




中等职业教育农业部规划教材

土壤肥料

郭建伟 李保明 主编



 中国农业出版社

中等职业教育农业部规划教材

土壤肥料

郭建伟 李保明 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤肥料/郭建伟, 李保明主编. —北京: 中国农业出版社, 2008. 6

中等职业教育农业部规划教材

ISBN 978-7-109-12091-4

I. 土… II. ①郭…②李… III. 土壤学: 肥料学—专业学校—教材 IV. S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 077704 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 100125)

责任编辑 杨金妹 田彬彬

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9.5

字数: 206 千字

定价: 14.80 元

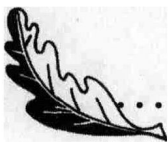
(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



内容提要

本教材是全国农林类中等职业教育农业部规划教材，是根据我国中等职业教育发展的需要和人才培养目标与规格要求而编写的。教材内容形式多样，有内容导学、学习要点、观察与思考等版块，增大了图、表的比例，难易适度。本教材共6章，包括土壤的基本组成、土壤的基本性质、土壤养分和化学肥料、有机肥料、合理施肥、土壤资源管理，书后有实验部分和附录。力图使学生通过必要的理论学习和实践技能训练，为学习其他课程和今后从事植物生产工作实践打下良好的基础。

本教材是全国中等职业教育植物生产类专业的核心教材，还可作为农业职业高中和农村职业技术培训的教材，同时可作为农业技术人员的参考用书和广大农村青年的科普读物。



主 编 郭建伟（山东省济宁农业学校）

李保明（河北省邢台市农业学校）

副主编 冯会胜（广东省惠州农业学校）

参 编 （按姓氏笔画排序）

任会芳（河北省石家庄农业学校）

贺香云（山西省晋中职业技术学院）

黄世吉（广西百色农业学校）

审 稿 宋志伟（河南农业职业学院）

金为民（黄冈职业技术学院）

前言

本教材是全国农林类中等职业教育农业部规划教材，是根据我国中等职业教育发展的需要和人才培养目标与规格要求而编写的。

本教材对基础理论的阐述简单明了，以必需够用为度，为教师讲授把握尺度预留了空间。注重了实用性和实践性内容的编写，特别是当前生产中正在使用和推广的技术，生产中有关土壤和肥料方面较为突出的问题在教材中体现较多。语言描述上尽量做到深入浅出、通俗易懂，以方便学生理解和学习。在版面设计上有内容导学、学习要点、观察与思考以及复习思考题等版块，并增大了图、表的比例，活跃了教材版面及教材内容。

本教材主要阐述了土壤的基本知识与土壤的资源管理、土壤养分状况与各种常用肥料的特性以及合理施肥技术等。同时加大了实践性内容的比例，在设计上有常规的化验分析内容，也有生产实践内容。有些内容可结合课堂理论讲授同时进行，有些内容则以附录的形式出现，拓展了知识层面。

本教材共6章，其中，绪论、第三章第一、二、三节及附录由李保明编写；第一章和第六章第一节、第二节一部分由贺香云编写；第二章和第三章第五节由任会芳编写；第三章第六、七节，第五章第三节及第六章第三节由郭建伟编写；第四章由黄世吉编写；第五章第一、二节和第六章第二节一部分由冯会胜编写；实验部分由郭建伟、冯会胜和李保明编写。全书由郭建伟、李保明统稿，并对内容做了较大修改和充实。

本教材由河南农业职业学院宋志伟教授、湖北黄冈职业技术学院金为民教授审稿，在编写过程中得到山东省济宁农业学校、河北省邢台市农业学校、广东省惠州农业学校、山西省晋中职业技术学院、河北省石家庄农业学校、广西百色农业学校及中国农业出版社的大力支持，在此一并表示感谢。

本教材是全国中等职业教育植物生产类专业的核心教材，还可作为农业职业高中和农村职业技术培训的教材，同时可作为农业技术人员的参考用书

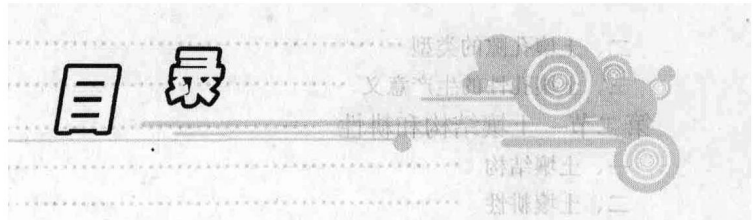


和农村青年的科普读物。

由于编者水平所限，加之时间紧迫，教材中错误和不足之处在所难免，恳请使用本书的广大读者批评指正。

编 者

2008年4月



前言

绪论..... 1

- 一、土壤、土壤肥力和肥料的概念 1
- 二、土壤肥料在农业生产中的地位和作用 2
- 三、土壤肥料工作面临的问题及今后的主要任务 3

复习思考题..... 4

第一章 土壤的基本组成..... 5

- 第一节 土壤矿物质..... 5
 - 一、土壤矿物组成 6
 - 二、矿物质土粒 6
 - 三、土壤质地 7
- 第二节 土壤生物和土壤有机质 10
 - 一、土壤生物 10
 - 二、土壤有机质 11
- 第三节 土壤水分 15
 - 一、土壤水分的类型和性质 15
 - 二、土壤水分含量表示方法 17
 - 三、土壤水分的运动 17
 - 四、土壤水分的调节 18
- 第四节 土壤空气 19
 - 一、土壤空气的特点 19
 - 二、土壤通气性 20
 - 三、土壤空气对作物生长和土壤肥力的影响 20
 - 四、土壤空气状况的调节 21

复习思考题 21

第二章 土壤的基本性质 23

- 第一节 土壤孔性 23
 - 一、土粒密度、土壤容重及土壤孔隙度 23

二、土壤孔隙的类型	24
三、土壤孔性的生产意义	25
第二节 土壤结构和耕性	25
一、土壤结构	25
二、土壤耕性	27
第三节 土壤热性质	28
一、土壤热量的来源	28
二、土壤的热性质	28
三、土壤温度与作物生长	29
四、土壤温度的调节	29
第四节 土壤的保肥性和供肥性	30
一、土壤胶体	30
二、土壤保肥性	30
三、土壤供肥性	31
四、土壤保肥性和供肥性的调节	32
第五节 土壤的酸碱性	33
一、土壤酸碱性	33
二、土壤缓冲性	35
复习思考题	35
第三章 土壤养分与化学肥料	36
第一节 概述	36
一、作物生长发育必需的营养元素	36
二、化学肥料的种类和特点	37
三、今后化学肥料的发展趋势	38
第二节 土壤氮素与氮肥	38
一、作物的氮素营养	38
二、土壤氮素状况	39
三、常用氮肥的种类、性质和施用	41
四、氮肥的合理施用	44
第三节 土壤磷素与磷肥	45
一、作物的磷素营养	45
二、土壤磷素状况	46
三、常用磷肥的种类、性质和施用	48
四、磷肥的合理施用	50
第四节 土壤钾素与钾肥	51
一、作物的钾素营养	51
二、土壤钾素状况	51
三、常用钾肥的种类和性质	53
四、钾肥的合理分配与施用	54
第五节 土壤微量元素与微量元素肥料	56



一、作物微量元素的营养	56
二、土壤中的微量元素及微量元素肥料的合理施用	56
三、施用微量元素肥料应注意的问题	57
第六节 其他化学肥料	58
一、钙与钙肥	58
二、镁与镁肥	59
三、硫与硫肥	60
四、硅与硅肥	61
第七节 复混肥料	62
一、复混肥料的分类	62
二、复混肥料的特点	63
三、常用复混肥料的种类、性质和施用	64
四、复混肥料的合理施用	65
复习思考题	66
第四章 有机肥料	67
第一节 概述	67
一、有机肥料的作用	67
二、有机肥料无害化处理	68
第二节 粪尿肥	70
一、人粪尿肥	70
二、家畜粪尿肥	72
三、厩肥	73
第三节 秸秆肥	74
一、堆肥	75
二、沤肥	75
三、沼气发酵肥	76
四、秸秆直接还田	77
第四节 其他有机肥料	78
一、饼肥	78
二、城市垃圾肥	79
三、泥炭和腐殖酸类肥料	79
四、绿肥	79
第五节 生物肥料	83
一、生物肥料简介	83
二、生物肥料的分类	84
三、生物肥料的特点	84
四、生物肥料的施用方法	85
复习思考题	85



第五章 合理施肥	86
第一节 作物的营养特性与施肥	86
一、作物营养的关键时期	86
二、作物对养分的吸收	87
三、矿质营养元素间的促进和颀颀作用	87
第二节 合理施肥的基础	88
一、养分归还学说	88
二、最小养分律	89
三、报酬递减律	89
四、限制因子律	90
第三节 测土配方施肥技术	90
一、测土配方施肥技术的含义	91
二、测土配方施肥技术的基本方法	91
三、测土配方施肥技术的应用	98
复习思考题	100
第六章 土壤管理与农田环境保护	101
第一节 高产土壤的特征与培育	101
一、高产肥沃土壤的基本特征	101
二、高产肥沃土壤的培育措施	102
第二节 中低产土壤的培肥与改良	103
一、中低产田低产原因和改良途径	103
二、盐碱土的培肥与改良	104
三、山岭薄地的培肥与改良	105
四、红壤类低产土壤的改良	106
第三节 农田环境保护	107
一、当前我国农田环境面临的问题与任务	107
二、土壤污染与防治	108
三、水土流失与治理	109
复习思考题	110
实践性教学部分	111
实验一 土壤样品的采集与制备	111
实验二 土壤质地的判别	113
实验三 土壤含水量的测定	114
实验四 土壤容重的测定	116
实验五 田间认地与识土	117
实验六 土壤有机质含量的测定	120
实验七 土壤酸碱度的测定	122



实验八 土壤碱解氮的测定	125
实验九 土壤有效磷的测定	127
实验十 土壤速效钾的测定	129
实验十一 化学肥料的定性鉴定	131
附录	134
附录 1 几种农作物的施肥技术要点	134
附录 2 作物缺素外形症状诊断歌	136
主要参考文献	137

绪 论

内 容 导 学

在我国，从东北的黑土到南方的红壤，生长着各种各样的绿色植物，每年都收获大量的粮食、蔬菜、水果、牧草等，餐桌上也因此有了丰富的肉、蛋、奶等，这都是土壤的贡献。

绪论中，学生将了解土壤的概念、功能，肥料的类型等；体会土壤肥料工作在我国农业生产和国民经济中的地位 and 作用。

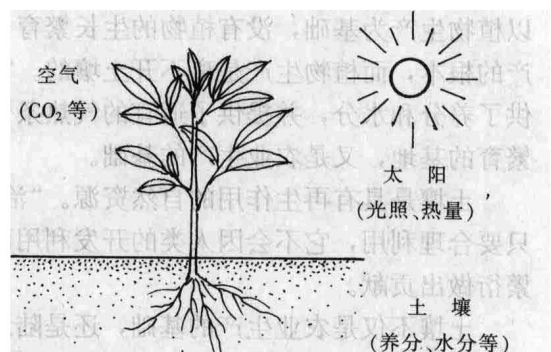
学习要点

- 明确土壤、土壤肥力和肥料的概念。
- 理解土壤肥料在农业生产中的作用。

一、土壤、土壤肥力和肥料的概念

1. 土壤的概念 土壤是由岩石、矿物经过漫长的风化作用而形成的。20 世纪 30 年代前苏联土壤学家威廉斯指出：“土壤是地球陆地上能够生长植物收获物的疏松表层”。“陆地表面”指土壤的位置，“疏松”指其物理状态，“能够生长植物收获物”是指土壤的本质——肥力。组成土壤的基本物质主要有矿物质、有机质、土壤生物、水分和土壤空气等。

2. 土壤肥力的概念 一般认为，土壤



图绪-1 植物的生活条件



肥力是土壤在植物生长发育过程中，能够同时而又不断地供应和协调植物生长发育所需要的水分、养分、空气、热量和其他生活条件的能力（图绪-1）。所以通常把水、肥、气、热称为土壤的四大肥力因素。正是由于土壤具有肥力，人类才有了种类繁多的动植物产品。

根据土壤肥力的来源不同，可以把土壤肥力分为自然肥力和人为肥力。自然肥力是指土壤在自然因素综合作用下发生和发展起来的肥力；人为肥力是指在人类生产活动影响下创造出来的肥力。由此可见，耕作土壤既具有自然肥力又具有人为肥力。

观察

1. 土壤上为什么能生长绿色植物？
2. “高产土壤一定肥沃，肥沃土壤不一定高产”，这句话对吗？



3. 肥料的概念 能为植物直接或间接供给养分的物料，称为肥料。施肥能够改良土壤性状，提高土壤肥力，增加作物产量，改善产品品质。肥料的种类很多，根据成分和性质的不同，可将肥料分为三大类：

(1) 有机肥料。有机肥料是指含有较多有机质的肥料，如各种粪尿肥、堆沤肥、饼肥和绿肥等，这类肥料含有丰富的有机物质和作物生长所需要的各种营养元素，是一种完全肥料。有机肥料不仅能供给作物多种养分，还具有改良土壤、加强土壤微生物活性等作用。

(2) 无机肥料。又称化学肥料，是指经过化学工艺制成的或用矿石加工而成的肥料。如尿素、普通过磷酸钙、氯化钾等，它们直接供给作物某一种或几种养分，改善作物营养，提高作物产量。

(3) 生物肥料。生物肥料是指依靠有益微生物的作用，提供或改善作物的生长条件和营养条件的肥料，如根瘤菌剂及各种生物制剂等。

二、土壤肥料在农业生产中的地位和作用

1. 土壤是农业生产的基础 农业生产包括植物生产和动物生产两大部分。动物生产以植物生产为基础，没有植物的生长繁育，就没有动物的生产。因此，植物生产是农业生产的根本，而植物生产是离不开土壤的。“万物土中生，有土斯有粮”。土壤为植物生长提供了养分和水分，并提供了适宜的气热条件以及机械支撑作用等，所以土壤既是植物生长繁育的基地，又是农业生产的基础。

土壤是具有再生作用的自然资源。“治之得宜，地力常新”，说明土壤具有再生作用。只要合理利用，它不会因人类的开发利用而损失，能年复一年地被利用，为人类的生存和繁衍做出贡献。

土壤不仅是农业生产的基础，还是陆地生态系统的主要组成部分。在土壤利用中存在的严重问题无一不影响整个生态环境，因此对土壤的利用不但要根据国民经济和农业生产发展的要求，考虑土壤本身的性质特点，还应从环境科学角度，考虑自然界中生态系统的



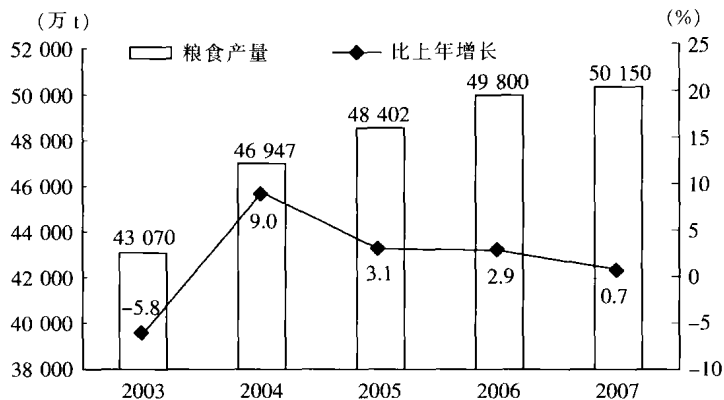
平衡问题，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，防止工业“三废”及农药和滥用化肥对土壤的污染，防止水土流失，防止由于土壤状况恶化而影响整个环境和生态系统的协调。

2. 肥料是植物的粮食 “有收无收在于水，收多收少在于肥”，深刻说明了肥料是植物增产的重要物质基础，肥料是植物的粮食。植物在生长发育过程中所需要的各种养分，主要靠施肥来补充。据报道，全世界作物增产的40%是肥料的贡献，所以，施肥是农业增产的重要手段。科学施肥还能够增加收益，改善农产品品质，提高土壤肥力和保护环境。可见，肥料在农业生产中具有非常重要的作用。

三、土壤肥料工作面临的问题及今后的主要任务

改革开放三十年来，我国以占世界7%的耕地，养活了占世界22%的人口，农业生产取得了举世瞩目的成就。自我国加入世界贸易组织以来，“三农”（农业、农村、农民）问题越来越受到国家的高度重视。2004—2008年连续5年出台关于“三农”问题的中央一号文件，制定和实施关于发展农业和振兴农业的各项措施，对于保证我国的粮食安全和农业可持续发展发挥着巨大的作用。近几年，“沃土工程”、“测土配方施肥”等工作在全国各地陆续开展，提高了土壤管理和施肥的科学性，为农业的连年丰收打下了基础。当前土壤肥料工作面临的主要任务是：

第一，继续实行最严格的耕地保护政策，确保我国粮食安全。我国人口不断增加，耕地不断减少，人增地减的矛盾日趋尖锐。2005年我国人均耕地面积已减少到 0.093hm^2 ，仅为世界平均水平的40%。我国2004—2007年粮食产量逐步提高，但增幅放缓（图绪-2）。要保证我国的粮食安全，就必须实行最严格的耕地保护政策，对于城镇村庄建设、道路交通建设和工矿企业用地等非农占地要依法严格审批；要采取科学有效的措施最大程度地防范和降低土壤侵蚀、土壤盐碱化、土壤污染等土壤退化造成的危害，保证我国耕地的持有量，保持生态平衡。



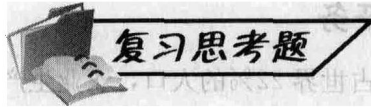
图绪-2 2003—2007年粮食产量及其增长速度（国家统计局）

第二，继续实施“沃土工程”，搞好中低产田的改造。在我国，薄地、盐碱地、水土流失区、风沙土等中低产田占到了全国耕地面积的2/3，因此，在中低产田区需要大力实施“沃土工程”，实行用地和养地相结合，改良和利用相结合，生物措施和工程措施相结



合，有机肥和无机肥相结合，当前利益和长远利益相结合，提高我国耕地综合生产能力和肥料利用率，为农业的可持续发展打好基础。

第三，继续搞好“测土配方施肥”工作。测土配方施肥即“平衡施肥”，以提高作物产量和改善农产品品质，减少肥料浪费，防治环境污染为目的的最新科学施肥技术。概括来说，一是测土，取土样测定土壤养分含量；二是配方，经过对土壤的养分诊断，按照庄稼需要的营养“开出药方，按方配药”；三是合理施肥，就是在农业科技人员指导下科学施用配方肥。



1. 土壤的基本物质组成有哪些？土壤肥力四因素是什么？
2. 土壤肥料工作的主要任务是什么？

第一章

土壤的基本组成

内容导学

土壤是由矿物质、有机质、水分、土壤空气和土壤生物等共同组成的疏松体，它们是土壤肥力的物质基础。本章将介绍组成土壤的各类物质的特性，它们对植物生长和土壤肥力的影响和作用，以及如何对土壤肥力各因素进行合理调节，培肥土壤。

土壤是由固体、液体和气体三相物质组成的疏松多孔体。固相物质包括土壤矿物质和土壤有机质，以及生活在土壤中的生物，含有植物需要的各种养分并构成土壤的骨架，为植物生长提供机械支持。土壤液相就是土壤水分，土壤气相就是土壤空气，它们共同存在于土壤孔隙中，在数量上互为消长。

土壤固相、液相、气相三相物质的容积比例，因土壤的性质和环境条件而异。大体上固相部分约占土壤总容积的一半，土壤水分和土壤空气占一半。土壤的三相物质不是机械地混合在一起，而是共同构成了一个相互联系、相互制约、不断运动的统一体。它们的比例关系及其运动变化对土壤肥力有直接影响，它们是土壤肥力的物质基础。

第一节 土壤矿物质

学习要点

- 理解土壤矿物质的组成。
- 掌握不同质地土壤的生产特征。
- 了解土壤质地的利用改良途径。