

全国中等农业学校教材

土壤肥料学

陕西省农林学校 主编

农学 植保 果林 蔬菜 茶叶等专业用

农业出版社

全国中等农业学校教材

土 壤 肥 料 学

陕西省农林学校主编

农学植保果林蔬菜茶叶等专业用

农 业 出 版 社

主 编 陕西省农林学校 卢增兰
编写者 江苏省苏州农业学校 彭家栋
北京市农业学校 倪嘉立
四川省温江农业学校 胡祖锟
审定者 张益农 刘寄萍 田俊颖 沈瑶芳
卢树琪 蒋 仲 钱家骥 王荫槐
黄克一 王庆余 李靖云

全国中等农业学校教材

土 壤 肥 料 学

陕西省农林学校主编

* * *

责任编辑 阎京萌

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 17.5印张 375千字
1987年11月第1版 1988年11月北京第2次印刷
印数 29,000—51,200册 定价 3.15

ISBN 7-109-00045-1/S·32

统一书号 16144·3297

编写说明

根据农牧渔业部教育司指示，在四川省宜宾农业学校主编的《土壤肥料学》(南方本)和河北省昌黎农业学校主编的《土壤肥料学》(北方本)的基础上，我们重新编写了《土壤肥料学》教材。教材分《土壤肥料学》和《土壤肥料学实验实习指导》两册，适于初中毕业入学、学制四年的农学类各专业学生使用。

农业是国民经济的基础，种植业是养殖业的基础，而种植业的稳定增产又必须以肥沃的土壤为基础。土壤肥料学是种植类专业的一门专业基础课。其主要任务是，使学生掌握本专业所必需的土壤肥料基础知识和基本理论，学会鉴别、利用、培肥和改良土壤以及合理施用有机肥料和化学肥料的基本技能，为各种作物，包括粮食作物、经济作物（如蔬菜、桑、茶和果树等）和饲料、饲草等的丰产栽培提供技术服务，初步具有运用所学知识，分析和解决当地主要土壤、肥料实际问题的能力。

在过去的《土壤肥料学》中，土壤学与肥科学常是两个部分自成体系，但是从中等农业学校的实际出发，考虑到各学科之间互相渗透的发展趋势，本教材试图以培肥土壤为中心，把有关土壤与肥料等有关方面的内容尽可能揉合在一起，力争使学生能够运用所学知识，更好地为农业增产服务。

要培养学生能够运用已有的知识和技能，独立地去解决所面临的实际问题，并能继续获取新的知识和技能，为发展我国农村的商品生产，实现农业的现代化做出较大的贡献，势必要求土壤肥料学也能在开发学生的智力和培养学生的能力方面做出更大的努力。除了在教材内容方面进行必要的改革外，还必须相应地对教学方法的改革进行深入的探讨。“废止注入式，贯彻启发式”是一个相当艰巨但又必须完成的重要任务。为此对于教材中某些叙述性的基础知识和具体技术，建议教师参考章末的复习思考题目和页末的有关文献资料，根据学生的特点，拟定繁简适度的自学提纲，有领导、有组织地引导学生开展自学活动，培养自学能力。

根据“面向现代化，面向世界，面向未来”的原则，使用本教材时，要处理好目前与长远的关系，既应着重讲授当前、当地迫切需要的知识和技能，也要根据农业现代化发展的需要，重视新理论、新知识、新技术的学习，拓宽知识面，使学生能够从宏观的角度来观察和认识问题，成为未知领域的开拓者。

从培养学生的智力和能力的要求出发，本教材还适当提高了教材的难度。在删简了一些可有可无内容的同时，增加了一些中专学生应该了解的、有用的基本理论和适用的技术与技能，如粘粒矿物的简单制造，土水势的基本理论，植物营养与施肥原理及肥料效应函数示例等，并主要通过文字结构的调整，力求适合学生的接受水平。其中小字排印的内

容，可作补充教材供教师选用。

本着“立足地区，照顾全国”的原则，各省（区）在使用本教材时，应结合当地实际情况，有所侧重地进行教学。在土类部分，应重点讲授当地主要土壤类型的形成特点、主要特征、基本特性和利用、改良的关键措施。在绿肥部分，应重点讲授当地主要绿肥、饲草作物的种植方式及利用技术。建议这两部分由省（区）或地区组织编写补充教材。

本教材的内容主要是按照农学专业的教学时数编写的，其他专业使用时，可适当予以删减和增补。

在教材编写过程中，承蒙各高、中等农业院校和科研单位大力支持，浙江农业大学俞劲炎副教授、储祥云讲师，西北农业大学吴守仁副教授、李昌纬副教授，陕西省农林学校黄自治老师，辽宁朝阳农业学校邢恩荣老师及湖南零陵农业学校曹绍霞老师等对教材初稿部分章节提出了宝贵意见，并承江苏苏州农业学校龚文贤老师绘制插图，谨致谢忱。

由于编者水平有限，谬误之处，请各位老师、同学和读者指正。

编 者

1985年8月

目 录

绪 论	1
一、土壤是农业生产的基础	1
二、肥料是植物的粮食	2
三、土壤肥料工作在我国农业现代化建设中的作用	2
第一章 土壤固相组成	5
第一节 土壤矿物质	5
一、土壤的矿物组成	5
二、粘粒矿物	6
三、矿质土粒的成分及性质	11
四、土壤质地	15
第二节 土壤生物	19
一、土壤生物概况	19
二、土壤微生物的主要类型	19
三、土壤微生物的分布	22
四、土壤微生物的作用	23
五、蚯蚓的养殖利用	24
第三节 土壤有机质	25
一、土壤有机质的来源和组成	25
二、土壤腐殖质的组成和性质	26
三、土壤有机质的矿质化过程	29
四、土壤有机质的腐殖化过程	30
五、影响土壤有机质转化的因素	31
六、土壤有机质的作用	32
七、土壤有机质的调节与控制	34
第四节 土壤胶体	36
一、土壤胶体的特点	36
二、土壤胶体电荷的种类及来源	36
三、土壤复合胶体	37
第二章 土壤基本性质	39
第一节 土壤交换吸收性能	39
一、土壤的阳离子交换吸收作用	39
二、土壤的阴离子交换吸收作用	42
三、离子交换吸收对土壤肥力的影响	43
四、土壤吸收性能的调节	44
第二节 土壤酸碱性及缓冲性	45
一、土壤酸碱性的表示方法	45

二、土壤酸度的产生及种类	45
三、土壤碱性的产生及土壤碱度	47
四、土壤反应对土壤性质及作物生育的影响	48
五、土壤缓冲性能及其产生的原因	48
第三节 土壤孔隙性	50
一、土壤孔隙的类型	50
二、土壤孔隙度	51
三、土壤比重和容重	51
四、土壤孔隙状况及其与作物生育的关系	53
第四节 土壤结构	54
一、土壤结构体的类型	54
二、土壤结构体的形成	55
三、土壤结构与土壤肥力	56
四、创造团粒结构的主要措施	57
第五节 土壤耕性	58
一、决定土壤耕性的物理机械性质	59
二、土壤宜耕性	61
三、土壤耕性的改良	61
第三章 土壤肥力因素	63
第一节 土壤养分	64
一、土壤养分的来源	64
二、土壤养分的形态	65
三、土壤胶体吸附离子的有效性	66
四、土壤供肥性能	67
五、土壤养分的消耗与调节	68
第二节 土壤水分	69
一、土壤水分的保持	69
二、土壤水分的类型	70
三、土壤水分常数与土壤水分的有效性	72
四、土壤水分含量的表示方法	72
五、土水势和土壤水吸力	75
六、土壤水分运动	77
七、土壤水分平衡	80
八、土壤—植物—大气之间的水分关系	80
第三节 土壤空气	81
一、土壤空气的特点	81
二、土壤空气与大气的交换	82
三、土壤空气对植物生长及土壤肥力的影响	82
四、土壤通气性的表示方法	83
第四节 土壤热量	84
一、土壤热量的来源与平衡	84
二、土壤的热性质	85
三、影响土壤温度的因素	86

四、土壤温度的变化	87
五、土壤热量状况对植物生长及土壤肥力的影响	88
第五节 土壤肥力因素的相互关系及其调节	88
一、土壤肥力因素的相互关系	88
二、土壤肥力因素的调节	89
第四章 土壤形成、分类及分布	94
第一节 成土母质的形成	94
一、成土岩石的类型	94
二、成土母质的形成过程	95
三、成土母质的类型	98
第二节 土壤的形成	100
一、自然成土因素	100
二、自然土壤形成中的主要成土过程	102
三、农业土壤的形成过程	104
四、土壤剖面特征及其评价	105
第三节 土壤的分类及分布	109
一、土壤分类原则	109
二、土壤分类系统	109
三、我国土壤分类	110
四、我国土壤分布概况	112
第五章 植物营养与施肥原理	120
第一节 植物必需的营养元素及其生理功能	120
一、植物生长发育必需的营养元素	120
二、主要营养元素的生理功能	121
第二节 植物对养分的吸收	128
一、根的特性与施肥	128
二、根对养分的吸收	129
三、植物的根外营养	132
第三节 作物营养的关键时期	134
一、作物营养的临界期	134
二、作物营养的强度营养期	135
第四节 施肥的基本原理	137
一、植物必需营养元素的同等重要、不可代替律	137
二、养分归还学说	138
三、最小养分律	139
四、限制因子律	140
五、报酬递减律	140
第六章 化学肥料	143
第一节 概述	143
一、化肥的种类	143
二、化肥的特点	143
三、我国化肥的发展概况及存在问题	143

第二节 土壤氮素供应与氮肥	145
一、土壤氮素的形态及其转化.....	145
二、铵态氮肥.....	148
三、硝态氮肥.....	152
四、酰胺态氮肥.....	153
五、长效氮肥.....	155
六、提高氮肥利用率的途径.....	157
第三节 土壤磷素供应与磷肥	159
一、土壤磷素的存在状况.....	159
二、土壤磷的转化.....	159
三、常用磷肥的种类、性质及施用.....	162
四、磷肥的合理分配.....	167
五、磷肥的施用技术.....	168
第四节 土壤钾素供应与钾肥	171
一、土壤钾素的存在状况.....	171
二、土壤钾的转化.....	171
三、常用钾肥的种类、性质及施用.....	172
四、钾肥的分配及施用技术.....	174
第五节 复合肥料	177
一、复合肥料及其发展.....	177
二、复合肥料的种类及特性.....	178
三、复合肥料的施用技术.....	180
第六节 微量元素肥料	181
一、影响土壤微量元素有效性的因素.....	182
二、微量元素肥料的一般施用方法.....	182
三、主要微量元素肥料的施用特点.....	183
四、施用微量元素肥料的注意事项.....	185
第七章 有机肥料	187
第一节 概述	187
一、有机肥料的作用.....	187
二、有机肥料与化学肥料的关系.....	189
三、有机废物的多重、循环利用.....	189
第二节 粪尿肥	190
一、家畜粪尿的成分、性质.....	190
二、厩肥的堆积方法.....	191
三、人粪尿的成分与利用.....	192
四、粪尿肥的肥效与施用技术.....	193
第三节 秸秆肥	193
一、堆肥.....	193
二、沤肥.....	196
三、沼气池肥.....	197
四、秸秆直接还田.....	199

第四节 绿肥	201
一、绿肥的作用	201
二、绿肥的肥料效果及饲料价值	202
三、绿肥的种类及种植方式	203
四、绿肥作物的栽培特点	205
五、绿肥的压青技术	207
六、绿肥发展中的问题及展望	209
第五节 菌肥	211
一、根瘤菌肥料	211
二、自生固氮菌及叶面固氮菌	214
三、“5406” 抗菌菌肥料及固氮蓝藻	215
四、磷、钾细菌肥料及复合菌肥	215
五、菌根及非豆科共生固氮微生物肥料	215
第六节 杂肥	216
一、泥土类肥料	216
二、垃圾	218
三、泥炭	219
四、腐植酸类肥料	220
五、油渣	220
六、肥水的利用	222
七、废水的利用	223
第八章 施肥技术	226
第一节 肥料的增产效应与施肥量的估算	226
一、肥料效应回归方程式示例	226
二、有关肥料效应的几个名词概念	227
三、肥料效应的三个阶段	227
四、最适施肥量与最高产量施肥量的计算	228
五、施肥量的估算	230
第二节 肥料的分配与配合施用	233
一、肥料合理分配的原则	233
二、肥料的配合施用	235
第三节 肥料的混合	236
一、肥料混合的三种情况	236
二、混合肥料的配制方法	239
三、肥料与农药的混合	241
第四节 肥料的施用方法	242
一、基肥的施用方法	242
二、种肥的施用方法	242
三、追肥的施用方法	243
第五节 土壤与作物营养诊断	243
一、土壤与作物营养诊断的意义	243
二、土壤与作物营养诊断的方法	244
三、诊断指标的确定	245

第六节 肥料试验	245
一、肥料试验的特点	245
二、肥料试验的种类	245
三、肥料试验规划及土壤肥料长期定位田间试验	247
四、同位素在肥料试验中的应用简介	248
五、电子计算机在农业化学中的应用简介	248
第九章 土壤管理	250
第一节 土壤培肥	250
一、调整作物布局,合理轮作倒茬	250
二、发展旱作农业,建设灌溉农业	251
三、用地与养地相结合	255
四、培肥地力,建设适合我国国情的生态农业	255
第二节 保护土壤	258
一、土壤侵蚀与水土保持	258
二、土壤沙化及其防治	259
三、土壤污染及其防治	260
第三节 土壤资源及其合理利用	261
一、土壤资源评价	261
二、土壤区划与农业区划	262
三、建立良好的土壤生态系统,实现农业生产的良性循环	263
四、国土整治	264
主要参考资料	267

·

绪 论

一、土壤是农业生产的基础 人类生命活动所必需的绝大多数营养物质和能量，目前只能由生物的生命过程来产生。为了满足人类对生物产品的需要，必须进行植物生产。植物生产包括粮食作物、经济作物（棉花、麻类、油料、糖料、烤烟、蔬菜、药材等）、饲料及饲草作物以及茶、桑、果和林木等的生产。这些绿色植物的生长和发育需要日光、热量、空气、水分和养料。在这五种必不可少的生活条件中，日光和热量来自太阳，水分和养料来自土壤。土壤中的空气与热量状况对植物的生命活动也有重大影响。另外，土壤又是植物扎根生存的基地。所以土壤是农业生产的基础，是人类最基本的生产资料和劳动对象，土壤是世代相传的人类的生存条件和再生产条件。

早在三、四千年以前，我国劳动人民就对土壤的含义作了明确的描述：“万物自生焉则曰土，以人所耕而树艺焉则曰壤”（周礼）。这就是说，生长有自然植被的土地叫“土”，经过人们垦种的土地叫“壤”。这个古老的土壤含义既指农业土壤，也包括自然土壤。苏联土壤学家威廉斯指出：“土壤是地球陆地上能够产生植物收获物的疏松表层”，这是根据近代科学知识所下的定义。“陆地表层”说明土壤的位置，“疏松”指其物理状态，以区别于整块、坚硬的岩石。土壤不仅是由岩石风化而成的疏松堆积物，更重要的是它能够产生植物收获物。因此，土壤与土壤肥力不可分。威廉斯还说：“没有不良的土壤，只有不良的耕作方法。”在正确的耕作栽培制度下，合理地管理和保护土壤，它的肥力可以继续提高，并生产出更多的农产品，满足人类社会日益增长的需要。

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。绝大多数绿色植物只能在温热和通气适宜的条件下，才能从土壤中吸收水分和养料，顺利地进行光合作用。为了提高光合作用效率，发展农业生产，除培育新的植物品种，提高它们对光能的利用率以外，在目前大面积上还无法对日光能加以控制的情况下，只能通过耕作灌溉及施肥等栽培措施，来改善土壤环境中的水、肥、气、热状况，达到提高单位面积产量的目的。

土壤是人类社会所处的自然环境的一部分。自然环境是指在人类生活、生产活动范围内多种自然因素的总和，其中包括大气、水、生物、土壤、岩石和矿产资源等。通常我们把自然环境划分为几个圈带，即大气圈、水圈、岩石圈和生物圈。地球上所有的生物及其生活领域的总和称为“生物圈”。它是由非生物因素（岩石、土壤、水分、气候、光、热等）与生物因素（微生物、植物和动物等）组成的，其中土壤是地球生物圈必不可少的重要组成部分。生物圈的非生物因素与生物因素之间存在着能量转化、物质循环的密切关系，共同构成了各种类型的“生态系统”。

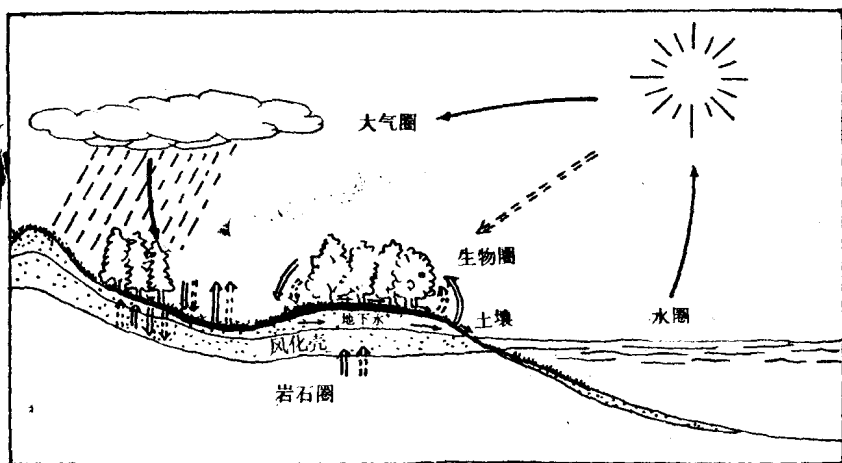


图 1 土壤在自然环境中的地位

(《土壤地理学》)

二、肥料是植物的粮食 在自然生态系统中，绿色植物自生自灭，有的植物被动物采食后，以粪便形式返还土壤，经过微生物的分解作用转化为无机盐，供给下一代植物重新加以利用，构成了“植物—动物—微生物—土壤”的循环系统。通过这种循环，在一定程度上维持了自然界的生态平衡。在农业生态系统中，植物产品中一部分作为人类的粮食及工业原料，另一部分秸秆和糠麸等副产品和饲料粮，通过动物生产转变为肉、奶、禽、蛋和皮毛等畜产品，大多被移出土地或运销外地。只有养殖业的废物——厩肥和其余不宜饲用的有机废物得以返还土壤，并通过土壤微生物的分解作用，转变为可供下一代植物吸收利用的养料。其间由于养料的挥发、淋失和固定等原因，特别是在燃料缺乏的地方，大量秸秆充作燃料，返还土壤的有机物很少，能量和物质的输出大于输入，导致土壤肥力下降。为了农业的持续、稳定增产，有必要对这种消耗给以补充，因此，肥料是植物的粮食。

有史以来，人们就在耕地上施用牲畜排泄物等有机物质。近百年来，又大量施用无机化合物，以保证作物生育期间土壤中各种营养元素的充分供应。因此，通常把施入土中或喷洒在作物地上部分，能直接或间接供给作物养分、增加作物产量、改善产品品质或能改变土壤性状、提高土壤肥力的物质称为肥料。

三、土壤肥料工作在我国农业现代化建设中的作用 肥沃的土壤是文化昌盛的重要基础。世界四大文明古国——巴比伦、埃及、中国和印度的灿烂文化都是在河流沿岸的肥沃土壤上发展起来的。通过长期的生产实践，我国人民在利用土壤、改良土壤、营养作物和培肥地力方面积累了丰富的经验。建国以来，以不到全世界7%的耕地，养活了全世界20%以上的人口，这是一个很大的成绩。在农业增产措施中，合理地利用土壤并对不良土壤采取改良措施，以及增加肥料来源并改进施肥技术，对提高种植业的单位面积产量都起了重要作用；而种植业单产的增加又为养殖业的发展奠定了物质基础。如在盐渍土的治理方面，建国以来，党和政府曾多次组织科技人员进行考察，并根据土壤类型、因地制宜地采

取了工程措施（灌溉、排水、冲洗、放淤等），农业措施（增施有机肥、合理施用化肥、轮作、种植耐盐作物、地膜覆盖等），加强对水分、盐分的预测预报，摸索出了一整套综合治理盐渍土的有效方法。以山东禹城县为例，过去该县有盐渍地三十万亩，占耕地面积的1/3。解放初期粮食亩产仅百斤左右。从1966年开始，国家科委在这里建立了改盐实验区。1984年该县粮食亩产达到550多公斤，人均收入850元，为过去的11倍。在过去被称为“红色沙漠”的江西进贤县，通过用养结合的办法，挖掘潜力，粮、棉、油产量成倍增长。陕西榆林地区坚持治沙三十余年，已初步出现人进沙退、五业兴旺的新气象。不少地方重视土壤普查成果的运用，推行因土种植、因土施肥、因土改良等增产措施，也取得了显著效果。

增施化肥是提高单产的一项有效措施。特别是氮肥深施技术的推广和应用，可使化肥利用率提高约20%。高肥高产地区，如江苏无锡、吴县等，探索氮肥经济效益和适宜用量的关系，已见成效。近年来，氮磷钾化肥配合施用技术的研究和推广，扭转了单施氮肥、报酬渐减的不利倾向。广东湛江地区，湖北黄冈、枣阳县推广因土配方施肥和平衡施肥，促进了大面积增产。因土、因作物经济施用磷、钾肥，已成为缺磷、缺钾地区的重要增产措施。许多地方有针对性地施用微量元素肥料，在提高产量、改进品质方面都有明显效果。

在我国的传统农业中，有机肥料的施用对农业增产和维持地力发挥了极为重要的作用。随着农业现代化的发展，绿肥和其他有机肥料的利用正在向多品种、多形式的方向发展。一些地方通过种植绿肥、增施有机肥料来培养地力，形成了一套用地、养地相结合的轮作制度，并制定了培肥地力、保护土壤的政策措施。绿萍在浙江、江苏、四川等省的放养和利用技术有了新的突破。在增辟有机肥源、推广秸秆还田、改进积肥沤肥技术等方面，也创造了许多好经验。

人口、粮食、能源和环境是当今世界上人们普遍关心的四大问题。它们与土壤、肥料工作都有密切关系。值得注意的是，如果对土壤的管理不善，肥沃的土壤也有变成不毛之地的危险。位于亚洲中部美索不达米亚平原（今伊拉克）的文明古国——巴比伦，当年苦心经营的灌溉系统，由于有害盐分的积累，繁荣的城市瓦解，人们不得不迁往他乡。历史的教训并不是总能引起人们的警惕，至今仍有一些国家和地区由于滥伐森林，盲目开荒，不合理的灌溉与施肥，导致草原退化、沙漠扩大、尘暴袭击、次生盐渍化、次生潜育化、水土流失和环境污染等严重后果。过去，我国有的地区，在人口和粮食的压力下，盲目扩大播种面积，搞掠夺式的经营，导致土壤肥力减退，农业生产发展缓慢。增施化肥在提高单产方面虽有重大作用，但是，重化肥、轻有机肥，重氮肥、轻磷钾肥，导致有机肥与化肥失调，氮肥与磷钾肥失调，用地与养地失调，不仅不利于地力的培养和单产的继续提高，而且也降低了化肥的经济效益，加大了农业成本。另外，单纯依赖化肥，不仅能源消耗大，而且地表水的富营养化作用和地下水中硝酸盐的污染，也是一个不能忽视的潜在危险。

违背自然规律和经济规律的作法之所以会重复出现，部分原因是不少人不懂得土壤和肥料的特点，不知道它们在农业生态系统中起过什么作用以及对人类的未来将会发生多大

的影响。历史已经证明，倘若对于维持并继续提高土壤肥力的长远利益认识不足，只是从眼前或局部利益出发，而采取一些不适当的措施，可能导致很难弥补乃至无法挽回的巨大损失。

表1 中国历代人口(万)及人均耕地(亩)变化

年 代	前21— 16世纪	前202 —8年	581— 618年	618— 907年	960— 1279年	1271— 1368年	1368— 1644年	1644— 1840年	1841— 1948年	中华人民共和国	
	禹	西汉	隋	唐	宋	元	明	清	中华民国	1949	1980
人 口	1355	5959	4601	5288	1628	5984	6069	41345	40581	54100	100055
人均耕地	68.88	13.88	42.25	27.03	13.83	35.30	11.55	2.37	3.07	2.71	1.5

按农业人口平均，我国几乎是世界上人均耕地面积最少的国家(表1)。“十分珍惜每一寸土地，合理利用每一寸土地，应该是我国的国策。”从劳力充沛而人均资源不足且经济基础薄弱的基本国情出发，在认真学习利用、培肥和改良土壤的理论与技术的同时，重视开发利用非农耕地土壤资源，乃至水面资源，并与其他学科密切配合，努力做到农、林、牧、副、渔统筹兼顾，全面发展，山、水、田、林、路合理布局，综合治理，逐步建成适合我国特点的现代农业生产体系，使土壤能够永续地给我们提供更多的经济产品和生物量，满足社会主义建设对各种农产品日益增长的需要，这是我们农业工作者，特别是土壤肥料工作者不可推卸的光荣职责。

复习思考题

1. 试述土壤和肥料在农业生产和农业生态系统中的地位。
2. 试述对学好土壤肥科学，为建设中国式的现代化农业服务的认识。

第一章 土壤固相组成

土壤是由固体、液体和气体三相物质组成的疏松多孔体。固体部分包括矿物质土粒和土壤有机质以及生活在土壤中的微生物和动物。土壤矿物质的重量约占固体部分的95%以上,有机物质重量不到5%。土壤有机质一般包被在矿物质土粒外面。固体部分含有作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。

土壤中的液体和气体共同存在于土粒间的大小孔隙中。土壤水分和土壤空气二者在数量上互为消长,水多空气少,水少则空气多。土壤水分中溶解有各种营养物质,所以土壤水分实际上是稀薄的、浓度不等的土壤溶液。养分随水分移动,源源不断输送到植物根部被吸收。土壤空气供给作物根部及土壤微生物呼吸作用的需要。

土壤中固、液、气三相物质的容积比例,因土壤的性质和环境条件而异。以壤土为例,大体上固体部分约占土壤总容积的一半,水和空气占另一半。

土壤的三相物质共同构成了一个相互联系、相互制约、不断运动的统一体。这些物质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。我们研究土壤及其肥力,首先要了解组成土壤肥力的基础物质及其性质,并进一步采取措施,改善土壤组成的质和量,从而提高土壤肥力。

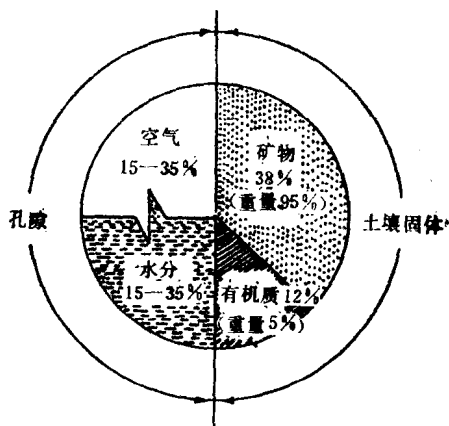


图 1-1 土壤三相物质的组成示意图

第一节 土壤矿物质

一、土壤的矿物组成 土壤矿物质是土壤的主要组成部分,构成土壤的骨架。土壤中的矿物按来源分为原生矿物和次生矿物两类。

(一) 原生矿物 原生矿物是指那些在岩浆岩中原来就有,且在风化过程中化学成分未经改变的矿物(表 1-1)。

此外还有橄榄石($(Mg, Fe)_2SiO_4$)、黄铁矿(FeS_2)、电气石(含硼)等原生矿物。从上表可知,在原生矿物中含有作物生长发育需要的各种矿质营养元素。原生矿物抗风化能力的顺序是:石英>白云母>正长石>钠长石>钙长石>黑云母>辉石>角闪石>橄榄石。简单说,浅色矿物不易风化,含矿质养分少;深色矿物容易风化,含矿质养分多。在风化程度较深的土壤中,易风化的原生矿物较少,含矿质养分也少。原生矿物对土壤肥力

表 1-1 主要原生矿物的化学成分、风化特点和分解产物

矿物名称		化学组成	风化特点	分解产物
石英		SiO ₂	物理和化学性质均极稳定、不易风化	砂粒的主要来源
长石类	正长石 钠长石 钙长石	KAlSi ₃ O ₈ NaAlSi ₃ O ₈ CaAlSi ₂ O ₈	稳定性低于石英, 较易化学风化, 其中正长石风化较难	化学风化后形成粘粒矿物, 是粘粒和钾素的来源
云母类	白云母 黑云母	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂ K(Mg, Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH, F) ₂	白云母较稳定, 不易风化, 黑云母易风化	粘粒及钾素等矿质养分
角闪石		Ca ₂ Na(Mg, Fe) ₅ (Al, Fe) ·(Si, Al) ₈ O ₂₂ (OH) ₂	易风化	粘粒及各种矿质养分
辉石		Ca(Mg, Fe, Al)(Si, Al) ₂ O ₆		
磷灰石		Ca ₅ F(PO ₄) ₃	风化缓慢	磷素养分

的贡献是：①构成土壤的骨骼——土粒；②通过风化供给矿质养料。

(二) 次生矿物 次生矿物是原生矿物在土壤形成过程中经分解破坏后再次形成的矿物，它是土壤粘粒矿物（或粘土矿物）的主要组成部分。粘粒矿物大体上分两类：一类是层状硅酸盐，如高岭石、蒙脱石和伊利石等；另一类是铁、铝、硅等的含水氧化物。还有一些简单盐类，如旱地土壤中的碳酸盐、硫酸盐和氯化物。积水土壤中的蓝铁矿和菱铁矿等也属于次生矿物。它们的存在状况反映了土壤的风化和形成条件。因此，研究和鉴定土壤中次生矿物的种类、数量和特征可以帮助人们了解各种土壤在发生学上的地位和某些理化性质，从而有可能对土壤的某些肥力特征进行概略的评价。

二、粘粒矿物

(一) 层状硅酸盐的晶体构造 这类矿物主要是薄片状的小结晶颗粒。据X射线法研究，每一片状颗粒是由许多晶层构成，而每个晶层又是由若干基本结构单元构成的晶片叠合而成。这种晶体结构与粘粒矿物的性质有密切关系。

层状硅酸盐的结构复杂，形状不一，晶粒大小各异，但它们都是由两种基本结构单元所构成，一种是硅氧四面体，另一种是水铝八面体。

1. 硅氧四面体 硅氧四面体是由一个硅离子等距离地配上四个氧离子构成的。每个硅氧四面体中有三个氧打底，并位于同一平面上，另一个氧在顶端，构成一个四面体（图1—2）。这四个氧各带一个负电荷。每个四面体底部的三个氧分别与同一平面上相邻的三个硅氧四

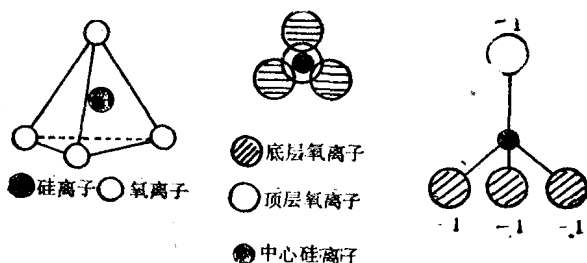


图 1-2 硅氧四面体的构造示意图