

不同施肥位点对烤烟钾积累及土壤有效钾含量的影响

王筱滢^{1, 2}, 刘青丽¹, 李志宏¹, 张美娟¹, 王 鹏², 黄纯杨³, 彭玉龙³,
张之砚³, 孟 源³, 张云贵^{1*}

(1. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 烟草行业生态环境与烟叶质量重点实验室, 北京 100081;
2. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319; 3. 贵州省烟草公司遵义市公司, 贵州 遵义 563000)

摘 要: 为探明不同施肥位点对植烟土壤有效钾含量和烤烟钾素积累的影响, 试验采用大田垄栽的方式, 设置 T1 (对照)、T2 (直径 15 cm)、T3 (直径 20 cm)、T4 (直径 25 cm) 4 种施肥方法, 对成熟期植烟根区不同土层有效钾含量和各个生育期植株根、茎和叶中全钾含量进行测定。试验结果表明, T2、T3 和 T4 处理土壤有效钾含量总体上随着距离植株的宽度的增大而减小, 近根区土壤有效钾含量高于远根区, 不同施肥位点会改变土壤中有有效钾的含量, T4 处理土壤有效钾含量低于其它处理。烤烟移栽后第 5 ~ 9 周 T4 处理根部钾积累量高于其它处理; 移栽后第 11 ~ 15 周, T4 处理植株钾积累量明显高于其他处理, T4 处理钾积累量分别高于对照 26.84、21.24 和 6.88 kg/hm²; 同一施肥处理相同生育期钾素在烟株不同器官中的积累量大小为叶 > 茎 > 根。综上, T4 处理的施肥位点利于提高烤烟对土壤中钾的吸收和植株钾素的积累。因此, 可以考虑在烤烟生产地区采用直径为 25 cm, 深度 20 cm 施肥管施肥试行推广。

关键词: 施肥位点; 烤烟; 钾积累

钾是影响烤烟生长最重要的品质元素之一^[1], 钾与烟株体内的光合作用、呼吸作用及碳水化合物、蛋白质及油脂的合成、转化等许多代谢过程有着密切关系, 能促进或平衡生理活动, 适量的钾可明显地增强烟株抗逆性, 改善烤烟的燃烧性, 提高烟叶香、吃味等^[2-5]。根际作为植物根系争夺土壤中有限养分最剧烈的微区域环境^[6], 与植物吸收磷和钾等养分密切相关。然而, 受施肥方式和根系在土壤中非均匀分布的影响, 只有局部土壤营养空间能够满足根系对养分的需求^[7], 导致化肥利用率低。尽管一些研究已经证实肥料深施、穴施或条施均可以不同程度提高肥料利用率^[8], 但施肥位置对提高肥料利用率还能有多大的潜力和空间有待进一步研究^[9]。有研究指出, 局部供应磷素可以促进小麦幼苗生长及同化物向根系的运输^[10]; 局部供应氮、锌元素有利于根系向养分富集区生长^[11]; 通过区域施肥的方式可以提高肥料利用率^[12-13]。在

不同施肥位点对植株养分吸收和肥料利用率影响的报道较少。本研究通过田间试验, 在烤烟植株根区不同空间进行施肥, 研究不同施肥位点对植烟土壤有效钾含量及烤烟钾积累的影响。旨在为烤烟栽培提供有效施肥方法和提高肥料利用率奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于 2017 年在遵义市正安烤烟科技园进行, 试验品种为云烟 87。

1.2 试验设计

试验设 5 个处理, T1 为对照, 施肥条施; T2 施肥直径为 15 cm, 深度 20 cm; T3 施肥直径为 20 cm, 深度 20 cm; T4 施肥直径为 25 cm, 深度 20 cm。试验采取随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 66.7 m²。施肥方法: 为保证肥料能够均匀分布在一定空间的土体内, T2、T3、T4 分别将不同管径施肥管置于土壤 20 cm 深, 然后将肥料施于不同管径范围内的土壤中, 将施入的肥料与管内 20 cm 土体充分混合均匀后, 将施肥管取出, 然后在施肥管位置的中心点种植一株烟苗。

收稿日期: 2018-03-14; 录用日期: 2018-05-01

基金项目: 中国烟草总公司贵州省公司科技项目 (合同号 201703); 中国烟草总公司科技重点项目 (合同号: 110201402015)。

作者简介: 王筱滢 (1992-), 女, 黑龙江鸡西人, 在读硕士, 主要从事作物营养与调控施肥技术方面的研究。E-mail: 1139774460@qq.com。

通讯作者: 张云贵, E-mail: zhangyungui@caas.cn。

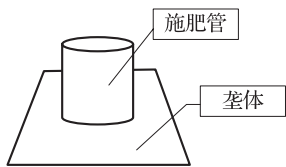


图1 施肥空间控制示意图

基肥用烟草专用基肥（复混肥：9-9-25）、尿素、过磷酸钙、硫酸钾，追肥用烟草专用追肥（复混肥：15-0-30）。各处理氮磷钾用量均为 N 90 kg/hm²，P₂O₅ 90 kg/hm²，K₂O 240 kg/hm²。磷肥以基肥形式施入。氮肥按基肥施入总量的60%，移栽后 15 d 施入氮总量的 15%，移栽后 35 d 施入氮总量的 25%。钾肥按基肥施入总量的 60%，移栽后 15 d 施入钾总量的 15%，移栽后 35 d 施入钾总量的 25%。各处理施入量及施用方法见表 1，其它田间管理相同。

表1 试验处理施肥用量及方法

处理	施入养分总量 (kg/hm ²)			施肥方法及方位		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	施肥方法	直径 (cm)	深度 (cm)
T1 (对照)	90	90	240	条施	—	20
T2	90	90	240	施肥管	15	20
T3	90	90	240	施肥管	20	20
T4	90	90	240	施肥管	25	20

1.3 田间采样与测定

1.3.1 土壤采样

烤烟成熟期，T1、T2、T3、T4 的各小区内选取代表平均长势的烟株 1 棵，以烟株为中心沿垄体方向，长 40 cm，取 5 cm × 5 cm × 5 cm 立方体土壤，分别取垄体 0 ~ 5、5 ~ 10、10 ~ 15、15 ~ 20 cm 深度的土样（图 2、3）。土样风干过 2 mm 筛后，测定土壤有效钾含量。

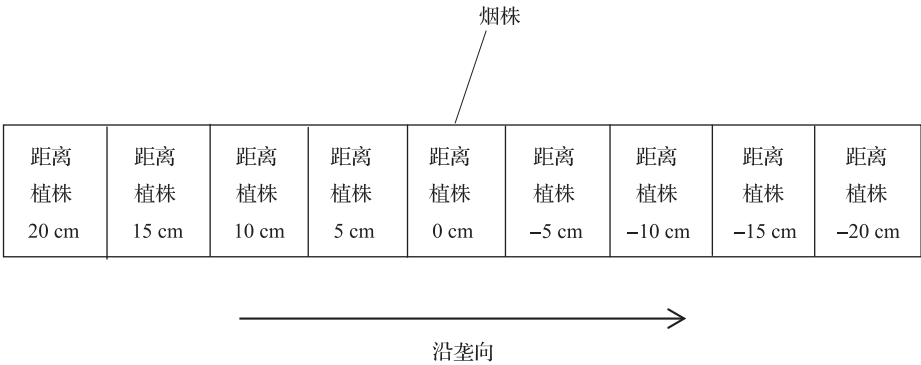


图2 土壤取样平面示意图

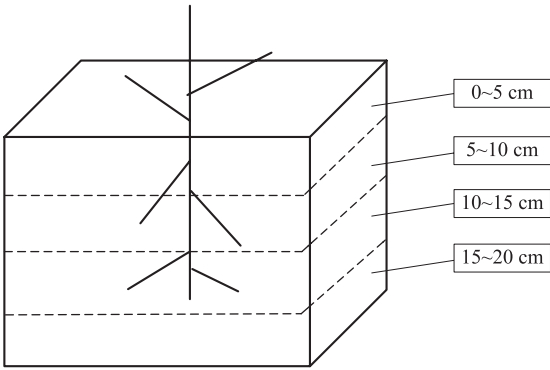


图3 土壤取样纵向示意图

1.3.2 植株采样与测定项目

各处理移栽后 30 d，选择代表小区平均长势的烟苗挂牌为样品采集株；分别在移栽后 5、7、9、11、13、15 和 17 周取整株烟，分根、茎、叶 3 个部位，烟杈并入烟茎样品，烘干称重，粉碎

后测试钾含量。土壤有效钾的测定采用 1 mol/L 的 NH₄OAc 浸提 - 火焰光度法测定^[14]；植株全钾含量的测定采用过氧化氢 - 硫酸消煮，火焰光度法测定^[15]。

1.4 数据处理

试验数据经 Excel 2010 整理后作图，并用 SPSS 11.5 软件对数据进行分析，显著性检验均采用 SPSS 11.5 分析方法。

2 结果与分析

2.1 不同施肥位点对土壤有效钾积累的影响

从土壤有效钾含量来看（图 2、3、表 2），各处理当土层深度相同时，除了 T1（对照）处理之外，其他 3 个处理总体上随着距离植株的宽度的增大而减小。当距离植株宽度一定时，除了 T1（对

照)处理是随着土层深度的增加而增加的, T2、T3 和 T4 处理随着土层深度的增加, 各处理土壤有效钾含量先增大后减少, T1 (对照) 和 T2 处理有效钾含量整体上高于 T3 和 T4 处理, T2、T3 和 T4 处理的土壤有效钾含量集中分布在土层 10 和 15 cm。

从土壤有效钾含量变化来看 (图 2、3、表 2), 不同处理存在差异。根据表 2 不同处理施肥后距离植株 0 cm 不同土层深度有效钾含量差异比较, 试验结果表明: 距植株 0 cm 处, 在土层深度 5 cm 处土层中有效钾含量 T2、T3、T4 均高于 T1 (对照); 在土层深度 10 cm 处土层中有效钾含量 T2、T3、T4 均显著低于 T1 (对照); 在土层深度 15 cm 处有效钾含量 T2 显著高于 T1 (对照), T3 和 T4 均显著低于 T1 (对照); 在土层深度 20 cm 处土层中有效钾含量 T3、T4 均显著低于对照 T1 和 T2。

表 2 不同处理施肥后距离植株 0 cm 不同土层深度有效钾含量差异比较

处理	距离植株 0 cm			
	土层深度 5 cm	土层深度 10 cm	土层深度 15 cm	土层深度 20 cm
T1	235a	310ab	430c	440c
T2	345a	355a	540c	420ab
T3	340a	285a	290a	275a
T4	310a	325a	325a	260a

注: 数字后面的小写字母表示不同处理在 0.05 水平上的差异显著性。下同。

试验结果 (表 3) 表明: 距植株 ± 5 cm 处, 在土层深度 5 和 15 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照)、T2 含量显著高于 T3、T4; 在土层深度 10 cm 处土层中有效钾含量 T2 显著高于 T1, T1 显著高于 T3 和 T4; 在土层深度 20 cm 处土层中有效钾含量 T4 显著低于 T1 (对照) 和 T2。

试验结果 (表 4) 表明: 距植株 ± 10 cm 处, 在土层深度 5 和 15 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照)、T2 含量显著高于 T3、T4; 在土层深度 10 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照) 和 T2 显著高于 T4; 在土层深度 20 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照) 显著高于 T2、T3 和 T4。

试验结果 (表 5) 表明: 距植株 ± 15 cm 处,

在土层深度 5 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照)、T2 含量显著高于 T3、T4; 在土层深度 10 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照) 显著高于 T4; 在土层深度 15 和 20 cm 处土层中有效钾含量 T1 (对照) 显著高于 T2、T3 和 T4。

表 3 不同处理施肥后距离植株 ± 5 cm 不同土层深度有效钾含量差异比较

处理	距离植株 ± 5 cm			
	土层深度 5 cm	土层深度 10 cm	土层深度 15 cm	土层深度 20 cm
T1	388b	393b	440b	468ab
T2	395b	505c	528b	355ab
T3	218a	285a	220a	243a
T4	190a	255a	253a	193a

表 4 不同处理施肥后距离植株 ± 10 cm 不同土层深度有效钾含量差异比较

处理	距离植株 ± 10 cm			
	土层深度 5 cm	土层深度 10 cm	土层深度 15 cm	土层深度 20 cm
T1	375b	355ab	470b	498c
T2	355b	460ab	483b	353b
T3	213a	258a	223a	203a
T4	193a	245a	230a	178a

表 5 不同处理施肥后距离植株 ± 15 cm 不同土层深度有效钾含量差异比较

处理	距离植株 ± 15 cm			
	土层深度 5 cm	土层深度 10 cm	土层深度 15 cm	土层深度 20 cm
T1	378b	325ab	433c	470c
T2	323b	295a	315ab	278b
T3	210a	225a	243a	170a
T4	140a	178a	178a	170a

试验结果 (表 6) 表明: 距植株 ± 20 cm 处, 在土层深度 10 ~ 15 cm 处土层中 T1 (对照) 有效钾含量显著高于 T2、T3 和 T4; 在土层深度 5 和 20 cm 处土层中 T1 (对照) 有效钾含量显著高于 T2, T2 有效钾含量显著高于 T3 和 T4 处理。

表 6 不同处理施肥后距离植株 ± 20 cm 不同土层深度有效钾含量差异比较

处理	距离植株 ± 20 cm			
	土层深度 5 cm	土层深度 10 cm	土层深度 15 cm	土层深度 20 cm
T1	413c	415b	428b	428c
T2	295b	223a	300a	278b
T3	193a	198a	238a	143a
T4	155a	143a	163a	185a

2.2 不同施肥位点对烤烟根部钾素积累的影响

研究结果显示, T2、T3 和 T4 处理烤烟根部钾含量表现为随着生育期延长先升高后降低直到完熟期略有升高的变化趋势, 有一个明显的钾积累的高峰。而对照处理的烤烟根中钾含量随着生育期延长呈现缓慢降低的变化趋势, 没有明显的积累高峰。移栽后第 9 周 T3 和 T4 处理钾积累量达到峰值, 且显著高于 T2 处理和对照 (T1); 移栽后第 11 周, T2 处理植株钾积累量达到峰值, T4、T3 和 T2 处理烤烟钾积累量均显著高于对照 (T1); 移栽第 13 ~ 17 周, T4、T3 和 T2 处理烤烟钾积累量皆高于对照, 且 T4 处理显著高于对照 (T1)。说明不同施肥位点会影响烤烟根部钾的吸收, 其中 T4 处理的施肥位点能够显著提高烤烟根部对钾的吸收 (图 4)。

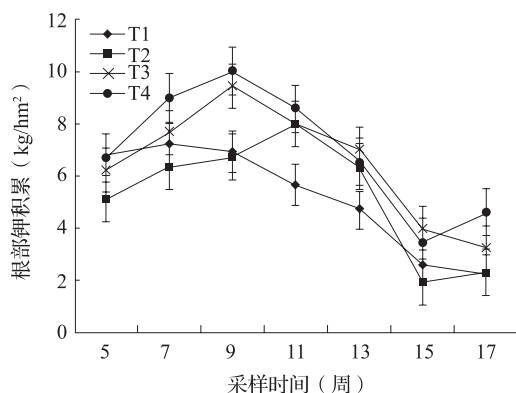


图 4 不同施肥位点对烤烟根部钾素积累的影响

2.3 不同施肥位点对烤烟总钾素积累的影响

T1 和 T3 处理烤烟地上部钾素积累量随着生育期的延后而增加, T2 和 T4 处理烤烟地上部钾素积累量总体呈现先升高后降低的变化趋势, 不同处理间存在差异。移栽后第 5 周, 各处理钾积累量 $T4 > T2 > T3 > T1$, 其中 T4 处理显著高于对照; 移栽后第 7 ~ 9 周, 各处理钾积累量差异不显著; 移栽后第 11 ~ 15 周, T4 处理钾积累量高于其他处理, 且第 11 周显著高于其他处理; 移栽后第 17 周, 钾积

量为 $T4 > T1 > T3 > T2$, T2 和 T3 处理钾积累量显著低于对照。总之, T4 处理施肥位点在 11 周时较其他处理提高烤烟钾素积累, 到 17 周时差异减小 (图 5)。

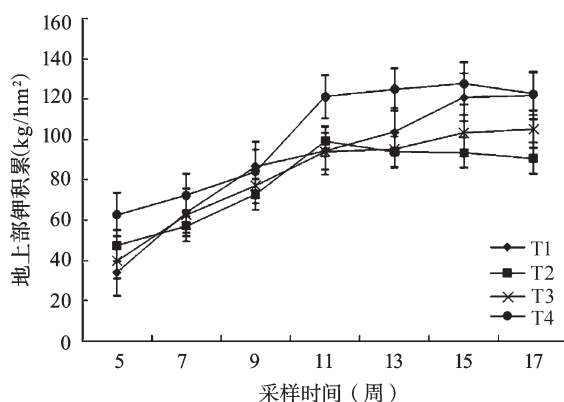


图 5 不同施肥位点对烤烟地上部钾素积累的影响

2.4 不同施肥位点对烤烟茎部钾素积累的影响

各处理烤烟茎部钾积累随着生育期的延后而一直增加, 各处理茎部钾积累量在移栽后第 17 周达到峰值, 移栽后第 7 ~ 17 周, T4 处理钾积累量一直高于其他处理, 分别高于对照 6.84、2.32、4.24、2.71、0.71 和 2.26 kg/hm², 移栽后第 7 ~ 17 周, T2 处理钾积累量最低。移栽后第 5 周, T2、T3 和 T4 处理皆低于对照, 各处理差异不显著; 移栽后第 13 周, 各处理茎部钾积累量 $T4 > T1 > T3 > T2$, T2 处理显著低于对照; 移栽后第 17 周, 各处理茎部钾积累量 $T4 > T1 > T2 > T3$, T3 显著低于其他处理。综上, T4 处理施肥位点较其他处理提高烤烟茎部钾素积累, 但差异不显著 (图 6)。

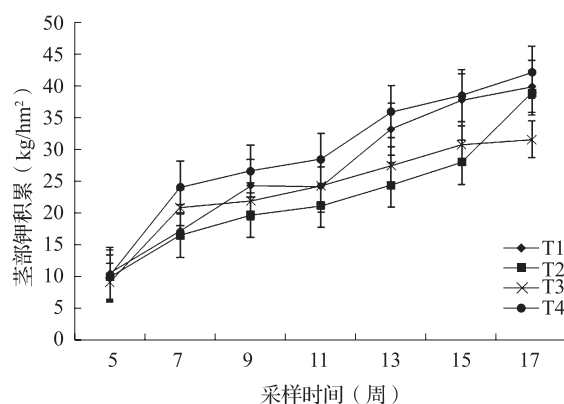


图 6 不同施肥位点对烤烟茎部钾素积累的影响

2.5 不同施肥位点对烤烟烟叶钾素积累的影响

各处理烤烟烟叶钾素积累量随着生育期的延后呈现先升高后降低的变化趋势。移栽后第 5 ~ 9 周, T4 处理烤烟烟叶钾积累量高于对照和其他处

理, 但差异不显著; 移栽后第 11 ~ 13 周, 各处理烟叶钾含量均高于对照, 且 T4 处理与对照比差异显著; 移栽后第 15 ~ 17 周, T4 处理高于其他处理积累量, 但差异不显著, T2 处理钾积累量显著低于其他处理和对照。综上, 在烤烟生长发育时期 T4 处理的施肥位点较其他处理提高烤烟烟叶钾的吸收 (图 7)。同一施肥处理相同生育期钾素在烟株不同器官中的积累量大小顺序为叶 > 茎 > 根 (图 4, 6, 7)。

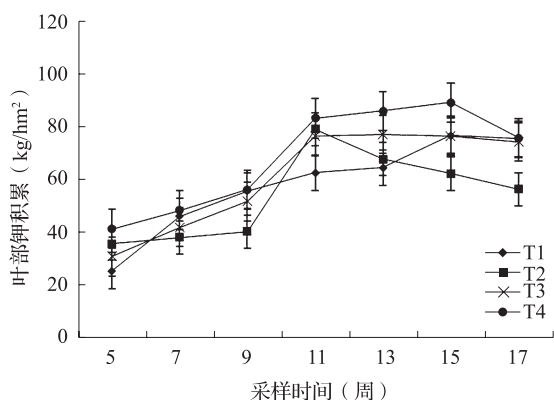


图 7 不同施肥位点对烤烟烟叶钾积累的影响

3 讨论

土壤的供钾能力是烟草吸收钾的基础, 主要受土壤中各形态钾的含量及其转化速率的影响^[16], 不仅取决于土壤的供钾容量和强度, 也取决于土壤供钾的速率, 本试验结果显示, T2、T3 和 T4 处理近根区土壤有效钾含量高于远根区, 但与张淑霞等^[17]研究的近根区土壤有效钾含量低于远根区不同, 这个规律还有待进一步验证。

移栽后根中钾含量开始增加, 随后又逐渐降低, 这可能是由于打顶造成烟株的生长中心由茎尖生长点向地下部根尖生长点转移, 促进了钾向根中的分配; 也有研究指出, 在土壤供氮正常的情况下, 打顶后根系会扩大 10%^[18]。钾积累量取决于烟株的干物重和钾含量的大小。随着生育期的延长, 不同施肥位点下烤烟钾的积累量呈现先增加后减少的变化趋势, 成熟期钾积累减缓的原因之一是烟株打顶后体内的钾素存在着由根系外排的现象^[19-20]。本研究证实, 同一施肥处理相同生育期钾素在烟株不同器官中的积累量大小顺序为叶 > 茎 > 根, 且叶中钾积累量大于茎、根钾积累量之和。随着生育期的延长, 不同施肥位点下烤烟茎部钾的积累量逐渐增加, 这与李静等^[21]研究的成熟期后, 烤烟根和

茎的钾分配率增大, 烟叶的钾分配率降低相似。烤烟生长前期烟叶的含钾量较高, 但在打顶后烟叶的含钾量迅速下降。从生理角度来看, 打顶这一生产措施将会导致烟株库源关系发生剧烈变化, 使本来作为钾素输入库的叶片在打顶之后, 变成了钾素输出的源, 即出现了钾素回流现象, 从而造成了在打顶之后叶片钾含量的下降^[22]。

4 结论

从土壤有效钾变化趋势上看, 当土层深度相同时, T2、T3 和 T4 处理总体上随着距离植株的宽度的增大而减小; 当距离植株宽度一定时, 3 个处理土壤有效钾含量先增大后减少, 呈现相似的变化规律; 不同施肥位点会改变土壤中有效钾的含量, T4 处理土壤有效钾含量低于其他处理, 说明 T4 处理的施肥位点利于烤烟吸收土壤中的钾素, 且 T4 的施肥位点一定程度提高烤烟植株钾素积累。移栽后第 17 周, T2 和 T3 处理烤烟植株钾的积累量低于对照。说明采用直径为 25 cm, 深度 20 cm 施肥管施肥有利于烤烟植株对钾的吸收, 可以考虑在烤烟生产地区试用推广。

参考文献:

- [1] 明彪. 烟草氮、钾、氯营养化学与产量、品质的关系 [J]. 土壤农化通报, 1998, 13 (3): 61-65.
- [2] 周冀衡, 朱晓平, 王彦亭. 烟草生理与生物化学 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996. 191-196.
- [3] 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, 3: 208-211, 214.
- [4] 李絮花, 杨守祥. 施用钾肥对烤烟叶片中钾素和氮素含量的影响 [J]. 中国烟草学报, 2002, 8 (3): 17-21.
- [5] 李明德, 肖汉乾, 余崇祥, 等. 湖南烟区土壤 K、Mg 营养及其施肥效应 [J]. 土壤通报, 2004, 35 (3): 323-326.
- [6] 张福锁. 根际动态过程与植物营养 [J]. 土壤学报, 1992, 29 (3): 239-250.
- [7] 孙三民, 安巧霞, 杨培岭, 等. 灌溉深度对枣树根系和水分的影响 [J]. 农业机械学报, 2016, (8): 1-17.
- [8] 闫湘, 金继运, 何萍, 等. 提高肥料利用率技术研究进展 [J]. 中国农业科学, 2008, (2): 450-459.
- [9] 王川, 林治安, 李絮花. 施肥方式对夏玉米产量和养分吸收利用的影响 [J]. 湖南农业科学, 2011, (3): 36-37.
- [10] 庞欣, 李春俭, 张福锁. 部分根系供磷对小麦幼苗生长及同化物分配的影响 [J]. 作物学报, 2000, 26 (6): 719-724.
- [11] 孙海国, 林杉, 张福锁. 小麦根系接受缺磷信号的部位 [J]. 植物生理学通讯, 2001, (3): 201-203.
- [12] 高凤菊, 吕金岭. 尿素深施对小麦产量及氮肥利用率的影响 [J]. 山东农业科学, 2006, (3): 48-49.

- [13] 吕殿青, 高华, 方日尧, 等. 渭北旱塬冬小麦产区提前深耕一次深施肥料的肥水效应与理论分析 [J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15 (2): 269-275.
- [14] 陈亚恒, 刘会玲, 许峰, 等. 土壤有效钾提取方法评价 [J]. 土壤肥料, 2003, (6): 3-7.
- [15] 郝春玲. 火焰光度法测定烟草中钾含量的预处理方法 [J]. 安徽农学通报, 2010, 16 (13): 47-48.
- [16] 占丽平. 作物种植对土壤钾素形态转化、运移及供应能力的影响 [D]. 湖北: 华中农业大学, 2013.
- [17] 张淑霞, 梁永江, 杨宇虹. 施肥对烤烟生长及根际土壤磷钾养分的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28 (7): 109-113.
- [18] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [19] Dai X Y, Su Y R, Wei W X, et al. Effects of top excision on the potassium accumulation and expression of potassium channel genes in tobacco [J]. Journal of Experimental Botany, 2009, 60 (1): 279-289.
- [20] 郭丽琢, 张福锁, 李春俭. 打顶对烟草生长、钾素吸收及其分配的影响 [J]. 应用生态学报, 2002, 13 (7): 819-822.
- [21] 李静, 李勇, 张锡洲, 等. 施钾量对烤烟钾积累与分配的影响 [J]. 中国烟草科学, 2013, 34 (6): 69-76.
- [22] 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.

Effects of root zone fertilization on soil effective potassium and potassium absorption of flue cured tobacco

WANG Xiao-ying^{1, 2}, LIU Qing-li¹, LI Zhi-hong¹, ZHANG Mei-juan¹, WANG Peng², HUANG Chun-yang³, PENG Yu-long³, ZHANG Zhi-fan³, MENG Yuan³, ZHANG Yun-gui^{1*} (1. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Eco-environment and Tobacco Leaf Quality, China National Tobacco Company, Beijing 100081; 2. Heilongjiang Bayi Agricultural University College of Agriculture, Daqing Heilongjiang 163319; 3. Zunyi Branch of Guizhou Provincial Tobacco Company, Zunyi Guizhou 563000)

Abstract: In order to explore the effect of different fertilization on the content of effective potassium in soil and the accumulation of potassium in flue-cured tobacco, 4 kinds of fertilization methods, T1 (control), T2 (diameter 15 cm), T3 (diameter 20 cm) and T4 (diameter 25 cm), were used to determine the effective potassium content of different soil layers in the mature tobacco root zone. And the contents of total potassium in roots, stems and leaves of a plant at different growth stages were determined. The results showed that the content of available K in T2, T3 and T4 decreased with the increase of the width of the plant. The content of available K in the soil near the root region was higher than that in the far root zone. The content of effective potassium in soil could be changed by different spatial fertilization, and the content of available K in the treatment of T4 was lower than that of other treatments. After 5 ~ 9 weeks of transplanting, the accumulation of potassium in the root of T4 treatment was higher than that of other treatments. After 11 ~ 15 weeks after transplanting, the accumulation of potassium in T4 treated plants was significantly higher than that of other treatments. The accumulation of potassium in T4 treatment was higher than that of the control 26.84, 21.24 and 6.88 kg/hm²; The accumulation of potassium in different organs of tobacco plants during the same fertilizer treatment stage was leaf>stem>root. In conclusion, the spatial fertilization by T4 could improve potassium uptake and potassium accumulation in flue-cured tobacco. Therefore, it could be considered that in the area of flue-cured tobacco production, the diameter of 25 cm and the depth of 20 cm fertilization should be popularized.

Key words: fertilizer application space; flue-cured tobacco; potassium accumulation