



全国高等农林院校教材

土壤肥料学

谢德体 主编



中国林业出版社

全国高等农林院校教材

土壤肥科学

谢德体 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本书除绪论外,共10章。第1章讲述了土壤母质与土壤的形成;第2章至第5章,着重讲述了土壤的组成、性质、肥力及主要土壤类型的分布和改良利用,同时阐述了我国土壤资源的管理问题;第6章着重阐述了植物营养与施肥原理;第7章至第9章,讲述了植物的大量、中量、微量元素和复合肥料以及各种有机肥料;第10章介绍了施肥与生态安全和食品安全。本书力图体现高等农林教育的特色,重视理论性,突出应用性,加强实践性,强调针对性,注重灵活性。

本书适合高等农林院校本科生使用,也可供农业科技人员、农业管理干部参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

土壤肥科学/谢德体等编著. —北京:中国林业出版社,2003.9

全国高等农林院校教材

ISBN 7-5038-3446-3

I. 土… II. 谢… III. 土壤学:肥料学—高等学校—教材 IV. S158

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第053866号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

电话:66170109 66181489 传真:66170109

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:66184477

发行 新华书店北京发行所

印刷 三河市富华印刷包装有限公司

版次 2004年2月第1版

印次 2004年2月第1次

开本 850mm×1168mm 1/16

印张 24.75

字数 527千字

定价 34.00元

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题,请向出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

全国高等农林院校“十五”规划教材

《土壤肥料学》编写人员

主 编：谢德体

副主编：屈 明 王昌全

编 者：(以姓氏笔画为序)

王正银 (西南农业大学)

王昌全 (四川农业大学)

苏胜齐 (西南农业大学)

张杨珠 (湖南农业大学)

屈 明 (西南农业大学)

骆东奇 (广西大学)

夏建国 (四川农业大学)

黄 云 (西南农业大学)

谢德体 (西南农业大学)

熊俊芬 (云南农业大学)

廖铁军 (西南农业大学)

主 审：魏朝富

特邀编辑：陈绍兰

前 言

土壤肥料学是高等院校农林类专业的一门专业基础课，其主要任务是以提高土壤肥力为中心，研究土壤及土壤肥力的发生、发展和变异规律及不断提高土壤肥力的技术措施；学会并掌握认土、评土、用土、改土的方法和措施；了解各种养分对植物的作用和植物对各种养分的需求；明确土壤、植物和肥料之间的养分关系；掌握主要化学肥料和有机肥料的性质、作用和土壤中的转化，以及施用原则和技术；弄清施肥与生态和食品安全的关系，并结合各地农林生产经营实际，掌握经济用肥和科学施肥的原理和方法。

本书作为全国高等农林院校“十五”规划教材，实行公开招标，联合编写，具有内容新颖、实用、全面的特点。

本书除绪论外，共 10 章。第 1 章讲述了土壤母质与土壤的形成；第 2 章至第 5 章，着重讲述了土壤的组成、性质、肥力及主要土壤类型的分布和改良利用，同时阐述了我国土壤资源的管理问题；第 6 章着重阐述了植物营养与施肥原理；第 7 章至第 9 章，讲述了植物的大量、中量、微量元素和复合肥料以及各种有机肥料；第 10 章介绍了施肥与生态安全和食品安全。本书力图体现高等农林教育的特色，重视理论性，突出应用性，加强实践性，强调针对性，注重灵活性。

本书适合高等农林院校本科生使用，也可供农业科技人员、农业管理干部参考使用。

本书由西南农业大学谢德体教授担任主编，西南农业大学屈明副教授和四川农业大学王昌全教授担任副主编。各章编写人员如下：西南农业大学谢德体编写绪论，屈明编写第 3 章，廖铁军编写第 5 章，黄云编写第 6 章，苏胜齐和王正银编写第 9 章；四川农业大学王昌全编写第 2 章和第 7 章，夏建国编写第 4 章；湖南农业大学张杨珠编写第 1 章；广西大学骆东奇编写第 10 章；云南农业大学熊俊芬编写第 8 章。全书由主编谢德体教授、副主编屈明副教授统稿，并经魏朝富教授审定。

本书的编写得到了西南农业大学资源环境学院和西南农业大学教材科的大力支持，中国林业出版社对本书的出版付出了大量辛苦的劳动，编写组对此表示深深的谢意。

由于编者水平有限，时间仓促，难免有疏漏、错误之处，敬请同行和读者批评指正。

编 者
2003年10月

PREFACE

Soil Fertilizer Science is one of the basic subject of the students who majored in the agriculture and forestry college. It is focused on improving soil fertility to show the formation of soil, the laws of the soil fertility engendering, growing and changing, and the techniques of improving the soil fertility; to discuss how to distinguish various soils, appraise the soil quality, utilize soil and improve soil quality; to present the link among the soil nutrient, fertilizer and the plant; to introduce the characteristics and the useages of the main organic and non-organic fertilizer, and the transformation of them; to analyze the effects of fertilizer application on ecosystem and food safety; to discuss the principle and the method of fertilization according to the practice.

By inviting public bidding and written by professionals from several universities, the content of this book is so rich and practical, that it can be taken as the teaching material of the agriculture and forestry university.

This book includes ten chapters. Chapter 1 explains how the parent material and the soil formation. Chapter 2 to 5 introduce the composition, characteristics, fertility, the type and the distribution of the soil, and present the issues related to soil resource management in China. Chapter 6 emphasizes the nutrition characteristic of plant and principle of fertilizer application. The next two chapters cover the mass-element, mid-element, micro-element in plant, compound fertilizer and various organic fertilizers. Chapter 10 discusses the effects of fertilizer application on ecosystem and food safety. In a word, this book is focused on the theoretics and the practical.

This book is suitable to the students of agriculture and forestry colleges, and it provides abundant information to the agriculture technologist and the management staff.

The chief compiler of this book is Prof. Xie Deti from Southwest Agriculture University (SWAU), Vice-Prof. Qu Ming (SWAU) and Prof. Wang Changquan (Sichuan Agriculture University) as the vice chief compiler. The compiler of each chapter is by follow: the introduction by Xie Deti, Chapter 1 by Zhang Yangzhu (Hunan Agriculture University), Chapter 3 by Qu Ming, Chapter 2 and 7 by Wang Chanquan, Chapter 5 by Liao Tiejun, Chapter 6 by Huang Yun from SWAU, Chapter 9 by Shu Shengqi and Wang Zhengying, Chapter 4 by Xia Jiangguo, Chapter 10 by Luo Dongqi from Guangxi University, Chapter 8 by Xiong Junfen from Yunan Agriculture University. Prof. Xie

Deti and Vice-Prof. Qu Ming from Southwest Agriculture University accomplished approving work.

During compiling this book, we had benefit from many talent people. We are grateful to the colleagues in the Resources Environment College and the Teaching Material Section of SWAU and the China Forestry Publishing House for their help and support.

Surely, there must be some mistakes in the textbook. We will thank you for your comments or suggestions.

Compilers

2003.10

目 录

前 言

绪 论	(1)
1 土壤肥料在农业生产中的作用	(1)
1.1 土壤是农业的基础	(1)
1.2 土壤是农业生产三大环节的根本	(1)
1.3 土壤是农业生产技术设计与实施的基本依据	(1)
1.4 肥料是农业增产的物质基础	(2)
2 土壤是一种再生自然资源	(2)
3 土壤是生态系统的重要组成部分	(2)
4 土壤与肥料的概念及发展	(3)
4.1 土壤成分观点	(3)
4.2 土壤生理观点	(4)
4.3 土壤生态学观点	(4)
5 土壤肥料学的任务及与其他学科的相互关系	(5)
第 1 章 土壤的形成与演变	(6)
1.1 土壤母质的形成	(6)
1.1.1 土壤母质的来源	(6)
1.1.2 岩石的风化与土壤母质的形成	(12)
1.2 土壤的形成	(19)
1.2.1 土壤形成的基本规律	(19)
1.2.2 土壤形成因素	(20)
1.2.3 人类生产活动对土壤形成的影响	(27)
1.2.4 土壤层次发育	(29)
第 2 章 土壤的物质组成	(34)
2.1 土壤矿物质	(34)

2.1.1	土壤矿物质的基本情况	(34)
2.1.2	土壤质地	(38)
2.1.3	质地层次与质地改良途径	(42)
2.2	土壤有机质	(43)
2.2.1	土壤有机质的来源及其组成特点	(43)
2.2.2	土壤有机质的转化	(45)
2.2.3	有机质在土壤肥力上的作用	(52)
2.2.4	土壤有机质的调节途径	(53)
2.3	土壤生物	(54)
2.3.1	土壤生物的多样性	(54)
2.3.2	土壤生物对土壤及其植物的作用	(57)
2.3.3	土壤管理对土壤生物的影响	(58)
2.4	土壤水分	(59)
2.4.1	土壤水分类型及其含量	(60)
2.4.2	土壤水分能量	(64)
2.4.3	土壤有效水	(69)
2.4.4	土壤水运动	(73)
2.4.5	土壤水状况调节	(76)
2.5	土壤空气	(78)
2.5.1	土壤空气状况	(79)
2.5.2	土壤通气性	(80)
2.5.3	土壤氧化还原状况	(82)
2.5.4	土壤空气的调节	(84)
第3章	土壤基本性质	(86)
3.1	土壤吸附性能	(86)
3.1.1	土壤胶体	(87)
3.1.2	土壤阳离子代换作用	(92)
3.1.3	土壤阴离子代换作用	(97)
3.2	土壤酸碱性和氧化还原反应	(98)
3.2.1	土壤酸碱性	(98)
3.2.2	土壤酸度指标	(101)
3.2.3	土壤氧化还原反应	(104)
3.2.4	土壤缓冲性	(107)
3.3	土壤孔性、结构性和耕性	(110)
3.3.1	土壤的孔性与孔度	(110)
3.3.2	土壤结构	(113)
3.3.3	土壤耕性	(120)

3.4	土壤的热量状况	(121)
3.4.1	土壤热量的来源	(121)
3.4.2	影响地面辐射平衡的因素	(122)
3.4.3	土壤的热量平衡	(122)
3.4.4	土壤的热性质	(123)
3.4.5	土壤温度	(125)
3.5	土壤生产性能	(128)
3.5.1	土壤生产性能的概念	(128)
3.5.2	土壤生产性能分述	(128)
第4章	我国主要土壤类型及改良利用	(136)
4.1	我国土壤的形成条件及分布	(136)
4.1.1	形成条件	(136)
4.1.2	分布	(140)
4.2	我国土壤形成过程与分类	(145)
4.2.1	土壤形成过程	(145)
4.2.2	我国土壤的分类	(149)
4.3	我国主要土壤类型及改良利用	(155)
4.3.1	铁铝土	(155)
4.3.2	淋溶土	(159)
4.3.3	半淋溶土	(162)
4.3.4	钙层土	(165)
4.3.5	漠土	(168)
4.3.6	初育土	(170)
4.3.7	水成土	(174)
4.3.8	半水成土	(175)
4.3.9	盐碱土	(177)
4.3.10	人为土	(179)
4.3.11	高山土	(184)
第5章	土壤管理	(188)
5.1	我国的耕地资源与土壤资源	(188)
5.1.1	中国耕地资源的现状与特点	(188)
5.1.2	土壤资源利用存在的问题	(194)
5.1.3	土壤资源的合理利用与保护	(195)
5.2	土壤退化与防治	(196)
5.2.1	土壤退化的概念及分类	(197)
5.2.2	全球土壤的退化概况	(198)

5.2.3	我国土壤退化主要类型及防治途径	(202)
5.3	土壤培肥	(216)
5.3.1	高产肥沃土壤的特征	(216)
5.3.2	土壤培肥的基本措施	(217)
第6章	植物营养与施肥原理	(220)
6.1	植物的营养成分	(220)
6.1.1	植物必需的营养元素	(220)
6.1.2	植物必需营养元素的专一性、综合性及一般功能	(221)
6.1.3	植物的有益元素和有害元素	(222)
6.2	植物对养分的吸收	(223)
6.2.1	养分离子向根部迁移	(223)
6.2.2	根部对离子态养分的吸收	(224)
6.2.3	叶部对养分的吸收	(226)
6.3	影响植物吸收养分的外界环境条件	(227)
6.3.1	光照与温度	(228)
6.3.2	水分	(228)
6.3.3	通气性	(228)
6.3.4	土壤反应	(229)
6.3.5	养分浓度	(229)
6.3.6	离子之间的相互作用	(230)
6.4	施肥与植物产量、品质的关系	(231)
6.4.1	施肥与产量的关系	(231)
6.4.2	施肥与品质的关系	(232)
6.5	植物营养特性与施肥原则	(233)
6.5.1	植物营养的共性和个性	(233)
6.5.2	植物营养的连续性和阶段性	(234)
6.5.3	合理施肥的原则	(235)
第7章	大量元素肥料	(242)
7.1	氮肥	(242)
7.1.1	植物的氮素营养	(242)
7.1.2	土壤中氮的循环	(247)
7.1.3	氮肥的种类、性质和施用技术	(251)
7.1.4	氮肥的合理分配和施用	(259)
7.2	磷肥	(262)
7.2.1	植物的磷素营养	(262)
7.2.2	土壤中磷的循环	(266)

7.2.3	磷肥的种类、性质和施用技术	(270)
7.2.4	磷肥的合理分配和施用	(275)
7.3	钾肥	(278)
7.3.1	植物的钾素营养	(278)
7.3.2	土壤中的钾素	(281)
7.3.3	钾肥的种类、性质和施用技术	(284)
7.3.4	钾肥的合理分配和施用	(286)
第8章	中、微量元素肥料和复混肥料	(290)
8.1	中量元素肥料	(290)
8.1.1	植物中的硫、钙、镁营养	(290)
8.1.2	土壤中的硫、钙、镁	(292)
8.1.3	硫、钙、镁肥的种类、性质和施用	(295)
8.2	微量元素肥料	(299)
8.2.1	植物的微量元素营养	(299)
8.2.2	土壤中的微量元素	(304)
8.2.3	微量元素肥料的种类和施用	(308)
8.3	复混肥料	(311)
8.3.1	复混肥料的概述	(311)
8.3.2	复混肥料的品种、性质和合理施用	(314)
8.3.3	肥料的混合技术	(316)
第9章	有机肥料	(319)
9.1	有机肥料的特性及其作用	(319)
9.1.1	有机肥料的特性	(319)
9.1.2	有机肥料在农业生产中的作用	(320)
9.2	农业废弃物肥料	(321)
9.2.1	粪尿和厩肥	(321)
9.2.2	堆肥、沤肥、沼气发酵肥和秸秆还田	(328)
9.2.3	饼肥	(337)
9.2.4	城市垃圾肥	(339)
9.3	绿肥	(341)
9.3.1	种植绿肥的意义	(341)
9.3.2	绿肥的种类	(343)
9.3.3	绿肥植物的栽培方式	(343)
9.3.4	主要绿肥作物生长习性和栽培要点	(344)
9.3.5	绿肥的合理利用	(346)
9.4	泥炭与腐殖酸类肥料	(349)

9.4.1 泥炭·····	(349)
9.4.2 腐殖酸类肥料·····	(352)
第10章 施肥与生态和食品安全 ·····	(361)
10.1 施肥与环境·····	(361)
10.1.1 施肥与大气环境·····	(362)
10.1.2 施肥与水环境·····	(363)
10.1.3 施肥与土壤环境·····	(364)
10.1.4 防治施肥对环境影响的对策与措施·····	(369)
10.2 施肥与农产品品质和安全·····	(370)
10.2.1 施肥与农产品品质·····	(370)
10.2.2 施肥与食品安全·····	(373)
10.2.3 提高农产品品质和保证食品安全的对策与措施·····	(374)
参考文献 ·····	(377)

CONTENTS

PREFACE	(1)
Chapter 1 Formation and evolvement of soil	(6)
1.1 Formation of soil parent material	(6)
1.2 Formation of soil	(19)
Chapter 2 Soil component	(34)
2.1 Soil minerals	(34)
2.2 Soil organic matter	(43)
2.3 Soil biology	(54)
2.4 Soil water	(59)
2.5 Soil air	(78)
Chapter 3 Fundamental chareter of soil	(86)
3.1 Soil adsorption capacity	(86)
3.2 Soil acid-base property and buffer capacity	(98)
3.3 Soil porosity structure and tilth	(110)
3.4 Soil heat status	(121)
3.5 Production performance of soil	(128)
Chapter 4 Main types of soil in China and its amelioration ...	(136)
4.1 Forming condition and distribution of soil in China	(136)
4.2 Soil-forming process and classification	(145)
4.3 Main types of soil in China and its amelioration	(155)
Chapter 5 Soil management	(188)
5.1 Arable land and soil resources in China	(188)
5.2 Prevention and remediation of soil degradation	(196)

5.3 Fertilization soil	(216)
Chapter 6 Plant nutrition and principle of application fertilizer	(220)
6.1 Plant nutrients	(220)
6.2 Nutrient absorption by plants	(223)
6.3 Outer conditions which influence nutrient absorption by plants	(227)
6.4 Relationship between fertilization and production quality of plant	(231)
6.5 Nutrition characteristic of plant and its principle of fertilizer application	(233)
Chapter 7 Mass-elements fertilizer	(242)
7.1 N fertilizer	(242)
7.2 P fertilizer	(262)
7.3 K fertilizer	(278)
Chapter 8 Mid-elements, microelements and compound fertilizer	(290)
8.1 Mid-elements fertilizer	(290)
8.2 Microelements fertilizer	(299)
8.3 Compound fertilizer	(311)
Chapter 9 Organic fertilizers	(319)
9.1 Features and functions of organic fertilizers	(319)
9.2 Organic waste fertilizers	(321)
9.3 Green manure	(341)
9.4 Peat and humic fertilizer	(349)
Chapter 10 Effects of fertilizer application on ecosystem and food safety	(361)
10.1 Fertilizer application and environment	(361)
10.2 Effects of fertilizer application on product quality and safety	(370)
Reference	(377)

1 土壤肥料在农业生产中的作用

1.1 土壤是农业的基础

农业生产的基本特点是生产出具有生命的生物有机体，其中最基本的任务首先是发展人类赖以生存的绿色植物。绿色植物生长发育离不开土壤，首先是其根伸展在土壤之中，使其能立足于自然界中，其次是其根系不断从土壤中吸收水分和养分，源源不断供地上部分光合作用之所需。因此，为了使绿色植物生产达到最大效果，土壤必须满足绿色植物吃得饱（养分供应充分），喝得足（水分供应充分），住得好（空气流通，温度适宜），站得稳（根系能伸展得开，机械支持牢固）。

农业生产包括植物生产（种植业）和动物生产（畜牧业）两大部分。植物生产称为初级生产；动物生产是以绿色植物为饲料，称次级生产。从食物链的关系看，次级生产又可再分为几级，每低一级的产品都是以前一级生产的有机物作为其食料，繁育衍生而来。因而，土壤不仅是植物生产的基地，而且也是动物生产的基地。如果没有绿色植物的繁茂，就不可能有畜牧业的高度发展，两者都必须以土壤作为基本生产资料。

1.2 土壤是农业生产三大环节的根本

农业生产包括植物生产、动物生产和土地利用管理三大环节。植物生产为动物生产提供饲料，又以不能利用的植物残体和从动物生产中所获得的粪尿等废物作为肥料，返回土壤，通过合理耕作，使土壤不断培肥，为植物、动物再生产提供了永续的条件。群众说的“粮多、猪多，猪多、肥多、粮多”，正是对植物生产、动物生产和土壤管理三者辩证地发展的形象化说明。但必须看到，三大环节的基础在于有良好的土壤，否则，植物生产会降低，动物生产无保证，土壤愈种愈瘦。因此，在农业生产中必须十分重视对土壤的投入。

1.3 土壤是农业生产技术设计与实施的基本依据

农业生产技术通常概括为土、肥、水、种、密、保、工、管。这八个字都有其重要性，不可缺少，它们之间互有联系和影响。但是，土是八个字的基础，是各项技术设计与实施的基础。因为，农业生产最根本的原则是因地制宜，在一个地区，必须因土种植、因土耕作、因土排灌，甚至植物病虫发生规律和耕作机具的选择都与土壤有关，较大区域的农业区划和规划，更应在土壤调查和土壤区划