

吉林省主要土壤氮磷化肥用量 与配比的试验研究*

第八报：白浆土玉米地力分级函数法配方施肥技术

赵景云

张宽

于智富

(吉林省农科院院长白山所)

(吉林省农科院土肥所)

(吉林省永吉县农业局)

配方施肥从定量施肥的不同依据来划分,可归纳为三个类型:第一类地力分级(区)配方法;第二类目标产量配方法;第三类肥料效应函数法。本项研究表明:建立了白浆土玉米经济施肥模式,就可以运用数学模式,把上述三类方法有机的联系起来。本文运用经济施肥的数学模式,提出了地力分级效应函数法配方施肥技术。该项技术可繁可简,在拥有微机 and 现代测试手段的地方,可应用土壤测试结果用微机进行程序计算,提出优化施肥配方;在不具备上述条件的基层单位或个体农户,无需事先化验土壤,只要根据前一年的实际施肥量和实际产量就可运用模式,求出无肥田产量,从而判定土壤肥力等级,查表优选施肥配方;运用氮磷化肥最佳配比线公式,制定和平衡肥料计划。

一、判别土壤肥力等级

白浆土玉米地力分级函数法配方施肥技术,首先要判别欲施肥地块的土壤肥力等级。判别方法有化学方法和生物学方法,化学方法即进行土壤养分分析,生物学方法主要以无肥田产量为主标志。本项研究表明:运用白浆土玉米经济施肥的数学模式,可以借助上一年的玉米实际产量和实际施肥量求出无肥田产量。经济施肥数学模式的通式为:

$$Y = B_0 + B_1 X_N + B_2 X_P + B_3 X_N X_P + B_4 X_N^2 + B_5 X_P^2$$

移项即得:

$$B_0 = Y - (B_1 X_N + B_2 X_P + B_3 X_N X_P + B_4 X_N^2 + B_5 X_P^2)$$

上式中 B_0 为无肥田产量, Y 为玉米产量(可视为上年实际产量), X_N 、 X_P 分别为氮、磷化肥用量(可视为上年实际施肥量)。只要知道上年的施肥量和实际产量便可以求出无肥田产量。在实际应用中,可以将上一年的实际产量、施肥量代入全区汇总的经济施肥模式中,求出无肥田产量,按照无肥田产量,判定土壤肥力等级,若能取得土壤养分化验数据,等级判定将更准确。等级划分标准按照第七报⁽³⁾一文中白浆土土壤肥力分级标准划分。在实际应用中,经计算得出无肥田产量后,判定土壤肥力等级时还应考虑欲施肥地块的地形、地貌和黑土层厚度,最好能结合土壤有效磷的测定。一般情况下,高肥地块分布于平坦地段,村屯附近,黑土层深厚,或经多年培肥的地块。中上等肥力地块距村屯较近,黑土层20~30cm,处于坡岗的中下部中下等肥力地块,黑土层10~20cm,处坡岗的

*参加本项试验工作的还有省农科院土肥所王秀芳、吴巍、胡和云,永吉县农业总站李忠泽,科委历文华,基层农业站8位同志,蛟河县农业站金淑子等7位同志。

中上部低肥力地块，处于坡岗顶部，黑土层很薄不足10cm，或底土裸露。

二、计算施肥配方

在判定土壤肥力等级以后选用相应肥力等级的经济施肥数学模式，运用数学模式可以求出满足一定经济条件的施肥量。设L为施肥利润，Y为施肥后玉米产量，Q为玉米单价， h_1 和 h_2 分别为氮肥和磷肥单价， X_N 、 X_P 为氮肥和磷肥施用量。根据边际分析的原理，在同时施用两种肥料时，假定两种肥料的边际利润都等于R，则有施肥利润对肥料投资的偏导数都等于R，即：

$$\frac{\partial L}{\partial X_N h_1} = \frac{\partial L}{\partial X_P h_2} = R$$

满足这个条件的联立方程组应为：

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial X_N} = -\frac{h_1}{Q} (R+1) \\ \frac{\partial y}{\partial X_P} = -\frac{h_2}{Q} (R+1) \end{cases}$$

将不同R值代入解联立方程组，所得到的 X_N 、 X_P 值，就是边际利润为R时施肥量。当 $R = -1$ 时，Y对 X_N 与 X_P 的偏导数都等于0，此时方程组的解即为获得最高产量时的施肥量。当 $R = 0$ 时，Y对 X_N 与 X_P 的偏导数分别等于两种肥料的单价与粮食单价的比值，此时方程组的解为获得最高施肥利润的施肥量，在经济施肥的研究中，通常称这两项指标为最高施肥量和最佳施肥量。由于各地生产条件，经济发达程度和肥料来源不尽相同，不可能都采用最佳施肥量。因此，在进行配方施肥的实施过程中，需要计算R值为2.0、1.5、1.0、0.5等边际利润时的施肥量，本试验应用中国农科院土肥所编的“FERT-2”BASIC二元肥料经济分析程序进行计算的。计算中玉米价格按0.27元/公斤、氮肥(N)1.10元/公斤、磷肥(P_2O_5)1.30元/公斤计算。在有计算机的地方可以选用相应于欲施肥地块土壤肥力等级的经济施肥模式，运用模式通过程序运算打印出配方施肥投入产出表，没有计算机时，可按照事先打印好的配方施肥投入产出一览表(见表1)，选择优化施肥配方。

表1 白浆土玉米经济施肥投入产出一览表

指 标 土壤肥力等级	边际利润 (R值)	施肥量(公斤/亩)		增 产 量 (公斤/亩)	投 资 (元/亩)	增 产 值 (元/亩)	利 润 (元/亩)	N : P_2O_5	无肥田产量 (公斤/亩)
		N	P_2O_5						
高 肥 力	0	8.85	0.63	102	10.44	27.55	17.10	1 : 0.10	300—425
	-0.5	10.32	3.56	116	15.37	31.24	15.87	1 : 0.34	平均358
	-1.0	11.79	6.49	121	20.29	32.47	12.18	1 : 0.55	
中 上 肥 力	2.0	5.77	1.17	112	7.66	30.09	22.43	1 : 0.20	300—410
	1.5	7.15	2.16	139	10.30	37.35	27.05	1 : 0.30	平均345
	1.0	8.54	3.14	161	12.94	43.29	30.35	1 : 0.37	
	0.5	9.42	4.13	178	15.50	47.91	32.33	1 : 0.44	
	0	11.30	5.12	190	18.22	51.21	32.99	1 : 0.45	
	-1.0	14.07	7.10	200	23.50	53.85	30.35	1 : 0.50	

(续表1)

土壤肥力等级	指 标 边际利润 (R值)	施肥量(公斤/亩)		增 产 量 (公斤/亩)	投 资 (元/亩)	增 产 值 (元/亩)	利 润 (元/亩)	N : P ₂ O ₅	无肥田产量 (公斤/亩)
		N	P ₂ O ₅						
中下肥力	2.0	7.56	2.17	176	10.77	47.48	36.70	1 : 0.29	200—300
	1.5	8.76	3.06	200	13.09	53.86	40.76	1 : 0.35	平均246
	1.0	9.96	3.95	219	15.41	59.08	43.66	1 : 0.40	
	0.5	11.16	4.83	234	17.73	63.14	45.40	1 : 0.43	
	0	12.36	5.72	245	20.06	66.04	45.93	1 : 0.47	
	-1.0	14.76	7.49	253	24.70	68.36	43.66	1 : 0.51	
低 肥 力	2.0	8.64	3.77	243	13.76	65.50	51.73	1 : 0.44	200以下
	1.5	9.78	4.45	263	15.78	71.03	55.25	1 : 0.45	平均140
	1.0	10.91	5.12	280	17.79	75.56	57.79	1 : 0.47	
	0.5	12.05	5.80	293	19.80	79.08	59.23	1 : 0.48	
	0	13.19	6.82	302	21.81	81.60	59.73	1 : 0.49	
	-1.0	15.46	7.82	309	25.84	83.61	57.77	1 : 0.51	
全区汇总	2.0	7.29	2.58	175	10.93	47.07	36.14	1 : 0.35	140—425
	1.5	8.53	3.40	188	13.23	53.40	40.16	1 : 0.40	平均253
	1.0	9.78	4.23	217	15.53	58.57	43.04	1 : 0.43	
	0.5	11.02	5.05	232	17.83	62.60	44.76	1 : 0.46	
	0	12.27	5.87	243	20.13	65.47	45.34	1 : 0.48	
	-1.0	14.76	7.52	251	24.73	67.77	43.04	1 : 0.51	

三、最佳配方的优化选择

白浆土区玉米配方施肥投入产出一览表，是运用玉米经济施肥模式经计算机程序运算而编制的，表中所列出的每组配方施肥量，都是满足一定边际利润的最佳配方，边际利润R值越大，化肥投入量越低，玉米产出越少，所以表中能够反映出生产中不同的投入产出阶段，实际应用中可以根据各地的实际情况，对照投肥水平，选择适宜的配方。在配方的优化选择中，氮肥应选择最佳施肥量，磷肥应尽量选择最高产量施肥量。根据磷肥施用的土壤信息，对贫瘠缺磷土壤施用比当年需要量高得多的磷肥的做法是正确的。西欧一些发达国家现在之所以能够保持较高的单产水平，是因为过去施用了大量的磷肥，多施磷有助于加速建立一个有效的土壤磷贮备库。施肥是提高土壤有效磷贮备的唯一手段，在我省白浆土严重缺磷的情况下，应该多施些磷。因此最高产量施肥量应该是磷肥施用的优选指标。就全区而言，最佳配方优化选择结果是：亩施N12.3公斤，P₂O₅7.5公斤，N : P₂O₅为1 : 0.6。

四、氮磷最佳比例配方施肥法

全国专家论证指出，比例法是通过一种养分的定量，然后按养分之间的比例关系来决定另一种养分的用量。运用玉米经济施肥的数学模式，可以推导出计算化肥最佳配比的直线公式，运用最佳配比线公式，就可以通过一种养分的定量，计算另一种养分的最佳配比量。最佳配比线公式是：

$$X_P = \left(\frac{B_3 - 2B_4q}{B_3q - 2B_5} \right) X_N - \frac{B_1q - B_2}{B_3q - 2B_5}$$

式中 X_P 代表施磷量, X_N 代表施氮量, q 代表化肥比价 (磷: 氮), B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 为经济施肥数学模式中的各项系数, X_N 与 X_P 只要有一种肥料先定量, 就可按公式计算另一种肥料的用量。将不同肥力白浆土玉米经济施肥数学模式中的各项系数分别代入上式, 经简化计算即可得到不同肥力白浆土玉米施用氮磷化肥的最佳配比直线公式 (见表 2)。

表 2 白浆土玉米配方施肥最佳配比线公式

肥力类型	最佳配比线公式
高肥力	$X_P = 1.9987X_N - 34.1981$
中上肥力	$X_P = 0.7143X_N - 5.9082$
中下肥力	$X_P = 0.7397X_N - 6.8426$
低肥力	$X_P = 0.5940X_N - 2.7251$
全区汇总	$X_P = 0.6629X_N - 4.4947$

按照最佳配比线公式, 计算得出白浆土玉米最佳配比量 (见表 3)。

在实际生产中, 由于肥料来源和资金的不足, 往往出现计划不平衡的问题, 在这种情况下, 就可运用氮磷化肥最佳配比法平衡计划, 以使有限的投资取得最佳经济效益。在目前生产实践中, 磷肥的施用量在春播后就已成定局, 氮肥的追施量就可由公式计算

表 3 白浆土玉米氮磷肥最佳配比卡

单位: 公斤/亩

N 肥力等级	P ₂ O ₅											
		3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	
高肥力		10.1	10.3	10.3	10.3	10.3						
中上肥力		8.4	9.1	9.8	10.5	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
中下肥力		8.7	9.4	10.1	10.7	11.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
低肥力		7.4	8.2	9.1	9.9	10.7	12.4	12.4	13.3	13.3	13.3	13.3
全区		8.0	8.7	9.5	10.2	11.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

和查表确定最佳用量。此项技术, 简单易行, 不需要化验土壤, 在确定土壤肥力等级以后就可查表确定最佳施肥配方。

参 考 文 献

- (1) 张宁: 确定经济合理施肥量采用的肥料试验设计及其统计分析方法, 中国农科院土肥所资料。
- (2) 赵景云等: 氮磷化肥D-饱和最优回归设计田间试验结果的分析, 《土壤肥料》, 1986(2)。
- (3) 赵景云等: 吉林省主要土壤氮磷化肥用量与配比的试验研究第七报: 白浆土玉米经济施肥的数学模式, 《吉林农业科学》, 1987(4)。

(上接第39页)

乡, 208个村。本区由于多是低山丘陵和低洼易涝地, 所以易受春旱、内涝和低温冷害的影响, 一年平均温度为3.8—4.0℃, 霜前大于10℃的活动积温为2500—2600℃。该区过去玉米主推品种大多是120—125天的中熟品种, 如吉单104、吉单102等, 这些品种随着近几年农业生产的发展, 已逐步淘汰。根据目前的生产实际和品种现状, 应主推吉单120、反交吉单101和白单9等品种为适宜。