

钾肥基施与叶面喷施对烤烟含钾量的影响*

胡文智,王 晴,苗慧莹,余世洲,王胜男,廖允成

(西北农林科技大学 农学院,陕西杨凌 712100)

摘 要: 用盆栽试验分别研究基施、叶面喷施和两者配合施钾肥 3 种方式,在不同施钾水平对烟叶钾、总糖和烟碱含量等品质指标的影响。结果表明,提高基肥施钾量会提高烟叶含钾量,降低烟叶中烟碱、总氮含量,增加还原糖、总糖含量;叶面喷施钾肥会降低烟叶中叶绿素含量,降低基施中、低钾烟叶的烟碱与总氮含量,均衡各层烟叶含钾量,优化烟叶中各种成分配比,提高烟叶品质。叶面喷施钾肥与基施钾肥综合影响烟叶中各种化学成分的含量。单独提高基肥施钾量并不能使烟叶含钾量持续显著提高,基施与叶面喷施配合施钾肥,对提高烟叶综合品质效果较好。

关键词: 烤烟; 钾肥; 含钾量; 叶面喷施

中图分类号: S572

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2010)09-0119-05

Effect of Basal and Foliar Applications of Potassium Fertilizer on Flue-cured Tobacco Leaves

HU Wenzhi, WANG Qing, MIAO Huiying, YU Shizhou, WANG Shengnan and LIAO Yuncheng

(College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The study was to evaluate the effect of different applications of potassium fertilizer on the quality of flue-cured tobacco leaves through pot experiment. The results showed that basal potassium fertilizer increased the contents of potassium content, reducible sugar, and total sugar in tobacco leaves, and decreased the contents of nicotine and total nitrogen. Foliar application of potassium fertilizer reduced the chlorophyll content of tobacco leaves, as well as the contents of nicotine and total nitrogen in the treatments of middle-and high-level basal potassium fertilizer. Besides, the quality of tobacco leaves was improved by balanced potassium content of different layer leaves and optimized components of flue-cured tobacco leaves. Both foliar and basal application of potassium fertilizer influenced the various chemical components of tobacco leaves. The experiment proved that applying the basal potassium fertilizer alone did not make significant increase of potassium content in tobacco leaves. However, combination application of basal and foliar potassium fertilizer improved the comprehensive quality of tobacco obviously, of which, the treatment of middle level of basal potassium fertilizer combined with 0.2 mol/L potassium ($1/2K_2SO_4$) foliar application produced the best results.

Key words: Flue-cured tobacco; Potassium fertilizer; Potassium content; Foliar application

作为世界范围内广泛种植的重要经济作物, 烟草在中国种植面积广阔。但总体来说中国所产

* 收稿日期: 2010-05-25 修回日期: 2010-08-03
基金项目: 中国烟草总公司陕西省公司科学研究与技术开发项目重大专项(ZDKJ-01-2008); 西北农林科技大学创新性试验计划重点支持项目(2008-01-01)。
第一作者: 胡文智, 男, 专业方向为植物科学与技术。E-mail: huwenzhiabc@163.com
通讯作者: 廖允成, 男, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事农业资源利用及农业生态方面的教学与科研工作。E-mail: yunchengliao@163.com

烟叶与世界优质烟生产国家的烟叶在品质上尚有较大差距,问题之一就是烟叶含钾量过低。优质烟叶含钾量一般不低于3%,且含钾量高的烟叶才有较好的燃烧性和阴燃持火力。美国等几大优质烟叶生产国的烟叶含钾量均达4%~6%,而中国烟叶含钾量一般低于2%。目前,中国除了云南、贵州、福建部分省区烟叶含钾量超过2%,其他省大都还处于2%以下,这一现状严重制约着中国目前烟叶生产的发展^[1-3]。近年,研究发现钾作为烟叶最重要的品质元素之一,其需求量是氮素的1.4倍,磷素的3.5倍^[4],充足的钾素供应是获得优质高产烟叶的重要条件。根据刘彦中等^[5]的研究,随着生育进程的推移,钾在烟叶中的含量逐渐降低,进入成熟期后下降特别明显,导致各烟区烟叶含钾量多为下部叶片>中部叶片>上部叶片,而在根、茎及杈中的含量多呈现逐渐上升趋势,导致烟叶的综合品质降低。钟晓兰等^[6]研究表明,提高基肥含钾量可以提高烟叶含钾量,但同时钾素利用率明显下降。钾素可以通过植物根系吸收,也可以通过植物叶面吸收,而且在适当浓度范围内,叶面吸收的效率会更高。由于烤烟收获时根系已经开始老化,吸收能力大大降低,而此时烤烟体内如果含有较多的钾,将会使烟叶更耐成熟,品质更好^[7]。所以中国一些烟区常有在烤烟生长中后期喷施钾肥的习惯,取得了一定的经济效益,但这种实践经验还没有得到系统的科学研究。为此,本试验通过对钾肥基施与叶面喷施的定量调控,探讨2种施钾方法单独与配合使用的效果,以期得出最佳的基施与叶面喷施方案,并对烟叶钾素的进一步研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于2009年在西北农林科技大学综合实验楼防虫网室盆栽试验区进行。供试土壤为普通褐土,土壤的基本理化性质为有机质8.6 g/kg,全氮0.85 g/kg,碱解氮43.30 mg/kg,速效磷18.25 mg/kg,速效钾124.64 mg/kg,pH 7.47。

1.2 试验材料

供试烟草为秦烟96,2009-03-17,采用母子床漂浮两段育苗法育苗,2009-05-18移栽。盆栽试验所施基肥为硝酸磷肥、过磷酸钙、硫酸钾,叶面喷施钾肥为硫酸钾溶液。

1.3 试验设计

试验共设12个处理,每处理7个重复。盆栽用直径22 cm、高27 cm塑料盆钵,每盆装土13 kg。盆底用200目筛网覆盖,上覆1 cm厚细沙。土壤同基肥混匀后装盆、植烟,土表再覆1 cm厚细沙。株距0.8 m,行距1.0 m,盆栽在防虫网室内随机排列。

烟叶于8月16号开始采收,8月26日采收结束,盆栽烤烟生育期为100 d。

1.4 基肥施肥处理

不同处理的基肥N、P质量比恒定,K分D、Z、G(低、中、高)3个水平,其比例为 $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:1.5:1,3$ 或5,折合每盆施纯氮6.31 g,纯磷9.47 g,纯钾D 6.31 g、Z 18.93 g、G 31.55 g,分别被称为低钾基肥处理(D)、中钾基肥处理(Z)、高钾基肥处理(G)。

1.5 叶面喷施处理

叶面喷施硫酸钾溶液,设置0.1、0.2、0.3 mol/L($1/2K_2SO_4$)3个浓度水平,CK喷蒸馏水;DCK、ZCK、GCK为低、中、高钾肥基施喷水处理;D0.1、Z0.1、G0.1为低、中、高钾肥基施喷0.1 mmol/L硫酸钾溶液处理;D0.2、Z0.2、G0.2为低溶液中、高钾基施喷0.2 mol/L硫酸钾溶液处理;D0.3、Z0.3、G0.3为低、中、高钾肥基施喷0.3 mol/L硫酸钾处理。

烟草移栽第30天(6月17日)后开始喷施,每15 d一次,每次每盆均匀喷施100 mL,连续喷6次(至8月1日),喷施均于16:00左右进行。

1.6 采样与测定

自2009-06-17(移栽第30天)起,每15 d在叶面喷施钾肥前采一次样。采样时取烟株中上部2~3片叶子测定当天叶绿素含量;另取各处理上、中、下部叶片各2~3片,用于各时期各处理各层烟叶含钾量的测定。采样后流水冲洗叶面,晾干,各时期各处理采得的样品分上、中、下叶片分装,用标签标注清楚,杀青烘干后冷藏保存。烟叶于8月16日开始采收烘烤,8月26日采收结果。

1.7 测定项目及方法

叶绿素含量测定用丙酮直接浸提法^[8]、还原糖用3,5-二硝基水杨酸显色法^[9]、总糖采用蒽酮比色法^[9]、氮含量采用奈氏比色法^[10]、烟碱含量用盐酸提取活性炭脱色法进行测定^[11];烟叶含钾量用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮,火焰光度计法测定^[10]。

2 结果与分析

2.1 不同钾素水平基肥对不同时期各部分烟叶含钾量的影响

由表 1 可见,在 30~45 d,烟草由伸根期向团棵期过渡,3 个处理上、中、下层叶片含钾量均表现为 G>Z>D。75~90 d 烟草从旺长期过渡到成熟期,这一过程植株对钾素的需求旺盛,各层烟叶含钾量变化很大,其中 G 处理的变化幅度明显小于 D 与 Z 处理,说明基肥的含钾量不同,各层烟叶的含钾量变化也不相同,此期上、中层烟叶含钾量均明显下降,下层烟叶含钾量也有不同程度地降低。在 90 d 成熟期,D、Z、G 处理的上层烟叶含钾量都与中下层烟叶差别很大。这反映了烤烟进入成熟期后钾素的均衡转移受到了限制^[5],各层烟叶含钾量形成明显差别,这也是烤烟商品烟叶品质难以提高的主要原因之一。

表 1 盆栽不同处理各时期烤烟含钾量
Table 1 Leaf potassium content of different treatments in different periods of tobacco

移栽时间/d Transplanted time	处理 Treatment	上层叶片 /(g/kg) Upper leaves	中层叶片 /(g/kg) Middle leaves	下层叶片 /(g/kg) Lower leaves
30 d 伸根期 Root extending stage	D	17.7	14.0	26.0
	Z	20.1	17.6	17.8
	G	20.5	21.8	23.8
45 d 团棵期 Resettling stage	D	15.5	13.7	12.8
	Z	16.2	15.6	15.4
	G	20.0	20.3	17.6
60 d 旺长期 Vigorous growing stage	D	13.5	13.7	12.9
	Z	20.7	18.5	12.7
	G	17.5	16.0	16.9
75 d 旺长后期 Late stage of vigorous growing	D	13.3	19.3	19.6
	Z	18.7	17.3	19.7
	G	19.5	15.3	12.6
90 d 成熟期 Mature stage	D	15.1	11.2	9.0
	Z	15.6	12.1	16.8
	G	18.7	12.6	12.8

2.2 叶面喷施钾肥最佳浓度的确定

2.2.1 低钾基肥基础上叶面喷施钾肥对烟叶含钾量的影响 由图 1 可见,DCK 处理的上层叶片含钾量明显高于下层叶片的含钾量,不同层次的烟叶含钾量差异明显,而 D0.1 与 D0.2 处理上、中、下层烟叶含钾量差别较小,说明在低钾基肥上,叶面喷施适当浓度的钾肥有助于均衡各层叶片的含钾量,增加商品烟叶数,进而提高烟草种植的经济效益。对于 D0.3 处理,虽然其下层叶片含钾量很高,但中层烟叶含钾量降低到对照水平,

总体含钾量并没有显著提高,说明在低钾基肥中,喷施过高浓度的钾肥并不能持续提高叶片含钾量。

除 D0.3 处理外,叶片含钾量与叶片位置呈正相关,即上层叶片含钾量较高,中层叶片其次,下层叶片含钾量较低。随着钾肥叶面喷施浓度地提高,各层叶片含钾量也相应增加。叶面喷施钾肥对下层叶片增效明显,各浓度喷施处理较对照含钾量均有显著提高。

总体而言,在低钾基肥中喷施 0.2 mol/L 钾肥对提高整株烟叶含钾量效果最好。

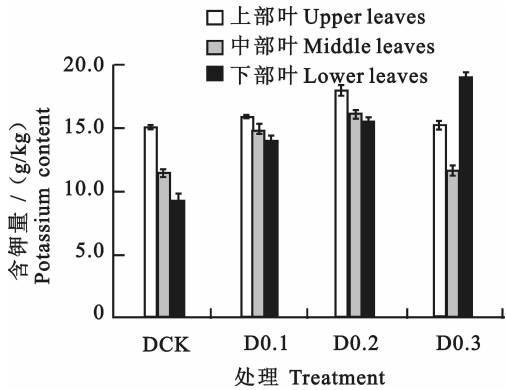


图 1 低钾基肥基础上叶面喷施处理烟叶含钾量
Fig. 1 Effects of different spraying levels on leaf potassium content in low potassium level soil treatment(08-16)

2.2.2 中钾基肥基础上叶面喷施钾肥对烟叶含钾量的影响 由图 2 可见,中钾基肥基础上喷施 0.2 mol/L 硫酸钾溶液,各层烟叶含钾量均高于 15.0 g/kg,而且各层烟叶的含钾量比较均衡,较对照处理增加明显。而其他处理与对照差异不大。其中喷施 0.3 mol/L 硫酸钾处理,上层和下

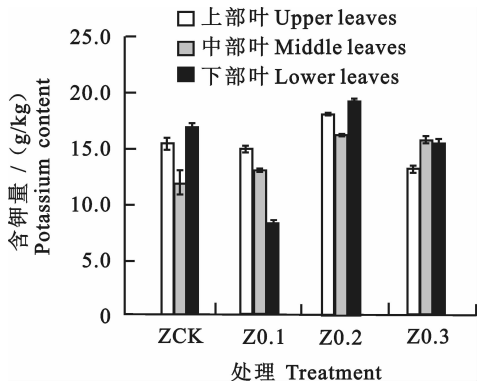


图 2 中钾基肥基础上叶面喷施处理烟叶含钾量
Fig. 2 Effects of different spraying levels on leaf potassium content in middle potassium level soil treatment

层叶片含钾量都低于对照处理。这种现象可能是因为叶面喷肥浓度过高,在一定程度上抑制了烟草的正常生长和叶片对钾元素地吸收。因此叶面喷施钾肥也要控制在合适的浓度范围内。

2.2.3 高钾基肥基础上叶面喷施钾肥对烟叶含钾量的影响 由图 3 可见,高钾基肥各个处理,上、中、下层叶片的含钾量差别不大,已趋于平衡。说明当土壤供钾充足时,叶面喷施钾肥对提高烟草各层烟叶含钾量效果不明显。

而对于喷施 0.3 mol/L 硫酸钾的处理,虽然中、下层叶片含钾量都很低,但上层叶片含钾量增加显著,结合烟草生长 75~90 d 时,高钾基肥处理的下层叶片含钾量明显低于低钾和中钾基肥处理,而上层叶片含钾量却很高,推测高钾基肥的成熟期烟草钾元素从中、下层转移,并在上层叶片积累,类似缺钾特征,可见有效地提高外界(土壤或叶面)的供钾能力,植株仍可能具有大幅提高含钾量的潜力。对此还需做进一步的研究。

综合分析,中钾基肥基础上叶面喷施 0.2 mol/L 硫酸钾处理提高烟叶含钾量效果最好。

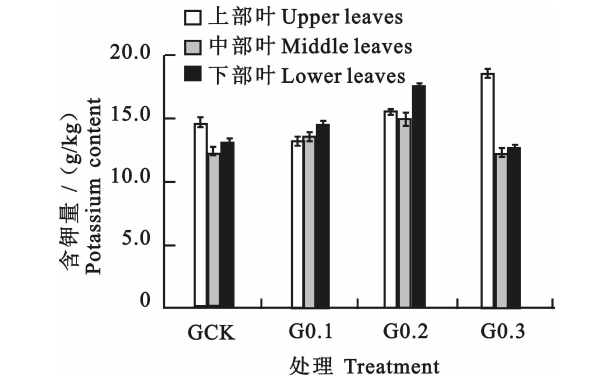


图 3 高钾基肥基础上叶面喷施处理烟叶含钾量
Fig. 3 Effects of different spraying levels on leaf potassium content in high potassium level soil treatment

2.3 叶面喷施处理对烟叶叶绿素含量的影响

叶片的叶绿素是植物吸收光能进行光合作用的重要物质,其含量在一定水平上反映了植株的光合水平^[8]。移植第 80 天后烟草进入成熟期,此时期的叶绿素含量比较稳定且达到最高水平。

由图 4 可见,低、中钾基肥叶面喷施钾肥处理的叶绿素含量都比对照要低,并且对照处理的叶绿素含量随着基肥含钾量的增高而降低。说明叶面喷施钾肥和提高基肥含钾水平都会降低烟叶叶绿素含量,进而影响植株的光合作用与光合产物的转化。

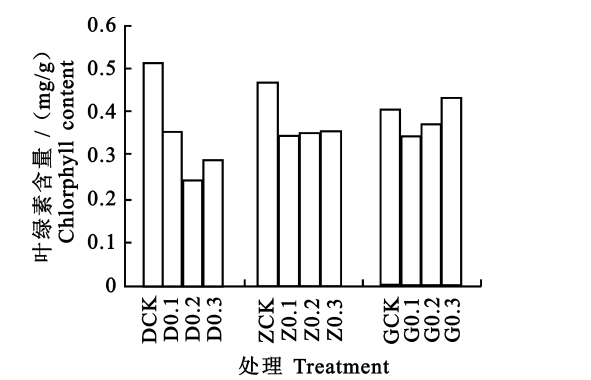


图 4 移植 80 天各处理烟叶叶绿素含量
Fig. 4 The chlorophyll contents of different treatments after 80 days transplanted

2.4 不同处理对烟叶综合品质的影响

由表 2 可见,低钾和中钾基肥喷施处理的烟叶烟碱含量均低于对照,说明喷施处理能够不同程度降低烟叶中烟碱的含量,改善烟叶品质。

各处理内烟叶总糖含量 $DCK > D0.3 > D0.2 > D0.1$, $GCK > G0.3 > G0.2 > G0.1$, $ZCK > Z0.3 > Z0.2 > Z0.1$,可见叶面喷施钾肥会降低烟叶中总糖含量。随着喷施浓度的增加,总糖含量也增加,但仍低于对照水平。对于还原糖含量,低钾与中钾基肥处理 $DCK > D0.3 > D0.2 > D0.1$, $ZCK > Z0.2 > Z0.3 > Z0.1$,说明叶面喷施处理能够降低烟叶中还原糖的含量。综合以上分析,说明喷施钾肥能够改变烟叶中糖分含量与配比,改善烟叶的香吃味。叶面喷施处理对其的影响可能是通过叶面吸收促进钾素代谢的同时,影响了叶片的光合作用与光合产物的转运^[16]。

不同处理总氮含量 $DCK > ZCK > GCK$,说明提高基肥含钾量有助于烟叶中总氮含量的降低。低、中钾基肥处理中,所有喷施处理总氮含量均低于对照处理,说明在一定的基肥含钾水平上,喷施钾肥会降低总氮的含量。

喷施钾肥提高了烤烟钾素的供给,提高了烟叶含钾量,但 DCK、ZCK、GCK 处理中烟叶含钾量并没有同基肥含钾水平呈正相关,而是表现出边缘效应,可见单纯依赖提高基肥含钾水平并不能达到良好的经济效益。在所有喷施钾肥处理中,低钾基肥与中钾基肥处理增效明显。

基施钾肥与叶面喷施钾肥综合影响烟叶的含钾量等品质指标。考虑到要既要有效降低烟碱含量,提高烟叶含钾量,又要防止糖分过高^[12],因此在实际应用中选取在中钾基肥基础上喷施 0.2

mol/L 硫酸钾处理。

表 2 不同处理对烟叶化学成分的影响
Table 2 The Effects of different treatments on the chemical components of tobacco leaves

处理 Treatment	烟碱/(g/kg) Nicotine	还原糖/(g/kg) Reducible sugar	总糖/(g/kg) Sugar	总氮 /(g/kg) Total N	钾/(g/kg) K
DCK	20.5	167.5	200.4	22.8	11.5
D0.1	8.7	122.3	138.0	20.6	14.7
D0.2	13.7	130.0	163.2	19.0	16.4
D0.3	15.2	164.6	183.6	19.8	15.6
ZCK	17.1	212.0	216.0	22.0	15.0
Z0.1	12.1	130.7	196.8	19.6	15.8
Z0.2	12.3	199.4	204.0	19.0	18.1
Z0.3	7.6	188.1	208.8	21.2	14.8
GCK	14.2	171.2	232.8	19.4	13.5
G0.1	20.7	194.4	199.2	19.8	13.9
G0.2	10.4	201.4	207.6	19.8	14.6
G0.3	7.5	214.2	213.6	20.6	14.5

3 结论与讨论

3.1 烤烟进入成熟期后,钾素的均衡转移受到限制是导致烟叶含钾量较低的一个重要原因。单纯提高基肥含钾量并不能获得良好的经济效益。叶面喷施钾肥能够提高烟叶含钾量。

3.2 叶面喷施钾肥和提高基肥含钾水平会有助于降低烟叶中烟碱和总氮含量,降低烟叶叶绿素含量,进而影响植株的光合作用与光合产物的转化。这一结果与刘华山等^[13-15]的研究结果相同。此外叶面喷施钾肥能够显著改变烟叶中糖分含量与配比,改善烟叶的香吃味;平衡各层叶片的含钾量,增加商品烟叶数,进而提高烟草种植的经济效益。

3.3 本试验表明,外界供钾能力超过某一限度时,烟草上层叶片含钾量急剧升高,中下层烟叶含钾量降低,表现出缺钾特征,并且植株外观形态特征正常,叶绿素含量升高,由此推测如果能够有效提高外界(土壤或叶面)的供钾能力,烟叶仍可能具有大幅提高含钾量的潜力,这与 1990 年 Chouteau 的研究结果相似。产生这一现象的原因可能是高钾环境刺激了烟草体内某些基因的表达,增强了烟草吸收钾的能力。但其中具体的调控机制还需要更深一步的研究。

参考文献:

[1] 胡国松,赵元宽,曹志洪,等.我国主要产烟省烤烟元素组成和化学品质评价[J].中国烟草学报,1997,3(3):36-43.
[2] 张永安,周冀衡,黄义德,等.我国上部烟叶可用性偏低的原

因分析及改善措施[J].安徽农业科学,2004(4):783-785.

[3] 胡国松,郑伟,王震东,等.烤烟营养原理[M].北京:科学技术出版社,2000:6-58.
[4] 中国农业科学院烟草研究所.中国烟草栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,1987:56-60.
[5] 刘彦中,李永忠,程辉斗,等.钾在烟株中的积累和分配[J].烟草科技,2000(2):39-41.
[6] 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.
[7] 胡国松,王志彬,傅建政.烟草施肥新技术[M].北京:中国农业出版社,2000:84-101.
[8] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].西安:高等教育出版社,2006:74-76.
[9] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].北京:世界图书出版社,2000:145-148.
[10] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005:257-271.
[11] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2003:170-174,250-274.
[12] 徐晓燕,王华松,武雪萍.施肥及生长调节剂对烟草烟碱和钾含量的影响[J].山西农业大学学报:自然科学版,2002(1):18-21.
[13] 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(1):20-23.
[14] 刘华山,田效园,韩锦峰,等.施钾量对上部烟叶钾和烟碱含量及相关酶活性的影响[J].安徽农业科学,2008(29):12787-12789.
[15] 刘华山,韩锦峰,曾涛,等.烤烟喷施降碱增钾制剂的生理效应及对品质的影响[J].华北农学报,2005(3):46-49.
[16] Cbaliger V, Fegeria N K, He Z L, *et al.* Nutrient use efficiency in plants [J]. Communications in Soil and Plant Analysis, 2001, 32: 921-950 .