

优化施钾对烟-稻轮作区不同质地土壤烟叶钾含量及产质量的影响

章程¹, 李波¹, 姜超强², 祖朝龙², 郑天军¹, 章友爱¹, 吴晶晶¹, 阎轶峰², 沈嘉^{2*}

(1. 浙江中烟工业有限责任公司, 浙江杭州 310006; 2. 安徽省农业科学院烟草研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 以云烟 97 作为试材, 研究钾肥施用模式对不同土壤质地烤烟产质量和烟叶钾含量的影响, 为烟田钾肥施用管理和烟叶提钾增质提供科学依据。在皖南烟区选取 3 种不同质地(砂壤土、壤土、黏壤土)烟田, 比较不同钾肥施用模式(常规施钾、优化施钾模式)对烟叶产量、产值、钾含量、常规化学成分, 以及外观和感官质量的影响。结果表明, 3 种质地土壤烟叶产量和产值差异表现为壤土 \approx 砂壤土 $>$ 黏壤土, 优化施钾烟叶产值和均价显著高于农户施钾。与农户施钾相比, 优化施钾中部叶和上部叶钾含量分别增加 13.7% 和 11.3%, 优化施钾对壤土烤烟中部叶钾含量提升幅度最大; 优化施钾中部叶和上部叶总糖含量比农户施钾分别提高 11.5% 和 17.0%, 还原糖含量则分别提高 25.0% 和 9.7%。优化施钾能够显著提升中部叶和上部叶感官质量, 就 3 种不同质地土壤而言, 优化施钾对砂壤土烟叶感官质量的提升作用最为明显。综上所述, 优化施钾能够显著增加烟叶产量和产值, 增加中部叶和上部叶的钾含量, 提高烟叶总糖和还原糖含量, 提升烟叶感官质量。

关键词 烤烟; 钾肥施用模式; 钾含量; 还原糖; 感官质量

中图分类号 S143.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)17-0138-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.17.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Improving Potassium Application on Potassium Concentration, Yield and Quality of Flue-cured Tobacco in Different Soil Textures under Tobacco-rice Rotation System

ZHANG Cheng¹, LI Bo¹, JIANG Chao-qiang² et al (1. Zhejiang Industrial Corporation of China Tobacco, Hangzhou, Zhejiang 310006; 2. Tobacco Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract The effects of potassium (K) application mode on flue-cured tobacco yield and quality, and K concentration in leaves of the tobacco cultivar Yunyan 97 were studied so as to improve the management of K fertilizer application and increase the K concentration in tobacco leaves. Three different soil textures (clay loam, loam and sandy loam) of tobacco fields were selected to compare the effects of K application modes (farmer's K application (FK), improved K application (IK)) on the yield, quality, K concentration, conventional chemical composition, appearance and sensory quality of tobacco leaf in Southern Anhui Province. Results showed that the yield and output value of tobacco leaf in the three soil textures varied as follows; loam \approx sandy loam $>$ clay loam. The output value and average price of tobacco leaf in the IK were significantly higher than the FK treatment. Compared with the FK, IK increased the K concentration of the middle leaves and upper leaves by 13.7% and 11.3%, respectively. The K concentration of the middle leaves under the loam soil was increased the most by the IK treatment. The total sugar content in the middle and upper leaves of IK treatment was 11.5% and 17.0% higher than that of the FK, and the reducing sugar content was 25.0% and 9.7% higher, respectively. The IK significantly improved the sensory quality of the middle and upper leaves. The IK had the most obvious effect on the sensory quality of tobacco leaves in sandy loam among the three different soil textures. In conclusion, the IK significantly increased the yield and output value of tobacco leaves, enhanced the K concentration of the middle and upper leaves, improved the total sugar and reducing sugar content of leaves, and improved the sensory quality of tobacco leaves.

Key words Flue-cured tobacco; Potassium application mode; Potassium concentration; Reducing sugar; Sensory quality

钾是烤烟生长发育的必需营养元素,也是烟叶重要的品质元素。钾含量偏低会严重降低烟叶品质,而优质烟叶的钾含量通常要求较高,如国外优质烟叶中含钾量通常在 3% 以上,我国优质烟叶也要求钾含量达到 2%。但目前我国烤烟烟叶钾含量相对较低,平均在 2% 以下,因此提高烟叶钾含量对提升烟叶质量至关重要。

皖南烟区是我国典型的浓香型产区,烟叶具有独特的焦甜香风格,深受卷烟工业企业的青睐。但也存在烟叶钾含量偏低的问题。为了提高皖南烟叶钾含量,诸多研究者从筛选钾高效品种、增施钾肥和优化施钾方法等方面进行了较为全面的探讨,也取得了一些成效。如通过增加钾肥施用量和优化钾肥施用位置,郇威威等^[1]研究发现,高钾用量和根区施肥可提升皖南不同质地土壤烟叶钾含量。通过调整基肥和

追肥的比例,张士荣等^[2]研究发现增加追肥钾肥的比例,钾肥后移能够提高烟叶钾含量,并改善烟叶尤其是上部烟叶的品质。通过分次施钾调整钾肥施用时间,吕大树等^[3]研究发现,分 3 次施用钾肥能够提高烟叶钾含量。目前,我国烤烟钾肥的施用以基肥为主^[4],皖南烤烟的钾肥施用基本采用一次性基施的方式,在烤烟移栽时条施全部钾肥,生育期内不再追施钾肥,烟叶钾含量基本能够满足优质烟叶的要求。但长期单一的钾肥配方和施肥模式下,近年来皖南烟叶钾含量有下降趋势。如何稳定和提提高烟叶钾含量是皖南烟叶生产急需解决的问题。因此,笔者采用大田试验,探索优化钾肥配方和施钾模式对烟叶钾含量、产质量以及经济效益的影响,以优化烤烟钾肥施用管理,为烟叶提钾增质提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2018 年 3—8 月在安徽省烤烟主产区宣城市进行。3 种不同质地土壤的试验烟田分别位于杨柳、黄渡和文昌,根据美国制土壤分类标准,3 个区域的土壤质地分别为黏壤土、壤土和砂壤土。供试土壤基本理化性状见表 1。

基金项目 安徽省农业科学院团队项目(2013CB127401);安徽省烟草公司科技项目(20180551009);安徽中烟科技项目(20211137)。

作者简介 章程(1985—),男,浙江杭州人,从事烟叶采购与加工研究。
*通信作者,副研究员,博士,从事烟草栽培研究。

收稿日期 2021-09-18

表 1 供试土壤基本理化性状

Table 1 Basic physical and chemical properties of tested soil

试验地 Test site	土壤类型 Soil type	pH	有机质 Organic matter g/kg	碱解氮 Alkali hydrolyzed nitrogen/mg/kg	速效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg
杨柳 Yangliu	黏壤土	5.2	27.4	121.6	11.8	120.0
黄渡 Huangdu	壤土	5.2	25.1	113.0	27.4	145.0
文昌 Wenchang	砂壤土	5.7	13.4	110.8	10.6	93.8

1.2 试验设计及管理 每个试验点分别设置 2 种施钾处理,即农户常规施钾和优化施钾,采用田间小区试验法,每个处理重复 3 次,小区面积 48 m²(4.8 m×10.0 m)。每个小区 4 行区,长 10 m,行距 1.2 m,株距 0.5 m,植烟 80 株。根据当地优质烤烟生产技术标准,氮肥和磷肥用量选择当地最佳用量,杨柳、黄渡和文昌氮肥施用量分别为 97.5、105.0 和 105.0 kg/hm²,磷肥施用量均为 150 kg/hm²。

农户常规施钾方法及钾肥种类:在施肥前将所需的所有肥料采用人工的方式进行充分混匀,然后采用条施的方式施肥,即起垄前将肥料以条状方式施在土壤表面,经过起垄,肥料被覆盖在垄体的正下方 15 cm 左右的位置。所需肥料共 6 种:烟草专用肥(9-13.5-22.5)、硝酸钾肥、硫酸钾、钙镁磷肥、磷酸二氢钾肥和磷酸二铵。

优化钾肥方法及钾肥配方:采用条施的方式施肥,即起垄前将肥料以条状方式施在土壤表面,经过起垄,肥料被覆盖在垄体正下方 15 cm 左右的位置。仅施用一种肥料,即由笔者所在研究团队提供肥料配方,委托安徽红四方股份有限公司生产的烟草专用肥(硫酸钾、磷酸一铵、硝酸钾混匀造粒制成)。

肥料全部一次性基施,起垄后肥料位于垄体正下方,其他田间管理技术措施均一致。供试烤烟品种为云烟 97,3 月中旬烟苗移栽,7 月下旬烟叶采收结束。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 产量、产值。烟叶成熟采收期按小区单独采收,分别挂牌烘烤,烤后烟叶按照烤烟分级^[5]进行分级,统计每个小区的产量,并计算产值和均价等。

1.3.2 外观和感官质量。选取具有代表性的烤后 C3F 和 B2F 烟叶,参照 Karaivazoglou 等^[6]和 Jiang 等^[7]的方法进行外观和感官质量评价,外观质量和感官质量满分均为 10 分。

1.3.3 烟叶化学成分。选取具有代表性的烤后 C3F 和 B2F 烟叶,烘干至恒重,研磨粉碎过筛,采用连续流动化学分析仪测定总氮、烟碱、总糖、还原糖、钾等常规化学成分^[8],并计算糖碱比(还原糖/烟碱)。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2013 和 SPSS 19.0 软件进行数据统计和分析,采用 *t* 检验进行数据显著性检测。

2 结果与分析

2.1 不同施钾处理对烟叶产量和产值的影响 由表 2 可知,优化施钾与农户施钾烟叶的产量无显著差异,且在 3 种质地土壤上表现一致;3 种质地土壤优化施钾与农户施钾烟叶产值均无显著差异。黏壤土和砂壤土优化施钾烟叶均价

均显著高于农户施钾处理。在优化施钾与农户施钾条件下,黏壤土烟叶的产量和产值均最低,3 种质地土壤烟叶产量和产值差异表现为壤土≈砂壤土>黏壤土。通过整合分析,优化施钾烟叶产值和均价显著高于农户施钾处理。

表 2 施钾对不同质地土壤烟叶产量和产值的影响

Table 2 Effect of potassium application on yield and output value of tobacco leaf in different texture soils

土壤类型 Soil type	施钾模式 Potassium application mode	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg
黏壤土 Clay loam	FK	2 102.0	56 916.7	27.1
	IK	2 063.1	57 984.9	28.1*
壤土 Loam	FK	2 156.6	57 472.1	26.7
	IK	2 198.0	60 905.3	27.7
砂壤土 Sandy loam	FK	2 150.6	5 9161.7	27.5
	IK	2 138.5	60 794.7	28.4*
平均 Average	FK	2 136.4	57 850.2	27.1
	IK	2 133.2	59 894.9*	28.1**

注:FK 为农户施钾模式,IK 为优化施钾模式。农户和优化模式结果采用 *t* 检验进行差异显著性分析。* 和 ** 分别表示同一土壤质地不同施肥处理间差异显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)

Note:FK is the potassium application mode for farmers, and IK is the optimized potassium application mode. T-test was used to analyze the significance of differences between farmers and optimized model results. * and ** respectively represent significant differences($P<0.05$) and extremely significant differences($P<0.01$) between different application modes in the same soil texture

2.2 不同施钾处理对烟叶常规化学成分的影响 由表 3 和表 4 可知,施钾方式显著影响烤烟中部叶和上部叶的钾含量。优化施钾对壤土烤烟中部叶钾含量提升幅度最大(提高 14.8%),且显著提升黏壤土和壤土烤烟上部叶钾含量。综合 3 种质地土壤,优化施钾烤烟中部叶和上部叶钾含量平均分别为 2.16% 和 1.78%;与农户施钾处理相比,中部叶和上部叶钾含量分别增加 13.7% 和 11.3%。烟叶总氮含量除壤土施钾处理间中部叶有差异外,其他处理均无显著差异。各处理中部叶和上部叶烟碱含量分别为 2.13%~2.78% 和 3.04%~3.45%,优化施钾显著降低了壤土和砂壤土上部叶烟碱含量。3 种质地土壤上,优化施钾烤烟中部叶和上部叶总糖均显著高于农户施钾处理。综合 3 种质地土壤分析表明,优化施钾中部叶和上部叶总糖含量比农户施钾分别提高 11.5% 和 17.0%。优化施钾中部叶和上部叶还原糖含量比农户施钾分别提高 25.0% 和 9.7%;糖碱比则分别增加 34.7% 和 15.4%。与农户施钾相比,优化施钾对中部叶还原糖和糖碱比的提升幅度比对上部叶的提升幅度更大。

表3 施钾对不同质地土壤烤烟中部叶常规化学成分的影响

Table 3 Effects of potassium application on conventional chemical components of middle leaves of flue-cured tobacco in different soil textures

土壤类型 Soil type	施钾模式 Potassium application mode	钾 Potassium %	总氮 Total nitrogen %	烟碱 Nicotine %	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	糖碱比 Sugar-nicotine ratio
黏壤土 Clay loam	FK	1.98	2.15	2.73	29.96	22.15	8.11
	IK	2.32	2.18	2.75	32.60**	28.85*	10.49**
壤土 Loam	FK	1.96	2.13**	2.72*	29.70	22.10	8.14
	IK	2.25*	1.79	2.13	32.20*	28.50*	13.40**
砂壤土 Sandy loam	FK	1.75	2.35	2.78	27.23	23.50	8.44
	IK	1.89	2.36	2.77	32.10**	27.35**	9.88**
平均 Average	FK	1.90	2.21	2.74	28.96	22.58	8.22
	IK	2.16**	2.11	2.55	32.30**	28.23**	11.07**

注: * 和 ** 分别表示同一土壤质地不同施肥处理间差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)

Note: * and ** indicated significant difference ($P < 0.05$) and extremely significant difference ($P < 0.01$) between different application modes in the same soil texture

表4 施钾对不同质地土壤烤烟上部叶常规化学成分的影响

Table 4 Effects of potassium application on conventional chemical components of upper leaves of flue-cured tobacco in different soil textures

土壤类型 Soil type	施钾模式 Potassium application mode	钾 Potassium %	总氮 Total nitrogen %	烟碱 Nicotine %	总糖 Total sugar %	还原糖 Reducing sugar %	糖碱比 Sugar-nicotine ratio
黏壤土 Clay loam	FK	1.51	2.38	3.20	23.50	19.80	6.18
	IK	1.79**	2.37	3.05	26.80*	21.50	7.06
壤土 Loam	FK	1.52	2.45	3.25*	23.80	18.80	5.78
	IK	1.71*	2.33	3.04	26.80**	20.30	6.67
砂壤土 Sandy loam	FK	1.78	2.50	3.45*	21.85	19.85	5.75
	IK	1.84	2.56	3.32	27.30**	22.30**	6.72**
平均 Average	FK	1.60	2.45	3.30**	23.05	19.48	5.90
	IK	1.78**	2.42	3.14	26.97**	21.37**	6.81**

注: * 和 ** 分别表示同一土壤质地不同施肥处理间差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)

Note: * and ** indicated significant difference ($P < 0.05$) and extremely significant difference ($P < 0.01$) between different application modes in the same soil texture

2.3 不同施钾处理对烟叶外观和感官质量的影响 由表5可知,与农户施钾处理相比,优化施钾显著提升黏壤土中部叶和砂壤土上部叶的外观质量;3种不同质地土壤的综合分析发现,优化施钾能够显著提升上部叶外观质量,但对中部叶外观质量的提升作用不显著。与农户施钾处理相比,优化施钾显著提升黏壤土和砂壤土中部叶和上部叶的感官质量;3种不同质地土壤的综合分析发现,优化施钾能够显著提升中部叶和上部叶感官质量。优化施钾对不同质地土壤烟叶感官质量的提升作用表现为砂壤土>黏壤土>壤土,优化施钾对上部叶感官和外观的提升作用较中部叶明显。

3 讨论

不同肥料种类在土壤中的迁移、转化、固定、流失以及被植物吸收的效率差异较大^[4,9]。适宜的钾肥种类能够提高吸收利用率,在同等施肥量的条件下,吸收利用高,烟叶中的积累增加,烟叶钾含量相对较高^[10-11]。该研究结果发现,新型钾肥种类(处理),成熟采收后的烟叶钾含量比常规施钾(CK)显著提高。皖南烟区钾肥施用种类包括硝酸钾、硫酸钾、磷酸二氢钾,种类多、用量大^[12],且由于该地区肥料在烤烟移栽时一次性条施入土,为了节省劳务用工农民施肥前习惯把钾肥与其他肥料拌匀、装袋,这一方面施肥前操作增加了用工,另一方面多种肥料掺拌难以拌匀,施肥准确性较差,肥料利用率低。由于不同肥料的颗粒和密度有一定的差异,难以充分拌匀,田间施肥很难做到均匀,有的肥料多,有的肥

表5 施钾对不同质地土壤烟叶外观和感官质量的影响

Table 5 Effect of potassium application on appearance quality and sensory quality of tobacco leaf in different soil textures

土壤类型 Soil type	施钾模式 Potassium application mode	外观质量 Appearance quality		感官质量 Sensory quality	
		中部叶 Middle leaf	上部叶 Upper leaf	中部叶 Middle leaf	上部叶 Upper leaf
黏壤土 Clay loam	FK	8.03	7.04	7.00	6.70
	IK	8.47*	7.27	7.25*	6.90**
壤土 Loam	FK	8.03	7.25	6.70	6.45
	IK	8.21	7.55	6.90	6.55
砂壤土 Sandy loam	FK	8.23	5.60	5.80	5.50
	IK	8.26	5.98*	6.25*	6.00**
平均 Average	FK	8.10	6.63	6.50	6.21
	IK	8.37	6.94*	6.80**	6.48**

注: * 和 ** 分别表示同一土壤质地不同施肥处理间差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)

Note: * and ** indicated significant difference ($P < 0.05$) and extremely significant difference ($P < 0.01$) between different application modes in the same soil texture

料偏少,甚至部分土壤只施入了某种肥料,导致烤烟缺素,烟叶产量和品质难以保障^[1,13]。因此,皖南烟区烤烟目前习惯的施肥种类、施肥方式急需改进优化。不仅要减少施肥种类,将多种肥料制成多元复合肥,而且肥料施用位置也要进行更加精准的调控,如改变现有的条施,采用段施或者段条施的方式。郁威威等^[1]发现增加肥料集中地的根区施钾能够提高皖南烟叶钾含量。如果研制成1种或者2种的多元

复合新型烤烟专用肥,不仅能够减少施肥的劳务用工,并且田间烤烟的肥料供应也将更加均匀,烟叶产质量也将有所提升。

改变施钾模式增加烟叶产量、提升烟叶钾含量。改进钾肥配方、优化施钾方式能够促进烤烟生长发育,增加产量^[14-16]。另外,优化钾肥配方,更好供应钾素,提高了烤后烟叶钾含量,改善烟叶品质^[1,17]。优化钾肥施用,在移栽后 70 d 追施 20% 的钾肥可以大幅度提高上部烟叶中钾含量和钾积累量^[18]。通过改变钾肥配方和施用方式,增加钾肥在烤烟根区土壤的集中度和均匀度,促进根系对钾素的吸收,提高烟叶钾含量。该研究发现,改进施钾模式能够显著提高烟叶的外观和感官质量。研究表明,在同等施钾量的条件下,增加追肥比例更有利于中部叶各类香气物质的形成和品质提升^[19]。刘国顺等^[20]研究表明,NPK 配施对烤烟中性致香物质含量具有增效作用,提高钾肥施用量可提高中部叶总中性致香物质含量。

钾肥配方的改进,有助于推进烤烟机械化施肥。该研究优化钾肥配方,钾肥种类简单,比当地常规的施肥模式明显减少,减少了施肥用工。钾肥配方的改进,改变原来的多种肥料,研制一种烤烟专用复合肥有助于推进烤烟施肥的机械化,原有的肥料种类多、肥料粒径大小不一,多种肥料一次施用时机械施肥难以做到均匀,分次施用则增加施肥成本和劳务用工,烤烟施肥机械化难以实现。随着农业机械化进程的推进,单一种类、养分齐全的烤烟专用肥势在必行。该研究为皖南烤烟优化施肥种类和推进机械化施肥提供了参考。另外,该研究结果表明,不同种类土壤下优化钾肥施用效果有一定差异,因此不同土壤类型的钾肥施用量仍需要进一步探讨和优化,有的可以降低钾肥用量,有的可能需要增加施钾量来进一步提升产量和品质。

4 结论

优化施钾烟叶产值和均价显著高于农户施钾处理,3 种质地土壤烟叶产量和产值差异表现为壤土 \approx 砂壤土 $>$ 黏壤土。与农户施钾处理相比,优化施钾处理中部叶和上部叶钾含量分别增加 13.7% 和 11.3%,总糖含量分别提高 11.5% 和 17.0%,还原糖含量则分别提高 25.0% 和 9.7%。优化施钾

能够显著提升中部叶和上部叶感官质量,就 3 种不同质地土壤而言,优化施钾对砂壤土烟叶感官质量的提升作用最为明显。可见,该研究的优化钾肥施用方式能够显著增加烟叶产量和产值,提高烟叶钾、总糖和还原糖含量,提升烟叶感官质量。

参考文献

- [1] 郇威威,王一柳,卢殿君,等. 高钾用量和根区施肥可提升皖南不同质地土壤烟叶钾含量[J]. 土壤,2019,51(3):458-464.
- [2] 张土荣,王军,林昌华,等. 钾肥运筹对砂泥田土壤烤烟生长、钾素吸收及香气品质改善的影响[J]. 华北农学报,2019,34(2):187-197.
- [3] 吕大树,李子绅,郭泽,等. 分次施用钾肥及配套措施对烤烟生长发育及其产质量的影响[J]. 中国农业科技导报,2020,22(1):116-123.
- [4] 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.
- [5] 国家技术监督局. 烤烟:GB 2635—92[S]. 北京:中国标准出版社,1992.
- [6] KARAIVAZOGLU N A,TSOTSOLIS N C,TSADILAS C D. Influence of liming and form of nitrogen fertilizer on nutrient uptake, growth, yield, and quality of Virginia (flue-cured) tobacco[J]. Field crops research,2007,100(1):52-60.
- [7] JIANG C Q, SHEN J, CUI Q R, et al. Optimal lime application rates for ameliorating acidic soils and improving the yield and quality of tobacco leaves[J]. Applied ecology and environmental research,2020,18(4):5411-5423.
- [8] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [9] 丁亚会,肖海强,王大海,等. 水钾一体化对烤烟钾素吸收及生长的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2017,23(5):1238-1248.
- [10] 厉昌坤,董小卫,周显升,等. 提高山东烟叶钾含量配套措施的研究[J]. 中国烟草科学,2006,27(1):32-34.
- [11] 张翔,毛家伟,翟文汇,等. 不同钾肥种类及追施深度对烤烟经济性状和养分吸收的影响[J]. 中国烟草科学,2014,35(2):69-73.
- [12] 崔权仁,姜超强,武文明,等. 皖南烟区硫酸钾适宜用量及其对烤烟品质的影响研究[J]. 中国农学通报,2019,35(26):40-46.
- [13] 朱经纬,沈晗,张恒,等. 化肥减量条件下追肥方式对皖南烤烟产量和品质的影响[J]. 烟草科技,2020,53(7):10-18.
- [14] 严陶韬,王一柳,卢殿君,等. 根区施用钾肥对烤烟产量、钾含量及钾素吸收的影响[J]. 中国土壤与肥料,2018(5):70-76.
- [15] 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.
- [16] 段雯,梅文强. 施钾量对烤烟 K326 生长及产质量的影响[J]. 安徽农业科学,2017,45(5):34-35,82.
- [17] 金辽,李伟,章友爱,等. 不同追施钾肥模式对烤烟生长的影响[J]. 南方农业,2018,12(28):44-49.
- [18] 林鸾芳,李冰,王昌全,等. 钾肥追施时期后移对烤烟钾积累与分配的影响[J]. 西南农业学报,2016,29(7):1660-1665.
- [19] 代晓燕,张芊,王建安,等. 不同钾肥施用量及基追比对烤烟中性致香物质含量的影响[J]. 中国烟草科学,2014,35(1):26-31.
- [20] 刘国顺,张春华,代李鹏,等. 不同氮磷钾配施对烤烟石油醚提取物和中性致香物质的影响[J]. 土壤,2009,41(6):974-979.