

在当前土壤肥力条件下 玉米经济施肥研究初报

冯黎光 杨铁成 俞桂云

(四平市土肥站)

四平市以前肥料试验一般以氮、磷、钾单因子作用对产量效应进行设计,方法简单,方便,取得了一些科学施肥的有关模式和参数,并用其进行配方施肥,连续几年取得了增产增收的效果。但随着施肥和产量水平的提高,土壤养分也产生了很大变化,如继续应用这些模式和参数,已不能适应当前土壤肥力条件下科学施肥的需要。因为,现今很少单一施肥,而是将氮磷、氮磷钾和氮磷钾微肥几种肥料配合施用。为掌握氮磷单因子和两者交互作用对玉米产量的效应,以及了解氮磷肥试验用量以外的氮磷施用量对产量和品质的影响,我们用氮磷两种肥料配合试验,选用二元二次曲面方程($y = a + bx + cx^2 + dz + ez + fxz$)模拟玉米产量(y)对氮磷肥配合施用的效应,以获得配方施肥的有关模式与参数、经济施肥量范围及预测以产经济施肥标准,而设计本试验。

表1 试验处理(单位: kg/亩)

处理代号	处理名称	纯N用量	纯P用量 (P_2O_5)
1	N_0P_0	0	0
2	N_0P_1	0	5
3	N_0P_2	0	10
4	N_1P_0	12.5	0
5	N_1P_1	12.5	5
6	N_1P_2	12.5	10
7	N_2P_0	17.5	0
8	N_2P_1	17.5	5
9	N_2P_2	17.5	10

一、材料和方法

(一) 设计

1987—1988年在四平市不同地点共设置了8个点,设计方案为二因素三水平九处理(见表1),小区面积为 $24m^2$,4次重复,随机区组排列。

(二) 供试土壤

各试验点土壤条件见表2。

(三) 供试作物

作物为玉米。公主岭4个点和梨树董

表2

试验点土壤肥力状况

编号	地点名称	土壤名称	基础养分肥力			
			有机质 (%)	碱解氮 (ppm)	速效磷 (P_2O_5 , ppm)	速效钾 (K_2O , ppm)
1	公主岭黑林子西洼三社	厚层黑钙土	1.90	146.1	10.6	82.5
2	公主岭黑林子西洼三社	厚层黑钙土	2.01	147.2	14.4	91.1
3	公主岭杨大城镇长兴三社	风砂土	0.92	96.3	10.9	55.0
4	公主岭杨大城镇五星果园	风砂土	1.21	102.1	14.5	67.0
5	梨树董家乡周油坊五社	黑土	1.86	123.6	4.8	115.0
6	梨树董家乡周油坊五社	黑土	2.45	104.3	21.0	132.0
7	梨树白山乡跃进三社	黑土	1.64	112.8	5.1	108.2
8	梨树白山乡跃进九社	黑土	1.96	131.1	8.1	113.4

家 2 个点的品种为丹玉 13, 梨树白山 2 个点为四单 8。

二、结 果 与 讨 论

(一) “肥料效应曲面” 方程的确定

试验的 8 个点由于土壤条件不同, 年际间气象因素差异均使产量变化很大。各试验点产量见表 3。

表 3

玉米氮磷肥试验产量表

(单位: kg/亩)

试验地 处理 代号	公主岭黑林子		公主岭杨大城		梨树董家乡		梨树白山乡	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988	1987	1988
1	422	426	531	559	378	458	439	360
2	485	498	581	629	528	618	536	416
3	494	501	532	560	536	626	537	396
4	522	629	593	641	737	792	634	552
5	529	664	607	635	776	856	699	540
6	531	671	599	627	781	867	723	537
7	530	601	565	593	720	800	623	463
8	535	644	593	621	782	872	664	556
9	547	681	606	634	787	889	718	589
平 均	510.9	590.6	578.6	611.0	669.4	752.9	619.2	489.9
F 值	2.36*	53.14*	4.08**	1.39	58.37**	72.55**	38.34**	6.15**

由表 3 产量确立的“肥料效应曲面”方程为:

$$\text{黑林子 (1987年)} y = 431.1 + 13.5N - 0.48N^2 + 18.1P - 0.95P^2 - 0.39NP$$

$$R = 0.892$$

$$\text{黑林子 (1988年)} y = 435.1 + 26.6N - 0.97N^2 + 13.7P - 0.69P^2 - 0.03NP$$

$$R = 0.994$$

$$\text{杨大城 (1987年)} y = 542.1 + 7.8N - 0.37N^2 + 8.7P - 0.9P^2 + 0.19NP$$

$$R = 0.933$$

$$\text{杨大城 (1988年)} y = 577.4 + 8.9N - 0.45N^2 + 9.7P - 1.04P^2 + 0.16NP$$

$$R = 0.836$$

$$\text{董 家 (1987年)} y = 393.1 + 42.2N - 1.31N^2 + 30.5P - 1.31P^2 - 0.6NP$$

$$R = 0.994$$

$$\text{董 家 (1988年)} y = 472.2 + 37.5N - 1.06N^2 + 33.5P - 1.73P^2 - 0.5NP$$

$$R = 0.995$$

$$\text{白 山 (1987年)} y = 448.7 + 27.2N - 0.99N^2 + 17.5P - 0.77P^2 - 0.07NP$$

$$R = 0.992$$

$$\text{白 山 (1988年)} y = 375.96 + 20.2N - 0.78N^2 + 9.99P - 0.85P^2 + 0.34NP$$

$$R = 0.954$$

按各试验点的肥料效应曲面方程计算的产量与实际产量间的拟合程度除黑林子(1987)、杨大城(1988)拟合指数R值在0.9以下,其余6个点均在0.9以上。说明用该方程模拟试验结果是良好的,同时也表明在最高产量范围内,用各曲面方程在特定的土壤条件下,规划以产经济施肥是可靠的。

(二) 等产线、脊线和最适配比线的确定

根据各试验点肥料效应曲面方程可计算出各点的最大施肥量及理论最高产量值(见表4)。

表4 玉米理论最高产量及施肥量 (单位: kg/亩)

年度	地点							
	黑林子		杨大城		董家		白山	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988	1987	1988
最大N肥用量	11.2	13.5	12.1	10.8	14.5	15.9	13.3	14.9
最大P肥用量(P ₂ O ₅)	7.2	9.6	6.1	5.4	7.0	7.3	10.7	8.8
理论最高产量	571.4	681.5	615.9	652.4	806.3	894.8	724.5	571.2

以磷、氮肥为纵、横座标作模拟图时,这两个施肥量在图上所得交点即为效应曲面方程的最高点(即最高产量点),同理可得其它试验点的等产线图及脊线R₁、R₂(见图1-4)。

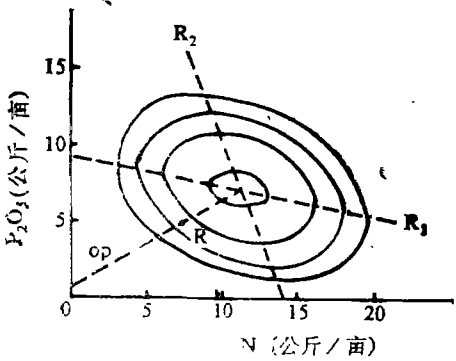


图1 黑林子(1987)等产线

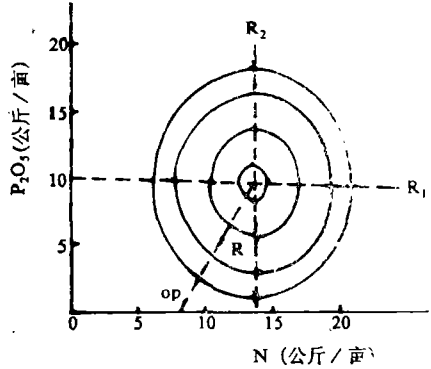


图2 黑林子(1988)等产线

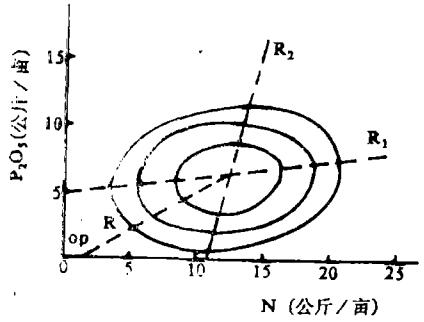


图3 杨大城(1987)等产线

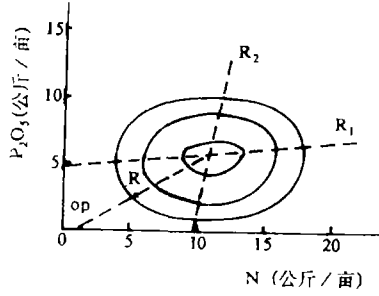


图4 杨大城(1988)等产线

根据各试验点的曲面方程及肥料单位价格可计算出各试验点的氮、磷最适配比线(OP)。

当已知肥料及产品价格时,可计算出该方程的最适施肥量(即经济施肥量),本试验肥料价格(1988年)为纯N1.38元/公斤, P_2O_5 1.78元/公斤,玉米0.312元/公斤。通过最适施肥量又可计算出该试验的气候、土壤条件下的理论经济产量(见表5)。

表5 玉米理论最适产量及施肥量

地点	年度	理论最适产量	最适施肥量 (kg/亩)		最适比例 N : P_2O_5
			N	P_2O_5	
黑林子	1987	557.0	7.4	4.96	1 : 0.67
	1988	664.8	11.3	5.60	1 : 0.50
杨大城	1987	589.6	5.2	2.2	1 : 0.43
	1988	631.5	5.4	2.4	1 : 0.44
董家	1987	798.6	13.2	5.5	1 : 0.41
	1988	886.5	14.1	6.0	1 : 0.42
白山	1987	709.7	11.3	7.1	1 : 0.63
	1988	550.5	11.2	4.8	1 : 0.43

(三) “肥料效应曲面”在氮磷配比施肥中的应用

通过“肥料效应曲面”方程作出的效应曲面图是氮磷肥料在特定条件下所能得到的理论计算产量的全面反映。但不同的土壤肥力以及气候、作物栽培管理不同,都可使各地块的生产能力表现不同。以图1为例,黑林子1987年可能获得的理论最高产量(即最高产量点)是571.4公斤/亩,而实际最高产量是547公斤/亩,说明由诸因素的影响,而使实际与理论最高产量有差距,年份不同,同一地块的理论最高产量也有一定的变幅。

由两条等产脊线(R_1 、 R_2)所构成的区域是氮磷合理施肥区。可以看出当产量较低时,氮磷施肥量选择区范围较宽,反之则较窄。黑林子(1987年)无肥区产量为437公斤/亩,要达到540公斤/亩时则亩施N2.5—14.5公斤, P_2O_5 1.2—9.5公斤范围内,随着产量的提高,施肥范围也变窄,当达到最高产量571.4公斤/亩时,则氮磷施肥量只有一个即亩施纯N11.2公斤, P_2O_5 7.2公斤。

等产脊线从产量角度来说合理的,但生产中肥料及粮食价格是一定的,因此在计算施肥量时,在合理施肥区内只能有一条最佳配比线OP(即经济施肥线)。经济施肥线表示的是一个经济指标,这个指标随氮磷肥及产品价格的变化而变化,而且随着产量的不同其氮磷最佳配比也不同,从图1可以看出,OP线与等产线相交各点即为该产量的经济施肥量,范围为 P_2O_5 4—6.5公斤, N5.8—10公斤。最适肥料配比点R所代表的氮磷肥用量,是在该试验点特定的条件下经济效益最佳的氮磷用量,高于或低于这个施肥量,虽然产量增加或投入减少,但从经济效益角度来讲都不高。黑林子1987年按经济产量施肥每亩可盈利153.97元,而按最高产量施肥则每亩盈利149.99元,比经济施肥每亩少收入3.98元。

综上所述,通过试验确立的“肥料效应曲面”回归方程及其参数,可以科学地规划四平市配方施肥方案,起到低投入,高产出,达到增产增收的目的。