

# 关于测土配方施肥中土壤供肥性能的研究<sup>\*</sup>

银英梅<sup>1</sup>, 银友善<sup>1</sup>, 韩凤群<sup>1</sup>, 于国峰<sup>1</sup>, 商晓芳<sup>1</sup>, 张中原<sup>2</sup>

(1. 沈阳市苏家屯区农业技术推广中心, 沈阳 110101; 2. 沈阳市土肥站, 沈阳 110034)

**摘要:** 土壤供肥量是配方施肥中关键的参数, 决定平衡施肥的精度。以田间试验所设的缺素区产量代替无肥区产量, 所建立的定产式更逼近实际, 增加土壤供肥量的计算量, 减少施肥量。缺素区产量及其养分吸收量是计算土壤供肥量、土壤有效养分校正系数与相对产量等的基础参数。文中讨论的确定土壤供肥量的三种方法精度均较高, 在两种作物、30 个供肥指标中, 吻合度大于 90% 的占 96.7%。三种供肥方法均能使配方施肥建议施肥量达到定量水平。

**关键词:** 土壤供肥量; 定产式; 测土值; 校正系数; 有效养分; 相对产量

**中图分类号:** S 158      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-2767(2006)04-0044-06

## Properties of Soil Nutrient – supply in the Balanced Fertilization Practices

YIN Ying mei<sup>1</sup>, YIN You shan<sup>1</sup>, HAN Feng qun<sup>1</sup>, YU Guo feng<sup>1</sup>, SHANG Xiao fang<sup>1</sup>, ZHANG Zhong yuan<sup>2</sup>

(1. Sujiatun District Shenyang promoting agricultural technology cent, Shenyang 110101; 2. Fertilizer Station of Shenyang, Shenyang 110034)

**Abstract:** A formula was established by the outputs of nutrient – deficient plots instead of the CK plots, which is near to the natural conditions and lead to the increase of soil nutrient – supplying potential but the decrease of fertilization. The output and the amount of nutrient uptake at the nutrient deficient plots are the basic parameters for forecasting the soil nutrient – supplying capacity and correcting the coefficients of available nutrients. The three methods discussed in the paper had higher precision in the forecast of soil nutrient – supply. The fitting value was over 90%.

**Key words:** soil nutrient – supplying; formula; soil nutrient; corrected coefficient; available nutrients; relative output

测土配方施肥是我国施肥技术上的重大改革, 是由传统经验施肥向科学计量施肥的转变。进入上世纪 80 年代中期, 全国科研、院校以及土肥推广部门几乎同步地对平衡施肥的诸多参数和施肥模式进行了系统的研究, 发表了大量的文献, 并应用于推广实践, 取得了重大的经济效益和社会效益。本文依据多年以来全省系统的大样本田间试验资料、土壤有效养分测定值及推广实践, 对现行全国推广应用的配方施肥诸方法中的土壤供肥性能问题作一综合性的研讨。

### 1 试验材料与方法

供试作物为占本省粮食作物播种面积 70% 的玉米、水稻。供试土壤为草甸土、棕壤、褐土和水稻土。

#### 1.1 试验设计

1.1.1 经典设计 设无肥(CK)、PK(N<sub>0</sub>)、NK(P<sub>0</sub>)、NP(K<sub>0</sub>)、NPK、农肥六个处理, 施肥量 N 180, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90, K<sub>2</sub>O 90 kg/hm<sup>2</sup>。

1.1.2 回归设计 D – 最优设计, 采用氮、磷、钾三因素五水平, 12 个小区组合; “3414”和“3417”设计, 采用氮、磷、钾三因素四水平, 14 个小区或 17 个小区组合。每 hm<sup>2</sup> 施肥量上限 N 240/225 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 180/120 kg, K<sub>2</sub>O 240/150 kg, 下限量均为 0 kg。小

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2006-04-15

第一作者简介: 银英梅(1955-), 女, 沈阳市人, 高级农艺师, 从事农业技术推广工作。Email: ylp168@163.com

区面积,玉米 36 或 24m<sup>2</sup>,水稻 21 m<sup>2</sup>。2~3 次重复或不设重复,田间随机排列。回归设计中的缺素区 N<sub>0</sub>PK 区、NP<sub>0</sub>K 区、NPK<sub>0</sub> 区及氮、磷、钾最优组合的 NPK 区即是经典设计中的处理。

## 1.2 供试肥料

供试肥料为尿素(N 46%)、三料磷肥(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 46%)和硫酸钾(K<sub>2</sub>O 50%)。

## 1.3 作物单位产量养分吸收量

对玉米、水稻植株分析结果表明,形成 100 kg 子实,玉米吸 N 2.57 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.86 kg, K<sub>2</sub>O 2.14 kg,水稻吸 N 2.30 kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.25 kg, K<sub>2</sub>O 3.30 kg。

## 1.4 土壤分析

播前(插前)试验地采集了土样,采用常规分析方法,分析了有机质、全氮、碱解氮、有效磷(Olsen 法)、有效钾。

# 2 结果与讨论

## 2.1 定产式的修正

目标产量法包括地力差减法和养分平衡法两种方法。地力差减法以作物的基础产量养分吸收量来确定土壤的供肥量。基础产量(x, kg/667m<sup>2</sup>)与最高可得产量(y, kg/667m<sup>2</sup>)之间有显著的函数关系,其表达式为:  $y = x / (a + bx)$ 。

这种函数关系式称为定产式,是地力差减法特有的参数。定产式以产量的形式表达了作物、土壤、肥料三者之间的定量关系,需肥与供肥的关系。基础产量占最高可得产量的百分率称为作物产量对土壤肥力的依存率(Z, %)<sup>[1]</sup>,依存率可由定产式改写成线性关系式来表达:  $Z = a + bx$ 。

依存率愈大,土壤供肥量亦愈大。然而在实际推广应用中,定产式仅限于土壤供氮量的计算。施肥量算式如下:

$$\text{施肥量}(\text{kg}/667\text{m}^2) = \frac{(\text{目标产量} - \text{基础产量}) \times \text{作物单位养分吸收量}}{\text{肥料养分含量}(\%) \times \text{肥料利用率}(\%)}$$

自 1985 年以来,沈阳地区在测土配方施肥中已开始应用定产式确定玉米、水稻的土壤供氮量,取得了较好的效果,目标产量与配方施肥结果的实测产量间的吻合度,水稻为 94.5%,玉米为 91.5%,均达 90% 以上。但在推广实践中发现,以基础产量拟合的定产式计算土壤供氮量偏低,氮肥用量往往比实际偏高,应对定产式进行修正,现以实例说明。对 40 对水稻试验资料进行回归统计,分别得到了以基础产量(CK)和以无氮区产量(N<sub>0</sub>)拟合的两个定产式:

$$Y_{CK} = 100x / (7.4272 + 0.1439x)$$

$$N = 40, R = 0.9677^{**}, F = 558.99^{**}$$

$$Se = (\text{标准误差,下同}) = 487.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$$

$$Y_{N_0} = 100x / (10.5841 + 0.1408x)$$

$$N = 40, R = 0.9529^{**}, F = 375.54^{**}, Se = 508(\text{kg}/\text{hm}^2)$$

统计检验值和误差表明,回归式拟合精度均很高,说明以 N<sub>0</sub> 区产量统计,亦可建立定产式。

再对其中的 30 对试验资料进行统计,结果表明,水稻产量对土壤肥力的依存率, N<sub>0</sub> 区平均为 64.6%, CK 区为 52.6%,前者比后者增加 12.0%; N<sub>0</sub> 区产量的回归值(N<sub>0</sub>)较之 CK 区增加 27.2%; N<sub>0</sub> 区产量较之 CK 区增加 1 090.5 kg/hm<sup>2</sup>,增加 25.4%,亦即土壤供氮量增加 25.4%。由此可见,修正后的定产式计算的土壤供肥量增加了。在实际应用中,往往是以目标产量推算基础产量(或 N<sub>0</sub> 区产量),则  $y = x / (a + bx)$  可推导为  $x = a / (y - 1 - b)$ 。这显然是用缺素区产量统计,真实地反应了土壤养分的不平衡性所致,从而使氮肥计量更接近于实际。鉴于此,对省内现行推广应用的玉米、水稻定产式加

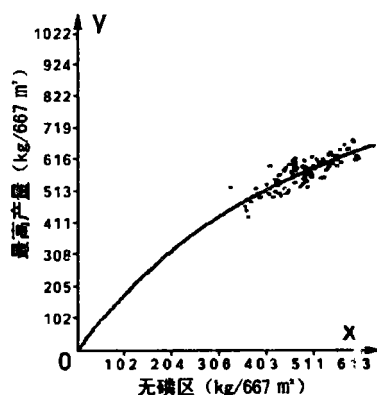


图 1 水稻无磷区产量与最高产量的关系 n=89

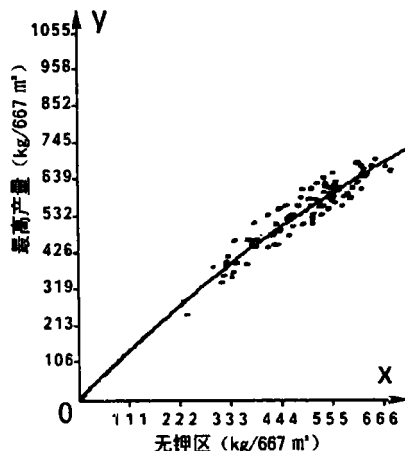


图 2 玉米无钾区产量与最高产量的关系 n=97

以修正,即将No区、Po区、Ko区与NPK区产量间的回归关系重新进行统计,建立了新的定产式。修正后的定产式,使土壤供氮磷钾养分的能力,水稻分别达65.1%、85.1%和89.6%,玉米达66.1%、84.9%和87.2%。统计结果如下,并以水稻无磷区、玉米无钾区产量与最高产量之间的定产式回归图说明(见图1,图2)。

2.1.1 无氮区定产式

玉米  $Y=100X/(43.9290+0.0736X)$   
 $N=76, R=0.8074^{**}, F=138.54^{**},$   
 $Se=594(kg/hm^2)$   
水稻  $Y=100X/(16.3851+0.1271X)$   
 $N=75, R=0.9418^{**}, F=572.46^{**}$   
 $Se=543(kg/hm^2)$

2.1.2 无磷区定产式

玉米  $Y=100X/(58.6834+0.0544X)$   
 $N=98, R=0.7648^{**}, F=135.31^{**}$   
 $Se=494.4(kg/hm^2)$   
水稻  $Y=100X/(46.9332+0.0775X)$   
 $N=89, R=0.7130^{**}, F=89.97^{**},$   
 $Se=445.5(kg/hm^2)$

2.1.3 无钾区定产式

玉米  $Y=100X/(68.6690+0.0374X)$   
 $N=97, R=0.5731^{**}, F=46.45^{**},$   
 $Se=487.5(kg/hm^2)$   
水稻  $Y=100X/(64.0252+0.0504X)$   
 $N=89, R=0.5772^{**}, F=43.48^{**},$   
 $Se=423(kg/hm^2)$

2.2 测土值与其校正系数的关系

养分平衡法是目标产量法中的又一种方法,以土壤有效养分测定值来计算土壤供肥量<sup>[2]</sup>,亦被称为经典的测土施肥方法。该法将作物、土壤、肥料三者的关系用“养分”表达,在施肥条件下,农作物吸收养分来自土壤和肥料。写成算式:

应施的肥料养分= 作物需要吸收的养分 - 土壤提供的养分

这就是著名的斯坦福(Stanford)公式,学术界称之为“差减法”。养分平衡法是国内外平衡施肥中最基本和最重要的方法。

然而,土壤有效养分测定值(mg/kg)仅是对应于农作物产量的养分肥力指标,是个相对值,即使同一土壤,其不同测试方法测出的数值亦大相径庭,不能表达土壤“真实”的供肥量。著名的土壤测试学家曲劳(T ruog)将肥料利用率这个概念引入到土壤有效养分方面来,即将土壤有效养分测定值乘以一个

系数,就可表达土壤真实的供肥量,这个系数被我国土壤肥料界称为“土壤有效养分校正系数”,是养分平衡法专用的参数,其含意是作物吸收某种养分量占土壤中该有效养分总量的百分数,写成算式:

土壤有效养分校正系数(%)=  
 $\frac{\text{缺素区农作物吸收养分量}(kg/667m^2)}{\text{土壤养分测定值}(mg/kg) \times 0.15} \times 100$

土壤供肥量(kg/hm<sup>2</sup>)=  
土壤有效养分测定值(mg/kg)×0.15×校正系数(%)

如将这两式合并,土壤供肥量即是缺素区农作物吸收的养分量,是计算土壤有效养分校正系数的基础参数。施肥量算式:

施肥量(kg/667m<sup>2</sup>)=  
 $\frac{\text{目标产量所需养分总量}-\text{测土值} \times 0.15 \times \text{有效养分校正系数}}{\text{肥料中养分含量}(\%) \times \text{肥料利用率}(\%)}$

对水稻、玉米各15组试验数据统计得知,校正系数可能大于1,亦可能小于1,而土壤速效磷的校正系数一般大于1,这和浸提剂浸提强度大小有关。统

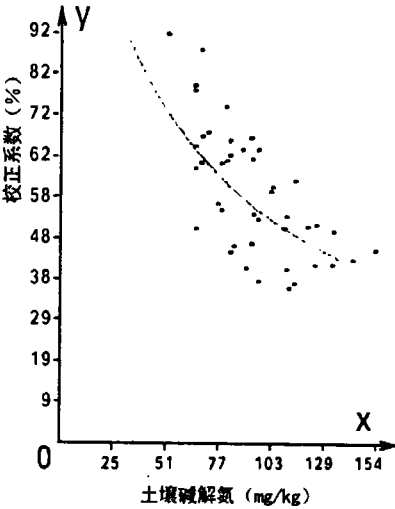


图3 水稻土碱解氮与其校正系数的关系 n=97

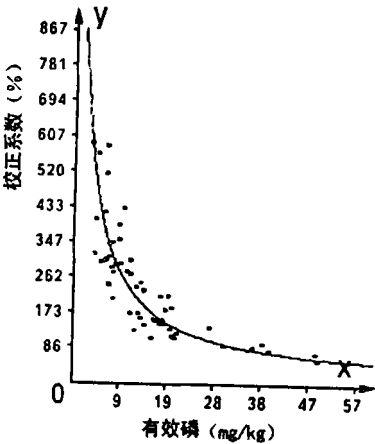


图4 玉米土壤有效磷与其校正系数的关系 n=57

计表明,土壤有效养分测定值与其校正系数之间呈极显著  $y=1/(a+bx)$  曲线相关。统计结果如下,并以水稻土壤碱解氮,玉米土壤有效磷、有效钾测定值( $x$ , mg/kg)与各自对应的校正系数( $y$ , %)的回归图为例说明(见图 3,图 4,图 5)。

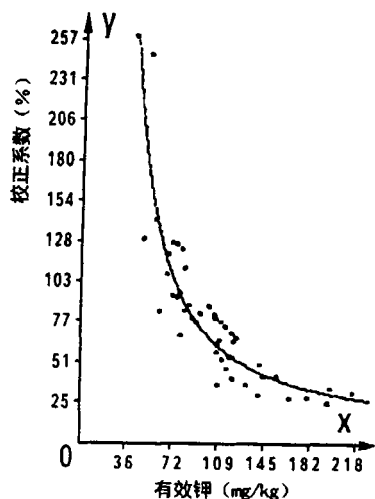


图 5 玉米土壤有效钾与其校正系数的关系  $n=53$

有了这种回归关系,便可按各回归式计算出任一测土值的校正系数,进而计算出土壤供肥量和施肥量。测土值与其各校正系数的回归式如下:

#### 2.2.1 碱解氮与其校正系数的关系

玉米  $Y=100/(0.5189+0.0103X)$

$N=43, R=0.7387^{**}, F=49.25^{**},$

$Se=12.1(\%)$

水稻  $Y=100/(0.6224+0.0122X)$

$N=44, R=0.6489^{**}, F=30.55^{**},$

$Se=11.0(\%)$

#### 2.2.2 速效磷( $P_2O_5$ )与其校正系数的关系

玉米  $Y=100/(0.0296+0.0342X)$

$N=57, R=0.8984^{**}, F=230.09^{**},$

$Se=81.1(\%)$

水稻  $Y=100/(0.0158+0.0242X)$

$N=60, R=0.9628^{**}, F=736.65^{**},$

$Se=74.0(\%)$

#### 2.2.3 速效钾( $K_2O$ )与其校正系数的关系

玉米  $Y=100/(-0.6182+0.0210X)$

$N=53, R=0.9024^{**}, F=223.81^{**},$

$Se=23.4(\%)$

水稻  $Y=100/(0.0699+0.0095X)$

$N=53, R=0.9159^{**}, F=265.51^{**},$

$Se=15.5(\%)$

#### 2.3 测土值与相对产量的关系

相对产量的概念是缺素区产量占全肥区产量的百分数,亦称百分产量<sup>[3]</sup>,如:

氮的相对产量(%)= $PK/NPK \times 100$

磷的相对产量(%)= $NK/NPK \times 100$

钾的相对产量(%)= $NP/NPK \times 100$

一般而言,在土壤中某种养分尚未达到极为丰富时,相对产量不会高于 100%。相对产量是养分丰缺指标法专用的参数。

前已述及,土壤有效养分测定值只是个相对值,不能用来评价土壤中某种养分的丰缺程度。美国著名的土壤测试学家勃瑞( Bray )提出以测土值与其对应的作物相对产量来确定土壤有效养分丰缺程度,巧妙地解决了不同的测土值与作物产量之间的可表达关系。土壤有效养分测定值( $x$ , mg/kg)与玉米、水稻的相对产量( $y$ , %)有极显著的相关性,现以米氏( Mitscherlich )公式的改进式指数式  $y=100-$

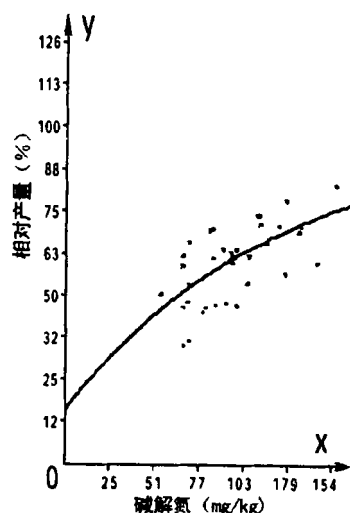


图 6 碱解氮与无氮区水稻相对产量的关系

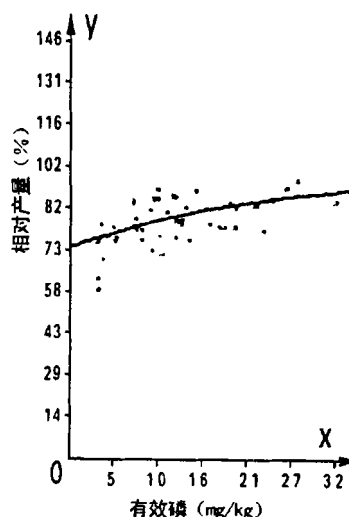


图 7 有效磷与无磷区玉米相对产量的关系

b · 10<sup>-cx</sup> 进行回归统计, 建立回归式, 计算土壤有效养分测定值所对应的相对产量。

施肥量(kg/667m<sup>2</sup>)=

$$\frac{\text{目标产量} \times (1 - \text{相对产量}) \times \text{单位作物产量养分吸收量}}{\text{肥料中养分含量}(\%) \times \text{肥料利用率}(\%)}$$

再按目标产量计算缺素区产量及施肥量。施肥量算式如下:

测土值与相对产量的回归关系如下(见图6 图7)。

2.3.1 碱解氮与无氮区相对产量的关系

玉米  $Y = 100 - 52.3303 \times 10^{-0.0026x}$   
N=32, R= - 0.5256 \*\*, F=11.46 \*\*,  
Se = 7.0(%)  
水稻  $Y = 100 - 82.6080 \times 10^{-0.0036x}$   
N=35, R= - 0.6582 \*\*, F=25.24 \*\*,  
Se=9.2(%)

2.3.2 速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)与无磷区相对产量的关系

玉米  $Y = 100 - 31.3831 \times 10^{-0.0397x}$   
N=48, R= - 0.6532 \*\*, F=24.35 \*\*,  
Se = 7.9(%)  
水稻  $Y = 100 - 25.7291 \times 10^{-0.0187x}$   
N=45, R= - 0.5483 \*\*, F=18.50 \*\*,  
Se=6.8(%)

2.3.3 速效钾(K<sub>2</sub>O)与无钾区相对产量的关系

玉米  $Y = 100 - 48.5090 \times 10^{-0.0063x}$   
N=36, R= - 0.5483 \*\*, F=18.50 \*\*,  
Se = 6.4(%)  
水稻  $Y = 100 - 43.8271 \times 10^{-0.0051x}$   
N=32, R= - 0.4129 \*\*, F=6.17 \*\*,  
Se=5.8(%)

2.4 测土值与产量及其养分吸收量的关系

鉴于测土值与作物产量之间有如上极显著的函数关系<sup>[4]</sup>, 我们对上述资料有关数据作进一步研究, 结果表明, 缺素区产量(y, kg 值)与土壤有效养分测定值(x, mg/kg)之间亦有极显著的相关性; 如将缺素区产量换算成养分吸收量, 则与测土值之间亦呈极显著相关。结果表明, 二者之间以  $y = a + bx^{0.5}$  式拟合最佳。以测土值直接计算土壤供肥量, 在应用上更方便、简捷。以测土值与缺素区产量回归关系计算施肥量的算式:

施肥量(kg/667m<sup>2</sup>)=

$$\frac{(\text{目标产量} - \text{缺素区产量}) \times \text{单位作物产量养分吸收量}}{\text{肥料中养分含量}(\%) \times \text{肥料利用率}(\%)}$$

实际上, 这一算式亦即是地力差减法的施肥量算式。测土值与缺素区作物产量的各类回归式如下:

2.4.1 碱解氮与无氮区产量的关系

玉米  $Y = 88.1010 + 30.1209X^{0.5}$   
N=34, R=0.5490 \*\*, F=13.81 \*\*,  
Se = 814.5(kg/hm<sup>2</sup>)  
水稻  $Y = 90.8736 + 28.0652X^{0.5}$   
N=39, R=0.5576 \*\*, F=16.70 \*\*,  
Se=777.0(kg/hm<sup>2</sup>)

2.4.2 速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)与无磷区产量的关系

玉米  $Y = 232.5428 + 54.5212X^{0.5}$   
N=34, R=0.8483 \*\*, F=82.10 \*\*,  
Se = 729.0(kg/hm<sup>2</sup>)  
水稻  $Y = 357.0191 + 32.1023X^{0.5}$   
N=38, R=0.6136 \*\*, F=21.73 \*\*,  
Se=613.5(kg/hm<sup>2</sup>)

2.4.3 速效钾(K<sub>2</sub>O)与无钾区产量的关系

玉米  $Y = 174.9295 + 32.8020X^{0.5}$   
N=30, R=0.6155 \*\*, F=17.07 \*\*,  
Se = 972.0(kg/hm<sup>2</sup>)  
水稻  $Y = 310.3590 + 7.2511X^{0.5}$   
N=42, R=0.4163 \*\*, F=8.39 \*\*,  
Se=759.0(kg/hm<sup>2</sup>)

以测土值与缺素区产量养分吸收量回归关系计算施肥量的算式:

施肥量(kg/667m<sup>2</sup>)=

$$\frac{\text{目标产量吸收养分总量} - \text{缺素区作物吸收养分量}}{\text{肥料中养分含量}(\%) \times \text{肥料利用率}(\%)}$$

测土值与作物吸收养分量的各类回归式如下:

① 碱解氮与吸氮量的关系

玉米  $Y = 2.3700 + 0.7622X^{0.5}$   
N=35, R=0.5285 \*\*, F=12.79 \*\*,  
Se = 21(kg/hm<sup>2</sup>)  
水稻  $Y = 2.0645 + 0.6486X^{0.5}$   
N=39, R=0.5612 \*\*, F=17.01 \*\*,  
Se=18(kg/hm<sup>2</sup>)

② 速效磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)与吸磷量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)的关系

玉米  $Y = 1.9767 + 0.4765X^{0.5}$   
N=36, R=0.8270 \*\*, F=73.55 \*\*,  
Se = 7.5(kg/hm<sup>2</sup>)  
水稻  $Y = 4.4724 + 0.3983X^{0.5}$   
N=38, R=0.6119 \*\*, F=21.55 \*\*,  
Se=7.5(kg/hm<sup>2</sup>)

③ 速效钾(K<sub>2</sub>O)与吸钾量(K<sub>2</sub>O)的关系

玉米  $Y = 3.7638 + 0.6992X^{0.5}$   
N=30, R=0.6142 \*\*, F=16.96 \*\*,  
Se = 21(kg/hm<sup>2</sup>)  
水稻  $Y = 9.6636 + 0.5444X^{0.5}$

$$N=42, R=0.4124^{**}, F=8.64^{**},$$
$$Se=24(\text{kg/hm}^2)$$

2.5 不同方法计算土壤供肥量精度的比较

我们系统地讨论了计算土壤供肥量的 5 种方法,其中测土施肥法 4 种,经对这 5 种方法计算的土壤供肥量的精度作一比较,均达到了农业部制定的优化配方施肥精度吻合度的检验标准(吻合度 90% 以上)(见表)。此例以实际最高产量作为地力差减法的目标产量,以缺素区作物产量养分吸收量作为土壤供肥量的真值,与各法计算的土壤供肥量进行精度比较。对其吻合度进行统计,结果表明,在两种作物、30 个供肥指标中,吻合度> 96% 的占 56.7%, 90%~95% 的占 40.0%, < 89% 的占 3.3%。

表 不同方法计算的土壤供肥量的吻合度 %

作物	供肥类型	地力差减法	养分平衡法	养分丰缺指标法	测土值与产量	测土值与养分吸收量	平均值
水稻	N	93.5	94.3	96.4	98.8	98.8	96.4
玉米		92.9	95.2	98.3	98.8	99.5	96.9
水稻	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	99.5	97.1	98.5	97.0	97.0	97.8
玉米		96.5	98.5	90.7	95.0	94.7	95.1
水稻	K <sub>2</sub> O	92.8	94.2	97.2	81.2	97.0	92.5
玉米		93.7	96.5	92.4	90.0	90.0	92.5

从表中看出,5 种方法计算的两种作物供 N 量的吻合度,平均为 96.7%,供 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 量平均为 96.5%,供 K<sub>2</sub>O 量平均为 92.5%,吻合度均大于 90%。说明这 5 种方法计算的土壤供肥量的精度均较高,在推广应用中可以完全达到定产、定肥定量化,参数指标化。

3 结论

3.1 在测土配方施肥诸多参数中,土壤供肥量是关

键参数,它决定配方施肥的精度。定产式、土壤有效养分校正系数、相对产量等参数均是同缺素区产量及其养分吸收量的相关关系中计算求出的,因此,它是计算土壤供肥量的基础参数。

3.2 从 5 种确定土壤供肥量的方法,在两种作物、30 个供肥指标的比较中,吻合度> 96% 的占 56.7%, 90%~95% 占 40.0%, 归纳起来,> 90% 的占 96.7%,说明运用这 5 种方法计算土壤供肥量有相当高的精度,亦保证了配方施肥有较高的精度。以缺素区产量拟合的定产式计算的土壤供肥量,较修正前可有较大量的增加,并减少了施肥量,更符合于生产实际。修正后的定产式,使土壤供氮、磷、钾养分的能力,水稻分别达 65.1%、85.1%、和 89.6%,玉米达 66.1%、84.9%和 87.2%。利用测土法确定土壤供肥量,方法简便,易于应用,并能根据土壤有效养分的动态变化确定供肥量。利用测土值与缺素区产量及其养分吸收量的回归关系计算土壤供肥量,应用上更有简捷性。如两种方法为同一组数据建立的回归式,则土壤供肥量的计算值及曲线形态完全相同。

3.3 这 5 种方法计算的土壤供肥量均可达到定量化水平,亦使配方施肥达到方法模式化,定产、定肥定量化,参数指标化的高水平技术要求。

参考文献:

[1] 王竺美,周鸣铮.浙江省水稻土基本肥力与水稻最高可得产量之间的关系探讨[J].土壤学报,1983,19(3):64-68

[2] 张世贤.中国的农业发展与平衡施肥在农业上的应用.[A].中国农科院土壤肥料研究所.国际平衡施肥学术讨论会论文集.北京:农业出版社,1989.12-14.

[3] 农业部农业局.配方施肥[M].北京:农业出版社,1989.

[4] 金耀青,张中原.配方施肥方法及其应用[M].沈阳:辽宁科技出版社,1993.

畜禽粗饲料的需求特点

反刍家畜中的牛、羊、骆驼,由于具有瘤胃、蜂窝胃、皱胃和重瓣胃四个功能不同的胃,对粗饲料消化利用率高。在放牧条件下,天然草地或人工草地就可基本满足其营养需要。在舍饲条件下,粗饲料占日粮的 70%~80%。反刍家畜对秸秆饲料有良好的利用效果,玉米秸消化率达 40%~45%,氨化玉米秸的消化率在 60%左右。粗饲料纤维素含量均在 30%以上,在消化道中起填充作用,并有促进胃肠蠕动和提高消化的功能。所以,在反刍家畜日粮中必须有足量的粗饲料,才能充分发挥其它饲料的作用。

非反刍家畜是指草食动物中的马、骡、驴和杂食动物中的猪。这类家畜中因马、骡、驴具有较发达的盲肠,也能大量利用粗饲料。但在一般情况下,对粗饲料要求进行加工调制或混拌适量的精饲料,才能达到较好的饲养效果。猪对粗饲料消化吸收能力较弱,需将粗饲料加工成粉状,用量一般不超过日粮的 10%。优质草粉可稍多些,秸秆粉一般为 5%~6%即可,过多会产生负效果。

家畜类家禽:家禽中鹅、鸭喜欢采食鲜嫩的青草野菜,日粮中粗饲料比例为 5%左右,肉鸡或蛋鸡粗饲料在日粮中仅占 2%~3%。家禽对粗饲料消化利用率较低,而且要求优质草粉,如苜蓿、三叶草等草粉。粗饲料在家禽饲养中主要起促进肠胃食物蠕动作用,主要营养物质由精饲料供给。

(131300 吉林省大安市龙沼镇农技服务站畜牧组 洪 学)