

[文章编号] 1000-2782(2000)01-0052-05

石灰性土壤烤烟含钾量及其 累积分布的研究

S572.062
S572.064

许明祥, 赵允格, 赵伯善

(西北农业大学资源与环境科学系, 陕西杨陵 712100)

[摘要] 通过不同钾水平处理的盆栽试验, 采用定位叶片, 分析了石灰性土壤上烤烟钾素累积、转移及分配规律, 探讨了影响该区烟叶含钾量的主要原因及解决途径。结果表明, 烤烟成熟期, 根、茎中钾向烟叶中大量转移, 烟叶钾的分配率远大于根、茎之和; 增施钾肥可减少根、茎钾的转移率, 但对各器官中钾的分配比例影响不大。钾素营养不足时, 成熟期下部叶片中钾大量向上转移, 从而造成下部烟叶含钾量大幅度下降。烤烟生育后期干物质累积速度超过钾吸收速度而引起钾的“稀释效应”, 施钾对烟叶含钾量的提高作用在生育后期最为显著。烟叶在成熟期所累积的钾中, 约有 60% 以上分配于上部叶。

[关键词] 石灰性土壤; 烤烟; 钾; 叶位钾转移; 累积分布

[中图分类号] S158.3 **[文献标识码]** A

钾是影响烤烟品质和产量的重要营养元素, 烟叶含钾量是品质优劣的一个重要指标。我国烟叶平均含钾量低于 2.0%^[1], 这是我国烟草品质较差的原因之一。提高烟叶含钾量的大量试验研究至今仍未取得突破性进展^[2]。

我国石灰性土壤主要分布在黄土高原及华北平原等地。有关研究表明^[3], 石灰性土壤上生产的烤烟, 烟叶含钾量低, 而钙、镁含量高, CaO/K₂O 营养失调, 对烟叶品质提高极为不利, 严重影响这一地区烟叶生产。本研究通过盆栽试验, 旨在探讨石灰性土壤上烤烟的钾素营养规律, 为提高石灰性土壤烤烟含钾量的研究提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试烤烟品种为 NC89, 肥料为硝酸铵、磷酸二氢钾和硫酸钾。盆栽试验在西北农业大学农作一站试验场进行。供试土壤为红油土耕层(0~20 cm), 基本理化性状见表 1。

表 1 供试土壤的基本理化性状

有机质/ (g · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	缓效钾/ (g · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)	有效钙/ (g · kg ⁻¹)	有效镁/ (mg · kg ⁻¹)	pH
12.2	0.84	43.9	1.256 7	214.0	1.369 8	260.3	8.06

[收稿日期] 1999-03-04

[基金项目] 中国科学院“九五”特别支持项目(KZ95T-04-13)

[作者简介] 许明祥(1972-), 男, 硕士, 现在中国科学院水土保持研究所工作

1.2 方法

设置 K_0, K_1, K_2, K_3, K_4 5 个钾水平, 每千克干土含 K_2SO_4 依次为 0, 1, 3, 5, 9 g (纯 K_2O 为 0, 0.5, 1.5, 2.5, 4.5 $g \cdot kg^{-1}$)。硝酸铵、过磷酸钙为底肥, 施肥量为每千克干土施硝酸铵 0.714 g (纯 N 0.25 $g \cdot kg^{-1}$), 过磷酸钙 1.472 g (纯 P_2O_5 0.25 g/kg), 重复 10 次。试验用上、下口径分别为 30 和 24 cm, 高 30 cm 的硬质塑料桶, 每桶装土 16.5 kg, 氮、磷、钾肥与土壤充分混匀后施入, 随机排列。于 1997 年 5 月 14 日选长相一致, 8 叶 1 心壮苗带土移栽 (纸钵育苗), 每桶 1 株。生育期间视桶中土壤水分状况定量灌水, 保持土壤含水量为田间最大持水量的 60%。移栽后即将叶片标记定位, 单株留叶 20 片。用定位叶片, 分别在伸根期 (6 月 18 日)、旺长期 (7 月 9 日) 和成熟期 (8 月 5 日) 按脚叶、下二棚、中二棚、上二棚、顶叶采集叶样, 同时采集根、茎样, 统计各处理生物量。伸根期、旺长期每次每处理取样 3 桶, 成熟期每处理取样 4 桶。样品于 85℃ 杀酶, 70℃ 下烘干制备农化分析样, 火焰光度法测定样品钾含量^[4] (以 K_2O 形式表示), 统计各处理生物量, 研究烤烟钾素累积、转移和分配规律。

2 结果与分析

2.1 烤烟各器官中钾的分配

钾在烟株体内的分配影响烟叶含钾量。烟株体内的钾极易移动, 当烟株缺钾时, 钾含量因再分配而转移到生长比较活跃的部位, 如幼叶、根尖等处^[5]。烤烟各器官中钾的分配见表 2。

表 2 不同钾水平处理时烤烟各器官中钾的分配

处理	生育期	根		茎		叶		全株钾 累积量/ ($mg \cdot 株^{-1}$)	烟叶各生育 期净累 K 占 成熟叶含 K 百分数/%
		累积量/ ($mg \cdot 株^{-1}$)	分配率/ %	累积量/ ($mg \cdot 株^{-1}$)	分配率/ %	累积量/ ($mg \cdot 株^{-1}$)	分配率/ %		
K_0	伸根期	53.23	13.72	85.29	21.98	249.46	64.30	387.98	33.13
	旺长期	91.50	12.31	89.14	11.99	562.86	75.70	743.50	41.63
	成熟期	38.32	4.56	49.24	5.66	752.92	89.56	840.48	25.24
K_1	伸根期	58.13	13.67	88.57	20.83	281.48	75.77	428.18	21.58
	旺长期	143.49	12.28	139.59	11.95	883.60	87.94	1166.68	46.17
	成熟期	99.77	6.73	79.03	5.33	1304.27	61.72	1483.07	32.25
K_2	伸根期	93.44	18.09	104.83	20.29	318.34	61.62	516.61	21.38
	旺长期	199.73	16.12	152.13	12.28	887.16	71.60	1239.02	38.21
	成熟期	77.40	4.66	94.13	5.67	1488.65	89.67	1660.18	40.41
K_3	伸根期	81.03	16.06	112.99	22.39	312.01	61.55	506.03	17.60
	旺长期	163.54	12.71	174.70	13.58	924.83	73.70	1263.07	34.57
	成熟期	108.72	5.37	142.87	7.06	1772.63	87.57	2024.22	47.83
K_4	伸根期	151.16	19.51	151.27	19.52	472.37	60.97	774.80	16.67
	旺长期	268.34	15.08	180.72	10.16	1330.16	74.76	1779.22	30.27
	成熟期	205.29	6.24	250.50	7.61	2833.89	86.14	3289.68	53.06

注: 分配率为各器官钾累积量占该生育期全株钾累积量的百分数。

本研究结果 (表 2) 表明, 由于吸钾不足, 烤烟成熟过程中体内钾的再分配问题非常突出。随生育期后延, 烟叶中钾的累积量和分配率大幅度上升, 而根、茎中钾分配率则大幅度

下降,累积量在旺长期较高,进入成熟期后明显下降,说明成熟期根、茎中的钾大量向烟叶转移。不施钾肥时,根、茎中钾的转移率高达 58.1% 和 44.8%,而充足供钾条件下,根吸收大量的钾,保证烟叶有足够高的钾浓度,所以根、茎中钾的转移率很小,甚至无转移。

有资料^[6]报道,供钾不足时,根中钾的比例有所上升而叶中则略有下降。本研究结果表明,生育期间钾在烟株体内的分配始终是烟叶远大于根、茎之和。成熟烟叶中钾的分配率可达 86%~89%。随施钾水平提高,叶中钾的分配略有下降而根中则稍有上升,但施钾对根、茎、叶中钾的分配影响不大,通过增施钾肥并不能提高烟叶中钾的分配率。

各生育期烟叶钾累积量随施钾量提高而增加。二者呈显著或极显著线性正相关($r_{伸}=0.9491^*$, $r_{旺}=0.9105^*$, $r_{熟}=0.9805^{**}$, $n=5$)。与伸根期和旺长期相比,成熟期不同钾水平处理下烟叶钾累积量差异明显,即增施钾肥对烟叶钾累积量的增加作用在成熟期最显著。伸根期和旺长期烟叶钾的净累积量占成熟烟叶含钾量的百分数随施钾水平提高而下降,而成熟期钾净累积的百分数随施钾水平提高而上升;供钾充分时,仅在成熟期烟叶就可累积其总钾量的 53.06%。可见,烤烟生育后期,根系仍有较强的吸收能力,如果土壤供钾充足,烟株可吸收累积大量的钾,从而提高烟叶含钾量。因此,保证生育后期充足的钾素供应,加之此期土壤水分状况也可能有所改善,利于根系对钾的吸收,从而可能对提高中上部烟叶乃至全株烟叶含钾量具有重要意义。

2.2 烟叶对钾的累积强度

由表 3 看出,同一生育期钾累积强度随施钾水平提高而增强;当施钾水平较高时,生育后期钾累积强度接近甚至超过生育中期钾累积强度。随着烤烟生育期后延,干物质累积与钾素吸收越来越不平衡。干物质累积强度不断增强,而钾累积强度则在生育后期因施钾水平较低而明显减弱,即使在较高施钾水平下,生育后期钾累积强度的增加幅度也远不及干物质累积强度增加幅度大。烤烟生育后期干物质累积速度超过钾吸收速度而引起钾的“稀释效应”,是造成成熟期烟叶含钾量较前、中期大幅度下降的主要原因。曹志洪等^[7]也有类似研究结果。

表 3 不同钾水平处理时烟叶钾和干物质累积强度 ($\text{mg} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)

时期	K			干物质		
	K_0	K_2	K_4	K_0	K_2	K_4
移栽—伸根期(35 d)	7.13	9.10	13.50	278	228	211
伸根期—旺长期(21 d)	14.92	27.09	36.08	689	906	672
旺长期—成熟期(26 d)	7.31	23.13	61.69	1550	1440	1450

2.3 烟株不同叶位叶片的钾分配

由表 4 可见,钾在各叶位的分配比例及累积量因生育期而不同,同一生育期中又因供钾水平而异。随着生育期后延,同一钾水平处理的下部叶片中钾分配比例逐渐下降,上部叶片中钾分配比例不断上升,中部叶则基本不变。烟叶在成熟期累积的钾中有 58.6%~84.5% 分配于上部叶。随施钾水平提高,同一生育期上部烟叶中钾分配比例略有下降,而下部叶则有所上升。当施钾水平较高时,各叶位钾累积量随生育期后延持续增加。值得注意的是,不施钾或施钾水平较低时,由旺长期到成熟期,下部叶(脚叶、下二棚叶)中钾累积量大幅度下降。很明显,下部叶中的钾发生了转移。从根、茎、叶中钾的净累积量变化可以

推断,下部叶片中钾转向上部叶而被再利用。也有研究指出,从移栽后 80~140 d,烟叶中有一 1.2%~1.71% 的钾向根、茎转移^[6]。烟株体内钾的转移之所以有截然不同的方向,可能与根系中钾浓度有关。当土壤供钾水平较低时,不能满足根系生长对 K^+ 浓度的需求,烟叶中的钾就向下转移首先满足根系活跃生长部位的需求;当根系钾浓度达到一定水平后,钾再分配的重心才转向生长活跃的叶片,根、茎中的钾就向叶片转移。根的含钾量不仅控制其吸钾量^[9],且有可能也调节着烟株中钾的再分配方向^[10]。

表 4 不同钾水平处理的烤烟各叶位钾分配

处理	叶位	伸根期		旺长期		成熟期		钾净增量对 各叶位贡献率/ %
		累积量/ (mg·株 ⁻¹)	分配比例/ %	累积量/ (mg·株 ⁻¹)	分配比例/ %	累积量/ (mg·株 ⁻¹)	分配比例/ %	
K ₀	脚 叶	36.12	14.48	36.97	6.57	17.46	2.32	-10.27
	下二棚	94.72	37.97	156.90	27.88	91.92	12.21	-34.19
	中二棚	70.60	28.30	128.31	22.80	189.60	25.18	32.25
	上二棚	48.02	19.52	145.52	25.85	218.68	29.01	38.49
	顶 叶	—	—	95.16	16.91	235.26	31.20	73.71
K ₁	脚 叶	35.62	12.65	84.35	9.55	63.73	4.89	-4.90
	下二棚	157.85	56.08	222.24	25.15	177.33	13.60	-10.68
	中二棚	49.89	17.72	181.47	20.54	268.15	20.56	20.61
	上二棚	38.12	13.54	196.87	22.28	368.22	28.23	45.01
	顶 叶	—	—	198.67	22.48	426.84	32.73	54.24
K ₂	脚 叶	61.51	19.32	100.43	11.32	110.52	7.42	1.68
	下二棚	125.92	39.56	176.80	19.93	282.21	18.96	17.53
	中二棚	91.35	28.70	165.32	18.64	298.51	20.05	22.14
	上二棚	39.56	12.43	237.74	26.80	358.89	24.11	20.14
	顶 叶	—	—	206.87	23.32	438.52	29.46	38.51
K ₃	脚 叶	51.97	16.66	76.02	8.22	110.40	6.26	4.13
	下二棚	134.38	43.07	241.73	26.14	314.36	17.73	8.57
	中二棚	76.87	24.64	221.15	23.91	414.76	23.40	22.84
	上二棚	48.97	15.64	186.87	20.21	484.05	27.31	35.05
	顶 叶	—	—	199.06	21.52	448.42	25.30	29.41
K ₄	脚 叶	106.26	22.49	137.98	10.37	172.27	6.08	2.14
	下二棚	190.65	40.36	444.37	33.41	473.49	16.71	1.82
	中二棚	118.64	25.12	377.13	28.35	561.12	19.80	11.47
	上二棚	56.82	12.03	188.79	14.19	900.51	31.78	44.37
	顶 叶	—	—	181.89	13.67	726.50	25.64	40.20

注:累积量为每个叶位 4 片叶子的总钾量。钾净增量对各叶位贡献率为某叶位成熟期较旺长期增钾量占全株成熟期较旺长期增钾量的百分数。

3 小 结

1) 烤烟成熟期根、茎中钾向烟叶大量转移,烟叶钾的分配率远大于根、茎之和;增施钾肥减少根、茎钾的转移率,但对各器官中钾的分配比例影响不大。

2) 当钾素营养不足时,成熟期下部叶片中钾大量向上转移,从而造成下部烟叶含钾量大幅度下降。

3) 烤烟生育后期干物质累积速度大大超过钾吸收速度而引起钾的“稀释效应”,这可

能是造成成熟期烟叶含钾量较前、中期大幅度下降的主要原因。

4) 施钾对烟叶含钾量的提高作用在生育后期最为显著。烟叶在成熟期所累积的钾中, 约有 60% 以上分配于上部叶。保证生育后期充足的钾素供应, 可能对提高中上部烟叶乃至全株烟叶含钾量具有重要作用。

[参考文献]

- [1] 胡国松、赵元宽、曹志洪, 等. 我国主要产烟省烤烟元素组成和化学品质评价[J]. 中国烟草学报, 1997, 3(3): 36~43.
- [2] 毕志忠、杨序芳、钱小刚, 等. 钾肥用量与烟叶含钾量关系的研究[J]. 贵州农业科学, 1994, 4: 30~33.
- [3] 郭丽琢. 石灰性土壤上烤烟的钾素营养研究[D]. 陕西杨陵: 西北农业大学资源与环境科学系, 1996.
- [4] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [5] 陈瑞泰. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987. 85~87.
- [6] 张 新、曹志洪. 钾肥对烤烟体内钾分配及微量含量的影响[J]. 土壤学报, 1994, 31(1): 50~59.
- [7] 曹志洪、周秀如、李仲林, 等. 我国烟叶含钾状况及其与植烟土壤环境条件的关系[A]. 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥[C]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991. 17~28.
- [8] 袁宗海、黎文文、王文松. N、K 对烤烟营养元素吸收规律及产质影响的研究[J]. 土壤通报, 1990, 21(2): 65~70.
- [9] 谢少平. 高等植物钾离子吸收的调节[J]. 植物生理通讯, 1989, (4): 1~7.
- [10] 许明祥. 提高石灰性土壤烤烟含钾量的研究[D]. 陕西杨陵: 西北农业大学资源与环境科学系, 1998.

Study on heightening the potassium content of flue-cured tobacco in calcareous soil areas

XU Ming-xiang, ZHAO Yun-ge, ZHAO Bo-shan

(Department of Resources and Environmental Science, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Pot experiment treated with different potassium levels is conducted in this paper to study the potassium distribution and accumulation of flue-cured tobacco in calcareous soil. The major reason for the lower potassium content in this area is discussed and the possible solution is also posed. The study demonstrated that potassium in root and stem is largely translocated to the leaves. The translocation ratio can be diminished by increasing potassium fertilizer. During mature period, much more potassium in lower leaves translocates to upper leaves if there is a shortage of potassium nutrition, which leads to a significant decrease of the potassium content in lower leaves. In the later period of grows, dry material accumulation velocity is much quicker than that of potassium, which may be the main reason for lower potassium content in leaves in mature period. The effect on heighting the potassium content of leaves is especially significant in the later period of growth after increasing potassium fertilizer. 60% of the potassium accumulated in mature period is distributed to upper leaves. This distribution can provide a theory basis for potassium fertilizer topdressing.

Key words: calcareous soil; flue-cured tobacco; potassium; potassium translocation in leaf