



土壤肥料基础知识

江苏科学技术出版社

农业干部培训教材
农村青年自学丛书

土壤肥料基础知识

江苏农学院

宋育才 杨克圣
袁祖怡 陈清硕

江苏科学技术出版社

农业干部培训教材
农村青年自学丛书

土壤肥料基础知识

江苏农学院

宋育才 杨克圣
袁祖怡 陈清硕

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：常州人民印刷厂

开本 787·1092 毫米 1/32 印张 5.5 字数 120,000

1981年8月第1版 1981年8月第1次印刷

印数 1—34,500册

书号：16196·054 定价：0.40元

责任编辑 陆宝珠

出版说明

为了提高广大农业干部和农技人员的农业科学技术基础知识水平，使他们更好地学习和掌握现代农业科学技术，以适应加快发展农业生产、实现农业现代化的新形势，我们根据今后各地分期分批培训农业干部和农技员的迫切需要，以及广大农村青年自学的要求，组织有关单位编写了这套《农业干部培训教材、农村青年自学丛书》。其中包括：《植物及植物生理》、《水稻栽培基本原理》、《三麦栽培基本原理》、《棉花栽培基本原理》、《油菜栽培基本原理》、《植物保护基础知识》、《农业气象基础知识》、《植树造林基础知识》、《养猪基础知识》、《养牛和养羊基础知识》、《栽桑养蚕基础知识》、《养鱼基础知识》、《农业机械基础知识》等二十余种。

这套丛书以具有初中以上文化程度，未经农业专门学校学习的农业干部、农业技术人员以及农村青年为对象，既可作为培训班的教材，又可作为以上对象的自学读物。

这套丛书吸取了近年来我省培训农业干部和农技人员所用教材的长处，以讲授农业科学技术基础理论知识为主要内容，密切联系实际，结合介绍国内外的先进农业科学技术和农业科研的新进展。在编写上力求由浅入深、循序渐进，文字通俗易懂，具有针对性、科学性、系统性和实用性的特色。为了兼顾培训、自学的需要，丛书的各分册既独立成书，可供读者自由选购，又考虑到各册之间的内在联系，互相衔接，体现丛书的整体性。

这套丛书是在江苏省农业委员会的主持下，由我社与省农林厅、省农学会组织编写的。参加编写的单位有：江苏农学院、南京农学院、江苏省农业科学院、省农业机械局、省林业科学研究所、省淡水水产研究所、南京气象学院以及苏州蚕桑专科学校。在编审过程中，我省有关部门和农业院校给予很大的支持和帮助，特此深致谢意。

由于我们水平有限，编辑出版时间匆促，错误缺点在所难免，请读者批评指正。

江苏科学技术出版社

一九八〇年三月

目 录

概 述	1
第 一 章 土壤的基本组成及特性	4
第一节 土壤的基本组成	4
第二节 土壤矿物质及其质地	6
一、土壤的矿物质	6
二、矿物质颗粒的分级及特性	8
三、土壤质地	9
四、土壤质地与生产性能的关系及其改良	10
第三节 土壤有机质	13
一、土壤有机质的组成	13
二、有机质的分解与合成	14
三、有机质对土壤肥力的作用	20
第 二 章 影响土壤肥力的因素	23
第一节 土壤水分状况	23
一、土壤水分类型及性质	23
二、土壤水分的运动	29
三、土壤水分的调节	30
第二节 土壤空气状况	32
一、土壤空气的组成及其变化	32
二、土壤的通气性与氧化还原过程	32
三、土壤通气性与土壤肥力的关系	34
四、土壤通气状况的调节	35
第三节 土壤热量状况	36

一、土壤热量来源及其重要性	36
二、土壤热的性质	37
三、土壤温度的调节	39
第四节 土壤的保肥与供肥性	40
一、土壤胶体的种类和性质	40
二、土壤的保肥性	42
三、离子交换和土壤保肥性的关系	43
四、土壤的供肥性	47
第五节 土壤酸碱性	48
一、土壤酸度的类型	49
二、土壤反应与营养元素的有效性和土壤肥力的关系	49
三、土壤淹水后的pH值变化	50
第六节 土壤结构和孔隙度	51
一、土壤结构的种类及其特性	51
二、土壤的孔隙性质	54
三、良好结构的形成条件及其创造措施	58
第 三 章 土壤分类与主要土壤类型	60
第一节 土壤形成的一般规律	60
一、成土过程的几种主要类型	60
二、土壤分布的地带性	62
第二节 土类划分的原则与分类制度	63
一、土类	63
二、亚类	64
三、土属	64
四、土种	65
五、变种	66
第三节 本省的主要土壤类型	66
一、丘陵山地母岩影响下发育的土类	67

二、几种地带性土类	69
三、水盐条件影响为主的土类	71
四、水耕熟化的水稻土	72

第四章 土壤中的氮素状况与氮肥的施用74

第一节 作物的氮素营养.....74

一、作物对氮素的吸收和利用	75
二、作物在氮素缺乏或过多时的表现	77
三、氮素吸收时期对作物器官的影响	78
四、作物氮素营养的阶段性的	79
五、作物氮素营养最大效率期	79

第二节 土壤氮素状况80

一、土壤氮素的形态	80
二、土壤氮素的转化	81
三、土壤氮素的供应能力	84

第三节 常用氮素化肥的性质和施用86

一、氨水	87
二、碳酸氢铵	88
三、硫酸铵	90
四、氯化铵	91
五、硝酸铵	92
六、尿素	93

第四节 氮肥的增产效益及其提高途径95

一、氮肥的增产效益	95
二、提高氮肥增产效益的主要途径	97

第五章 土壤中的磷素状况与磷肥的施用100

第一节 作物的磷素营养100

一、磷素对作物生长的作用	100
--------------------	-----

二、磷素缺乏与过多的症状	101
三、作物对磷素的吸收	102
第二节 土壤磷素状况	102
一、土壤中的无机磷化合物及其转化	103
二、土壤中的有机磷化合物及其转化	104
第三节 磷肥有效施用的条件	105
一、土壤有效磷含量	105
二、作物种类	106
三、与施用有机肥的关系	107
第四节 常用磷肥的性质和施用	108
一、过磷酸钙	108
二、钙镁磷肥	110
三、磷矿粉	112
 第六章 土壤中的钾素状况与钾肥的施用	114
第一节 作物的钾素营养	114
一、钾素对作物生长的作用	114
二、钾素缺乏与过多的症状	115
第二节 土壤钾素状况	116
一、土壤钾素的形态	116
二、土壤钾素的供应能力	117
第三节 常用钾肥的性质和施用	120
一、硫酸钾和氯化钾	120
二、窑灰钾肥	121
三、草木灰	122
四、钾镁肥	123
 第七章 其他化肥和肥料的混合	124
第一节 复合肥料的性质和施用	124

一、磷酸铵	124
二、液体磷酸铵	125
三、硝酸磷肥	126
四、硝酸钾	126
五、磷酸二氢钾	127
六、三元复合肥料	127
第二节 微量元素肥料	128
一、微量元素对作物生长的作用	128
二、作物缺乏微量元素的症状	129
三、土壤中的微量元素状况	130
四、微量元素肥料的施用	131
第三节 肥料的混合	133
一、不能混合的肥料	133
二、可以暂时混合不能久放的肥料	133
三、可以混合的肥料	134

第八章 有机肥料的积制与施用

第一节 有机肥料的作用	136
一、有机肥料供应养分的特点	136
二、有机肥料的作用	138
第二节 有机肥料的积制原理	139
一、有机肥料积制腐熟的目的与要求	139
二、积制材料的性质和作用	140
三、有机肥料的积制条件及其控制	142
第三节 有机肥料的施用方法	146
一、水粪类的施用	146
二、堆厩肥和沤肥的施用	148
三、油饼类的施用	148
四、秸秆还田	149

五、绿肥的施用	151
---------------	-----

第九章 土壤的培肥和改良154

第一节 土壤的培肥154

一、高产稳产农田土壤的肥力指标	154
-----------------------	-----

二、高产稳产农田土壤的形成条件	155
-----------------------	-----

三、培肥土壤的措施	157
-----------------	-----

第二节 低产土壤的改良160

一、滨海盐土的改良	161
-----------------	-----

二、徐淮花碱地的改良	162
------------------	-----

三、冷湿水田的改良	163
-----------------	-----

四、低产白土的改良	164
-----------------	-----

五、丘陵坡地黄土与老红土以及包浆土的改良	165
----------------------------	-----

六、砂土与砂姜黑土的改良	165
--------------------	-----

概 述

土壤是人类赖以生存的物质基础，它是农业生产中最基本的生产资料和劳动对象。合理开发利用土壤资源和改良土壤，是发展农业生产的中心环节。因此，土壤肥料科学便成为农业科学的基础科学。

植物生长对外界条件有一定的要求，如光、热、水、肥、气等条件，都是不可缺少的。在这些条件中，光和热来自太阳，属于宇宙因素；水和矿物质养料都来自土壤，属于土壤因素。空气既属宇宙因素又属于土壤因素，因为茎叶所需要的二氧化碳和氧气来自大气，而根部需要的氧气取自土壤。土壤中水分、空气、温度和矿质养料状况，是人力可以通过耕作、施肥、灌排等措施来控制与改善的。

农业生产的实质，是绿色植物通过光合作用转化日光能，制造有机化合物，为人类提供必需的农产品。绝大多数的绿色植物必须从土壤中吸收水分和矿质养料，才能顺利地进行光合作用。人类要发展生产，提高光合作用效率，目前除了培育新的品种，提高它们对日光能利用以外，还无法在大面积上对日光能加以控制和调节，主要是靠调节水、肥因素以达到增产的目的。所以合理利用土壤，不断加以培肥，是农业生产的基本任务。

农业生产不能仅局限于种植业，一个合理的农业体系，是由三个环节组成的，这就是植物生产、动物生产和土壤管理。要发挥农业生产的最大效能，三者缺一不可。大致估计，

农产品中有 $\frac{1}{3}$ 的部分，包括根、茎、叶、糠麸等，人类不能直接食用。但其中含有大量的贮藏能量和营养成分，用作燃料很不经济。最有效的办法，是充作饲料，各类家畜能从这部分剩余物中，将糖类、含氮化合物等，再进一步转化为肉、乳或其他蛋白质类产物，供人类的消费。一部分大家畜作役用，家畜的粪便可做肥料。所以，动物生产无论从农产品的充分利用、肥料给源以及经济调节等方面来说，都是不可缺少的重要环节。

剩下的木质化茎秆与根部，家畜也不能利用，连同家畜粪便可制造堆肥，全部归还土壤。这部分有机物在土壤中分解后，释放其中的矿质养料，供植物吸收利用；同时形成腐殖质，改善土壤的结构，调节土壤水、气状况，增进土壤的肥沃性。因此，对土壤进行科学管理，研究如何控制微生物对有机物腐解作用的方向和速度，是农业生产的第三个环节。农业生产中，三大环节密切配合，绿色植物从土壤中吸收的养料，仍可大部分回到土壤中，加上化肥的施用，地力得以保持和不断提高，这也是土壤、肥料科学的研究目的与任务。

人类社会发展到现阶段，人口、粮食、能源以及其他自然资源、环境保护等问题，越来越引起人们的关注。为了逐渐发展成一门新兴的科学——生态学。研究地球表面生物系统和非生物学环境系统的相互关系，而在整个生态系统中，土壤生态系统具有十分重要的地位。

土壤生态系统是指由土壤的物理、化学因素和有机体，包括微生物、植物和人类活动的影响所组成的一个相互作用的系统。整个生态系统，就是通过土壤生态系统，把生物和非生物联系起来的。

农业生产具有明显的地区性，在充分了解当地环境条件的基础上（包括地区特点，气候因素和土壤特性），才能进行适当的生产布局，合理利用自然界的光、热和土地资源。同时土壤又是一种再生性资源，合理地利用和管理，可以使土地愈种愈肥，生产力不断提高。相反，如果盲目地毁林开荒，破坏草场，围湖造田，大水漫灌，造成水土流失和返盐、沙化、青泥化等不良后果，就会在经济上甚至在土壤肥力上带来难以弥补的损失。我省土地资源丰富，在耕地的合理培肥与改良，荒山造林种树，坡地发展畜牧，海涂全面规划与垦殖等方面，土壤肥料工作是大有可为的。

第一章 土壤的基本组成及特性

第一节 土壤的基本组成

土壤是由岩石经过极其复杂的风化过程和成土过程而形成的，是地质学大循环和生物学小循环的矛盾统一体。

风化过程，就是坚硬的岩石在外界因素——如大气、水、温度变化和生物等的作用下，逐渐崩解粉碎，产生各种变化，使岩石的矿物组成发生改变，并且形成了新的矿物。这些粗细不等的泥沙堆积层和风化壳，可以看作是成土母质。

岩石是由一种或多种矿物组成的，如长石、石英、云母等，叫原生矿物。它们经过氧化和水解作用，产生了高岭土、蒙脱土、含水云母和铁、铝、硅的氢氧化物等，又叫次生矿物。这些矿物粒子有粗有细，大多是两种以上元素组成的化合物。地壳中以氧和硅最多，占平均化学组成的74.8%，铁和铝次之，植物生长所必需的氮、磷、钾的含量很低，绝大多数岩石、矿物中不含氮素。所以成土母质不等于土壤。

成土过程，是以生物因素(动植物和微生物的作用)为主导，由于气候、地形、时间等因素的综合作用，在一个相当长的历史时期里，使土壤母质在物理、化学和生物性质等方面，受到更进一步的改变，积累了有机质，土壤层次有了分化，具备了土壤的肥力属性。生物、母质、地形、气候和土壤年龄，可以看成是成土五因素。在人类从事农业活动之后，通过耕作、施肥、灌排的影响，又深刻改变着土壤的自然肥力，使

它向高产稳产的目标不断发展。

各地的土壤千差万别，而任何一种土壤，都包括有固相，液相和气相三部分物质。这些物质组成比例的不同，直接影响着土壤肥力。

一般土壤的基本组成可概括为：

固相部分 * { 矿物质颗粒——占固相部分的95~99%
有机质——占固相部分的1~5%

孔隙部分 { 空气——存在于土壤的较大孔隙中
水分(其中溶解有各种养分)——随气候干湿及降雨而变化，一般保存在小孔隙中

土壤固相、液相、气相是互相联系，互相制约的一个有机整体，缺少任何一种，都不能成为土壤(图1)。固相部分是土壤的骨架，一般情况下，土壤的固相部分相对稳定，只有在客土(如砂淤互拌、抬高垫低)，大量施用有机肥料时，才会改变它的成分和数量。土粒和结构之间的孔隙部分，为液相和气相所占据。土壤液相不能简单地理解为纯粹的水分，

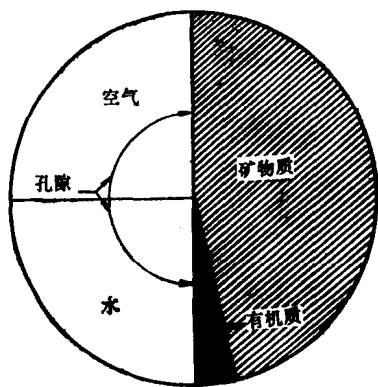


图1 土壤的基本组成
(按体积百分比的示意图)

* 计算土壤中有有机质与氮、磷、钾养分含量，通常是以烘干土为标准。而水分的变化，是另外单独计算的。

而是溶解有各种有机、无机物质的土壤溶液。土壤气相是指土壤中的空气，它与大气不断进行交换，但比大气有较多的二氧化碳，而氧气较少，同时经常饱和了水气。土壤固相部分大体占土壤容积的50%左右，其余部分是液相和气相。

第二节 土壤矿物质及其质地

一、土壤的矿物质

土壤中颗粒的粗细是影响土壤理化性质和生产性能的重要因素。土壤颗粒中90%以上属于矿物质部分。土壤中的矿物质颗粒可分为原生矿物和次生矿物两种。

土壤原生矿物是岩石风化过程中残留下来的造岩矿物。按其化学组成，分为如下几类：

(一)硅酸盐类 是矿物中比例最大的一个组分，按其结晶构造，又可分为：

橄榄石 $Mg_2[SiO_4]$ 多呈粒状集合体，在地表极易遭风化。

辉石 $CaMg[Si_2O_6]$ 它和角闪石 $Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2$ 分别是单链状和双链状构造的硅酸盐，在地表也容易风化。

白云母 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ 它和黑云母 $K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ 是层状构造的硅酸盐，有片状解理。黑云母易于风化，白云母难于风化，常呈细小鳞片状转入流砂中。

正长石 $KAlSi_3O_8$ 钠长石 $NaAlSi_3O_8$ 和钙长石 $Ca[Al_2Si_2O_8]$ 是分布最广的矿物，构造比较复杂，风化程