

推荐施肥法和复合肥配方

鲁如坤

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

文章在阐述了推荐施肥法的基本内容和制订方案应具备的条件基础上,介绍了几种简单易行的确定氮、磷、钾肥料用量的方法,以及复合肥中氮磷钾的配比问题。

近十几年来,全国各地都开展了推荐施肥法(或称配方施肥法,测土施肥法,诊断施肥法等)的研究和应用,这在我国施肥历史上和合理施肥实践上都是巨大的进步。本文目的是介绍一种简易而有效的方法,以供基层同志参考。

一、推荐施肥法的基本内容

推荐施肥法是农业推广单位,或农化服务单位对农民提供的施肥建议,即向农民推荐的施肥方案。简称推荐施肥法。施肥方案的主要内容包括:

1. 施什么肥料(品种,如有机肥,化肥等); 2. 施多少肥料(用量); 3. 用什么方法施(方法); 4. 什么时间施(时间)等。

为了制定这个施肥方案,农民应向推荐单位提供:

1. 代表性土样(有时需要1米深度的分层土样); 2. 轮作制度,包括前茬作物; 3. 前作施肥情况等。

我国地域广大,土壤肥力差异较大,每个施肥方案所能适用的面积较小,即使有了施肥方案,也会受肥料品种的限制而难以实施。所以,在我国条件下,实行推荐施肥最好的方法是制定“标准”条件下的“标准”施肥方案,然后交给农民,由农民根据自己的经验加以适当调整,这样做的好处是:既在一定程度上保证了施肥的科学性;又照顾到我国农户土地面积小、土壤肥力差异大的具体条件,而且具有因地制宜的优点。事实上,许多国家,包括发达国家也是先行制定标准施肥方案,然后根据具体情况加以调整的。

适合于当地一定范围的标准施肥方案,是根据农科部门长期科学实验的综合结果制定的,而且,标准施肥方案,将随着时间的延伸而不断完善,并日益符合实际情况。

制定标准施肥方案需要哪些基本资料呢?

1. 本地区主要作物最佳施肥量和施肥技术、施肥时间等的多年大田试验结果; 2. 不同肥料的肥效、利用率的多年资料; 3. 气候条件(主要是气温和雨量)对施肥肥效的影响,其中包括对土壤氮素转化、无机氮淋失等的影响情况; 4. 粮食作物对土壤养分的消耗,豆科作物固氮量、土壤自生固氮量,雨水、灌溉水养分含量等数据; 5. 土壤养分临界值多年验证以及作物根茬数量等的估计。

在我国一些地区已经有可能提供上述几方面的资料,它们已经有了制定本地区标准施肥方案的基本条件。但是,也有一些地区目前还不完全具备这些条件。为了尽早克服盲目施肥所造成的肥料浪费,特别是氮肥的浪费,迫切需要有一定科学根据的简单易行的确定合理肥料

用量的方法。这些方法应该尽量简单，所需要的分析手段应该尽量简便，而且要求的条件大多数生产部门和单位能够具备。

二、肥料用量的确定

确定肥料(主要指氮、磷、钾肥)的最适用量，是推荐施肥的主要内容。但到目前为止，确定肥料最佳用量的最好方法仍然是多年多点的肥料大田试验。由于大田试验费时。近年来，国内外科学家都在寻求不依靠或不完全依靠大田试验来确定肥料用量的方法。但是，因为土壤—作物—大气体系的复杂性，这些方法只能是半定量的，而且它们仍需借助大田试验作最后的验证。应该说这些方法已经取得了很好的实际结果。这里介绍几个比较简单可行的方法：

(一)确定氮肥用量法

确定氮肥用量所采用的方法大概有3类：

一是根据土壤中无机氮含量；

二是根据作物某部位或器官的养分分析；

三是根据土壤在作物生长期可能提供的有效氮量(如有机氮的矿化量)。

这3类方法，目前都有应用，但都有一定局限性，下面介绍的两个方法(一适用于旱地，一适用于水田)，都是属于第三类，是一种简单的半定量方法。

1. 用无氮区产量确定氮肥用量：以下式计算氮肥需要量：

$$F_N = (Y_m \cdot \bar{C}_m - Y_0 \cdot \bar{C}_0) / \bar{R}_p$$

形中： F_N ——氮肥需要量(公斤/公顷)； Y_m ——预计籽实产量(吨/公顷)； \bar{C}_m —— Y_m 平均作物吸氮量(公斤N/吨)； Y_0 ——无氮时，籽实产量(吨/公顷)； \bar{C}_0 —— Y_0 时每吨籽实吸氮量(公斤N/吨)； \bar{R}_p ——氮肥平均利用率。

此方法的好处在于回避了土壤供氮量这个难题，而用无氮区土壤供氮量在某种程度上来代替。上述方法还有一个优点，即在有些地区， Y_m ， \bar{C}_m ， Y_0 ， \bar{C}_0 ，早已知道，特别在有长期数据积累的地区，几乎可以不再作任何测定而能直接计算出旱作的大体需氮量。在需要知道 Y_m 的地区，可以根据具体田块或当地的常年平均产量稍高一些决定。

例如，已知小麦每生产一吨籽实需要氮素27公斤，如果预计产量为200公斤/亩(3吨/公顷)，假定当地不施氮肥时，小麦产量为100公斤/亩(1.5吨/公顷)，缺氮时，籽实含氮量降低20%。即生产每吨籽实需要氮素22公斤/吨，氮肥利用率为40%，则小麦在那块田上的氮肥需要量为：

$$\begin{aligned} F_N &= (3 \times 27 - 1.5 \times 22) / 0.40 \\ &= 120 \text{ 公斤 N / 公顷} \\ &= 8 \text{ 公斤 N / 亩} \end{aligned}$$

2. 土壤全氮法确定水稻氮肥用量：氮肥用量所根据的基本概念是：

$$F_n = N_p - N_s \quad (1)$$

式中： F_n ——氮肥适宜用量； N_p ——预定产量时作物的氮素吸收量；

N_s ——土壤供氮量。

即：作物需氮量与土壤供氮量之差即为所需施肥量。这个关系看起来很简单，但是目前还没有办法比较精确的测定土壤供氮量，而现有方法也比较复杂，难于作为生产部门的例行方法。已有的研究证明，土壤全氮含量在某种程度上可以反映土壤供氮的大致水平，因此，

有可能用土壤全氮作为一个参数来推测土壤供氮量。下式是非律宾国际水稻所试用于水稻的一个计算方法：

$$F_n = 40Y - 1000N \quad (2)$$

式中： F_n ——氮肥需要量(公斤/公顷)； Y ——预计产量(吨/公顷)；
 N ——土壤全氮量(%)

这个公式的主要依据是：土壤全氮中大约每季有5%左右的氮矿化。土壤氮和肥料氮的利用率为50%左右，生产每吨稻谷需氮20公斤左右。上述数字和我国的经验大致相近，但是我们所使用的氮肥中碳铵占有较大比重，氮肥利用率一般只有30%左右，加上气温也比南亚地区低，因此矿化率一般为2—4%，这些情况在试验时应加以考虑。

从(2)式中可以计算出在某种产量水平时，土壤全氮量达到多少，就不需要再施氮肥了。例如，如果预计产量为200公斤/亩(3吨/公顷)时，代入(2)式得：

$$40 \times 3 - 1000N = 0$$

$$N = \frac{120}{1000} = 0.12(\%)$$

即当土壤全氮含量达到0.12%时，可以不施氮肥就能达到每亩200公斤的产量。当然(2)式中后一个常数，不同土壤是不同的，各地可以根据当地经验确定(2)式中“1000”这个系数的修正。

(二)确定磷肥用量的方法

1. 早作：确定早作磷肥需要量的关键是要知道施入的每公斤 P_2O_5 能提高土壤有效磷多少 $mgkg^{-1}$ (磷肥回收系数)。或者说每增加土壤有效磷1个 $mgkg^{-1}$ ，需要施多少磷肥(P_2O_5 的公斤数)，有了这个磷肥系数，和土壤的有效磷水平($mgkg^{-1}-P$)，就可以按照下式计算出需施多少磷肥：

$$F_p = P_f(A - B)$$

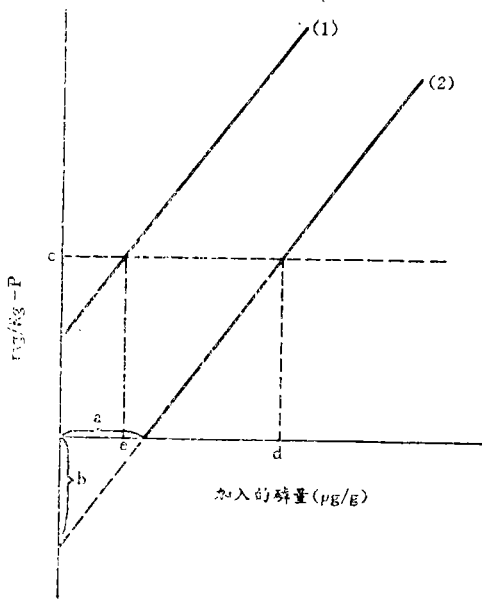
式中： F_p ——磷肥需用量(P_2O_5 公斤/公顷)； P_f ——磷肥系数，提高一个 $mgkg^{-1}-P$ 的土壤有效性磷每公顷需要加入的磷肥(P_2O_5)公斤数； A ——土壤施磷有效的临界值 $mgkg^{-1}-P$ ，不同作物不同， B ——实测得到的土壤有效磷水平($mgkg^{-1}-P$)。

很多测定磷肥用量的方法，其基本原理都和上法类似。但需事先测定 P_f 。下面介绍一种原理相同，但更为简单的方法：

取2.5克土壤放入50毫升塑料瓶中，加入不同量的磷(磷酸一钙)，相当于每克土壤加0，50，100，150，200微克P，水土比为2:1，摇匀后加防腐剂(如甲苯)，将塑料瓶置于阴凉处放置21天，然后用Olsen法测有效磷。获得的结果作图如下：

图上的纵轴为有效磷($mgkg^{-1}-P$)，横轴为加入的磷量，单位为微克P/克土或公斤 P_2O_5 /公顷。实验结果一般可得到一条直线，如图中的(1)或(2)，直线的斜率的倒数 $\frac{a}{b}$ 即为

磷肥系数。用 P_f (即 $\frac{a}{b}$)值按前式就可计算出磷肥需要量。也可以方便地从图上读出 F_p 值(磷肥用量)。如某种作物的土壤有效磷临界值为C，从C作一根水平线平行于横轴，由这条平行线和所得直线的交点垂直向下，得到一交于横轴的点，这个点就是磷肥的适宜用量。(如图(1)线为c点，(2)线为d点)，因而就可以不必再计算 P_f 了。



2. 水稻：因为水稻的有效磷临界值较低，所以用上述方法测得的磷肥需要量，不同土壤一般差别不大，故为了简化，可以采用下述原则：

1. 凡是缺磷的水稻土，在双季稻区的早稻上施磷肥(P_2O_5) 4 公斤/亩，晚稻不再施磷(如前作为紫云英，并已施过磷肥，早稻也可不施或减少用量)；

2. 单季稻地区，在缺磷土壤上，磷肥用量可增至 5 公斤 P_2O_5 /亩。

现把不同作物所要求的土壤有效磷临界值列出(Olesn 法)，供参考：

水稻	$5 \text{ mgkg}^{-1} - P$
谷类作物	$10 \text{ mgkg}^{-1} - P$
豆科、十字花科作物	$15 \text{ mgkg}^{-1} - P$

(三)磷肥用量的确定

这方面的研究工作比较少。因钾在一般土壤中固定量不大，施入土壤中的钾肥约有 80% 能提高土壤代换性钾的水平。因此，作为一种简单的估计，可用下式确定土壤钾肥用量：

$$F_k = (A - B) \times 0.18$$

式中： F_k ——钾肥需要量(公斤 K_2O /亩)； A ——土壤代换性钾临界值，对于一般非喜钾作物可用 $90 \text{ mgkg}^{-1} - K_2O$ 作标准； B ——实测土壤代换性钾水平 ($\text{mgkg}^{-1} - K_2O$)；0.18——校正固定量并换算为“公斤 K_2O /亩”。

上述公式对于钾素水平低的土壤，如代换性钾在 60 mgkg^{-1} 左右时，钾用量为 5.1 公斤/亩 K_2O 。

以上得出的氮磷钾肥的数据是指施肥的总养分量，如施有机肥，应减去机肥中有效养分量，才是应施的化肥数量。

以上所介绍的方法大体上都考虑到了决定肥料用量的两大因素：不同作物，不同土壤的特点。但是，它毕竟是一种简易方法，对作物、土壤两大因素的考虑仍嫌粗了一些。因此各地在应用时，特别是对钾肥用量，要结合自己的经验和具体情况，不断积累经验，不断修正，使这些方法既简单，又可靠。

三、复合肥配方的制定

所谓复合肥(实际上是混合肥)的配方是指复合肥中氮磷钾三要素含量的比例。因为复合肥一般是作基肥用的，所以实际上是指基肥中的氮磷钾比例。比如 15—15—15 的复合肥是每 100 公斤肥料中含 N 15 公斤， P_2O_5 15 公斤， K_2O 15 公斤，因此，它的氮磷钾比例为 1:1:1。

在制定复合肥配方时，第一步要考虑作物需要和土壤特点，因为不同作物需要的氮磷钾比例是不同的。

下表列出了几种主要作物需要的氮磷钾比例。

同时还要考虑土壤的养分状况。以棉花为例，若种棉花的土壤不缺钾，虽然棉花需要的比例是 1:0.64:1.1，但土壤钾已能充分满足需要，因此就不需再施钾肥了，所以在考虑了土

表1 几种主要作物吸收的养分比例(以N为1)

作物	N	:	P ₂ O ₅	:	K ₂ O
水稻	1		0.5		1.4
小麦	1		0.4		0.67
棉花	1		0.64		1.1
烟草	1		0.46		1.9

壤因素后，它的实际养分需要比例就可以改为1:0.64:0。这例子说明施肥的比例必须同时考虑土壤和作物两大因素。又如，水稻在某种土壤上的氮磷钾适宜用量为：

N 10公斤/亩
 P₂O₅ 5公斤/亩
 K₂O 10公斤/亩

这个用量和比例(2:1:2)已经考虑了土壤和作物因素了，这是第一步。第二步，在得到这一地区，某种作物在某类土壤上平均适宜用量以后，再减去作追肥的肥料量，因为复合肥主要是作基肥用。磷钾肥大多也是作基肥用，而氮肥却有相当一部分是作追肥用的。比如一个平均施肥量为20公斤氮、10公斤磷、20公斤钾，而氮肥有50%作追肥，因此，在制定复合肥配方时就应该把氮肥去掉作追肥部分。

在我国条件下，有机肥是一个重要的肥源，一般情况下，在制定复合肥配方时，可以不考虑有机肥中养分比例的影响。所以，上例中在去除追肥氮后，复合肥比例应为1:1:2。

至于这个复合肥每100公斤含有多少氮磷钾，则要根据所用肥料品种来决定，所以同是1:1:2的比例，可以有不同的养分含量，比如：10—10—20；8—8—16都是1:1:2。

复合肥的配方在一个地区种类不能太多，否则一方面造成生产上的麻烦，另一方面不易使农民选择。最好能有一个通用的、适用性比较广的配方。有时，可以针对某一地区特点，对某一种特别大量或经济价值高的作物制定“专用肥”，这样便于农民选用，但要注意，同是某一作物的专用肥，也只能适用于指定地区。比如烟草专用肥，不可能同时适用于南方、北方的烟草施用，因为土壤条件不同。