

doi: 10.11838/sfsc.20160512

不同钾肥组合对土壤养分及晒红烟烟叶钾素积累的影响

景沙沙¹, 符云鹏¹, 郭连民², 马波波¹, 刘晓旭², 郭 鹏²

(1. 烟草行业烟草栽培重点实验室, 河南农业大学烟草学院, 河南 郑州 450002;

2. 红塔辽宁烟草有限责任公司, 辽宁 沈阳 110000)

摘要: 以晒烟品种大叶黄为材料, 通过大田试验研究了不同钾肥处理土壤 pH 值、有效硫、速效钾等 5 种土壤养分指标在晒红烟整个生育期内的变化规律以及烟叶钾素含量及积累量, 并就土壤养分含量与烟叶钾素状况进行相关分析, 找出提高晒红烟烟叶钾积累量的最佳钾肥配施组合及影响烟叶钾素积累的关键土壤因子。结果表明, 生物钾肥和硫酸钾配施处理 (T4) 土壤养分含量最有利于烟株生长及烟叶钾积累量增加, 烟叶干物质积累量达 143.5 g/株, 烟叶钾含量 13.39 mg/g, 烟叶钾积累量 1.92 g/株; 土壤有效硫是影响当地晒红烟生长前期钾含量的关键土壤因子, 土壤速效钾含量与整个生育期内烟叶钾素积累量均呈显著或极显著正相关关系, 且能显著提高中后期烟叶钾含量。

关键词: 钾肥组合; 土壤养分; 钾含量; 钾积累量; 晒红烟

中图分类号: S571.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257 (2016) 05-0066-07

晒红烟具有独特的香气特征和吸味, 可以作为混合型卷烟的原料在卷烟中使用, 以增加烟气的浓度, 改进吸味, 降低焦油释放量^[1]。随着对卷烟安全性要求的提高, 对晒红烟的研究逐渐受到重视^[2-6]。烟叶的燃烧性与其香气和量以及有害物质的释放量密切相关, 提高烟叶钾含量可改善晒红烟燃烧性, 减少吸食过程中有害成分的释放^[7]。目前, 有关钾肥与烟叶燃烧性及品质关系研究报道较多^[8-12], 但对晒红烟报道较少。吉林晒红烟不重视钾肥施用, 普遍存在烟田缺钾、烟叶钾含量低、燃烧性差等问题。文章分析了不同钾肥处理条件下, 各生育期晒红烟植烟土壤养分含量、烟叶钾含量及钾素积累量变化规律, 分析了土壤养分与烟株生长、钾素积累的相关性, 找出能够优化当地土壤养分含量, 提高土壤供钾能力及烟叶钾含量、积累量的最佳钾肥组合, 为生产优质晒红烟提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验基本情况

试验于 2014 年在长春市农安县青山口乡进行。

收稿日期: 2015-08-06; 最后修订日期: 2015-09-22

基金项目: 中国烟草实业发展中心资助项目 (zysy-2010-03); 红塔辽宁烟草有限责任公司资助项目 (20130401)。

作者简介: 景沙沙 (1989-), 女, 河南省长垣县人, 在读硕士, 主要从事烟草栽培生理生化研究。E-mail: jingshasha01@163.com。

供试品种为当地主栽晒红烟品种大叶黄。试验地土壤为油砂土, 土壤 pH 值 5.67、有机质含量 1.14%、碱解氮含量 63.00 mg/kg、有效磷 (P) 含量 34.53 mg/kg、有效硫含量 13.83 mg/kg、速效钾 (K) 含量 75.13 mg/kg、缓效钾 (K) 含量 467.01 mg/kg。

1.2 试验设计

试验设 5 个处理。各处理氮用量为 67.5 kg/hm², 氮磷钾比例为 1:1.2:3。T1: 钾肥由烟草专用复合肥 (10-12-22)、硫酸钾提供。施复合肥 675 kg/hm², 硫酸钾 108 kg/hm²。T2: 钾由复合肥 (10-12-22)、硝酸钾、硫酸钾提供。施硝酸钾 150 kg/hm², 复合肥 472.5 kg/hm², 硫酸钾 61.5 kg/hm², 过磷酸钙 162 kg/hm²。T3: 钾由复合肥 (10-12-22)、硫酸钾、腐植酸钾 (K₂O 10%) 提供。施复合肥 675 kg/hm², 硫酸钾 54 kg/hm², 腐植酸钾 270 kg/hm²。T4: 施肥量和种类同 T1, 另施生物钾肥 (微生物菌剂, 不含 K₂O) 30 kg/hm²。CK (对照): N:P:K = 1:1.2:0 (不施钾肥)。氮、磷由磷二铵 (N:P = 18:46)、硝酸铵磷 (N:P = 30:6) 提供。施磷二铵 159 kg/hm², 硝酸铵磷 130.5 kg/hm²。

各处理及对照均施饼肥 300 kg/hm²。饼肥、磷肥、80% 复合肥起垄时条施, 20% 复合肥移栽时穴施, 生物钾肥于移栽时全部灌施在根部, 其他肥料于起垄时一次性条施。随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 133 m²。行、株距分别为 1.2、0.5 m, 田

间管理方式按照当地习惯进行。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 土壤养分

于移栽后 30、40、50、60、70、80 d 取 0 ~ 20 cm 烟株根际土样。根际土壤取样方法：挖出烟草根系，去掉 0 ~ 2 cm 的表土及根围附近较大土壤团块，小心抖动并收集紧密粘附在烟草根表面的土壤。每个小区采用五点取样法，混合均匀后风干，粉碎过筛后密封保存。测定 pH 值、缓效钾含量、速效钾含量、有效硫含量、水溶性氯含量。

土壤养分各指标按照《土壤农化分析》^[13]方法测定，即 pH 值采用水土混合 (2.5:1) pH 计 (酸度计) 测定；缓效钾采用热硝酸浸提，火焰光度计法测定；速效钾采用乙酸铵提取，火焰光度计法测定；有效硫采用硫酸钡比浊法测定；水溶性氯采用硝酸银滴定法测定。

1.3.2 烟叶生物学量、钾含量

于移栽后 30、40、50、60、70、80 d 取不同处理烟株地上部分，将沙土冲洗干净后把茎、叶分开，烟叶在 105℃ 杀青 15 min，60℃ 烘干称重记录，

并于粉碎过 0.25 mm 筛后测定叶中钾含量。钾含量采用火焰光度计法进行检测。

1.4 计算方法

烟叶钾素积累量 = 烟叶生物学产量 × 烟叶钾含量

1.5 统计分析方法

数据采用 Excel 2003 及 SPSS 17.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同钾肥组合晒红烟各生育期土壤 pH 值和养分含量

2.1.1 土壤 pH 值

由表 1 可见，大叶黄品种整个生育期内土壤 pH 值范围 4.70 ~ 5.48，较优质烤烟适宜生长的土壤 pH 值 (5.5 ~ 6.5) 低。CK 处理 pH 值整个生育期内较为稳定，变化不大，但显著高于其他处理，这说明钾肥可以降低土壤 pH 值。除 T4 处理外，其他处理 pH 值均在移栽 60 d 左右出现最大峰值，而 T4 处理则呈现逐渐升高趋势，说明生物钾肥会对土壤的理化性状产生较大影响。

表 1 不同钾肥组合对植烟土壤 pH 值的影响

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	5.38a	5.26a	5.35a	5.48a	5.26a	5.28a
T1	5.08b	4.82c	4.87b	5.18b	5.04b	5.12ab
T2	5.00bc	4.82c	4.93b	5.12b	4.92c	4.96b
T3	5.01c	5.00b	4.90b	5.19b	4.93c	5.01ab
T4	4.75d	4.70d	4.74c	4.85c	4.94c	5.02ab

注：同列不同小写字母表示处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。下同。

2.1.2 土壤有效硫

参照刘崇群^[14]分级标准，表 2 中各处理土壤有效硫含量 ≤ 18.73 mg/kg，基本上属于缺乏等级，其中 47% 数据 (< 10 mg/kg) 属于极缺状态，可能与该地区多年来不重视硫酸钾的施用

有关。随着生育期推进，各处理土壤有效硫含量变化趋势表现为逐渐下降，到成熟期略有回升。与对照对比分析，其他施钾肥处理有效硫含量明显升高，T4 处理有效硫含量基本上高于其他处理。

表 2 不同钾肥组合土壤有效硫含量

(mg/kg)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	12.98e	15.19a	12.25b	8.53b	5.87c	6.56d
T1	18.73a	14.85b	11.48c	8.10c	5.59c	8.37b
T2	14.28d	13.49cd	9.70e	10.09a	6.58b	8.35b
T3	16.79b	13.81c	10.51d	5.17d	5.96c	8.08c
T4	16.30c	13.47d	13.14a	10.29a	8.97a	9.44a

2.1.3 土壤水溶性氯

氯离子能通过调节气孔开闭而间接影响光合作用和植物生长,它是植物不可或缺的营养元素,土壤中水溶性氯则是植物吸收氯的直接来源,其含量高低与植株氯吸收关系密切^[15]。由表3可知,各

处理土壤水溶性氯含量范围为4.87~17.28 mg/kg,均在植烟土壤要求正常范围内(≤ 30 mg/kg)。综合来看,整个生育期内对照含量基本最高,与其他处理差别显著。与此相反,T4处理土壤水溶性氯含量最低,T3处理次之。

表3 不同钾肥组合土壤水溶性氯含量 (mg/kg)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	17.28a	12.19b	10.86bc	16.62a	15.29a	9.53a
T1	9.53c	11.96b	12.41b	12.63c	13.52b	9.31a
T2	12.41b	15.29a	9.08c	15.51ab	13.52b	9.53a
T3	12.41b	11.52bc	15.95a	15.07b	13.52b	5.10b
T4	14.40b	10.86c	12.63b	11.08d	11.74c	4.87b

2.1.4 土壤速效钾

从表4可以看出,除T4处理外,其他处理在整个生育期内土壤速效钾含量表现为上升-下降-上升的“N”型变化规律,T4则表现为逐渐上升,到成熟后期略有下降的变化趋势,这与生物钾肥能够改变土壤微生态环境有关,菌类的繁殖导致土壤根际微生物代谢活跃,加速土壤速效钾转化,使土壤速效钾含量持续增加。从处理间来看,各施钾肥处理土壤速效钾含

量均高于对照处理,且与对照处理差异显著,这说明施用钾肥能够增加土壤供钾能力,促进烟株对钾素吸收。研究表明^[16-18],土壤速效钾含量 ≥ 150 mg/kg,才能满足烟株对钾素的需求,由表4中数据可知,CK、T1处理土壤速效钾含量较低,未能达到临界含量,烟株吸收积累的钾素可能不能满足正常生长。烟株成熟采收时T1、T2、T3、T4处理土壤速效钾含量分别比CK增加14.6%、20.2%、50.9%、38.0%。

表4 不同钾肥组合土壤速效钾含量 (mg/kg)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	75.13c	116.34b	149.55d	115.20c	140.39d	141.53d
T1	79.71c	147.26a	162.14c	128.94b	157.56c	162.14c
T2	112.91b	148.40a	199.92a	127.79b	170.15b	170.15c
T3	147.26a	157.56a	170.15b	135.81b	179.31b	213.66a
T4	78.56c	149.55a	201.07a	213.66a	231.98a	195.34b

2.1.5 土壤缓效钾

由表5可知,整个生育期内土壤缓效钾含量范围在266.09~776.23 mg/kg之间,大多阶段处于缓效钾含量中等状态(300~600 mg/kg)。随着移栽天数增加,CK处理土壤缓效钾含量逐渐下降,T1、T2、T3处理则表现为先降低后增加的“V”型变化规律,T4处理则表现为先降低,后增加,再降低的变化规律,表明成熟期T4处理缓效钾转化降低的量大于固定形成的量。各处理土壤缓效钾含量均大于对照,且T2、T3、T4处理与对照差异显著,移栽后40~70 d T4含量最高,T3次之。移栽后40~50 d,T1、T2、T3、T4处理土壤缓效钾含量分别降低34.2%、29.3%、

23.3%、0%,这说明T1处理土壤速效钾含量缺乏,T4处理速效钾含量较丰富。

2.2 不同钾肥组合对晒红烟干物质积累的影响

由表6可知,晒红烟烟叶干物质积累量随生育期推进呈逐渐增加趋势。移栽后40~70 d,烟叶中糖类、烟碱、多酚等内含物质快速积累,增长幅度较大。大田生长前期,T3处理烟叶干物质积累量显著高于其他处理,中后期T4处理烟叶干物质积累量快速增加,较其他处理高。整个生育期内,各处理烟叶干物质积累量均高于对照处理,且以T4积累量最高,T3次之,但两处理差异不显著。

表 5 不同钾肥组合土壤缓效钾含量

(mg/kg)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	428.41b	405.22b	312.46b	382.03b	289.28c	266.09c
T1	683.48a	474.78ab	312.46b	474.78b	451.59bc	544.35ab
T2	729.86a	474.78ab	335.65b	451.59b	613.91ab	706.67a
T3	753.04a	497.97ab	382.03b	497.97b	706.67a	706.67a
T4	706.67a	521.16a	521.16a	683.48a	776.23a	451.59b

表 6 不同处理烟叶干物质积累量

(g/株)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	11.5d	21.3c	37.8c	63.7c	82.0d	101.4c
T1	13.9bc	32.5b	47.1ab	68.2b	93.5c	114.3b
T2	15.7b	34.8ab	46.8ab	71.5b	101.4b	117.0b
T3	21.3a	38.3a	43.2bc	79.4a	124.8a	138.1a
T4	12.9cd	32.7b	51.1a	78.0a	127.4a	143.5a

2.3 不同生育期晒红烟烟叶钾素变化规律

由表 7、8 可知, 整个生育期内, 各处理烟叶钾含量、钾积累量均在移栽后 50 d 左右达到一个较低值, 随后又呈现逐渐增加趋势。移栽后 30 ~ 40 d, 除 T1 处理叶中钾含量略有下降外, 其他处理烟叶钾含量均表现为升高趋势, 但各处理钾素积累量均表现为增加趋势。移栽后 40 ~ 50 d, 各

处理钾积累量均有不同程度的下降, 其中 T4 处理烟叶钾素积累量减少 0.04 g, 较其他处理低。移栽后 50 ~ 70 d, 各处理烟叶钾素积累量均表现为 T4 最高, T3 次之。成熟期 (移栽后 70 ~ 80 d) 钾含量及积累量依次为 T4 > T3 > T2 > T1 > CK, T4、T3 差异不显著, T3、T2 差异不显著, CK 与各处理差异均显著。

表 7 不同处理烟叶钾含量

(mg/g)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	17.72a	20.70ab	9.90b	11.99c	10.02d	8.66d
T1	21.70a	20.05b	9.55b	13.65b	10.43cd	10.00c
T2	18.84a	21.73ab	13.75a	12.47c	11.67bc	12.33b
T3	21.29a	22.88a	12.77a	14.44b	12.52b	13.08ab
T4	20.54a	21.92ab	13.31a	18.83a	17.57a	13.39a

表 8 不同处理晒红烟烟叶钾积累量

(g/株)

处理	移栽天数 (d)					
	30	40	50	60	70	80
CK	0.20c	0.44c	0.37c	0.76d	0.82d	0.88d
T1	0.30b	0.65b	0.45bc	0.93c	0.98d	1.14c
T2	0.30b	0.76ab	0.65a	0.89c	1.18c	1.44b
T3	0.45a	0.88a	0.55ab	1.15b	1.56b	1.81a
T4	0.26bc	0.72b	0.68a	1.47b	2.24a	1.92a

2.4 不同生育期土壤 pH 值、养分与晒红烟烟叶生长及钾素相关性分析

由表 9 可知, 整个生育期内晒红烟烟叶干物质积累量、钾积累量、钾含量基本上与土壤 pH 值呈负相关关系; 大田生长前期, 有效硫含量与叶片中钾含量呈极显著正相关, 但与烟叶干物质积累呈负相关关系; 移栽后 70~80 d, 水溶性氯含量与烟叶

钾积累量呈负相关关系, 相关性达显著水平。大田生长中后期, 水溶性氯含量高不利于烟叶干物质积累量增加; 烟株生长过程中, 速效钾含量与叶中钾素积累量均呈显著或极显著正相关, 与烟叶干物质积累量呈正相关关系, 相关系数均较高; 缓效钾含量与烟叶中钾素积累量呈正相关关系, 且在移栽后 60~70 d 达极显著或显著水平。

表 9 不同生育期土壤 pH 值、养分含量与烟叶生长及钾素相关性分析

移栽天数 (d)	指标	pH 值	有效硫	水溶性氯	速效钾	缓效钾
30	干物质积累量	-0.190	-0.424	0.366	0.744	0.242
	钾含量	-0.562	0.973 **	-0.776	0.270	0.708
	钾积累量	-0.323	0.496	-0.543	0.908 *	0.722
40	干物质积累量	-0.650	-0.743	0.080	0.985 **	0.834
	钾含量	-0.137	-0.776	-0.053	0.562	0.560
	钾积累量	-0.559	-0.801	0.053	0.951 *	0.821
50	干物质积累量	-0.929 *	0.117	0.007	0.798	0.645
	钾含量	-0.540	-0.310	0.014	0.877	0.592
	钾积累量	-0.767	-0.145	-0.027	0.978 **	0.706
60	干物质积累量	-0.735	-0.246	-0.452	0.635	0.737
	钾含量	-0.851	0.219	-0.851	0.978 **	0.987 **
	钾积累量	-0.864	0.087	-0.772	0.937 *	0.973 **
70	干物质积累量	-0.788	0.633	-0.811	0.867	0.960 **
	钾含量	-0.552	0.953 *	-0.881 *	0.989 **	0.815
	钾积累量	-0.638	0.878 *	-0.881 *	0.985 **	0.889 *
80	干物质积累量	-0.701	0.781	-0.942 *	0.941 *	0.428
	钾含量	0.178	0.197	-0.725	0.473	-0.271
	钾积累量	-0.802	0.780	-0.889 *	0.939 *	0.525

注: * 表示在 0.05 水平上显著相关, ** 表示在 0.01 水平上显著相关。

3 讨论

不同种类钾肥配施能够影响土壤 pH 值及养分含量, 进而影响烟叶钾素的吸收与积累。本试验表明, 4 种钾肥配施种类均不同程度地降低了土壤 pH 值, pH 值的改变影响着烟叶对矿质元素 K 的吸收, 这与前人研究结果相似^[19-22]。已有研究表明, 土壤水溶性氯含量增加则不利于烟株对钾素的吸收^[23], 本试验表明, 硫酸钾配施生物钾显著降低了大田中后期水溶性氯含量, 从而促进了烟叶钾素的吸收与积累。东北烟区缺硫土壤比例较大^[24], 李玉梅等^[25]指出, 施硫会对氮、磷、钙、镁吸收表现出低量促进作用, 而本试验认为, 晒红烟生长

前期适量增加土壤有效硫含量有利于烟叶钾含量的提高。土壤钾素与烟叶钾含量密切相关^[26], 其中速效钾含量与烟叶钾含量呈极显著相关关系^[27-28]。杨铁钊等^[29]指出, 保持土壤中后期具有较高的供钾能力, 是提高烟叶钾含量的一项关键措施。试验研究表明, 各处理均不同程度地提高了土壤中后期两种形态钾素含量, 以硫酸钾配施生物钾效果较显著。缓效钾含量在移栽后 60 d 与烟叶钾含量及积累量呈极显著正相关, 速效钾含量整个生育期内均与烟叶钾素积累量呈显著或极显著正相关, 这说明土壤速效钾含量是影响烟叶钾含量及钾积累量的直接因素。

与烤烟相比, 供试品种大田生长前期烟叶钾素

含量明显较低, 但与该品种已有试验的钾含量范围一致^[30], 这可能是由于生长前期当地环境温度较低, 不利于根系对土壤钾素的吸收和利用, 说明钾含量的差异与品种特性、生长环境密切相关^[31-32]。移栽后 50 d, 各处理烟叶钾素含量及积累量均大幅度下降, 这是因为该时期干物质吸收积累速度迅速增加, 且烟株打顶造成烟叶钾素外排, 这与郭清源等^[33]研究结果类似。移栽 60 d 后, 各处理烟叶钾含量出现下降趋势, 这可能与烟株成熟, 钾从根、茎向烟叶的运输能力减弱有关。本试验研究还表明, 施用钾肥能促进烟株对钾素的吸收, 提高烟叶钾含量及积累量, 同时增加烟叶干物质积累量, 硫酸钾配施生物钾效果最优, 配施腐植酸钾效果次之。

4 结论

施用钾肥能够降低土壤 pH 值、水溶性氯含量, 增加有效硫含量、速效钾含量、缓效钾含量, 以硫酸钾配施生物钾效果最为显著, 明显缓解了该产区土壤有效硫含量低, 中后期供钾不足等问题, 促进烟叶干物质积累量的增加, 较大幅度提高了烟叶钾含量与钾素积累量, 为改善当地晒红烟的燃烧性奠定了基础。

参考文献:

[1] 闫克玉. 烟草原料学 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.

[2] 时向东, 王旭峰, 林开创, 等. 不同调制方法对晒红烟品质的影响 [J]. 河南农业科学, 2013, 42 (4): 55-58.

[3] 丁睿, 王乃顺, 于存峰, 等. 不同产区晒红烟 TSNA 含量分析 [J]. 中国烟草学报, 2014, 20 (4): 18-22.

[4] 符云鹏, 杨燕, 薛剑波, 等. 低磷胁迫对晒红烟内源激素和根系活力的影响 [J]. 中国农学通报, 2005, 21 (6): 227-229.

[5] 符云鹏, 杨双剑, 方明, 等. 氮用量对湘西晒红烟生长发育、产量及品质的影响 [J]. 烟草科技, 2005, (4): 42-45.

[6] 任昭辉, 于大鹏, 安金花, 等. 不同施氮量对晒红烟生理特性、干物质积累及化学成分的影响 [J]. 延边大学农学报, 2014, 36 (1): 50-55.

[7] Sriramamurthy C. Influence of N and K fertilization on quality characteristics of irrigated NATU tobacco in Alfisols [J]. Tob Res, 1999, 25 (1): 44-47.

[8] 厉昌坤, 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, (1): 32-34.

[9] 张雪芹. 钾素营养对烤烟烟叶品质影响的研究进展 [J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2002, 8 (3): 208-211.

[10] 符云鹏, 温玉转, 王德华, 等. 不同肥料配施对香料烟燃烧性及品质的影响 [J]. 中国烟草科学, 2011, 32 (3): 66-71.

[11] 刘国顺, 何永秋, 杨永锋, 等. 不同钾肥配施对烤烟质体色素和碳氮代谢及品质的影响 [J]. 中国烟草科学, 2013, 34 (6): 49-55.

[12] 张翔, 毛家伟, 翟文汇, 等. 不同钾肥种类及追施深度对烤烟经济性性状和养分吸收的影响 [J]. 中国烟草科学, 2014, 35 (2): 69-73.

[13] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[14] 刘崇群. 中国土壤硫肥力及其管理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

[15] 程明芳, 金继运, 李春花, 等. 氯离子对作物生长和土壤性质影响的研究进展 [J]. 浙江农业学报, 2010, (1): 12-14.

[16] 李松岭. 河南烟叶钾含量低的原因及对策 [J]. 河南农业科学, 2000, (10): 6-8.

[17] 胡国松, 郑伟, 王震东. 烤烟营养原理 [M]. 2000. 119-148.

[18] 陈朝阳, 吴平, 陈星峰, 等. 南平市植烟土壤氮、磷、钾养分状况与演变趋势 [J]. 中国农学通报, 2011, 27 (25): 68-76.

[19] Schwambarger E C, Lsmis J. Effects of soil pH nitrogen source, phosphorus and molybdenum on early growth and mineral nutrition of barley tobacco comm [J]. Soil Science Plant Anal, 1991, 22 (788): 641-657.

[20] 李念胜, 王树声. 土壤 pH 值与烤烟质量 [J]. 中国烟草科学, 1986, (2): 12-14.

[21] 赵晶, 冯文强, 秦鱼生, 等. 不同氮磷钾肥对土壤 pH 和镉有效性的影响 [J]. 土壤学报, 2010, 4 (5): 953-961.

[22] 刘茜, 马飞跃, 于建军, 等. 腐植酸对植烟土壤和烟草影响的研究进展 [J]. 中国农学通报, 2010, 26 (4): 132-136.

[23] 王程栋, 王树声, 刘新民, 等. 曲靖烟区土壤化学性状及海拔对烟叶钾含量的影响 [J]. 中国烟草科学, 2013, 34 (4): 25-29.

[24] 王信民, 蔡宪杰, 尹启生, 等. 单质硫对烤烟产质量的影响 [J]. 烟草科技, 2002, (6): 34-37.

[25] 李玉梅, 徐茜, 熊德忠. 不同硫肥用量对烤烟产量和品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2005, 22 (2): 171-174.

[26] Velde B. Impact of long-term alfalfa cropping on soil potassium content and clay minerals in a semi-arid loess soil in China [J]. Pedosphere, 2011, 4: 13.

[27] 祖艳群, 林克惠. 烤烟烟叶的氮、钾含量与土壤氮、钾含量的相互关系及其平衡研究 [J]. 土壤肥料, 2003, (2): 7-11.

[28] 张明发, 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.

[29] 杨铁钊, 舒海燕, 赵献章. 我国烟草钾素营养研究现状与进展 [J]. 烟草科技, 2002, (7): 39-42.

[30] 董康楠. 不同施肥方式对吉林晒红烟生长发育及产量品质的影响 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2013.

[31] 牛佩兰, 石屹, 刘好宝, 等. 烟草基因型间钾效率差异研究初报 [J]. 烟草科技, 1996, (1): 33-35.

[32] Chaplin J F, Miner G S. Production factors affecting chemical components of the tobacco leaf [J]. Rec Adv Tob Sci., 1980,

(6): 143-184.

[33] 郭清源, 丁松爽, 刘国顺, 等. 钾用量与灌溉量对不同土

层钾素及烟叶钾含量的积累效应 [J]. 中国烟草科学, 2015, 36 (1): 61-67.

Analysis on effects different potassium fertilizer combinations on soil nutrients and potassium accumulation in red sun-cured tobacco

JING Sha-sha¹, FU Yun-peng¹, GUO Lian-min², MA Bo-bo¹, LIU Xiao-xu², GUO Peng² (1. Centre Laboratory for Tobacco Cultivation of Tobacco Industry, College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan 450002; 2. Hongta Liaoning Tobacco Co., Ltd., Shenyang Liaoning 110000)

Abstract: With the sun-cured tobacco variety (Dayehuang), a field experiment was conducted to study the variation of soil nutrients in different growing periods and potassium concentration and accumulation in tobacco leaves. The relationship between soil nutrients concentration and potassium in tobacco leaves was analyzed in order to identify the best potassium fertilizer combination that could improve the accumulation of potassium and find the most important soil nutrients factors that affected the potassium accumulation. Results showed that the treatment T4 which applied biological potassium fertilizer combined with K₂SO₄ was the best. It had the highest dry matter accumulation, potassium concentration and potassium accumulation, which was respectively 143.5 g/plant, 13.39 mg/g and 1.92 g/plant. Available sulfur mainly affected potassium concentration in the early growth stage. Available potassium concentration had a significantly or very significantly positive relation with potassium accumulation of tobacco leaves, and improved the potassium concentration of tobacco leaves in middle and later stages.

Key words: potassium fertilizer combinations; soil nutrients; concentration of potassium; accumulation of potassium; the red sun-cured tobacco

欢迎订阅 2017 年期刊

《中国农业科学》中、英文版是由农业部主管、中国农业科学院与中国农学会共同主办的综合性学术期刊。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学研究论文、综述、简报等。设有作物遗传育种·种质资源·分子遗传学; 耕作栽培·生理生化·农业信息技术; 植物保护; 土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境; 园艺; 贮藏·保鲜·加工; 畜牧·兽医·资源昆虫等栏目。读者对象为国内外农业科研院(所)、大专院校的科研、教学与管理人人员。

中文版为半月刊, 影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列位次。为北京大学图书馆 1992-2014 年连续 7 次遴选的核心期刊, 位居《中文核心期刊要目总览》“农业综合类核心期刊表”的首位。1999-2008、2013-2014 年获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”资助; 2015 年获“中国科协精品科技期刊工程项目”资助。1999 年获“首届国家期刊奖”, 2003、2005 年获“第二、三届国家期刊奖提名奖”; 2002-2015 年先后 13 次被中国科学技术信息研究所授予“百种中国杰出学术期刊”称号; 2009 年获中国期刊协会/中国出版科学研究院“新中国 60 年有影响力的期刊”称号; 2010、2013 年荣获“第二、三届中国出版政府奖期刊提名奖”, 2013 年获新闻出版广电总局“百强科技期刊”称号; 2012、2013、2014、2015 年获清华大学图书馆等“2012、2013、2014、2015 中国最具国际影响力学术期刊”称号。

大 16 开, 每月 1、16 日出版, 国内外公开发行。每期 208 页, 定价 49.50 元, 全年定价 1 188.00 元。国内统一连续出版物号: CN11-1328/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 0578-1752, 邮发代号: 2-138, 国外代号: BM43。

英文版 (Agricultural Sciences in China, ASA), 2002 年创刊, 月刊。2012 年更名为《农业科学学报》(Journal of Integrative Agriculture, JIA)。2006 年 1 月起与国际著名出版集团 Elsevier 合作, 全文数据在 ScienceDirect 平台面向世界发行。2009 年被 SCI 收录, 2015 年 JIA 影响因子为 0.724。2016 年获“中国科技期刊国际影响力提升计划”第二期项目 B 类期刊资助。JIA 大 16 开, 每月 20 日出版, 国内外公开发行。每期 180 页, 国内订价 80.00 元, 全年 960.00 元。国内统一连续出版物号: CN 10-1039/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 2095-3119, 邮发代号: 2-851, 国外代号: 1591M。

《中国农业科学》中、英文版均可通过全国各地邮局订阅, 也可向编辑部直接订购。

邮编: 100081; 地址: 北京中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部

电话: 010-82109808, 82106281, 82105098; 传真: 010-82106247

网址: www.ChinaAgriSci.com; E-mail: zgnykx@caas.cn

联系人: 林鉴非