



建设社会主义新农村书系

种植业篇

菜园

测土配方施肥技术

劳秀荣 杨守祥 李俊良 主编



中国农业出版社
农村读物出版社



建设社会主义新农村书系

种植业篇

菜园测土配方施肥技术

劳秀荣 杨守祥 李俊良 主编

- [5] 马国瑞. 蔬菜施肥手册. 北京: 中国农业出版社, 2004
- [6] 白树义. 蔬菜配方施肥新技术. 北京: 中国农业出版社, 1998
- [7] 农业部农业局. 配方施肥. 北京: 农业出版社, 1989
- [8] 劳秀荣. 蔬菜配方施肥技术. 北京: 农业出版社, 1998
- [9] 鲍士旦. 土壤测试与肥料. 中国农业大学出版社, 2000
- [10] 鲍士旦. 土壤测试与肥料. 中国农业大学出版社, 2000
- [11] 鲍士旦. 土壤测试与肥料. 中国农业大学出版社, 2000

中国农业出版社
农村读物出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

菜园测土配方施肥技术 / 劳秀荣, 杨守祥, 李俊良主编. —北京: 中国农业出版社, 2007. 12

(建设社会主义新农村书系)

ISBN 978-7-109-12182-9

I. 菜… II. ①劳…②杨…③李… III. ①菜园土—土壤肥力—测定法②蔬菜—施肥—配方 IV. S155.4 S630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190371 号

中国农业出版社
农村读物出版社 出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 贺志清

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 8

字数: 175 千字

定价: 11.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 劳秀荣 杨守祥 李俊良

副主编 毕建杰 文衍秋 丁光国

编写者 (以姓氏笔画为序)

丁光国 王宜伦 文衍秋 孔凡美

毕建杰 刘新明 孙伟红 杨守祥

李纯玉 李俊良 李燕婷 劳秀荣

张昌爱 周 波 房增国 赵明会

徐保民 都明霞 崔秀敏 葛乃丽

前言

进入 21 世纪,随着我国国民经济的快速发展,作为我国新兴产业——蔬菜生产,将面临着新的机遇和挑战。为了解决当前蔬菜生产中投肥过量、养分失衡、肥效降低、养分资源浪费等问题,党中央、国务院历来十分重视“菜篮子工程”和“测土配方施肥”工作。农业部也开展了“沃土工程”、“测土配方施肥”行动等,为生产“两高一优”蔬菜、降低资源消耗、提高肥料利用率、保护农业生态环境提供资金支撑和科技保证。

为了向菜农普及测土配方施肥的基本知识和配方施肥的基本理论,建立菜园土壤和蔬菜营养平衡的新理念,并指导菜农灵活掌握菜田土壤测土配方施肥技术,特编写此书。重点从技术层面上介绍了菜田测土配方施肥的含义、技术流程、核心内容、关键技术等,并涵盖了田间肥料效应试验、样品采集与测试的最先进技术、蔬菜专用肥配方设计与主栽蔬菜测土配方施肥实用技术等重点内容。

由于时间仓促,笔者水平有限,书中难免有不足和错漏之处,敬请读者批评指正。

劳秀荣

2007 年 10 月于山东农业大学

目 录

前言

第一篇 菜园测土配方施肥基础知识 1

第一章 菜园测土配方施肥的内涵 1

一、菜园测土配方施肥的含义 1

二、菜园测土配方施肥的目的意义 2

三、菜园测土配方施肥的基本内容 3

四、菜园测土配方施肥的技术要点 3

第二章 菜园测土配方施肥田间试验技术 6

一、菜园测土配方施肥田间试验的目的 6

二、菜园测土配方施肥田间试验设计 6

三、田间试验设计方案的实施 9

四、试验数据的统计与分析 12

第三章 菜园测土配方施肥中确定施肥量的

基本方法 13

一、养分平衡(目标产量)法 13

二、肥料效应函数法 20

三、土壤养分丰缺指标法 20

四、土壤植株测试推荐施肥法	21
第二篇 菜田土壤和蔬菜样品的测试	26
第四章 菜田土壤和蔬菜样品的采集与制备	26
一、土壤样品的采集与制备	26
二、蔬菜样品的采集与制备	36
第五章 菜田土壤和蔬菜样品的测试	42
一、常规分析方法的土壤测试	43
二、Mehlich3 (M3) 法的土壤 养分测试 (推荐方法)	51
三、ASI 土壤养分测试方法	62
四、蔬菜样品养分的测试	65
五、菜田土壤和蔬菜样品养分的快速测试	82
第三篇 菜田测土配方施肥技术的效果评估	97
第六章 菜田配方肥料施用技术	97
一、施肥方法	97
二、施肥时期	104
三、施肥数量	106
四、配方施肥常用的肥料	106
第七章 测土配方施肥技术的总结与效果评价	114
一、菜农施肥数据的调查	114
二、测土配方施肥数据的统计分析	115

三、测土配方施肥效果的评价	117
四、测土配方施肥技术的总结与评价	117
第四篇 菜田测土配方施肥技术应用实例	119
第八章 主栽蔬菜测土配方施肥实用技术	119
一、茄果类蔬菜配方施肥实用技术	119
二、瓜类蔬菜配方施肥实用技术	139
三、根菜类蔬菜配方施肥实用技术	159
四、白菜类蔬菜配方施肥实用技术	167
五、绿叶菜类蔬菜配方施肥实用技术	180
六、葱蒜类蔬菜配方施肥实用技术	190
七、薯芋类蔬菜配方施肥实用技术	212
八、豆类蔬菜配方施肥实用技术	221
主要参考文献	245

第一篇 菜园测土配方施肥 基础知识

第一章 菜园测土配方施肥的内涵

蔬菜生产是一种高度集约化型的新兴产业。近十几年来，我国蔬菜生产发生了巨大的变化，一是蔬菜播种面积迅速扩大，种植结构发生了深刻改变，特别是设施栽培发展更为迅速。在全国已形成了近郊与远郊结合，郊区与农区结合的多层次、多流向、大市场、大流通的网状蔬菜生产布局体系。尽管如此，我国蔬菜生产经营状况仍然是粗放型的，基础设施差，机械化水平低，产业化程度不高。目前主要是靠扩大菜田面积来保市场、保消费。鉴于我国农田耕地严重不足，今后不可能大幅度增加菜田面积，那么发展蔬菜生产的必然趋势只能是稳定现有菜田面积，加强科技投入，加快实现经济增长方式由粗放型向集约型的转变。因此，加大标准化菜田建设的力度，用科学技术武装菜农和科技人员，是提高蔬菜生产水平的重要措施，而菜园测土配方施肥又是建设标准化菜田的科技手段之一。

一、菜园测土配方施肥的含义

菜园测土配方施肥是蔬菜生产用肥技术上的一项革新，

也是蔬菜产业发展的必然产物。

菜园测土配方施肥就是综合运用现代农业科技成果，以菜园土壤测试和肥料田间试验为基础，根据蔬菜作物需肥规律、菜园土壤供肥性能和肥料效应，在合理施用有机肥料的前提下，提出氮、磷、钾及中、微量元素的适宜用量和比例、施用时期，以及相应的施肥技术。通俗地讲，就是在农业科技人员的指导下科学施用配方肥。菜园测土配方施肥技术的核心是调节和解决蔬菜需肥和土壤供肥之间的矛盾。

二、菜园测土配方施肥的目的意义

菜园测土配方施肥是一项应用性很强的农业科学技术，在蔬菜生产中大力推广应用，对促进我国蔬菜增产、菜农增效具有十分重要的作用。也就是说，通过菜园测土配方施肥技术的实施，能达到五个目标：一是节肥增产。在合理施用有机肥料的前提下，不增加化肥投入量，调整养分配比平衡供应，使蔬菜单产在原有基础上能最大限度地发挥其增产潜能；二是减肥优质。通过菜园土壤有效养分的测试，在掌握土壤供肥状况，减少化肥投入量的前提下，科学调控蔬菜营养均衡供应，有效降低蔬菜中硝酸盐含量，以达到改善蔬菜品质的目标；三是配肥高效。在准确把握菜园土壤供肥特性、蔬菜需肥规律和肥料利用率的基础上，合理设计养分配比，从而达到提高产投比和增加施肥效益的目标；四是培肥改土。实施配方施肥必须坚持用地和养地相结合，有机肥与无机肥相结合，在逐年提高蔬菜作物单产的基础上，不断改善菜园土壤的理化性状，达到培肥改土、提高菜园土壤综合生产能力的可持续发展的目的；五是生态环保。实施测土配方施肥，可有效控制化肥与氮肥的投入量，减少肥料的面源

污染，不使水源富营养化，从而达到养分供应和蔬菜需求的时空一致性，实现蔬菜高产和生态环境保护相协调的目标。

三、菜园测土配方施肥的基本内容

测土配方施肥来源于测土施肥和配方施肥。测土施肥是根据土壤中不同的养分含量和作物吸收量来确定施肥量的一种方法。测土施肥本身包括有配方施肥的内容，并且得到的“配方”更确切、更客观。配方施肥除了进行土壤养分测定外，还要根据大量田间试验，获得肥料效应函数等，这是测土施肥所没有的内容。配方施肥和测土施肥具有共同的目的，只是侧重面有所不同，所以也概括称为测土配方施肥。“测土配方施肥”的基本内容包括土壤养分测定、施肥方案的制定和正确施用肥料三大部分。具体又可分为土壤养分测定、配方设计、肥料生产、正确施肥等技术要点。

四、菜园测土配方施肥的技术要点

正确认识和牢固掌握菜园测土配方施肥技术要点，对于开展配方施肥服务非常重要。菜园测土配方施肥技术与大田作物基本相同，主要包括“测土、配方、配肥、供应、施肥指导”五个核心技术要点、九项重点内容。

1. 田间试验 田间试验是获得蔬菜最佳施肥量、施肥时期、施肥方法的主要途径，也是筛选和验证菜园土壤测试技术、建立土壤测试配方施肥体系的基本环节。通过田间试验，不但要解释试验的结果，指导生产实践，而且还要摸清菜园土壤供肥量、蔬菜各生育期的需肥量、土壤养分丰缺指标、土壤养分校正系数和肥料利用率等基本参数，为蔬菜施肥分区和肥料配方提供依据。

2. 土壤测试 土壤测试是制定肥料配方的重要依据之一，选择适合当地菜园土壤、蔬菜生产的土壤测试项目和测试方法，对于菜园测土配方施肥来说是相当重要的。通过学习和借鉴国外土壤测试的操作规程，建立适合我国测土配方施肥技术的标准操作规程势在必行。除了常规土壤农化分析外，中国农业科学院土壤肥料研究所改进的“土壤养分综合系统评价法”、中国农业大学研究的“土壤、植株测试推荐施肥技术体系”、“Mehlich3 法”等。其中“Mehlich3 法”能适用于更大范围的土壤类型，能同时浸提和测定除了氮以外的多种土壤有效元素，此法有望成为土壤测试的通用方法。

3. 配方设计 肥料配方设计是菜园测土配方施肥技术的核心。20 世纪 90 年代我国加入 WTO 以来，蔬菜专用肥施用面积迅速扩大。在全国范围内通过总结田间试验、土壤测试、营养诊断等经验的基础上，根据不同区域蔬菜施肥分区、不同土壤肥力、不同气候等基础条件，研制相对应的蔬菜施肥配方。

4. 校正试验 为了保证肥料配方的准确性，最大限度地减少蔬菜配方肥料批量生产和大面积施用的风险，必须在每个施肥分区单元设置检验试验：①配方施肥；②菜农习惯施肥；③空白对照（不施肥）3 个处理，以当地主栽蔬菜品种为研究对象，检验配方施肥的效果，校正施肥参数，验证并完善蔬菜配方施肥方案。

5. 配方加工 配方能准确地落实到菜农的田间是提高和普及菜园测土配方施肥技术的最关键的环节。目前最具有市场前景的配方肥发展模式是科技化引导、市场化运作、工厂化加工、网络化营销。

6. 示范推广 为了促进测土配方施肥技术能真正落实到菜区农户的田间或棚室，既要保证技术服务及时到位，又要让菜农看到实效和得到实惠，必须创建测土配方施肥示范区，建立样板，全面展示测土配方施肥技术的效果。

7. 宣传培训 宣传培训是提高菜农科学施肥意识，改变盲目施肥旧习，是普及菜园测土配方施肥技术的重要手段。结合当地实际情况，开展各种形式的技术培训，培养蔬菜产区基层科技骨干，及时向菜农传授测土配方施肥技术，同时还要加强对各级科技人员、肥料生产企业和营销商的系统培训，建立和健全蔬菜科技人员和肥料经销商持证上岗制度。

8. 效果评价 菜农是测土配方施肥技术的最终执行者和受益者，而蔬菜品质又直接影响蔬菜产品本身的商用价值。因此，在蔬菜测土配方施肥的实施过程中必须始终把产品和品质双重目标一起考虑。在对一定施肥区域进行动态调查的基础上，及时获得菜农生产情况、市场行情、食品检验等反馈信息，不断完善管理体系和技术服务体系。

9. 技术创新 技术创新是保证长期开展测土配方施肥工作的科技支撑。不断进行田间校验研究、土壤测试和田间营养诊断技术、肥料配方、数据处理与统计等方面的创新研究，促进蔬菜测土配方施肥与时俱进。

第二章 菜园测土配方施肥 田间试验技术

一、菜园测土配方施肥田间试验的目的

菜园测土配方施肥田间试验是获得蔬菜作物最佳施肥量、施肥比例、施肥时期、施肥方法等最有效的途径，也是筛选和验证土壤养分测试方法、建立施肥配套体系的基本环节。通过田间肥效试验，不但要解释试验的结果，而且还要指导生产实践，同时还能确定测土配方施肥中的多种基本参数，如蔬菜目标产量需肥量、菜园土壤供肥量、肥料利用率、土壤养分校正系数等，从而为研制蔬菜专用肥料配方和构建高产高效施肥配套体系提供依据。

二、菜园测土配方施肥田间试验设计

田间试验方案是根据试验目的拟订的一组试验处理的总称。根据所研究因素的多寡，可分为单因素试验和多因素试验。目前国内外应用较为广泛的肥料效应田间试验方案是“3414”完全设计方案和部分设计方案，它吸收了回归最优设计处理少、效率高的优点，是我国测土配方施肥推荐使用的田间试验方案。

1. “3414”完全试验方案介绍 “3414”是指氮、磷、钾 3 个因素、4 个水平、14 个处理。4 个水平的含义：0 水

平指不施肥；2水平指当地最佳施肥量的近似值；1水平=2水平 $\times 0.5$ ；3水平=2水平 $\times 1.5$ （该水平为过量施肥水平），见表2-1。

表 2-1 “3414” 试验方案处理

试验编号	处 理	N	P	K
1	$N_0P_0K_0$	0	0	0
2	$N_0P_2K_2$	0	2	2
3	$N_1P_2K_2$	1	2	2
4	$N_2P_0K_2$	2	0	2
5	$N_2P_1K_2$	2	1	2
6	$N_2P_2K_2$	2	2	2
7	$N_2P_3K_2$	2	3	2
8	$N_2P_2K_0$	2	2	0
9	$N_2P_2K_1$	2	2	1
10	$N_2P_2K_3$	2	2	3
11	$N_3P_2K_2$	3	2	2
12	$N_1P_1K_2$	1	1	2
13	$N_1P_2K_1$	1	2	1
14	$N_2P_1K_1$	2	1	1

“3414”设计方案除了可应用14个处理进行氮、磷、钾三元二次肥料效应方程的拟合外，还可分别进行氮、磷、钾中任意二元或一元效应方程的拟合。例如：进行氮、磷二元效应方程拟合时，可选用处理2~7、11、12，可求得在以 K_2 水平为基础的氮、磷二元二次效应方程；选用处理2、3、6、11可求得在 P_2K_2 水平为基础的氮肥效应方程；选用处理4、5、6、7可求得在 N_2K_2 水平为基础的磷肥效应方程；选用6、8、9、10可求得在 N_2P_2 水平为基础的钾肥效

应方程。此外，通过处理 1，可以获得基础地力产量，即空白区产量。

2. “3414” 部分设计方案介绍 要试验氮、磷、钾中某一个或两个养分的效应，或因其他原因无法进行“3414”的完全实施方案时，可在其中选择相关处理，即“3414”的部分实施方案，从而既保证了测土配方施肥田间试验总体设计的完整性，又满足了不同施肥区域土壤养分的特点、不同试验目的、不同层次的具体要求。例如欲在山东省寿光蔬菜产区要重点检验氮、磷肥料效应时，可在钾肥作基肥的前提下，进行氮、磷二元肥料效应试验，但是应设置 3 次重复。与“3414”方案相对应的处理编号见表 2-2，此方案也可分别建立氮、磷一元效应方程。

**表 2-2 氮、磷二元二次肥料试验与“3414”
方案相对应的处理编号**

3414 方案处理编号	处 理	N	P	K
1	$N_0P_0K_0$	0	0	0
2	$N_0P_2K_2$	0	2	2
3	$N_1P_2K_2$	1	2	2
4	$N_2P_0K_2$	2	0	2
5	$N_2P_1K_2$	2	1	2
6	$N_2P_2K_2$	2	2	2
7	$N_2P_3K_2$	2	3	2
11	$N_3P_2K_2$	3	2	2
12	$N_1P_1K_2$	1	1	2

在蔬菜生产中，由于菜田地块面积比较小，尤其是保护地面积一般不超过 500 m^2 ，因此限制了试验处理数。针对有机肥和氮肥施用比较突出的环境问题，在露地蔬菜试验设

计的基础上,可相应地减少处理数。为了取得菜田土壤养分供应量、蔬菜作物吸收养分量、菜田土壤养分丰缺指标等参数,一般可把试验设计为5个处理:无肥区(CK)、无氮区(PK)、无磷区(NK)、无钾区(NP)、氮磷钾区(NPK)。这5个处理分别与“3414”完全方案中相对应的处理编号为1、2、4、8、6。如要获得有机肥料的效应,可增加有机肥料处理(M),如表2-3所示;若检验某种中量元素或微量元素效应,可在NPK基础上进行加与不加中(微)量元素处理的比较。方案中氮、磷、钾、有机肥料的用量应接近推荐的合理用量,保护地施肥处理一般不超过6个为宜,以氮素试验为主要目标,磷次之,钾最弱。

表 2-3 菜园氮磷钾肥及有机肥料肥效试验设计方案

试验编号	试验内容	处理代码	M	N	P	K
1	无肥区	$M_0N_0P_0K_0$	—	0	0	0
2	有机肥料区	$MN_0P_0K_0$	+	0	0	0
3	无氮区	$MN_0P_2K_2$	+	0	2	2
4	无磷区	$MN_2P_0K_2$	+	2	0	2
5	无钾区	$MN_2P_2K_0$	+	2	2	0
6	氮磷钾区	$MN_2P_2K_2$	+	2	2	2

注: M 为施有机肥料处理; — 为不施有机肥料处理; + 为施用有机肥,其中选择当地有代表性的有机肥种类及适合当地施肥量中等或中等偏下的水平。一般露地为 $30 \sim 45 \text{ 米}^3/\text{公顷}$, 保护地为 $40 \sim 60 \text{ 米}^3/\text{公顷}$ (对于禽粪类: $10 \text{ 米}^3/\text{公顷}$ 折合 10 吨/公顷; 对于堆肥等, 根据比重不同, $10 \text{ 米}^3/\text{公顷}$ 折合 10~13 吨/公顷)。

三、田间试验设计方案的实施

1. 试验菜地的选择 对于基层科技人员来讲, 往往喜