



陕西省农业局 主编

# 土壤肥料

陕西科学技术出版社

农业干部自学读物

# 土 壤 肥 料

陕西省农业局 主编

陕西科学技术出版社

农业干部自学读物

## 土壤肥料

陕西省农业局 主编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 西安市第二印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张3.25 字数170,000

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数1·-6,000

统一书号: 16202·57 定价: 0.60元

## 前 言

三中全会以来，随着党在农村一系列方针政策的贯彻落实，特别是各种形式的生产、技术责任制的建立，极大地调动了广大农民群众的生产积极性，一个学科学、用科学、采用先进技术实行科学种田的高潮正在广大农村兴起，不但农民要求掌握各种农业技术，而且农业管理干部、农业技术人员都希望提高自己的科学水平，增强按照客观规律办事的自觉性。为此，我们组织了省、地有关农林院校及科研单位，共同编写了这套《农业干部自学读物》，以满足各级农业干部系统学习农业科学技术知识的需要。

这套书结合我省农业生产实际，比较系统地介绍了农业科学的基础理论和科学技术知识，文字通俗易懂，并附有必要的插图。适合具有初中以上文化程度的各级农业干部自学；也可作为农业中学专业课试用课本及县、社农业技术学校或培训班作试用教材。

由于水平有限，书中可能有不少缺点或错误，希望读者批评指正。

陕西省农业局

一九八二年

# 目 录

序 言 .....	( 1 )
第一章 土壤的固相组成 .....	( 4 )
第一节 土壤及土壤的组成 .....	( 4 )
第二节 土壤的矿物质部分 .....	( 6 )
第三节 土壤的有机质部分 .....	( 13 )
第二章 土壤的物理及化学性质 .....	( 22 )
第一节 土壤的孔隙性 .....	( 22 )
第二节 土壤的结构 .....	( 26 )
第三节 土壤的耕性 .....	( 32 )
第四节 土壤的吸收性能 .....	( 33 )
第五节 土壤的溶液及酸碱度 .....	( 36 )
第六节 土壤的氧化还原反应 .....	( 39 )
第三章 土壤的肥力因素 .....	( 42 )
第一节 土壤肥力的概念 .....	( 42 )
第二节 土壤养分 .....	( 44 )
第三节 土壤及作物营养诊断 .....	( 48 )
第四节 土壤水分 .....	( 52 )
第五节 土壤空气 .....	( 64 )
第六节 土壤的温热状况 .....	( 68 )
第七节 土壤水、气、热的调节 .....	( 71 )
第四章 土壤的形成及分布 .....	( 77 )

第一节	岩石的风化及母质的形成 .....	(77)
第二节	土壤的形成过程 .....	(83)
第三节	土壤的剖面构造 .....	(90)
第四节	我国土壤的分布 .....	(97)
<b>第五章</b>	<b>陕西省的主要农业土壤 .....</b>	<b>(100)</b>
第一节	瘠土 .....	(101)
第二节	盐碱土 .....	(103)
第三节	黑垆土和黄绵土 .....	(108)
第四节	风砂土 .....	(111)
第五节	水稻土 .....	(112)
第六节	黄泥巴 .....	(120)
<b>第六章</b>	<b>有机肥料 .....</b>	<b>(123)</b>
第一节	绿肥 .....	(125)
第二节	圈粪 .....	(144)
第三节	人粪尿 .....	(164)
第四节	沼气与沼气肥 .....	(170)
第五节	堆肥与秸秆直接还田 .....	(173)
第六节	杂肥 .....	(179)
第七节	微生物肥料 .....	(187)
<b>第七章</b>	<b>化学肥料 .....</b>	<b>(194)</b>
第一节	氮肥 .....	(195)
第二节	磷肥 .....	(216)
第三节	钾肥 .....	(223)
第四节	复合肥料 .....	(225)
第五节	微量元素肥料 .....	(227)
<b>第八章</b>	<b>肥料体系 .....</b>	<b>(230)</b>

第一节	肥料的配合施用 .....	(230)
第二节	施肥量的估算 .....	(237)
第三节	计划用肥与施肥制度 .....	(239)
第四节	肥料规划 .....	(244)
附表一	常用氮肥的特征、特性与施用简表 .....	(250)
附表二	常用磷钾肥的特征、特性与施用 简表 .....	(251)
附表三	关中地区常用绿肥的特性及栽培利用 简表 .....	(252)
附表四	各种有机肥料的养分含量及利用率(%).....	(253)
附表五	主要作物每百斤经济产品“三要素” 吸收量(斤) .....	(254)

## 序 言

农业生产首先是植物生产。植物从土壤里吸收水分和养料，利用空气和太阳的光和热，通过光合作用制造植物有机质。这些有机质一部分是人类生活的食品和轻工业原料，一部分可以作为饲料饲养家畜等，发展畜牧业。畜牧业又可为人类提供动物性食品、动力及工业原料，其排泄物还可作为肥料继续进行植物生产，促使整个大农业的不断发展。所以，土壤是农业生产的基础，它对于植物不仅起着支持和固定的作用，而且还要靠它来供给植物生长发育所必需的各种生活条件。

地球上所有的生物及其生活领域的总和称为“生物圈”。没有土壤就没有生物圈，但没有增施肥料，植物、动物生产的继续扩大也是不可能的。土壤在自然条件下，或是经过长期的种植以后，其中的水分和养料，往往并不能完全满足不同作物或同一作物不同生长时期的全部要求，这就需要通过人力来加以调节。正如人类的生命活动离不开粮食一样，肥料（无机盐）也是植物生命活动中必不可少的粮食。只有不断地调节土壤肥料的情况，充分满足作物对水分和各种养料的需要，才能保证获得更高的产量。

我国古籍中有很多关于土壤肥料的知识。如早在两千多年前的《禹贡》一书中，就记载有我国各地土壤的特性，并按土壤的颜色和土地的生产力，把土壤类型划分为三等九



级，这是世界上最早的土壤分类系统。以后在长期生产实践中，我国劳动人民更积累了丰富的利用土壤、培肥地力和改造自然的宝贵经验。尤其是建国以后，在土壤肥料方面，作了大量的工作，取得了显著的成绩，如荒地勘测、水土保持、土壤普查、农业区划、土壤改良、种植绿肥、合理施用化肥等，促进了农业增产，保证了社会的需要。但是随着科学技术的发展，社会、经济和生产条件的改变，有的一些传统经验或习惯作法，甚或一些推广了的农业科学技术，已经适应不了形势发展的需要。如以往在土地利用方面，为了满足对农产品日益增长的需要，曾大量开垦荒地或扩大复种，有的由于认识不清，甚至进行极不合理（掠夺式）的开发经营，对土地重用轻养或只用不养，致使生态平衡遭到不同程度的破坏，造成森林毁坏、草原退化、沙漠扩大、水土大量流失、次生盐渍化发生、地下水枯竭及环境污染等不良后果，开始受到了大自然的惩罚。在土壤管理方面，耕作方法落后、施肥技术缺乏科学等，同样也存在着很多问题。如对土粪的施用，我国北方地区有着悠久的历史，但由于缺乏科学分析，对圈粪大量掺土，势必导致“黄土搬家”，显然不符合劳动生产率的提高和农业现代化的实现。这一切都说明，在我国的土壤、肥料科学技术中，有不少特殊的重大问题，正等待着我们去研究解决和改进提高。

土壤肥料学的目的和任务，就是在农业生产的整个体系中，研究如何使绿色植物对其所需要的各种生活条件、特别是养料，能够得到尽可能充分的供应，同时使剩余的有机物也能被土壤微生物所利用，进一步提高土壤的肥力和土地的生产力，实现单产、总产的稳定增长。所以我们学习土壤肥

料学的目的，就在于深入了解土壤发展变化的规律，并掌握一般土壤的共性和不同土壤的特性，合理地利用土壤。采取适当的管理措施和改良措施，再配合以选用良种与合理灌溉等，促使获得更高的产量。同时在肥料上，既要广开有机肥料的来源，大力提高质量，又要重视改进化肥的施用技术，使单位重量的粪肥能够换回更多的农产品。在培肥地力、营养植物的前提下，逐步建立起具有我国特点的、农牧结合的、以有机肥料为基础，配合施用各种化肥的综合性肥料体系，积极而可靠的把我们的农业生产推进到一个新的更高的水平。

# 第一章 土壤的固相组成

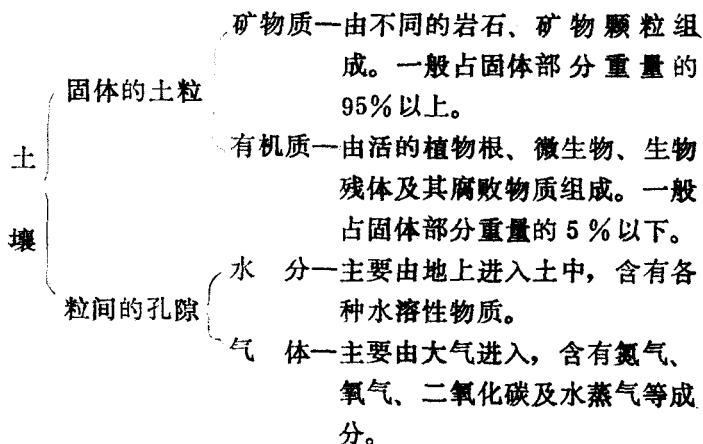
## 第一节 土壤及土壤的组成

我国古籍《说文解字》中对“土壤”的解说为：土者，“地之吐生物者也”，壤者，“柔土也”，“物自生则言土，人耕种则言壤。”《管子》中则说：“有土斯有财”。马克思指出：“土壤是世代相传的、人类所不能出让的生存条件和再生产条件”（《资本论》第三卷1061页）。因为矿藏资源经过开发利用，总有枯竭之时，而土壤资源经过开垦种植，只要“治之得宜，地力常新”。我国已有数千年的农业历史，广阔富饶的土壤资源曾为我们的祖祖辈辈提供了无数财富，现在又继续为社会主义建设提供着日益丰富的动植物产品。为了使我们的肥沃土壤能够传之万代，必须深刻理解土壤作为资源的深刻意义，珍视它作为农业基本生产资料而又具有再生作用的特点，合理而正确地利用与改良土壤、培肥土壤，为农业现代化的顺利发展做出应有的贡献。

在农业生产中，土壤是植物生长发育的基地。威廉斯指出：“土壤是能够产生植物收获的疏松的陆地表层”。土壤之所以能够产生植物收获，不仅是由于它起着支持和固定作物生长的作用，而且它还能够供给作物生命活动所必需的各种生活条件。作物的生活条件，主要是日光（光能）、热量

(热能)、水分、空气(氧气和二氧化碳)和养料。这五种因素除日光外,其它因素全部或部分是由土壤供给的。农作物所需要的水分和养料主要来自土壤;空气和热量虽然主要来自大气和太阳的热能,但土壤通气条件和土壤的温热状况,不仅直接影响到作物的生育,而且与土壤的水分、养料状况也有重大关系。因此,在正确的经营管理之下,土壤可以满足作物对水分、养料、通气及温热条件的要求,才能获得更多的植物产品。

自然界里的土壤不论其为农地、林地、草地甚至荒地,其基本物质组成大致如下:



土壤是由固相、液相和气相三种物质组成的。固相物质的体积约占50%,孔隙的体积也约占50%。在固相物质所构成的孔隙中,分布着液相和气相物质。三相物质相互联系、相互制约,构成一个不断运动、转化着的统一体。三相物质存在的比例关系及其运动发展状况,对植物的生长或土壤的肥力状况有重大影响。

## 第二节 土壤的矿物质部分

### 一、土壤的矿物组成

固体的矿质土粒是由各种岩石、矿物的碎屑所组成。这些矿物颗粒，按照来源可分为原生矿物与次生矿物两大类。

#### (一) 原生矿物

原生矿物直接来自形成土壤的原始成岩矿物。土壤中最常见的原生矿物主要有以下七种：

1. 石英：石英是土壤矿物中的主要成分。较纯粹的石英即水晶石。在砂质土中，石英约占90%，在粘质土中也占50%以上。石英的颜色较浅，硬度较大，难风化，所以颗粒较粗。而且由于它的化学成分是二氧化硅，即使风化后，也不会产生任何重要的植物养料。含石英较多的砂质土壤，孔隙大、较瘠薄的原因即在于此。

2. 长石：长石也是土壤中常见的矿物。有正长石和斜长石两种，也称钾长石与钠、钙长石，分别为肉红色及灰白色的结晶状矿物。它们是含有钾、钠、钙等植物养料元素的铝硅酸盐。长石较易风化，风化后形成颗粒较小的次生矿物，同时产生水溶性的钾、钙等植物养料。

3. 云母：云母有白云母与黑云母两种，分别为钾及铁、镁、钾的铝硅酸盐，风化后以碎薄片状存在于土壤中。白云母是土壤中钾素养料的重要来源。

4. 角闪石：是一种绿色的含有钙、钠及镁、铁的铝硅酸盐。

5. 方解石：化学成分为碳酸钙，是大理石及石灰岩的主

要组成矿物。北方土壤中含量较多。

6.石膏：其化学成分为硫酸钙。

7.磷灰石：分为氟磷灰石和氯磷灰石两种。它是土壤中磷素养料的重要来源。

## (二) 次生矿物

次生矿物主要是原生矿物经过风化作用，或在土壤形成过程中，新生成的矿物。由于经过破坏或分解，它的化学成分和性质与原来的矿物完全不同，而且颗粒变细。如土壤中的各种粘土矿物（或粘粒矿物）即次生矿物。

土壤中所含的粘粒矿物，有结晶态和非结晶态之分。结晶态的次生矿物，主要是铝硅酸盐，呈层状结构，如高岭石、蒙脱石、伊利石、蛭石等。非结晶态的次生矿物，主要呈胶膜状态，包裹于土粒的表面，如含水氧化铁、铝及硅胶等。

土壤中的次生矿物还包括一些简单盐类，如碳酸盐、硫酸盐及氯化物等。这些成分在盐碱土中最为常见，它们的存在会使土壤呈现白色。在长期积水的土壤中，还会形成一种水溶性矿物——兰铁矿，其化学成分为磷酸亚铁，它的存在会使土层呈现青灰或兰色。

## 二、土壤矿物质的化学组成

土壤矿物质部分的化学元素组成很复杂，包括原子表中所列的大部分化学元素。就含量来看，以氧、硅、铝、铁四者所占的比例为最大。假若以二氧化硅、氧化铝及氧化铁的形式来表示，三者之和通常约占土壤矿物质部分的75%以上（表1—1、表1—2）。因此，人们常把这三者看成是土壤的骨干部分。

表1—1 土壤中主要化学元素的平均含量 (重量%)

元 素	含 量	元 素	含 量
氧O	49.00	钾K	1.36
硅Si	33.00	碳C	2.0
铝Al	7.13	磷P	$8 \times 10^{-2}$
钠Na	0.63	氮N	$1 \times 10^{-3}$
铁Fe	3.80	锰Mn	$8.5 \times 10^{-2}$
钙Ca	1.37	硫S	$8.5 \times 10^{-2}$
镁Mg	0.60	氯Cl	$1 \times 10^{-2}$

表1—2 各级土粒的化学组成 (重量%)

粒径 (毫米)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1.0—0.2	93.6	1.6	1.2	0.4	0.05	0.8	0.05
砂粒 0.2—0.04	94.0	2.0	1.2	0.5	0.1	1.5	0.1
0.04—0.01	89.4	5.0	1.5	0.8	0.3	2.3	0.2
粉粒 0.01—0.002	74.2	13.2	5.1	1.6	0.3	4.2	0.1
粘粒 <0.002	53.2	21.5	13.2	1.6	1.0	4.9	0.4

由于成土母质的差别，以及在不同的成土过程中矿物质的变化不同，不同土类的骨干成分含量，可有很大差异。一般说来，骨干成分中，以二氧化硅 (SiO<sub>2</sub>) 所占的比例为最大，其次为氧化铝 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 及氧化铁 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)。这种情况和构成地壳固体部分的岩石、矿物的元素组成大体相似。

由表1—2可见，土粒愈粗，二氧化硅的含量愈多，钾、钙、镁和磷等灰分养料元素的含量愈少，土壤也愈瘠薄。

### 三、土壤颗粒的分级

不同粗细的矿物质颗粒中，所含的植物养料以及它们的孔隙状况，都有很大差别，这种情况必然会影响到土壤的水分、通气与温热状况。因此，有必要按照粒径的大小及其性质，把土粒分为若干等级或组，这些等级或组就叫做粒级或粒组，如砂粒、粉砂粒及粘粒等。

土壤颗粒分级的标准有国际制、苏联卡庆斯基制及中国制（表1—3）三种。

表1—3 我国土粒分级标准 《中国土壤》

粒 级 名 称		粒 径 (毫米)
石 块		>10
石 砾	粗 砾	10—3
	细 砾	3—1
砂 粒	粗 砂 粒	1—0.25
	细 砂 粒	0.25—0.05
粉 砂 粒	粗 粉 粒	0.05—0.01
	细 粉 粒	0.01—0.005
粘 粒	粗 粘 粒	0.005—0.001
	粘 粒	<0.001

### 四、土壤的机械组成（质地）

在自然界中，所有土壤都是由砂粒、粉砂粒及粘粒按照一定的比例混合而成。土壤中不同粒级土粒含量(重量)百分率的组合，叫做土壤的机械组成(质地)，它表示土壤的砂粘程度，



是土壤的重要性质之一，对土壤的肥力及耕性有重大影响。

土壤质地分类也有三种，即国际制、卡庆斯基制及中国制（表1—4）。

表1—4 我国土壤质地分类标准 《中国土壤》

质地组	质地名称	颗粒组成（粒径：毫米）（%）		
		砂 粒 1—0.05	粗 粉 粒 0.05—0.01	粘 粒 <0.001
砂 土	粗 砂 土	>70	—	
	细 砂 土	60—70	—	
	面 砂 土	50—60	—	
壤 土	砂 粉 土	>20	>40	<30
	粉 土	<20		
	粉 壤 土	>20	<40	
	粘 壤 土	<20		
	砂 粘 土	>50	—	
粘 土	粉 粘 土			30—35
	壤 粘 土		—	35—40
	粘 土			>40

## 五、不同质地土壤的特性及改良利用

土壤的质地与土壤的物理、化学性质以及土壤中微生物的活动有密切关系，从而对土壤肥力的高低和作物的生长状况有重大影响。

### （一）砂土

砂土含砂粒多，土质疏松，易耕，称轻质土壤。土粒间