

# 施用控释肥对烤烟农艺性状的影响

陈剑秋<sup>1</sup>, 万连步<sup>1,2</sup>, 胡兆平<sup>1,2</sup>, 刘腾宇<sup>2</sup>

(1. 金正大生态工程集团股份有限公司/农业部植物营养与新型肥料创制重点实验室, 山东临沂 276000; 2. 国家缓控释肥工程技术研究中心, 山东 临沂 276700)

**摘要:**为研究控释肥养分释放特性及烤烟养分吸收与利用的规律, 探求提高烟叶质量的新途径, 通过控释肥养分释放试验和烤烟盆栽试验, 研究了控释肥对烤烟农艺性状的影响。结果表明: 烤烟移栽后 100 d, 控释肥处理与 CCF 处理相比株高增幅为 1.5~16.5 cm, 茎围增幅为 0.54~1.22 cm, 最大叶面积增幅为 50.2~199.6 cm<sup>2</sup>, 叶片干物质累积量增幅为 20.6~29.0 g, 且控释肥处理叶片和植株干物质累积量与 CCF 处理差异皆达到 5% 显著性水平, 因此施用控释肥能够促进烤烟生长, 显著促进干物质累积, 其中尤以 SRPF、CRPF 和 CRCF 控释肥处理效果显著。

**关键词:**控释肥; 烤烟; 株高; 茎围; 叶面积; 干物质

**中图分类号:** S572

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2014)12-0059-04

烟草经济价值较高, 对发展国民经济和满足人民生活需要都起着重大的作用<sup>[1]</sup>。我国烤烟的种植面积和总产量都居世界第一位, 卷烟产量占世界的 32%, 出口量仅占世界的 1.8%, 烟叶质量不高、烟草的可用性低是其主要原因。

烟叶质量不高与烤烟品种、田间管理和植烟土壤肥力都有关系。烤烟在我国很多烟区长年连作<sup>[2]</sup>, 导致烟田土壤肥力逐年下降。罗建新研究提出, 在烟苗移栽后 30 d 施用总施钾量的 40% 可以提高烟叶质量<sup>[3]</sup>, 陈建军研究表明, 采用垄作深松及分层施肥技术提高烟叶钾含量效果较好<sup>[4]</sup>, 这些方法都是通过改进施肥技术和加强田间管理来提高烟叶产量和质量。近年来, 众多科技工作者开展了应用有机肥和控释肥等新型肥料改良土壤、提高烤烟品质的研究<sup>[5-6]</sup>。控释肥料具有使养

分释放规律与作物养分吸收基本同步的特点, 从而提高肥料利用率、减少环境污染<sup>[7-8]</sup>。研究表明, 控释肥具有明显缓释长效作用, 能降低生产成本, 增加植烟效益<sup>[9-10]</sup>, 同时还可以显著提高烟叶钾含量, 并可节约 1/3 的肥料资源<sup>[6]</sup>。该文对控释肥对烤烟农艺性状的影响进行研究, 试图揭示控释肥料的养分释放特性及烤烟养分吸收利用规律, 以探求提高烟叶产品质量的新途径, 并为烟草专用控释肥料的研制和开发提供依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料

供试烤烟品种为 NC89, 供试土壤采自泰安市岱岳区栗子峪, 其主要理化性质见表 1; 供试控释肥料采用“十二五”国家科技支撑计划项目“缓

表 1 供试土壤理化性质

Table 1 Selected chemical and physical properties of the soil

土壤类型 Soil types	有机质/g·kg <sup>-1</sup> Organic matter	碱解氮/mg·kg <sup>-1</sup> Available nitrogen	速效磷/mg·kg <sup>-1</sup> Available phosphorus	速效钾/mg·kg <sup>-1</sup> Available potassium	pH
棕壤 Brown soil	17.0	45.7	13.6	56.7	5.8

收稿日期: 2014-05-30

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD11B01; 2011BAD11B02)

第一作者简介: 陈剑秋(1979-), 男, 山东省临沂市人, 博士, 农艺师, 从事植物营养和新型肥料研究。E-mail: fjqchen@163.com。

通讯作者: 万连步(1965-), 男, 山东省临沂市人, 高级工程师, 从事新型肥料研制、植物营养与施肥研究。E-mail: yanjiuyuan@kingenta.com。

控释肥产业化技术集成与示范”技术生产。选用直径 2.00~4.75 mm 的颗粒肥料以硫磺、有机高聚物及添加剂为膜材料进行包膜<sup>[11]</sup>, 包括硫包膜硫酸钾(SRPF)、硫包膜复合肥(SRCF)、聚合物包膜硫酸钾(CRPF)和聚合物包膜复合肥(CRCF), 其中设计氮肥释放期约为 60 d, 磷钾肥释放期约为 90 d。

## 1.2 方法

试验于2012年在山东农业大学温室内进行。

1.2.1 控释肥的静水释放试验 测定肥料养分释放期是衡量控释肥料养分释放性能的重要指标之一,通过静水释放试验测定控释肥的养分释放率<sup>[12]</sup>。方法:称取试样10.00 g,准确至0.01 g,放入用100目尼龙纱网做成的小袋中,封口。将小袋放入可盛250 mL蒸馏水的玻璃容器中,然后加蒸馏水250.0 mL,加盖密封后置于25℃的恒温培养箱中,3次重复,同时做空白试验。在第1、3、7、14、28、42、56、84及112天取出容器中的浸出液,测定其中的养分含量,然后重新加入

250.0 mL蒸馏水,继续取样测定,直到养分累积释放率达到80%。

1.2.2 烤烟盆栽试验 试验设6个处理,分别为对照(CK)、普通化肥(CCF)、涂硫硫酸钾(SRPF)、控释钾肥(CRPF)、控释复合肥(CRCF)以及涂硫复合肥(SRCF),盆栽施肥设计方案见表2,各处理重复6次,每盆装土10 kg,栽种3株烤烟,5月2日移栽,8月18日收获。分别在烤烟团棵期、旺长期、成熟前期和成熟后期,即移栽后30、50、80及100 d测量烤烟株高、茎围和叶面积,并取样测定干物质累积状况。

表2 盆栽试验方案

Table 2 The pot experiment scheme

处理 Treatments	施纯养分量/g·盆 <sup>-1</sup> Amount of N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	施肥量/g·盆 <sup>-1</sup> Fertilizing amount	备注 Remark
CK	0-0-0	0	
CCF	5-7.2-15	22.5 复合肥+7.8 磷酸二铵+23.7 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1/2 的量作追肥
SRPF	5-7.2-15	4.8 尿素+15.6 磷酸二铵+39.5 SK <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
CRPF	5-7.2-15	4.8 尿素+15.6 磷酸二铵+32.6 CK <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
CRCF	5-7.2-15	23.7 控释复合肥+8.1 磷酸二铵+24.8 CK <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
SRCF	5-7.2-15	38.5 涂硫复合肥+4.8 磷酸二铵+23.8 SK <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	

1.2.3 测定指标与方法 用直尺、游标卡尺测定烤烟株高、茎围和叶面积,利用烘干称重法测干物质质量。

率≤12%,28 d 累积养分释放率≤75%,释放期累积养分释放率≥80%的要求,因此,供试4个控释肥料样品质量皆合格。硫包膜复合肥 SRCF 初期养分释放率稍高,这表明 SRCF 没有控释效果的养分较多,生产过程中包膜不完整的肥料颗粒较多,肥料颗粒包膜的均匀性较差,还有可能由于硫膜较脆,个别颗粒破裂,因此农业生产中不宜过量施用,否则易造成烧苗。

## 2 结果与分析

### 2.1 控释肥料养分释放特征评价

由表3可知,供试4个控释肥料样品 SRPF、CRPF、CRCF 和 SRCF 都符合《控释肥料》行业标准“HG/T 4215-2011”25℃水中初期养分释放

表3 包膜控释肥质量指标

Table 3 Quality index of controlled release fertilizers

项目 Items	SRPF	CRPF	CRCF	SRCF
初期养分释放率/%Initial release rate	4.56	2.62	3.80	7.32
28 d 累积释放率/%Cumulate release rate for 28 days	40.50	35.52	28.90	45.78
释放期累积释放率/%Cumulate release rate	86.85	85.12	83.1	88.6

该试验所用控释肥具有养分释放特征与烤烟需肥规律相一致的特点<sup>[6]</sup>,另控释肥可以集中施在烟株根部,因此,施用控释肥在提高土壤养分含量及其空间有效性的同时,也提高了肥料利用率,改善了植烟土壤的供肥特性。

### 2.2 不同控释肥处理对烤烟生物学性状的影响

2.2.1 不同控释肥处理对烟株株高的影响 由

表4可知,烤烟生育期内,CK处理与施肥处理烟株株高差异显著;移栽后80 d,控释肥处理与CCF比较,株高增幅为3.8~15.3 cm,移栽后100 d,控释肥处理与CCF相比增幅为1.5~16.5 cm,CRCF、CRPF和SRPF处理与CCF处理株高差异显著,但SRCF处理与CCF处理相比差异不显著。这表明施肥能显著促进烟株的生长,施用控

释肥比施用普通化肥更有利于烤烟生长。

表 4 不同控释肥处理对烟株株高的影响

Table 4 The effect of different treatments on plant height

移栽天数/d Days	株高/cm Plant height					
	CK	CCF	SRPF	CRPF	CRCF	SRCF
30	14.6 c	32.2 b	36.5 ab	38.8 a	39.9 a	40.7 a
50	24.9 d	42.1 c	56.2 ab	56.8 a	57.2 a	50.0 b
80	51.0 d	75.0 c	90.3 a	83.7 b	81.0 b	78.8 bc
100	74.0 e	105.0 d	121.5 a	113.0 b	110.8 bc	106.5 cd

注:在同一行数后不同字母表示差异达 5% 显著水平。下同。

Note: Different lowercases in the same row mean significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2.2 不同控释肥处理对烟株茎围的影响 由表 5 可知,烟株茎围的增长主要集中在团棵期至旺长期这段时间,CK 处理与施肥处理烟株茎围差异显著。移栽 30~50 d,控释肥处理与 CCF 处理烟株茎围差异显著;移栽 80~100 d,SRCF 处理烟株茎围与 CCF 处理差异不显著,而 CRCF、

CRPF 和 SRPF 处理与 CCF 处理的烟株茎围差异显著;移栽 100 d 后,CCF 与 CK 比较,茎围增幅为 1.75 cm,控释肥处理与 CK 相比增幅为 2.29~2.97 cm,与 CCF 处理相比增幅为 0.54~1.22 cm,表明施肥能显著提高烟株茎围,施用控释肥效果更显著。

表 5 不同控释肥处理对烟株茎围的影响

Table 5 The effect of different treatments on perimeter of stem

移栽天数/d Days	茎围/cm Stem perimeter					
	CK	CCF	SRPF	CRPF	CRCF	SRCF
30	2.49 c	3.57 b	4.4 a	4.41 a	4.34 a	4.32 a
50	3.87 d	5.03 c	6.35 a	6.44 a	6.2 ab	5.77 b
80	4.19 d	5.75 c	6.96 a	6.81 a	6.48 ab	6.2 bc
100	4.36 d	6.11 c	7.33 a	7.29 a	6.78 ab	6.65 bc

2.2.3 不同控释肥处理对烟株最大叶面积的影响 由表 6 可知,在整个生育期,烤烟最大叶面积有与烟株株高、茎围相一致的变化趋势,移栽后 30~80 d 是叶面积的快速生长期,这一阶段叶面积的增长量约占总增长量的一半。移栽后 100 d,SRPF、CRPF、CRCF 和 SRCF 处理与 CCF 处理相比最大叶面积增幅为 50.2~199.6 cm<sup>2</sup>,其中 SRPF、CRPF 和 CRCF 控释肥处理与 CCF

处理差异显著;SRCF 处理最大叶面积仅在移栽后 30 d 与 CCF 处理差异显著,尽管移栽后 50、80 和 100 d SRCF 处理与 CCF 处理最大叶面积差异不显著,但是 SRCF 处理的最大叶面积相比 CCF 处理的增幅分别是 28.5、53.5 和 50.2 cm<sup>2</sup>,表明施用控释肥能够增大烤烟的叶面积,尤以 SRPF、CRPF 及 CRCF 处理效果显著。

表 6 不同控释肥处理对烟株叶面积的影响

Table 6 The effect of different treatments on maximum leaf area

移栽天数/d Days	最大叶面积/cm <sup>2</sup> Maximum leaf area					
	CK	CCF	SRPF	CRPF	CRCF	SRCF
30	90.8 d	273.5 c	333.1 ab	354.2 a	315.8 b	338.2 ab
50	399.8 d	491.3 cd	669.2 a	654.4 ab	584 bc	519.8 c
80	443.3 e	549.8 d	759.4 a	730.1 ab	686.3 bc	603.3 cd
100	463 e	603.9 d	803.5 a	770.1 b	726.4 bc	654.1 cd

2.3 不同控释肥处理对烤烟干物质累积的影响

由表 7 可知,移栽后 30、50、80 和 100 d,CK 与所有施肥处理的叶片和植株干物质累积量都达到了 5% 显著性水平。移栽后 30 d,SRPF、CRPF、CRCF 和 SRCF 4 个控释肥处理与 CCF 处理相比叶片干物质累积量增幅为 4.2~5.9 g,植株干物质累积量增幅为 5.4~8.0 g;移栽后

100 d,4 个控释肥处理比 CCF 处理的叶片干物质累积量增幅为 20.6~29.0 g,植株干物质累积量增幅为 43~64 g,且差异皆达到了 5% 显著性水平。所以,与普通化肥相比施用控释肥能够显著增加烟叶和植株干物质的累积量。4 个控释肥处理在不同时期的烟叶和植株干物质累积量以 SRCF 处理最少,移栽后 30 d 的烟叶和植株干物

质积累量与 SRPF 和 CRPF 处理相比差异不显著, SRCF 处理移栽后 80 d 的烟叶和植株干物质积累量与 CRPF 处理相比差异不显著, SRCF 移栽后 100 d 烟叶的干物质积累量与 CRPF 处理相比差异也不显著; 而 SRCF 与 CRCF 处理移栽后 30、50、80 和 100 d 烟叶和植株的干物质积累量皆差异显著。CRCF 控释肥处理移栽后 30 和 50 d

的干物质积累量均大于 SRPF 控释肥处理, 但移栽后 80 和 100 d 的干物质积累量小于 SRPF 控释肥处理, 且在部分时段差异达 5% 显著水平, 这表明 CRCF 控释肥有利于促进烟株生育前期的干物质累积, 而 SRPF 控释肥更有利于烟株生育后期的干物质累积, 因此 SRPF 和 CRCF 控释肥合理掺混施用有利于烟叶优质高产。

表 7 不同控释肥处理对烤烟干物质累积的影响

Table 7 The effect of different treatments on dry matter accumulation of tobacco

移栽天数/d Days	烤烟干物质积累量/g·株 <sup>-1</sup> Quality of dry matter											
	CK		CCF		SRPF		CRPF		CRCF		SRCF	
	叶 Leaf	植株 Plant	叶 Leaf	植株 Plant	叶 Leaf	植株 Plant	叶 Leaf	植株 Plant	叶 Leaf	植株 Plant	叶 Leaf	植株 Plant
30	2.1 d	2.6 d	13 c	17 c	18 ab	23 ab	18 ab	23 ab	18.9 a	25 a	17.2 b	22.4 b
50	9.9 e	13.0 e	19 d	29 d	34 b	46 b	34 b	46 b	36.0 a	47.9 a	32.3 c	43.3 c
80	27.0 d	61.0 d	51 c	108 c	80 a	154 a	75 b	145 b	79.2 a	153 a	72.7 b	140.0 b
100	39.0 d	88.0 f	68 c	144 e	97 a	208 a	92 ab	196 c	94.8 a	202 b	88.6 b	187.0 d

### 3 结论与讨论

烤烟移栽后 100 d, 控释肥处理与 CCF 处理相比株高增幅为 1.5~16.5 cm, 茎围增幅为 0.54~1.22 cm, 最大叶面积增幅为 50.2~199.6 cm<sup>2</sup>, 因此施用控释肥能够促进烤烟生长, 提高烟株的株高, 增大烟株的茎围和叶面积, 尤以 SRPF、CRPF 及 CRCF 处理效果显著。烤烟移栽后 100 d, 控释肥处理与 CCF 处理相比叶片干物质积累量增幅为 20.6~29.0 g, 植株干物质积累量增幅为 43~64 g, 且差异皆达到了 5% 显著性水平, 表明施用控释肥能够显著增加烤烟干物质的积累量。CRCF 控释肥有利于促进烟株生育前期的干物质累积, 而 SRPF 控释肥更有利于烟株生育后期的干物质累积, 因此 SRPF 和 CRCF 控释肥合理掺混施用有利于烟叶优质高产, 具体掺混比例需要进一步试验验证。综合分析表明, 移栽后 30~80 d 是烟株快速生长期, 因此, 这段时间内, 需加强田间各项综合栽培措施的管理, 保证水肥的充足协调供应是烟叶获得较好产量和质量的基础, 控释肥具有养分释放速度与作物吸收速度相同步的特点, 可以在烟株旺长高峰集中释放养分, 满足烟株生长对养分的大量需求, 从而保障烟叶的优质高产。烤烟不同生育期叶片和植株的干物质累积皆有显著差异, 烤烟移栽后 30 d 内, 烟株干物质积累量很少, 此期主要是烟苗的缓苗和伸根时期; 移栽后 30~80 d, 烟苗从团棵期进入旺长期, 烟株干物质累积迅速增加, 此期烟株干物质积累量占总积累量的 70% 左右, 是烟株干物

质累积主要时期; 移栽后 80 d 至成熟采收结束, 烟叶干物质积累量占总积累量也较少。因此, 移栽后 30~80 d 这段时间内, 应加强田间各项综合栽培措施的管理, 保证水肥的充足协调供应, 是烟叶获得较好产量和质量的基础。

#### 参考文献:

- [1] 孙光军, 田必文. 烟草植物保护学文献计量分析[J]. 中国烟草科学, 2002, 23(2): 25-28.
- [2] 何琳, 姜翼来, 王玲莉, 等. 烤烟连作对土壤养分状况的影响[J]. 现代农业科技, 2008(8): 118-119.
- [3] 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累积的影响[J]. 湖南农业大学报: 自然科学版, 2000, 26(5): 36-38.
- [4] 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.
- [5] 刘国顺, 刘韶松, 贾新成, 等. 烟田施用有机肥对土壤理化性状和烟叶香气成分含量的影响[J]. 中国烟草学报, 2005, 11(3): 29-33.
- [6] 陈剑秋, 万连步, 解玉洪, 等. 包膜控释肥对烤烟烟叶钾含量的影响[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(3): 40-45.
- [7] 何绪生, 廖宗文, 黄培钊, 等. 保水缓/控释肥料的研究进展[J]. 农业工程学报, 2006, 22(5): 184-190.
- [8] 卢其明, 冯新, 孙克君, 等. 聚合物/膨润土复合控释材料的应用研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 183-186.
- [9] 施卫省, 唐辉, 王亚明, 等. 控释肥料性质及其对烟草生长影响的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 6-8.
- [10] 王先伟, 赵伟庆, 季建军, 等. 控释肥在烟草生产上的应用[J]. 现代农业科技, 2008(23): 192-193.
- [11] 万连步, 解玉洪, 李广涛. 一种连续化生产包膜控释肥的方法和装置[P]. 中国专利: 101391924, 2008-08-28.
- [12] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 23348-2009, 缓释肥料[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.