

吉林省主要土壤氮磷化肥用量 与配比的试验研究

第六报 黑土磷肥力指标与建议施肥量

张 宽 赵景云 王秀芳 吴 巍 于天德 胡和云

(吉林省农业科学院土肥所)

本文根据吉林省黑土地区化肥试验网的田间试验与土壤测试结果,对黑土磷肥力指标与建议施肥量法进行了初步的总结,可供土壤普查应用和测土施肥工作参考。

一、试验方法和材料

化肥网试验是在吉林省中部长春和四平地区的榆树、德惠、双阳、九台、伊通、梨树、怀德等县不同肥力的黑土上进行的。供试土壤肥力的化学测定结果如下:厚层高肥力黑土全氮、磷(P_2O_5 下同)及有机质含量分别为0.13—0.16%, 0.07—0.11%及2.0—3.2%;速效氮磷分别为100—150ppm, 23—66.7ppm。中层中肥力黑土全氮、磷分别为0.1—0.12%, 0.07—0.09%, 有机质为1.8—2.4%;速效氮为80—102ppm, 有效磷为7—23ppm(少数高磷地块在20—58.1ppm)。薄层低肥力黑土全氮、磷和有机质含量分别为0.1—0.12%, 0.06—0.08%及1.7—2.1%;速效氮为80—101ppm, 有效磷为4—7ppm。高中低肥力黑土速效钾(K_2O 下同)为101—243ppm, pH为6.7—7.0。各试验点均于四月中、下旬播种前采0—15cm土样。土壤测试方法:全氮为凯氏法,全磷为钼兰比色法,有机质为丘林法,速效氮为碱解氮法,速效钾为火焰光度计法,pH为比色法,有效磷为Olsen法(pH8.5, 0.5M $NaHCO_3$, 25℃)

磷肥用量的田间试验方案设计是参照全国化肥试验网统一方案,结合本省情况制定。1982年为以氮定磷和D—饱和和最优回归设计,均设三次重复,1983年为以氮定磷,设三次重复,以及重复D—饱和和回归设计,设1—2次重复。具体方案如下:

表 1

1982年以氮定磷试验处理

(单位:斤/亩)

试验处理代号	以 氮 定 磷			
	高、中肥力地块用量		低肥力地块用量	
	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1	17.0	0.0	11.9	0.0
2	17.0	2.4	11.9	4.8
3	17.0	4.8	11.9	7.2
4	17.0	7.2	11.9	9.2
5	17.0	9.2	11.9	12.0
6	17.0	15.0	11.9	15.0

表 2

1982年D—饱和最优回归设计试验处理

(单位: 斤/亩)

试验处理代号	编 码 值		化 肥 实 施 量			
			高、中肥力地块用量		低肥力地块用量	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
1	-1	1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	1	30.6	0.0	20.4	0.0
3	-1	1	0.0	15.0	0.0	15.0
4	-0.1315	-0.1315	13.3	6.5	8.9	6.5
5	1	0.3945	30.6	10.4	20.4	10.4
6	0.3945	1	21.4	15.0	14.2	15.0

表 3 1983以氮定磷试验处理

(单位: 斤/亩)

试验处理代号	以 氮 定 磷	
	N	P ₂ O ₅
1	20.0	0.0
2	20.0	4.0
3	20.0	8.0
4	20.0	12.0
5	20.0	16.0
6	20.0	20.0

表 4 1983年重复D—饱和回归设计

试验处理

(单位: 斤/亩)

试验处理代号	编 码 值		化 肥 实 施 量	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
1	0	0	0	0
2	1	0	36	0
3	0	1	0	26
4	0.45	0.45	16.2	11.7
5	1	0.70	36	18.2
6	0.70	1	26.2	26
7	0.70	0	26.2	0
8	0	0.70	0	18.2
9	0.30	0.30	10.8	7.8
10	0.70	0.45	25.2	11.7
11	0.45	0.70	16.2	18.2
12	1	1	36	26

试验小区面积为40—60m², 6—8垄, 外设保护行。施肥方法: 磷肥全量和氮肥的1/3作口肥或底肥, 条施或穴施, 氮肥的2/3作追肥, 于六月下旬一次追施。供试肥料为硝酸含N34%和三料过石含P₂O₅46%, 供试作物为玉米, 品种为“吉单101”, 1983年少数地块为“四单八”, 试验区九月末收获, 分小区单收单测产。

二、田间试验与土壤有效磷测试结果

(一) 玉米施用磷肥的效应方程

将上述各项试验所得到的产量数据⁽¹⁾和相应处理施肥量分别输入电子计算机, 以二次式 $y = B_0 + B_1x + B_2x^2$ 为数学模型, 进行程序计算得到施肥效应方程列入表5, y代表玉米产量, x为施磷量, B₀, B₁, B₂为方程系数。

以上施肥效应方程R值、F值经统计检验绝大部分达显著或极显著水平。由于施肥报酬递减, 方程中B₁项系数应为正值, B₂应为负值, B₁为负值时施磷无效, B₀为不施磷的产量。

(二) 磷肥施用的最优化指标与土壤有效磷测定值

运用施肥效应方程可以求出施肥的最优化指标, 分别取y对x的一阶导数令其等于0时可求得最高产量施肥量, 令其等于肥料价格与玉米价格的比值时, 可求得获最高施肥利润的施肥量, 一般也叫经济施肥量。玉米价格以平价0.1元/斤, 磷肥价格也以平价三料

表 5

玉米施用磷肥的效应方程

(1982年亩施17斤N)

代 号	回 归 方 程	试验小区数	R	F
1	$y=945.52+22.12x-1.36x^2$	18	0.880	11.88
2	$y=895.93+27.79x-1.21x^2$	18	0.884	8.59
3	$y=835.60+17.57x-0.94x^2$	18	0.967	34.43
4	$y=710.47+48.41x-2.05x^2$	18	0.926	14.57
5	$y=1184.35+9.44x-0.50x^2$	18	0.990	127.03
6	$y=725.58+15.41x-0.80x^2$	18	0.700	30.51
7	$y=969.84+25.42x-1.32x^2$	48	0.985	68.06
8	$y=796.50+19.56x-0.94x^2$	24	0.920	11.06
9	$y=1121.17+9.15x-0.53x^2$	24	0.885	15.56
10	$y=617.21+57.70x-2.30x^2$	24	0.983	55.68
11	$y=680.24+38.68x-1.31x^2$	24	0.830	4.35
12	$y=733.22+37.0x-1.63x^2$	24	0.958	22.40
13	$y=628.40+37.39x-2.24x^2$	24	0.982	55.09
14	$y=1005.4-3.32x-0.41x^2$	18	0.828	5.24

(1983年亩施20斤N)

1	$y=830.9+22.30x-0.60x^2$	12	0.896	4.91
2	$y=725.6+13.0x-0.39x^2$	12	0.810	2.30
3	$y=865.90+18.80x-0.53x^2$	12	0.974	22.19
4	$y=1023.90+24.20x-0.52x^2$	24	0.904	5.37
5	$y=1286.40+16.70x-0.52x^2$	12	0.888	4.49
6	$y=1260.3+15.50x-0.53x^2$	12	0.854	3.24
7	$y=675.0+54.24x-1.96x^2$	12	0.898	15.76
8	$y=825.6+27.47x-0.75x^2$	24	0.950	14.70
9	$y=1250.47+18.47x-0.65x^2$	24	0.750	10.31
10	$y=870.64+41.53x-1.70x^2$	24	0.949	72.51
11	$y=630.65+52.22x-2.20x^2$	24	0.884	28.65
12	$y=589.14+22.46x-0.72x^2$	24	0.689	7.24
13	$y=1184.40+22.50x-1.11x^2$	24	0.837	5.46
14	$y=1062.90+29.45x-1.11x^2$	24	0.951	77.18
15	$y=687.21+30.13x-1.27x^2$	24	0.822	16.65
16	$y=976.80+39.27x-1.46x^2$	24	0.818	16.19
17	$y=1362.81+7.11x-0.54x^2$	24	0.753	3.90
18	$y=1297.80+17.20x-0.62x^2$	12	0.977	23.37

0.391元/斤 P_2O_5 ，氮肥以硝铵0.456元/斤N计算。现将各试验点最优化施肥指标(施肥量、产量、利润)，无肥区产量，相对产量及土壤有效磷测定值一并列入表6。

三、黑土磷肥力分级指标的划分

(一) 土壤有效磷测定值与玉米产量的校验研究

吉林黑土的磷素养分提取量与作物吸收量的相关分析业已表明Olsen法土壤有效磷测

表 6

施肥量、产量指标及有效磷测定值

(单位: 斤/亩 P_2O_5 ppm)

代 号	有效磷	ck	最高产量施肥量		经济施肥量		相对产量 (%)	施磷 最大增产量 (Δy)
			P_2O_5	产 量	P_2O_5	产 量		
1982年								
1	15.4	883	8.1	1035	6.7	1033	91.4	89.5
2	11.9	772	11.5	1091	9.9	1073	82.1	195.1
3	11.8	621	9.3	917	7.3	914	91.2	81.4
4	7.3	511	11.8	996	10.9	994	71.4	285.5
5	22.8	543	9.5	1229	5.6	1222	96.3	44.6
6	7.7	576	9.6	800	7.2	795	90.8	74.4
7	20.0	562	9.6	1092	8.2	1090	88.8	122.2
8	11.8	618	10.4	898	8.3	894	86.9	101.5
9	22.8	501	8.6	1161	4.9	1153	96.0	39.8
10	7.3	577	12.5	979	11.6	977	61.2	361.8
11	7.7	503	14.8	966	13.3	963	72.3	285.8
12	9.1	579	11.3	943	10.1	941	77.2	209.8
13	11.6	502	8.3	784	7.4	782	79.5	155.6
14	66.8	743	0	1005	0	—	100	0
1983年								
1	17.0	556	18.5	1036	15.2	1029	80.2	205.1
2	11.5	582	16.7	834	11.7	825	87.1	108.4
3	7.3	643	17.7	1033	14.1	1026	83.8	187.1
4	6.9	707	23.3	1306	19.5	1298	78.4	283.1
5	27.8	1019	16.1	1427	12.8	1413	90.5	134.6
6	14.7	1128	14.6	1374	10.9	1366	87.6	113.7
7	4.4	617	13.8	1077	12.8	1072	62.8	402
8	8.7	572	18.3	1054	15.7	1048	78.4	228.4
9	18.3	1214	14.1	1382	11.1	1375	90.4	131.5
10	7.3	600	12.2	1124	11.0	1122	77.5	253.4
11	17.0	548	11.8	941	10.9	938	87.1	310.3
12	4.3	506	15.5	764	12.8	759	77.1	174.9
13	14.7	1149	10.1	1298	8.3	1295	91.2	113.6
14	30.4	641	13.2	1258	11.5	1256	84.5	195.2
15	6.9	472	12.2	866	10.6	864	73.3	178.8
16	6.9	760	13.4	1241	12.1	1238	78.7	264.2
17	58.1	728	6.5	1376	2.9	1369	98.3	63.2
18	12.6	652	13.9	1417	10.7	1411	91.6	119.2

定值能准确的反应土壤磷素对玉米的有效性, 加之该法快速、准确、具有重现性, 故可作为黑土有效磷的测定方法。

在玉米—黑土—寒温带气候体系中, 1982—1983年进行的土壤有效磷测定值与玉米大田产量的校验研究结果(表6)表明, 随着土壤有效磷测定值的增加, 不施磷产量(相当于 B_0), 相对产量和氮磷配合施用的经济施肥量的产量, 最高施肥量的产量增加, 而施磷增产量渐减。见图1所示, 相对产量随测定值增加, 逐渐趋于极限100%, 同时边际产量递

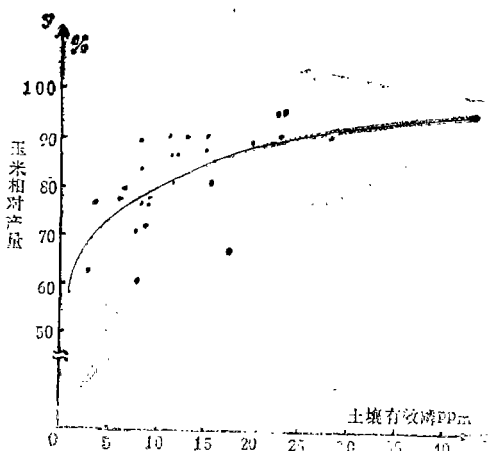


图1 玉米相对产量与土壤有效磷相关图

减。这种相对产量依递减率而增加的生产现象适合于 Mitscherlich 方程，也可用对数方程式表达，本试验得出玉米相对产量 y (%) 与土壤有效磷测定值 $\text{ppm} - \text{P}_2\text{O}_5$ 的相关关系式为：

$$1982\text{年 } y(\%) = 48.59 + 13.09 \text{LN} X \\ N = 14 \quad R = 0.7644^{**}$$

$$1983\text{年 } y(\%) = 61.68 + 8.39 \text{LN} X \\ N = 18 \quad R = 0.6565^{**}$$

$$1982-1983\text{年 } y(\%) = 56.81 + \\ 16.52 \text{LN} X \quad N = 32 \quad R = 0.6984^{**}$$

黑土有效磷测定值与玉米相对产量的关系函数表明，两年均达极显著水平，证明曲线拟合十分良好，可以用测定值判定玉米磷素的营养水平。

(二) 黑土磷肥力水平划级

黑土有效磷测定值与玉米相对产量的相关关系可作为黑土磷肥力水平的划级依据，用图解法和回归计算法亦可得出：当土壤有效磷测定值为 7 ppm 时，相对产量 75% 左右，23 ppm 时为 90% 左右，40 ppm 时达 95% 以上。根据第二次土壤普查结果，吉林省土壤，严重缺磷，大多数地块有效磷低于 23 ppm，在校验研究的基础上结合我省上述实际情况采用复合划级法对黑土磷肥力指标进行如下划分：

表7 黑土有效磷划级，肥力指标及玉米相对产量比较

级 别	有效磷 ppm	相对产量 (%)	可能达到的最高产量 (斤/亩)	施磷的预期效果
低	< 7	< 75	< 1000	非常显著
中下	7—10	75—80	1000—1100	极显著
中	10—15	80—85	1100—1150	显著
中上	15—23	85—90	1150—1200	显著
高	23—40	90—95	1200	有效
很高	> 40	> 95		不显著

四、按肥力指标建议施肥量

(一) 土壤有效磷测定值与玉米磷肥施用量的相关关系

运用施肥效应方程，得到了各项试验玉米的最高产量施肥量和获最大利润的经济施肥量，如表 6 所列，玉米磷肥用量随土壤有效磷的增加而渐减，最终趋近于 0，这种关系适合于对数曲线方程。本试验得出玉米最高产量施肥量 y 斤/亩与土壤有效磷测定值的相关关系为：1982、1983 两年 $y = 21.20 - 3.48 \text{LN} X$ $N = 32$ $R = -0.5303^{**}$ 1982、1983 两年玉米经济施肥量与土壤有效磷测定值的相关关系为： $y = 19.58 - 3.27 \text{LN} X$ $N = 32$ $R = -0.6342^{**}$ 。以上两个相关式 R 值均达到 0.01 显著水准，故可建议作为玉米磷肥用量的基础。

(二) 建议施肥量

目前世界各国在决定磷肥用量上, 普遍采用两种方法, 一种以培肥土壤为主来满足作物需要, 事先施用大量磷肥, 使土壤有效磷贮量一下子就提高到某一临界水平以上, 纠正土壤缺磷以后, 每年施肥保证土壤磷在这一临界水平以上; 另一种以满足作物需要为主, 兼顾部分培肥土壤。后种方法较为适合我省实际情况, 本试验提出的建议施肥方案, 属于部分培肥土壤, 以满足作物需要为主。以土壤有效磷量与玉米最高产量施肥量和经济施肥量相关关系的对数方程作为测土施肥的经验公式, 同时列出经济施肥量和最高产量施肥量, 供农民选择应用。其中经济施肥量的计算均用平价计算, 而最高产量施磷量不受粮食价格和化肥价格的影响, 为经济施肥量的上限。在资金肥源充足的情况下, 可选用最高产量施磷量, 一般情况下可采用经济施肥量。推荐施肥方案及建议施肥量如下。

表 8 建议施肥量卡片 (单位: P_2O_5 斤/亩)

建议项目及经验公式	土壤有效磷ppm— P_2O_5					
	7	10	15	23	30	40
最高产量施磷量 $Y=2120-3.72LNX$	14.4	13.2	11.8	10.3	9.4	8.4
经济施磷量 $Y=19.53-3.72LNX$	12.4	11.6	9.5	8.0	7.0	5.9

(上接66页)

结 果 与 讨 论

(一) 玉米园斑病仅为害吉单101制种亲本吉63 经1983、1984两年试验示范, 剥苞叶法防治园斑病, 简单易行, 经济有效, 建议生产部门, 在自交系吉63扩繁或吉单101制种时大力推广应用。即使现在已经选育出抗园斑病的吉63, 也并非不感染园斑病, 所以此方法仍有积极防治作用。

(二) 剥苞叶要选择适宜的时期 玉米园斑病流行时, 果穗籽粒灌浆末期, 病菌未侵染到籽粒之前, 将果穗苞叶完全剥开, 防治园斑病效果在75%左右。苞叶剥早了影响籽粒灌浆, 百粒重降低, 尤其是种皮破裂, 感染园斑病比对照还重, 但是剥苞叶过晚, 病菌已侵染到籽粒影响防治效果。

(三) 利用药剂粉锈宁防治园斑病也有良好效果 在喷药时期, 一定要选在雌穗冒尖期, 过早过晚均会影响防治效果。

参 考 文 献

- (1) 白金铠、潘顺法、姜品春, 1982年玉米园斑病防治研究, 《植物保护学报》9(2): 113—118页,
- (2) 潘顺法、姜品春、白金铠, 1983年玉米园斑病药剂防治试验, 吉林省农科院内部资料。
- (3) 潘顺法、姜品春、白金铠, 1982年防治玉米园斑病的有效农药—Bayleton等三唑类杂菌剂, 吉林省农科院内部资料。