



21 世纪农业部高职高专规划教材

土壤肥料

第二版

金为民 宋志伟 主编



中国农业出版社

21 世纪农业部高职高专规划教材

土 壤 肥 料

第 二 版

金为民 宋志伟 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤肥料/金为民, 宋志伟主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2009. 4

21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 978-7-109-13761-5

I. 土… II. ①金…②宋… III. 土壤学: 肥料学—高等学校: 技术学校—教材 IV. S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 039444 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 毛志强

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 8 月第 1 版 2009 年 5 月第 2 版

2009 年 5 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 19.75

字数: 346 千字

定价: 28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

□ □

全教材共分 8 章,第一章介绍了土壤肥料的概念以及土壤、肥料与植物生长的关系;第二至四章重点介绍了土壤的基本组成和基本性质,土壤肥力的主要特性及合理利用途径;第五章介绍了土壤类别及高产土壤培育与障碍土壤的退化机理和恢复重建的基本方法;第六至八章系统介绍了植物营养特点、需肥规律与常用肥料的基本性质、肥料施用与最新配方施肥技术等内容。

本教材可作为农林、园艺、生态和资源环境等专业的普通专科(高职高专)与成人专科生的教材,亦可用作相关专业的教师、农技推广人员、工程技术人员参考用书。

第二版编写人员

主 编 金为民 宋志伟

副 主 编 马爱军 殷嘉俭 金明琴

编 者 (按姓氏笔画为序)

马爱军 (江苏农林职业技术学院)

王春泉 (江西生物科技职业学院)

王思萍 (潍坊职业学院)

刘凌芝 (广西农业职业技术学院)

宋志伟 (河南农业职业学院)

金为民 (黄冈职业技术学院)

金明琴 (黑龙江畜牧兽医职业学院)

高凤文 (黑龙江农业职业技术学院)

殷嘉俭 (山西林业职业技术学院)

审 稿 贺立源 (华中农业大学)

化党领 (河南农业大学)

第一版编写人员

主 编 金为民

编 者 (按编写顺序排名)

曹金留 (江苏农林职业技术学院)

金为民 (黄冈职业技术学院)

王应君 (河南农业职业学院)

宋志伟 (河南农业职业学院)

何增明 (湖南永州职业技术学院)

第二版前言

根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,结合本行业技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,在强化学生能力培养的基础上,重新修订编写此教材。

本教材的编写立足于让学生掌握土壤肥料领域相关的基础理论知识和最新技术成果的基础上,使学生掌握最新的操作技能和实践方法。因此,教材全面地阐述土壤肥料的新领域、新技能和新方法,从土壤的基本组成及其性质、土壤肥力的基本特性与技术信息、土壤资源的综合评价、障碍土壤的退化机理与恢复重建以及植物的需肥特性与常用肥料(含无机肥、有机肥)施用技术等方面进行了介绍;各章的内容安排从简要介绍职业岗位和职业能力要求入手,对土壤肥料的基础知识进行综合集成和系统介绍,对与土壤肥料有联系的内容采取知识链接或知识拓展的方式附在本章之中,对需要进行职业技能强化训练的内容紧接本节其后,并附有课外实践活动安排,这就充分体现了融“教、学、做”为一体,强化学生能力培养的创新之处,在每章的最后还附有小结与习题,便于学生自学和练习;本教材作者都是在土壤肥料领域耕耘了20多年、奋斗在教学第一线的教学、科研骨干,是经过充分酝酿讨论编写出版的。

本教材第一章和第四章第一、二、三节由金为民编写;第二章由金明琴编写;第三章第一、二、三节由殷嘉俭编写,第四、五节由王春泉编写;第四章第四节、第七章第四、五、六节由王思萍编写;第五章由宋志伟编写;第六章由高凤文编写;第七章第一、二、三节由马爱军编写;第八章由刘凌芝编写。初稿完成后在杨凌集中进行了轮流审阅和修订,最后由主编进行统稿和定稿。

本教材由华中农业大学博士生导师贺立源教授和河南农业大学化党领博士审稿,在此致谢。

在教材编写过程中得到了黄冈职业技术学院、河南农业职业学院、江苏农林职业技术学院、江西生物科技职业学院、潍坊职业学院、广西农业职业技术学院、黑龙江畜牧兽医职业学院、黑龙江农业职业技术学院、山西林业职业技术学院等单位的大力支持,在此表示衷心感谢!为编好本教材,编

者引用了大量的重要文献资料，限于篇幅，有些未能列出，在此一并表示感谢。

由于编者的学识有限，书中如有错误和不妥之处，真诚地欢迎各位同仁和使用本教材的老师和同学们给予批评指正。

编 者
2009年5月

第一版前言

本教材是面向 21 世纪全国农林类高职高专的统编教材，是根据我国高等职业教育发展的需要和人才培养目标与规格的要求而编写的。对基础理论部分主要以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为重点。删除陈旧、重复的知识块，减少与专业知识和技能培养等方面无关的内容，增加应用性知识，在对教材内容的先进性和针对性的处理上，以突出掌握生产实际中正在使用的技术和新近有可能推广的技术。

本教材主要阐述了土壤的基础知识与改良措施，植物营养的基本原理，土壤养分状况与各种肥料的性质、特点及合理施肥技术等。同时，加大了实践教学比重，除了常规实验必做之外，增加了田间实验和盆栽试验及土壤和植物营养诊断等方面的内容。

本书共九章，包括绪论、土壤固相组成；土壤物理性质；土壤化学性质；土壤水气热状况；我国土壤资源与管理及营养土的配制；植物营养与施肥原理；土壤养分状况与化学肥料；有机肥料；配方施肥与计算机在配方施肥中的应用和实验实习指导等内容。其中绪论，第四章、第六章、第八章由金为民编写；第一、二、三章由曹金留编写；第五章、第九章由王应君编写；第七章由宋志伟编写，实验实习部分由何增明编写，最后由主编金为民统稿。在统稿过程中，对某些章节作了较大的修改及内容方面的充实。

由于编者水平有限，加上时间仓促，错误疏漏之处在所难免，希望使用本教材的师生与读者给予批评、指正。

编 者

2001 年 3 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 土壤肥料概述	1
一、土壤肥料的概念	1
二、土壤在农业生产中的地位与作用	3
三、土壤与植物生产的关系	4
四、肥料与植物生产的关系	5
五、土壤肥料工作面临的主要任务	7
〔知识拓展〕 土壤肥料与相邻学科的关系	8
〔职业能力训练〕 土壤农化样品的采集与制备	9
本章小结	11
第二章 土壤的基本组成	13
第一节 土壤矿物质与岩石的风化	14
一、土壤矿物	14
二、岩石的风化	18
第二节 土壤粒级与土壤质地	20
一、土壤粒级	20
二、土壤质地	23
〔职业能力训练〕 土壤质地的鉴别	26
第三节 土壤微生物与土壤有机质	32
一、土壤微生物	32
二、土壤有机质	35
〔知识拓展〕 微生物与水体富营养化	42
〔职业能力训练〕 土壤有机质测定 (油浴加热重铬酸钾氧化—容量法)	43
本章小结	47

第三章 土壤基本性质	49
第一节 土壤孔隙性	50
一、土壤密度和容重	60
二、土壤孔隙类型及其性质	52
[职业岗位能力训练] 土壤容重测定(环刀法)及土壤孔隙度的计算	53
第二节 土壤结构	55
一、土壤结构体的类型及对土壤肥力的影响	55
二、土壤结构的形成和团粒结构土壤的培育	57
第三节 土壤物理机械性与耕性	59
一、土壤物理机械性	59
二、土壤耕性	61
[知识拓展] 土壤结构改良剂的功能及应用	63
第四节 土壤胶体与土壤吸收性能	65
一、土壤胶体	65
二、土壤的吸收性能	69
三、土壤的供肥性能	72
第五节 土壤酸碱性及缓冲性	74
一、土壤酸碱反应	74
二、土壤酸碱性对土壤养分和植物生长的影响	76
三、土壤的缓冲作用	78
四、土壤的氧化还原反应	79
[职业岗位能力训练] 土壤酸碱度的测定	81
本章小结	83
第四章 土壤肥力因素及其调控	86
第一节 土壤水分	87
一、土壤水分存在的形态及其有效性	87
[知识拓展] 土壤水分能量状态简介	89
二、土壤水分含量与表示方法	92
三、土壤水分的运动	94
四、土壤水分的保蓄和调节	96
[知识拓展] 节水农业新技术	97
[职业岗位能力训练] 土壤含水量测定	99

第二节 土壤空气	102
一、土壤空气的组成与运动方式	102
二、土壤空气对作物生长的影响与调节措施	103
第三节 土壤热量状况	105
一、土壤热量的来源及其影响因素	106
二、土壤的热性质	107
三、土壤温度与土壤肥力和植物生长的关系	109
四、设施农业土壤温度的变化规律与调节	110
第四节 土壤养分	111
一、土壤养分概述	111
二、土壤的氮素营养	112
三、土壤的磷素营养	115
四、土壤的钾素营养	118
五、土壤中的钙、镁、硫营养	120
六、土壤微量元素营养	122
[职业能力训练] 土壤碱解氮含量的测定 (碱解扩散法)	126
[职业能力训练] 土壤速效磷含量的测定 (0.5mol/L NaHCO ₃ 浸提—钼锑抗比色法)	129
[职业能力训练] 土壤速效钾含量的测定 (醋酸铵浸提—火焰光度计法)	132
本章小结	133
第五章 我国土壤资源状况与管理	136
第一节 我国土壤资源状况	137
一、我国土壤的分类与分布	137
二、我国主要土壤的分布与特征	141
[职业能力训练] 土壤剖面观测调查	
第二节 高产土壤的培育	146
一、高产肥沃土壤的特征	147
二、高产肥沃土壤的培育	148
[知识拓展] 土壤健康的基本要素	150
第三节 低产土壤的改良与利用	151
一、我国土壤资源现状	151
二、我国主要中低产土壤的改良利用	152

[知识拓展] 设施环境下的土壤培育	159
第四节 土壤污染与修复	160
一、土壤自净作用	160
二、土壤的主要污染源和污染物	161
三、土壤污染的危害	162
四、污染土壤的修复	164
[知识拓展] 健康农产品的土壤学基础	166
第五节 土壤退化及其防治	168
一、土壤沙化及其防治	168
二、土壤侵蚀及其防治	171
本章小结	175
第六章 植物营养与施肥原理	178
第一节 植物的营养特性	179
一、植物必需的营养元素	179
二、植物必需营养元素的一般功能	181
三、植物缺乏营养元素的形态特征	182
四、必需营养元素之间的相互关系	184
第二节 植物对养分的吸收	185
一、植物根对养分的吸收	185
二、植物的根外营养	190
三、植物营养的阶段性的	193
第三节 合理施肥	195
一、合理施肥的基本原理	195
二、合理施肥的方式方法	198
第四节 测土配方施肥技术	199
一、概述	200
二、测土配方施肥的基本方法	201
三、测土配方施肥技术的应用	208
[知识拓展] 施肥与人类健康	210
本章小结	212
第七章 化学肥料	215
第一节 氮肥	215

一、常用氮肥的性质与施用	216
二、新型氮肥	224
三、氮肥的合理施用	225
[职业岗位能力训练] 碳酸氢铵和尿素含 N 量的测定	227
一、碳酸氢铵含 N 量的测定 (酸量法)	227
二、尿素含 N 量的测定 (甲醛法)	228
第二节 磷肥	229
一、常用磷肥的性质与施用	229
二、磷肥的合理施用	233
[职业岗位能力训练] 过磷酸钙中有效磷的测定	234
[知识拓展] 我国磷复肥产业发展态势	236
第三节 钾肥	237
一、常用钾肥的性质与施用	237
二、钾肥的合理施用	240
[职业岗位能力训练] 氯化钾中钾含量的测定	242
[知识拓展] 我国钾肥产业发展态势	243
[职业岗位能力训练] 化学肥料的定性鉴定	244
第四节 中量元素肥料	246
一、常用钙肥的性质与施用	246
二、常用镁肥的性质与施用	248
三、常用硫肥的性质与施用	249
第五节 微量元素肥料	251
一、常见微量元素肥料的种类与性质	251
二、微量元素肥料的合理施用	252
三、微量元素肥料施用注意事项	253
第六节 复合 (混) 肥料	254
一、概述	254
二、常见复合肥料	256
三、复合 (混) 肥料的合理施用技术	258
四、混合肥料的配料计算	259
[知识拓展] 肥料与农药混合新技术	263
本章小结	265

第八章 有机肥料	268
第一节 概述	269
一、有机肥料的种类和特点	269
二、有机肥料在农业生产中的作用	270
第二节 粪尿肥与厩肥	272
一、人粪尿	272
二、家畜粪尿与厩肥	275
第三节 堆、沤肥与秸秆还田	279
一、堆肥	280
二、沤肥	282
三、沼气池肥	283
四、秸秆还田	284
〔职业岗位能力训练〕堆肥的积制	286
第四节 绿肥	287
一、绿肥的种类与作用	287
二、常见绿肥作物的种植方式与栽培要点	288
三、绿肥的合理利用	290
第五节 其他有机肥料	291
一、生物肥料	291
二、其他有机肥	294
〔知识拓展〕商品有机肥	296
本章小结	299

第一章 土壤肥料概述

◀ 职业岗位工作描述

随着社会、经济的发展和土壤肥料的工作实践，土壤肥料的工作对象不仅要服务于农业生产，同时还要为环境生态建设、资源合理利用、农业持续发展等领域服务。在工作方法上要不断探索土壤肥料与自然生态、植物生产、环境保护等之间的关系，并能利用现代测试技术、生物工程技术和信息科学技术所获取的成果指导农业生产。

◀ 职业岗位能力要求

从事以上职业活动需要经过基本知识学习并具备以下职业能力：

1. 能够正确理解“民以食为天，食以土为本”和“土壤是世代相传的人类生存条件和再生产条件”的真正内涵；能够根据当地土壤资源利用情况，制定符合当地生产实际的土地保护措施方案，并能提出土壤可持续利用的对策及改良建议。
2. 具备采集、制备土壤样品的基本能力。

◀ 知识导航

本章作为全书的首章，主要围绕土壤与肥料这两个基本概念展开讨论。通过本章的学习，你将知道土壤、土壤肥力等基本概念的内涵；还会了解土壤肥料在农业生产中的地位、作用及与植物生产之间的关系；同时还会明确土壤肥料工作今后面临的主要任务；最后你将经过实践技能训练掌握采集与制备土壤样品的基本操作方法。

一、土壤肥料的概念

土壤是人类赖以生存的基本自然资源之一。从土壤中获取更多的食物和纤维等物质来满足日益增加人口的需要、维持人类社会和地球上其他生命的生息繁衍、不断改善人们的生活水平是农业生产的基本宗旨。土壤作为农业生产的基本生产资料 and 主要活动对象起着无可取代的作用。因此，如何合理高效地开

发利用土地资源、保障土壤的生产力并避免对水土环境的不利影响是现代农业可持续稳定发展的关键。

1. 土壤 土壤是一个复杂的自然体，在世界上的各种民族语言中，土壤像“母亲”两字一样均可找到。随着社会科学技术、农业生产的逐渐发展，人类对土壤的认识逐步深化。在现代农业生产中，土壤是植物生长的基地。从这一点出发，土壤可以泛指是具有特殊结构、形态、性质和功能的自然体。它的特殊形态是地球陆地表面；它的特殊结构是疏松层；具有肥力是它的特殊性质；能够生长绿色植物是其特殊功能。由此可以将土壤定义为：“土壤是指覆盖于地球陆地表面，具有肥力特征的，能够生长绿色植物的疏松物质层”。以土壤形成过程来看，通常将未经人工开垦的土壤称为自然土壤；经过开垦、耕种以后，其原有性质发生了变化，称为农业土壤或耕作土壤。

2. 土壤肥力 如前所述，土壤之所以能够生长绿色植物，是因为土壤具有一定的肥力。什么是土壤肥力呢？土壤肥力是指土壤具有能同时并不断地供给和调节植物生长发育所需要的水、肥、气、热等因子的能力。土壤肥力是土壤区别于其他自然物质的本质特性，它是土壤物理、化学和生物特性的综合表现，它包括水分、养分、空气、热量四个主要肥力因子，这些因子在不断变化，又相互联系、相互制约和相互协调。不同的植物和植物不同生育时期对水分、养分、空气和热量的要求不同，当这些因子能最大限度地满足某种植物的要求时，才是土壤肥力的最高表现。土壤肥力可分为自然肥力和人为肥力。

土壤肥力根据其产生原因可分为自然肥力和人为肥力，自然肥力是指在母质、生物、气候、地形和时间各种自然因素共同作用下形成和发育的肥力。在自然界中尚未开垦的原始土壤和原始森林的土壤才具有自然肥力。人为肥力是指人们对土壤进行耕作、施肥等经营措施影响下所形成的肥力。耕作土壤的肥力是自然肥力和人为肥力的综合表现。耕作技术愈完善，培肥措施愈合理，在土壤肥力的发展过程中定向改良土壤的作用愈大。

土壤肥力根据其表现的经济效益可分为有效肥力和潜在肥力。由于土壤性质、环境条件和技术水平的限制，只有其中一部分在当季生产中能表现出来，产生经济效益，这一部分肥力叫有效肥力，而没有直接被当季作物利用的肥力则叫潜在肥力。有效肥力和潜在肥力可以相互转化，两者之间没有明显的界限。例如大部分低洼积水的烂泥田、冷浸田，这种土壤有机质和氮磷钾的含量虽然较高，但其有效供应能力则较低。因此对于这类土壤应加强农田基本建设，改造土壤环境条件，以促进土壤潜在肥力转化为有效肥力。

3. 肥料 肥料是指能为植物直接或间接供给养分的物料。施肥能改良土壤性状，提高土壤肥力，改善产品品质，增加植物产量。根据肥料的不同性质