

钾肥调控对烤烟光合作用和产量及品质的影响

郑传刚^{1,2}, 吴昊², 余祥文³, 马均^{1*}, 胡雁翼³, 廖华³

(1.四川农业大学水稻研究所, 四川 成都 611130; 2.西昌学院农业科学学院, 四川 西昌 615013; 3.四川省烟草公司技术中心, 四川 西昌 615000)

摘要:以烤烟新品系 JSZX-09-011 杂交一代为材料, 通过设置不同钾肥施用量(K_2O 施用量分别为 135、180、225 kg/hm^2)和基追比例(钾肥基肥和追肥比例分别为 3 7、5 5、7 3), 研究攀西烟区“前干后湿”钾肥调控对烤烟烟叶光合作用、产量和品质的影响。结果表明, 钾肥施用量 180 kg/hm^2 条件下, 烟株叶面积指数、光合速率以及最终产量等均较其余处理表现出较大优势, 前钾后移则能有效改善烟株冠层结构, 提升其光合作用; 随着追肥比例提高, 冠层叶片 SPAD 值显著增加, 有利于提高烟株光合作用, 烟碱含量则有降低的趋势, 糖碱比、钾碱比趋向协调, 烟叶品质明显提高。在攀西烟区供钾量 180 kg/hm^2 , 基肥和追肥比例为 3 7, 有利于烤烟产量和质量的协调, 提高烟叶工业适用性。

关键词: 烤烟; 钾肥施用量; 光合作用; 烟叶产量; 烟叶品质; 攀西烟区

中图分类号: S572.062

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2015)06-0621-06

Effects of potassium management on photosynthesis, yield and quality of flue-cured tobacco

Zheng Chuangang^{1,2}, Wu Hao², Yu Xiangwen³, Ma Jun^{1*}, Hu Yanyi³, Liao Hua³

(1.Rice Research Institute, Sichuan Agricultural University, Chendu 611130, China; 2.School of Agricultural Sciences, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013, China; 3.Technology Center, Sichuan Tobacco Company, Xichang, Sichuan 615000, China)

Abstract: Field trials were conducted on a new flue-cured tobacco line JSZX-09-011 to study the influence of potash fertilizer management (K_2O application being 135, 180 and 225 kg/hm^2 with the ratio of basal to top-dressing K fertilizer being 3 7, 5 5 and 7 3 respectively) on photosynthesis, yield and quality of flue-cured tobacco grown in Panxi tobacco-growing areas in Sichuan. The results showed that leaf area index (LAI), net photosynthesis rate and yield of tobacco plants all showed great advantages in treatments with potash application at 180 kg/hm^2 compared to other treatments. Tobacco plants with postponing K fertilizer improved the canopy structure and consequently increased the photosynthesis efficiency. With the increasing of top-dressing K fertilizer, the SPAD value of canopy leaves raised significantly which is in favor of improving the photosynthesis efficiency of tobacco plants while; nicotine content of tobacco leaves showed a decreasing tendency, and the ratio of sugar to nicotine and the proportion of potash came into a balance, which greatly improved the quality of tobacco leaves. In general, under medium fertility condition of Panxi tobacco-growing areas, potash applied at 180 kg/hm^2 integrated with ratio of basal to top-dressing potash being 3 7 was beneficial to coordinate the yield and quality of flue-cured tobacco, which will enhance the industrial applicability of tobacco leaf.

Keywords: flue-cured tobacco; potassium fertilizer; photosynthesis; yield; quality; industrial applicability; Panxi tobacco-growing areas

钾是烤烟吸收量最多的矿质元素^[1],对改善烟株生长和提高烟叶品质具有重要的生理作用^[2-3]。钾含量高是评价烤烟内在质量和外观品质的重要指标^[4-6]。关于钾肥施用技术的研究,多集中在不同的基肥与追肥比例及肥料的形态上^[7],对特殊气候条件下特色烤烟品种施钾量及其运筹技术研究较少。攀西烟区包括四川凉山州和攀枝花市植烟区,占四川省植烟面积的2/3。该区海拔高度为1 100~1 700 m。烤烟生产期间(4月中旬至9月中旬),日照时数达到1 150~1 350 h,平均温度为20.07~23.86℃,4月中旬至6月上中旬干旱,大田生育期降水量716.98~892.36 mm^[1]。烤烟大田生育期“前干后湿”的气候特征明显,烟叶清香型风格特色突出,是清香型烟叶的重要产区。攀西烟区烤烟品种老化和烟叶钾含量偏低是生产中的两大突出问题,据四川省烟草公司近3年数据分析,攀西烟区烟叶平均钾含量1.73%,与国际优质烟叶钾含量高于2.5%的要求相比尚有一定差距。

烤烟新品系JSZX-09-011杂交一代是四川省烟草技术中心选育的“清甜香”风格特色品种,前期试验发现,该品系对钾的需求量较高,工业适用性好。笔者设计不同的施钾量及其不同的基肥与追肥比例,以烟叶的工业适用性为主导因素,探索在攀西地区农业生态条件下钾肥调控对烤烟新品系JSZX-09-011杂交一代生长发育和产量与质量及内在化学品质的影响,寻求最佳钾肥施用量,为攀西烟区烤烟新品种推广及节肥、优质、适产栽培提供依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在四川省米易县烟草科技园区进行。试验地地处东经101.97°,北纬27.06°,海拔1 727 m,能够代表攀西烟区主要农业生态类型。前作为油菜。土壤为红壤,0~20 cm土层全氮含量1.24 g/kg,全钾含量1.27 g/kg,有效磷含量14.59 mg/kg,速效钾含量123.51 mg/kg,有机质含量23.83 g/kg,土壤pH 5.7。试验品种为烤烟新品系JSZX-09-011杂交一代。

1.2 试验设计

2013年完成针对JSZX-09-011杂交一代的钾

肥用量范围的初步探索。2014年2月25日播种育苗,5月6日移栽,种植密度120 cm×50 cm。施纯氮90 kg/hm²,磷肥(P₂O₅)75 kg/hm²,钾肥(K₂SO₄)施用则按试验设计执行。田间管理与大田优质烟叶生产相同。

试验采用二因素裂区设计,小区面积50 m²,重复3次。主区为施钾量,设置3种钾肥处理,分别为K1(钾肥(K₂O)135 kg/hm²)、K2(钾肥180 kg/hm²)、K3(钾肥225 kg/hm²(当地常规施钾量))。副区为3种钾肥运筹方式,T1(钾肥基肥和追肥比例为3:7)、T2(钾肥基肥和追肥比例为5:5,当地常规施钾方式)和T3(钾肥基肥和追肥比例为7:3),钾肥追施均在移栽后45 d进行。

1.3 测定项目及方法

于2014年6—10月测定以下指标。采用浙江托普仪器有限公司产手持式TYS-A型叶绿素测量仪测定烟株从下到上每片叶的叶绿素相对含量(SPAD值):从第4叶开始,连续测定13片烟叶,在各部位叶片成熟期(采摘前1 d)测定,测定部位为烟叶主脉两侧中间部位,每个测定点连续测定5次,取20株烟株同一叶位烟叶的平均值作为该叶位的SPAD值;在移栽后90 d(8月9日,晴朗)10:00—11:30,采用Sunscan作物冠层分析仪(加拿大)测定顶部、中部叶和底层透光率,计算叶面积指数,并用Li-6400便携式光合作用测定系统测定烟株倒数第5片叶光合速率,每个小区测定5株,3次重复。茎叶夹角的测定参照周杰等^[8]的方法。

成熟适采烟叶按试验处理单独采收、编杆、烘烤,并按国家烟叶分级标准统计烟叶产量、产值、各等次烟叶比例、单叶重等。

烟叶成熟后分次采收烘烤,并根据烤烟(GB2635—1992)标准^[9]分级,取中部叶(C3F)作为待测样品,将各处理3次重复同部位样品混合均匀后进行检测。常规化学成分根据《烟草及烟草制品》标准方法测定;矿质营养元素的测定采用干灰化法提取,用ICP-MPX光谱仪测定。

1.4 数据分析

采用SPSS statistics 19.0、Microsoft Excel和

Origin8.0 统计分析数据。

2 结果与分析

2.1 钾肥调控对叶片性状及光合作用的影响

2.1.1 叶面积指数、茎叶夹角和冠层透光率的变化

从表 1 可知,中部叶叶面积指数在高钾处理时最高,其次是中钾处理,K2T1、K3T3 处理与其他处理差异显著;下部叶叶面积指数在中钾处理时明显高于高钾和低钾处理,高钾和低钾处理间差异很小,在不同的钾肥运筹中,以 K2T1 和 K3T3 处理

的叶面积最大,K2T1 处理叶面积指数高出 K3T3 处理 8.57%,差异显著,且分别比不施钾处理高 59.07%和 46.51%。

施钾量对中部和下部茎叶夹角和透光率的影响不显著,以中等施钾量(K2)的中部叶和下部叶的茎叶夹角较大、透光率较低。从不同的施肥方式来看,K2T1、K3T3 的中部和下部茎叶夹角显著大于其他处理,而其透光率虽然也低于其他处理,但差异不显著。

表 1 不同钾肥施用量的烟株透光率和茎叶夹角及叶面积指数

Table 1 The tobacco transmittance and leaf angle and leaf area index with different potassium fertilizers

处理	茎叶夹角/(°)		透光率/%		叶面积指数	
	中部叶	下部叶	中部叶	下部叶	中部叶	下部叶
K1T1	84.47 c	64.51 c	17.87 a	7.88 a	3.71 cd	2.71 cd
K1T2	84.28 c	64.32 c	17.95 a	7.91 a	3.65 cd	2.65 cde
K1T3	83.71 c	64.55 c	18.14 a	7.82 a	3.45 d	2.75 cd
K2T1	88.71 a	68.72 a	16.42 b	6.41 b	4.42 a	3.42 a
K2T2	86.12 b	66.14 b	16.78 b	6.68 b	3.82 c	2.82 cd
K2T3	86.52 b	66.53 b	16.65 b	6.61 b	3.87 bc	2.87 c
K3T1	83.81 c	63.82 c	18.11 a	8.14 a	3.58 cd	2.58 de
K3T2	84.52 c	63.74 c	17.86 a	8.05 a	3.75 cd	2.45 e
K3T3	88.52 a	68.55 a	16.55 b	6.45 b	4.15 ab	3.15 b
F_K	95.65**	50.94**	11.47*	52.83**	7.83*	22.05**
F_T	9.68**	10.54**	1.37	25.25**	2.16	14.04**
$F_{K \times T}$	29.13**	15.17**	2.74	25.47**	10.54**	16.81**

同列中标以不同字母的值得差异达 5%显著水平;“*”和“**”分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。

2.1.2 叶片光合速率的变化

从图 1 可见,冠层叶片光合速率在 9 种施钾模式下均高于不施钾处理,其中 K2 处理的 3 种分施方式均有较高的光合速率,在高钾(K3)下,K3T3 处理表现出较高的光合速率。在同等钾素水平下,增加(T1)或减少(T3)追肥比例的光合速率均高于常规追肥比例(T2)。K2T1、K2T3、K3T3 处理后均有较高的光合速率。

2.1.3 叶绿素相对含量的变化

从第 4 片烟叶开始,连续测定 13 片成熟烟叶的叶绿素相对含量(SPAD 值)。如图 2 所示,9 种施钾模式下,叶片的 SPAD 值均表现为中部叶片大于上部和下部叶片。

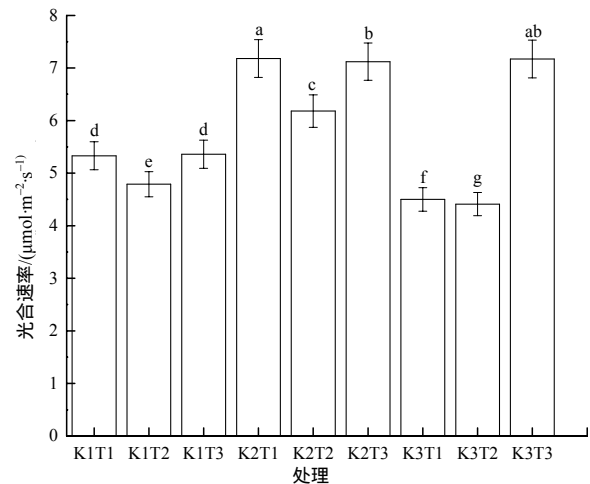


图 1 不同施钾处理的烟叶光合速率

Fig.1 Tobacco leaf photosynthetic rate inwith different potassium fertilizers

对照(不施钾处理)各部位叶片的 SPAD 值均低于施钾处理, 整株叶片在旺长后期均呈现衰老现象, 可能是因为不施用钾肥, 旺长后期烟株地上部钾素不足, 叶片中叶绿素含量下降导致光合作用受到抑制。各施钾处理, 叶片 SPAD 值存在差异, K2T1 处理叶片的 SPAD 值明显高于其他处理; 同一施钾水平, 不同钾肥分施方式间同部位叶片 SPAD 值也

存在一定差异, 但变化并不一致: 低钾水平下, 叶片 SPAD 值与追肥比例呈负相关; 中钾水平下, 叶片 SPAD 值与追肥比例呈正相关; 高钾水平下, 叶片 SPAD 值与追肥比例无明显相关性。说明适当施用钾肥、调节基追比例有利于提高叶片 SPAD 值, 增强叶片光合作用。

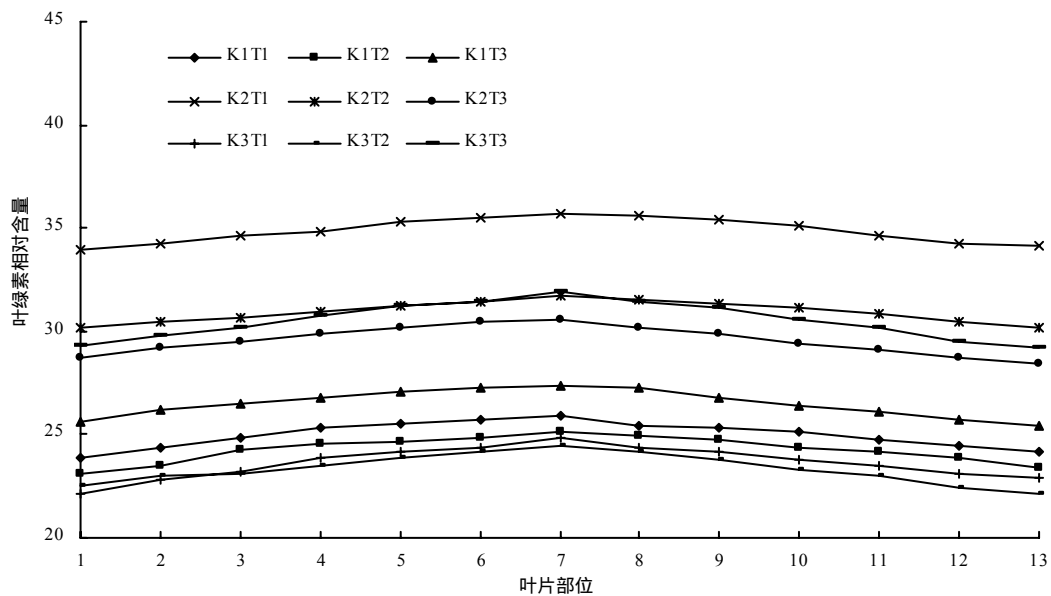


图 2 不同施钾处理的烟株冠层叶片叶绿素相对含量

Fig.2 The SPAD values of tobacco canopy leaves inwith different potassium fertilizers

2.2 钾肥调控对烤烟产量、质量和经济性状的影响

由表 2 可知, 不同施钾量下烟叶的产量、上中等烟比例及单叶质量差异不显著, 烟叶产值差异极显著; 钾肥运筹(分施比例)下烟叶产量和单叶质量

差异不显著, 烟叶产值差异极显著, 上中等烟比例差异显著; 不同施钾量和钾肥运筹互动下烟叶产量和烟叶产值差异极显著, 上中等烟比例和单叶质量差异不显著。产量最高的是 K2T2, 其次是 K2T1,

表 2 不同施钾处理的烟叶产量和质量及经济性状

Table 2 Tobacco productionyields and quality and economic traits inwith different potassium fertilizers

处理	产量/(kg·hm ⁻²)	产值/(元·hm ⁻²)	上中等烟比例/%	单叶质量/g
K1T1	1 875.45 c	44 977.07 bc	86.69 ab	8.85 b
K1T2	2 655.15 a	45 638.52 bc	78.01 b	9.87 ab
K1T3	2 725.73 a	62 609.83 a	93.14 a	10.19 ab
K2T1	2 729.70 a	51 898.74 b	91.65 a	9.54 ab
K2T2	2 770.95 a	49 615.22 bc	88.82 ab	9.75 ab
K2T3	2 225.40 bc	29 125.67 d	88.24 ab	9.63 ab
K3T1	2 684.40 a	44 309.31 c	91.31 a	8.87 b
K3T2	1 932.60 c	27 065.44 d	85.89 ab	11.02 a
K3T3	2 407.28 ab	44 697.63 bc	93.66 a	9.32 ab
F _K	3.37	23.05**	1.42	0.03
F _T	0.04	6.33**	3.94*	2.81
F _{K×T}	16.58**	32.22**	1.38	1.22

再次是 K1T3；产值最高的是 K1T3，其次是 K2T1，再次是 K2T2；上中等烟比例最高的是 K3T3，其次是 K1T3，再次是 K2T1。由此可见，不同钾肥调控方式对烤烟产量和质量有明显影响，适量的钾肥供应和合理的分施方式有利于增加烟叶产量和产值，有利于提高上中等烟比例，并优化烟叶等级结构，且钾肥分施方式的影响要大于钾肥用量水平。总体而言，K1T3、K2T1 和 K2T2 处理下烟叶综合经济性状较好。

2.3 钾肥调控对初烤烟叶常规化学成分含量的影响

由表 3 可知，不同施钾量下初烤烟叶的总氮和烟碱含量差异不显著，其他指标差异极显著；不同钾肥分施方式下初烤烟叶的总钾、总糖、还原糖、淀粉、烟碱含量差异均达极显著水平；施钾量和钾肥分施方式互作下，以上所有指标的互作效应差异均达极显著水平。不同处理间总糖、还原糖、淀粉

含量差异显著，其中还原糖指标除 K3T1、K3T3 偏高、K1T3、K2T2、K2T3 偏低外，其余处理均在适宜含量范围(16%~20%)^[3]，以 K2T1 和 K1T1 最为适宜。各处理总氮含量大多处于优质烟叶合理水平范围内(1.5%~3.0%)^[4]。各处理间总钾含量差异显著，虽然均未达到优质烤烟钾含量水平(>3%)^[5]，但 K3T1 和 K2T1 处理的总钾含量达到 2%左右，显著高于其他处理。优质烟叶糖碱比的适宜范围为 6~10，本试验各处理差异极显著，最高值与最低值相差 8.58，K2T3、K2T2 和 K1T3 处理较为接近优质烟叶标准；各处理钾碱比差异显著，其中 K2T1 处理比值最高，与最低值(0.61)相差 0.73。攀西烟区烟叶质量风格特征为“清甜香”，其两糖含量高于毗邻云南烟区，钾含量偏低，从本试验结果分析，K2T1、K2T3 和 K2T2 处理的烟叶化学成分较为协调。

表 3 不同施钾处理的初烤烟叶常规化学成分含量

处理	总氮/%	总钾/%	总糖/%	还原糖/%	淀粉/%	烟碱/%	糖碱比	钾碱比
K1T1	2.09 a	1.51 d	33.25 a	17.21 d	2.72 c	1.93 ab	17.24 b	0.78 de
K1T2	1.79 bc	1.21 g	21.35 e	14.73 e	3.34 b	1.42 f	15.15 c	0.86 cd
K1T3	1.72 c	1.22 g	26.73 c	9.08 g	3.34 b	2.01 a	13.31 d	0.61 f
K2T1	1.82 b	1.94 b	22.55 d	17.80 c	3.56 a	1.45 f	15.61 c	1.34 a
K2T2	1.48 e	1.46 e	22.17 d	19.32 g	2.59 cd	1.74 d	12.74 d	0.84 cd
K2T3	1.37 f	1.35 f	22.38 d	18.87 g	2.49 d	1.87 bc	11.97 d	0.72 e
K3T1	1.80 bc	1.99 a	33.33 a	22.62 a	3.55 a	1.84 bcd	18.11 b	1.08 b
K3T2	1.59 d	1.56 c	27.19 c	13.21 f	2.06 e	1.78 cd	15.28 c	0.88 c
K3T3	1.58 d	1.34 f	32.47 b	19.42 b	2.71 c	1.58 e	20.55 a	0.85 cd
F_K	5.27	418.96**	1276.50**	1454.73**	27.32**	5.13	78.11**	73.89**
F_T	16.32**	1037.30**	651.01**	2005.47**	79.20**	15.41**	26.12**	158.68**
$F_{K \times T}$	51.46**	47.04**	205.22**	430.93**	98.31**	49.35**	23.31**	45.91**

3 讨论

本研究结果显示，烟叶叶面积指数、光合速率、叶绿素含量以及产量等指标，在施钾量 135~180 kg/hm² 区间与施钾量呈正相关，在施钾量 180~225 kg/hm² 区间与施钾量呈负相关。另外，适当减少钾肥基肥的比例，将部分钾肥后移的施肥方式，圆顶期叶片中叶绿素和全钾含量并未降低，叶片的光合功能仍较强，能建构出高效的冠层结构。代晓燕等^[6]研究认为，钾肥基肥与追肥施用比例为 5:5 时可明显改善烟株的农艺性状，而笔者认为这个比例为 3:7 时，有利于叶片结构优化，提高烟叶光合

速率，这可能与攀西烟区前期干旱造成水肥耦合差有关。张立军等^[7-10]研究认为，在一定范围内，烤烟叶片的叶绿素含量和光合速率与叶片含钾量呈正相关，本研究结果与其一致，因此，在攀西地区，烤烟施钾量应适度，可通过适当增加追钾比例来改善叶片性状，提高光合能力。

Tso^[11]认为钾对烟碱的含量没有影响。Leggett 等^[12]的研究结果表明，钾对全氮、总生物碱的含量没有显著影响，但也有研究发现增加钾肥的施用量能够降低烟叶中的烟碱含量^[13]。笔者研究发现，不同的钾肥用量对烟碱含量变化影响不显著，但基肥和追肥比例对烟碱含量有极显著的影响，在适宜的

施钾量条件下(K2),随着追肥比例增加,烟碱含量有降低的趋势。K2T3、K2T2、K2T1处理间达到差异显著水平,随着钾肥追施比例的提高,烟碱含量依次递减7.47%和20.00%。

研究^[14-17]表明,钾肥分次追施的效果好于一次性基施。本试验结果更进一步明确,在不同的供钾量下,烟叶总钾含量因钾素分施方式的不同而表现出明显的变化,即在同一供钾水平下,随着追肥比例的增加,总钾含量有增加的趋势。

林克惠等^[18]认为,在一定的施钾量范围内,增加施钾量能提高烟叶的含钾量,且烟叶的含钾量与烟叶单产产值呈正相关。赵久明等^[19]研究指出,施钾量为80~130 kg/hm²能获得较好的烟叶品质和较高的烟叶产量,但从本试验结果看,在攀西烟区,适量的钾肥供应(180 kg/hm²)和合理的分施比例(3:7)有利于产量和产值的增加,有利于上中等烟比例的提高,也有利于烟叶结构优化,提高单叶重。钾肥分施的影响要大于钾肥供肥水平。

在攀西烟区,低钾(K1)水平时,基肥比例越高,产量和产值越大,K1T3处理的产值最高,产量也是处于最高水平;中钾(K2)水平时,K2T2的产量最高,但产值却随追肥比例减少而降低;高钾(K3)水平时,基肥与追肥比例5:5时,产量和产值显著低于施钾比例3:7和7:3。在一定的产质量水平下,从其烟叶化学成分的协调看,K2T1、K2T3和K2T2处理的烟叶化学成分较为协调,同时,K2T1、K2T3、K3T3处理均取得了较高的光合速率。综合分析,K2T1处理具有最优的工业适用性。

4 结论

在攀西烟区“前干后湿”的气候条件下,适量的钾肥供应(180 kg/hm²)和合理的分施比例(基肥与追肥比例为3:7)有利于产质量的协调,有利于上中等烟比例的提高,也有利于烟叶结构优化,提高单叶重,最终达到提高烟叶工业适用性的目标。钾肥分施方式的影响要大于钾肥供肥水平。

攀西烟区在烤烟移栽后20~40 d干旱少雨,极端情况下60 d高温无雨,造成钾肥投入多、利用率低,不利于优质烟叶的形成。本研究结果明确了降低钾肥投入的可行性和增加追肥比例的必要性,但生产中钾肥分层施肥和根施与叶面喷施的配合效果还需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 周杰,杨虹琦,周冀衡,等.不同成熟度烤烟叶片主脉叶绿体的差异[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2007,33(2):174-176.
- [2] GB2635—1992 烤烟分级标准[S].
- [3] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2012.
- [4] 郑传刚,吴昊,彭世逞.四川攀西地区现代烟草生产理论与技术[M].成都:四川师范大学电子出版社,2013:25.
- [5] 韩富根.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2010.
- [6] 代晓燕,苏以荣,魏文学,等.打顶对烤烟植株钾素代谢和钾离子通道基因表达的影响[J].中国农业科学,2009,42(3):854-861.
- [7] 张立军,刘新.植物生理学[M].北京:科学出版社,2014.
- [8] 马宗斌,李伶俐,朱伟,等.施钾对不同基因型棉花光合特性及产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(6):1129-1134.
- [9] 洪秀丽,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.
- [10] 郑炳松,蒋德安.钾营养对水稻剑叶光合作用关键酶活性的影响[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2001,27(5):489-494.
- [11] Tso T C, Sorokin T P, Engelhaupt M E. Effects of some rare elements on nicotine content of the tobacco plant[J]. Plant Physiology, 1973, 51(4): 805-806.
- [12] Leggett J E, Philips R E, Chaplins J F, et al. Potassium and magnesium nutrition effect on yield and chemical composition of burley tobacco leaves and smoke[J]. Can J Plant Sci, 1977, 57(1): 159-166.
- [13] Suprakash Saha, Monidipta Saha, Amit Ranjan Saha, et al. Interaction effect of potassium and sulfur fertilization on productivity and mineral nutrition of sunnhemp [J]. Journal of Plant Nutrition, 2013, 36 (8): 1191-1200.
- [14] 解燕,王文楷,赵杰,等.烟草钾素营养与钾肥研究[J].中国农学通报,2006,22(8):302-306.
- [15] Marchand M. Effect of potassium on the production and quality of tobacco leaves[J]. IPI: Fertilization of Various Crops, 2010(24): 7-14.
- [16] 刘好宝,吕作新,刘彩萍,等.烤烟不同生育期的钾素营养对烟叶产量和含钾量的影响[J].中国烟草学报,1998,4(1):60-64.
- [17] 王同朝,刘作新,高致明,等.分期施钾肥对烤烟生长和品质的影响[J].河南农业大学学报,2002,36(4):348-351.
- [18] 林克惠,战以时,李永梅.不同施钾量对烤烟烟叶品质的影响[J].云南农业大学学报,1994,9(2):112-118.
- [19] 赵久明,戴建军,丁伟.不同施钾水平对烤烟产质量影响的研究[J].东北农业大学学报,1999,30(1):41-43.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:罗维