

## 曲周县作物施肥系统的实施与评价

陈伦寿 毛达如 王兴仁

(中国农业大学 资源与环境学院,北京 100094)

**摘要** 经验性施肥在一定程度上存在盲目性,致使肥料利用率下降,作物单产难以提高。为此在“七五”期间根据大量的试验结果,运用动态聚类分析法,建立起县级计算机施肥系统,实行科学配方施肥。在曲周县主要作物(冬小麦和夏玉米)上应用这一系统,取得了良好的效果,检验和评价了该施肥模型和系统的科学性与实用性。

**关键词** 作物施肥;施肥系统;配方施肥

**中图分类号** S 147

**文章编号** 1007-4333(2003)S0-0057-04

**文献标识码** A

### Implementation and evaluation of the crop fertilization system in Quzhou county

Chen Lunshou, Mao Daru, Wang Xingren

(College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** Experiential fertilization was blindfold to a certain extent. So, it always resulted in a decline in utilization of the fertilizer. It became difficult to increase crop production through use fertilizer. According to a large number of experimental results during the seventh Five-Year Plan, a computer system of fertilizer application was build for fertilizer recommendation with dynamic clustering method. Good results were achieved on winter wheat and summer maize at Quzhou. It was tested and appraised the science and practicability of the fertilization model and system.

**Key words** crop fertilization; fertilization system; direction fertilization

长期以来在我国农业生产中沿用的是经验施肥,因此,在一定程度上存在盲目性,致使肥料利用率下降,作物单产难以提高。1983年农业部在广东省湛江市召开了南方13省市肥料工作座谈会,提出配方施肥新概念。根据各地的实践,于1985年5月在山东省沂水县召开了全国配方施肥经验交流会,归纳总结了配方施肥的3类6法:1)地力分级配方方法;2)目标产量配方法,其中包括养分平衡法和地力差减法;3)田间试验配方法,其中包括养分丰缺指标法、肥料效应函数法和氮磷钾比例法。配方施肥与经验施肥相比,具有增产、节肥和增收的综合效果,一般要增产10%、节省氮肥10%左右。配方施肥是以养分平衡为特征的施肥新技术,它的一个显著特点是施肥数量化,它对克服盲目施肥发挥了重要作用,所以配方施肥是我国施肥技术的重大改革。

1986年批准的国家重点科技攻关课题——黄淮海平原中低产地区综合治理,我校参与了大面积经济施肥和培肥技术的子专题研究。为落实这一科研任务,我们在河北省曲周县建立了研究基地,与当

地土肥站密切配合,采用肥料效应函数法,布置了以冬小麦和夏玉米为对象的氮磷二因素三水平小区试验(简称3×3试验),根据获得的大量第一手资料,运用动态聚类分析法,建立起县级计算机施肥系统(简称CCFS-90,曲周)。该施肥系统的建立标志着摒弃传统的经验性施肥和实行科学施肥的开始。为此,“七五”期间在曲周县主要作物(冬小麦和夏玉米)上实施了这一科学施肥方法,以观察它的经济效益,同时通过示范试验,对施肥模型进行校验,掌握其反馈信息,以考验该施肥模型和系统的科学性与实用性。

### 1 曲周县冬小麦、夏玉米推荐施肥效果和经济分析

#### 1.1 冬小麦推荐施肥效果和经济分析

1989—1990年曲周县不同肥力麦田的经济最佳施肥方案是以3年的多点田间肥料试验为基础,运用回归分析和动态聚类结果,提出4类麦田的类肥料效应方程(表1),并经过边际分析提出来的(表2)。

收稿日期:2003-09-18

作者简介:陈伦寿,教授,主要从事植物营养研究。

表 1 麦田类肥料效应方程

Table 1 The fertilizer response equations of crops at the soils with different fertilities

土壤肥力	类肥料效应方程	F 值
低肥力, $n=4$	$Y=81.90+4.89N+12.57P-0.22N^2-0.92P^2+0.08NP$	92.7 <sup>**</sup>
中肥力, $n=46$	$Y=158.30+8.80N+28.20P-0.37N^2-1.88P^2+0.14NP$	140.6 <sup>**</sup>
中高肥力, $n=12$	$Y=235.60+11.12N+19.80P-0.48N^2-1.47P^2+0.16NP$	276.2 <sup>**</sup>
高肥力, $n=7$	$Y=280.40+16.71N+14.94P-0.72N^2-0.91P^2+0.06NP$	168 <sup>*</sup>

表 2 冬小麦的理论产量、最佳施肥量和施肥效益

Table 2 The theoretical winter wheat yield, the best fertilizer quantity and fertilizer efficiency at the soils with different fertilities

土壤肥力	理论产量/ (kg hm <sup>-2</sup> )	最佳施肥量/(kg hm <sup>-2</sup> )		施肥效益 <sup>*</sup> / (元 hm <sup>-2</sup> )
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
低肥力	2 320.84	129.09	91.30	824.74
中肥力	4 901.05	165.22	109.60	2 427.74
中高肥力	5 653.97	162.52	98.80	1 973.61
高肥力	6 645.87	162.37	111.39	2 326.54

注:按当时价格:小麦 1.2 元 kg<sup>-1</sup>, N 2.00 元 kg<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.50 元 kg<sup>-1</sup> 计算。

从表 2 可以看出,不同肥力冬小麦的理论产量有明显差别,但最佳施肥量虽有差异,但差异不大。低肥力麦田由于土壤肥力和管理条件所限,肥效难以充分发挥,因此冬小麦理论产量和施肥效益是 4 类麦田中最低的。中肥力麦田虽然氮磷肥料投入较多,但其施肥效益却最大,增产潜力很大。此外,高肥力麦田,由于土壤养分含量较高,作物对土壤养分的依赖性较强,所以表现为化肥投入量不很多,而获

得的产量和经济效益却很高,因而符合经济合理的施肥原则。

## 1.2 夏玉米推荐施肥效果和经济分析

根据 1987—1988 年 2 年 67 个可用性试验数据,进行回归分析,采用动态聚类法进行汇总得出低肥力、中肥力和高肥力 3 类肥料效应方程(表 3),再用边际分析法求出 3 类田块夏玉米的理论产量,最佳施肥量和施肥效益(表 4)。

表 3 夏玉米的类肥料效应方程

Table 3 The fertilizer response equations of summer maize at the soils with different fertilities

土壤肥力	类肥料效应方程	F 值
低肥力, $n=15$	$Y=221.5+16.04N+16.83P-0.776N^2-1.236P^2+0.24NP$	25.3 <sup>**</sup>
中高肥力, $n=48$	$Y=347.5+13.688N+20.826P-0.567N^2-1.472P^2+0.113NP$	19.6 <sup>**</sup>
高肥力, $n=4$	$Y=496.6+6.11N+14.437P-0.294N^2-1.844P^2+0.047NP$	20.6 <sup>**</sup>

表 4 夏玉米的理论产量、最佳施肥量和施肥效益

Table 4 The theoretical yield of summer maize the best fertilize quantity and fertilizer efficiency at the soils with different fertilities

土壤肥力	理论产量/ (kg hm <sup>-2</sup> )	最佳施肥量/(kg hm <sup>-2</sup> )		施肥效益 <sup>*</sup> / (元 hm <sup>-2</sup> )
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
低肥力	5 532.23	140.93	89.51	1 042.43
中肥力	7 335.38	134.93	82.61	1 011.09
高肥力	8 566.72	88.76	80.06	406.45

注:按当时价格:夏玉米 0.70 元 kg<sup>-1</sup>, N 2.00 元 kg<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.5 元 kg<sup>-1</sup> 计算。

从表 4 可以看出,由于黄淮海平原地区气候条件适合夏玉米生长,因此,夏玉米的产量高于冬小麦的产量,说明夏玉米的生产潜力很大。由于土壤养分供应能力不同,反映出低肥力田块夏玉米的理论产量虽然不高,但其肥料投入量却很多,施肥效益在 3 类田块中为最高。对高肥力田块来说,由于夏季

雨水充沛,土壤微生物活动旺盛,有利于夏玉米对养分的吸收,表现出投肥在 3 类田块为最少,而理论产量却最高。夏玉米的施肥效益明显低于冬小麦,二者差异主要是由于产品价格不同所致。此外,当地农民对夏玉米一般投肥较少,尤其不施磷肥,推荐施肥量虽然多投入了一些磷肥,增加了生产成本,但推

荐施肥的理论产量却是最高的,说明夏玉米平衡施肥的合理性。

## 2 冬小麦经济施肥决策的推广和信息反馈

经过3年的小区试验和示范试验,为曲周县冬小麦的经济施肥决策提供了科学依据。1989年秋根据表2所列4类麦田的最佳施肥方案,在承担一定风险的情况下,在全县40万小麦上推广应用,与此同时,按不同肥力土壤面积比例和农户条件分散布置了15个试验点,采用3区(空白区,推荐施肥区

和习惯施肥区,每区面积为 $0.067 \text{ hm}^2$ )设计开展了施肥模型的校验工作,其作用是对肥料效应的情况进行反馈研究。我们引入了校验系数( $A$ )的概念作为判断标准。

$$A = \frac{\text{实际产量}(y)}{\text{理论产量}(y)}$$

$A$ 值越接近于1,说明实际产量与理论产量非常吻合,即肥料效应反馈性越好。吻合度要求: $A$ 值为 $0.9 \sim 1.1$ ,即允许偏差为 $\pm 10\%$ 。冬小麦3区试验的校验结果列于表5。

表5 冬小麦3区试验的校验结果  
Table 5 The experimental results of winter wheat

地点	土壤肥力	实际产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	理论产量/ ( $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	$A$	$\bar{A}$	CV/ %
河南疃	高肥力	7 716.04	6 645.88	1.16	1.09	8.35
苏小营	高肥力	6 876.76		1.03		
小王庄	中高肥力	6 196.85	5 653.97	1.10	1.09	4.78
北里岳	中高肥力	5 717.09		1.01		
宁屯村	中高肥力	6 399.70		1.13		
南龙堂	中高肥力	6 266.87		1.11		
田疃村	中肥力	4 517.69	4 901.05	0.92		
张庄村	中肥力	4 992.50		1.02	1.03	7.62
城关镇	中肥力	5 397.30		1.10		
礼节谷	中肥力	5 197.30		1.06		
铤庄村	中肥力	3 398.20		0.69		
杨谷村	中肥力	3 398.20		0.69		
张绰村	中肥力	3 958.02		0.81		
谷庄村	中肥力	3 398.20		0.69		
东漳头	低肥力	2 998.50	2 320.84	1.29		

从表5可以看出,除部分中肥力麦田灌溉措施跟不上,致使小麦实际产量有所降低。因而 $A$ 值太小,偏差太大和低肥力麦田由于早春雨水比较均匀,致使冬小麦实际产量高于理论产量, $A$ 值偏大偏差也太大外,约占 $70\% \sim 80\%$ 的麦田平均 $A$ 值均接近于1,符合吻合度的要求。这一结果显示冬小麦施肥模型的反馈性很好,可以在当地或与当地条件相近的地区推广应用。

1990-05专家组对曲周县冬小麦大面积经济施肥进行验收。专家认为,“曲周县小麦普遍生长齐整,无一块麦田因施肥(特别是氮肥)过量而倒伏,也无一块麦田因施肥不足而生长太差”。专家组的评估充分证明以平衡施肥为特征的配方施肥技术是科学的,冬小麦施肥模式和系统的实施是可行的。

夏玉米通过全县不同肥力土壤11个点的3区

示范试验的田间校验结果表明,其施肥模型的反馈性很好,除低肥力田块外,中肥力和高肥力田块的 $A$ 值接近于1与冬小麦的田间校验结果相似。

## 3 结论

### 3.1 必须走出经验性施肥的误区

长期以来农民主要靠经验施肥,不可避免地存在一定的盲目性,随之带来一些不良后果,也是显而易见的。要想摒弃经验性施肥的旧习,建立科学施肥的新体系,必须走出施肥误区:一是“施肥越多越增产”,二是“作物产量越高,投肥也越多”等。这里需要明确的是:第1,作物增产是多种因素(水、肥、品种、病虫害防治等)综合作用的结果,施肥只是其中一个重要的增产措施。强调施肥是必要的,因为它是作物丰产的物质保证,但是偏施氮肥,养分不平

衡也是不可取的。实施平衡施肥才能做到经济合理施肥;第2,合理施肥应当考虑土壤有效养分的含量,因为它既是作物营养的重要来源,又是施肥决策的重要依据;第3,要弄清作物、土壤、肥料三者的关系。作物吸收的养分来源于土壤和肥料。而施肥的养分则是作物所需养分与土壤供应养分之差,这就是目标产量配方法的基本原理,所以对于指导作物合理施肥来说,土壤养分状况比土壤分类更重要,更有实际意义。同时要弄清:肥地土壤养分含量高,作物对土壤养分的依赖率高,而瘦地土壤肥力较低,作物对肥料养分的依赖率高。这就是高肥力田块适当少施肥也能获得较高产量(避免偏施氮肥而倒伏减产),而中低肥力田块如不适当增施肥料就难以提高产量的道理。

### 3.2 施肥决策的科学化

曲周县大面积经济施肥的实践表明,单凭经验施肥,有一定的盲目性,难以做到经济合理施肥。用科技含量较高的作物施肥系统指导施肥才能做到施

肥决策科学化。过去人们过分强调作物施肥的复杂性,认为施肥量难以确定,因而长期沿袭经验性施肥。建立在生物试验基础上得到的肥料效应方程(函数)能客观地反映作物产量( $y$ )与施肥量( $N, P$ )之间数量关系,因此应用聚类分析法汇总的不同肥力田块的类方程求得的经济施肥量才是科学的施肥决策,这一点从施肥模型的田间校验结果(表5)可以得以证明。

### 3.3 巩固科研成果,不断提高科学施肥水平

“七五”期间北京农大植物营养系在曲周基点做了“大面积经济施肥”的研究,初步建立了曲周县计算机施肥系统,在全县2.67万 $\text{hm}^2$ 冬小麦上推广应用,取得了令人信服的结果。但是我们也清醒地认识到,这些成果还是初步的,今后仍需要依靠曲周县自身的力量不断加以完善,巩固科研成果。继续进行小区试验,积累试验资料以便掌握年际间的肥料效应变化,不断修正施肥模型,使施肥决策更加科学化,逐步提高科学施肥水平。