



中华人民共和国农业部主编



农业生产技术基本知识

土壤知识

祖康祺 编著



农业出版社

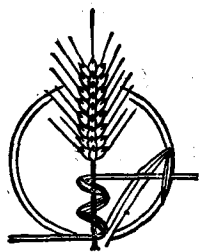


中华人民共和国农业部主编

农业生产技术基本知识

土 壤 知 识

祖康祺 编著



农 业 出 版 社

2R34/5805

中华人民共和国农业部主编

农业生产技术基本知识

土 壤 知 识

祖康祺 编著

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

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 5.625印张 113千字

1982年8月第1版 1982年8月北京第1次印刷

印数 1—39,500册

统一书号 16144·2528 定价 0.47元

《农业生产技术基本知识》编审委员会

主任委员 刘锡庚

副主任委员 邢毅 臧成耀 常紫钟

委 员 (依姓氏笔划为序)

王天铎	王金陵	王树信	方中达	方 原	冯玉麟
冯秀藻	庄巧生	庄晚芳	关联芳	许运天	李连捷
吴友三	陈 仁	陈陆圻	陈华癸	郑丕留	郑丕尧
张子明	季道藩	周可涌	姚鸿震	赵善欢	袁平书
高一陵	陶鼎来	奚元龄	黄耀祥	曹正之	彭克明
韩湘玲	栗宗嵩	管致和	戴松恩		

出版说明

近年来，我国广大农村干部、社员，为了加快发展农业生产，建设起发达、富庶的农村，逐步地实现农业现代化，学习农业科学技术知识的热情空前高涨，广大农村出现了爱科学、学科学、用科学的新气象。为了适应广大读者学习上的迫切需要，这一套《农业生产技术基本知识》，经过重新增补修订，体现了知识更新，反映了农业科技发展的新水平，现在以其崭新的风貌和读者见面了。

《农业生产技术基本知识》原是在五十年代组织编写的。自初版问世以来，经三次增补修订，由最初的二十三分册发展为三十三分册，再版四次，深受农村干部和群众欢迎，对发展农业生产起到一定的积极作用。这次重新修订编写，为便于读者按专业阅读，在原来三十三分册的基础上发展为一百多分册，力求每个学科既突出重点，又有系统性。丛书内容注重理论联系实际，以阐明科学知识为主，兼顾技术上的应用；文字力求通俗易懂，深入浅出，是一套适于广大农村干部和群众自学的农业科普读物。

为使这套涉及农林牧副渔多学科的丛书保证质量，我们邀请了有关方面的专家、学者组成了本书的编审委员会。值此丛书重新出版之际，谨向本书编著者及各位编审委员致以

衷心的感谢。

农业科技人员的勤恳工作和广大农业生产者的创造性劳动，推动着我国的农业科学技术蓬勃发展，科技成果层出不穷，由于我们掌握的资料有限，未能充分地反映到这套丛书中来，不足之处，热诚希望读者提出宝贵意见，以便今后在修订中逐步补充完善。

中华人民共和国农业部

一九八一年六月

目 录

第一节 土壤肥力	2
一、土壤肥力的含义	2
二、自然肥力和经济肥力	6
第二节 土壤的组成	7
一、土壤矿物质	8
二、土壤有机质	17
三、土壤微生物	26
四、土壤水分	28
五、土壤空气	37
第三节 土体构造	39
一、自然土壤的层次构造	41
二、耕作土壤的层次构造	45
三、土体构造的评价	48
第四节 土壤墒情	53
一、田间验墒和墒情分类	53
二、土壤墒情测定和计算	58
三、怎样判断土壤干旱的程度	61
四、验墒在生产上的应用	62
五、墒情变化规律	73
六、抗旱保墒措施	77
第五节 土壤养分	81
一、土壤养分的种类和数量	82

二、土壤养分的形态和有效性	87
三、土壤里氮素营养	90
四、土壤里磷素营养	105
五、土壤里钾素营养	117
六、土壤保肥供肥能力	123
第六节 土壤培肥	132
一、高产土壤的肥力特征	132
二、高产土壤的培肥途径	138
三、改良土壤的基本原则	153
第七节 土壤资源的利用与保护	156
一、低产土壤形成原因	157
二、土壤资源的利用与保护	163

在祖国辽阔的土地上，从黑龙江畔到南海诸岛，从天山南北到东海之滨，分布有各种各样的土壤。在东北有一望无际的黑土原野；在西北有土层深厚的古老的黄土高原；在华南丘陵和西南山地，到处都是鲜艳的红土和黄壤；江南水乡遍地都是青灰色的稻田；华北平原大面积分布的是耕种年久的冲积土。

在一个省或一个地区的土壤，同样是复杂的，拿河北省来看：在坝上高原有大面积的黑黄土，又叫栗钙土；在燕山和太行山区，800米以上的高山上又都是黄粘土，又叫棕色森林土（简称棕壤），在低山丘陵区 and 山麓平原中上部以及山区河谷阶地，到处都是立黄土，又叫山地褐土；在广阔的冲积平原上，分布最多的是潮黄土和潮土，又叫草甸褐土和浅色草甸土；在冲积平原洼地和河流的中下游，还有洼地黑土、夜潮土、胶泥土、盐碱土以及砂土、两合土等等，这些都属于浅色草甸土类型的土壤。

在一个生产队里，土壤也是形形色色、各种各样的，有的适合插白薯，有的适合种棉花。不同的土壤，庄稼的长势不同，产量和质量也有差别，有的出子粒多打粮，有的不是贪青晚熟，就是不发苗不爱长。

从外表看，土壤不仅在颜色上有红、黄、黑、白不同，粗细也不一样，有的粗糙格手，有的细腻粘滑，有的松软柔和，有的磁实板结，有的口松，耕起来省劲，有的口紧，耕

起来费劲，有的保水保肥，有的漏水漏肥等等。

认识土壤，不能仅看现象，还要看到本质。尽管上面说的种种差异都是存在的，但概括起来，所有的土壤都有它最突出的性质，最本质的特征——肥力。

肥力，是土壤最基本的特征，它代表土壤的本质，是任何其他物质所没有的。光秃秃的岩石，没有肥力，不长庄稼，所以不能叫土壤。什么是土壤肥力呢？

第一节 土壤肥力

什么是土壤肥力，国内外长期存在着不同的理解。西方学者，传统地把土壤供应养料的能力看做是肥力。这显然是片面的。养分只是肥力的一个因素，它不能代表土壤肥力的全部含意。苏联土壤学家威廉斯曾经给土壤肥力下过这样的定义：土壤肥力就是“土壤在植物生活的全部过程中，同时又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，肥力的主要因素包括养分和水分。这也不够全面。那么究竟什么是土壤肥力呢？

一、土壤肥力的含义

我国多数土壤学者认为：肥力是土壤的本质，土壤肥力

是指土壤能供给庄稼生长发育所需要的生活因素的能力。庄稼生长发育所需要的生活因素很多，有光（阳光）、热（温度）、气（氧气和二氧化碳气）、水（水分）、肥（养分）、土（指扎根立足的条件）。

显然，在这些生活因素中，水分和养分主要通过土壤供给，而土壤通气状况和土壤温度变化也直接影响庄稼的生长发育。所以说，除日光外，水分、养分、空气和温度等因素都是全部或部分通过土壤来提供的。〔土壤提供庄稼生长发育所需要的水分、养分、空气和热量的能力，叫做土壤肥力。〕简称这四个方面为土壤肥力的水、肥、气、热四大肥力因素。

土壤肥力有高有低。肥沃的土壤，不仅能充分满足庄稼所需要的水、肥、气、热因素，而且土壤本身还具有良好的性质、条件，能调节这四个因素的关系。土壤越肥沃，协调的能力越强，各因素之间的矛盾表现越少，水、肥、气、热的协调供应能力越大。

土壤肥力的四大因素，综合影响于作物，是同等重要，不可代替，一个也不能缺少的。譬如庄稼体内含有大量的水分，可达植物体重的80—90%以上，可是庄稼体内的铁含量很少，只占植物体干重的百万分之八左右，但是绝不能因为庄稼对铁的需要量很少，可以用别的东西代替它。缺铁就形不成叶绿素，那就根本谈不上丰产。

土壤肥力的四大因素是矛盾对立统一体。譬如，水分和空气就是一对矛盾，土壤空隙大小一定，水多了空气就少，空气多了水又少；又譬如养分和水分也有矛盾，养分的分解

释放要有水分参加，但水分过多，有机态养分就难于分解，释放出来的养分也容易流失；水、气、热三者彼此都有矛盾，气多了有利于土壤升温，但不利于保温，水多了有利于土壤保温，又不利于土壤升温。我国北方，开春麦地浇不浇返青水，往往举棋不定，既想提高地温，又想补给土壤水分，浇了返青水就必然影响提高土温，这就要具体分析，根据苗情、墒情、天情来灵活运用。土壤肥力的提高，就是在不断的矛盾斗争中发展起来的。旧矛盾克服了，新矛盾又出现了。不同作物对土壤肥力要求不同，同一作物不同生育阶段，对土壤肥力要求也不同，不同土壤肥力水平不一样，同一土壤在不同的时期，肥力表现也不一样，这就决定了在不同季节，作物和土壤之间，以及土壤内部存在着复杂的矛盾，抓住影响土壤肥力发挥的主要矛盾，譬如过砂过粘，过紧过松，水分过多或不足，养分贫乏或配合不当以及酸、碱、盐分的危害等，运用深耕、施肥、灌溉、排水、中耕松土等农业技术措施，来改良土质，培肥土壤，使土壤随时都能保持作物所需要的水、肥、气、热的良好状况，使庄稼一生都能吃饱、喝足、住得舒服，从而为夺取丰收创造条件。

我国学者近年来研究土壤生态，提出土壤肥力生态相对性概念。任何植物都有自己的生物学特性，要求一定的生态环境条件，才能正常地生长和发育，因此植物也要求一定的土壤生态条件。生态上不同的植物，它们所要求的土壤生态条件也不同，所以土壤肥力是具有生态性质的。某种所谓肥沃的土壤或者瘠薄的土壤，只是针对某种植物而言或某些生态要求上相同的植物来说的，而不是对任何植物而言的，这

就是土壤肥力的生态相对性的概念。譬如，广东滨海有一种土壤叫咸酸田，种水稻亩产100—300斤，从来都认为它是一种低产土壤，是不肥沃的。但改种甘蔗，亩产竟能达到8,000—10,000斤，可见把咸酸田和甘蔗作物的生态要求联系起来看，就不是一种低产土壤了。所以光凭土壤本身性质并不足以说明土壤的肥瘦，要把土壤性质和植物生长、环境条件三方面联系起来，才能说明土壤的肥力。用生态观点来解释土壤肥力，可以把它理解为土壤内在的可为植物转化的物质和能量，凡是地表物质具有能被某种植物转化利用的，就具有肥力。由于肥力的实现和量度土壤肥力高低都必须通过植物，因此在同一气候条件下，土壤肥力高低是由土壤内在物质和能量存在的状况，及其被利用转化的程度所决定的。也就是对于生态上适于此种土壤的植物，其吸收利用的能力就强，土壤表现为肥力转高。而生态上不适于此种土壤的植物，其吸收利用的能力就弱，土壤表现为肥力转低。

最后还应该说明土壤肥力和生产力的关系。肥力和生产力是两个不同的概念，彼此既有联系又有区别。土壤的生产力是由土壤本身的肥力属性和发挥肥力作用的外界条件所决定的，从这个意义上来看，肥力只是生产力的基础，而不是生产力的全部。所谓发挥肥力作用的外界条件是指土壤所处的自然条件和社会经济条件。包括气候、日照状况，地形，排水、供水条件，有无毒质或污染物质的侵入等等，也包括人为耕作、栽培等土壤管理措施。例如：地处寒冷阴湿的高山环境，即使土壤本身肥力状况很好，也不能充分发挥其应有的作用，因此土壤的生产力必然不高。所以肥力状况基本相

同的土壤，如果处于迥然不同的环境条件，其表现出来的生产力可能相差很大。人们为了高产，就必须十分强调农田基本建设，以改造土壤环境，其中包括兴修水利，平整土地，整理地块等农业工程项目。

二、自然肥力和经济肥力

土壤肥力是在矛盾斗争中发展的，肥力因素彼此不停地在消长变化。土壤在人类垦殖之前，在自然界消长变化的结果，形成的肥力叫自然肥力；土壤一旦被人类开始垦殖，经过人为的耕作、施肥、灌溉等农业技术措施影响之后，改善和提高土壤肥力的变化状况称为人工肥力。自然肥力，只代表土壤的自然状况，是土壤自然形成的结果；人工肥力是人类生产活动创造出来的。在耕种土壤上，既有自然肥力，也包含了人工增加的肥力。在自然土壤的基础上由社会经济制度作用和人类劳动的结果，在农业土壤上两者是不能分开的。

从理论上讲，土壤肥力都应该产生经济效果，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（耕作、施肥、栽培等环节）等技术水平的限制，只有其中的一部分在生产上表现出来，这一部分的肥力就叫做经济肥力，又称为“有效肥力”。另一部分没有反映出来的叫做“潜在肥力”。有效肥力和潜在肥力是互相转化的，彼此并无截然的界限。有的土壤潜在肥力高，而有效肥力不高，对于这种土壤，农田基本建设的任务之一，就在于改造土壤的环境条件，达到促

进潜在肥力不断地转化的目的。

土壤肥力的运动变化，在生产中随时都可以觉察。譬如，一年四季土壤肥力就有明显的差异，冬天和夏天不同，雨季和旱季不同，上茬和下茬不同，豆茬和谷茬不同，灌溉、施肥、耕作前后都不一样。土壤肥力的变化，既受气候影响，也受栽培作物，前后茬口，灌溉施肥，耕作管理等一系列农业技术措施的影响。它可以越变越肥，也可以越变越瘦。土壤肥力变好变坏这要看社会经济制度和科学技术水平。利用合理，用养结合，土壤就会越种越肥。采用不合理的掠夺式经营，或滥施化学肥料，进行不合理的灌溉，造成土壤严重的板结和盐化，土壤就会越种越瘦。在社会主义制度的条件下，随着科学技术的发展和土壤科学的应用，人们有目的的改良利用土壤，精心地培肥管理，保护理想的土壤生态环境，土壤就会越种越肥。

第二节 土壤的组成

任何一种土壤都是由固体、液体和气体三项物质组成的一个整体。固体物质包括无机体和有机体，它们是组成土壤的基本成分。如果把土壤总体积定为100，那么固体就占有土壤总体积的50%左右，其中40%以上是矿物质颗粒（无机体），构成土壤的主体，搭起土壤的骨架，好比是土壤的骨

脂。在固体容积里还有不及10%的是有机体，主要是腐殖质，它是土壤肥力的精华，肥沃的标志，好比是土壤的肌肉，常常胶结在矿物质颗粒的表面，形成有机无机复合体。在固体物质之间，存在着大小不同的孔隙，占据土壤总体积的另外一半（图1）。孔隙

里充满着水分和空气。水分一般占土壤总体积的15—35%，在水分占据以外的全部孔隙中装满着空气。土壤水分，实际上是含有可溶性养分的土壤溶液，它在孔隙中可以上下左右运

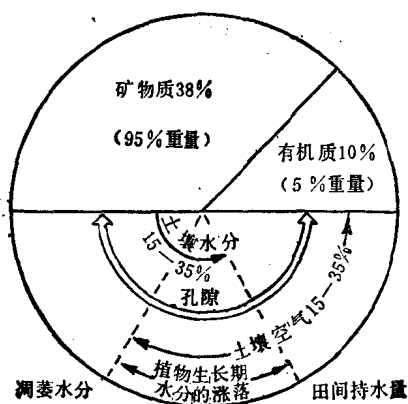


图1 土壤组成（容量百分数）

行，好比是土壤的血液。孔隙中的空气与大气不断地进行交换，大气补给土壤氧气，土壤又吐出碳酸气，好比土壤也在呼吸。

下面分别讲讲组成土壤的这些物质的性质，看看它们是怎样发挥土壤肥力作用的。

一、土壤矿物质

土壤是由岩石风化形成的。岩石风化变成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。

土壤矿物质颗粒通常占土壤固体部分重量的95—98%以上，是组成土壤的主体。它的作用，不仅直接支撑生长在土壤上的植物，成为作物扎根立足的场所。它的大小和数量，一方面直接影响土壤的物理、化学性质，一方面又是矿质养分的重要来源，可以说土壤中水、肥、气、热的性质无不受土壤矿物质颗粒所制约，因此，它同土壤肥力有着最密切的关系。

土壤矿物质种类很多，概括起来可分为两类：一类在地壳岩石矿物中原来就含有的，如石英、长石、云母、角闪石、辉石等等叫原生矿物，它们从岩石变成土壤，只是由大变小改变了外貌，其成分和结构并没有发生变化。在颗粒较粗的砂土中保留较多的原生矿物。另一类是原生矿物进一步风化，在成土过程中形成的新矿物如高岭土、蒙脱石、水化云母等，叫次生矿物，在粘土、胶泥里含有的粘粒，大都是次生矿物，又叫粘土矿物。

由于各种岩石矿物的组成不同，风化难易不同，形成的

表1 各级土粒的化学组成(%)

粒 级 (毫 米)			二 氧 化 硅 (SiO ₂)	三 氧 化 二 铝 (Al ₂ O ₃)	三 氧 化 二 铁 (Fe ₂ O ₃)	氧 化 钙 (CaO)	氧 化 镁 (MgO)	氧 化 钾 (K ₂ O)	五 氧 化 二 磷 (P ₂ O ₅)
砂粒	粗 砂	1—0.2	93.6	1.6	1.2	0.4	0.6	0.8	0.05
	细 砂	0.2—0.04	94.0	2.0	1.2	0.5	0.1	1.5	0.10
粉粒	粗粉粒	0.04—0.01	89.4	5.0	1.5	0.8	0.3	2.3	0.20
	细粉粒	0.01—0.002	74.2	13.2	5.1	1.6	0.3	4.2	0.31
粘 粒		<0.002	53.2	21.5	13.2	1.6	1.0	4.9	0.40