

文章编号:1003-8701(2011)03-0027-03

# 论采用土壤养分相对含量计算施肥量之方法

王剑峰

(吉林省土壤肥料总站,长春 130012)

**摘要:**本文分析了美国土壤学家斯坦福(Stanford)提出的养分平衡目标产量法公式存在的理论错误,指出了采用土壤养分绝对含量计算施肥量存在的问题,构建了相对量法施肥模型。从理论上揭示了土壤测试值与推荐施肥量的内在关系。本模型避开了土壤养分利用系数和肥料利用率这两个参数,提出并使用了区域平均测土值对应适宜施肥量参数( $F_p$ )、区域平均测土值参数( $T_p$ )和单位测土值肥差通用系数( $D$ )3个稳定的参数。

**关键词:**土壤养分;施肥量;方法

中图分类号:S147.3

文献标识码:A

## Method for Calculating Fertilizer Dosage According to Relative Nutrients Content in Soil

WANG Jian-feng

(General Soil and Fertilizer Station of Jilin Province, Changchun 130012, China)

**Abstract:** Errors in balanced nutrition according to yield objectives put forward by Stanford in the US were analyzed in the paper. Problems in calculating fertilizer dosage according to relative nutrients content in soil were pointed out and relative fertilizer model was constructed. Interior relationship between soil testing value and recommend fertilizer dosage was explained theoretically. In this model, soil nutrients utilizing index and fertilizer utilizing index were avoided, and three stable indexes were adopted, i.e.,  $F_p$ ,  $T_p$  and  $D$ .

**Keywords:** Soil nutrient; Fertilizer Dosage; Method

测土配方施肥为科学精准施肥提供了有效途径。但是,把测土值转换成精准施肥量,土肥界仍然没有公认的解决方法。

### 1 用绝对量计算施肥量存在的问题

把测土值转换成精准施肥量,需要一个数学模型,建立测土值和施肥量的关系式。迄今为止,公认的推荐施肥量经典模型是美国土壤学家斯坦福(Stanford)提出的养分平衡目标产量法,其估算公式为:

肥料需要量 = (作物总吸收量 - 土壤养分供应量) / (肥料中养分含量 × 肥料当季利用率)

作物总吸收量 = 作物单位产量养分吸收量 × 目标产量

土壤养分供应量( $\text{kg}/667\text{ m}^2$ ) = 土壤养分测定值 × 0.15 × 校正系数

土壤养分测定值以  $\text{mg}/\text{kg}$  表示,0.15 为该养分在每  $667\text{ m}^2$  15 万  $\text{kg}$  表土中换算成  $\text{kg}/667\text{ m}^2$  的系数。

校正系数 = (空白田产量 × 作物单位养分吸收量) / [养分测定值( $\text{mg}/\text{kg}$ ) × 0.15]

该模型也可这样表达:

肥料需要量 = [(作物单位产量养分吸收量 × 目标产量) - (土壤养分测定值 × 0.15 × 校正系数)] / (肥料中养分含量 × 肥料当季利用率)

该公式最明显的特征是用土壤和作物的养分绝对量来计算施肥量。目前,大多数专家施肥系统都是在该模型的基础上开发的。但在农业生产实践中按该模型计算出的施肥量却经常出现奇异数值,难以指导农业生产,更达不到精准。多年来,一些学者对其原因进行了大量的研究分析,可归纳

收稿日期:2011-04-05

作者简介:王剑峰(1961-),男,研究员,主要从事土壤肥料研究。

为以下几方面。

①土壤养分利用系数和肥料利用率变异大、稳定性差。

②土壤养分利用系数随土壤养分测试值的不同而不同,在实际应用中很难准确把握土壤养分利用系数的数值,肥料利用率在不同作物、不同肥力水平、不同施肥量、不同水分管理等条件下都会受到影响,因此,设定一个区域统一的肥料利用率值也是不合理的。

③采用的参数是在有限的实验得出的平均值,和不同区域的实际值必然存在差异。

④土壤养分供应能力指标存在不同区域统一化或用常数进行转换,必然产生对土壤养分供应能力过高或过低的估计。

⑤大量试验数据表明,土壤养分利用系数和肥料利用率这两个参数是相互影响的变量,不是常数。

⑥参数的求得建立在缺素区土壤有效养分供应量基础上,而缺素区与施肥区土壤有效养分供应量存在明显差异。

从以上分析可看出,所有研究分析是从参数的获得角度和指导农业生产实际上讨论模型存在的问题,都未从理论上对模型的建立方法提出质疑,基本上都是在充分肯定公式的前提下来研究,有些学者甚至认为该模型在理论上是完美的、不容置疑的,只是指导农业生产实际有一些问题。

从耕层土壤养分的变化规律和测土值的特性分析,可得出结论,该模型在理论上存在着根本缺陷。

作物总吸收量 = 作物单位产量养分吸收量 × 目标产量,而作物单位产量养分吸收量不是一个稳定的常数。

土壤养分供应量 ( $\text{kg}/667 \text{ m}^2$ ) = 土壤养分测定值 × 0.15 × 校正系数,其中 0.15 是在土壤容重为  $1.15 \text{ g}/\text{cm}^3$  时的换算系数,而大多数土壤容重不是  $1.15 \text{ g}/\text{cm}^3$ ,这就存在一定误差。而更大的问题是校正系数,其理论上的错误不容回避。其主要问题是:用取土时耕层土壤养分的含量乘以这个系数来计算土壤养分供应量。也即在这里做了一个错误的假设,即取土后耕层一季的养分矿化或养分增加量与测土值存在直线正相关关系。而实际上这种关系并不存在。如测土值与取土后的干湿沉降、与灌溉所带养分、与生物固氮等都没有关系,与土壤矿化等也不存在直线正相关关系。而这种错误假设的结果或者二者相乘后,则是错误地放大了测土值对耕层土壤养分供应量的影响。即

当测土值改变的同时,耕层一季养分的供应量也随之相应改变,测土值变幅越大,耕层养分供应量越失真,推荐施肥量奇异数值的频出就不可避免。

肥料当季利用率经过多年实践证明不是常数。其变化幅度之大超出人们想象。

从以上分析可以看出,用作物吸收养分的绝对量和土壤养分的供肥绝对量来计算施肥量有着极大的不确定性。

由此可见,美国土壤学家斯坦福(Stanford)提出的养分平衡目标产量法在理论上是错误的,实践上也很难指导农业生产。

要实现精准施肥的目标必须建立新的模型。

## 2 相对量法施肥模型的建立

基于绝对量法模型存在的问题,作者在对国内外测土配方施肥现状和测土配方施肥原理进行了系统研究的基础上,根据养分平衡理论、黑箱理论、养分归还学说、最小养分律等基础理论,结合大量田间试验和土壤测试结果,构建了相对量法施肥模型。提出了区域平均测土值对应适宜施肥量参数( $F_p$ )、区域平均测土值参数( $T_p$ )和单位测土值肥差通用系数( $D$ )的概念及其统计计算方法。

相对量法施肥模型为:  $F_s = F_p - (T_c - T_p) \times D$

式中:

$F_s$  为作物所需施肥量纯养分量(区域内一定目标产量的施肥量)。

$F_p$  为区域平均测土值对应适宜施肥量(在区域一定目标产量情况下,由田间试验并经多次校验后获得,与  $T_p$  相对应),在这里需要指出的是,区域平均测土值对应适宜施肥量的确定应综合考虑多种养分(包括灌溉、干湿沉降、生物固氮、有机肥的投入、生物残体、土壤矿化、渗漏、固定等)并兼顾环境友好、资源高效和产量与品质的协调。

$T_c$  为测土值(由实验室分析化验取得,是改变区域内一定目标产量施肥量的唯一变量)。

$T_p$  为区域平均测土值(区域内所有测土值 95% 置信区间的算术平均数)。

$T_c - T_p$  即为土壤养分的相对含量。

$D$  为单位测土值肥差通用系数。

$D = (F_{\max} - F_{\min}) \div (T_{\max} - T_{\min})$ 。

式中:

$F_{\max}$  为区域适宜施肥量上限(由田间试验结果及二次回归模拟经多次校验后获得)。

$F_{\min}$  为区域适宜施肥量下限(由田间试验结果及二次回归模拟经多次校验后获得)。

$T_{\max}$  为土测值上限 (试验区域内土测值最高值,与施肥量下限对应)。

$T_{\min}$  为土测值下限 (试验区域内土测值最低值,与施肥量上限对应)。

该系数体现了单位测土值对施肥量的影响,其特性是在一定区域内是一个稳定的数值。揭示了单位土壤测试值与施肥量之间的关系。

### 3 相对量法施肥模型的优点

3.1 相对量法施肥模型从理论上揭示了土壤测试值与推荐施肥量的内在关系。区域平均测土值对应适宜施肥量参数( $F_p$ )、区域平均测土值参数( $T_p$ )和单位测土值肥差通用系数( $D$ )都是具有区域特点的统计参数。其中,区域平均测土值对应适宜施肥量、区域平均测土值二参数在若干年内都能保持稳定,且相互对应。而单位测土值肥差通用系数在区域内一定施肥区间则是一个常数。适用于各种测试方法,不会因为测试方法的不同而改变施肥量。

3.2 该模型的建立,用土壤养分相对含量来计算施肥量,没有使用作物单位产量养分吸收量和土壤养分测定值换算系数这两个不精确的系数;也没使用土壤养分利用校正系数这个错误的参数,同时也避开了土壤养分利用系数肥料利用率这个极不稳定的参数,提出并使用了区域平均测土值对应适宜施肥量参数( $F_p$ )、区域平均测土值参数( $T_p$ )和单位测土值肥差通用系数( $D$ )3个稳定的参数。同时这3个参数统计学意义明确,概念清晰易懂,容易获得。尤其在已有大量测土值和田间试验数据的区域更容易掌握和推广。

3.3 该模型的建立实现了田间试验数据与测土

值的结合,实现了测土配方施肥由半定量向定量的跨越,真正实现了测土值转化成精准施肥量的目标。突破了以往测土配方施肥数学模型受地域和作物的局限性,实现了不同区域、不同作物和测试方法的通用。

实践证明,本模型参数稳定,并容易获得,指导农业生产准确方便。

参考文献:

- [1] 陈伦寿. 农田施肥原理与实践[M]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [2] 张福锁. 测土配方施肥技术要览[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006.
- [3] 梁智. 对斯坦福施肥量估算公式的改进[J]. 新疆农业大学学报, 2003, 26(1): 37-38.
- [4] 谢卫国. 测土配方施肥理论与实践[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1993.
- [5] 高祥照, 马常宝, 杜森. 测土配方施肥技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [6] 金继运, 白由路, 杨俐苹. 高效土壤养分测试技术与设备[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [7] 崔振岭, 张福锁, 陈新平. 区域配肥与施肥技术[A]. 首届全国测土配方施肥技术研讨会论文集[C]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [8] 杨再林. 以土定产以产定肥[A]. 首届全国测土配方施肥技术研讨会论文集[C]. 北京: 中国农业大学出版社, 2007.
- [9] 李春花, 梁国庆. 专用复混肥配方设计与生产[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [10] 白由路, 杨俐苹, 金继运, 等. 测土配方施肥原理与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [11] 童军. 测土配方施肥补贴项目操作指南[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2009.
- [12] 陈伦寿, 陆景陵. 蔬菜营养与施肥技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [13] 吕英华, 秦双月. 测土与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.