣威市热水镇开展,供试烟草品种为云烟 105,种植密度 13 500 株/hm²,烟株留叶数为 18~22 张,移栽方式为膜下小苗移栽,试验地烟叶栽培与调制按照云南省曲靖市优质烟叶生产规范进行。本试验所用红牛硫酸钾肥由德国红牛化肥国际进出口集团有限公司生产,可溶性 K₂O 含量≥50%;螯合生物钾肥叶黄由云南天禾地生物科技股份有限公司生产,K₂O 含量≥52%,微量元素含量≥0.2%;普通硫酸钾肥由广东米高化工有限公司生产,K₂O 含量≥50%。

1.2 试验设计与方法

本试验设置 6 个处理和 1 个对照,其中 T₁~T₃ 为钾肥浇灌的不同处理,T₄~T₆ 为钾肥喷施的不同处理,每个处理设 3 次重复,田间小区随机区组排列。具体处理见表 1。

表 1 钾肥试验处理及施用方法

| 试验处理 | 处理内容 |
|----------------|---|
| T ₁ | 移栽后第 20 天,按照 120 kg/hm ² 的施用量浇灌红牛硫酸钾肥 |
| T ₂ | 移栽后第 20 天,按照 180 kg/hm ² 的施用量浇灌红牛硫酸钾肥 |
| T ₃ | 移栽后第 20 天,按照 240 kg/hm ² 的施用量浇灌红牛硫酸钾肥 |
| T ₄ | 烟株打顶后第 3 天,按照 45 kg/hm ² 的施用量用普通硫酸钾肥喷施叶面,稀释比例为 1:15 |
| T ₅ | 烟株打顶后第 3 天,按照 45 kg/hm ² 的施用量用红牛硫酸钾肥喷施叶面,稀释比例为 1:15 |
| T ₆ | 烟株打顶后第 3 天,按照 7.5 kg/hm ² 的施用量用螯合生物钾肥喷施叶面,稀释比例为 1:60 |
| CK | 按照当地常规施肥方式(移栽后第 20 天,按照 225 kg/hm ² 的施用量浇灌普通硫酸钾肥) |

1.3 取样与分析

记录各处理烤烟生育期时间。各处理烤后烟叶经回潮后参照 GB 2635—1992《烤烟》进行分级测产,调查中上等烟比例、单位面积产量、单叶质量、均价及产值等。分别选取中橘三(C3F)、上橘二(B2F)烟叶样品各 3.0 kg 用于检测分析。

依据 YC/T 31—1996《烟草及烟草制品 试样的制备和水分测定 烘箱法》、YC/T 142—2010《烟草农艺性状调查测量方法》、GB/T 451.3—2002《纸和纸板厚度的测定》、GB/T 12914—2008《纸和纸板 抗张强度的测定》以及 YC/T 152—2001《卷烟 烟丝填充值的测定》等标准方法对烟叶物理特性指标进行打分;参照《中国烟草种植区划》^[19],以拉力、含

梗率、平衡含水率、叶面密度等 4 项指标综合评价烤烟物理特性,各指标权重依次为 0.35、0.35、0.14、0.16,以指数和法计算烤烟物理特性指数和得分,综合评价烟叶物理特性。

参照蔡宪杰等制订的烤烟外观质量评价标准^[20]对烟叶外观质量的各项指标进行打分;参照《中国烟草种植区划》^[19],以颜色、成熟度、结构、身份、油分和色度等 6 项指标作为烤烟外观质量综合评价指标,各指标权重分别为 0.30、0.25、0.15、0.12、0.10 和 0.08。以指数和法计算烤烟外观质量指数和得分,综合评价烟叶外观质量。

组织卷烟企业、技术单位和商业企业的 7 名评吸专家,以卷烟品牌需求为出发点,依据 YC/T 138—1998《烟草及烟草制品 感官评价方法》进行烟叶评吸,采用九分制进行打分,并作相应的文字描述。参照《中国烟草种植区划》^[19],以烟气的香气质、香气量、刺激性、余味和杂气等 5 项指标综合评价烤烟感官评吸质量,各指标权重依次为 0.30、0.30、0.08、0.15 和 0.17。用指数和法计算指数和得分,综合评价烤烟感官评吸质量。

常规化学成分依据 YC/T 159—2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》、YC/T 173—2003《烟草及烟草制品 钾的测定 火焰光度法》、YC/T 160—2002《烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法》、YC/T 161—2002《烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法》以及 YC/T 162—2002《烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法》等方法进行检测。并参照《中国烟草种植区划》,选择烟碱、还原糖、总糖、总氮、氯离子、钾离子含量以及派生值钾氯比、氮碱比、糖碱比等 9 项作为烤烟化学成分的综合评价指标^[19]。参照相关研究成果的试验评价方法^[21-24],对烟叶化学成分指标进行综合评价。各指标所对应的隶属函数类型及相应参数范围分别见公式(1)(S 型隶属函数)、公式(2)(抛物线型隶属函数),函数的拐点及烤烟各化学成分指标的权重见表 2,通过公式(3)得出化学成分的综合指标值。化学成分的综合分值范围为 0~1,其值越高,表明烟叶化学成分质量越好。

$$f(x) = \begin{cases} 1.0, & x \geq x_2 \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_2 - x_1) + 0.1, & x_1 < x < x_2; (1) \\ 0.1, & x \leq x_1 \end{cases}$$

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, & x \leq x_1, & x \geq x_4 \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_2 - x_1) + 0.1, & x_1 < x < x_2; (2) \\ 1.0, & x_2 \leq x \leq x_3 \\ 1.0 - 0.9 \times (x - x_3) / (x_4 - x_3), & x_3 < x < x_4 \end{cases}$$

$$I = \sum_{i=1}^k W_i N_i. \quad (3)$$

式中:I 为烟叶化学成分综合指数;N_i、W_i 分别为第 i 种化学成分含量隶属度、权重;x₁、x₂、x₃、x₄ 分别为指标的下临界点、上临界点、下限最优值、上限最优值,x 表示烟叶化学成分中的某一项指标。

1.4 数据分析

数据采用 SPSS 14.0 统计软件进行分析和多重比较,显著性水平取 0.05。烟叶外观质量、物理特性、感官评吸质量采用赋值权重指数和法进行评价^[19],烟叶常规化学成分采用模糊数学隶属函数的数据模型进行评价。

表2 烟叶化学成分隶属函数的指标值与权重

| 指标 | 抛物线型 | | | | | | S型 | | |
|--------|----------|-----------|----------|----------|-------|-------|---------|---------|-------|
| | 总糖含量 (%) | 还原糖含量 (%) | 总氮含量 (%) | 烟碱含量 (%) | 氮碱比 | 糖碱比 | 氯离子 (%) | 钾离子 (%) | 钾氯比 |
| x_1 | 10.00 | 11.50 | 1.10 | 1.20 | 0.55 | 2.00 | 0.20 | 0.80 | 0.80 |
| x_2 | 20.00 | 19.00 | 2.00 | 2.10 | 0.95 | 8.50 | 0.30 | 2.50 | 8.00 |
| x_3 | 28.00 | 20.00 | 2.30 | 2.40 | 1.05 | 9.50 | 0.80 | — | — |
| x_4 | 35.00 | 27.00 | 3.40 | 3.50 | 1.45 | 15.00 | 1.20 | — | — |
| 权重 (%) | 10.00 | 9.55 | 9.98 | 12.27 | 10.82 | 12.79 | 12.23 | 10.57 | 11.78 |

注：“—”表示未定义该项指标的下限最优值和上限最优值。

2 结果与分析

2.1 烟叶物理特性

不同钾肥施用方式及施用量对烤后烟叶物理特性的影响与指数和得分见表3,可以看出,不同钾肥施用方式处理下,

烤后烟叶物理特性指数和得分均较对照烟叶有所提高。 T_1 、 T_2 、 T_5 处理的C3F烟叶物理特性指数和得分均大于75分,高于其他处理;而对于上部烟叶来说,除对照外,其他6个处理烟叶物理特性指数和得分均大于75分,其中 T_3 、 T_5 处理指数和得分均大于80分。

表3 不同钾肥处理对烟叶物理特性的影响

| 烟叶等级 | 试验处理 | 厚度 (mm) | 含梗率 (%) | 叶面密度 (g/m^2) | 抗张力 (N) | 抗张强度 (kN/m) | 平衡含水率 (%) | 填充值 (cm^3/g) | 指数和得分 (分) |
|------|-------|---------|---------|------------------|---------|-----------------|-----------|------------------|-----------|
| C3F | T_1 | 0.140 | 33.11 | 70.40 | 2.25 | 0.150 | 12.75 | 4.50 | 76.79 |
| | T_2 | 0.136 | 33.43 | 69.26 | 2.12 | 0.141 | 13.62 | 4.16 | 80.35 |
| | T_3 | 0.146 | 32.16 | 80.58 | 2.70 | 0.180 | 12.53 | 4.16 | 71.08 |
| | T_4 | 0.115 | 33.61 | 61.79 | 2.53 | 0.108 | 12.90 | 4.07 | 70.29 |
| | T_5 | 0.139 | 34.36 | 71.75 | 2.16 | 0.144 | 12.84 | 4.67 | 77.62 |
| | T_6 | 0.138 | 33.42 | 67.23 | 2.53 | 0.169 | 13.14 | 4.25 | 71.86 |
| | CK | 0.120 | 32.58 | 71.75 | 2.76 | 0.184 | 12.82 | 4.32 | 68.65 |
| B2F | T_1 | 0.131 | 31.61 | 73.34 | 2.33 | 0.156 | 13.00 | 4.31 | 77.53 |
| | T_2 | 0.149 | 31.49 | 74.92 | 2.43 | 0.162 | 12.46 | 4.34 | 75.38 |
| | T_3 | 0.153 | 30.72 | 70.40 | 2.18 | 0.145 | 13.50 | 4.60 | 81.94 |
| | T_4 | 0.131 | 31.41 | 85.56 | 2.39 | 0.162 | 12.47 | 4.04 | 77.87 |
| | T_5 | 0.141 | 29.35 | 77.41 | 2.10 | 0.141 | 13.35 | 4.15 | 85.64 |
| | T_6 | 0.155 | 29.36 | 85.34 | 2.68 | 0.179 | 13.87 | 3.84 | 77.17 |
| | CK | 0.151 | 33.52 | 69.26 | 2.50 | 0.167 | 13.25 | 4.70 | 72.92 |

2.2 各处理烟叶外观质量

从表4可以看出,各部位不同钾肥处理烤后烟叶颜色得分为8.5~9.0分,均为橘黄色;成熟度得分为8.5~9.0分,叶片成熟度好;中部烟叶叶片结构疏松,上部烟叶叶片结构尚

疏松;中部叶身份适中,色度中,油分有;上部叶身份稍厚,色度强,油分有。从指数和得分来看,各处理中部烟叶外观质量指数和得分间无明显差异,得分均大于8.00分,外观质量较优;对于上部烟叶来说, T_1 、 T_5 处理烟叶外观质量指数和得分

表4 不同钾肥处理对烟叶外观质量的影响

| 烟叶等级 | 试验处理 | 颜色 (分) | 成熟度 (分) | 叶片结构 (分) | 身份 (分) | 油分 (分) | 色度 (分) | 指数和得分 (分) |
|------|-------|--------|---------|----------|--------|--------|--------|-----------|
| C3F | T_1 | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 6.0 | 5.0 | 8.12 |
| | T_2 | 9.0 | 9.0 | 8.5 | 9.0 | 5.5 | 5.0 | 8.26 |
| | T_3 | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 9.0 | 6.0 | 5.0 | 8.18 |
| | T_4 | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 9.0 | 6.0 | 4.5 | 8.14 |
| | T_5 | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 6.5 | 5.0 | 8.17 |
| | T_6 | 9.0 | 9.0 | 8.5 | 9.0 | 6.0 | 5.0 | 8.31 |
| | CK | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 9.0 | 6.0 | 4.5 | 8.14 |
| B2F | T_1 | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 9.0 | 6.0 | 4.5 | 8.14 |
| | T_2 | 8.5 | 8.5 | 7.0 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 7.62 |
| | T_3 | 9.0 | 9.0 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 6.5 | 7.84 |
| | T_4 | 8.5 | 9.0 | 7.5 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 7.84 |
| | T_5 | 9.0 | 9.0 | 7.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 8.03 |
| | T_6 | 9.0 | 8.5 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 6.5 | 7.72 |
| | CK | 8.5 | 8.5 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 6.5 | 7.57 |

大于8.00分,较其他处理高。

2.3 各处理烟叶常规化学成分

从表5可以看出, T₂、T₄、T₅处理能明显提高烤后烟叶的钾含量,且这3个处理中部烟叶钾离子含量除T₅处理接近2%以外,其余均大于2%,上部烟叶这3个处理的钾离子含量均接近2%。除T₁处理外,同一处理中部烟叶钾含量均高于上部烟叶。由表5还可以看出,增施一定量的钾肥能提高烤后烟叶的钾含量,但烟叶的钾含量并不随钾肥施加量的增加而增加。普通硫酸钾在烟叶后期喷施(T₄),对烟叶的提钾效果优于前期浇施(CK)。

表5 钾肥处理对烟叶钾离子含量的影响

| 处理 | 钾离子含量(%) | |
|----------------|----------|------|
| | C3F | B2F |
| T ₁ | 1.47 | 1.65 |
| T ₂ | 2.18 | 1.99 |
| T ₃ | 1.89 | 1.76 |
| T ₄ | 2.61 | 1.94 |
| T ₅ | 1.94 | 1.88 |
| T ₆ | 2.40 | 1.91 |
| CK | 1.67 | 1.43 |

由表6可知,各部位初烤烟叶综合指数得分在0.59~0.82分范围内。其中T₂、T₃、T₄、T₅、T₆处理烤后中部烟叶常规化学成分的指数和得分大于0.75,处于高范围内;T₂、T₃、T₆处理烤后上部烟叶常规化学成分的指数和得分大于0.75,处

于高范围内。从烟叶化学成分综合指数等级来看,不同钾肥浇施量处理对烟叶化学成分整体协调性有一定的影响,特别对上部烟叶的影响较明显。整体来看,T₂、T₅、T₆处理中上部烟叶化学成分的协调性相对较好,指数和得分均大于0.75,协调性很好。

表6 钾肥处理对常规化学成分的综合指数分析

| 试验处理 | 不同烟叶等级的综合指数 | |
|----------------|-------------|------|
| | C3F | B2F |
| T ₁ | 0.61 | 0.59 |
| T ₂ | 0.78 | 0.76 |
| T ₃ | 0.75 | 0.72 |
| T ₄ | 0.82 | 0.71 |
| T ₅ | 0.76 | 0.77 |
| T ₆ | 0.77 | 0.79 |
| CK | 0.72 | 0.72 |

注:烟叶化学成分综合指数(I)划分为5个等级,即高($I \geq 0.75$)、较高($0.65 \leq I < 0.75$)、中($0.55 \leq I < 0.65$)、较低($0.45 \leq I < 0.55$)和低($I < 0.45$)。

2.4 各处理烟叶感官评吸质量

由评吸结果(表7)可知,中部烟叶T₂、T₄、T₅处理香气质较好、香气量尚足、烟气浓度较浓、杂气尚轻、刺激性较小、生津微甜,指数和得分较高;上部烟叶T₂、T₃处理质感柔和、细腻性较好、香气量较足、杂气较轻、浓度较浓、稍有刺激、生津回甜感较好,指数和得分最高。

表7 不同钾肥处理对烟叶感官评吸的影响

| 等级 | 试验处理 | 香气质(分) | 香气量(分) | 杂气(分) | 浓度(分) | 刺激性(分) | 余味(分) | 燃烧性(分) | 灰色(分) | 劲头 | 指数和得分(分) |
|-----|----------------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|----|----------|
| C3F | T ₁ | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 中- | 6.35 |
| | T ₂ | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 7.0 | 6.5 | 中 | 6.58 |
| | T ₃ | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 中 | 6.35 |
| | T ₄ | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 5.5 | 中 | 6.69 |
| | T ₅ | 7.0 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 中 | 6.54 |
| | T ₆ | 7.0 | 6.0 | 6.5 | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 较小 | 6.47 |
| | CK | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 中- | 6.42 |
| B2F | T ₁ | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.0 | 7.0 | 6.5 | 中+ | 6.62 |
| | T ₂ | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 5.5 | 中 | 6.78 |
| | T ₃ | 6.5 | 6.0 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 中 | 6.39 |
| | T ₄ | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 6.0 | 7.0 | 5.5 | 中+ | 6.58 |
| | T ₅ | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 7.0 | 中 | 6.78 |
| | T ₆ | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.0 | 中+ | 6.65 |
| | CK | 7.0 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7.0 | 6.5 | 7.0 | 6.0 | 中+ | 6.69 |

2.5 各处理烟叶经济性状

从表8可以看出,钾肥不同施用方式和施用量对烟叶经济性状有不同的影响,各处理对烟叶的产量影响不大,但适当增加钾肥的施用量能在一定程度上提高中上等烟比例和产值,其中T₂、T₅处理烤烟经济性状高于其他处理,对照烟叶经济性状相对较差。

3 讨论与结论

钾肥在烟叶生长过程中具有重要的作用,适宜的钾肥施用方式和施用量在提高烟叶钾含量的同时,还能提升烟叶的品质和经济效益。研究发现,烟叶的钾含量一般随着施钾量的增加而增加,但施加量达到一定程度后,烟叶钾含量增加趋

表8 不同处理主要经济性状统计

| 试验处理 | 上等烟比例(%) | 中上等烟比例(%) | 产量(kg/hm ²) | 单叶质量(g) | 均价(元/kg) | 产值(元/hm ²) |
|----------------|----------|-----------|-------------------------|---------|----------|------------------------|
| T ₁ | 52.21 | 73.15 | 2 448.45 | 12.2 | 25.38 | 62 141.70 |
| T ₂ | 53.67 | 74.78 | 2 464.35 | 12.3 | 25.64 | 63 186.00 |
| T ₃ | 52.33 | 72.97 | 2 434.95 | 11.9 | 25.17 | 61 287.75 |
| T ₄ | 52.35 | 72.21 | 2 418.30 | 13.0 | 25.12 | 60 747.75 |
| T ₅ | 53.57 | 73.93 | 2 431.80 | 13.1 | 25.67 | 62 424.30 |
| T ₆ | 52.89 | 72.42 | 2 423.10 | 13.0 | 25.36 | 61 366.20 |
| CK | 51.11 | 71.23 | 2 404.80 | 12.9 | 23.98 | 58 026.75 |

势变缓慢^[11]。在本研究中,随着钾肥浇施量的增加(T₁~T₃处理),烟叶钾含量呈先升高后降低的趋势,其中硫酸钾追肥

用量为 180 kg/hm² 时,烟叶的钾含量最高。说明仅通过增加钾肥施用量来提高烟叶钾含量的方法具有一定的局限性,且会造成钾肥的浪费,增加成本。一些学者通过研究发现,不同钾肥品种以及不同施用时间对烤后烟叶钾含量有较大影响。张明发等研究发现,在烟株生长的中后期施加一定量的钾肥能明显提高烤后烟叶的钾含量^[25-26]。张翔等的研究表明,烟株打顶后追施一定量的钾肥能提高烤后烟叶钾含量^[27-28]。在本研究中,3种不同种类的钾肥均在烤烟打顶后第3天以喷施的方式施用,除 T₁ 处理外,烤后中上部烟叶的钾含量均高于对照烟叶,说明封顶后喷施钾肥能明显提高烟叶钾含量。T₄ 处理与 CK 施用的均为普通硫酸钾肥,因施用时间不同,T₄ 处理烟叶钾含量明显高于 CK,且 T₄ 处理硫酸钾用量为 CK 的 1/5。说明确定烟叶累积钾离子的高峰期不仅能提高烟叶钾含量和钾肥利用率,还能明显减少钾肥施用量,节约施肥成本。

本研究中相同种类钾肥,在施肥时间一致的情况下,除 T₁ 处理外,其余 6 个处理均表现为中部烟叶钾含量高于上部烟叶。相关研究也表明,烟叶钾含量与叶位的关系为上部叶 < 中部叶 < 下部叶^[26,29]。这可能是因为打顶后,烟株体内的钾离子从上往下运输,从而导致下部和中部烟叶钾含量高于上部烟叶^[26]。

本研究中 T₁ ~ T₃ 处理以及 CK 均是在烤烟生长前期浇施较多的钾肥(180 ~ 240 kg/hm²),但提钾效果没有打顶后喷施少量钾肥好,这可能是因为过早施用钾肥,会因降水、土壤质地、土壤固定等原因而导致钾元素的流失,影响烟株吸收,降低钾素利用率,施加时间不在烟株吸收、积累钾元素的高峰期内^[30]。

钾元素在烟株体内几乎参与了烟株生长过程中所有物质的合成转化以及能量代谢过程^[31],因此对改善烟叶品质有积极的作用。在本研究中,T₂、T₅ 处理后烤烟感官质量以及经济性状整体上较其他处理更优。结合烤烟生产成本等因素考虑认为,T₅ 处理(烟株打顶后第3天,叶面喷施红牛硫酸钾 45 kg/hm²,稀释比例为 1 : 15)较适合宣威烟区烤烟生产。针对不同烟区生态环境、栽培技术以及烤烟品种等因素,深入开展烤烟对钾素的吸收、运输、累积以及分配规律,确定钾素吸收高峰期及最佳的钾肥施用方法,做到合理施用钾肥显得尤为重要和必要。

参考文献:

[1] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003:82-83.
 [2] 中国农科院烟草所. 中国烟草栽培[M]. 上海:上海科学技术出版社,1963:79.
 [3] 窦玉青,王树声,许立峰,等. 烟草钾素营养研究进展[J]. 中国烟草科学,2002,23(3):31-33.
 [4] 李荣兴,李淑君,闫金玉,等. 施钾量对烤烟产质、主要化学成分和焦油量的影响[J]. 烟草科技,2001(8):40-42.
 [5] 林克惠,战以时,李永梅. 不同施钾量对烤烟烟叶品质的影响[J]. 云南农业大学学报,1994,9(2):112-118.
 [6] 韩锦峰,郭月清,刘国顺,等. 烤烟干物质积累和氮磷钾的吸收及分配规律的研究[J]. 河南农业大学学报,1987,21(1):8-18.
 [7] 周冀衡,朱显灵,汪邓民. 不同氮肥形态、浓度对烟草生长和钾素

吸收影响的研究[J]. 中国烟草学报,1996,3(1):70-73.
 [8] 张 笛,叶协锋,刑小军,等. 凉山烤烟钾含量状况及其与国内外优质烤烟的比较分析[J]. 湖南农业科学,2012(5):30-33.
 [9] 杨铁钊,鲁黎明,夏 巍,等. 烤烟富钾基因型钾吸收积累与内向钾电流特性[J]. 中国农业科学,2008,41(8):2392-2399.
 [10] 解 燕,王文楷,赵 杰,等. 烟草钾素营养与钾肥研究[J]. 中国农学通报,2006,22(8):302-307.
 [11] 钟晓兰,张德远,李江涛,等. 施钾对烤烟钾素吸收利用效率及其产量和品质的影响[J]. 土壤,2008,40(2):216-221.
 [12] 王 毅,王跃进,杨德廉,等. 土壤供钾水平对烤烟生长及钾素营养的影响[J]. 中国烟草科学,2009,30(6):42-45.
 [13] 郑宾滨,曹一平,张福锁,等. 不同供钾水平下烤烟体内钾的循环、累积和分配[J]. 植物营养与肥料学报,2000,6(2):166-172.
 [14] 顾毓敏,程 森,窦玉青,等. 云南宣威初烤烟叶叶形特征与内在品质的关系研究[J]. 中国烟草科学,2011,32(4):6-9,13.
 [15] 李 静,张锡洲,李廷轩,等. 钾肥运筹对烤烟钾吸收利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(4):969-978.
 [16] 蒋雨洲,张吉立,李 洋,等. 不同钾肥追施量对烤烟钾吸收与烟叶钾含量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):98-100.
 [17] 颜合洪,胡雪平,张锦韬,等. 不同施钾水平对烤烟生长和品质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2005,31(1):20-23.
 [18] 李高坡. 不同施肥措施对南阳烤烟钾素吸收及烟叶品质的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2015.
 [19] 王彦亭,谢剑平,李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京:科学出版社,2010.
 [20] 蔡宪杰,王信民,尹启生. 烤烟外观质量指标量化分析初探[J]. 烟草科技,2004(6):37-39,42.
 [21] 李 葆,刘春奎,闫启峰,等. 湖北恩施烟区烤烟化学成分特点及综合评价[J]. 江西农业学报,2010,22(5):12-14,18.
 [22] 罗 华,邓小华,张光利,等. 邵阳市主产烟县烤烟化学成分特征与可用性评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2009,35(6):623-627.
 [23] 李晓婷,亚 平,何元胜,等. 云南省临沧烟区烤烟化学成分特征及空间分布[J]. 烟草科技,2013(1):53-57.
 [24] 蒋水萍,张拯研,郑仕方,等. 优化烟叶结构后不同采收成熟度对烤烟品质的影响[J]. 河南农业科学,2013,42(11):40-45.
 [25] 张明发,朱列书. 烤烟不同生育期供钾水平对叶片钾含量的影响[J]. 中国烟草科学,2009,30(1):23-25.
 [26] 赵正雄,殷红慧,李宏光,等. 断根追钾条件下减量施氮对烟株后期氮、钾吸收及烟叶产量质量的影响[J]. 作物学报,2008,34(7):1294-1298.
 [27] 张 翔,马 聪,毛家伟,等. 钾肥施用方式对烤烟钾素利用及土壤钾含量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2012(5):50-53.
 [28] 戴 勋,王 毅,刘彦中,等. 不同钾肥追施量对烤烟 K326 生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2009,30(1):19-22.
 [29] 鲁黎明,朱 靓,雷 强,等. 四川烤烟主产区烟叶感官质量及主要化学成分分析[J]. 草业学报,2012,21(4):88-97.
 [30] 杨铁钊,杨志晓,林 娟,等. 不同烤烟基因型根际钾营养和根系特性研究[J]. 土壤学报,2009,46(4):646-651.
 [31] 柳太卫,杨 承,李 正,等. 钾肥施用方式对土壤钾供应能力及烤烟品质的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(8):1771-1773,1776.