

国家星火计划培训丛书



农作物测土配方施肥新技术

套餐施肥

TAOCANSHIFEI

科学技术部农村科技司 主编

张福顺 等 编著

台海出版社

国家星火计划培训丛书

农作物测土配方 施肥新技术 ——套餐施肥

主 编：张福顺

副主编：陈绍荣 邵建华 史金生

编 委：张福顺 陈绍荣 邵建华 史金生

李安民 李守春 付永良 王春林

台海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农作物测土配方施肥新技术——套餐施肥/张福顺等编著.

北京: 台海出版社, 2007. 1

(国家星火计划培训丛书. 第 27 辑)

ISBN 978-7-80141-533-2

I. 农… II. 张… III. ①测土配方②施肥

IV. S158.2 S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 008771 号

丛 书 名/国家星火计划培训丛书

书 名/农作物测土配方施肥新技术——套餐施肥

责任编辑/吕莺 陈绍荣

装帧设计/黄秋

印 刷/铁道科学研究院印刷厂

开 本/787×1092 1/32 印张/5.25

印 数/10000 册 字数/160 千字

发 行/新华书店北京发行所发行

版 次/2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

台海出版社(北京景山东街 20 号 邮编:100009 电话:010-68975073)

ISBN 978-7-80141-533-2 全五册定价:50.00 元

科技服务走进千家万户



讲给农民听（课堂）



讲给农民听（田间）



带着农民干



产中指导



产中指导



产中调查



做给农民看



组织参观



产后调查



丰收的喜悦



丰收的喜悦



套餐施肥好，众德领新潮



特殊肥料根据作物需求
填加控释尿素、硝态氮
肥、生物菌肥、有机肥



南非进口



国际专利



比利时进口

《国家星火计划培训丛书》编委会

顾 问：何 康 陈耀邦 卢良恕
石元春 李振声 王连铮
袁隆平

名誉主任委员：韩德乾

主 任 委 员：杜占元 吴远彬

副 主 任 委 员：曹一化 王 喆

委 员：胡京华 于双民 卢兵友
王仕涛 袁学国 王敬华
史秀菊 陆 庠 李虎山
方智远 孙联生 苏振环
杨淑兰

秘 书 长：胡京华

副 秘 书 长：于双民 黄跃文 史秀菊

前 言

国家科委 1986 年提出的星火计划,对推动农村经济的发展,引导农民致富,推广各项新技术取得了巨大的成就。星火计划是落实科教兴农,把科学技术引向农村,促进农村经济发展转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来的战略措施,为提高农民的生活质量,加快农村工业化、现代化和城镇化建设进程,推动农村奔小康发挥了重大作用。

星火项目主要是面向农村,以农民为主设立和推广的,但是,由于农民目前受文化程度、专业技术水平、信息不灵等因素的制约,影响了对科学技术的接受能力。科学技术部十分重视对农村干部、星火带头人、广大农民的科技培训。为了使培训有一套适应目前农村现实情况的教材,使农业科技的推广落到实处,科学技术部农村科技司决定新编一套《国家星火计划培训丛书》,并委托中国农村科技杂志社组织编写。

本丛书图文并茂,它浅显、直观、科学、准确,可以一看就懂,一学就会,便于普及,便于推广。

本丛书立意新颖,它不同于一般的农业科技书,不是只讲知识,而是注重知识、技术、信息和市场的全面介绍。可对农民、农村、农业上项目、找市场、调整产业结构提供参考和借鉴。

本丛书的作者大多是来自生产第一线的科技致富带头人和有实践经验的专家学者,内容来自第一手资料,更具体,更生动,更有示范作用。

星火计划在我国经济发展,调整农村经济结构中,发挥了重要的作用。目前,我国农业和农村经济发展已经进入了新阶段,对农业和农村经济结构进行战略性调整是新阶段农村和农村科技工作面临的重大任务,党中央、国务院确定的西部大开发战略,为星火计划的西进提供了机遇。在此际遇之际,我们真心地奉献给农民群众一套“星火培训”的实用教材。但由于时间紧促、水平所限,不尽人意的地方在所难免,衷心欢迎广大读者批评指正。

《国家星火计划培训丛书》编委会

目 录

第一章 测土配方施肥的意义、现状及发展历程	(1)
第一节 测土配方施肥的意义	(1)
第二节 我国农业现阶段施肥的现状	(5)
第三节 国内科学施肥发展历程	(8)
第二章 套餐施肥的特点与基本理念	(10)
第三章 套餐施肥的技术内涵(上)——提高作物的营养吸收能力	(20)
第四章 套餐施肥的技术内涵(下)——解决肥料的科学供给问题	(26)
第一节 有机肥和无机肥并重	(26)
第二节 坚持大量元素和中微量元素的平衡供应	(29)
第三节 灵活运用各种施肥技术,提高肥料利用率	(31)
第四节 坚持技术集成的原则,积极实施“一袋子”工程	(32)
第五章 套餐施肥重点技术环节	(34)
第一节 土壤样品的采集、制备及养分测试	(34)
第二节 肥料效应田间试验	(43)
第三节 县域施肥分区与套餐施肥设计	(53)

第六章 套餐施肥示范与普及推广	(55)
第一节 田间示范试验	(55)
第二节 套餐施肥技术的推广普及	(59)
第七章 主要作物的套餐施肥方案	(68)
第一节 冬小麦套餐施肥方案	(68)
第二节 水稻套餐施肥方案	(72)
第三节 玉米套餐施肥方案	(74)
第四节 棉花套餐施肥方案	(76)
第五节 滕州马铃薯套餐施肥方案	(79)
第六节 金乡大蒜套餐施肥方案	(81)
第七节 山东昌邑生姜套餐施肥方案	(89)
第八节 大棚蔬菜套餐施肥方案	(91)
第九节 胶东苹果套餐施肥方案	(96)
第十节 胶东葡萄套餐施肥方案	(102)
第八章 部分作物的套餐施肥示范效果(图示)	
.....	(107)
附录 1 植物营养的基本理论	(117)
附录 2 作物正常发育所必须的营养元素及其作用	
.....	(126)
附录 3 主要作物单位产量养分吸收量	(137)
附录 4 蔬菜营养元素缺乏症检索表	(139)
附录 5 众德常用套餐产品说明	(140)
附录 6 众德经营产品目录(部分)	(156)
主要参考文献	(159)

第一章 测土配方施肥的意义、 现状及发展历程

第一节 测土配方施肥的意义

测土配方施肥技术(testing soil for formulated fertilization)是以肥料使用状况调查、肥料田间试验和土壤测试化验为基础,根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应,在合理施用有机肥料的基础上,提出氮、磷、钾及中微量元素肥料的施用数量、施用时期和施用方法。测土配方施肥技术是使化肥在农业生产中的正面作用最大化,同时又使化肥对农业生产的负面效应最小化的最佳途径,也是现阶段建设社会主义新农村,建立科学施肥体系的核心技术。测土配方套餐施肥则是测土配方技术的优化和发展,提升了科学施肥水平,能有效地促进传统施肥模式的转变,促进作物增产、农业增效、农民增收。

一、实施测土配方施肥是促进农业增产、农民增收的重要措施

肥料是作物的“粮食”。古往今来,不论是发达国家,还是发展中国家,施肥都是最普通的、最直接的农业增产措施。根据联合国粮农组织在 41 个国家、18 年的试验研究统计,化肥的增产作用占到农作物增产的 60%,最高达 67%。自 1850 年到 1950 年的 100 年间,在世界范围内粮食增产的 50% 来源于化学肥料^[1]。在化肥短缺的年代,化肥施用量满足不了作物的需要,只要施用就能增产,不存在“合理”施用的问题。随着化肥工业的迅猛发展,化肥产量增加,如何选择,如何施

用,就成了农业生产和农民生产中的一个重要问题。只有通过土壤养分测定,才能根据作物需要正确确定施用化肥的种类和用量,才能够保持持续稳定的增产。中国农业科学院近年在全国进行的试验示范结果表明^[1]:通过配方施肥,水稻平均增产 15.0%,小麦增产 12.6%,玉米增产 11.4%,大豆增产 11.2%,蔬菜增产 15.3%,水果增产 16.2%。同时,通过土壤测试,可以有效地诊断出当地限制作物产量的养分因子。例如,通过中国农业科学院对上海佘山农场的土壤养分测定,该地土壤缺锌严重。仅补施锌肥一项,小麦增产 18.3%,大麦增产 22.2%。

二、实施测土配方施肥是提高农产品品质、增强市场竞争力的重要环节

农作物养分不平衡不仅会导致多种病害的发生,而且影响农产品质量安全。我国农产品质量整体水平不高与农民施肥不当有很大的关系,特别是过量偏施氮素化肥会加重病害的发生蔓延。例如蔬菜硝酸盐含量过高,水果变酸、皮厚、色淡,稻米、植物油的一些质量指标降低,都与施肥不当有关。以小麦为例,我国大多小麦蛋白质含量为 9% 左右,其中,不乏含量超过 13% 的优良品种,而因栽培过程中氮肥施用不当,许多地区的小麦蛋白质含量不足 8%。实施测土配方施肥,就能协调作物营养生长与生殖生长的平衡,促进农产品营养品质的形成,促进作物健壮生长,增强抗病、抗逆能力,减轻农作物多种病害,并减少使用农药,从而节省农药,减少病虫害防治费用,减轻农药污染,提升和改善农产品质量。例如,适当增施钾肥,可明显提高蔬菜、水果中的糖分及维生素 C 的含量;抑制单施、偏施氮肥的不良效应;降低硝酸盐的含量。

施用钾肥还能提高油料、糖料、纤维素类农作物的品质和产量。适量施用磷肥,能促进作物体内蔗糖、淀粉和脂肪等贮存物质的合成。适量施用硼肥、锌肥和锰肥可以提高瓜果蔬菜维生素 C 及糖分。而科学施用铁肥、锰肥和锌肥等可使香稻米质得到改善。适量施用钙肥不仅能有效预防瓜果水心病、苦痘病、脐腐病等,还能明显改善作物外观品质,延长果菜的贮存保鲜时间等。

三、实施测土配方施肥是发展循环经济建设节约型社会的重大行动

肥料是资源依赖型产品。生产氮素化肥需要消耗大量的天然气、煤、石油、电力,每生产一吨合成氨需要 1000 立方米的天然气或 1.5 吨的原煤。磷化肥的生产需要消耗我国有限的磷矿石资源。据中国磷肥工业协会统计,我国高品质磷矿资源仅可利用到 2012 年。目前,我国的钾矿资源缺乏,钾化肥 70% 依赖于进口。此外,我国的有机肥资源丰富,有畜禽粪便资源量 20.4 亿吨,堆沤肥资源 20.2 亿吨,秸秆类资源 7 亿吨,饼肥资源 2000 万吨,绿肥 1 亿吨。折合氮磷钾纯养分约 7000 万吨,是 2004 年全国化肥施用总量 4637 万吨的 1.51 倍,而仅有 40% 得到利用。更加突出的问题是农民传统习惯施肥存在着三重三轻现象,这就是重化肥,轻有机肥;重氮磷肥,轻钾肥;重大量元素肥,轻中微量元素肥。再加上施用方法落后,施用技术不当,造成化肥当季利用率低,一般仅 35% 左右,其中氮肥利用率平均不到 30%,个别地方甚至不到 10%。而发达国家的化肥当季利用率一般在 60% 左右。

四、实施测土配方施肥是减少污染、培肥地力、提高农业综合生产能力的治本措施

不合理的施肥会造成肥料的大量浪费，浪费的肥料就会进入周边的环境。它不仅造成了大量原料和能源的浪费，也破坏了生态，污染了环境。如氮、磷的大量流失可以造成江河湖泊水体的富营养化，还能使土壤板结、酸化、土壤质量下降。而农民为了保持产量，又必须施用大量的化肥，造成恶性循环。所以，只有通过测土配方施肥，使施入土壤中的化学肥料尽可能多地被植物吸收，尽可能减少在环境中的滞留，才能够使土壤理化性质明显改善，土壤保水保肥能力增强，肥料利用率不断提高，肥料用量则将在现有测土配方施肥推荐用量的基础上进一步下降。因此，测土配方施肥不但可以合理供给作物所需养分，满足作物的生长发育的需要，同时可以弥补作物从土壤中带走的养分，平衡土壤养分的投入和支出，维持土壤的持续生产能力。

五、实施测土配方施肥是降低生产成本、促进农民节本增收的重要途径

众所周知，肥料在农业生产资料的投入中约占 50%。据农业部高祥照等统计，我国在小麦、水稻、玉米、大豆四大作物中的直接物质成本中肥料费用约占 44%。与国际比较，我国四大粮食作物生产成本总体偏高，直接影响了粮食生产的比较效益和国际竞争力。而且，制约着农民的增收致富，影响建设社会主义新农村。大量的实践证实，测土配方施肥比传统习惯施肥，一般节约氮肥 10%~20%左右，按现行市场价格计算，测土配方施肥比传统习惯施肥，每亩可降低化肥成本

15~25 元。尤其在能源供应偏紧、化肥价格居高不下的今天,大力推广测土配方施肥对农民节本增收意义更加重大。由此可见,我国农业生产成本有较大的下降空间,其中大力推广测土配方施肥就是一项最直接、最显著的节本增效措施,潜力很大。

第二节 我国农业现阶段施肥的现状

一、我国是世界上化肥施用量最多的国家

据统计,2004 年全国化肥施用总量达 4637 万吨(折纯,下同)^[1],约占全世界化肥总用量的三分之一,每年用于化肥的投入约为 2000 亿元,是世界上化肥施用量最多的国家。至于施肥水平,按全国耕地面积计算(复种指数按 120%计),化肥平均用量为 277.5 千克/公顷,为世界平均水平的 2.8 倍。

据山东省土壤肥料总站郭跃升报告^[2],山东省化肥消费国内居高,每年 430 万吨左右,约占全国 10%,耕地亩用量 41.5 公斤,高出全国平均近一倍。过量施肥主要表现在高产粮油及保护地栽培上,尤其是保护地栽培更为突出。山东省的保护地栽培施肥量每亩实物量 0.5~1 吨,纯养分 150~300 公斤,超过作物需求 1~3 倍,其中氮肥过量 30%~100%,磷肥用量平均超过作物需求一倍以上。据郭跃升等推算,山东全省每年因过量施肥浪费化肥 42 万吨,折时价约 120 亿元。另据中国农业大学资料^[3],1997 年全国仅小麦就过量施 40.2 万吨纯氮,相当于山西省当年全年的施氮总量。

二、我国肥料有效成分利用率低

我国明显存在着化肥施用中的有效成分利用率低的问题。大量资料证实,我国化肥的有效成分利用率平均仅为

30%~35%，其中的氮肥利用率仅有 30%~35%，磷肥则更低，一般为 10%~20%，钾肥利用率较高，也仅为 35%~50%，与国外差距甚大。发达国家的当年化肥利用率平均在 50%~60% 左右，其中氮肥利用率为 50%~70%，而欧盟一些国家氮肥利用率已高达 70%~80%。据统计，我国投入农业中的氮肥折纯氮大约超过 2 亿吨，但由于品种、质量、性能及施用技术不当等原因，损失率高达 45% 以上，有效利用率更低，每年的化肥通过淋溶、挥发等途径损失化学氮素约 900~1500 万吨，价值约 300~400 亿元人民币，同时造成严重的环境污染。

三、施肥结构不合理，存在着“三重三轻”问题

所谓施肥结构中的“三重三轻”是指：重化肥，轻有机肥；重大量元素，轻中微量元素；重氮磷肥，轻钾肥。从而造成了诸多负面影响，制约着农业生产“高产、优质、高效、生态、安全”战略目标的推进。

由于农民在农业增产中过度依赖施用化肥，我国农业生产中的有机肥投入近年来大幅度降低。据湖南省和山西省的农业统计资料，肥料投放中的有机养分投入占总养分投入的比例急剧减少，已从 20 世纪 60 年代的 98.1%、94.3% 减少到 20 世纪末的 13.26% 和 22.96%^[1]，资料见表 1-1。

表 1-1 不同时代肥料施用中有机养分占总养分的比例(%)

地点	1960 年	1970 年	1980 年	1990 年	1999 年
湖南省	98.1	85.7	60.5	31.38	13.26
山西省	94.3	82.6	52.5	36.1	22.96

注：湖南省资料由省土肥站黄铁平提供；山西省资料由省土肥站张藕珠提供。
系有机肥占总施肥量的比例。

山东省土肥站郭跃升指出^[9],山东省的有机肥投入下降趋势明显,当前的农田有机养分比例已由1990年的46%下降至15%。江苏省盐城市土肥站秦兴蔚报导^[7],盐城的水稻土有机肥与无机肥投入的总量比例,1994年占44.8%,而到了1999年,仅占13.8%,年平均递减38.3%。

关于重大量元素、轻中微量元素的问题也日趋凸显。大量元素化肥,通过政府几十年的宣传推广普及,农民对其重要性、优越性已有较深刻的认识,尤其是氮肥及一铵、二铵氮磷肥的使用已经进入农民一般习惯施肥之列。而在过去以有机肥为主的用肥时代,中微量元素的严重缺乏问题并不存在,当化肥在肥料施用中占主导地位时,中微量元素的自然循环被破坏,同时又很少能从施肥中得到补充,于是中微量元素的缺乏才日益显现出来。另一方面,中微量元素肥料,尤其是微量元素肥料,因其量微,一直处在被农民遗忘的角落。可是,随着“缺素症”的大量频繁暴发,农民才意识到施用中微量元素肥料的重要性。据分析测试的资料^[8],我国目前耕地中缺有效铁的面积5%,缺有效铜的面积7%,缺有效钼的面积21%,缺有效锰的面积47%,缺有效硼的面积35%,缺有效锌的面积则占52%,一半耕地缺乏有效锌。要指出的是,由于农作物对某一种营养元素吸收过高会引起作物的代谢紊乱。例如,偏施氮肥,使作物病害增加,容易引起铁、钙、镁、钾、硫的缺乏而引起减产。磷过剩则引起锌、铁、钙、镁的缺乏,同样导致减产。

重氮磷,轻钾肥,是现行农民施肥结构中一个最大的通病。因为,我国农民的科技文化素质水平较低,科学用肥观念淡薄,在习惯施肥中很注重氮磷肥的施用,对钾肥则认识不