

新型农民科技人才培养教材

果树测土配方 施肥技术

宋志伟 杨净云 主编



中国农业科学技术出版社

新型农民科技人才培训教材

果树测土配方 施肥技术

宋志伟 杨净云 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

果树测土配方施肥技术 / 宋志伟, 杨净云主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2011. 10

ISBN 978 - 7 - 5116 - 0660 - 0

I. ①果… II. ①宋…②杨… III. ①果园土 - 土壤肥力 - 测定法
②果树 - 施肥 - 配方 IV. ①S660.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 180569 号

责任编辑 贺可香

责任校对 贾晓红 郭苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106638(编辑室) (010)82109704(发行部)
(010)82109709(读者服务部)

传 真 (010)82106624

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 4.375

字 数 118 千字

版 次 2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷

定 价 13.00 元

《果树测土配方施肥技术》

编委会

主 编 宋志伟 杨净云

副主编 程道全 郑帅明

编 者 高阿娜 彭朝辉

前 言

2005 年开始，农业部在全国组织开展测土配方施肥行动，并与财政部联合共同开展了“测土配方施肥试点补贴资金项目”，在全国选择 2 498 个县开展测土配方施肥试点工作，大大推动了测土配方施肥技术在全国的广泛开展，全国已累计推广测土配方施肥技术 11 亿亩以上。通过实行测土配方施肥技术，对于提高果树、蔬菜、粮食单产、降低生产成本、保证农产品稳定增产和农民持续增收具有重要现实意义；对于提高肥料利用率、减少肥料浪费、保护农业生态环境、保证农产品质量安全、实现农业可持续发展具有深远的历史意义。

农谚说：“有收无收在于水，收多收少在于肥。”肥料是作物的“粮食”，但不是施得越多越好，盲目施肥、过量施肥，既浪费肥料又增加成本、既降低产量又减少收益、既降低品质又污染环境，因此实施测土配方施肥技术，推广科学的配方肥料，不但能提高化肥利用率，获得稳产高产，还能改善作物品质，保护生态环境，是一项增产节肥、节支增收的技术措施。

测土配方施肥技术包括测土、配方、配肥、供肥、施肥指导五个环节，涵盖野外调查、采样测试、田间试验、配方设计、校正试验、配肥加工、示范推广、宣传培训、数据库建设、效果评价和技术研发 11 项工作，工作环节多，技术要求高，积极推广果树测土配方施肥技术，提高果树科学施肥技术的到位率。

同时，根据农业部等六部办公厅《关于做好农村劳动力转

移培训阳光工程实施工作的通知》精神，为进一步做好新型农民教育培训工作，推广测土配方施肥技术和果树科学施肥技术，我们组织相关院校、农业局等科技人员编写了《果树测土配方施肥技术》一书，作为新型农民科技人才培养教材。

本书主要介绍了测土配方施肥技术、果树营养诊断技术、果园土壤管理技术、主要落叶果树（苹果、梨树、桃树、葡萄、枣树等）测土配方施肥技术、主要常绿果树（柑橘、菠萝、香蕉、荔枝、龙眼、芒果等）测土配方施肥技术、现代果树施肥新技术等内容，果树科学施肥技术从需肥特点、施肥科学配方、果树施肥技术等方面着手，把测土配肥与果树施肥有机结合起来，便于农民在生产实践中应用。

由于我们水平有限，书中难免存在疏漏和错误之处，敬请专家、同行和广大读者批评指正。

宋志伟

2011 年 7 月

目 录

第一章 测土配方施肥技术	(1)
一、测土配方施肥技术概况	(1)
二、果园样品采集、制备与测试	(8)
三、果树常用肥料	(20)
四、果树营养特点与施肥特点	(35)
第二章 果树营养诊断技术	(40)
一、果树营养诊断技术	(40)
二、果树营养元素的失调与防治	(47)
第三章 果园土壤管理技术	(60)
一、果园土壤管理技术	(60)
二、果园土壤改良技术	(68)
第四章 主要落叶果树测土配方施肥技术	(80)
一、苹果测土配方施肥技术	(80)
二、桃树测土配方施肥技术	(84)
三、葡萄测土配方施肥技术	(88)
四、梨树测土配方施肥技术	(92)
五、枣树测土配方施肥技术	(96)

第五章 主要常绿果树测土配方施肥技术	(101)
一、柑橘测土配方施肥技术	(101)
二、香蕉测土配方施肥技术	(105)
三、荔枝测土配方施肥技术	(109)
四、菠萝测土配方施肥技术	(112)
五、龙眼测土配方施肥技术	(116)
六、芒果测土配方施肥技术	(120)
第六章 现代果树施肥新技术	(124)
一、穴贮肥水地膜覆盖新技术	(124)
二、树干强力注射施肥技术	(125)
三、管道施肥喷药技术	(125)
四、根系灌溉施肥技术	(126)
参考文献	(129)

第一章 测土配方施肥技术

测土配方施肥技术是以肥料田间试验和土壤测试为基础,根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应,在合理施用有机肥的基础上,提出氮、磷、钾及中量、微量元素等肥料的施用品种、数量、施肥时期和施用方法。其核心是调节和解决作物需肥与土壤供肥之间的矛盾,有针对性地补充作物所需要的营养元素,因缺补缺,实现各种养分平衡供应,满足作物需要。

一、测土配方施肥技术概况

(一) 测土配方施肥技术的发展

纵观测土配方施肥技术在我国应用与发展的历史,可以发现,1979年开始的全国第二次土壤普查,为我国测土配方施肥工作奠定了大规模的人力、物力和技术基础,具有重要的历史意义。

1992年6月,联合国开发计划署与农业部签订了平衡施肥项目合作协议,在河北省唐山市、黑龙江省双城市、陕西省宝鸡市、江苏省盐城市、浙江省金华市、湖南省邵阳市、四川省泸县7个主要作物种植带开展平衡施肥技术试验、示范和推广,为目前我国测土配方施肥技术的应用提供了范例。

土壤肥料管理体系和监测体系初步建立,目前,国家级土壤监测点157个、省级土壤监测点4000多个、地县级20000个,初步形成了国家、省级两层监测体系的雏形,对指导我国耕地培肥及施肥工作起到了重要的作用。

2004年12月31日《中共中央国务院关于进一步加强农村

工作提高农业综合生产能力若干政策的意见》(2005 年中央一号文件)提出:推广测土配方施肥,推行有机肥综合利用与无害化处理,引导农民多施农家肥,增加土壤有机质。

2005 年农业部分别于春、秋两季召开了全国测土配方施肥春季行动和秋季行动卫星视频动员大会。下发了《关于开展测土配方施肥春季行动的紧急通知》,制定了《测土配方施肥春季行动方案》和《测土配方施肥秋季行动方案》。各地积极响应,行动迅速,通过广泛宣传发动,创办示范样板,不仅促进了农民施肥观念的转变,而且形成了一些推广测土配方施肥技术的好模式,实现了测土配方施肥行动的主要目标。

2005 年开始,农业部与财政部联合共同开展了“测土配方施肥试点补贴资金项目”,在全国选择 200 个县开展测土配方施肥试点工作。通过财政专项支持测土、配方、配肥等重点环节,为农民提供免费测土配方施肥技术服务。通过项目的实施,减少不合理施肥,提高了肥料利用率,平均每亩(1 亩 $\approx$ 667 平方米。全书同)增收节支 25 元以上。

(二) 测土配方施肥技术应用

针对测土配方施肥技术到位难的问题,从 2010 开始,农业部在全国组织开展测土配方施肥普及行动,并在 100 个示范县探索整建制推进的有效模式和工作机制。各地在整建制推进测土配方施肥试点中,通过组织方式创新、工作机制创新和服务手段创新,吸引了一批大中型化肥企业生产供应配方肥,为技术熟化、物化提供了载体,逐步实现了企业和农民均受益的良性循环,测土配方施肥技术覆盖率、入户率和到位率明显提高,整建制推进的模式和机制初步确立。以推动农民“按方施肥”和“施用配方肥”为路径,探索了整建制推进的六大模式。

1. 政府主导合力推进模式

通过政府主导、部门主推、多方参与、分类指导、示范带动,特别是结合粮棉油糖高产田创建、园艺作物标准园创建等项

目实施，有效提高技术覆盖率和配方肥到位率，这是当前整建制推进的主流模式。

2. 合作社带动模式

以农民专业合作社为纽带，采取技术与物资、技术与企业结合方式，架起广大农民与农技部门、供肥企业的桥梁，加快测土配方施肥技术推广，这类模式随着土地流转和专业合作社发展，将呈快速发展态势。

3. 配方肥直供模式

实行“大配方、小调整”策略，通过农业部门发布配方，引导企业按方生产，建立配方肥现代物流体系，发展企业连锁配送服务，方便农户购买配方肥。这是大型企业参与测土配方施肥的主要方式。

4. 定点供销服务模式

对现有基层肥料经销网点进行筛选，提供培训指导和技术支持，并挂牌认定为测土配方施肥定点供应服务网点，帮助农民选肥、购肥，这是整建制推进的途径之一。

5. 统测统配统供模式

农业部门统一测土，统一配方，企业按方生产，在全省或全县范围内统一采购供肥，统一（或分户）施用。这是在垦区、农场、产业基地等生产组织化程度较高地区整建制推进的一种有效方式。

6. 现场混配供肥模式

以基层配肥站点为阵地，以智能配肥供肥设备为手段，为农民提供不同田块、不同作物配肥供肥服务，这是配方肥生产供应的有益补充，是满足个性化按方配肥供肥施肥的有效模式。

（三）测土配方施肥技术的目标

测土配方施肥技术对促进我国粮食增产、农业增效、农民增收具有十分重要意义。测土配方施肥技术是一项科学性、应用性很强的农业科学技术，它有五方面目标：一是高产目标，即通过

该项技术使作物单产水平在原有水平上有所提高，能最大限度地发挥作物的生产潜能；二是优质目标，通过该项技术实施均衡作物营养，改善作物品质；三是高效目标，即养分配比平衡，分配科学，提高了产投比，施肥效益明显增加；四是生态目标，即减少肥料的挥发、流失等损失，使大气、土壤和水源不受污染；五是改土目标，即通过有机肥和化肥配合施用，实现耕地用养平衡，达到培肥土壤、增加土地生产力的目的。

（四）测土配方施肥技术的增产途径

测土配方施肥技术的增产途径主要有：一是调肥增产，即不增加化肥施用总量情况下，调整化肥 $N : P_2O_5 : K_2O$ 比例，获得增产效果；二是减肥增产，即对一些施肥量高或偏施肥严重的地区，采取科学计量和合理施用方法，减少某种肥料用量，获得平产或增产效果；三是增肥增产，即在生产水平不高、化肥用量很少的地区，增施化肥后作物获得增产效果；四是区域间有限肥料的合理分配，使现有肥源发挥最大增产潜力。

（五）测土配方施肥技术的主要方法

当前，我国测土配方施肥方法归纳为三大类 6 种方法。在确定施肥量的方法中以养分丰缺指标法、养分平衡法和肥料效应函数法应用较为广泛。

1. 地力分区（级）配方法

地力分区（级）配方法是根据土壤肥力高低分成若干等级或划出一个肥力相对均等的田块，作为一个配方区，利用土壤普查资料和肥料田间试验成果，结合群众的实践经验估算出这一配方区内比较适宜的肥料种类及施用量。

2. 目标产量配方法

包括养分平衡法和地力差减法。

（1）养分平衡法 是以实现作物目标产量所需养分量与土壤供应养分量的差额作为施肥的依据，以达到养分收支平衡的目的。

$$\text{肥料用量} = \frac{\text{目标产量所需养分总量(千克/公顷)} - \text{土壤养分测定值(毫克/千克)} \times 2.25 \times \text{校正系数}}{\text{肥料中养分含量}(\%) \times \text{肥料当季利用率}(\%)}$$

(2) 地力差减法 就是目标产量减去地力产量，就是施肥后增加的产量，肥料需要量可按下列公式计算：

$$\text{肥料需要量} = \frac{\text{作物单位产量养分吸收量}(\text{目标产量} - \text{空白田产量})}{\text{肥料中所含养分} \times \text{肥料当季利用率}}$$

3. 田间试验配方法

包括养分丰缺指标法、肥料效应函数法和氮、磷、钾比例法。

(1) 肥料效应函数法 肥料效应函数法是以田间试验为基础，采用先进的回归设计，将不同处理得到的产量和相应的施肥量进行数理统计，求得在供试条件下产量与施肥量之间的数量关系，即肥料效应函数或称肥料效应方程式。从肥料效应方程式中不仅可以直观地看出不同肥料的增产效应和两种肥料配合施用的交互效应，而且还可以通过它计算出最大施肥量和最佳施肥量，作为配方施肥决策的重要依据。

(2) 养分丰缺指标法 在一定区域范围内，土壤速效养分的含量与植物吸收养分的数量之间有良好的相关性，利用这种关系，可以把土壤养分的测定值按照一定的级差划分养分丰缺等级，提出每个等级的施肥量。

(3) 氮、磷、钾比例法 通过田间试验可确定不同地区、不同作物、不同地力水平和产量水平下氮、磷、钾三要素的最适用量，并计算三者比例。实际应用时，只要确定其中一种养分用量，然后按照比例就可确定其他养分用量。

(六) 测土配方施肥技术的关键环节

测土配方施肥技术包括“测土、配方、配肥、供应、施肥指导”5个核心环节、9项重点内容(图1-1)。

1. 田间试验

田间试验是获得各种作物最佳施肥量、施肥时期、施肥方法

的根本途径，也是筛选、验证土壤养分测试技术、建立施肥指标体系的基本环节。通过田间试验，掌握各个施肥单元不同作物优化施肥量，基、追肥分配比例，施肥时期和施肥方法；摸清土壤养分校正系数、土壤供肥量、农作物需肥参数和肥料利用率等基本参数；构建作物施肥模型，为施肥分区和肥料配方依据。

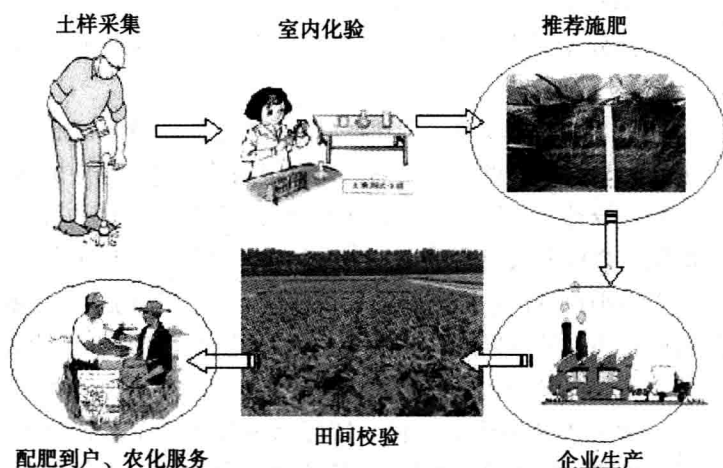


图 1-1 测土配方施肥技术示意图

2. 土壤测试

土壤测试是肥料配方的重要依据之一，随着我国种植业结构不断调整，高产作物品种不断涌现，施肥结构和数量发生了很大的变化，土壤养分库也发生了明显改变。通过开展土壤氮、磷、钾及中量、微量元素养分测试，了解土壤供肥能力状况。

3. 配方设计

肥料配方设计是测土配方施肥工作的核心。通过总结田间试验、土壤养分数据等，划分不同区域施肥分区；同时，根据气候、地貌、土壤、耕作制度等相似性和差异性，结合专家经验，

提出不同作物的施肥配方。

4. 校正试验

为保证肥料配方的准确性，最大限度地减少配方肥料批量生产和大面积应用的风险，在每个施肥分区单元设置配方施肥、农户习惯施肥、空白施肥三个处理，以当地主要作物及其主栽品种为研究对象，对比配方施肥的增产效果，校验施肥参数，验证并完善肥料施用配方，改进测土配方施肥技术参数。

5. 配方加工

配方落实到农户田间是提高和普及测土配方施肥技术的最关键环节。目前不同地区有不同的模式，其中最主要的也是最具有市场前景的运作模式就是市场化运作、工厂化加工、网络化经营。这种模式适应我国农村农民科技水平低、土地经营规模小、技术物资分离的现状。

6. 示范推广

为促进测土配方施肥技术能够落实到田间地头，既要解决测土配方施肥技术市场化运作的难题，又要让广大农民亲眼看到实际效果，这是限制测土配方施肥技术推广的“瓶颈”。建立测土配方施肥示范区，为农民创建窗口，树立样板，全面展示测土配方施肥技术效果。将测土配方施肥技术物化成产品，打破技术推广“最后一公里”的“坚冰”。

7. 宣传培训

测土配方施肥技术宣传培训是提高农民科学施肥意识，普及技术的重要手段。农民是测土配方施肥技术的最终使用者，迫切需要向农民传授科学施肥方法和模式；同时，还要加强对各级技术人员、肥料生产企业、肥料经销商的系统培训，逐步建立技术人员和肥料经销持证上岗制度。

8. 效果评价

农民是测土配方施肥技术的最终执行者和落实者，也是最终受益者。检验测土配方施肥的实际效果，及时获得农民的反馈信

息，不断完善管理体系、技术体系和服务体系。同时，为科学地评价测土配方施肥的实际效果，必须对一定的区域进行动态调查。

9. 技术创新

技术创新是保证测土配方施肥工作长效性的科技支撑。重点开展田间试验方法、土壤养分测试技术、肥料配制方法、数据处理方法等方面的创新研究工作，不断提升测土配方施肥技术水平。

二、果园样品采集、制备与测试

（一）果园土壤样品采集

土壤样品的采集是土壤测试的一个重要环节，土壤样品采集应具有代表性，并根据不同分析项目采用相应的采样和处理方法。

1. 采样准备

为确保土壤测试的准确性，应选择具有采样经验，明确采样方法和要领，对采样区域农业生产情况熟悉的技术人员负责采样；如果是农民自行采样，采样前应咨询当地熟悉情况的技术人员，或在其指导下进行采样。

采样时要具备采样区域的土壤图、土地利用现状图、行政区划图等，标出样点分布位置，制定采样计划。准备 GPS、采样工具、采样袋、采样标签等。

2. 采样单元

采样前要详细了解采样地区的土壤类型、肥力等级和地形等因素，将测土配方施肥区域划分为若干个采样单元，每个采样单元的土壤要尽可能均匀一致。平均每个采样单元为 30 ~ 70 亩（1 公顷 = 15 亩，余同）。为便于田间示范追踪和施肥分区需要，采样集中在典型农户，每个采样单元相对在中心位置，面积为 1 ~

10 亩。当土壤和作物田间变异很大时，可适当缩小采样单元。

3. 采样时间

果园在果品采摘后第一次施肥前采集，幼树及未挂果果园应在秋季清园扩穴施肥前采集。

4. 采样周期

同一采样单元，无机氮或进行植株氮营养快速诊断每季或每年采集 1 次；土壤有效磷、速效钾每 2~3 年采集 1 次，中量、微量元素每 3~5 年采集 1 次。

5. 采样深度

果园土壤采样深度一般为 0~20 厘米或 0~30 厘米。土壤硝态氮或无机氮含量测定，采样深度应在 0~60 厘米或 0~100 厘米。

6. 采样点数量

要保证足够的采样点，使之能代表采样单元的土壤特性。采样点的多少，取决于采样单元的大小、土壤肥力的一致性，一般 5~20 个点为宜。一般面积小于 15 亩取 5~10 个点，面积在 15~22.5 亩取 10~15 个点，面积在 22.5 亩以上取 15~20 个点。

7. 采样路线

采样时应沿着一定的线路，按照“随机”、“等量”和“多点混合”的原则进行采样。一般采用对角线布点采样。

8. 采样方法

在测定果园选择不少于 5 棵果树，在每个果树树冠投影边缘线 30 厘米左右范围，分东西南北四个方向采四个点。每个采样点的取土深度及采样量应均匀一致，土样上层与下层的比例要相同，取样器应垂直于地面入土，深度相同。用取土铲取样应先铲出一个耕层断面，再平行于断面下铲取土。测定微量元素的样品必须用不锈钢取土器采样。

9. 样品重量

一个混合土样以取土 1 千克左右为宜（用于推荐施肥的取