

# 利用肥料效应函数法进行配方施肥研究\*

侯俊发 王喜春 张惠敏 肖彦德

(内蒙古开鲁县农技推广中心)

**摘要** 配方施肥是施肥制度上重大改革,是科学施肥的方向。开鲁县通过7年配方施肥试验研究,探索出一条根据作物吸肥规律、土壤供肥性能进行科学施肥之路,并通过近几年推广应用收到了显著的经济效益。

**关键词** 配方施肥 玉米 小麦

**中图分类号** S143.4

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验方案

此试验采用氮磷两因素,三水平正交设计,共九个处理(见表1、2)。

表1 配方施肥试验处理

区 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
处 理	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub>

表2 各处理玉米、小麦施肥量

(kg/亩)

施 肥 水 平 作 物	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
玉 米	0	10	20	0	7.5	15
小 麦	0	10	20	0	5	10

### 1.2 供试材料与方法

供试氮肥采用尿素,磷肥采用三料过磷酸钙。小麦采用28611品种,亩播量20公斤。玉米采用黄莫417品种,设计密度亩3750株,试验点按养分含量高、中、低分布,地力均匀。各小区单灌单排,田间管理除施肥外,均与当地高产栽培水平相同。共布玉米试验点36个,小麦试验点24个,代表了全县主要耕作土壤类型。

### 1.3 取土样与化验方法

取土样时间在春季化冻划区后播种前进行,取土深度为0~20厘米。土壤养分分析方法:有机质—重铬酸容量法;全氮—开氏法;速效磷—碳酸氢钠浸提法;碱解氮—碱解扩散法;速效钾—火焰光度计法。

## 2 试验结果与分析

将7年间各点的试验数据按以下肥料效应函数方程处理。

$$\delta = a + bN + cP + dNP + eN^2 + fP^2$$

其中: $\delta$  为产量, $N$ 、 $P$  分别为亩施氮素和五氧化二磷量, $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$  分别为回归系数。

将各点肥料效应方程的各回归系数由最小二乘法配置,根据边际产量、边际产值与边际成本,求得各试验点的最大、最佳施肥量,其结果分析如下:

## 2.1 土壤速效磷含量与最佳施磷量的相关分析

土壤速效磷含量与最佳施磷量之间有着密切的关系,关系式为:

$$\text{玉米 } \delta = 9.40e^{-0.0505x} \quad n=14 \quad r=-0.8027^{**}$$

$$\text{小麦 } \delta = 10.05e^{-0.0675x} \quad n=12 \quad r=-0.9121^{**}$$

式中, $\delta$  是最佳施磷量, $x$  是土壤速效磷含量。上式说明玉米、小麦最佳施磷量与土壤速效磷含量呈负指数关系,且相关系数均达到极显著水平,说明土壤速效磷定值可以做为施用磷肥的指标。

## 2.2 土测速效磷与氮、磷比值的相关分析

进一步分析发现,土壤碱解氮与最佳施氮量之间相关性达不到显著标准,但土壤速效磷测定值与最佳氮磷比即最佳施氮量与最佳施磷量之比有着密切的相关关系,其函数关系为:

$$\text{玉米 } \delta = 1.3114e^{-0.048x} \quad n=14 \quad r=0.6789^{**}$$

$$\text{小麦 } \delta = 1.5921e^{-0.0366x} \quad n=12 \quad r=0.7337^{**}$$

式中, $\delta$  为 NP 比值, $x$  为土壤速效磷含量。从上函数式中看出,最佳氮、磷比值与土壤速效磷含量之间呈指数关系,且相关系数均达到极显著水平, $b$  为正值,说明氮磷比值随着土壤速效磷含量升高,以自然指数趋势上升,制定施肥,通过最佳施磷量与最佳氮磷比值可求得最佳施氮量。

## 2.3 土壤供肥能力与丰缺指标的相关分析

养分丰缺指标是土壤养分测定值与产量之间的相关关系的一种表现形式。为了消除养分以外因子的影响,以相对产量做为土壤供肥能力指标,相对产量就是缺素处理产量与施足全量养分的最大产量的百分比。

通过分析,相对产量和土壤速效磷之间的关系为:

$$\text{玉米 } \delta = 64.89 + 11.52 \log x \quad n=14 \quad r=0.6340^{**}$$

$$\text{小麦 } \delta = 16.54 + 31.64 \log x \quad n=12 \quad r=0.8200^{**}$$

式中  $\delta$  为相对产量(%), $x$  为土壤速效磷含量。函数式表明,相对产量为随着土壤速效磷含量增加而增加,呈对数关系,且相关系数均达到极显著水平,说明土测速磷可以做为当地玉米、小麦土壤供肥能力的指标。根据农业部配方施肥技术工作要点,结合当地生产实际,以相对产量 $<50\%$ 、 $50\sim 75\%$ 、 $75\sim 90\%$ 和 $>90\%$ ,将玉米地块划分为养分极缺、缺、较丰、丰四个级别;以相对产量 $<50\%$ 、 $50\sim 75\%$ 、 $>75\%$ 将小麦地块划分为养分极缺、缺和较丰三个级别,然后将各丰缺等级内的肥料效应方程合并归类,最后确定各丰缺等级内的氮、磷最佳施用范围。

## 2.4 氮、磷适宜配比的相关分析

以上所做分析是在不同肥力土壤上采用最佳氮、磷用量。最佳施肥量固然好,但目前化肥供应不足或资金短缺,有部分农户的施肥量达不到最佳施肥水平,针对这种情况,对各丰缺水平内的肥料效应方程的图型进行分析,找出在不同土壤养分水平下达到不同产量的最适氮、磷配比,确定不同产量指标下最适宜的氮、磷肥量(见表 3、4)。

表 3 玉米优化配方施肥推荐方案 (kg/亩)

相对产量(%)	<50			50~75			75~90			>90		
丰缺指标	极缺			缺			较丰			丰		
土测速磷(ppm)	<3.9			4~6.9			7~9.9			>10		
NP 效应方程	$\delta=298+22.4N+23.4P-0.24NP-0.68N^2-1.1P^2$			$\delta=330+26.9N+19.6P-0.02NP-0.88N^2-0.8P^2$			$\delta=461+25.6N+14.9P-0.2NP-0.86N^2-0.86P^2$			$\delta=430+36.5N+18.8P-0.3NP-0.9N^2-0.84P^2$		
推荐最佳 N 素用量	15~17			13~15			13			12~13		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8.0~9.2			6.9~8.0			6.2~6.9			5.5~6.5		
预计产量	560~570			620~640			690~710			810~820		
NP 配比方程	$P=0.5N+41.4$			$P=0.81N-4.71$			$P=0.87N-12.5$			$P=0.962N-20.9$		
NP 适宜配比用量	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产
	2.5	0	350	2.5	8.9	540	2.5	17.2	670	2.5	24.3	820
	5.0	1.75	423	5.0	12.0	603	5.0	20.1	661	5.0	26.9	793
	7.5	6.8	520	7.5	15.0	635	7.5	23.0	650	7.5	29.5	750
	10.0	11.9	560	10.0	18.1	640	10.0	25.8	560	10.0	32.1	700

表 4 小麦优化配方施肥推荐方案 (kg/亩)

相对产量(%)	<50			50~75			>75		
丰缺指标	极缺			缺			较丰		
土测速磷(ppm)	<3.9			4~6.9			>7		
NP 肥料效应方程	$\delta=40.6+17.7N+18.7P+0.76NP-0.7N^2-1.62P^2$			$\delta=117+1.72N+9.6P+0.52NP-0.66N^2-0.86P^2$			$\delta=196+13N+12.89-0.16NP-0.38N^2-0.78P^2$		
推荐最 N 素佳用量	15.3~16.1			14.4~15.0			12.7~14.1		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8.7~9.7			7.3~8.1			5.1~6.9		
预计产量	285~290			300~310			350~370		
NP 配比方程	$P=0.5277N+0.897$			$P=0.7895N-6.0$			$P=0.399N+0.638$		
NP 适宜配比用量	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	预产
	2.5	3.04	130	2.5	110.8	258	2.5	4.7	277
	5.0	7.75	218	5.0	13.9	291	5.0	10.9	346
	7.5	12.5	273	7.5	17.1	308	7.5	17.2	380
	10.0	17.3	294	10.0	20.3	310	10.0	23.5	379

3 拟合性验证与经济效益分析

3.1 拟合性验证

施肥量确定后,实际产量与理论产量是否吻合仍是一个问题。需要根据大田反馈的信息对效应方程的理论产量进行反复修正,使预测产量尽量接近实际产量。1989~1990 年 137 个玉米示范点理论产量与实际产量吻合度在 90~110% 范围内的点数 124 个,总体吻合度为 90.5%;55 个小麦示范田吻合度在 90~110% 范围内的点为 51 个,总体吻合度为 92.7%。

3.2 增产增收效益分析

1989~1991 年,累计推广面积为 175.5 万亩。其中玉米 147.5 万亩,小麦 28 万亩。三年平

均配方施肥玉米亩产 605 公斤,比习惯施肥的 534.9 公斤每亩增产 70.1 公斤,增产 14.4%,每亩纯增效益 21.90 元。三年平均小麦配方施肥亩产 314.5 公斤,比习惯施肥的 269.5 公斤每亩增产 45 公斤,增产 16.3%,每亩纯增效益 25.94 元。三年累计增产玉米、小麦 1.16 亿公斤,纯增效益 3 956.57 万元。“九五”期间,配方施肥在本地区将会产生更加显著的经济效益。

## Study on the Rational Blend Fertilization by Utilizing Function Method of Fertilizers Effect

Hou Junfa Wang Xichun Zhang Huimin Xiao Yande

(Agricultural Technique Popularizing center of kailu, Inner mongolia)

**Abstract** The rational blend fertilization is a great reformation in fertilization system and trend of the scientific fertilization. Through severn years' researching on rational blend fertilization, a path of scientific fertilization had been developed according to the regularity of fertilizers absorbed by crops and the ability of nutrient—applied from Soil. At the same time, remarkable economic benefit have been obtained by widely populariziny in recent years.

**Key Words** Rational blend fertilization, Corn, Spring wheat

### 国外科技动态

## 澳大利亚小麦育种动向\*

澳大利亚科学家在快速培育优良小麦品种方面取得两项新进展。阿德雷德和悉尼的两个研究小组开发出麦谷蛋白的试验方法,昆士兰大学生化系创造出一种遗传工程小麦的新方法,现在试图把抗除草剂和抗病基因导入小麦。

麦谷蛋白的新试验法使得育种者在单季内就能选出优良性状的植株。相比之下,用传统试验则需五、六季。麦谷蛋白是由一系列蛋白链借助化学键连结而成的。小麦种子磨成粉后这些化学键提供了面粉和面团的弹性和强度,一种独立的基因编码着每个蛋白质键的组成。

电泳是标准的蛋白链分离法之一,蛋白链在电场作用下依其大小和电荷分离开。但迄今难用电泳法把小麦种子的麦谷蛋白与其它蛋白分离开。现在,阿德雷德大学的韦特研究所和联邦科学与工业研究所组织的小麦研究所分别创立分离了麦谷蛋白新方法。组成小麦种子的一半麦谷蛋白可在几天内测出,而组成小麦胚的另一半麦谷蛋白仍可长成植株。现已从大约几十万个遗传组合中选择出 20 多种麦谷蛋白类型,可作为优质小麦的指标。此试验方法将大大加速优质小麦的培育,大幅度降低育种费用。美国等一些发达国家的科学家对此方法都产生了极大的兴趣。

(王岫芳编译)