

# 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

张翔<sup>1</sup>, 毛家伟<sup>1</sup>, 翟文汇<sup>2</sup>, 杨立均<sup>2</sup>, 李富欣<sup>3</sup>, 徐敏<sup>3</sup>, 李国平<sup>1</sup>

(1.河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 郑州 450002; 2.驻马店市烟草公司, 河南 驻马店 463000; 3.河南省烟草公司, 郑州 450007)

**摘要:**为了探索适宜烤烟生产的钾肥种类及追施深度,采用大田试验方法,分析了钾肥种类及追施深度互作对烤烟产量效益和养分吸收的影响。结果显示,钾肥种类与追施深度及其互作对烟叶产量、经济效益和养分吸收有显著影响。在相同追施深度下,与硫酸钾相比,施用包膜钾肥可以使烟叶产量提高 10.6%~15.2%,产值增加 11.0%~18.2%;同一钾肥追施深度 20 cm 比 10 cm 能够有效提高烟叶经济效益,包膜钾肥追施深度 20 cm 比 10 cm 可使中部叶和上部叶钾含量显著提高,磷、锌和硫含量有所提高。综合分析,钾肥种类及追施深度互作表现最好的为植物油包膜钾肥追施 20 cm 处理,其次是腐殖酸包膜钾肥追施 20 cm 处理。

**关键词:**钾肥;追肥深度;烟叶;产量;产值;养分吸收

中图分类号: S572.06

文章编号: 1007-5119 (2014) 02-0069-05

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2014.02.013

## Effects of Different Potassium Fertilizer Types and Dressing Depths on Yield, Quality and Nutrient Uptake of Tobacco

ZHANG Xiang<sup>1</sup>, MAO Jiawei<sup>1</sup>, ZHAI Wenhui<sup>2</sup>, YAN Lijun<sup>2</sup>, LI Fuxin<sup>3</sup>, XU Min<sup>3</sup>, LI Guoping<sup>1</sup>

(1. Institute of Plant Nutrition, Agricultural Resources and Environmental Science, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhumadian Tobacco Company of Henan Province, Zhumadian, Henan 463000, China; 3. Henan Provincial Tobacco Company, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** In order to provide a scientific basis for optimal potassium fertilizer types and topdressing depth to increase tobacco production, a field experiment was conducted to study the effects of different potassium fertilizer types and topdressing depth on the yield, benefit and nutrient uptake of tobacco by using split plot design with potassium fertilizer (two levels) as main treatment and dressing depths (three levels) as sub-plots. The results showed that, different potassium fertilizer, topdressing depth and their interactions had a significant effect on tobacco yield, economic value and nutrients uptake. In the same topdressing depth, compared with potassium sulfate, applying coated potassium fertilizer increased the yield and output value of tobacco, and increased by 10.6% to 15.2% and 11.0% to 18.2% respectively; Applying the same potassium fertilizer, topdressing the potassium fertilizer 20 cm effectively increased the economic benefit than 10 cm, for applying coated potassium fertilizer, topdressing depth 20 cm increased potassium, phosphorus, zinc and sulfur content in middle leaves and upper leaves than 10 cm, however. For potassium fertilizer types and potassium fertilizer types/topdressing depth interaction effect, topdressing bio-oil coated potassium fertilizer 20 cm treatment is the best, the second is topdressing humic acid coated potassium fertilizer 20 cm treatment. Under this experimental conditions, deep application coated potassium fertilizer in 20 cm soil layer can make full use of the topdressing depth and types of potassium fertilizer interaction effect, and effectively improve tobacco yield, economic benefits and potassium utilization efficiency.

**Keywords:** potassium fertilizer; topdressing depth; tobacco leaf; yield; output value; nutrient uptake

钾不仅是烤烟生长发育所必需的营养元素,而且是烤烟重要的品质元素<sup>[1]</sup>,钾在提高烤烟抗逆性、烟叶产量与品质等方面起着极其重要、不可替代的

作用。美国和津巴布韦的烟叶含钾量多在 3%~6%,在我国优质烟叶要求含钾量不低于 2.0%<sup>[2-3]</sup>。李强等<sup>[1]</sup>研究表明,我国烟叶含钾量平均值仅为 1.93%,

基金项目:河南省烟草专卖局科技项目(HYKJ201002、HYKJ201128);驻马店市烟草公司重点科技项目(ZMDKJ201101)

作者简介:张翔,男,研究员,研究方向为烟草营养与施肥。E-mail: zxtf203@163.com

收稿日期: 2013-04-22

修回日期: 2013-12-03

59.5%的烟叶钾含量未达到优质烟标准,烟叶含钾量偏低是制约我国烟叶质量的主要因素。施用钾肥是提高土壤钾素供应,满足烤烟生长发育对钾的需求最为直接的技术措施。关于钾肥施用方法的研究认为,基肥加分次追肥的施钾方式可以提高烟株对钾素的吸收利用率<sup>[4]</sup>,采取垄作深耕和土壤分层施肥可以提高烟叶含钾量<sup>[5]</sup>;国内外研究者对烤烟追钾方法也进行了研究,但观点和结果有所不同<sup>[6-7]</sup>;范艺宽等<sup>[8]</sup>研究得出,以追肥灌注施用的效果最好,烟株生长协调、健壮、根系发育好,落黄及时,产量较高,品质较好,烟叶中钾的含量高。贾志红等<sup>[9]</sup>认为,浅施追肥对烤烟根系生长更为有利,可促进根系植物量的增加和提高叶片光合速率。目前,生产上追施钾肥方式主要采取结合培土条施或穴施、肥料兑水浇灌等,施肥深度普遍较浅,土壤中的钾离子扩散较慢,影响了根系对钾的吸收利用。关于包膜控释肥料特别是包膜钾肥在烤烟上施用效果的研究报道不多,杜志勇等<sup>[10]</sup>试验结果表明,烤烟施用包膜控释钾肥可以显著提高烟叶的含钾量。但有关包膜控释钾肥追施技术研究尚未见报道。鉴于此,本试验通过研究不同钾肥种类及追施深度对烟叶养分吸收利用、产量和经济效益的影响,以期明确烤烟对不同种类钾肥深施的响应,为烤烟优质丰产高效生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于2012年在河南省泌阳县盘古乡进行。试验地土壤为黄棕壤,地势平坦,土层深厚,灌排方便,基础土壤理化性状见表1。供试烤烟品种为云烟87。

试验采用裂区设计,钾肥种类为主区,供3种

钾肥:硫酸钾、腐殖酸包膜钾肥、植物油包膜钾肥;追施深度为副区,分10 cm和20 cm两个追施深度。试验共计6个处理:T1,硫酸钾追施在10 cm土层;T2,硫酸钾追施在20 cm土层;T3,腐殖酸包膜钾肥追施在10 cm土层;T4,腐殖酸包膜钾肥追施在20 cm土层;T5,植物油包膜钾肥追施在10 cm土层;T6,植物油包膜钾肥追施在20 cm土层。试验各处理施氮量均为 $75.0 \text{ kg/hm}^2$ , $m(\text{N}):m(\text{P}_2\text{O}_5):m(\text{K}_2\text{O})=1:1:3$ ,氮、磷全部基施,钾肥40%基施、60%追施,追施钾肥于团棵期按处理要求进行。氮、磷、钾肥料分别为硝酸铵(N 34%)、重过磷酸钙( $\text{P}_2\text{O}_5$  45%)、硫酸钾( $\text{K}_2\text{O}$  50%)、腐殖酸包膜钾肥(市销、 $\text{K}_2\text{O}$  35.3%)、植物油包膜钾肥(自制、 $\text{K}_2\text{O}$  46%)。试验3次重复,随机排列,小区面积 $72 \text{ m}^2$ ,移栽密度为行距120 cm、株距50 cm,4月20日移栽,8月30日采烤结束,其他田间管理措施按当地生产技术规范统一进行。

### 1.2 测定项目与方法

1.2.1 烟叶产量和产值统计 各小区单独采收、绑干、烘烤,分区计产,统计烟叶产量、产值、上等烟比例、均价,每公顷烟叶产量、产值由小区产量、产值折算。

1.2.2 烤后烟叶矿质元素测定 各处理分别取B2F、C3F、X2F等级烟叶分析矿质营养元素,K用火焰光度法;P、Ca、Mg、Fe、Cu、Zn、S等元素经过灰化法处理后,用ICP测定;B采用姜黄素比色法。

### 1.3 数据统计分析

采用Excel 2003软件进行数据初步整理,用DPS软件对试验数据进行方差分析,多重比较用Duncan新复极差法。

## 2 结果

### 2.1 不同钾肥种类及追施深度对烤烟经济性状的影响

从表2可知,对钾肥种类而言,追施10 cm深度下,烟叶产量、产值、均价都以植物油包膜钾肥

表1 土壤理化性状

Table 1 Physico-chemical properties of soil tested

土壤深度/cm	pH	有机质/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	全氮/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	碱解氮/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	速效磷/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	速效钾/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
0-10	6.6	12.9	0.85	83.8	8.9	125.9
10-20	6.5	11.4	0.71	69.5	7.6	112.1
20-30	6.5	9.2	0.54	46.1	5.5	89.5
30-40	6.3	6.0	0.48	37.7	4.9	81.0

最高，且与硫酸钾差异显著，但与腐殖酸包膜钾肥差异不显著；上等烟比例也以植物油包膜钾肥最高，且 3 种肥料间差异达显著水平。追施 20 cm 深度下，烟叶产量、产值、均价和上等烟比例均以植物油包膜钾肥最高，但与腐殖酸包膜钾肥差异不显著，与硫酸钾差异显著。

对两种追施深度而言，T2 与 T1、T4 与 T3、T6 与 T5 相比，烟叶产量分别提高 3.0%、3.2%和 4.8%，两种追施深度之间烟叶产量差异均不显著；产值分别增加 8.5%、6.7%和 7.2%，同一种肥料两种追施深度之间烟叶产值差异达显著水平；两种追施深度之间均价差异达显著水平，但上等烟比例差异不显著。说明钾肥深施对烟叶产量影响较小，但可有效提高植烟经济效益。

总体来看，以 T6 处理烟叶产量和经济效益最高，其次是 T4 处理，但 T6 和 T4 烟叶产量与产值差异不显著。说明两种包膜钾肥深施都能够显著提高烟叶产量和经济效益。

## 2.2 不同钾肥种类及追施深度对烤后烟叶主要矿质元素含量的影响

表 3 表明，同一追施深度下，不同钾肥品种比较，上、中、下部叶钾含量均表现为植物油包膜钾肥 > 腐殖酸包膜钾肥 > 硫酸钾。相同钾肥品种下，两种追施深度相比，下部叶钾含量差异不显著；中部叶钾含量施用硫酸钾处理差异不显著，施用两种包膜钾肥处理间差异显著；上部叶钾含量，3 种钾肥的两种追施深度间差异均达显著水平。

不同处理烟叶磷含量，6 个处理下部叶的磷含量无显著差异；中部叶以 T6 处理最高，其次是 T4

处理，T6、T4 处理间差异不显著，但 T6 处理与其他处理差异显著；上部叶也以 T6 处理最高，与 T1 差异显著，但与其他处理差异不显著。

同一处理烟叶钙含量，上、中、下部烟叶相比，都是上部叶最高，但不同处理间同一部位烟叶钙含量差异不显著。镁含量与钙含量具有相同规律。不同处理同一部位烟叶和同一处理不同部位烟叶硫含量无显著差异，但相同钾肥品种追施 20 cm 深比追施 10 cm 烟叶硫含量有所增加。

同一处理上、中、下部烟叶相比，铁含量以下部叶最高，上、中、下部叶铁含量差异显著；同一部位不同处理间铁含量差异不显著。同一处理上、中、下部烟叶相比，T1、T2、T3、T4 下部叶与中部叶铜含量差异不显著，但上部叶与下部叶、中部叶铜含量差异达显著水平，T5、T6 的上、中、下部烟叶铜含量差异不显著；同一部位不同处理间下部叶、中部叶的铜含量差异均不显著，但上部叶植物油包膜钾肥处理与腐殖酸包膜钾肥、硫酸钾处理间差异显著，施用植物油包膜钾肥能够显著降低上部叶铜含量。同一处理上、中、下部烟叶锌含量差异显著；同一追施深度下，两种包膜钾肥与硫酸钾相比，能够显著提高上部叶、中部叶锌含量。同一处理上、中、下部烟叶硼含量差异显著；相同部位不同处理之间硼含量没有显著差异。

总体来看，不同处理对烟叶矿质营养元素有一定影响，包膜钾肥追施深度 20 cm 比 10 cm 可使中部叶和上部叶钾含量显著提高；植物油包膜钾肥追施在 20 cm 处理能够显著提高上部叶和中部叶磷、锌含量和烟叶硫含量，显著降低上部叶铜含量。

表 2 钾肥种类及追施深度对烤烟经济性状的影响

Table 2 Effects of different potassium fertilizer types and dressing depth on the yield and quality of tobacco

处理	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	产值/(元·hm <sup>-2</sup> )	均价/(元·kg <sup>-1</sup> )	上等烟比例/%
T1	2699.9bc	47707.2d	17.67c	45.6c
T2	2882.5b	51769.7c	17.96b	45.8c
T3	2987.0b	53885.5bc	18.04b	47.8ab
T4	3085.1ab	57475.4ab	18.63a	48.4a
T5	3109.8ab	56411.8b	18.01b	48.0a
T6	3259.4a	60461.9a	18.55a	48.3a
显著性检验 (P 值)				
钾肥品种	0.0043	0.0044	0.0260	0.0005
施肥深度	0.0007	0.0003	0.0001	0.0006
钾肥品种×施肥深度	0.5948	0.9211	0.06035	0.5261

注：同一列数字后的不同字母表示差异达 5% 显著水平，下同。

表3 不同钾肥种类及追施深度对烤后烟叶主要矿质元素含量的影响

Table 3 Effects of different potassium fertilizer and dressing depth on mineral element contents of tobacco

处理	等级	K/(g·kg <sup>-1</sup> )	P/(g·kg <sup>-1</sup> )	Ca/(g·kg <sup>-1</sup> )	Mg/(g·kg <sup>-1</sup> )	S/(g·kg <sup>-1</sup> )	Fe/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Cu/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn/(mg·kg <sup>-1</sup> )	B/(mg·kg <sup>-1</sup> )
T1	X2F	1.34c	1.45b	11.53b	1.62b	2.27a	153.23a	13.78b	26.62c	18.38c
	C3F	1.76b	1.50b	12.11b	1.87b	2.53a	67.54b	12.22b	30.81c	37.98b
	B2F	1.09e	1.43b	16.22a	3.90a	2.31a	48.92bc	25.86a	40.89b	65.50a
T2	X2F	1.42c	1.64ab	13.87b	1.51b	2.45a	152.11a	14.79b	28.22c	17.36c
	C3F	1.81ab	1.54b	11.53b	1.73b	2.78a	63.03b	11.79b	30.63c	35.72b
	B2F	1.18d	1.62ab	17.7a	3.72a	2.85a	41.08c	23.57a	40.05b	66.91a
T3	X2F	1.44bc	1.48b	12.21b	1.61b	2.39a	147.09a	12.99b	27.19c	19.12c
	C3F	1.79b	1.61b	10.86b	1.72b	2.25a	59.96b	11.13b	39.52b	37.27b
	B2F	1.20d	1.72a	17.82a	3.97a	2.18a	40.33c	20.89a	45.17a	68.4a
T4	X2F	1.49b	1.58b	12.64b	1.52b	2.65a	143.87a	11.57b	28.44c	18.71c
	C3F	1.93a	1.68ab	11.22b	1.80b	2.79a	55.88b	11.77b	36.82b	38.87b
	B2F	1.26c	1.77a	17.05a	3.65a	2.97a	39.74c	20.44a	46.64a	66.46a
T5	X2F	1.51b	1.55b	13.93ab	1.60b	2.19a	145.09a	12.76b	27.62c	19.55c
	C3F	1.80b	1.57b	11.31b	1.75b	2.19a	54.17b	13.01b	38.25b	37.39b
	B2F	1.27c	1.92a	18.15a	3.64a	2.22a	39.62c	18.78b	49.06a	69.04a
T6	X2F	1.55b	1.67ab	14.75ab	1.73b	2.65a	139.76a	10.05b	28.09c	19.32c
	C3F	2.02a	1.80a	11.78b	1.88b	2.67a	52.87b	13.79b	38.36b	38.44b
	B2F	1.41b	1.99a	18.26a	3.91a	2.89a	40.11c	17.16b	49.75a	69.25a
显著性检验(P值)										
钾肥品种	0.0278	0.0235	0.0367	0.0210	0.0174	0.0483/	0.0118	0.0241	0.0137	0.0472
施肥深度	0.0006	0.0005	0.0008	0.0006	0.0003	0.0009	0.0003	0.0005	0.0002	0.0008
钾肥品种×施肥深度	0.3961	0.3012	0.8320	0.1248	0.3957	0.7842	0.0937	0.2378	0.3305	0.9427

### 3 讨论

包膜控释肥料是利用包膜、造粒等技术手段实现控制营养元素的释放,从而达到肥料养分释放与作物营养吸收规律相吻合。包膜控释肥料已经成为肥料领域研究的热点之一<sup>[11,16-17]</sup>。国内外关于包膜控释氮肥的研究较多,而对钾素控释的研究及其在烟草上的应用报道较少<sup>[12]</sup>。施用包膜控释钾肥可以显著提高中、上等烟比例和烟叶产值,但对烟叶产量影响不显著<sup>[13]</sup>。与普通钾肥相比,施用包膜控释钾肥能够提高中、上部烟叶钾含量,控释肥料处理的上部叶钾含量增幅为1.01%~1.15%,中部叶钾含量增幅为0.8%~1.02%<sup>[14]</sup>。本试验进行了两种包膜钾肥与普通钾肥效果比较研究,在相同追施深度下,与硫酸钾相比,施用包膜钾肥可以使烟叶产量提高10.6%~15.2%,产值增加11.0%~18.2%,施用包膜钾肥能够有效提高叶中的钾含量,上、中、下部叶钾含量均表现为植物油包膜钾肥>腐殖酸包膜钾肥>硫酸钾。在包膜钾肥增产方面的研究结果与前人有所不同,可能与施用肥料种类以及追施方法有关。

在保证烤烟钾肥用量基础上<sup>[19-20]</sup>,改进施钾方式是提高钾肥利用率和烟叶含钾量的主要技术途

径。关于烤烟施钾方式研究,郑宪滨等<sup>[4]</sup>采取“基肥+分次追肥”相结合的施钾方式对增加烟叶含钾量、提高烟株钾素的吸收利用率有明显的效果。马仲仁认为<sup>[15]</sup>,总钾肥用量的60%~70%作基肥集中深施在20cm左右,剩余的30%~40%在移栽时穴施,能使烟叶含钾量比常规施肥提高3%~23%。可以看出,烤烟钾肥集中施用和深施使植株对钾素吸收和利用提高,主要是根据烟株根系在土壤中的分布特点,增加根系与钾在土壤中的接触面积有关<sup>[21]</sup>。当把钾施在一个很浅很小的土体中时,根系与肥料的接触面积将会缩小,植株对钾的吸收和利用也会降低。因此,根系与肥料接触面积的大小是影响钾吸收的重要因素之一<sup>[18]</sup>。本试验在前人研究烤烟基施钾肥集中深施基础上,研究了追施钾肥深施的问题,结果表明,追施钾肥施用深度对烟叶产量影响较小,但能够显著提高烟叶产值和上等烟比例,追施钾肥深施对下部叶含钾量影响不大,但与浅施相比,能够显著提高上部叶含钾量,包膜钾肥深施还能够有效提高中部叶含钾量。可见,增加钾肥追施深度在某种程度上调节了钾在土层中的分布,使钾在烟株根系密集区分布更加均匀,从而促进了烟株对钾的吸收利用、提高了钾肥利用率。

## 4 结 论

烤烟施用包膜钾肥与硫酸钾相比效果差异显著，施用包膜钾肥可以使烟叶产量提高 10.6%~15.2%，产值增加 11.0%~18.2%，不同部位烟叶钾含量都有所提高。烤烟钾肥追施深度 20 cm 比 10 cm 能够有效提高烟叶经济效益，可以使中部叶和上部叶钾、磷、锌和硫含量显著提高，上部叶铜含量显著降低。总体评价，以包膜钾肥集中深施在 20 cm 土层时效果最好。

### 参考文献

- [1] 李强,周冀衡,何伟,等. 最高烤烟含钾量的区域特征研究[J]. 安徽农业大学学报,2012,37(2):363-368.
- [2] 周冀衡,王勇,邵岩,等. 进口烤烟与部分国产烤烟的品质特性分析及工业可用性比较研究[C]//全国部分替代进口烟叶工作会议,北京,2005.
- [3] 张翔,黄元炯,范艺宽. 河南植烟土壤与烤烟营养[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2009:125-191.
- [4] 郑宪滨,刘国顺,刑国强,等. 分次施用钾肥对烤烟产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2007,41(2):138-141.
- [5] 罗建新,肖汉乾. 施钾方法对土壤供钾能力及烤烟钾素积累的影响[J]. 湖南农业大学学报,2000,16(5):352-354.
- [6] 吴林. 优质烤烟生产配套技术[M]. 合肥:中国科技大学出版社,1994.
- [7] Colins W K, Hawks S N. 烤烟生产原理[M]. 陈江华 杨国安,译,北京:科学技术出版社,1995.
- [8] 范艺宽,韩锦峰,李社潮,等. 不同追肥施用方法对烤烟生长发育及产质的影响[J]. 中国烟草科学,2001,22(2):12-14.
- [9] 贾志红,易建华,李挥文,等. 不同深度施用基肥和追肥对烤烟根系生长的影响[J]. 湖南农业科学,2006(2):45-47.
- [10] 杜志勇,史衍玺. 包膜控释钾肥对烤烟钾营养的影响[J]. 山东农业大学学报,2004,35(2):201-204.
- [11] 施卫省,罗小林,唐辉,等. 桐油包膜尿素养分释放机理的研究[J]. 中国生态农业学报,2006,14(4):109-111.
- [12] 张雪芹,彭克勤,王少先. 缓释钾肥钾素释放特征及其在烤烟上的应用[J]. 中国烟草学报,2009,15(3):39-43.
- [13] 历昌坤,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.
- [14] 施卫省,戈振扬,刘基林,等. 桐油控释复合肥在烤烟上的应用效果[J]. 河南农业科学,2007(4):76-78.
- [15] 马仲仁. 提高河南烤烟钾含量的技术措施[J]. 烟草科技,2000(5):1-4.
- [16] 计玉,石屹,吕国新,等. 硫酸钾改型造粒对烟叶品质的影响研究[J]. 中国烟草科学,2003,24(2):35-37.
- [17] 孙吉,王树声,李玉辉,等. 改型颗粒钾肥对烤烟烟叶含钾量及品质的影响[J]. 中国烟草科学,2005,26(4):40-42.
- [18] 高家合,刘运国,李梅云,等. 钾肥对烤烟根系和烟叶产质量的影响及其关系研究[J]. 中国烟草科学,2010,31(2):24-28.
- [19] 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.
- [20] 陶芾,滕婉,李春俭,等. 我国烤烟生产体系中的养分平衡[J]. 中国烟草科学,2007,28(3):1-5.
- [21] 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.