

文章编号: 1003-8701(2001)06-0044-06

吉林省主要土壤钾素状况及钾肥效应

吴海燕, 刘春光

(吉林省农科院土肥所, 吉林 公主岭 136100)

摘要:对吉林省主要耕地土壤钾素状况及钾肥效应进行了分析, 指出随着生产条件的改善、作物品种的更新、产量的增加以及氮、磷化肥的大量施用, 土壤中钾素已逐渐成为作物高产的主要养分限制因子之一, 并提出了吉林省钾肥的合理分配和科学施用技术。

关键词: 钾素状况; 钾肥效应; 土壤养分

中图分类号: S159.234

文献标识码: A

钾是植物所需三大主要营养元素之一, 在植物体中有着重要的功能。可以活化植物体中的酶, 促进新陈代谢, 增强保水吸水能力, 提高光合作用与光合产物的运转能力; 还可以提高作物抗旱、抗病、抗寒、抗盐碱和抗倒伏能力, 进而提高产量。植物的吸钾量一般超过吸磷量, 与吸氮量相近, 而喜钾作物需钾量高于需氮量。我国土壤全钾含量为 0.05%~2.50%, 在大量元素中含量是最高的。我国土壤钾含量大体呈南低北高、东低西高的趋势。在我国南方缺钾已成为限制农业生产持续稳定发展的主要因素之一, 北方土壤成土条件与南方有很大的不同, 受成土母质影响, 土壤中钾素含量相对较高, 供钾能力较强。吉林省主要耕作土壤在 20 世纪 60 年代前尚未出现缺钾, 施钾肥对玉米未表现出增产效果。80 年代初, 吉林省主要土壤施钾肥也无效。但随着农业生产的发展、作物高产品种的不断更新和粮食总产的不断增长, 土壤中氮、磷、钾等营养元素被大量消耗。由于氮、磷化肥的大量施用, 使得土壤中氮、磷得到充分补充, 而土壤中的钾因补充甚少则连年亏损。80 年代后期, 钾肥在吉林省的一些土壤、一些作物上表现出较好的增产效应。进入 90 年代, 钾肥增产效果报道渐多, 在生产上钾肥也得到政府和群众的重视。因此, 本文分析了吉林省主要土壤钾素状况和钾肥的有效性, 提出了钾肥的合理分配和科学施用技术。

1 吉林省主要土壤钾素状况

据第二次全国土壤普查结果, 普查缺钾土壤面积 620.9 万 hm^2 , 占普查面积的 5.8%, 占普查耕地面积的 21%。吉林省缺钾土壤面积 37.3 万 hm^2 , 占全省普查面积的 6.0%, 占普查耕地面积的 22.5%。吉林省土壤缺钾状况高于整体普查平均水平, 说明钾素营养已成为吉林省土壤养分中除氮、磷以外的又一限制因子。

1.1 吉林省土壤钾素的地理分布

土壤钾素含量的高低主要与成土母质有关, 吉林省东部地区各类土壤多发育于各种岩

收稿日期: 2001-04-12

作者简介: 吴海燕(1968-), 女, 公主岭市人, 硕士, 主要从事土壤微生物研究。

石风化物,土壤含钾量差别较大,全钾含量变幅 0.90%~3.64%,平均 1.77%;中部地区土壤主要发育于黄土状沉积物,全钾含量变幅 0.91%~3.16%,平均 1.83%;西部地区成土母质主要为黄土状亚沙土,全钾含量变幅 0.93%~3.35%,平均 2.45%。因此,就全省来看,大体从东向西全钾含量有逐渐增加趋势。速效钾含量变幅相当大,但平均值均在 100 mg/kg 以上,顺序是:西部地区>东部地区>中部地区(表 1)。

表 1 吉林省各自然区土壤钾素含量状况

自然区域	全 钾(%)		速效钾(mg/kg)	
	变 幅	平均	变 幅	平均
东部山区、半山区	0.90~3.64	1.77	28.1~239.6	116.8
中部台地区	0.91~3.16	1.83	25.7~324.6	103.3
西部草原区	0.93~3.35	2.45	33.2~412.5	129.4

1.2 吉林省不同类型土壤钾素含量状况

据第二次全国土壤普查结果,全省各类土壤全钾平均含量多分布在 2.0%~2.5%之间,其中主要土壤全钾平均含量由高至低的顺序为草甸土>棕壤>白浆土>栗钙土>黑土>水稻土>暗棕壤>新积土。速效钾含量幅度为 50~200 mg/kg,多数为 100~150 mg/kg,这部分土壤平均含量由高至低的顺序为盐土>碱土>栗钙土>暗棕壤>黑土>黑钙土>白浆土>棕壤>水稻土>草甸土。主要土壤缓效钾平均含量变幅较大,但吉林省垦殖指数较高的各主要土壤缓效钾含量均在 500 mg/kg 以上,说明我省土壤潜在供钾能力较高。这一结果与蔡元定、周米平等的研究结果基本上是一致的,不同之处是第二次土壤普查,草甸土速效钾含量比较低,黑土速效钾高于黑钙土,而蔡元定等人的研究是速效钾含量黑钙土高于黑土。草甸土速效钾含量相对较高,吉林省土壤缓效钾属低级(70~170 mg/kg)的基本没有,属于中级(300~500 mg/kg)的也只在东部地区的部分水田土中出现,而大部分土壤缓效钾含量均在中上(500~700 mg/kg)至高等级(750~1 000 mg/kg)以上。不同类型土壤缓效钾平均含量顺序为草甸土、冲积土>黑土、白浆土、黑钙土>各种水稻土;速效钾平均含量次序为黑钙土>草甸土>冲积土>黑土>白浆土>各种水稻土(表 2)。

表 2 吉林省主要土壤平均含钾量及分布状况

mg/kg、%

指标及变幅	土 壤 类 别					
	黑钙土	草甸土	黑 土	冲积土	白浆土	水稻土
速效钾含量平均值	158	144	121	128	110	105
变 幅	80~276	81~394	92~183	59~731	59~284	43~305
<30(极低)	—	—	—	—	—	—
31~70(低)	—	—	—	—	2	28
71~125(中)	37	23	48	65	73	45
126~170(高)	26	33	52	23	22	20
>170(极高)	37	44	—	12	3	7
缓效钾含量平均值	717	922	754	801	755	655
变 幅	493~800	483~1 344	702~1 003	523~1 395	524~2 816	259~1 125
<70(极低)	—	—	—	—	—	—
71~170(低)	—	—	—	—	—	—
171~300(中下)	—	—	—	—	—	1
301~500(中)	—	—	—	—	—	34
501~750(中上)	6	62	24	68	76	41
751~1 000(高)	65	28	71	20	21	20
>1 000(极高)	29	10	5	12	3	4

从吉林省土壤钾素含量状况可以看出,我省土壤钾素含量确实是比较丰富的,但各种类型土壤含钾量变幅较大,说明各个土类中都存在局部缺钾的土壤,而且我省农田很少施用钾肥,作物生长主要靠消耗土壤中的钾素。近 20 年来,随着氮、磷用量的逐渐增加,耐肥、高产品种的大面积推广应用,使作物产量大幅度提高,导致土壤中钾素含量的相对亏缺,致使施钾效应越来越显著。

2 吉林省主要土壤主要作物的钾肥效应

据联合国粮农组织估计,近 30 年来农业产量提高了一倍多,在综合增产因素中,增施肥料的作用占 40%~60%。在吉林省目前生产水平下,氮肥可增产玉米 24.8%~41.6%,每公斤氮肥(N)增产 11.8~18.8 kg;磷肥可增产玉米 9.6%~25.0%,每公斤磷肥(P_2O_5)增产 4.0~14.6 kg;钾肥可增产玉米 6.8%~27.1%,每公斤钾肥(K_2O)增产 9.8~17.3 kg。可以看出,目前吉林省的钾肥与氮、磷化肥一样具有显著的增产效果。

吴巍、张宽等通过田间试验结果表明,钾肥在吉林省主要土壤上,对玉米均有较显著的增产作用。黑土最大产量施钾(K_2O)量为 50~100 kg/hm^2 ,增产 700~1 110 kg/hm^2 ;淡黑钙土为 90~100 kg/hm^2 ,增产 885~1 790 kg/hm^2 ;风沙土为 50~100 kg/hm^2 ,增产 2 189~2 381 kg/hm^2 。增产增收效果风沙土好于淡黑钙土和黑土。说明了土壤有效钾含量与施钾最大增产呈极显著的直线负相关($y=3 491.5-23.00x$)。

刘荣乐、金继运等通过长期定位试验研究结果表明,在当前农业生产条件下,在吉林省黑土区一年一季玉米施钾肥有显著的增产效果。不同施钾量相对于不施钾肥来说,均明显增产。低钾肥用量(112.5 kg/hm^2)平均增产玉米 10.5%,每公斤钾肥(K_2O)增产 8.2 kg,高钾肥用量(225 kg/hm^2)平均增产玉米 8.9%,每公斤钾肥(K_2O)增产 3.4 kg(表 3)。

表 3 吉林省黑土区钾肥的增产效应(5 年结果)

地 点	作物	土壤类型	CK 区产量	低施钾量		高施钾量	
			(kg/hm^2)	增产 (%)	公斤钾肥增产 (kg)	增产 (%)	公斤钾肥增产 (kg)
刘房子	玉米	黑土	8 237.5	11.3	9.3	9.4	3.8
陶家屯	玉米	黑土	7 348.2	9.6	7.1	8.4	3.0
平 均				10.5	8.2	8.9	3.4

1993 年中国和加拿大钾肥农学合作项目在我国北方全面展开,张宽、吴巍等在 1990~1993 年进行的田间试验结果表明,在吉林省中等肥力的黑土上,土壤速效钾均在 100 mg/kg 以上,选用适量钾肥(113~225 kg/hm^2)可增产玉米 1 182~1 628 kg/hm^2 ,增产 11.8%~20.6%,增加收益 268~589 元/ hm^2 。

钾肥对作物的增产效果,除了同土壤钾素状况有关外,还同各种作物的吸肥特性、作物品种间的吸钾能力、气候因子及平衡施肥技术等因子密切相关。张宽、吴巍等开展了不同玉米品种吸肥规律及平衡施肥等多项技术研究。结果表明,在吉林省黑土区,钾肥对玉米的增产增效作用,同氮肥用量有关,高氮(360 kg/hm^2)基础上,钾肥对玉米的绝对增产值 1 569~1 950 kg/hm^2 ,增产 20%~25.5%;低氮(120 kg/hm^2)钾肥对玉米的绝对增产值为 316~1 195 kg/hm^2 ,增产 3.9%~14.6%(表 4)。

孙宏德等连续 11 年(1980~1991)对黑土肥力长期定位监测研究,监测结果:NK 区与 N 区相比,增产效果达到极显著水平,每公斤 K_2O 增产玉米 1.9~10.8 kg。姜文斌、杨成军等

表 4 钾肥对玉米的增产效果

处理	用量(kg/hm ²)			产量 (kg/hm ²)	增 产		公斤钾肥 增产玉米 (kg)
	K ₂ O	N	P ₂ O ₅		绝对值	相对值	
					(kg/hm ²)	(%)	
1	0	120	120	8 197			
2	150	120	120	9 392	1 195	14.6	7.9
3	300	120	120	8 513	316	3.9	1.1
4	0	240	120	7 427			
5	150	240	120	7 759	332	4.6	2.2
6	300	240	120	8 047	620	8.3	2.1
7	0	360	120	7 614			
8	150	360	120	9 183	1 569	20.1	10.5
9	300	360	120	9 564	1 950	25.6	6.5

研究表明,四平地区土壤种植玉米,当以火焰光度计法测定的土壤速效钾超过 65 mg/kg 时,相对产量可达 80%以上。也就是说,在这种情况下,只要施用适量的氮、磷肥,即使不施钾肥也能获得较高产量。但在土壤速效钾测得值低于 65 mg/kg 时,则应施钾肥才能获得高产。公顷施 75~150 kg 硫酸钾,经济效益最佳。

在吉林省黑土地地区,施钾不仅对玉米表现出增产效应,对大豆也有不同程度的增产效果。张宽、王秀芳等研究表明,施用适量钾肥(75 kg/hm²)可增加大豆 400 kg/hm²,增产 13.5%,公斤 K₂O 增产大豆 5.4 kg,增加收入 538.00 元/hm²(表 5)。

表 5 钾肥对大豆的增产效果

处 理	用量(kg/hm ²)			产 量 (kg/hm ²)	增 产		公斤 K ₂ O 增产玉米 (kg)
	K ₂ O	N	P ₂ O ₅		绝对值	相对值	
					(kg/hm ²)	(%)	
1(CK)	0	150	150	2 992			
2	75	150	150	3 395	403	13.5	5.4
3	150	150	150	3 207	215	7.2	1.4
4	225	150	150	3 320	328	10.9	1.5
5	300	150	150	3 346	354	11.8	1.2

3 钾肥的合理施用和分配

钾肥施用效果主要与土壤肥力、作物种类或品种及农业生产水平等因素有关。

3.1 根据土壤肥力状况合理施用钾肥

钾肥的施用要视土壤钾素含量而定,一般土壤有效钾含量超过 160 mg/kg,施钾效果不明显,160 mg/kg 以下施钾肥有效,低于 100 mg/kg 施钾效果显著。近几年试验结果表明,我省主要土壤施钾肥均有增产效果。规律是在低肥力土壤上,钾肥的增产效果好于中肥力土壤,中肥力土壤好于高肥力土壤。高肥力土壤种植玉米的钾肥(K₂O)适宜用量为 50~70 kg/hm²,中低肥力土壤钾肥(K₂O)适宜用量为 80~100 kg/hm²。

3.2 依据作物种类合理施用钾肥

钾与碳水化合物代谢关系密切。含碳水化合物较多的作物如烟草、马铃薯、甜菜、西瓜、果树等需钾量都较大,施钾肥增产效果明显;钾有利于蛋白质和脂肪的合成,对富含蛋白质和脂肪的豆科作物和油料作物施钾肥有较明显的增产效果;禾谷类作物需钾相对较少,但施钾可提高其抗性,也有明显的增产效果。

3.3 根据农业生产水平和作物品种合理施用钾肥

在生产水平高、高产品种植面积大的地区可增施钾肥。高产作物品种吸收钾素比一

般作物品种数量要多20%~30%。在满足了氮、磷化肥及中微量元素的基础上,钾肥的供给就尤为重要。特别是目前种植的高产耐密型玉米,一定配施足量钾肥,不仅满足对钾的需要,而且施钾后提高高产耐密型玉米的抗旱、抗病虫、抗倒伏能力,进而增加产量。

同一作物不同品种需钾量不同,如玉米西单2形成100 kg子实需 K_2O 2.55 kg,而四密21、丹早208、掖单51等品种则需2.05~2.30 kg,相差20%~25%。所以,钾肥施在需钾较多的玉米品种上,可以获得较好的增产增收效果。

3.4 根据作物生理特点适时施用钾肥

钾和氮、磷、硫等元素不同,不参与作物体内有机化合物的形成,如蛋白质、脂肪、纤维素等,而是以离子的形态参与作物体内的生理生化作用。所以钾肥要适时早施,且宜集中施用。玉米抽雄前要吸收一生需钾量的90%以上。早期不能满足玉米对钾的需要,即使后期再补给也会造成损失。所以,钾肥作种肥和底肥效果最好。作底肥数量为总量的70%左右,作种肥数量为总用量的30%左右为宜。

3.5 重视有机肥的施用,合理配施化学钾肥

施用化学钾肥是补充土壤有效钾的最有效途径,但有机肥是培肥土壤、增加土壤有效钾的重要来源。

国家黑土监测15年(1980~1994)定位试验结果表明,公顷施30 t有机肥,配施150 kg氮肥,平均公顷产量8 220 kg,与氮、磷、钾化肥区产量8 245.5 kg相近,证明有机肥有补充磷、钾的作用。

有机肥料是我省的一项重要农业资源,其所含氮、磷、钾比例变化不大,一般为1:0.8:0.8。多年来,由于氮、磷化肥的大量施用,钾肥资源相对不足,导致土壤氮、磷、钾比例失衡。因此,增施有机肥料,不仅能增加土壤有机质含量,改善土壤物理性状和生物学性状,还可以增加土壤养分,缓解化肥氮、磷、钾比例失调和总量不足的矛盾,从而培肥和提高地力,增加产量。

4 结 语

吉林省主要土壤钾素含量比较丰富,多数土壤速效钾与缓效钾平均含量在中等或中上等水平,但变幅较大,说明存在局部缺钾土壤。

吉林省几种主要土壤钾素含量虽然很高,但土壤固钾能力较强。由于多年不施或少施钾,氮、磷用量不断增加,作物产量大幅度提高,加之有机肥的不断减少,在我省主要土壤的主要作物上,施用钾肥已表现出增产效应。在中低肥力黑土上种植玉米,施用钾肥90~95 kg/hm^2 ,可增产玉米12%~18.6%,在高肥力黑土上施用钾肥60~70 kg/hm^2 ,可增产玉米6.5%~10%。施用钾肥75 kg/hm^2 ,可增产大豆13.5%。

钾肥应优先分配给对钾肥敏感的作物或品种,且适时早施以发挥最大的增产效果。

有机肥是土壤有效钾的主要来源,因此,应重视有机肥的施用,合理配施氮、磷、钾化肥。

参考文献:

- [1] 金继运·土壤钾素研究进展[J].土壤学报,1992,(1):94-101.
- [2] 王泽良,金继运,等·北方土壤钾素和钾肥效益[M].北京:中国农业科技出版社,1994.17-25.
- [3] 鲁如坤·我国土壤氮、磷、钾的基本状况[J].土壤学报,1989,26(3):280-286.
- [4] 金继运·北方土壤钾素和钾肥效益[M].北京:中国农业科技出版社,1994.1-5.

- [5] 张 宽, 吴 巍, 等. 北方土壤钾素和钾肥效益[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 59—63.
- [6] 王蓉芳. 中国土壤的合理利用和培肥[A]. 中国土壤学会第五次代表大会暨学术年会论文集[C], 中国土壤学会, 1983. 203—209.
- [7] 吉林省土肥总站. 吉林土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [8] 蔡元定, 周米平, 等. 吉林省东中部土壤供钾状况分析[A]. 吉林省第二次土壤普查专题研究论文集[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991. 140—144.
- [9] 雷永振. 现代农业中的植物营养与施肥[A]. 1994 全国植物营养与肥料学术年会论文集[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 19—21.
- [10] 吴 巍. 科学施肥技术[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 100—104.
- [11] 刘荣乐, 金继运, 等. 我国北方土壤—作物系统内钾素平衡及钾肥肥效研究 II. 主要作物的钾肥增产效果[J]. 土壤肥料, 2000, (1): 9—11.
- [12] 李玉颖, 等. 北方土壤钾素和钾肥效益[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 36—41.
- [13] 张 宽, 吴 巍, 等. 北方土壤钾素和钾肥效益[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 80—83.
- [14] 孙宏德, 等. 黑土肥力和肥料效益监测研究[J]. 吉林农业科学, 1991, (3): 42—43.
- [15] 姜文斌, 杨铁成, 等. 玉米钾肥肥效研究报告[A]. 吉林省第二次土壤普查专题研究论文集[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991. 205—209.
- [16] 张 宽, 王秀芳, 等. 北方土壤钾素和钾肥效益[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994. 121—123.
- [17] 吴 巍. 科学施肥技术[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 75—80.
- [18] 吴 巍. 科学施肥技术[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 58—59.
- [19] 吴 巍. 科学施肥技术[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 105—109.
- [20] 赵 斌, 乔 理, 等. 辽宁省农田土壤有效钾变化及施肥途径[A]. 中国土壤学会第九次全国会员代表大会辽宁省卷[C]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1999. 139—141.
- [21] 臧广信. 农业新技术[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995. 131—141.
- [22] 吴 巍, 张 宽, 等. 土壤有效钾的吸附特征与钾肥有效性的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 271—276.
- [23] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994. 266—268.
- [24] Welch L F, Flannery R L. Potassium nutrition of corn. In: Munson RD (ed.) Potassium in agriculture. 1985. 647—664.
- [25] Melean E O. Influence of clay content and clay composition on potassium availability. In: Potash Res. Inst. of India (ed.), Potassium in soil and crop. 1978. 1—19.
- [26] 林 葆. 中国化肥施用研究[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1985. 1—5.
- [27] 张 宽, 王秀芳, 吴 巍. 土壤钾素和钾肥研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1992. 22—26.
- [28] 单文波. 钾肥定位试验研究初报[J]. 吉林农业科学, 1990, (4): 36—39.
- [29] 吴 巍, 张 宽, 等. 氮磷钾化肥对玉米的增产效果及经济效益分析[J]. 农业与技术, 1995, (6): 9—11.
- [30] 杨铁成. 土壤供钾能力与钾肥肥效研究[J]. 吉林农业科学, 1996, (1): 71—74.
- [31] 吴 巍, 张 宽, 等. 钾肥对玉米的增产增收效果与利用率[J]. 玉米科学, 1998, (1): 61—65.

本刊通知

《吉林农业科学》电子信箱现改为 jlnyxx@cjaas.com, 欢迎作者和读者使用新信箱。

《吉林农业科学》编辑部