

全国统编农民职业技术教育教材

初 级 本



土壤肥料基础知识

湖南农学院编

农 业 出 版 社

全国统编农民职业技术教育教材

土壤肥料基础知识

湖南农学院 编

初 级 本

农 业 出 版 社

全国统编农民职业技术教育教材

初 级 本

植物生活	养禽知识
作物良种繁育	养蜂（初、中级兼用本）
土壤肥料基础知识	养兔（初、中级兼用本）
植物保护基础知识	造林基础知识（初、
畜牧学基础知识	中级兼用本）
畜禽疾病防治知识	农业气象基础（初、
养猪知识	中级兼用本）

全国统编农民职业技术教育教材
土壤肥料基础知识（初级本）

湖南农学院 编

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 32 开本 8 印张 169 千字

1984 年 9 月第 1 版 1990 年 5 月北京第 6 次印刷

印数 254,601—263,200 册 定价 1.90 元

ISBN 7-109-00426-0/319

统一书号 16144·2921

主编 潘漱清 岳振华
编写 岳振华 袁正平 肖永兰 刘瑞堂
审稿 杨 铸 周兆德 王德凯 杨 锋
彭怀泉
绘图 肖永兰 陈均一

前 言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代农业转化，广大农民从自己的切身经验中，越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要。一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起，我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工，特别是农村干部、农民技术员和亿万在乡知识青年的迫切需要，加强农村智力开发，进一步推动农民职业技术教育和培训的发展，农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样，以及农业地区性强等特点，采取全国与地方相结合，上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编，由农业出版社出版；地区性强的专业技术课教材组织省（片）编写出版。第一批全国统编教材共五十三本，其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分，除水产教材外，其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写，适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习；中级本大致按一

千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议。以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

目 录

第一章 土壤及其基本组成	1
第一节 土壤和土壤肥力的概念	1
第二节 土壤的基本组成	3
第二章 土壤的基本性质	16
第一节 土壤的保肥供肥性能	16
第二节 土壤的酸碱性	22
第三节 土壤的结构性与耕性	26
第三章 土壤的水、气、热状况	41
第一节 土壤的水分状况	41
第二节 土壤的空气状况	51
第三节 土壤的热状况	57
第四章 土壤氮素与氮肥的施用	65
第一节 土壤氮素状况	65
第二节 氮素的营养作用	69
第三节 氮肥的种类、性质和施用特点	70
第五章 土壤磷素与磷肥的施用	87
第一节 土壤磷素状况	87
第二节 磷素的营养作用	90
第三节 磷肥的种类、性质和施用特点	92
第四节 磷肥的合理施用	97
第六章 土壤钾素与钾肥的施用	105
第一节 土壤钾素状况	105
第二节 钾素的营养作用	107
第三节 钾肥的种类、性质和施用特点	109

第七章 其他无机肥料	116
第一节 微量元素肥料	116
第二节 复合肥料	120
第三节 石灰、石膏和青矾	125
第八章 有机肥料	130
第一节 粪尿肥及厩肥	131
第二节 堆肥、沤肥及沼气发酵肥料	144
第三节 其他有机肥料	152
第四节 绿肥及生物固氮	158
第九章 合理施肥的原理和施肥原则	176
第一节 合理施肥的基本原理	176
第二节 施肥原则	180
第十章 土壤的培肥与改良	185
第一节 高产旱土的培育	185
第二节 高产水稻土的培育	189
第三节 低产田土的改良	195
实验实习	228
一、田间土壤速测样本的采集	228
二、土壤水分的速测	229
三、土壤质地的鉴别	230
四、土壤酸碱度的测定	232
五、土壤有效养分的速测	233
附录	240
一、肥料的混合	240
二、肥料的贮存	241
三、化肥的性状及鉴别	244

第一章 土壤及其基本组成

第一节 土壤和土壤肥力的概念

一、土壤的概念

“土壤”这个名词是人们熟悉的。劳动人民自古以来就把土壤看作劳动的对象，农业生产最基本的生产资料。虽然如此，但由于当时技术水平的限制，强调适应自然条件是很自然的现象。随着科学的发展、社会的进步，人们通过长期的实践，对土壤的认识也逐步加深，以至发展到今天才有比较正确、全面的认识。苏联土壤学家威廉斯曾对土壤下了一个较为完整的定义：“土壤是地球陆地上能够生长植物收获物的疏松表层”。这一定义虽很简短，却说明了土壤在农业生产上的基本作用。

土壤能够生长作物，是土壤的基本功能，也就是说它具有生产特性。产生这种特性的原因，是因为土壤具有肥力。肥力是土壤基本的特性，是土壤质的特征。自然界中的物质千千万万，土壤就是以具有肥力这一特殊本质而区别于其他任何事物的。没有肥力，土壤也就失去了作为农业最基本的生产资料的意义。所以，土壤的概念和土壤肥力的概念是分不开的。

土壤在自然各因素（气候、地形、生物、母岩）的共同

作用下，随着时间的进展而不断发展变化，尤其是人类生产活动，使它受到更加深刻的影响。因此，耕作土壤肥力的高低，主要决定于人类生产劳动的好坏。所以说耕作土壤是劳动的产物。

此外，土壤本身是一个矛盾的统一体。它的内部包含着有机物和无机物、生物和非生物。它们相互联系、相互依赖、相互制约，组成一个有机整体。

二、土壤肥力的概念

什么是土壤肥力，目前还无统一认识，一般西方土壤学家传统地把土壤供应养料的能力看作肥力。苏联土壤学家威廉斯曾对肥力下过一个定义，他认为肥力即是“土壤在植物生活的全部过程中，同时而且不断地供给植物以最大量的有效养分和水分的能力”。从这个定义来看，肥力的主要因素是养分和水分。

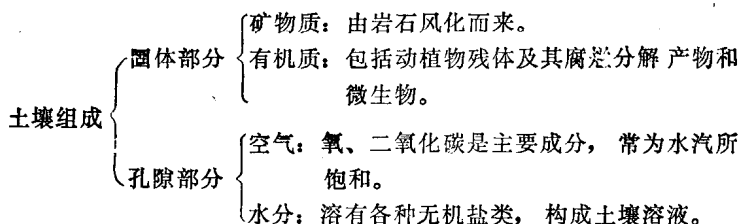
我国一些土壤科学工作者，在总结群众经验的基础上，对肥力提出了自己的看法。一般认为：土壤肥力因素应该包括水分、养料、空气和温度四者。简称为水、肥、气、热四大肥力因素，其中水、肥、气是物质基础，热是能量条件。任何一种土壤的肥力特征都是水、肥、气、热各肥力因素的综合反映。

土壤肥力从发生学的观点来看，可分为自然肥力和人为肥力。自然肥力是指在自然因素综合影响下所产生和发展起来的肥力。纯粹的自然肥力，只能表现在未开垦利用的荒地上。人类对土壤进行耕作、轮作、施肥、灌排等农业技术措施的作用下所创造出来的肥力称为人为肥力。任何土壤，耕作栽培愈久，所采用的农业技术措施愈完善，人为肥力所占

的比重也就愈大。从理论上讲，土壤肥力在生产上都可以发挥出来而产生经济效果，但事实上一般农业土壤的肥力，因受环境条件以及土壤管理（包括耕作、施肥、栽培等环节）等技术水平的限制，只有其中一部分在生产上表现出来，这一部分的肥力叫做“有效肥力”；另一部分没有直接反映出来的叫做“潜在肥力”。潜在肥力和有效肥力之间没有固定不变的界线，采取适当的农业技术措施，可以使潜在肥力转化为有效肥力。因此，有效肥力不是一种自然特性，而是同社会生产关系、劳动生产力的情况以及农业科学技术的进步有密切的关系。

第二节 土壤的基本组成

土壤肥力，实质上是反映土壤能生长植物的一种能力。土壤之所以有这种能力，是同它的组成物质分不开的。土壤是由哪些物质组成的？从表面看来，土壤的组成非常简单，只不过是一些大大小小不同的土粒子。但仔细研究，原来土壤是一个相当复杂的物体，它是由固体、液体和气体三部分物质所组成。在固体部分中有粗细不同的矿物质颗粒和分解程度不等的有机质。除此以外，还有千千万万个我们肉眼看不见的微生物。微生物直接参与土壤有机质的分解和合成作用。而矿物质与有机质又是紧密结合在一起的，就好象我们人体的骨肉紧密相连一样。在矿物质颗粒之间有大小不同的孔隙，充满着水和空气。孔隙中的水就好象我们人体中的血液，可以上下左右运行。孔隙中的空气能经常与大气进行气体交换，好象人的呼吸一样。土壤的组成如下：



土壤的以上组成部分，缺一不可，只是土壤不同，这些组成部分的数量多少不同罢了。土壤各组成部分的数量和存在状态，都与土壤肥力直接有关。如有机质含量的多少，直接影响土壤养分的含量和土壤的物理化学性状，矿物质成分的粗细则可影响气体和液体的分配比例。而土壤水分的多少，又可影响土壤空气和热量状况。所以它们三者不是孤立存在的，而是相互联系、相互影响、相互制约，成为一个难以分割的整体，共同为植物提供必需的生活条件，构成土壤肥力的物质基础。

为了讲授的方便，本节只讨论土壤固体组成部分，而孔隙部分的物质将在以后有关章节讲述。

一、土壤矿物质及土壤质地

(一) 土壤矿物质的矿物组成 土壤是由岩石经过各种风化（物理、化学、生物风化）作用所形成的母质发展而来的。岩石经风化变成了许许多多粗细不同的颗粒，称为土壤的矿物质颗粒，也就是常说的土粒。土壤矿物质颗粒约占土壤固体部分重量的 95% 以上，它是构成土壤的“骨架”，直接支撑着生长在土壤上的植物。矿物质既直接影响土壤的物理、化学性质，并且又是植物养分的重要来源，因此，它同土壤肥力有密切关系。

土壤的矿物质种类很多，概括起来可分为两大类。一类是岩石中原来就含有的矿物，在风化过程中只遭到机械破碎，形状由大变小，其成分和结构并没有发生变化，故称为原生矿物，如石英、长石、云母等。原生矿物中以石英最多，因为它硬度大而且化学性能也很稳定，难以风化，为土壤中砂粒的主要来源。另一类是原生矿物经过进一步风化重新形成一类新的矿物，称为次生矿物（或粘土矿物），如高岭石、蒙脱石、水化云母等。土壤中颗粒最细的粘粒大都是次生矿物。它是土壤中最活跃部分，具有许多原生矿物所没有的特性，如次生矿物由于颗粒细小（一般小于0.001毫米），属于胶体物质，具有吸收性、粘性和膨胀收缩性，对土壤保水、保肥、供肥性能影响很大。

（二）土壤矿物质的化学组成 土壤矿物质的化学成分以二氧化硅（ SiO_2 ）、三氧化二铝（ Al_2O_3 ）、三氧化二铁（ Fe_2O_3 ）、氧化钙（ CaO ）、氧化镁（ MgO ）等含量较多，其中又以二氧化硅为最多，再次为三氧化二铝、三氧化二铁，三者合计约占土壤矿物质总量的75%以上。以化学元素来说，土壤中几乎包括地球上所有元素，但主要的只有十几种，其中氧（O）、硅（Si）、铝（Al）、铁（Fe）、钙（Ca）、镁（Mg）、钠（Na）、钾（K）、钛（Ti）、碳（C）占土壤矿物质总重的99%以上，其他不超过1%。矿物质的化学元素，在风化过程中可缓慢地释放出来，故矿物质可为植物提供除氮（N）素以外的各种养分。但矿物质所能提供养分的种类和数量，主要决定于各种成土母岩中矿物质的化学组成和风化稳定程度。如长石、云母含钾丰富，而磷灰石含有植物生长所必需的磷素，若母岩中含这些矿物多时，则土壤中的磷钾养

分也就比较丰富。故在生产实践中，我们常见页岩母质发育成的土壤远比砂岩母质发育成的土壤肥沃。

(三) 土壤矿物质的机械组成

1. 土粒分级及各级土粒的性质 土壤矿物质是由大小不同、形状多样的颗粒（即土粒）构成。根据土粒直径大小的不同，常划分为石砾、砂粒、粉砂和粘粒四级。这种等级称为粒级或粒组。

由于土粒粗细不同，在性质上相差很远，对土壤肥力影响很大。如石砾和砂粒仅由岩石变碎，化学成分并未改变，常以单粒存在，肉眼容易分辨，无粘性，缺乏养分。又由于颗粒粗大，粒间孔隙大，无毛细管现象，保水保肥能力差，但通气透水性好。而粘粒则不是岩石简单的变碎，而且化学成分也起了很大的变化，养分含量较多，特别是磷、钾含量显著增加。并且由于颗粒细，有很大的粘性，故常粘结成团，保水保肥力强，但通气透水性差，因而常常造成湿时泥泞，干后粘结成硬块。粉砂粒的性质介于砂粒和粘粒之间。在上述各级土粒中，每级土粒还可因粗细程度不同再细分成若干级。这种颗粒分级标准，各国有所不同。我国常用的土壤颗粒分级标准如表 1。

2. 土壤质地分类 在自然界中，任何一种土壤不可能单独由一种粒级所组成，总是有粗有细，相互搭配。这种粗细粒子搭配的比例（或称泥砂比例），就叫土壤质地，又称土壤机械组成。

一般土壤含砂粒多的叫砂质土，含粘粒多的叫粘质土，砂粘比例适当的叫壤质土。土壤质地在很大程度上支配着土壤的生产性能，尤其是有机质含量少的土壤，质地几乎全面

表 1 土壤颗粒分级标准

顆 粒 名 稱			粒 徑 (毫米)
石 粗 細	石 石	塊	>10
		礫	10—5
		礫	5—3
粗 中 細	砂 砂 砂	粒	3—1
		粒	1—0.25
		粒	0.25—0.05
粗 中 細	粉 粉 粉	粒	0.05—0.01
		粒	0.01—0.005
		粒	0.005—0.001
精 粒			<0.001

地影响着土壤的水、肥、气、热状况，故质地常作为认土、用土、改土的重要依据。

质地分类的标准，各国都不同，现将我国常用的卡庆斯基分类法列于表 2。本法质地分类的标准是将土粒分为物理

表 2 土壤质地分类表(卡庆斯基法)

类 别	质 地 名 称	物理性砂粒含量 (%)	物理性粘粒含量 (%)
砂 土 类	粗 砂 土	100—95	0—5
	细 砂 土	95—90	5—10
	壤 砂 土	90—80	10—20
壤 土 类	轻 壤 土	80—70	20—30
	中 壤 土	70—60	30—40
	重 壤 土	60—50	40—50
粘 土 类	轻 粘 土	50—30	50—70
	中 粘 土	30—20	70—80
	重 粘 土	<20	>80

性砂粒（大于0.01毫米）和物理性粘粒（小于0.01毫米），根据物理性砂粒和物理性粘粒的相对含量来划分质地名称。

由表2可知，要判断一种土壤的质地，首先要知道这种土壤各级颗粒的含量，这就要进行颗粒分析。在田间，则可根据手摸、眼看、耳听的感觉来区分土壤的质地（详见实验一）。

3. 土壤质地对土壤肥力的影响 土壤质地不同，土壤的农业生产性状也有很大差异。现将三类基本质地类型的肥力特点及生产特性分述如下。

（1）砂土类 这类土壤含砂粒多，粘粒很少。其水、肥、气、热状况特征是：第一，粒间为大孔隙，毛管孔隙少，无保水能力，抗旱力弱；第二，通气旺，有机质分解快，不易累积，加之粘粒少，保肥力弱；第三，水少气多，昼夜温差大。在农业性状上的反映是：耕作省力，土性燥，释肥快，不保肥，不耐肥，不保水，不耐旱。作物生长反映发小苗不发老苗，结实率低，籽实轻。

（2）粘土类 这类土壤含粘粒多，主要特性受粘粒影响，性状与砂土相反。第一，粒间多毛管孔隙，吸水力强，但吸水慢，透水性差；第二，通气性差，有机质分解慢，易于累积，保肥力强；第三，土温稳定，昼夜温差小。在农业性状上的反映是：土性偏冷，肥劲长，后劲足，作物不易早衰，发老苗不发小苗，结实率和千粒重较砂土高，但土质粘重，耕性不良，湿时膨胀，干时收缩开裂，易伤根系。

（3）壤土类 含砂粘比例比较适中，兼有砂土和粘土的长处，克服了它们的缺点。壤土中大小孔隙比例适当，既通气透水，又能保水保肥，养分含量较多，既发小苗又发老

苗 是一种水、肥、气、热状况比较协调的土壤。

由于各种质地的土壤在性质上、农业生产性状上表现不同，故在生产上就可根据不同质地来因“土”种植。一般说来，由于砂土松散，粘性小，便于根、茎入土和地下果实膨大，因此，砂性土比较适宜于种植块根、块茎类作物。如红薯、马铃薯、甜菜、胡萝卜等，也比较适宜种花生。生长期长、需肥多的作物如水稻、麦类等则适种于质地较粘的土壤。现将主要作物适宜的土壤质地范围列表如下（表3），供参考。

表3 主要作物适宜的土壤质地范围

作物	质地	作物	质地
水稻	粘土、粘壤土	大豆	粘壤土
大麦	粘壤土、壤土	豌豆、蚕豆	粘土、粘壤土
小麦	壤土、粘壤土	油菜	粘壤土
粟	砂壤土	花生	砂壤土
玉米	粘壤土	甘蔗	粘壤土、壤土
黄麻	砂壤土—粘壤土	西瓜	砂土、砂壤土
棉花	砂壤土、壤土	柑桔	砂壤—粘壤土
烟草	砾质砂壤土	梨	壤土、粘壤土
红薯、马铃薯	砂壤土、壤土	枇杷	粘壤土、粘土
萝卜	砂壤土	葡萄	砂壤土、砾质壤土
苕荳	轻壤土—粘壤土	苹果、桑	壤土、粘壤土
甘蓝	砂壤土—粘壤土	桃	砂壤土—粘壤土
白菜	粘壤土、壤土	茶	砾质粘壤土、壤土

再者，根据土壤质地也可以因“土”施肥，例如，砂质土壤保肥力小，容易漏肥，施肥时应注意“少吃多餐”，分次施入，以减少肥料的流失。此外，根据土壤质地，还可以因“土”灌溉、耕作等。总之，土壤质地对土壤的各种性质有