

控释钾配方肥对烤烟产量和烟叶含钾量的影响

林昌华^{1,2} 樊小林¹ 陈晓远² 邱妙文³ 王军³

1. 华南农业大学肥料与平衡施肥实验室, 广州 510642;

2. 韶关学院英东农业科学与工程学院, 韶关 512005;

3. 广东省烟草南雄科学研究所, 韶关 512400

摘要 在大田栽培条件下, 采用混料设计研究不同控释期的钾肥与常规钾肥以不同配比组成的控释钾配方肥对烤烟烟叶产量和含钾量的影响。结果表明: 控释钾肥与水溶性的常规钾肥混合施用能显著提高烟叶的平均含钾量, 其中以硫酸钾 $52.150 \text{ kg/hm}^2 + 96.850 \text{ kg/hm}^2 + 74.500 \text{ kg/hm}^2$ 配比(T7 处理)效果最明显, 其含钾量较常规施肥处理增加 35.17%, 其次是 $67.050 \text{ kg/hm}^2 + 89.400 \text{ kg/hm}^2 + 67.050 \text{ kg/hm}^2$ 配比(T1 处理), 其含钾量较常规施肥处理增加 31.65%; 且 T1、T7 处理还能同时提高上、中、下部烟叶的产量, 尤其是对上部叶、下部叶具有显著的增产效应, 每公顷烟叶总产量分别增加 8.9% 和 7.0%。

关键词 控释钾配方肥; 烤烟; 上、中、下部叶; 产量; 含钾量

中图分类号 S 572 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2012)06-0720-05

粤北南雄是我国著名的黄烟之乡, 所产的浓香型烤烟质量上乘, 但含钾量与国外优质烟叶 4%~6% 的水平相比较^[1], 尚有一定差距。因此, 如何提高烟叶的含钾量就成了烟草科技工作者最为关注的问题。目前, 提高烟叶含钾量最常见也是最常用的方法就是增加钾肥的用量和钾肥追施的次数^[2-5]。由于常规钾肥极易溶解, 施入土壤后容易流失, 造成钾素的大量淋溶损失, 使钾肥的效果降低。研究表明, 按传统的施肥模式, 在烤烟栽培中通过增加水溶性常规钾肥的用量提高烟叶含钾量的效果欠佳, 且不稳定^[6-10]。因此, 要通过提高钾肥用量和钾肥的施用技术等方法来提高烟叶含钾量, 就必须保证在烤烟生长过程中能持续不断地供应钾肥。控释钾肥是通过不同的工艺和材料控制钾素养分的释放和供应的新型肥料, 能最大限度地满足植物生长发育需要^[11-12]。基于控释钾肥养分释放的这种特性, 结合烤烟生长过程中对钾素需求的特点, 笔者开展了控释钾肥与水溶性常规钾肥不同配比(控释钾肥)对烤烟产量、含钾量影响的研究, 旨在为控释钾配方肥在烤烟栽培过程中的合理施用提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2008 年 2 月至 7 月在广东省烟草南雄科学研究所的试验基地进行。试验田土壤主要理化性状: 全氮 0.12%, 全磷 0.06%, 全钾 2.83%, 碱解氮 177.30 mg/kg, 速效磷 7.60 mg/kg, 速效钾 125.89 mg/kg, pH 7.7。供试烤烟品种为 K326。供试肥料分别为硝酸铵(SOLN)、过磷酸钙(SOLP)、硫酸钾(SOLK)以及释尔富控释钾肥(CRFK)控释期分别为 50、90 d 的 2 种树脂包膜钾肥。

试验在有机肥用量一致的基础上, 将 2 种不同供肥速度的控释钾肥与化学钾肥进行混料设计^[13-14], 设 7 个配方处理, 即 7 个(T1~T7)控释钾配方肥(表 1), 同时增设常规施肥处理为对照(T8)。T1~T7 处理: 100% SOLP、100% CRFK、50% SOLK 和 40% SOLN 做基肥用; 移栽 30 d 后(烤烟上行时)追施 50% SOLK 和 60% SOLN, 只追施 1 次。T8 常规处理: 50% SOLN、100% SOLP 和 40% SOLK 为基肥; 追肥分 3 次, 分别在移栽后 15、

收稿日期: 2011-12-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(31071857, 30871594)和国家科技支撑计划项目(2006BAD10B0, 2008BADA4B05)

林昌华, 博士研究生。研究方向: 植物营养与施肥。E-mail: lynch1976@163.com

通讯作者: 樊小林, 教授。研究方向: 肥料学、植物营养与施肥。E-mail: xlfan@scau.edu.cn

30、45 d 用 10% SOLN、20% SOLN + 30% SOLK、20% SOLN + 30% SOLK 兑水浇施。各处理化学肥料 N、P₂O₅、K₂O 的总养分一致，分别为 130.50、90.00、223.50 kg/hm²。小区面积为 13.50 m²，栽烟 20 株，重复 3 次。其他田间管理按当地习惯栽培方式进行。

表 1 试验处理方案¹⁾

处理 Treatment	SOLK	CRFK (50 d)	CRFK (90 d)	SOLP	SOLN
T1	67.050	89.400	67.050	90.000	130.500
T2	44.700	111.750	67.050	90.000	130.500
T3	44.700	89.400	89.400	90.000	130.500
T4	55.875	100.575	67.050	90.000	130.500
T5	55.875	89.400	78.225	90.000	130.500
T6	44.700	100.575	78.225	90.000	130.500
T7	52.150	96.850	74.500	90.000	130.500
T8	223.500	0.000	0.000	90.000	130.500

1) SOLN: 硝酸铵 Ammonium nitrate; CRFK: 释尔富控释钾肥 Controlled-release potassium fertilizer; SOLP: 过磷酸钙 Calcium superphosphate; SOLK: 硫酸钾 Potassium sulfate.

1.2 测定方法

1) 产量测定。采收烟叶前，各小区预留长势均匀的 10 株进行标记，以这 10 株作为最终产量统计来源，整个采收过程分 5 次进行，时间分别为 2008 年 5 月 15 日、5 月 21 日、6 月 3 日、6 月 11 日和 6 月 17 日。各小区烟叶单独采收，统一烘烤，分上、中、下部叶分别称质量进行统计。

2) 烟叶含钾量测定。在各小区预留 10 株进行产量测定的烤烟中，随机挑选 3 株再次标记，计产量后，3 株烟叶按上、中、下部叶进行混合，粉碎制成待测样品，用醋酸铵浸提—火焰光度计法进行测定^[15]。

1.3 数据处理

所有测定值均以 Microsoft Excel 2003 处理，最后再经 SPSS 统计软件进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 控释钾配方肥对烤烟烟叶产量的影响

1) 对烟叶总产量的影响。由表 2 可知，T1、T3 和 T7 处理的烟叶产量比常规施肥处理高，尤其是 T7 和 T1 处理的产量均显著高于常规施肥处理(对照，下同)，每公顷烤烟烟叶分别增产 226.89、291.74 kg，增产比例分别为 8.9%、7.0%。其余处理的烟叶产量均低于对照，其中 T4 处理的最低，显著低于对照，减产 19%。比较产量较高的处理与产

量较低的处理的钾肥配比后发现，当 50 d 控释钾肥的用量较多，而常规钾肥或 90 d 控释钾肥的用量较少时，烤烟烟叶产量普遍相对较低。反之，当 50 d 控释钾肥的用量较少，常规钾肥或 90 d 控释钾肥的用量较多时，烤烟烟叶产量则有较明显的增加。以 T4 处理为例，其中 50 d 控释钾肥用量较多，常规钾肥较少，90 d 控释钾肥用量最少，其产量相对最低。T2 与 T4 处理情况相似。与 T4 和 T2 处理相反，T1 处理虽然 50 d 控释钾肥的施用量最少，但其常规钾肥用量最多，其产量较对照仍有明显增加，T7 与 T1 处理情况相似。由此可见，控释钾肥与水溶性的化学钾肥按不同比例混合施用对烟叶产量的影响有较大的差异，依据不同钾肥释放速度合理均匀的分配钾肥的配比，如 T7 和 T1 处理能明显增加烟叶的产量，而不同时期释放量不均匀的钾肥配比比例不当的(如 T4 处理)反而会使烟叶的产量下降。试验结果表明，T7 和 T1 处理不但能减少追施钾肥的次数，降低劳动强度，而且增产效果显著。

表 2 不同处理对烟叶总产量及上、中、下部烟叶产量的影响¹⁾

Table 2 Comparison of the yield of different position leaves under different conditions

处理 Treatment	产量/(kg/hm ²) Yield			
	总产量 Total	上部叶 Upper leaves	中部叶 Middle leaves	下部叶 Lower leaves
T1	232.78*	95.54*	86.26	50.97
T2	182.42*	71.59*	66.52*	44.31
T3	218.21	90.54	75.78	51.89
T4	176.24*	67.52*	66.61*	42.11
T5	217.41	86.43	88.44	42.54
T6	212.46	86.34	69.72*	56.40*
T7	237.10*	93.74	90.38	52.98*
T8	217.65	87.66	83.08	46.91

1) * 表示与常规施肥处理的差异达 5% 显著水平，方差分析 F 检验。下同。* represent significant differences than control (P<0.05). The same as below.

2) 对不同部位烟叶产量的影响。试验发现，只有 T1 和 T7 处理配方对各部位的烟叶表现出增产效应，其他各处理配方最多只对某一特定叶位的烟叶表现出增产效应，增产效果明显低于 T1 和 T7 处理(表 2)。与其他配方相比，T1 处理对上部叶的增产效应最明显，其增产效果显著，但该配方对中部叶、下部叶的增产效应却没有达到显著水平，这说明常规钾肥施用量最多的 T1 处理配方主要是通过提高上部叶的产量来提高烟叶的总产量。和 T1 处理配方相似，常规钾肥以及 2 种控释钾肥施用量均为

中等的 T7 处理同样对各部位烟叶具有增产效应,与常规施肥处理的上、中、下部叶产量相比,每公顷分别增加了 91.03、109.54、91.07 kg,增加幅度为 6.0%~13.0%,但只有对下部叶的增产效应达到了显著水平,这说明 T7 处理配方主要是通过提高下部叶的产量来提高烟叶的总产量。值得注意的是,50 d 控释钾肥施用量较大的 T6 处理对下部叶也有显著的增产效果,且增产量比 T7 处理明显,每公顷烟叶产量的增幅为 142.32 kg,但 T6 处理对于上、中部叶均呈减产效应,特别是对中部叶的减产量为 200.41 kg/hm²。试验结果还表明,烤烟的烟叶产量主要由上部叶和中部叶构成。各处理上部叶的产量占烟叶总产量的 38.3%~41.5%,中部叶占烟叶总产量的 32.8%~40.7%,下部只占烟叶总产量的 19.6%~24.3%。由此可见,T1 和 T7 处理控释钾配方肥是使烟草高产较好的配方肥。

2.2 控释钾配方肥对烤烟烟叶含钾量的影响

1) 对烟叶平均含钾量的影响。由表 3 可知,各控释钾配方肥处理的烟叶平均含钾量依次为 T7>T1>T2>T3>T4(T5)>T6,均显著高于常规施肥处理的含钾量。试验以 T7 处理效果最为显著,其含钾量较常规施肥处理增加 35.17%。效果最不显著的 T6 处理,其含钾量也提高了 9.49%。由此可见,控释钾肥与水溶性的化学钾肥配合施用对烟叶含钾量具有正效应,但提高的幅度会有较大的差异,这主要取决于常规钾肥和控释钾肥混合配施的比例。

表 3 不同处理对烟叶平均含钾量及上、中、下部烟叶含钾(K₂O)量的影响

Table 3 Comparison of K content within the different position leaves under different conditions %

处理 Treatment	含钾量 K content			
	平均量 Average	上部叶 Upper leaves	中部叶 Middle leaves	下部叶 Lower leaves
T1	3.00*	2.19*	2.69*	3.70*
T2	2.69*	1.73*	2.53*	3.44*
T3	2.65*	1.75*	2.41*	3.35*
T4	2.55*	1.78*	2.92*	2.67
T5	2.54*	2.03*	2.16	3.18*
T6	2.49*	1.75*	2.44*	3.01
T7	3.07*	1.84*	3.24*	3.61*
T8	2.27	1.36	2.13	2.91

2) 对不同部位烟叶含钾量的影响。由表 3 可知,常规施肥处理上、中、下部叶的含钾量分别为 1.36%、2.13% 和 2.91%。而控释钾配方肥处理上部叶的含钾量均明显大于常规处理的含钾量,其中

常规钾肥施用量最多的 T1 处理的效果最明显,较常规施肥的含钾量增加 61.53%,其次是 T5 处理较常规施肥的含钾量增加 49.37%,T7 处理较常规施肥的含钾量增加 35.22%。中部叶含钾量,除 T5 处理外,其他控释钾配方肥处理的含钾量明显大于常规施肥处理的含钾量,其中常规钾肥以及 2 种控释钾肥施用量均为中等的 T7 处理的效果最佳,较常规施肥处理增加 52.49%,其次是 T4 处理较常规施肥处理增加 37.39%,T1 处理较常规施肥处理增加 26.76%。对于下部叶,除 T4、T6 处理与常规施肥处理无差异外,其余控释钾配方肥处理烤烟烟叶含钾量均明显大于常规施肥处理含钾量,其中常规钾肥施用量最多的 T1 处理的效果最佳,较常规施肥处理增加 27.39%,其次是 T7 处理较常规施肥处理增加 24.19%。试验结果还表明,控释钾配方肥主要是通过提高烤烟中、上部叶的钾含量来提高烟叶含钾量,平均分别提高 37.88%、23.74%。对于下部叶,虽然控释钾配方肥处理也有提高其含钾量的效应,但提高的幅度低于中、上部叶,平均为 15.17%。可见,在保证一定的常规钾肥基础下,持续的钾肥供应对烤烟中、上部叶片的生长以及钾元素的积累至关重要。

3 讨论

试验中各控释钾肥与常规钾肥掺混的配方处理对烟叶产量的影响效应差异较大,除 T1、T3、T7 处理对烤烟具有明显的增产效应外,其余 4 种处理对烤烟都产生减产效应,这可能是由于肥料配方和供试土壤所提供的钾与烤烟生长发育过程对钾的需求这一“供求”关系不吻合导致的。不同的控释钾配方肥处理必然会导致烟田土壤有效钾数量出现差异,且差异存在于烤烟的整个生育期。试验中发现,常规钾肥用量较高时,烟叶的产量比较稳定,说明烟草种植前期钾肥的稳定供应和基本的需要量是必要的,太低了会影响其正常生长。当常规钾肥用量较低时,烟叶产量下降,而且不同部位烟叶的含钾量也会下降,尤其是下部叶。如果 90 d 控释钾肥的用量同时较大,则产量会有所回升,这可能是 90 d 控释钾肥在常规钾肥已经明显消耗后可以适时地补充烤烟对钾的需要,从而在某种程度上弥补前期钾素供应不足的影响。因此,在烤烟的整个生长期内保证钾素的稳定适时供应对烤烟的正常生长及烟叶的产量是非常重要的。常规钾肥可以保证烤烟前期生长

的需要,主要影响下部叶片的生长以及钾素的积累,50 d控释钾肥则主要对中、下部叶的生长影响较大,90 d控释钾肥可以对烤烟后期的生长产生重要影响,主要表现在对上部叶片的生长以及钾素积累的调节。可见,不同特性的钾肥配比可以满足烤烟不同生长发育阶段对钾素的需求,最大限度地达到增产和提高品质的效果。否则,不但造成钾肥的浪费,还不能保证烤烟对钾素的需求,导致产量和品质明显下降。尽管控释钾肥与常规钾肥混施可以降低烤烟栽培的劳动强度,但对烟叶产量的影响最终还是要取决于钾肥复混的比例是否能最大程度地符合烤烟生长发育过程对钾素的需求。

烟叶的含钾量与烟叶的燃烧性、香吃味等烟叶的整体质量密切相关,是衡量烟叶品质的主要指标之一^[1-3]。目前,烟叶含钾量低是困扰我国烟叶发展的主要问题之一^[2-3]。控释钾肥与常规钾肥最大的差别在于控释钾肥钾素供应的时间长、供钾的强度低、容量大,因此控释钾肥可以1次基施。常规钾肥钾素供应强度大、持续供钾时间短^[11-12],因此,常规钾肥在烟田施用一般少量多次(追施),才能满足烤烟生长各阶段对钾素的需求。烤烟是以叶片为收获器官的作物,烟叶的整个采收过程通常要持续1个多月,在收获期内,为了利于烟叶的后期加工、保证烟叶的质量,一般不对烤烟追肥。但烟叶“从下往上”采收这种特殊的采收方式,决定了在收获烤烟下部叶(约4~5片)时,中、上部的叶还没完全进入成熟期,还需要一定的N、P、K等养分的供给,此时前期施用的常规钾肥是无法满足烟叶需求的,但控释钾肥却可以很好的满足烤烟生长后期中、上部叶片的需求。研究表明,控释钾肥能够改善烤烟对钾素的吸收和积累,从而增加烟叶的含钾量^[16]。试验中,所有控释钾配方肥都能提高烟叶的含钾量,但不同的混料处理对各部位烟叶含钾量的提高程度并不一样。比较不同处理配方烟叶平均含钾量的变化与不同钾肥配比后发现,在保证一定量的常规钾肥基础上,通过控释期不同的钾肥配比,合理调节钾素在烤烟不同生长时期的释放量,满足烤烟对钾的需求,以保证烤烟整个生长过程中对钾素的持续吸收、利用,可以使烟叶积累更多的钾素,从而提高烟叶的品质以及产量。

控释肥是当前肥料学科发展的一个新趋势,控释配方肥则是控释肥用于大田作物的有效途径。在烤烟栽培过程中,如果只施用控释钾肥的话,势必会

增加烟农的负担。因此,可依据控释肥“异粒变速”的原理^[14-17],借助于掺混肥料(BB肥)的生产技术,采取控释肥与常规化学肥料混合配制控释钾配方肥的途径,从而降低烤烟施用控释钾肥的成本。不同控释期的钾肥与常规钾肥混施不只是简单地降低烟农的劳动强度,更重要的是能够改变肥料供钾的模式,更好地满足烤烟整个生长发育过程对钾素的需求,从而达到增加烟叶产量和提高烟叶含钾量的目的。

参 考 文 献

- [1] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1991.
- [2] 洪丽芳,苏帆. 烤烟钾素营养研究进展[J]. 西南农业学报,2001,14(2):87-91.
- [3] 陈建军. 提高烟叶含钾量技术途径的探讨[J]. 中国烟草科学,1999(4):1-4.
- [4] 郑宪滨,刘国顺,邢国强,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] 钟晓兰,张德远,周生路,等. 钾肥用量及基追肥比例对烤烟干物质积累和钾素吸收动态的影响[J]. 应用生态学报,2006,6(2):166-172.
- [6] 郭合营,刘镇平. 豫西烤烟钾肥施用量与施肥方法试验研究[J]. 烟草科技,1995(2):35-37.
- [7] 颜丽,关连珠,栾双,等. 土壤供钾状况及土壤湿度对我国北方烤烟烟叶含钾量的影响研究[J]. 土壤通报,2001,32(2):84-87.
- [8] 李强,周冀衡,何伟,等. 中国烤烟含钾量的区域特征研究[J]. 安徽农业大学学报,2010,37(2):363-368.
- [9] 吴风光,王林,汪健,等. 沼液施用量对烤烟生长发育及其产量和品质的影响[J]. 湖北农业科学,2011(8):1606-1610.
- [10] 程兰,胡军,程宝玉,等. 豆渣灌根对烤烟烟叶物理特性及主要化学成分的影响[J]. 湖北农业科学,2011(4):694-697.
- [11] 樊小林,廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(3):219-223.
- [12] 樊小林,刘芳,廖照源,等. 我国控释肥料研究的现状和展望[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(2):463-473.
- [13] 杨义群,肖俊章,白厚义. 回归设计及多元分析在农业中的应用[M]. 杨凌:天则出版社,1989.
- [14] 李方敏,樊小林,王浩. 混料设计法在控释肥配比中的应用研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(7):125-130.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [16] 杜志勇,史衍玺. 包膜控释钾配方肥对烤烟钾营养状况的影响[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(2):201-204.
- [17] 樊小林,李方敏,梁林洲. 异粒变速控释技术及异粒变速控释肥(AgroBuBlen)的研制简介[J]. 中国农业科学,2002,35(11):1389.

Effect of blended controlled release potassium fertilizer on yield and potassium content of flue-cured tobacco cultivation

LIN Chang-hua^{1,2} FAN Xiao-lin¹ CHEN Xiao-yuan² QIU Miao-wen³ WANG Jun³

1. *Laboratory of Fertilizer and Balanced Fertilization, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;*

2. *College of Yingdong Agricultural Science and Engineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, China;*

3. *Nanxiong Institute of Science of Guangdong Tobacco, Shaoguan 512400, China*

Abstract The simplex-lattice design was applied to study the effect of ration of different kinds of controlled release potassium (CRK) fertilizer and conventional potassium fertilizer, blended controlled release potassium fertilizer on production and potassium content in leaves of flue-cured tobacco under field condition. The results showed that the use of blended CRK fertilizer, combined application of controlled release potassium fertilizer with water soluble conventional potassium fertilizer could significantly increase the potassium content in leaves. The effect of T7 treatment ($52.150 \text{ kg/hm}^2 + 96.850 \text{ kg/hm}^2 + 74.500 \text{ kg/hm}^2$) was maximum. K content of both T7 and T1 treatment ($67.050 \text{ kg/hm}^2 + 89.400 \text{ kg/hm}^2 + 67.050 \text{ kg/hm}^2$) increased by 35.17% and 31.65%, respectively. T7 treatment and T1 treatment could also increase the production of lower leaves, middle leaves and upper leaves of the tobacco with obvious increase of lower leaves and upper leaves. The yield of T7 and T1 treatment increased 8.9% and 7.0%, respectively.

Key words blended controlled release potassium fertilizer; flue-cured tobacco; the lower, middle and upper leaves; yield; potassium content

(责任编辑:陆文昌)