

ANQUAN KEXUE SHIFEI
SHIYONG JISHU

安全科学**施****肥** 实用技术

崔德杰 金圣爱 主编



化学工业出版社

ANQUAN KEXUE SHIYONG JI



“优质、高产、高效、生态”的生产目标

“科学、经济、环保、安全”的施肥技术



www.cip.com.cn

农业科技图书 上化工社网

销售分类建议：农业 / 肥料 / 施肥

定价：18.00 元

ISBN 978-7-122-13774-



9 787122 137746 >

安全科学**施****肥** 实用技术

崔德杰 金圣爱 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从土、肥、作物三方面主要介绍了安全科学施肥的基本要求与实用技术,详细介绍了土壤的保肥性能和供肥性能,植物对养分的需求特性、吸收规律及影响因素,化学单质肥料和复合肥料的性质,有机肥的特性、积制,各种肥料的贮存与施用技术及其注意事项等内容。此外,还介绍了各种作物的养分缺乏症状和矫正技术、各种作物的施肥技术,具有很好的实用性与指导性。

本书可作为广大的种植业者和农业技术推广人员的实用技术参考书,也可作为农业院校农学、园艺、资源与环境等相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

安全科学施肥实用技术/崔德杰,金圣爱主编. —北京:化学工业出版社,2012.5
ISBN 978-7-122-13774-6

I. 安… II. ①崔…②金… III. 施肥-基本知识 IV. S147.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第043374号

责任编辑:刘 军
责任校对:吴 静

文字编辑:糜家铃
装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷:北京云浩印刷有限责任公司
装 订:三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张7½ 字数199千字
2012年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主 编 崔德杰 金圣爱

编写人员 (按姓名汉语拼音排序)

崔德杰 金圣爱 李旭霖 刘庆花

曾路生

前言

随着人口的增加和耕地的减少，我国粮食安全与资源消耗的矛盾日益尖锐。化肥作为粮食增产的决定因素，在我国农业生产中发挥了举足轻重的作用，化肥对我国粮食生产的贡献率超过 40%。近年来，我国化肥用量增长很快，已位居世界前列。化肥消费的现状是区域和作物之间肥料投入差异巨大，过量和不足并存；化肥施用普遍度已经很高，部分地区化肥用量处于高水平；经济作物施肥量增长很快，已成为我国化肥消费的重点。作物用肥过量，施肥增产效应下降。多种因素导致化肥过量施用，这意味着化肥利用率低下，存在资源浪费的现象。

造成我国化肥施用量较高而肥料利用率较低的原因很多。首先，我国人多地少追求高产，加上农民认为“粪大水勤、不用问人”、“施肥越多、产量越高”，投入化肥时不能根据作物产量水平和土壤肥力状况来合理投入。其次，由于青壮年劳动力的转移导致农村劳动力以妇女和老人为主，加上缺少施肥机械等原因，农民施肥“重基肥、轻追肥”现象非常普遍。不仅如此，而且施肥方法不合理，如化肥撒施（特别是铵态氮肥）、大水冲肥等，其后果是造成肥料养分损失，势必导致肥料利用率的下降。再次，目前我国作物育种方向以高产耐肥品种为主，间接带动了化肥消费的增加。

目前，我国肥料利用率低的另一主要原因是高产农田过量施肥，忽视土壤和环境养分的利用。农民在生产上存在这样一种现象，即越是高产田越舍得肥料投入。殊不知，相同的肥料用量在低产田获得的增产效果是好于高产田的。还有由于肥料结构不合理导致养分供应不平衡，偏多施入的肥料养分利用率下降，农民并没有

获得预期的产量，所以作物产量潜力得不到充分发挥。肥料增产潜力没有得到充分发挥的原因之一是科学施肥技术的示范推广力度不够，农民的文化素质和科学素质得不到提升。有农民朋友曾问，“大肥料和小肥料施用量应该怎样掌握？”，这里农民所说的“大肥料”是指复合肥，“小肥料”是指单质肥料。这个问题提得非常好，说明农民意识到了不同肥料的养分种类和含量的不同，也注意到了应该了解肥料的特性。同时也说明，农民朋友是渴望了解科学施肥的技术方法的。

鉴于以上现状，我们编写了本书，旨在把科学的施肥知识传授给农民朋友，改变他们的传统施肥观念，让他们了解土壤肥力、了解作物生长对养分的需求规律、了解不同肥料的特点性质，掌握科学施肥技术，希望能对农民朋友有所帮助。

本书第一章由曾路生编写，第二章、第三章、第四章由金圣爱编写，第五章由李旭霖编写，第六章由刘庆花编写。全书最后由金圣爱、崔德杰统稿。

由于作者水平有限，不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2012年3月

目 录

第一章 土壤基础知识 / 1

第一节 土壤的物质组成与性质	2
一、土壤有机质与土壤养分	2
二、土壤水、气、热与调节措施	10
三、土壤的孔性、结构性与耕性	13
四、土壤的酸碱性与氧化还原性	16
第二节 土壤的供肥与保肥	19
一、土壤供肥保肥的原因	19
二、高产肥沃土壤的特征	20
三、土壤培肥措施	21
四、农田土壤生态与保护	22

第二章 植物的养分需求 / 24

第一节 植物必需的营养元素	25
一、植物体的元素组成	25
二、植物必需营养元素的分组	26
第二节 植物对养分的吸收	29
一、根系对养分的吸收	30
二、根外器官对养分的吸收	31
第三节 影响植物吸收养分的外界环境条件	34
一、光照	35
二、土壤温度	35

三、土壤水分状况和通气条件	36
四、土壤酸碱度	37
第四节 植物的营养特性与施肥	38
一、不同作物的营养特性与施肥	38
二、不同生育期的营养特性与施肥	38
三、植物根系的特性与施肥	40
四、植物的营养诊断	41

第三章 肥料种类及性质 / 42

第一节 化学肥料	43
一、单质化学肥料	43
二、复混肥	70
第二节 有机肥料	78
一、有机肥概述	78
二、传统有机肥	81
三、商品有机肥	103
第三节 新型肥料	106
一、新型肥料的概念及特点	106
二、缓/控释肥料	106
三、生物肥料	107
四、多功能肥料	108

第四章 科学施肥技术 / 110

第一节 常规施肥技术	111
一、施肥量的确定	112
二、植物营养期与施肥	115
三、施肥时期	117
四、施肥方式	120

第二节 现代施肥技术	127
一、测土配方施肥技术	127
二、灌溉施肥技术	131

第五章 作物缺素症及矫正 / 139

第一节 粮食作物缺素症及矫正	140
一、水稻	140
二、小麦	142
三、玉米	144
四、高粱	146
第二节 经济作物缺素症及矫正	147
一、花生	147
二、大豆	149
三、油菜	151
四、棉花	152
五、马铃薯	155
六、烟草	156
七、芝麻	158
八、甜菜	159
第三节 蔬菜、瓜果缺素症及矫正	161
一、大白菜	161
二、菠菜	162
三、芹菜	163
四、茄子	164
五、番茄	166
六、黄瓜	168
七、西瓜	169
八、大葱	171
九、萝卜	171

十、甘薯	173
十一、甜瓜	174
第四节 果树缺素症及矫正	176
一、苹果	176
二、桃	178
三、梨	180
四、葡萄	182
五、杏	184
六、枣	184
七、核桃	185
八、板栗	187
第五节 茶树缺素症及其矫正	188

第六章 作物施肥技术 / 190

第一节 粮食作物科学施肥技术	191
一、水稻	191
二、小麦	192
三、玉米	194
四、高粱	196
第二节 经济作物科学施肥技术	197
一、花生	197
二、大豆	199
三、油菜	200
四、棉花	201
五、马铃薯	203
六、烟草	204
第三节 蔬菜、瓜果科学施肥技术	205
一、大白菜	205
二、结球甘蓝	206

三、菠菜	207
四、芹菜	208
五、茄子	210
六、番茄	211
七、黄瓜	212
八、西瓜	213
九、大蒜	214
十、大葱	215
十一、萝卜	217
第四节 果树科学施肥技术	218
一、苹果	218
二、桃	220
三、梨	222
四、葡萄	224
五、杏	225
第五节 茶树科学施肥技术	226

参考文献 / 228

第一章

土壤基础知识

- 第一节 土壤的物质组成与性质 / 2
- 第二节 土壤的供肥与保肥 / 19

土壤是由矿物质、有机质、水、空气和生物等组成的陆地表面，是具有肥力能够生长植物的疏松表层。土壤的本质特征是具有肥力，即土壤具有经常地适时适量供给并协调植物生长发育所需要的水分、养分、空气、温度、扎根条件和无毒害物质的能力。肥力只是土壤生产力的基础，而不是生产力的全部。只有与外界环境条件如气候、日照、地形、排水、供水以及土壤管理措施等配合较佳时，土壤才能生产出数量多、质量好的农产品。了解土壤的组成和性质，对调控土壤的水、肥、气、热，提高土壤肥力水平，科学利用土壤资源，因地制宜地发展农业生产和保护农业生态环境具有重要作用。

第一节 土壤的物质组成与性质

一、土壤有机质与土壤养分

土壤是由固、液、气三相物质组成的多相分散的复杂体系。固相物质包括矿物质、有机质及土壤生物（活体）。其中矿物质由岩石风化而来，一般占土壤质量的95%以上，占土壤容积的38%以上；有机质由生物残体及腐败物质组成，不足土壤质量的5%，占土壤容积的12%左右；土壤生物种类繁多，包括各种昆虫、蠕虫、原生动物、藻类及微生物等。

岩石风化形成的矿物颗粒统称为土壤矿物质，其成分和性质对土壤的形成过程、理化性质和生物学性质，以及养分状况和肥力水平等有很大的影响。

土壤生物除参与岩石的风化和原始土壤的生成外，对土壤的生长和发育、土壤肥力的形成和演变以及高等植物的营养供应状况均有重要作用。

1. 土壤有机质

土壤有机质是土壤中的各种动植物残体，在土壤生物的作用下

形成的一类特殊的高分子化合物。

农业土壤中，土壤有机质的来源主要有作物的根茬、还田的秸秆和翻压绿肥，人畜粪尿、工农副产品的下脚料，城市生活垃圾、污水，土壤微生物、动物的遗体及其分泌物以及人为使用的各种有机肥料等。

土壤动物促进植物残体的破碎和运输，真菌可促进木质素的分解，细菌和放线菌可促进碳水化合物的分解。土壤中黏粒含量高，低洼、积水、通气不良和温度较低有利于有机质累积。而通气良好，氧气充足，温度适宜，田间持水量 60%~80%，微生物活动旺盛，有利于有机质的矿化作用。禾本科 [C/N (80~100):1] 难转化，豆科类作物易转化。因在细菌的生命过程中，分解有机质时满足其合适的 C/N 比值一般为 25:1。当小于 25:1 时，有充足的氮素，分解速率较快，也能提供农作物所需氮素。反之，氮素不足，会造成与作物争氮的局面。因此，生产实践中 50 千克禾本科秸秆还田时需补充 1 千克左右尿素，以调节 C/N 比。在土壤肥力方面具有重要作用：① 它能提供植物需要的养分，碳素循环是地球生态平衡的基础，土壤每年释放的 CO_2 达 1.35×10^{11} 吨，相当于陆地植物的需要量。土壤有机质中的氮素占全氮的 90%~98%，磷素占全磷的 20%~50%，还有 K、Na、Ca、Mg、S、Fe、Si 等营养元素。② 它能改善土壤的肥力特性，物理方面：a. 促进良好结构体形成；b. 降低土壤黏性，改善土壤耕性；c. 降低土壤砂性，提高保蓄性；d. 促进土壤升温。化学方面：a. 影响土壤的表面性质；b. 影响土壤的电荷性质，c. 增强土壤的保肥性；d. 影响土壤的络合性质；e. 增强土壤的缓冲性。生物方面：a. 影响根系的生长；b. 影响植物的抗旱性；c. 影响植物的物质合成与运输；d. 抗病作用。

在生态环境上，腐植酸可吸附和络合重金属离子，降低其生物有效性。减少土壤中农药的残留量和毒害，同时，一定浓度下，能促进微生物和植物的生理活性。增加土壤有机质，提高土壤肥力的措施如下。① 合理耕作制度（退化或熟化），合理的耕作制度可促

进土壤有机质含量的提高并维持较高的水平。免耕技术、合理轮作、间作套作等。②施用有机肥，包括绿肥、粪肥、厩肥、堆肥、沤肥、饼肥、蚕砂、鱼肥、河泥、塘泥、青草、幼嫩枝叶；注意有机、无机肥料配合施用。③种植绿肥，把还在生长的豆科绿色植物体翻入土壤的肥料，如田菁、紫云英、紫花苜蓿等。有休闲绿肥、套作绿肥，要因地制宜、充分用地、积极养地、养用结合。④秸秆还田，可直接还田、堆腐还田、过腹还田、废渣还田。要注意秸秆的 C/N 比、破碎度、埋压深度以及土壤墒情、播种期远近、化肥施用量等。⑤其他途径，如南方平原地区，施用河泥、塘泥。城市近郊，生活污水和生活垃圾堆制的垃圾肥作为菜园地的主要有机肥料，要注意清洁堆制与施用，防止土壤污染。

2. 土壤养分

土壤养分是指主要依靠土壤来供给的植物所必需的营养元素。其有效性是决定植物生长和土壤生产力的主要因素之一，是土壤肥力的重要因素之一。土壤养分来源于土壤矿物质风化、土壤有机质分解、大气降水（降尘）和地下水（矿质养分）、生物固氮，对耕作土而言，养分还来源于人工施肥、灌溉和农药残留等。消耗途径有植物吸收、雨水淋失、凋落物采收和气态逸出损失等。

(1) 土壤中的氮 土壤中的大部分氮素来源于生物固氮。土壤中的氮素以两类形态存在：无机态氮和有机态氮，大部分的土壤氮以有机态存在。无机态氮包括铵态氮（ NH_4^+ ）、硝态氮（ NO_3^- ）、亚硝态氮（ NO_2^- ）、氧化亚氮、氧化氮和氮气。

有机态氮通常占土壤全氮量的 95% 以上。有机态含氮化合物以蛋白质、氨基酸和其他复杂的有机氮化合物形态存在。按照溶解度和水解难易程度可分为三类：水溶性有机氮、水解性有机氮和非水解性有机氮。生产上常以全氮量（%）、C/N 比和水解性氮含量等作为土壤供氮能力的指标。一般全氮量低于 0.1% 的土壤，施氮肥均能获得增产效果。含氮的有机化合物在多种微生物的作用下降解为铵态氮的过程称氮的矿化。蛋白质水解为多肽，再水解为氨基