

西北地区推荐施肥技术体系的研究和应用

吕殿青

(陕西省农业科学院土肥所)

摘 要

作者介绍了西北地区由土壤测试方法、肥效反应函数式、推荐施肥方法及推荐施肥分区等内容组成的推荐施肥体系的研究和应用概况。

推荐施肥是根据作物需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应,运用现代农业科技对确定的目标产量提出产前和产中所需主要营养元素的适宜用量和施肥技术。它使施肥向着定量化科学化的方向发展。80年代以来,我国化肥用量迅猛增加,土壤氮、磷、钾比例严重失调,定量化科学化施肥已成为发展农业生产的迫切需要。因此,各地普遍开展了配方施肥的研究和应用,促进了推荐施肥的迅速发展。本文对西北地区推荐施肥技术体系的主要内容和进展情况作一介绍。

一、土壤测试方法

(一)土壤样品的采集

1. 采样点数的确定 采样点数的多少是根据下列公式计算的:

$$n = (CV/m)^2$$

式中: n 为采样点数; CV 为土壤养分含量的变异系数; m 为试验允许误差,均用%表示。

通常,对供测定有机质、碱解氮、全氮等项目的土样,在面积较小的试验地上以5个采样点为宜,在面积较大试验地以15—20个采样点数较合适。

2. 采样深度 除供测定速效磷的土样采样深度为0—20厘米外,其它测定项目的土样采样深度为0—40厘米。

(二)土壤速效氮、磷、钾的测试方法

60年代以来,各研究者对土壤氮、磷、钾有效养分的提取方法进行了大量研究。现在,多数研究者认为,有效磷的提取,在石灰性土壤上用Olsen法较好,也可用M—法 NH_4HCO_3 —DTPA混合提取剂法;在微酸性土壤上用Bray—1法。碱解氮用还原碱解扩散法; NO_3 —N用硝酸试粉改进法和含铜的Cd柱还原法; NH_4 —N用吡啶显兰法。速效钾用1N NH_4OAc 提取法,缓效钾用1N HNO_3 煮沸提取法。这些方法已成为西北地区测土施肥常用的方法。

近年来,为了适应大规模测土施肥的需要,陕西省土肥所研究制定了一些速测方法。试验证明,这些速测法所得结果与常规分析结果基本一致,因之,田间速测法可直接应用于测土施肥。

二、肥效反应函数式的建立

80年代以来,随着肥效试验的不断深化和推荐施肥的发展,田间试验广泛应用了回归设

计方法,包括回归的正交设计,回归的旋转设计和回归饱和 D—最优化设计以及“均匀设计”等,进一步提高了试验的效率和精度。

应用以上回归设计所做的各种试验结果,一般用下列回归模型进行统计分析,建立相应的回归方程式。

1. 多元二次回归模型:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^p b_{jj} x_j^2 + \varepsilon \quad (1)$$

2. 多元1.5次回归模型:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^p b_{jj} x_j^{1.5} + \varepsilon \quad (2)$$

3. 多元0.5次回归模型:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j x_j^{\frac{1}{2}} + \sum_{i < j} b_{ij} (x_i x_j)^{\frac{1}{2}} + \sum_{j=1}^p b_{jj} x_j + \varepsilon \quad (3)$$

4. 多元线性回归模型:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j + \varepsilon \quad (4)$$

式中 y 为函数因变量,即指标; x_j 为自变量,即试验因子, p 为因子量, $j \neq i$ 。

根据数理统计原理,评价不同类型回归方程式的优劣,主要是以回归拟合显著程度和剩余均方值的大小来衡量。一般回归拟合显著性越高,剩余均方值愈小,回归方程就愈佳,反之,则愈劣。上述4种回归模型比较见表1。

表1 4种回归模型方差分析结果比较*

模 型	回归拟合显著的项目			剩余方差的排列顺序			
	极显著	显著	不显著	最 小 (1)	较 小 (2)	较 大 (3)	最 大 (4)
二次式	7	7	0	5	5	4	0
1.5次方变换式	6	8	0	5	6	2	1
平方根变换式	4	7	3	5	0	7	2
直线式	4	8	2	0	1	2	11

* 资料引自李昌纬,农田施肥原理与实践(讲义),28—87,1984。

由表1看出,4种模式都全部或大部适合试验结果。但从优劣顺序来看,是二次项式 > 1.5次式 > 0.5次式 > 直线式。根据肥效反应曲线特征,二次式有明显的极值点;0.5次式是渐近线,难以得到最大值;1.5次式处于当中。实践证明,二次式在高、中、低肥力土壤上都适用;0.5次式适用于低肥力土壤;1.5次式属于中间。因此,目前西北各省(区)绝大部分地区都采用多元二次回归方程作为推荐施肥的依据。

三、推荐施肥方法

目前广泛应用的推荐施肥方法有地力差减法、测土施肥法(包括目标产量测土施肥法、土壤肥力分区或分级法和土壤养分临界值法)和肥效反应函数法三大类,它们主要解决产前施肥量问题。在作物生长期,则用营养诊断法解决追肥问题。

(一)土壤养分临界值法

是1965年由Catté与Nelson倡导的,国外多用于磷、钾和微量元素推荐施肥;国内则多用于土壤养分丰缺指标的划分。1985年后,陕西省土肥所将其用于推荐施肥,效果很好^①。具体做法是:对氮、磷二因素来说,先通过饱和D—最优设计的田间试验,求出相对产量作纵坐标,将土壤有效养分测定值作横坐标,然后求出相对产量与土壤养分之间的函数关系,用以下密氏方程表示:

$$\lg(A - Y) = \lg A - CX \quad (5)$$

$$\lg(A - Y) = \lg A - C(X - d) \quad (6)$$

(5)式适于土壤有效磷的计算;(6)式适于土壤有效氮的计算。根据密氏曲线,求出土壤养分临界值,并用以作出推荐施肥量。

用临界值作推荐施肥的公式如下:

$$N_{\text{施肥量}}(\text{斤/亩}) = (\text{土壤碱解氮临界值} - \text{土壤碱解氮测定值}) \times 0.6 \quad (7)$$

$$P_2O_5_{\text{施肥量}}(\text{斤/亩}) = [(\text{土壤速效 } P_2O_5 \text{ 临界值} - \text{土壤速效 } P_2O_5 \text{ 测定值}) \times 0.3] / K \quad (8)$$

上两式中0.6和0.3分别为0—40和0—20cm土层每亩土重换算系数,K为磷肥施入土壤中的固定率。

(二)肥料效应函数法

西北地区绝大部分试验只做氮、磷两个因素,并建立如下回归方程:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 \quad (9)$$

用以制定推荐施肥方案。

目前所用的肥效函数式多数是根据肥料试验结果而建立的。

近年来,我们采用正交回归设计,进行氮、磷二因素田间试验,建立了如下的回归方程:

$$y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_1X_2 + B_4X_1^2 + B_5X_2^2 \quad (10)$$

将此主方程中 B_1 与土壤有效氮(碱解氮)和速效磷建立二元二次回归方程,得子方程如下:

$$B_1 = d_0 + d_1N_s + d_2P_s + d_3N_sP_s + d_4N_s^2 + d_5P_s^2 \quad (11)$$

式中 d_1 为子方程的回归系数, N_s 为土壤碱解氮测定值, P_s 为土壤速效磷测定值。

将(11)式分别代入(10)式中的相应系数项,即可得综合的肥料养分和土壤养分相结合的肥效反应函数值。运用土壤养分与肥料养分综合肥效反应函数,有可能把测土施肥和肥效函数式施肥在一定程度上统一起来,形成新的推荐施肥方法。

(三)营养诊断指标追肥法

产前推荐施肥量仅是一种计划性的施肥量,在肥料供应不足或自然条件发生变化时,还需追肥来调节。我们借用水稻栽培中的“氮调”技术应用于小麦、玉米作物上。结果表明,土壤碱解氮含量随小麦不同生育期而变化。植株吸氮曲线基本也呈S形。据陕西小麦多在春季追肥的特点,可将返青期至成熟期作为小麦营养诊断期。在这一时期,土壤累计供氮量曲线可以

$$N_{\text{总}} = -\frac{T}{a + bT} + C \text{ 模拟。}$$

四、县级推荐施肥的分区

县级推荐施肥分区是推荐施肥技术付诸设施的关键环节,其目的是为了分类指导计划供

^① 吕殿青等,中国土壤学会论文集,1987。

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)