

CETU PEIFANG SHIFEI
LILUN YU SHIJIAN

测土配方施肥 理论与实践

- 主 编 谢卫国
- 副主编 黄铁平 钟武云 彭福茂

湖南科学技术出版社

CETU PEIFANG SHIFEI
LILUN YU SHIJIAN

测土配方施肥 理论与实践

- 主 编 谢卫国
- 副主编 黄铁平 钟武云 彭福茂

谢卫国 主 编
黄铁平 钟武云 彭福茂 副主编

(农村实用技术) 人员名录
编 委 另小明 曹成成 黄才武
黄铁平 钟武云 彭福茂 云武特

参 考
黄铁平 钟武云 彭福茂 参 考
钟 武 云 参 考

图书在版编目 (C I P) 数据

测土配方施肥理论与实践 / 谢卫国主编. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2006.5
ISBN 7-5357-4547-4

I. 测... II. 谢... III. ①土壤肥力—测定法 ②施肥—肥方 IV. ①S158.2 ②S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 009005 号

测土配方施肥理论与实践

主 编: 谢卫国

副 主 编: 黄铁平 钟武云 彭福茂

责任编辑: 熊穆葛 彭少富

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-4375808

印 刷: 湖南省农业厅印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 湖南省教育街 66 号

邮 编: 410005

出版日期: 2006 年 5 月第 1 版第 1 次

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 11.25

字 数: 274000

书 号: ISBN 7-5357-4547-4/S·562

定 价: 20.00 元

(版权所有 · 翻印必究)

本书编委会

主任 吴新民 石建辉
副主任 谢卫国 杨中万 文培正

委员 (按姓氏笔画排序)

文培正 石建辉 龙炳华 孙建国
刘建平 吴新民 杨中万 赵传成
钟武云 谢卫国 黄育忠 黄铁平
游准龙 龚德华 彭福茂

主编 谢卫国
副主编 黄铁平 钟武云 彭福茂

编写人员 (按姓氏笔画排序)

危长宽 刘如清 阳小民 杨琳
钟武云 夏海鳌 黄铁平 彭福茂

校核
夏海鳌 高幼林 刘毅斌 李群
陈艳

序 言

“庄稼一枝花，全靠肥当家。”肥料是作物的“粮食”，科学合理施肥，能有效地提高作物产量和质量，增加农民收入。用先进科学技术改造农业，发展现代农业，必须千方百计提高科学施肥水平。

湖南是肥料施用大省，常年化肥施用量占全国的4.5%左右。但长期以来，一些地方在用肥中存在着重化肥，轻有机肥；重氮、磷肥，轻钾肥；重大量元素肥，轻中量、微量元素肥的“三重三轻”现象，不仅投入产出率低，而且导致农产品品质下降、土壤肥力衰退和环境污染，直接影响到粮食持续增产、农业提质增效、农民节本增收。施肥水平不高的问题，已经到了非解决不可的时候了。

实践证明，大力推行测土配方施肥，是全面提高科学施肥水平的有效途径。测土配方施肥，就是综合运用现代农业科技成果，根据作物需肥规律、土壤供肥性能与肥料效应，在以有机肥为基础的前提下，产前提出氮、磷、钾或中量、微量元素的适宜用量和比例，以及相应的施肥技术。测土配方施肥针对性、操作性强，对于提高肥料利用率，降低农业生产成本，保护农业生态环境，提高农产品产量和农产品质量，实现增产、增效、增收都具有十分重大的意义。湖南省农业部门从1987年开始研究和示范推广测土配方施肥技术，积累了较为丰富的经验；2005年，按照农业部的统一部署，湖南省启动了春秋两季测土配方施肥技术

推进行动，共实施测土配方施肥 240 万 hm^2 ，平均每公顷为农民增收节支 375 元以上，深受农民朋友欢迎。可以说，测土配方施肥作为一项节本增效的先进技术，已经在湖南省具备了大面积推广应用的基础和条件，必须作为农业部门的一项主推技术常抓不懈，进一步扩大试点，逐步在全省范围内推开。

为了及时总结经验，更好地指导各地开展测土配方施肥，湖南省农业厅与湖南省财政厅一道，组织编写了这本《测土配方施肥理论与实践》，其内容翔实，理论性、可操作性强。希望这本书的出版发行，能对全省各地加强测土配方施肥工作有所裨益，也希望各地农业部门进一步研究新技术、总结新经验，全面提升科学施肥水平，为推动湖南现代农业发展、建设社会主义新农村作出积极贡献。



2006 年 1 月

作者为湖南省农业厅党组书记、厅长

推广测土配方施肥 促进新农村建设

杨 中 万

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础,依据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应,对肥料进行科学配方和施用的一种方法。表面看,这是一项专业性较强的农业技术推广应用工作,而实际却体现出一种发展理念、发展方法、发展机制的重大转变。2005年首次把“推广测土配方施肥”写入党的中央1号文件,2006年中央1号文件再次强调要“增加测土配方施肥补贴”。这是中央落实科学发展观和推进新农村建设的重大举措。

一、推广测土配方施肥的战略意义

1. 推广测土配方施肥是落实科学发展观的客观要求。增长方式是发展的具体体现,符合科学发展观的增长方式,是速度与结构、质量与效益相统一的增长方式,是低投入、低消耗、低污染、能循环、可持续发展的增长方式。从现实情况看,我国农业增长方式粗放、代价过高。农业增长主要是依靠扩大种植面积和提高复种指数,增加农业生产资料和人力投入来实现的。我国以占世界9%的耕地养活了占世界22%的人口,但却施用了占世界35%的化肥。湖南省每年施用的化肥有近1/3被浪费掉,损失氮肥120多万吨,增加生产成本12亿多元。通过测土配方施肥,协调土壤、肥料、作物之间的关系,达到最佳和谐点,有利于改善农产品品质,增强农业市场竞争力,促进耕地资源的可持续开发利用。

2. 推广测土配方施肥是提高农业综合生产能力的内在要求。农业综合生产能力是由农业的多功能性因素决定的产出能力。构成农业综合生产能力的主要因素,包括耕地的数量与质量,农业基

基础设施条件,农业科技创新与推广应用,农业产业化程度,农业劳动力素质等。但这些因素对农业综合生产能力的影晌次序、影响权重和作用方式是不同的。土地是财富之母,表现在农业生产上,耕地既是不可或缺的生产资料,又是农业综合生产能力的基本载体。因此,耕地是决定农业综合生产能力最基础、最直接的因素。其他因素的作用都需要通过耕地这个载体才能体现出来。

3. 推广测土配方施肥是治理农业面源污染的迫切需要。伴随我国工业化和城市化的快速发展,一方面,耕地数量减少,人口不断增加,人地矛盾进一步加剧。目前我国人均耕地面积仅相当于世界平均水平的 60%,湖南省又仅为全国平均水平的 40%。另一方面,耕地利用逐渐偏离精耕细作的轨道,大量施用化肥、农药,绿肥、农家肥使用减少,地力下降、土壤污染等问题逐步显现出来。据资料反映,全国每公顷化肥施用量已达到 289 千克,比 90 年代增长 65%,大大高于世界平均水平,全国有近 1/5 至 1/6 的耕地受到不同程度的污染。因此,实行测土配方施肥,科学合理有效使用化肥,是遏制土壤肥力下降、土壤污染的迫切需要。

二、推广测土配方施肥是新农村建设的重点抓手

党的十六届五中全会和 2006 年中央 1 号文件提出了“生产发展,生活宽裕,乡风文明,村容整洁,管理民主”的新农村建设的总体要求。推广测土配方施肥,正是新农村建设的一个重要内容和具体抓手。

1. 测土配方施肥是促进农业生产发展的有效措施。发展现代农业,繁荣农村经济,是新农村建设的中心任务。测土配方施肥正是促进农业增产,提高农业市场竞争力的一个重要环节。根据近年测土配方施肥的试验示范统计,农作物增产幅度一般在 8%~15%,高的达 20% 以上。广泛推行测土配方施肥,充分发挥土肥水资源的最大潜力,可以缓解耕地资源的约束,保障农产品供给,满足市场需求。

2. 测土配方施肥是促进农民增收的重要渠道。近年来,随着

粮食价格的回升、国家对农民的政策性补贴和劳务收入的增加,农民收入逐步摆脱低位徘徊增长的局面,呈现较快的恢复性增长。但目前粮价已到高位,涨价增收的空间已不大,尤其是农业生产成本提高制约着农民收入的增长。与国际比较,全国水稻、小麦、玉米、大豆四大粮食作物生产成本总体偏高。目前,我国每千克粮食生产平均成本,小麦比美国高 17.2%,玉米比美国高 23.9%,大豆比美国高 33.9%,水稻比泰国、越南分别高 36.2% 和 12.8%。近年通过对水稻施肥的试验示范比较,测土配方施肥与常规施肥相比,每公顷可增收节支 375 元以上。因此,推行测土配方施肥,蕴藏着巨大的节本增收潜力。

3. 测土配方施肥是改善农业生态环境的重要途径。当前影响农业生态和农村人居环境的因素是多方面的,有工业“三废”排放带来的污染,有大量使用化肥、农药、地膜带来的污染,有人畜粪便和垃圾使用管理不善带来的污染等。但大量施用化肥,是造成土壤板结、土壤污染的基本因素,也是导致农业面源污染的重要原因。推行测土配方施肥,不仅可以直接减少化肥施用量,而且通过平衡作物生殖生长与营养生长的关系,可以增强农作物抗病、抗逆能力,减轻农作物病害,进而减少农药的使用。同时通过增施有机肥,减少不合理的化肥施用,带动农村环境卫生条件的改善,减少流行性疫病的传播。由此可见,测土配方施肥既有促进农业增效、农民增收的经济效果,又有改善环境的生态效益、社会效益的作用。

三、加大财政支持测土配方施肥的力度

1. 把测土配方施肥的公益性环节纳入财政支持范围。测土配方施肥是节约资源、改良土壤、保护地力和环境的一项重大农艺措施,是公共财政支持引导的一个重要方面。测土配方施肥体系包含了“测土—配方—配肥—供肥—施肥”等五个环节,财政要在严格区分各环节公益性与经营性特征的基础上,着力支持测土、田间试验、配方设计、配方校验、技术培训等重点环节。把市场配置资

源的基础性作用与财政的引导支持结合起来,推进政府作用与市场机制的有效对接。

2. 逐步增加对测土配方施肥的财政投入。测土配方施肥符合发展循环经济、建设节约型社会的要求。2005 年中央安排 2 亿元在全国 200 个县开展测土配方施肥试点,2006 年又有了较大幅度的增长。湖南是农业大省,要抢抓机遇,积极争取中央财政对湖南的更多投入。在这个基础上,各地财政应根据财力增长情况,逐步将测土配方施肥纳入年初财政预算,建立稳定的投入机制。同时,湖南省各地要努力优化农业财政支出结构,将一些已不适应形势发展要求的专项资金逐步调整到支持发展现代农业、促进农业增长方式转变的项目上来。

3. 研究建立对农民培肥地力的激励机制。中央 1 号文件提出了“继续实施保护性耕作示范工程和土壤有机质提升补贴试点”的要求。财政部门要根据这一精神,会同农业等相关部门积极开展调查研究,多方面进行土壤有机质提升技术模式和补贴制度的比较分析,积极争取国家在湖南开展这方面的试点工作。

4. 探索农资价格补贴政策的改革和完善工作。现行对农业生产资料采取的是价格限制政策,并给农资企业以财政补贴和政策优惠。按照科学发展观的要求,应该是鼓励农民少用化肥,节肥节本;多用有机肥,增加土壤有机质,减少污染。这是当前国际上大力发展有机农业的一个基本方向。但现行对农资限价政策和对农资生产流通企业的补贴政策,实际上是鼓励企业多生产化肥、农民多施用化肥,政策手段与政策目标相悖。应该探讨的是,是否可以将现行对农资生产流通企业的财政补贴,转为对农户采用减少化肥农药使用新技术的补贴?近年来国家实施的良好补贴政策已从实践上证明了其可行性。

2006 年 2 月

作者为湖南省财政厅农业处处长

前 言

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础,根据作物需肥规律、土壤供肥特点和肥料效应,在合理施用有机肥的基础上,提出氮、磷、钾和中量元素、微量元素等肥料的施用品种、数量、施肥时期和施用方法。这是施肥技术的一次重大革新。推广该项技术,对于提高肥料利用率,降低农业生产成本,保护农业生态环境,提高农作物产量和农产品质量,实现粮食增产、农业增效、农民增收具有十分重大的意义。

党中央、国务院对测土配方施肥工作高度重视,2005年将“推广测土配方施肥”作为培肥地力的重要措施写入了中央一号文件,2006年的中央一号文件再次提出:“要大力加强耕地质量建设,实施新一轮沃土工程,科学施用化肥,引导增施有机肥,全面提升地力,增加测土配方施肥补贴”。在2005年人大、政协“两会”期间,胡锦涛总书记和温家宝总理指出,要指导和帮助农民合理施用化肥、农药,切实解决农业和农村面源污染问题。曾培炎副总理和回良玉副总理等中央领导同志对测土配方施肥工作进行过多次批示。为全面推进测土配方施肥工作,2005年,湖南省按照农业部的统一部署,相继组织开展了测土配方施肥春季行动和秋冬季行动,启动了测土配方施肥财政补贴试点工作,全省各级政府和农业部门精心组织,广大农技人员献计献策,新闻媒体广泛宣传,社会各界普遍关注,广大农民积极参与,初步形成了科学施肥的良好氛围,促进了农民施肥观念的转变,积累了较丰富的项目实施与管理经验,取得了测土配方施肥的阶段性成果。

今后,国家将进一步加大对测土配方施肥工作的投入力度,测土配方施肥工作将进一步引向深入。为了切实做好测土配方施肥技术推广工作,根据农业部的统一部署,按照农业部《测土配方施肥技术规范(试行)》要求,结合湖南实际,我们组织编写了这本《测土配方施肥理论与实践》。内容包括:外业调查与采样、分析化验与质量控制、田间试验及农户调查反馈、肥料效应模型的建立与应用、植物营养与施肥原理、肥料配方设计与施肥方案制定、图件制作与信息系统建立、配方肥生产与科学施肥、测土配方施肥财政补贴项目管理。在编辑过程中,我们力求理论与实践相统一,注重实用性和可操作性。本书既是全省各级土肥部门进行测土配方施肥技术培训的专用教材,也可作为农业技术人员、农村基层干部的参考读物。

我们衷心希望,通过编辑出版这本《测土配方施肥理论与实践》,广泛开展技术培训,能有力促进湖南测土配方施肥规范化、标准化,不断提高全省测土配方施肥技术水平。

湖南省农业厅

湖南省财政厅

2006年2月

目 录

第一章 外业调查与采样	(1)
第一节 湖南省现行土壤分类	(1)
一、土壤的六级分类制	(1)
二、湖南土类及主要亚类介绍	(2)
三、湖南土壤基层分类	(9)
第二节 土壤分布	(26)
一、自然土壤分布	(26)
二、水稻土分布	(48)
第三节 剖面构型	(49)
一、自然土壤	(49)
二、旱地土壤	(50)
三、水稻土土壤	(52)
第四节 样品采集准备工作	(56)
一、工具准备	(56)
二、技术准备	(56)
三、编制采样计划与点位图	(58)
第五节 样品采集与表格填写	(59)
一、采样程序	(59)
二、采样方法与要求	(69)
三、外业采样表格填写	(72)
四、农户施肥情况调查表填写	(78)
第二章 分析化验与质量控制	(91)
第一节 样品处理与保存	(91)
一、样品制备目的	(91)

二、土壤样品处理与保存	(91)
三、植株样品处理与保存	(93)
第二节 土壤测试项目与其分析方法	(94)
一、土壤 pH 值的测定	(94)
二、土壤有机质的测定	(97)
三、土壤全氮的测定	(99)
四、土壤碱解氮(有效氮)的测定	(100)
五、土壤有效磷的测定	(101)
六、土壤速效钾的测定	(102)
七、土壤缓效钾的测定	(103)
八、土壤有效钾的概念	(104)
九、MehlichⅢ联合浸提法	(104)
十、ASI 土壤养分测定法	(121)
十一、土壤测定项目分析结果计量单位表达与小数 位数取舍	(136)
第三节 实验室分析质量控制和数据处理	(137)
一、概述	(137)
二、分析误差及其控制	(138)
三、实验室质量控制	(141)
四、分析数据的处理	(145)
第三章 田间试验及农户调查反馈	(148)
第一节 田间试验的基本方法	(148)
一、肥料效应田间试验的目的	(148)
二、田间试验的要求	(148)
三、田间试验方案的制定	(151)
四、试验实施	(155)
第二节 制定施肥建议	(156)
一、施肥参数计算	(156)
二、施肥建议制定	(158)

三、测土配方施肥田间示范	(159)
第三节 田间基本情况调查分析和农户调查反馈	(159)
一、田间基本情况调查分析	(159)
二、农户调查反馈	(160)
第四章 肥料效应模型的建立与应用	(163)
第一节 肥料效应模型的概念	(163)
第二节 回归分析的基本原理	(163)
一、回归分析的概念	(163)
二、回归模型建立方法	(164)
三、回归模型及回归系数的检验	(165)
第三节 肥料效应模型建立实例	(166)
一、“3414”试验资料可用来作哪些回归分析	(166)
二、用 Excel 建立肥料效应模型的方法	(167)
第四节 肥料效应模型的应用	(172)
一、边际产量分析	(172)
二、边际效益分析	(173)
三、因子效应分析	(174)
四、推荐施肥	(175)
第五节 用 EXCEL 求解多元一次方程	(175)
一、基本原理	(176)
二、计算实例	(176)
第五章 植物营养与施肥原理	(178)
第一节 植物生长必需的营养元素	(178)
一、植物的元素组成	(178)
二、植物必需营养元素的种类	(178)
三、正常的作物施肥水平	(179)
第二节 氮素营养与施肥	(181)
一、氮的营养功能	(181)
二、植物体内氮的含量和分布	(181)

三、作物缺氮症状与供氮过多的危害	(182)
四、氮肥的合理施用	(183)
第三节 磷素营养与施肥	(185)
一、磷的营养功能	(185)
二、植物体内磷的含量和分布	(185)
三、磷素营养失调的症状	(186)
四、磷肥的合理施用	(187)
第四节 钾素营养与钾肥	(189)
一、钾的营养功能	(190)
二、植物体内钾的含量、分布与特点	(190)
三、作物缺钾的一般症状	(191)
四、影响钾肥肥效的因素	(191)
第五节 锌素营养与施肥	(193)
一、锌的营养功能	(193)
二、植物体内锌的含量和分布	(194)
三、作物缺锌与锌中毒的症状	(194)
四、锌肥的合理施用	(196)
第六节 硼素营养与施肥	(198)
一、硼的营养功能	(198)
二、作物缺硼症状	(200)
第七节 科学施肥的基本原理	(201)
一、养分补偿学说	(201)
二、同等重要律	(202)
三、不可代替律	(202)
四、最小养分律	(202)
五、报酬递减律	(203)
第八节 影响植物营养与施肥效益的因素	(204)
一、气候条件	(204)
二、作物营养特性	(205)

三、栽培管理	(207)
四、有机肥施用水平	(209)
第六章 肥料配方设计与施肥方案制定	(211)
第一节 测土配方施肥技术体系	(211)
第二节 测土配方施肥的基本方法	(212)
一、地力分区(级)配方法	(212)
二、目标产量配方法	(213)
三、田间试验法	(214)
第三节 测土配方施肥有关参数的确定方法	(216)
一、基础(空白)产量	(216)
二、目标产量	(217)
三、作物形成 100kg 经济产量所需养分量(养分系数)	
.....	(218)
四、肥料利用率	(218)
五、肥料中有效养分含量	(220)
六、土壤养分换算系数	(221)
七、土壤有效养分校正系数	(221)
第四节 测土配方施肥实施步骤与方法	(223)
一、田间土样采集	(223)
二、土壤分析和测试结果的解释和评价	(223)
三、施肥建议的提出	(223)
四、专用配方肥养分配方设计应用实例	(232)
第七章 图件制作与信息系统建立	(235)
第一节 数据字典	(236)
一、数据字典基本常识	(236)
二、空间数据编码规则	(237)
三、属性数据编码规则	(239)
四、外部数据表	(241)
五、数据字典与湖南省原用数据描述对照	(242)