

科技兴农奔小康丛书

蔬菜 施肥手册

马国瑞 主编



 中国农业出版社



健康丛书
ejixingnongbenxiaokangcongshu

蔬菜施肥手册

马国瑞 主编

5630.6
1761

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蔬菜施肥手册 / 马国瑞主编. —北京: 中国农业出版社, 2004.1

(科技兴农奔小康丛书)

ISBN 7-109-08768-9

I. 蔬... II. 马... III. 蔬菜-施肥 IV. S630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 111233 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 贺志清

北京京科印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月北京印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.5 插页: 4

字数: 206 千字

定价: 13.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《科技兴农奔小康丛书》编委会

主 任 张宝文

副主任 朱秀岩 贾幼陵 张凤桐 傅玉祥

委 员 (按姓氏笔画排序)

马爱国 王智才 牛 盾 甘士明

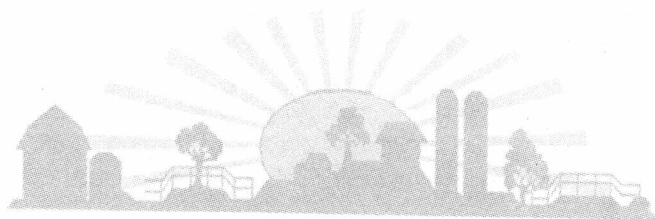
白金明 刘维佳 李建华 杨 坚

何新天 张玉香 陈建华 陈晓华

陈萌山 郑文凯 宗锦耀 柯柄生

俞东平 段武德 夏敬源 梁田庚

曾一春 雷于新 薛 亮 魏宝振



主 编 马国瑞
副主编 石伟勇
编 者 方 萍 钱觉寿 柴卫国
蒋玉根 董水平 陆 宏

序

党的十六大提出，要紧紧抓住本世纪头 20 年的重要战略机遇期，集中力量全面建设小康社会。这个宏伟目标令人振奋，鼓舞人心。全面建设小康社会是贯彻落实“三个代表”重要思想的重大举措，是立党为公、执政为民的根本体现。

完成全面建设小康社会这一历史任务，重点和难点在农村。当前农业和农村经济发展处于爬坡阶段，还存在许多矛盾和问题。农村全面建设小康社会，必须统筹城乡经济社会发展，积极推进农业增长方式的转变，提高农业科技和装备水平，加快建设现代农业。

实现全面建设农村小康社会这个宏伟目标，必须发展先进生产力和先进文化，维护广大农民的根本利益，必须发挥科学技术作为第一生产力的作用，加速科技成果向现实生产力的转化，切实把农业和农村经济发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。科学技术是农村经济和社会发展的首要推动力量，是农业和农村经济不断跃上新台阶的决定性因素。要依靠科技进步，推动传统农业向优质、高产、高效、生态、安全的现代农业转变，

要牢牢盯住农产品竞争力增强、农业增效、农民增收这一主攻方向，构建与农业结构战略性调整要求相适应的农业科技进步和创新体系；完善和强化精干高效的农业科研、技术推广和农民培训的运行机制；促进农业科技产业化发展；满足建设现代农业、繁荣农村经济和可持续发展的科教需求，从总体上缩小与发达国家的差距，促进农村经济繁荣，加快现代农业建设步伐。

加快农业科技进步迫在眉睫，农业现代化的希望寄予科技进步。为了实施科教兴农战略，加快农村小康建设步伐，农业部把农业科教工作作为农业和农村经济工作的重中之重，并把今年确定为“全国农业科技年”。在配合“全国农业科技年”的活动中，中国农业出版社组织各方面专家编辑出版了《科技兴农奔小康丛书》。这套丛书侧重科技知识，兼顾政策法律，考虑区域特点，针对性、实用性和可操作性较强，旨在为广大农民提供通俗易懂、易于应用、便于操作的科技知识与科技成果。这套丛书对提高农民科技文化素质，加快农村小康建设必将产生积极影响。

杜书林

二〇〇三年九月十八日

前言

肥料是蔬菜作物的“粮食”。合理施肥既能维持和提高菜地土壤肥力，又能增加蔬菜产量和改善产品品质。近年来，随着效益农业的发展，菜地面积不断扩大，蔬菜施肥的种类和用量发生了很大变化，出现了有机肥料用量骤减，化学肥料，特别是化学氮肥的超量施用，使许多菜地产生土壤酸化、次生盐渍化及养分失调等障碍，严重地影响了蔬菜产量和品质。

为使蔬菜生产能高产、优质、低耗，同时又能不断地提高土壤肥力，我们在收集国内外有关资料的基础上，并结合多年从事蔬菜营养和施肥的研究成果，编写成《蔬菜施肥手册》一书。全书在阐述蔬菜营养特点、土壤管理、平衡施肥技术的基础上，着重介绍了近 50 种蔬菜的需肥特性、适宜的土壤条件与施肥技术，并对保护地蔬菜土壤较为普遍的养分失调、盐害、酸害、气害与连作障碍，蔬菜常见营养失调症，以及近年在生产中应用的施肥新技术，做了较为详尽的介绍。全书内容新颖，技术实用，可读性强。

在编写本书过程中，由于强调实用性和可操作性，介绍的是一般情况下的蔬菜施肥技术，因此，在具体应用时可以根据当地的天气条件、土壤肥力水平与蔬菜种类和产量水平进行调整。

本书在编写过程中，得到浙江大学环境与资源学院有关领导的热情支持，在此表示衷心感谢。同时对本书引证资料的作者深表谢意。由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请专家、同行及广大读者批评指正。

马国瑞

2003 年 11 月

目 录

序 前言

第一章 蔬菜土壤管理	1
一、蔬菜持续高产土壤的培育	1
(一) 高产蔬菜土壤的基本条件	1
(二) 蔬菜持续生产土壤的培育	3
二、保护地蔬菜土壤主要营养障碍及防治措施	6
(一) 土壤养分障碍及防治措施	6
(二) 土壤盐分障碍及防治措施	8
(三) 土壤连作障碍及防治措施	12
(四) 土壤酸化及防治措施	15
(五) 气体危害及防治措施	16
第二章 蔬菜作物的需肥特点及营养失调症的诊断	20
一、蔬菜作物的需肥特点及影响养分吸收的条件	20
(一) 蔬菜作物需肥特点	20
(二) 土壤条件对蔬菜吸收养分的影响	23
二、蔬菜常见营养失调症的诊断	26
(一) 蔬菜氮素营养失调症	27
(二) 蔬菜磷素营养失调症	31
(三) 蔬菜钾素营养失调症	33
(四) 蔬菜钙素营养失调症	37
(五) 蔬菜镁素营养失调症	40
(六) 蔬菜硼素营养失调症	44

(七) 蔬菜氮素营养失调症	47
第三章 蔬菜平衡施肥原理与技术	50
一、蔬菜平衡施肥的基本规律	50
(一) 养分归还学说	50
(二) 最小养分律	50
(三) 报酬递减律	50
(四) 平衡施肥律	51
二、蔬菜常用肥料	52
(一) 有机肥料	52
(二) 化学肥料	56
(三) 值得关注的几类肥料	57
三、蔬菜平衡施肥技术	59
(一) 施肥量估算	59
(二) 施肥时期	67
(三) 施肥方法	67
第四章 各类蔬菜营养特性与施肥技术	70
一、白菜类蔬菜营养特性与施肥技术	70
(一) 大白菜营养特性与施肥技术	70
(二) 结球甘蓝营养特性与施肥技术	75
(三) 花椰菜营养特性与施肥技术	80
(四) 叶用芥菜营养特性与施肥技术	83
(五) 茎用芥菜(榨菜)营养特性与施肥技术	84
二、茄果类蔬菜营养特性与施肥技术	88
(一) 番茄营养特性与施肥技术	88
(二) 辣椒营养特性与施肥技术	93
(三) 茄子营养特性与施肥技术	97
三、瓜类蔬菜营养特性与施肥技术	101
(一) 黄瓜营养特性与施肥技术	102
(二) 冬瓜营养特性与施肥技术	107
(三) 西瓜营养特性与施肥技术	109
(四) 甜瓜营养特性与施肥技术	113

(五) 南瓜营养特性与施肥技术	114
(六) 丝瓜营养特性与施肥技术	116
(七) 苦瓜营养特性与施肥技术	118
(八) 佛手瓜营养特性与施肥技术	119
四、豆类蔬菜营养特性与施肥技术	122
(一) 菜豆营养特性与施肥技术	122
(二) 毛豆营养特性与施肥技术	125
(三) 豌豆营养特性与施肥技术	127
(四) 豇豆营养特性与施肥技术	129
五、薯芋类蔬菜营养特性与施肥技术	130
(一) 马铃薯营养特性与施肥技术	130
(二) 芋艿营养特性与施肥技术	133
(三) 生姜营养特性与施肥技术	137
六、根菜类蔬菜营养特性与施肥技术	142
(一) 萝卜营养特性与施肥技术	142
(二) 胡萝卜营养特性与施肥技术	148
七、绿叶蔬菜营养特性与施肥技术	150
(一) 芹菜营养特性与施肥技术	150
(二) 茼蒿营养特性与施肥技术	153
(三) 菠菜营养特性与施肥技术	155
八、葱蒜类蔬菜营养特性与施肥技术	157
(一) 大蒜营养特性与施肥技术	157
(二) 洋葱营养特性与施肥技术	161
(三) 大葱营养特性与施肥技术	163
(四) 韭菜营养特性与施肥技术	166
九、水生蔬菜营养特性与施肥技术	168
(一) 莲藕营养特性与施肥技术	169
(二) 茭白营养特性与施肥技术	171
(三) 慈菇营养特性与施肥技术	175
(四) 荸荠营养特性与施肥技术	176
(五) 茼菜营养特性与施肥技术	177

(六) 菱营养特性与施肥技术	179
十、多年生蔬菜营养特性与施肥技术	180
(一) 竹笋营养特性与施肥技术	180
(二) 黄花菜营养特性与施肥技术	183
(三) 百合营养特性与施肥技术	188
(四) 芦笋营养特性与施肥技术	191
(五) 草莓营养特性与施肥技术	194
十一、食用菌营养特性与施肥技术	198
(一) 食用菌营养特性与施肥技术	198
(二) 蘑菇营养特性与施肥技术	202
(三) 香菇营养特性与施肥技术	208
(四) 平菇营养特性与施肥技术	210
(五) 金针菇营养特性与施肥技术	213
(六) 黑木耳营养特性与施肥技术	216
第五章 蔬菜施肥新技术	219
一、二氧化碳施肥	219
(一) 保护地施用二氧化碳的效果	219
(二) 保护地内二氧化碳浓度变化规律	220
(三) 调节保护地内二氧化碳浓度的措施	221
(四) 注意问题	222
二、滴灌施肥	224
(一) 滴灌施肥优点	224
(二) 滴灌施肥系统	225
(三) 滴灌施肥对水质和肥料的要求	228
(四) 滴灌施肥的步骤	230
(五) 滴灌施肥需注意的问题	230
三、无土栽培	231
(一) 无土栽培优点	232
(二) 无土栽培分类	233
(三) 无土栽培营养液配制与管理	235

附录	241
附录 1 蔬菜作物缺素症检索	241
附录 2 蔬菜作物缺素症出现难易一览表	245
附录 3 蔬菜叶片中元素含量的缺乏、适量、过剩 判断标准	247
附录 4 菜园土壤有效养分丰缺状况分级	248
附录 5 土壤中微量元素的分级指标	248
附录 6 蔬菜作物的耐盐性	249
附录 7 肥料混合使用表	250
附录 8 城镇垃圾农用控制标准值	251
附录 9 农用污泥中污染物控制标准值	251
主要参考文献	253

第 1 章

蔬菜土壤管理

一、蔬菜持续高产土壤的培育

土壤是蔬菜生长的基础，蔬菜生长发育所必需的营养元素、水分、空气都要从土壤中获得。同时，蔬菜根系得于土壤机械支持，才可稳固地固定于土壤中，为其生长发育提供获取光、热、气的条件。可见，培育蔬菜持续高产的土壤，能为蔬菜源源不断地提供“协调的肥、水、气、热条件”，也可以说，能使蔬菜“吃得饱”（供给充足的营养元素）、“喝得足”（供给充足的水分）、“住得好”（土壤空气充足，温度适宜）。

（一）高产蔬菜土壤的基本条件

蔬菜作物具有生长速度快，需水、肥数量大，产量高等特点，因而对土壤条件有较高的要求。综观各地报道，蔬菜适宜在土壤肥沃、结构良好、地下水位低、蓄水保肥能力强、有害物质少、无大量病虫寄生的土壤上生长。基本要求有以下 3 点。

1. 土层深厚、团粒结构好 蔬菜根系发达，要求深厚而疏松的土层，熟化层厚度应在 40 厘米以上，容重为 $1.1 \sim 1.3$ 克/厘米³，总孔隙度大于 55%，大孔隙大于 10%，土壤三相比较大体为固相 40%、气相 28%、液相 32%，这样的土壤既有一定的保水、保肥能力，又有良好的稳温性和通气性，有利于根系进行正常的呼吸，以增加对肥、水的吸收。

壤土是最理想的土质。因为砂性土虽耕作阻力小，排水和通气性好，但保水、保肥能力差，蔬菜生长后期易脱力早衰；黏性土虽保水、保肥能力强，但通气性和透水性较差，栽种的蔬菜苗期迟发，会延误上市季节。所以在砂土和黏土上种植蔬菜，需要对土壤进行改良。

2. 土壤肥沃、有效养分高 菜地土壤在良好的耕作和施肥条件下，不断向熟化方向发展。据研究，优良菜地有机质含量为2.5%~3.5%，水解氮（N）>200 毫克/千克，有效磷（ P_2O_5 ）>60 毫克/千克，速效钾（ K_2O ）>160 毫克/千克，代换性镁>120 毫克/千克，代换性钙>800 毫克/千克，同时还要含有一定数量的有效态硼、锰、锌、铜、铁、钼等，盐分含量应低于0.2%，土壤反应为微酸性到中性，因为大多数蔬菜适宜生长在pH6.0~6.8的土壤中。

3. 土壤中有有害物质少 蔬菜对土壤中多种重金属的富集量较其他作物大得多，因此要求土壤未受“三废”污染，且有害重金属含量低。1995 年我国制定了土壤环境质量标准（GB 15618-1995）。

表 1-1 土壤环境质量标准值（毫克/千克）

项 目	级 别 土 壤 pH	一 级	二 级			三 级
		自然背景	<6.5	6.5~7.5	>7.5	>6.5
镉	≤	0.20	0.30	0.30	0.60	1.0
汞	≤	0.15	0.30	0.50	1.0	1.5
砷	水 田	≤ 15	30	25	20	30
	旱 地	≤ 15	40	30	25	40
铜	农田等	≤ 35	50	100	100	400
	果 园	≤ —	150	200	200	400
铅	≤	35	250	300	350	500
铬	水 田	≤ 90	250	300	350	400
	旱 地	≤ 90	150	200	250	300
锌	≤	100	200	250	300	500

(续)

项 目	级 别	二 级			三 级
	土 壤 pH	自然背景	<6.5	6.5~7.5	>7.5
镍	≤	40	40	50	60
六六六	≤	0.05		0.50	1.0
滴滴涕	≤	0.05		0.50	1.0

注：①重金属（铬主要是3价）和砷均按元素量计，适用于阳离子交换量 >5 厘摩尔（+）/千克的土壤，若 ≤ 5 厘摩尔（+）/千克，其标准值为表内数值的半数。

②六六六为4种异构体总量，滴滴涕为4种衍生物总量。

③水旱轮作地的土壤环境质量标准，砷采用水田值，铬采用旱地值。

从表1-1可以看出，一级为自然保护区；二级适用于一般农田、蔬菜地、茶园等土壤，基本上对蔬菜等作物和环境不造成危害和污染；三级适用于农林业生产和植物正常生长的土壤临界值，但不适用于蔬菜生产。所以，新菜地应远离工厂，以避免“三废”污染。老菜地污染严重的，应改种其他非食用作物如棉花、麻、席草等，或经改良符合土壤环境质量二级标准时再种蔬菜。此外，还应选择历年病虫害发生轻的田块栽培蔬菜，以减轻病虫害发生。

（二）蔬菜持续生产土壤的培育

近年来，各地保护地栽培面积发展很快，老菜地因常年种植同一种蔬菜，导致土壤养分不平衡，盐害、酸害严重。特别是新菜地大部分由粮田改种，土壤肥力不高，不能满足蔬菜生长发育的要求。因此，加快蔬菜土壤培育，关系到蔬菜能否优质高产。综观各地报道，蔬菜土壤的培育应按照用养结合、因地制宜、综合治理、逐年改良的原则进行。

1. 抓好菜地基本建设，改善土壤物理条件 菜地建设的首要任务是建立好灌溉和排水设施，以便能做到灌得上，排得出，防止旱、涝危害。菜地通常比较平坦，田块也较大，特别是由粮

田开发的新菜地，大多地势低洼，常因土壤内排水能力差而造成渍害。生产上除采用缩短畦长，高畦深沟种植，做到畦沟、腰沟、围沟三沟配套外，还可埋设暗管，排除土层内滞水。据傅明华报道（1997），于土下 0.6 米埋设塑料暗管（间距 3 米），秋刀豆产量可比不埋暗管的对照增产 20%。

采用渗灌、滴灌等节水灌溉技术，既能提高水的利用效率，又可避免因漫灌带给菜地土壤环境的恶化，值得大力推广。

2. 深耕改土 蔬菜根系发达，要求有深厚的耕层。现有菜地，特别是水稻田改制的新菜地，一般耕层较浅，只有 15 厘米左右，植稻期间形成的坚硬犁底层又常造成土壤上层滞水，使蔬菜根系受害。因此，应在施用有机肥料基础上，逐步加深耕作层，一般 2~3 年深耕或深翻一次。深耕时要破除犁底层，以改善土壤通气状况，并做到“熟土在上，生土在下，不乱土层”。通常深耕可利用冬春和夏季茬口间隙进行。

3. 合理轮作 作物种类不同，其营养特点和吸肥能力各异。在保证较高经济效益的基础上，必须变单一品种连作为多种作物轮作。轮作中适当搭配豆科作物或吸肥能力强、根系发达的禾本科作物（如玉米），利用作物本身生长和营养的特点达到培肥土壤。据孙红霞报道（1998），采用秋四季豆—春莴苣—菜秧—秋黄瓜轮作后，能使土壤物理性状得到改善（表 1-2）。

表 1-2 轮作对土壤理化性状的影响

采样深度 (厘米)	时 间	容重 (克/厘米 ³)	总孔隙度 (%)	通气孔隙度 (%)
0~10	1993 年 9 月	1.23	53.4	3.1
	1994 年 10 月	1.08	59.2	5.9
10~20	1993 年 9 月	1.35	49.4	0.9
	1994 年 10 月	1.28	51.7	1.3

4. 增施有机肥 合理施用有机肥，能改善土壤物理特性和化学性质。据安丘县土壤肥料站研究（1987—1990），施用有机肥能提高土壤有机质、全氮、全磷及速效养分含量，而土壤容重