

肥料效应函数在配方施肥中的应用

张 宽 王秀芳 吴 巍 胡和云 王晓村

(吉林省农科院土肥所)

摘 要

作者将肥料效应函数应用于各种配方施肥方法中,在吉林省黑土、白浆土和淡黑钙土上取得了10—15%的增产效果。

80年代初,我们开始探讨依靠一套田间试验而能获得多种施肥方法并能将肥料效应函数与配方施肥方法相结合从而形成一种配套施肥技术,以指导广大农户进行科学施肥。本文将主要阐述肥料效应函数在配方施肥中的应用。

一、肥料效应函数

(一)肥料效应函数的获得

为了获得氮磷化肥效应函数,我们先后在吉林省黑土、白浆土和淡黑钙土区的15个市县32个乡,采用单因子不同量级及氮磷两因素四水平,两因素五水平等最优设计,对玉米进行了5年的田间试验,现已获得1494个试验数据,179个施肥效应方程。为排除由于试验地点、年度不同引起的试验误差,我们还运用了协方差分析及相应程序,对试验资料进行了综合分析,并获得了不同土壤、不同肥力水平、不同气候年份及多年综合的回归方程式。下边仅列出黑土和白浆土上的玉米氮磷肥单因素和复因子综合效应函数。

(1) 黑土上玉米氮磷化肥单因素综合归类效应函数为:玉米在施磷基础上的不同肥力区氮肥综合归类效应函数如下:

$$\text{高肥田 } Y = 803.30 + 12.84X - 0.22X^2;$$

$$\text{中肥田 } Y = 518.60 + 31.34X - 0.66X^2;$$

$$\text{低肥田 } Y = 300.64 + 27.83X - 0.55X^2;$$

(2) 白浆土上不同年度(1982—1985)玉米氮磷化肥复因子综合归类效应函数为:

$$Y = B_0(1 - 32) + 24.22X_N + 18.24X_P + 0.13X_NX_P - 0.45X_N^2 - 0.73X_P^2$$

$$r = 0.8834; F = 288.0945; \text{回归精度} = 92.43$$

(二)应用肥料效应函数确定氮磷化肥最佳用量

我们仅选用黑土上玉米两年的各肥力区的化肥效应函数和白浆土上玉米各试验年度施肥效应函数为例,再依据最高产量和最高利润时的施肥量计算公式,分别求得黑土上玉米和白浆土上玉米最高产量及获得最高利润时的施肥量。

将不同气候、年度、不同土壤肥力水平下获得的氮磷化肥最佳用量及其选择的相应施肥量的方法,编制成玉米“四看一定”施肥法和玉米配方施肥推广方案供农民应用,已收到良好效果和欢迎。

二、肥料效应函数在配方施肥中的应用

(一)肥料效应函数在养分平衡法中的应用

养分平衡法计算作物需肥量的公式中有四个参数，即目标产量、化肥利用率、校正系数和作物单位产量养分吸收量。其中目标产量主要依靠经验来确定；化肥利用率则根据植株测定结果计算而得。通常，人们所确定的目标产量往往是最高产量而不是最高利润下产量；而化肥利用率的计算也受分析样本数的限制而不能过于精确。为了使人们确定的目标产量和化肥利用率适用范围有所扩大，我们试图将多年多点化肥田间试验结果而获得的施肥效应函数确定目标产量和化肥利用率。我们曾以黑土上玉米单因子肥料效应函数为例，计算其化肥经济用量下的产量和最高产量施肥量下的产量，并将其作为今后的目标产量。农户可依据自己土地的肥力、化肥供应量选择相应的目标产量。

我们用白浆土上玉米两因素肥料效应函数计算氮磷化肥利用率。具体计算方法是运用在白浆土玉米上获得的氮磷化肥二次多项式，先分别求出在氮磷肥不同量级下的玉米产量，然后从中减去单施氮肥或磷肥的增产值及无肥对照的产量，将此作为施用磷肥或氮肥的增产值；再乘上每生产百斤玉米籽实需氮或需磷量并除以施入土壤中相应的氮肥或磷肥的用量，即可求出不同肥力下，氮磷肥不同量级下氮肥和磷肥的利用率。

将应用肥料效应函数求得的目标产量和化肥利用率代入化肥需要量计算公式，即可算出氮磷化肥用量。

(二)肥料效应函数在以土壤肥力分区(级)进行配方施肥中的应用

用土壤肥力分区(级)进行配方施肥有两个重要环节：一是确定土壤肥力级别；二是确定最佳施肥配方。为了提高确定土壤肥力级别的准确性，我们曾在白浆土上，尝试运用获得的氮磷二元肥料效应函数 $Y = B_0 + B_1 X_N + B_2 X_P + B_3 X_N X_P + B_4 X_N^2 + B_5 X_P^2$ ，计算无肥田块的产量，并以此产量为参比，按无肥田产量将其它土壤分成低、中下、中上、高四个等级，即把无肥田块产量小于 200 公斤/亩的定为低肥力土壤，200—300 公斤/亩的定为中下等肥力土壤，300—400 公斤/亩的定为中上等肥力土壤，把村庄附近的土层深厚无肥田，产量 325—460 公斤/亩的田块划为高肥力土壤。

在确定最佳施肥配方时，我们还试探应用所获得的二元多项式确定施肥量。其作法是，应用所获得的肥料效应函数及电子计算机编制出玉米配方施肥投入产出表(表1)。农户可根据自

表 1 玉米配方施肥投入与产出

指 标	边 际 利 润 (R值)	施肥量 (公斤/亩)		增 产 量 (公斤/亩)	投 资 (元/亩)	利 润 (元/亩)	N:P ₂ O ₅	无肥区产量 (公斤/亩)
		N	P ₂ O ₅					
高 肥 力	0	8.85	0.63	102	10.44	17.10	1:0.10	300—425 平均354
	-0.5	10.32	3.56	116	15.37	15.87	1:0.34	
	-1.0	11.79	6.49	121	20.29	12.18	1:0.55	
中下肥力	1.0	9.96	3.95	219	15.41	43.66	1:0.40	200—300 平均246
	0.5	11.16	4.83	234	17.73	45.40	1:0.43	
	0	12.36	5.72	245	20.06	45.98	1:0.47	
	-0.5	13.56	6.61	251	22.38	45.40	1:0.49	
	-1.0	14.76	7.49	253	24.70	43.66	1:0.51	

家现有的氮磷化肥数量和土地肥力情况,在表内选用适当的配方以更大发挥化肥的增产效益。

(三)肥料效应函数在氮磷最佳比例配方施肥法中的应用

氮磷最佳比例配方施肥法是依据养分间的比例关系,即在规定一种养分用量的条件下计算另一种养分数量的方法。我们试图用多年、多点获得的施肥效应函数,和电子计算机找出不同土壤肥力及氮磷肥不同用量下的氮磷化肥最佳配比量,并制成氮磷化肥最佳配比卡。具体作法是运用已获得的施肥效应函数(以白浆土为例) $Y = B_0 + B_1X_N + B_2X_P + B_3X_NX_P + B_4X_N^2 + B_5X_P^2$ 推导出氮磷化肥最佳配比式:

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

式中 X_P 表示 P_2O_5 (斤/亩)用量; X_N 表示 N(斤/亩)用量, q 表示化肥比价(P_2O_5 0.565 元/斤计算); B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 和 B_5 为系数。

将不同肥力下综合模式中各项系数分别代入上式中,即可获得相应肥力水平下玉米氮磷化肥最佳配比线公式:

$$\begin{aligned} \text{高肥力白浆土 } X_P &= 1.9987X_N - 34.1981; \\ \text{中上肥力白浆土 } X_P &= 0.7143X_N - 5.9082; \\ \text{中下肥力白浆土 } X_P &= 0.7397X_N - 6.8425; \\ \text{低肥力白浆土 } X_P &= 0.5940X_N - 2.751 \end{aligned}$$

根据公式计算出的各肥力土壤种植玉米所需要氮磷化肥的数量列于表 2。农户即可从表中查出相应的氮肥和磷肥用量。

表 2 氮 磷 化 肥 最 佳 用 量 与 配 比 单位: 公斤/亩

N	P_2O_5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
高 肥 力		10.05	10.30	10.30	10.30	10.30					
中上肥力		8.35	9.05	9.75	10.30	11.15	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
中下肥力		8.70	9.35	10.05	10.70	11.40	12.05	12.35	12.35	12.35	12.35
低 肥 力		7.35	8.20	9.05	9.85	10.70	11.55	12.40	13.25	13.25	13.25

(四)肥料效应函数在地力差减法中的应用

地力差减法是依据下面的公式计算施肥量:

$$\text{肥料需要量} = \frac{\text{作物单位产量的养分吸收量} \times (\text{目标产量} - \text{空白田产量})}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

为了增加此法的准确性,扩大应用范围,我们试将多年来获得的施肥效应函数用于施肥的计算。

上述公式中除作物单位产量的养分吸收量为实测值外,目标产量,空白产量和肥料利用率均可应用施肥效应函数求得。计算步骤是:首先,应用各肥力等级的综合模式,求得相应土壤肥力下的玉米目标产量和氮磷化肥利用率;其次,应用相应肥料效应函数求出各土壤肥力下的无肥田块的产量。农户即可依据土壤肥力和可供应的化肥数量在求得的目标产量、化肥利用率和无肥田产量表中选定相适当的参数,然后代入需肥量计算公式,便可求得相应的施肥量。

(下转第 204 页)

肥和科学施肥提供依据。其具体步骤是：首先，根据农业生态类型(包括地形、地貌、土壤类型、土壤水旱状况等)、土壤养分状况以及相应的肥效反应类型进行分区；其次，确定各区的目标产量。目标产量可以根据肥效反应函数式求得，或根据土壤养分临界值求得，也可用地力差减法求得；第三，确定推荐施肥量，方法很多，其中以土壤养分临界值较为简便易行。

我们曾在陕西临潼县对小麦进行了推荐施肥分区，共分两个主区和12个副区，以副区作为推荐施肥单元。经过1988年的校验试验，结果表明，计划产量与实际产量之间未达到显著差异，说明用分区方法指导推荐施肥是可行的。

综上所述，推荐施肥技术体系的主要特点是：(1) 有较高的科学性、针对性和实用性；(2) 内容广，方法多，可因地制宜推广应用；(3) 体现了综合因素的肥料效益；(4) 产前产中推荐施肥技术相结合；(5) 典型地块的推荐施肥与大面积分区的推荐施肥相结合。

最后，必须指出，这个体系仅是初步的，在理论上和技术上还存在一些问题，有待于进一步研究解决。例如，氮肥的推荐施肥；有机肥料和微量元素的推荐施肥；经济作物特别是果树蔬菜的推荐施肥；轮作周期的推荐施肥；不同气候不同土壤水旱条件下的推荐施肥；不同区域性的推荐施肥以及电子计算机在推荐肥中的应用等等，都需作进一步的深入研究。(参考文献略)

(上接第 200 页)

(五) 肥料效应函数在养分丰缺指标配方施肥法中的应用

养分丰缺配方施肥法是利用土壤养分测定值和作物吸收养分之间的相关性，每种作物通过田间试验，把土壤养分测定值分成若干等级，制成养分丰缺及施肥量卡。

我们以白浆土玉米施磷为例，将多年多点化肥田间试验所获得的施肥效应函数应用于养分丰缺指标法。首先应用白浆土玉米氮磷化肥效应函数，求得玉米最高产量下的施肥和获得最大效益下的施肥量；然后，将二施肥量分别与相应土壤有效磷测得值进行相关分析，二者呈对数曲线关系，适合对数方程。因此，玉米最高产量施磷量与土壤有效磷测定值相关式： $Y = 23.21 - 3.0156 \ln X$ ， $n = 35$ ， $r = -0.554^{**}$ ，玉米经济施磷量与土壤有效磷测定值相关式为 $Y = 20.91 - 3.7713 \ln X$ ， $n = 35$ ， $r = -0.7347^{**}$ 。

依据上式即可列出白浆土玉米最佳施肥量检索表(表 3)，农户根据土壤有效磷测得值及肥源情况，即可从表上查出相应的磷肥用量。

表 3 白 浆 土 玉 米 最 佳 施 磷 量 检 索 表 单位：公斤/亩

相 关 公 式	养 分 分 级 及 施 磷 量			
	低 5—15ppm	中 下 16—25ppm	中 上 26—50ppm	高 >50ppm
最高产量施磷量： $Y = 23.21 - 3.0156 \ln X$	9.20—7.50	7.50—6.75	6.75—5.70	5.70—4.85
最高效益施磷量： $Y = 20.91 - 3.7713 \ln X$	7.40—5.35	5.35—4.40	4.40—3.10	3.10—2.00

7 年来，配方施肥配套技术已在吉林省黑土、白浆土和淡黑钙土区推广应用，实践证明，采用配方施肥技术较农民的习惯施肥一般可增产10—15%，亩增粮30—40公斤。据统计，7 年间全省累计约在3000万亩土地上推广配方施肥，增粮 9—12亿斤，增收3.6—4.8亿元。

(参考文献略)