

枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟生长及钾素积累与分配的影响

李鑫^{a,b}, 周冀衡^{a*}, 张毅^b, 宾俊^{a,b}

(湖南农业大学 a.烟草研究院; b.生物科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

摘 要: 采用砂培方式, 研究枸溶性钾肥与硫酸钾配施(质量比 1:3、1:1 和 3:1)对烤烟根系性状、根系活力及烟株钾素吸收积累的影响。结果表明, 枸溶性钾肥与硫酸钾配施, 可促进烤烟根系生长发育, 优于单施硫酸钾和枸溶性钾肥; 枸溶性钾肥与硫酸钾配施促进烟株对钾素的吸收和分配, 烟株的上、中、下 3 部位烟叶钾素含量较单施硫酸钾的提高 7.60%、23.24%和 39.95%, 总叶钾含量分配率分别提高 8.41%、20.91%和 42.03%; 以 75%枸溶性钾肥与 25%硫酸钾配施处理效果最佳。

关 键 词: 烟草; 枸溶性钾肥; 根系性状; 根系活力; 钾素积累; 钾素分配

中图分类号: S572.01

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2016)05-0480-04

Effects of citrate soluble potassium and potassium sulfate on flue-cured tobacco growth, potassium accumulation and distribution

Li Xin^{a,b}, Zhou Jiheng^{a*}, Zhang Yi^b, Bin Jun^{a,b}

(a.Institute of Tobacco; b.College of Biological Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Sand culture was used to investigate the effect of combined application of citrate soluble potassium and potassium sulfate (in ratio of 1:3, 1:1 and 3:1) on root traits, root activity and potassium accumulation of flue-cured tobacco. The results showed that combined application of citrate soluble potassium and potassium sulfate promoted tobacco root growth and development, which was superior than the single application of citrate soluble potassium or potassium sulfate; potassium content in upper, middle and lower parts of flue-cured tobacco were increased by 7.60%, 23.24% and 39.95% with combined application of citrate soluble potassium and potassium sulfate, compared with that of single potassium sulfate application; while total leaf potassium content distribution rate were increased by 8.41%, 20.91% and 42.03% with citrate soluble potassium and potassium sulfate applied in the ratio of 1:3, 1:1 and 3:1, respectively. Thus citrate soluble potassium in the percentage of 75% and potassium sulfate 25% showed the best treatment effect.

Keywords: tobacco; citric acid soluble potassium fertilizer; root traits; root activity; potassium accumulation; potassium distribution

烟叶含钾量是评价烟叶品质的重要指标之一^[1-2]。施用钾肥能够促进烤烟的生长代谢, 并对烤后烟叶品质具有重要影响^[3-4]。研究表明, 高钾烟叶对卷烟的色泽、燃烧性和持火力均有所改善^[5], 还有利于烟叶中糖的积累和烟叶香气的形成^[6]。中国烟叶

钾含量相对较低, 河南、山东烟区多为 1%~2%, 云南、贵州和湖南烟区可以达到 2.0%左右, 但与国外钾含量 4%~6%的优质烟叶相比还有很大差距^[7]。中国烟叶钾含量低的原因有钾流失说^[1,8]和钾分配不合理说^[9]。已有的研究发现, 烟叶进入成熟期后,

收稿日期: 2016-02-29

修回日期: 2016-06-07

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司项目(2014YN24); 广西中烟工业有限责任公司项目(2014-04); 湖南省研究生科研创新项目(CX2015B238)

作者简介: 李鑫(1989—), 男, 山东临沭人, 博士研究生, 主要从事烟草生理生化研究, s2007203272@yeah.net; *通信作者, 周冀衡, 教授, 主要从事烟草生理生化研究, jhzhou2005@163.com

钾从根、茎向叶分配的能力大大减弱,烟叶中分配的钾少,根和茎分配的钾多^[4]。为提高烟叶含钾量,普遍采用提高施肥量^[10]、调整施肥品种^[11]以及改变农艺措施^[12-13]等方式,但是长期单纯施用无机肥,容易造成烟田土壤板结、有机质含量下降、烤烟化学成分比例失调,香气不足,难以满足卷烟工业的需求^[14-15],且对烟叶钾含量的提高效果并不明显,投入成本较高。

枸溶性钾肥的钾素释放规律与作物需求同步,可以很好地满足作物各个生长时期对钾素的需求,减少钾肥的施用次数和降低钾肥使用成本^[16]。枸溶性钾肥在烤烟栽培上的应用较少,笔者采用盆栽试验,考察枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟幼苗农艺性状、根系性状、根系活力以及不同部位烟叶的钾素积累量与分配量影响,旨在改善烤烟钾素状况,为烤烟品质的提升提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

供试烤烟品种 K326,由湖南农业大学烟草研究院提供。

供试硫酸钾(K₂O, 51%)由罗平县烟草公司提供;枸溶性钾肥(K₂O, 25%)购于山西紫光钾业有限公司,以 2%的柠檬酸浸提后,用肥料钾标准方法测定^[17-18],含有效钾 25%,pH 值 11。

1.2 方法

试验于 2015 年在云南省罗平县大水井烟叶基地单元进行。2 月常规育苗,50 d 后选取长势良好、未染病、生长一致的烟苗移栽至砂培试验盆中。试验盆内径 15 cm,深 18 cm,每盆装砂 4 kg。4 月 25 日开始温室盆栽试验,每盆 1 株烟苗,每 2 d 向盆中浇入 0.5 L 自来水。

试验采用随机区组设计,共设 6 个处理,每个

处理栽烟 45 盆。对照(CK),不施钾肥;T1 处理,施烟草专用硫酸钾复合肥(下称硫酸钾);T2 处理,施枸溶性钾肥;T3 处理,施枸溶性钾肥+硫酸钾(配施比例 3:1);T4 处理,枸溶性钾肥+硫酸钾(配施比例 1:1);T5 处理,枸溶性钾肥+硫酸钾(配施比例 1:3)。试验中所有肥料(其中氮肥为含氮量 46%的尿素,磷肥为含磷量 14%的过磷酸钙)均作基肥施入到盆栽中,按照大田土壤质量减量计算,N、P₂O₅、K 施入量分别为 4.0、1.4、15.0 g。待烟苗生长至 35 d(5 月 30 日)时测量烟株的农艺性状、根系性状、根系活力和烟叶部位钾含量。

1.3 测定项目和方法

测量烟株的最大叶片的叶长、叶宽及烟株株高、茎围,计算最大叶面积并称重;选取长相一致具有代表性的烟苗根系,先用自来水冲洗干净,再用蒸馏水漂洗,采用 WinRHIZO 植物根系扫描系统测定根系性状;吸干根系水分后,采用氧化三苯基四氮唑(TTC)^[17]进行根系活力测定;测根系生物量时,用去离子水将根系洗净后,再用吸水纸吸干,在天平上称量鲜重,在烘箱中杀青(75 ℃, 30 min)后烘干(105 ℃)至恒重并称重,样品粉碎后装入密封袋中待测。钾素的测定采用火焰光度计法。

1.4 数据统计与分析

采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS18.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟农艺性状的影响

从表 1 可以看出,施钾处理的烤烟的生长均优于 CK 处理的;枸溶性钾肥和硫酸钾配施处理的烤烟生长优于施单一钾肥的处理。单施硫酸钾(T1 处

表 1 枸溶性钾肥与硫酸钾配施的烤烟的农艺性状

Table 1 The insoluble potassium sulfate and potassium fertilizer on flue-cured tobacco agronomic traits						
处理	株高/cm	有效叶片数/片	茎围/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	最大叶面积/cm ²
CK	45.59c	13.37c	3.89c	29.12c	15.26c	349.98d
T1	51.39ab	14.76b	4.95a	35.35ab	18.32ab	502.27b
T2	49.01b	14.36c	4.45b	32.05b	16.57b	418.77c
T3	57.62a	16.47a	5.54a	38.92a	19.72a	594.19a
T4	53.03ab	15.79ab	5.07a	35.71a	18.58ab	522.45ab
T5	55.95a	16.07ab	5.29a	36.98a	18.96ab	550.59ab

不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。

理)的烤烟的生长优于单施枸溶性钾肥(T2 处理)的,有效叶片数、茎围和最大叶面积的差异显著;枸溶性钾肥和硫酸钾配施的各处理中,以 T3 处理的表现最好,但与 T4 和 T5 处理的无显著性差异。

2.2 枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟根系生长的影响

由表 2 可知,施用钾肥能够显著促进根系生长,枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟根系的生长优于单施枸溶性钾肥或硫酸钾。各配施处理中,以枸溶性

钾肥和硫酸钾配比 3:1 的对烤烟根系生长促进效果最显著。与单施硫酸钾或枸溶性钾肥相比,配施显著增加了烤烟根系的总根长、根总表面积和根尖数,总根长、根总表面积和根尖数较 CK 分别增加 81.58%、91.98%、233.45%,但根平均直径和根体积增加差异不显著;枸溶性钾肥和硫酸钾配比为 3:1 的处理烤烟根系活力达到 92.77 $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$,分别是 CK、T1 和 T2 处理的 1.46 倍、1.13 倍和 1.22 倍,其他配施比例与单施硫酸钾对比,促进效果不明显。

表 2 枸溶性钾肥与硫酸钾配施的烤烟的根系性状和根系活力

Table 2 The insoluble potassium sulfate and potassium citrate soluble potassium of flue-cured tobacco root traits and dynamic sound						
处理	总根长/cm	根总表面积/cm ²	根平均直径/mm	根体积/cm ³	根尖数/根	根系活力/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
CK	912.40c	641.76e	2.42b	16.85c	1 916.51d	71.08c
T1	998.42c	700.68d	3.37a	20.78b	2 048.73c	82.09ab
T2	956.65c	683.51de	2.72ab	17.96bc	1 982.15d	76.04b
T3	1 722.12a	1 345.16a	3.41a	29.35a	4 782.79a	92.77a
T4	1 590.30b	1 024.63b	3.15ab	23.81ab	3 735.28b	88.48ab
T5	1 553.84b	810.92c	3.04ab	17.12c	3 341.16b	86.38ab

不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。

2.3 枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烟叶钾素积累的影响

由表 3 可知,施钾肥可以提高各部位烟叶钾含量;枸溶性钾肥与硫酸钾配施均比施单一钾肥效果明显,以 T3 处理烟叶钾含量提高最明显,较单施硫酸钾的 T1 处理分别增加 4.81%、20.91%和 42.03%;枸溶性钾肥与硫酸钾配施对上部烟叶和中部烟叶的钾含量提高无显著性差异,对下部烟叶钾素提高效果较好的是 T3 处理,且与 T4 和 T5 处理差异显著,但 T4 与 T5 处理间无显著性差异。

2.4 枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟钾素分配的影响

由表 4 可知,枸溶性钾肥与硫酸钾配施的烟株

表 3 枸溶性钾肥与硫酸钾配施的烤烟不同部位烟叶的含钾量

Table 3 The potassium content of tobacco leaves in different parts of the insoluble potassium sulfate and potassium fertilizer

处理	含钾量/%		
	上部叶	中部叶	下部叶
CK	0.79c	0.69c	0.95e
T1	4.16a	3.73b	3.99c
T2	2.04b	2.76c	3.15d
T3	4.36a	4.51a	5.61a
T4	4.51a	4.42a	5.24b
T5	4.48a	4.41a	5.13b

不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。

表 4 枸溶性钾肥与硫酸钾配施的烤烟的钾素含量及占比

Table 4 Potassium citrate soluble potassium sulfate and potassium element content

处理	钾含量/g			比例/%		
	叶	茎	根	叶	茎	根
CK	1.02d	0.40c	0.47c	54.24b	21.61ab	24.15a
T1	6.72b	3.03a	3.14a	52.11c	23.51a	24.38a
T2	3.74c	1.06b	1.49b	59.47a	16.90 c	23.63ab
T3	8.54a	2.57a	2.99a	60.58a	18.21b	21.21b
T4	7.03ab	2.69a	2.59ab	57.12ab	21.83ab	21.05b
T5	7.46a	2.58a	2.62ab	58.94ab	20.34ab	20.72b

不同小写字母表示在 5%水平上差异显著。

总叶钾含量均增加,根、茎钾含量降低;钾素在烟株中由根、茎部向烟叶分配,以 T3 处理积累量最高,占总钾素含量的 60.58%,较施单一钾肥处理分别提高 27.14%和 128.34%,而根、茎部钾素在枸溶性钾肥和硫酸钾配施处理中分配率均有所降低。

3 小结

本试验结果表明,枸溶性钾肥配施硫酸钾,能促进烤烟生长发育。钾肥用量(纯 K_2O 量)相同时,枸溶性钾肥与硫酸钾配施的烤烟的农艺性状、根系性状、根系活力和烤烟钾含量显著高于单纯硫酸钾或枸溶性钾肥,说明在等量钾养分投入条件下,不同种类钾肥均能促进烤烟生长和钾素积累,且枸溶性钾肥与硫酸钾配施效果优于单施水溶性钾肥或枸溶性钾肥,以配施比例 3:1 的增钾效果最明显,烟叶钾含量提高 42.03%,向烟叶中运移比例提高 27.14%。

枸溶性钾肥与硫酸钾配施对烤烟生长及烟叶钾素积累与分配的改善较其他施肥方式效果更优,在后期的研究中更应重视和深入研究不同生态条件下具体施用量、施肥方法、施肥时间以及土壤中不同形态钾素含量的变化。

比较了不施钾肥、单施硫酸钾、单施枸溶性钾肥、枸溶性钾肥与硫酸钾配施处理对烤烟苗期根系生长和钾素积累与分配的影响,结果表明,配施比例 3:1 的处理可以促进烤烟根系生长,利于钾素向烟叶中积累和分配,是最优施钾处理。建议实际生产中,对保水能力差、土壤酸化严重的植烟土壤或降雨量少的烟区配施枸溶性钾肥。

参考文献:

- [1] 郑宪滨. 烤烟体内钾的循环、累积和分配[D]. 北京: 中国农业大学, 2000.
- [2] Akehurst B C. Tobacco[M]. New York: Humanities Press, 1981: 387-398.
- [3] 介晓磊, 化党领, 谭金芳, 等. 中国烟草钾素研究现

状分析 I. 烟草钾营养的各学科研究进展[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 212-217.

- [4] 代晓燕, 郭春燕, 王海波, 等. 钾肥施用方式对豫西烤烟钾含量及产质量的影响[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(3): 42-49.
- [5] 胡国松, 张国显, 曹志宏, 等. 河南烟区烟叶片含钾量低的原因初探[J]. 中国烟草学报, 1996, 3(1): 13-17.
- [6] 刘国顺, 叶协锋, 王彦亭, 等. 不同钾肥施用量对烟叶香气成分含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2004, 25(4): 1-4.
- [7] Munson R D. Potassium in Agriculture[M]. Masdisonn, W I: ASA-CSSA-SSSA, 1995: 1023-1043.
- [8] 洪丽芳, 付利波, 苏帆, 等. 生长素对烟株中钾的分配和积累的影响[J]. 作物学报, 2003, 29(3): 457-461.
- [9] 刘金, 李进平, 涂书新, 等. 几种缓释钾肥对烤烟钾含量及产量产值的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(3): 17-22.
- [10] 化党领, 介晓磊, 谭金芳, 等. 中国烟草钾素研究现状分析 II. 烟草钾营养的各学科研究进展[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 218-222.
- [11] 李集勤, 屠乃美, 易镇邪, 等. 烤烟钾素吸收利用效率的研究现状与展望[J]. 作物研究, 2011, 25(2): 165-170.
- [12] 罗建新, 肖汉乾, 彭建伟, 等. 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(自然科学版), 2000, 26(5): 352-354.
- [13] 张发明, 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.
- [14] 武雪萍, 钟秀明, 秦艳青, 等. 不同种类饼肥与化肥配施对烟叶香气质量的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1196-1201.
- [15] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 70-74.
- [16] 施伟省, 罗小林, 唐辉. 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.
- [17] 赵延华. 轻烧镁中枸溶性镁测定方法研究[J]. 中国土壤与肥料, 2010, 47(1): 81-83.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

责任编辑: 罗慧敏
英文编辑: 罗 维