

土壤供钾能力及钾肥肥效研究报告

杨铁成 单文波 俞桂云 姜文斌

(吉林省四平市土肥站,四平 136000)

提 要 本文通过在我市主要耕地土壤上钾肥长期定位和用量试验,基本掌握了土壤钾素含量(速效钾)与产量的关系;钾肥在不同土壤上的增产效果;确定了沙性和粘壤性土壤的缺钾临界值;阐述了土壤中速效钾与植株体内氮、磷、钾含量的关系;土壤中速效钾与缓效钾的关系;经济合理施用钾肥的依据。

关键词 钾肥;定位试验;临界值;速效钾;缓效钾

近年来,我市施肥在高氮、高磷、高产的形势下,一些地方的农民正逐渐的施用钾肥,实现持续高产、稳产、高效。施肥实践表明,施用钾肥势在必行。在这种情况下,进一步了解土壤中钾的含量、形态、转化、供给及在土壤——作物系统内的循环、转化规律,对今后科学施用钾肥是十分必要的。为此,自1987年起我们按中国农科院统一方案,开展了钾肥长期定位试验,测试资料简要汇总简报于下:

1 材料与方法

1.1 供试土壤

黑土型风沙土(公主岭杨大城)、冲积土(双辽红旗)、白浆黑土(伊通爱民)。

表1 不同土壤各年度养分状况测试值

年 度	地 点	土壤名称	层 次 (cm)	有机质 (%)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	缓效钾 (mg/kg)
1987	杨大城	黑土型	0~20	1.11	90.6	9.8	52.0	461.0
		风沙土	20~40	1.08	86.2	7.8	51.6	427.7
			0~20	0.69	76.9	3.7	27.5	296.3
	红 旗	冲积土	20~40	0.73	67.9	2.2	25.1	335.1
			0~20	2.53	156.1	16.9	151.6	1016.0
	爱 民	白浆黑土	20~40	2.25	141.6	16.2	138.9	947.5
1988	杨大城	黑土型	0~20	1.39	85.6	20.6	63.4	386.7
		风沙土	20~40	1.24	82.7	11.2	58.0	365.1
			0~20	0.54	54.0	5.1	36.1	320.1
	红 旗	冲积土	20~40	0.55	44.4	3.0	33.1	329.9
			0~20	2.30	123.8	31.9	163.3	752.7
	爱 民	白浆黑土	20~40	1.96	91.4	24.9	125.3	762.3
1989	杨大城	黑土型	0~20	1.41	89.0	10.1	57.2	406.0
		风沙土	20~40	1.26	86.0	8.0	56.8	383.3
			0~20	0.57	56.2	3.8	35.8	337.1
	红 旗	冲积土	20~40	0.56	46.2	2.4	32.6	346.4
			0~20	2.46	128.8	17.4	174.7	789.6
	爱 民	白浆黑土	20~40	2.01	95.1	16.7	132.2	800.1

续表

年 度	地 点	土壤名称	层 次 (cm)	有机质 (%)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	缓效钾 (mg/kg)
1990	杨大城	黑 土 型	0~20	1.44	92.6	10.4	62.9	426.3
		风 沙 土	20~40	1.29	89.4	8.3	62.5	402.1
			0~20	0.71	58.4	3.9	46.5	353.8
	红 旗	冲 积 土	20~40	0.74	48.1	2.6	42.4	363.7
			0~20	2.51	133.9	17.9	136.9	828.4
		爱 民	20~40	2.25	129.9	17.2	141.4	840.0
1991	杨大城	黑 土 型	0~20	1.49	96.3	10.7	69.2	447.3
		风 沙 土	20~40	1.32	93.9	8.9	68.8	442.1
			0~20	0.75	60.7	4.2	60.5	370.6
	红 旗	冲 积 土	20~40	0.74	50.0	2.9	55.1	331.0
			0~20	2.56	139.2	18.4	199.1	869.4
		爱 民	20~40	2.29	102.7	17.7	150.8	882.0
1992	杨大城	黑 土 型	0~20	1.52	100.2	11.1	76.8	469.4
		风 沙 土	20~40	1.36	97.0	9.2	75.8	443.1
			0~20	0.76	63.1	4.5	72.6	888.5
	红 旗	冲 积 土	20~40	0.74	52.1	3.3	66.1	800.0
			0~20	2.62	144.7	18.2	212.0	912.4
		爱 民	20~40	2.33	106.8	18.0	161.3	926.1
1993	杨大城	黑 土 型	0~20	1.55	104.2	11.4	84.5	492.5
		风 沙 土	20~40	1.39	101.5	9.5	83.2	462.2
			0~20	0.78	65.6	4.7	84.1	407.4
	红 旗	冲 积 土	20~40	0.76	54.2	3.5	72.8	420.6
			0~20	2.67	150.5	18.7	226.8	957.6
		爱 民	20~40	2.39	111.0	18.5	172.3	927.3
1994	杨大城	黑 土 型	0~20	1.57	106.3	12.1	85.1	497.4
		风 沙 土	20~40	1.43	103.1	9.9	83.9	469.2
			0~20	0.81	66.1	5.4	86.6	409.5
	红 旗	冲 积 土	20~40	0.79	54.7	3.9	72.9	425.6
			0~20	2.69	156.5	19.3	229.8	961.3
		爱 民	20~40	2.40	113.7	18.9	175.4	981.1

1.2 供试肥料

N肥(硝铵、尿素、磷酸二铵)每公顷施纯N 225kg;P肥(磷酸二铵),每公顷施 P_2O_5 150kg;K肥(氯化钾)每公顷施 K_2O 75kg;OM农肥(有机质含量大于6%)每公顷施 45m³。

1.3 供试作物

玉米(当地主推品种)。

1.4 试验方法

采取田间小区试验,共设4个处理,分别为NP、NPK、NPOM、NPKOM。4次重复,随机排列,小区面积50平方米。每年试验内容相同,小区排列长期固定不变;为了解钾肥的合理施用量,于1989,1990年两年还在杨大城和红旗两地,设置了钾肥不同用量的辅助试验,试验设6个处理,每处理在NP肥(每公顷施N 225kg, P_2O_5 150kg)用量相同的情况下,每公顷施 K_2O 分别为0,112.5,225,450,675,900kg,3次重复,随机区组排列,小区面积50平方米。

2 试验结果

2.1 每年各点平均产量

每年定位试验各点平均产量见表2,3,4。

表2 杨大城各年平均产量表

kg/hm²

处 理	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年
NP	9 205.6	7 399.5	5 763.0	9 366.0	6 714.0	9 000.0	6 045.0	6 841.5
NPK	10 033.5	8 280.0	6 588.0	9 498.0	8 386.5	10 605.0	7 560.0	8 511.0
NPOM	9 363.0	7 753.5	6 651.0	9 798.0	8 791.5	10 725.0	7 200.0	8 959.0
NPKOM	10 258.5	8 818.5	8 106.0	9 634.5	9 000.0	11 040.0	8 550.0	9 321.0

表3 红旗各年平均产量

kg/hm²

处 理	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年
NP	8 047.5	8 062.5	8 475.0	8 442.0	8 460.0	7 920.0	7 860.0	7 305.0
NPK	8 535.0	8 554.5	9 165.0	9 097.5	9 165.0	8 685.0	8 640.0	7 650.0
NPOM	8 392.5	8 325.0	8 722.5	8 787.0	8 760.0	8 205.0	7 875.0	7 335.0
NPKOM	9 120.0	9 000.0	9 390.0	9 357.0	9 405.0	8 910.0	8 715.0	7 785.0

表4 爱民各年平均产量表

kg/hm²

处 理	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年
NP	8 212.5	9 237.0	9 559.5	8 700.0	9 300.0	8 616.0	7 155.0	7 462.5
NPK	8 542.5	9 172.5	10 327.5	11 100.0	11 340.0	9 498.0	9 345.0	7 854.0
NPOM	8 565.0	9 477.0	10 089.5	10 515.0	10 800.0	9 157.5	8 040.0	8 116.0
NPKOM	8 805.0	9 262.5	10 433.0	11 280.0	11 640.0	12 832.5	9 915.0	10 161.0

2.2 8年平均增产作用

8年各点平均产量见表5。

8年平均增产作用见表6。

2.3 钾肥的适宜用量

统计分析 1989年杨大城(黑土型风沙土)试验资料,见表7。

表5 8年各点平均产量表

kg/hm²

处 理	杨大城	红 旗	爱 民
NP	7 542.0	8 074.5	8 530.5
NPK	8 683.5	8 686.5	9 648.0
NPOM	8 655.0	8 302.5	9 345.0
NPKOM	9 340.5	9 076.5	10 317.0

表6 8年各点平均增产表

kg/hm²

地 点	处 理		增产率(%)		处 理		增产率(%)	
	NPKOM	NPOM	各 点	平 均	NPK	NP	各 点	平 均
杨 大 城	9 340.5	8 655.0	7.9		8 683.5	7 542.0	15.1	
红 旗	9 076.5	8 302.5	9.3	9.2	8 686.5	8 074.5	7.8	12.0
爱 民	10 317.0	9 345.0	10.4		9 648.0	8 530.5	13.1	

从表7可看出,玉米产量(Y)与施肥量(X)的相关曲线为一抛物线模型($Y=a+bx+cx^2$)。试验数据通过回归计算,得产量与施肥量的理论回归式为 $Y=398.2+7.63x-0.08x^2$, $F=38.148^{**}$ ($F_{0.01}=3.08$, $F>F_{0.01}$)回归关系极显著。

求最高产量施钾肥(K_2O)量:

表7 杨大城钾肥不同用量玉米产量表 kg/hm²

处理	I	II	III	平 均
K_0	6 219.0	6 535.5	5 715.0	6 159.0
$K_{7.5}$	7 219.5	7 806.0	5 188.0	6 739.5
K_{15}	6 889.5	6 069.0	8 188.5	7 045.5
K_{30}	8 494.5	8 436.0	8 608.5	8 512.5
K_{45}	7 584.0	10 041.0	8 482.5	8 704.5
K_{60}	8 226.0	9 934.5	7 237.5	8 266.5

$$x_{\max} = \frac{b}{-2c} = \frac{7.63}{2 \times 0.083} = 690 \text{ 公斤/公顷}$$

求经济施钾肥(K_2O)量:

$$x_{\text{opt}} = \frac{b - \frac{P_t(\text{肥价})}{P_g(\text{粮价})}}{-2c} = \frac{7.63 - \frac{2.00}{1.00}}{2 \times 0.083} = 510 \text{ 公斤/公顷}$$

求经济施肥量($N+P_2O_5+K_2O$)量:

$$x_{\text{opt}} = \frac{7.63 - \frac{(1.30 + 1.80 + 2.00)}{1.00}}{2 \times 0.083} = 230 \text{ 公斤/公顷}$$

(每公斤 N 1.30 元, P_2O_5 1.80 元, K_2O 2.00 元, 玉米每公斤 1.00 元)。

2.4 钾肥土宜及施钾临界值的确定

钾肥在我市一些土壤上确有增产效果,但有个别者不太显著。因此,确定土壤类型和施钾临界值,避免盲目施用钾肥是十分必要的。经测定沙性土壤速效钾含量与玉米相对产量间呈对数曲线关系。 $y = 19.1715 + 40.388 \lg x$, F 值为 6.933^{**}, 相关显著。用十字交叉法,以 y (相对产量)与 x (速效钾含量)的相关曲线图,用分割点阵的十字交叉法确定施钾临界值为 88mg/kg,该点对应的纵轴相对产量为 95%。表明沙质土壤中速效钾含量在 88mg/kg 以下时,配施钾肥可增产 10%以上。用同样方法求得,在质地较细的土壤上施钾临界值约为 110mg/kg。

2.5 土壤速效钾与植株体内氮、磷、钾含量的关系

通过逐年对植株样本秸秆和子粒的化验分析,得知土壤速效钾与植物体内氮、磷、钾的关系为:

2.5.1 土壤速效钾与植株体内钾的关系:土壤中速效钾与秸秆,子粒中的含钾量均呈直线正相关, $y = 0.46 + 0.0059x$, $y = 0.4608 + 0.0088x$, r 值分别为 0.8760^{**} 和 0.7796^{**},均达到极显著水准。

2.5.2 土壤速效钾与植株体内氮的关系:土壤中速效钾含量与玉米子粒中氮的含量呈极显著直线相关, $y = 1.347 + 0.0038x$, r 值为 0.8520^{**}。秸秆中氮的含量与土壤中速效钾含量呈对数曲线关系, $y = 0.5937 + 0.1976 \lg x$, F 值为 30.1340^{**},达到极显著水准。

2.5.3 土壤速效钾与植株体内磷的关系:土壤中速效钾含量与秸秆和子粒中磷的含量均呈对数关系, $y = 0.361 \lg x - 0.157$, $y = 0.4016 \lg x - 0.039$, F 值分别为 16.68^{**} 和 19.77^{**},均达到极显著水准。

2.6 土壤中速效钾和缓效钾的关系

土壤中的速效钾与缓效钾呈直线正相关, $y = 223.3548 + 3.7748x$, 相关系数 $r = 0.7766^{**}$,达到极显著水准。

3 结果分析

3.1 钾肥增产效果显著。每年的试验资料均进行了方差分析,结果表明,钾肥的增产效果极为显著。在配施有机肥的情况下,钾肥的增产幅度在 7.9%~10.4%之间,平均为 9.2%;而不施有机肥,钾肥的增产幅度在 7.8%~15.1%之间,平均为 12.0%。结果表明,在不施农肥或农肥少,土壤肥力低的地区施用钾肥是重要的增产措施,而在一些高氮、高磷的高产区增施钾肥也是实现持续高产稳产的重要手段。

(下转第 85 页)

3 小 结

通过对春大棚黄瓜主要产量性状之间的相关分析,初步认为:

3.1 发病率的变异系数最大,为 51.79%,发病率与早期产量、总产量、单瓜重、单株结瓜数和单株产量均呈负相关,表明在春大棚黄瓜新品种选育过程中应该着重解决发病率与产量之间矛盾。

3.2 早期产量与其它性状(发病率、第一雌花节位除外)之间均呈正相关,早期产量与总产量之间的相关系数为 0.9215,呈极显著,表明在提高总产量的春大棚黄瓜育种中,应着重注意早期产量的选育,同时注意单株节瓜数(节成性)的选育。

3.3 第一雌花节位与早期产量、总产量、单株结瓜数和单株产量 4 个性状之间均呈负相关,表明不宜选择第一雌花节位太低的品种。

3.4 早期产量与瓜长的相关系数为 0.5643,为显著水平,表明在选育早期产量高的新品种选育过程中,应选育瓜条较长、单瓜较重的品种。

参 考 文 献

- 1 范 藻编著.农业试验统计方法.河南科学技术出版社,1982,4 月
- 2 吴秀兰等.黑龙江省农家品种主要数量性状相关性的研究.黑龙江农业科学,1985,6 P25

(上接第 74 页)

3.2 试验表明,我市质地较粗的土壤施钾临界值为 88mg/kg,质地较细的土壤为 110mg/kg,即土壤速效钾测试值低于 88mg/kg 或 110mg/kg 时,施钾肥可获得显著的增产效果。施钾(K_2O)量以公顷施 510 公斤为宜。

3.3 施钾肥能提高秸秆和子粒中钾的含量,从而增加秸秆的韧性和强度,提高作物的抗逆性。同时施钾也增加了秸秆和子粒中氮、磷的含量,起到了以钾增氮、增磷,提高氮、磷肥利用率的作用,从而提高了粮食的产量和品质,增加了经济效益。

3.4 土壤中速效钾和缓效钾呈直线正相关,两者处于动态平衡中。在速效钾含量低的土壤上,需要增施钾肥,以提高土壤的供钾能力,多余的钾可转化为土壤缓效钾,从而提高土壤潜在供钾能力,协调土壤钾素平衡。

参 考 文 献

- 1 南京农学院.田间试验和统计方法.农业出版社,1985
- 2 陶勤南.回归分析与回归设计.北京农业科学,1984,专辑,31