

钾肥对玉米的增产增收效果与利用率

吴巍 张宽 王秀芳 孙淑荣 王立春

(吉林省农科院土肥所,公主岭 136100) (白城市农科院,白城)

Effect of K Application for Increasing Yield and Income And Its Utilization Ratio on Corn

Wu Wei Zhang Kuan Wang Xiufang Sun Shurong Wang Lichun

(Soil And Fertilizer Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences Gongzhuoing, 136100)

(Baicheng Academy of Agricultural Sciences Baicheng, 13700)

Abstract: Experimental results showed that potash fertilizer significantly increased corn yield. The highest yields and benefits were achieved by applying 50 – 100kg/ha K_2O . Effects of yield increase on aeolian sandy soil were better than those on light chernozem soil and black soil, and the yield increase effects on light chernozem soil were better than those on black soil. Relative equations between the application amounts of potassium and yields was $Y = a + bX + cX^2$. Relation between content of available K in soil with the highest yield increase value of application of K were most significantly negative $Y = 3491.5 - 23.00X$. Applied potash fertilizer increased the content of potassium in plants and grains, and dry matter yields, therefore, significantly increased potassium uptake. The utilization ratio of potash fertilizer was 37.56% on the black soil of medium level fertility.

Key words: Potash fertilizer, Corn, Utilization ratio

摘要 田间试验结果表明,钾对玉米有较显著的增产作用。以施用 K_2O 50 ~ 100 kg/hm² 可以获得最大产量和最高收益。钾肥在风沙土上增产、增收效果好于淡黑钙土和黑土,在黑钙土上好于黑土。施钾量与玉米产量关系式为 $y = a + bx + cx^2$ 。土壤有效钾含量与施钾最大增产产量呈极显著的直线负相关 $y = 3491.5 - 23.00x$ 。玉米施钾可提高植株和子粒含钾量和干物质产量,因而明显提高吸钾量。在中肥力黑土上施用 100 kg/hm² 钾(K_2O)的利用率为 37.56%。

关键词 玉米 产量 钾肥 肥效

作物的生长紧紧依靠必需养分的充足和平衡供应。在养分缺乏的土壤上,必须人为施用缺乏的养分才能获得适宜产量。钾是作物生长不可缺少的必需营养元素,是植物中最丰富的阳离子,被根大量吸收并在植物体中易于移动。钾在植物体中有重要功能,可以活化植物体中的酶,促进新陈代谢,增强作物保水吸水能力,提高作物光合作用和光合产物运转能力,提高作

物的抗旱、抗病、抗寒、抗盐能力,还可提高抗倒伏能力,提高产量。

钾是玉米高产所大量需要的必须养分之一,吸收量与氮相近。在玉米植株体中钾是一种易移动的养分。缺钾时,钾从植株较老部分向较幼嫩部分转移,下部叶片出现缺钾症状。缺钾可使茎秆诱发病害而变弱,出现衰老和死亡,并降低秸秆抗折强度和表皮厚度,易于倒伏。缺钾玉米光合产物生成速度减慢并影响植株体内的养分含量,最终影响玉米产量和品质。使土壤保持适宜的钾含量,充分满足玉米生长需要,提高光合产物生成与运转能力,提高抗性是玉米高产的必备条件之一。

吉林省在 80 年代初,主要土壤施钾肥无效。而到 80 年代后期,由于玉米高产品种的大面积种植,玉米从土壤中带走较多的钾。氮磷化肥施用量的增加,有机肥施用量的减少,土壤钾补充数量较少,氮磷钾比例变化较大。因此,土壤中的钾远远满足不了玉米高产需要。所以在主要土壤上钾肥表现出较好的增产效果。进入 90 年代,钾肥肥效与增产效果报导渐多。在生产上钾肥也得到政府和农民的重视。本文通过 1994~1996 年在三个土壤上的田间试验结果,提出玉米高产的钾肥增产增收效果,为合理分配和科学施用钾肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择吉林省的黑土、淡黑钙土和风沙土进行田间试验。土壤(0~20 cm 土层)基础养分列于表 1。供试玉米品种,黑土选择丹早 208,淡黑钙土选择中单 2 号,风沙土选择掖单 19。丹早 208 和中单 2 号种植密度为 4.5 万株/hm²,掖单 19 为 5.5 万株/hm²。采用单体播种机或人工等距离播种。秋收时采集中肥力黑土的玉米地上部植株和子粒供养分分析。供试氮肥为国产尿素(含 N 46%),磷肥为突尼斯产重过磷酸钙(含 P₂O₅ 46%),钾肥为加拿大产氯化钾(含 K₂O 60%)。

表 1 供试土壤基础养分

土壤编号	土壤名称	试验地点	有机质	全 N	全 P	有效 N	有效 P	有效 K	pH
				(%)			(μg/g 土)		
1	黑 土	公主岭市 陶家屯	2.56	0.142	0.052	122.6	17.2	132.2	6.2
2	黑 土	伊 通 县 靠 山	2.13	0.141	0.050	151.5	23.4	108.2	5.6
3	黑 土	公主岭市 刘 房 子	1.95	0.120	0.041	94.8	11.5	98.6	5.2
4	淡黑钙土	长 岭 县 农 场	1.63	0.117	0.038	85.9	11.4	87.0	7.4
5	淡黑钙土	通 榆 县 新 兴	1.36	0.088	0.032	60.2	19.8	98.2	7.5
6	淡黑钙土	镇 赉 县 到 保	2.30	0.140	0.047	105.0	13.1	109.9	7.6
7	风 沙 土	公主岭市 新 兴	1.16	0.064	0.021	65.6	12.1	56.4	5.2
8	风 沙 土	公主岭市 杨大城子	1.30	0.076	0.022	75.9	13.6	50.4	6.3

1.2 试验方法

试验设 6 个施钾水平(表 2)。每个处理均施等量氮磷化肥,黑土和风沙土施 N 240 kg/hm²和 P₂O₅ 92 kg/hm²,淡黑钙土施 N 200 kg/hm²和 P₂O₅ 92 kg/hm²。每个处理 3 次或 4 次重复。试验小区面积 40 m² 或 50 m²,小区随机排列。

播种前,磷、钾肥和 1/5 氮肥混匀作底肥施用,4/5 氮肥在玉米拔节始期作追肥一次施用。采集的玉米植株和子粒在 80℃烘箱中烘干,分别称重并获得干物质产量,磨碎通过 1 mm

表2 玉米施用钾(K_2O)肥试验处理

土壤编号	土壤名称	处 理 代 号 (kg/hm^2)						试验重复
		1	2	3	4	5	6	
1	黑 土	0	25	50	100	150	200	4
2	黑 土	0	25	50	100	150	200	3
3	黑 土	0	25	45	90	135	180	3
4	淡黑钙土	0	25	50	100	150	200	4
5	淡黑钙土	0	30	60	90	120	150	3
6	淡黑钙土	0	30	60	90	120	150	3
7	风 沙 土	0	25	50	100	150	200	4
8	风 沙 土	0	25	50	100	150	200	4

筛进行养分分析。

土壤用丘林法、凯氏法和钼锑抗比色法分别测定有机质、全氮和全磷。用1N NaOH扩散法和0.05 M $NaHCO_3$ 浸提分别测定有效氮和有效磷,有效钾用 NH_4AC 火焰光度法测定。pH用比色法测定。

玉米地上部植株和子粒用 NH_4AC 火焰光度法测定其全钾含量。

2 结果与分析

2.1 钾肥对玉米产量的影响

钾肥在三个类型的土壤上对玉米均有增产作用(表3)。随着钾肥用量的增加玉米产量增加,当增加到一定数量时产量最高,再增加用量则产量下降。在8个试验中,6个试验施 K_2O 90 kg/hm^2 和 100 kg/hm^2 ,2个试验施 K_2O 50 kg/hm^2 可获得最大产量。在1号黑土上玉米施钾的最大产量与不施钾产量差异不显著,5号淡黑钙土差异显著,其它6个试验土壤差异极显著。

表3 玉米施用钾肥的产量结果

土壤编号	土壤名称	处 理 (kg/hm^2)						$LSD_{0.05}$	$LSD_{0.01}$
		1	2	3	4	5	6		
1	黑 土	8 607	8 622	9 307	9 050	8 879	8 531	990	1 369
2	黑 土	6 360	6 630	9 020	7 155	7 110	6 945	429	610
3	黑 土	7 424	7 612	7 909	8 534	8 391	8 289	690	981
4	淡黑钙土	7 284	8 085	8 535	9 074	9 042	8 945	413	571
5	淡黑钙土	7 743	8 600	8 701	8 788	8 573	8 299	857	1 219
6	淡黑钙土	7 335	7 755	7 848	8 220	8 205	8 222	400	570
7	风 沙 土	5 845	7 168	7 963	8 034	7 987	7 631	1 059	1 464
8	风 沙 土	6 106	7 437	8 493	7 834	6 817	6 455	1 250	1 729

2.2 施钾量与玉米产量关系

依据施钾量和玉米产量的变化关系进行回归分析,其二者关系符合二次曲线方程 $y = a + bx + cx^2$ 。y为玉米产量,x为施钾量,a为不施钾玉米产量,b、c为效应系数。试验的模拟相关性达极显著水准(表4)。

表4 施钾量与玉米产量回归关系式

土壤编号	土壤名称	施钾量与产量回归关系式	R	n
1	黑土	$y = 8\,589.8 + 11.27x - 0.059x^2$	0.821**	24
2	黑土	$y = 6\,405.6 + 12.91x - 0.053x^2$	0.929**	18
3	黑土	$y = 7\,330.6 + 17.69x - 0.069x^2$	0.968**	18
4	淡黑钙土	$y = 7\,396.6 + 25.89x - 0.093x^2$	0.988**	24
5	淡黑钙土	$y = 7\,839.8 + 23.25x - 0.137x^2$	0.960**	18
6	淡黑钙土	$y = 7\,345.2 + 13.13x - 0.049x^2$	0.980**	18
7	风沙土	$y = 6\,196.7 + 32.90x - 0.126x^2$	0.926**	24
8	风沙土	$y = 6\,346.6 + 44.98x - 0.243x^2$	0.881**	24

** 为99%显著水准

2.3 钾肥增产效果与土壤钾含量对施钾效果的影响

由表5可以看出,钾肥在风沙土上增产效果好于淡黑钙土和黑土,在淡黑钙土上好于黑土。在风沙土上,公顷施钾(K_2O)50 kg和100 kg最大增产量达2 189~2 387 kg,增产37.5%~39.1%。在淡黑钙土上,公顷施钾(K_2O)90 kg和100 kg最大增产量为885~1 790 kg,增产12.1%~24.6%。在黑土上,公顷施钾(K_2O)50 kg和100 kg最大增产量为700~1 100 kg,增产10.8%~15.0%。

表5 玉米施钾增产效果

土壤编号	土壤名称	土壤有效K	较处理1增产(kg/hm ²)				
		μg/g土	2	3	4	5	6
1	黑土	132.2	15	700	443	272	-76
2	黑土	108.2	270	660	795**	750	585
3	黑土	98.6	188	485	1 110**	967	865
4	淡黑钙土	87.0	801	1 251	1 790**	1 758	161
5	淡黑钙土	98.0	857	958	1 045*	830	556
6	淡黑钙土	109.9	420	510	885**	870	885
7	风沙土	56.4	1 323	2 118	2 189**	2 142	1 786
8	风沙土	50.4	1 328	2 381**	1 728	711	349

* 为95%显著水准, ** 为99%显著水准

由表5还可看出,随着土壤有效钾含量的增加施钾最大增产量下降,二者呈极显著直线负相关,其关系式为 $y = 3\,491.5 - 23.00x$ 。式中y为施钾最大增产量,x为土壤有效钾含量。

由表5可见,土壤有效钾含量最高的1号黑土(132.2 μg/g土)施钾最大增产量为700 kg/hm²,增产效果不显著。而有效钾含量最低的8号风沙土(50.4 μg/g土)施钾最大增产量为2 381 kg/hm²,增产效果极显著。

2.4 玉米施用钾肥效益

在三个类型的供试土壤上玉米施用钾肥最大收益,风沙土高于淡黑钙土,淡黑钙土高于黑土(表6)。在风沙土上施用50 kg/hm² K_2O 的增收值最高达2 214.80~2 510.70元/hm²,淡黑钙土施用90~100 kg/hm² K_2O 增收值最高达942.50~1 737.00元/hm²,而黑土施用50~100kg/hm² K_2O 增收值最高达655.00~1 014.00元/hm²。

2.5 玉米对钾肥的吸收与利用

施用钾肥明显提高玉米植株钾含量,提高了0.333 5%,子粒含钾量也略有提高。由于施钾提高了玉米植株和子粒干物质产量和含钾量,因此,明显提高玉米植株吸钾量33.11 kg/hm²(K_2O)和子粒吸钾量4.45 kg/hm²(K_2O)(表7)。

肥料吸钾量用差减法计算:

肥料吸钾(K_2O)量 = (施钾植株吸钾量 + 子粒吸钾量) - (无钾植株吸钾量 + 子粒吸钾量)。

钾肥利用率用 $\frac{\text{玉米吸收肥料钾}(K_2O)\text{量}}{\text{施入肥料钾}(K_2O)\text{量}} \times 100\%$ 计算。

在中肥力黑土上,玉米吸收肥料钾(K_2O)为 37.56 kg/hm^2 。钾肥利用率为 37.56% (表7)。

表6 玉米施用钾肥经济效益

土壤编号	土壤名称	施钾收入(元/ hm^2)				
		2	3	4	5	6
1	黑土	-41.00	655.00	257.30	-45.80	-543.60
2	黑土	239.00	611.00	644.50	48.00	183.50
3	黑土	149.30	430.00	1 014.00	753.20	537.50
4	淡黑钙土	822.60	1 261.10	1 739.00	1 588.80	1 367.10
5	淡黑钙土	873.70	915.80	942.50	637.00	266.60
6	淡黑钙土	393.00	423.00	766.50	592.90	628.50
7	风沙土	1 397.80	2 214.80	2 177.90	2 011.20	1 504.60
8	风沙土	1 403.30	2 510.70	1 670.80	437.10	-76.10

玉米价格:1.00元/kg, K_2O 价格:1.05元/kg

表7 玉米对钾肥的吸收与利用

处 理	植 株			子 粒			植株和子粒 总吸 K_2O 量 (kg/hm^2)	地上部 K_2O 利用率 (%)
	烘干重 (kg/hm^2)	K_2O 含量 (%)	吸 K_2O 量 (kg/hm^2)	烘干重 (kg/hm^2)	K_2O 含量 (%)	吸 K_2O 量 (kg/hm^2)		
无钾区	8 325	0.845 5	70.39	6 480	0.468 8	30.38	100.77	
施 K_2O 100 kg/hm^2	8 775	1.179 0	103.50	7 290	0.477 8	34.83	138.33	
肥料 K_2O			33.11			4.45	37.56	37.56

3 小 结

黑土最大产量施钾(K_2O)量为 $50 \sim 100 \text{ kg/hm}^2$,增产 $700 \sim 1 110 \text{ kg/hm}^2$,淡黑钙土为 $90 \sim 100 \text{ kg/hm}^2$,增产 $885 \sim 1 790 \text{ kg/hm}^2$,风沙土为 $50 \sim 100 \text{ kg/hm}^2$,增产 $2 189 \sim 2 389 \text{ kg/hm}^2$ 。最大收益施钾(K_2O)量,黑土为 $50 \sim 100 \text{ kg/hm}^2$,淡黑钙土为 $90 \sim 100 \text{ kg/hm}^2$,而风沙土为 50 kg/km^2 。施钾量与玉米产量呈极显著的二次曲线关系 $y = a + bx + cx^2$ 。

钾肥在风沙土上增产效果好于淡黑钙土和黑土,在淡黑钙土上好于黑土。在3个供试土壤的8个试验中,土壤有效钾含量与最大增产量呈极显著的直线负相关 $y = 3 491.5 - 23.00x$ 。

在中肥力黑土上施钾明显提高玉米植株含钾量和吸收量,同时也提高子粒钾的吸收量。钾肥利用率为 37.56% 。

参 考 文 献 18篇(略)

(责任编辑:韩 萍)