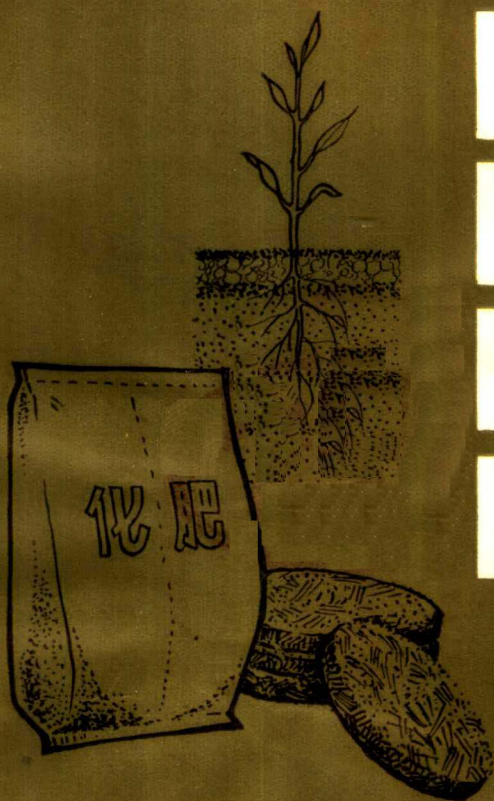


TURANGFEILIAO

福建省农业厅 主编

土 壤 肥 料



农业
科技
知识
丛书

TURANGFEILIAO

福建科学技术出版社

农业科技知识丛书

土 壤 肥 料

福建省农业厅主编

福建科学技术出版社

一九八三年·福州

编写人员

福建农学院土化系

土壤部分：洪如水

肥料部分：陈克文

土壤肥料

福建省农业厅主编

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 4.75印张 102千字

1983年4月第1版

1983年4月第1次印刷

印数：1—5,150

书号：16211·56 定价：0.42元

前 言

为了加强农业科学技术教育，普及农业科学基础知识，提高农村广大干部群众的科学文化水平，推动农业现代化建设，我们组织有关单位共同编写了这套《农业科技知识丛书》。

本丛书拟分为《水稻》、《小麦》、《甘薯》、《甘蔗》、《油料作物》、《种茶与制茶》、《果树栽培》、《作物育种与良种繁育》、《植物保护》、《土壤肥料》、《农业气象》等分册，在系统阐述有关学科的基本知识、基础理论的同时，紧密联系本省实际，介绍先进的农业技术措施。文字通俗简明，叙述深入浅出，并附有必要的典型插图，适于具备初中文化程度的农业领导管理干部、社队干部、农村科学实验小组成员和广大农民群众阅读，既可作为各级干部农业技术培训的教材，又可作为农业技术学校、农业中学、农村业余教育相应课程的选用课本，以及农村知识青年的自学读物。

《土壤肥料》这本书分为土壤和肥料两部分。土壤部分介绍了土壤的形成、组成、基本性质、肥力因素以及福建主要土壤的利用和改良；肥料部分介绍了作物营养与施肥，化学肥料的种类、性质和合理施用，有机肥料的特点、积制、贮存和施用方法。

由于我们水平有限，编写时间仓促，对全省各地经验的总结也不够深入，书中可能存在某些缺点和错误，希望广大读者批评指正。

福建省农业厅

一九八二年十二月

目 录

土 壤 部 分

第一章 土壤肥力和成土过程.....	(1)
第一节 植物的生长条件与土壤肥力.....	(1)
第二节 土壤的形成.....	(3)
第二章 土壤的组成.....	(6)
第一节 土壤矿物质.....	(6)
第二节 土壤有机质.....	(8)
第三节 土壤微生物.....	(11)
第四节 土壤水分和空气.....	(13)
第三章 土壤的基本特性.....	(16)
第一节 土壤质地.....	(16)
第二节 土壤的孔隙性质和耕性.....	(19)
第三节 土壤的吸收性能和保肥性.....	(24)
第四节 土壤酸碱性.....	(28)
第五节 土壤的结构特性.....	(32)
第四章 土壤肥力因素.....	(37)
第一节 土壤水分状况.....	(37)
第二节 土壤空气状况和温热状况.....	(40)
第三节 土壤养分状况.....	(44)

第五章 福建主要土壤的利用和改良	(49)
第一节 红壤类土壤	(49)
第二节 水田土壤	(53)
第三节 滨海盐土和返酸田	(63)

肥 料 部 分

第六章 作物营养与施肥	(68)
第一节 作物生长发育所必需的营养元素	(68)
第二节 合理施肥	(69)
第七章 化学肥料	(74)
第一节 氮肥	(75)
第二节 钾肥	(88)
第三节 磷肥	(92)
第四节 微量元素肥料	(101)
第五节 复合肥料与肥料的混合	(109)
第六节 石灰肥料及其他矿肥	(115)
第八章 有机肥料	(121)
第一节 粪肥	(122)
第二节 土杂肥	(129)
第三节 绿肥	(138)

土 壤 部 分

第一章 土壤肥力和成土过程

地球陆地上能够生长植物的疏松表层叫土壤。土壤的基本特征是具有肥力。土壤肥力就是土壤供给植物生长需要的水分、养分、空气和热量的能力。如果一种泥土不能生长植物，说明它不具有肥力，就不能称为土壤。

自然界的土壤不是从来就有的。它是在各种自然因素（母质、生物、气候、地形、时间）长期相互作用下形成的。

第一节 植物的生长条件与土壤肥力

一、植物生长离不开土壤

植物的生长，需要有许多条件。首先，植物要有扎根立足之地，才能支撑枝叶向空中展开，保证有效地吸收阳光和空气；其次，植物生长必需有水分和各种矿物质养分，而植物生长所需要的养分和水分，除了二氧化碳主要来自空气外，其他大都从土壤中吸取，植物根系生长所需要的空气和温度，也由土壤来提供（图1）。由此可见，植物的生长离不开土壤。

植物得到了这些物质和能量，就能生长繁殖。一粒小小的



图1 植物生活条件的来源

种子，从落地生根到长成一株完整的植物，需要从空气中吸收相当于自身体重（干重）45%的碳素；而从土壤中得到占自身体重55%的其他元素，其中氧元素占42%，氢元素占6.5%，氮素占1.5%，磷、钾、钙、镁及各种微量元素共占5%左右。

二、土壤肥力

前面已经说过，土壤肥力就是土壤供给植物生长所必需的水分、养分、空气和热量的能力。换句话说，土壤肥力实际上就是土壤生长植物的一种能力。如果

土壤通气条件和热量条件不良，即使土壤有再多的水分和养分，也不能被植物所吸收利用。因此，水分、养分、空气、热量（简称水、肥、气、热）合称为土壤的四大肥力因素，缺一不可。所谓“土壤肥力高”，就是土壤能及时适量地为植物提供水、肥、气、热条件；如果土壤肥力因素不足，或比例失调，土壤肥力也就不高。

土壤肥力因素之间是互相依存、互相联系、又互相制约的。例如，土壤水分太多，就影响了土壤的通气 and 温度，从而也会影响到根系对营养元素的吸收；反之，如果土壤水分太少，又会使植物萎蔫枯死，也不能吸收养分。可见，土壤中水、肥、气、热的协调，是保证植物吸收力和土壤供肥力的前提条件，也是土壤肥力高的重要特征。如果把土壤肥力

仅仅理解为土壤养分含量的多少，那是很不全面的。土壤管理不能只单纯强调施肥，而应当全面调节土壤水、肥、气、热的关系，才能保证作物良好生长。

第二节 土壤的形成

在自然界里，土壤的形成需经很长的年代和复杂的变化过程。一般地说，它要经历两个阶段，即岩石经风化作用变成母质阶段和母质经生物作用形成土壤阶段。

一、岩石经过风化作用变成母质

岩石的风化，是坚硬的岩石由大块变成细小颗粒的过程，也是岩石的成分和性质发生变化的过程。岩石的风化，有物理风化和化学风化两种。

长年累月暴露在地表的岩石，在大气冷热变化及生物的影响下，发生破裂和粉碎，由大块变成碎屑（图2）。这种破碎作用就叫做物理风化。物理风化一般不改变岩石所含矿物的化学成分。岩石中的各种矿物颗粒，在雨水、氧气、二氧化碳和由生物提供的各种有机物的作用下，其化学成分和性质都起了变化。这种作用叫做化学风化。

岩石在经历了各种风化作用后，获得了一些新的特性。如有一定的透气性和透水性，为进一步风化作用创造条件；改变了岩石矿物的化学成分，释放出可溶性盐类物质（如碳酸盐、硫酸盐、硝酸盐等），这是植物养料的最初来源；产生了一些颗粒细小的粘土矿物，开始具有一些保水和保肥的能力。但这样的风化产物还不完全具有肥力，所以还不是土壤，我们叫它为土壤母质。常见的土壤母质有残积母质、坡积母质、冲积母质、洪积母质、海积母质和红树母质等。

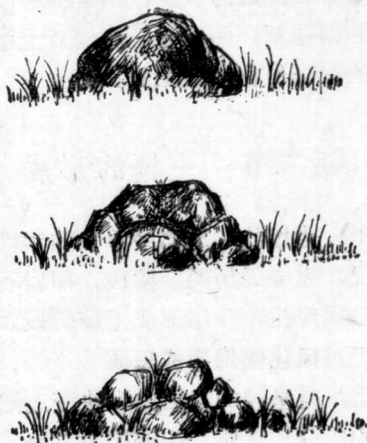


图2 岩石破碎的过程

二、母质经过生物作用形成土壤

岩石风化为母质，仅仅是土壤形成过程的第一步。母质还要经过生物的积极作用，不断地改变性质与结构，使之具备了肥力的特征，成为自然土壤。自然土壤所具有的肥力称为自然肥力。

母质是形成土壤的基础，但母质中不含有植物生长需要的氮素，而且矿质养分分散在整个母质层中，易于随水流失。只有当母质中出现了生物时，土壤形成过程才真正开始。最初在土壤中出现的是自养细菌，它们不需要有机质作养料便能生活，它们的活动形成了最原始的土壤。随后，出现了地衣、苔藓等低等植物，发展了土壤肥力。最后出现的是高等生物，它们的生命活动使土壤肥力又得到进一步的发展。

在生物，尤其在植物的积极作用下，母质中分散的、容易流失的矿质养分集中到表层，这是通过强大的植物根系进行选择吸收的结果，并以有机质的形式保存在表层，避免了流失。另外，固氮微生物能固定空气中游离态氮素，使之成为生物体中有机态的氮。这些生物死亡以后，残体留在表层，再经过微生物的分解作用，一部分变成了后来植物生长所需要的养分，另一部分变成了一种特殊有机化合物——腐殖质，保蓄在土壤中。植物根系或微生物的菌丝体等，能环抱分散的泥沙粒子，植物的枝叶覆盖地面，这样就固定了母质。植物根系和在土中活动的动物、微生物，增加了土中的孔隙，为土壤具有适宜的水、气、热创造了条件。可以说，生物的作用，是成土过程的主导因素。

在自然界中，风化作用和生物成土作用一般是同时同地进行，单纯的风化过程只存在于生物未出现的年代，现在是难以找到的。

自然土壤被人类开垦利用后，除了受自然因素的影响外，在很大程度上受人类生产活动的支配。人类采用各种技术措施改造土壤，培育土壤，把生土变为熟土，把瘦土变为肥土，这样，自然土壤就向着人类所要求的方向逐步发展成为耕作土壤。因此说耕作土壤是人类劳动的产物。

但必须指出，人类的生产活动如果缺乏科学指导，违背客观规律，也会导致土壤生态系统的破坏，造成土壤肥力状况的劣化，还会给社会生产和人类健康带来不良的影响。

第二章 土壤的组成

土壤是由矿物质颗粒、有机质（包括微生物）、水分和空气组成的。这四种物质不是机械地混合在一起，而是构成互相联系、互相制约的有机整体，并在自然条件和人类活动的影响下不断发展变化。它们的质量和比例是构成土壤肥力的物质基础，也是首要的土壤肥力诊断指标。图3所表示的是较好土壤四种物质的容积组成比例。调整土壤固体、液体、气体三部分物质的数量和比例，是改良土壤的重要途径。

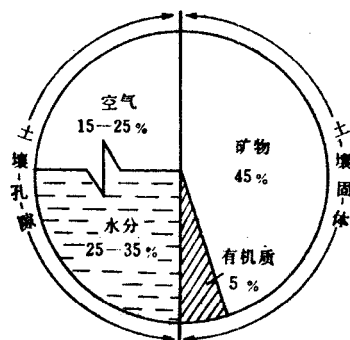
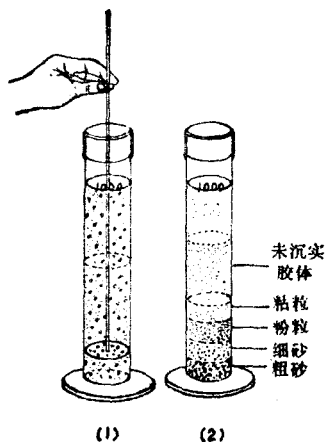


图3 较好土壤四种物质的容积比

第一节 土壤矿物质

用手压碎一块土团，或将土团泡在水中研磨搅动，它会

分散成无数颗粒。这些分散开的颗粒就是土粒。土粒的大小很不一样，粗的称砂粒，粉末状的称粉砂粒，细致、潮湿时有粘性的称粘粒。它们在静水中会分级沉降，形成粗细有规则的分层现象（图4）。土壤中这些大大小小的颗粒，实际上是各种各样的天然化合物，科学上称为矿物质。它们是天然岩石风化的产物。



土壤矿物质占土壤干重的95%以上，占土壤体积的一半左右，是土壤形体的基本部分。土壤中重要的矿物质有几十种，可分为原生矿物和次生矿物两大类。矿物质不但直接影响土壤的理、化性质，而且是植物养分的重要来源。

一、土壤原生矿物

这类矿物是岩石直接机械破裂、粉碎，没有发生化学变化的产物，主要是一些硬度大、抗风化性强、不易彻底粉碎的种类，是土壤中粗砂粒的主要成分。

重要的土壤原生矿物有石英、白云母和长石类等，还有少量颜色深暗的角闪石、辉石和黑云母之类。粗砂中象玻璃碎屑的矿物就是石英，闪光的薄片是云母类，粉红或灰白色、具有玻璃光泽的多数是长石类。石英不含植物营养元素，长石和白云母含有钾、钙、镁等元素，庄稼只靠这类坚硬的矿物是长不好的。而角闪石之类的暗色矿物，则含有更

加丰富多样的营养元素，且比较容易风化分解，所以在供给植物营养方面作用较大。其中黑云母是土壤有效钾的来源，含黑云母多的土壤，可以少施钾肥。含黑云母多的细砂，是改良粘土的好材料，群众称之为“金星砂”。

二、土壤次生矿物

这类矿物是在岩石风化过程中由原生矿物变化产生的新矿物。由于它们大量存在于土壤粘粒中，所以又称之为粘土矿物。次生矿物的粒子很小，据计算，一克这样的矿物有800万个以上的颗粒，颗粒的表面积总和有几平方米到几百平方米，从而大大增强了吸收水肥的能力。

土壤粘土矿物的主要种类有高岭土、水化云母和蒙脱石。在南方土壤中还有大量氧化铁和氧化铝之类。我省各地的瓷土大多数是高岭土；而红黄壤的颜色是由氧化铁类矿物染成的。

各种土壤水肥供保能力的差别，与粘土矿物的含量和组成种类密切相关。例如，含有大量蒙脱石的土壤，保肥力比含高岭土为主的土壤大十多倍；含铁、铝氧化物多的土壤，会使磷素变成难溶解的磷酸铁、磷酸铝等，供给磷素的能力就很差。此外，土壤耕性也受粘土矿物的影响。

第二节 土壤有机质

土壤有机质是土壤的重要组成部分，主要存在于土壤表层。在一般土壤中，有机质含量不超过土壤干重的3~5%。土壤有机质含有各种营养元素，而且对土壤性质起重要的作用，是评定土壤肥力的标志之一。所以，人们大量地给土壤施用有机肥料，轮种绿肥，实行秸秆回田等，都是为了

增加土壤有机质，从而提高土壤肥力。

一、土壤有机质的来源和组成

土壤有机质主要来源于植物、土壤微生物和动物，以及施入土壤的有机肥料。如果地面和土壤中没有生物的活动，也就没有土壤有机质。

直接构成土壤有机质的元素种类不多，主要是碳、氢、氧、氮、磷和硫，但它们按不同的数量和方式组成了千百种有机化合物，在土壤肥力上起着多种多样的作用。按它们的来源和性质，可将土壤有机质分为一般有机质和土壤腐殖质两大类。

土壤一般有机质常见的种类有糖、纤维素、脂肪、木素和蛋白质等，主要来自植物和微生物残体。它们只占土壤有机质总量的15~30%。

土壤腐殖质是土壤特有的有机胶体，常占土壤有机质总量的75~85%。它对土壤肥力起着非常重要的作用。土壤呈暗灰色，就是这类物质染成的。一般来说，土色愈暗，则土壤含有的腐殖质数量愈多。

二、土壤有机质的分解与转化

有机质在土壤微生物的作用下，会逐渐腐烂、分解和转化。这一系列复杂的变化，一般可概括为以下两种方向相反的过程：

1. 有机质矿质化过程：在微生物作用下，有机质彻底分解为无机盐、二氧化碳和水分。有机质矿质化的结果，释放出植物能吸收利用的养料。

2. 有机质腐殖化过程：土壤中有有机残体先经微生物分解，同时部分分解产物经微生物的作用，重新合成新的、更复杂的有机化合物，即土壤腐殖质。腐殖化过程形成腐殖

质，可起改良土壤和保存养分的作用。

有机质矿质化和腐殖化的过程在土壤中是同时进行的，又是相互矛盾的。如果矿质化过程占优势，有利于及时供应作物养分，但不利于积累养分；反之，腐殖化过程占优势，有利于养分的积累，但及时供应的养分就少。在生产上，就要采取适当的农业措施，调节矿质化和腐殖质化的过程，既保证植物对养分的需要，又能积累有机质，提高土壤肥力。如搁田可促进有机质分解，灌田则有利于有机质积累。

实际上，土壤有机质的组成和变化很复杂，它在分解转化的中间阶段，会产生许多象有机酸、酒精之类的物质。这些物质有的会刺激植物和微生物的生长；而有的会毒害植物，尤其在土壤通气不良或低温条件下危害更加明显。因此，在生产上要注意观察土壤的变化情况，采取合适的农业技术，促使其朝有利方向转化。

三、土壤有机质的作用

1. 提供作物养分。有机质分解时，逐渐释放出氮、磷、钾、硫、碳和微量元素等，供给作物吸收利用。

2. 增强土壤保水保肥能力。腐殖质属于有机胶体，保水能力强，并能吸收可溶性养分。据测定，土壤腐殖质的保肥能力比粘土矿物大几倍到几十倍，保水能力大几倍。

3. 改良土壤物理性能。腐殖质的粘性比粘土矿物小几倍到十几倍，所以含腐殖质多的土壤，结构性好，易于耕作。此外，腐殖质的颜色深暗，可增强土壤的吸热保暖能力。

4. 提供土壤微生物活动的能量和养料。土壤微生物大多是依靠分解有机质获得能量和养料，土壤有机质含量丰富，其他条件又适宜时，有利于微生物生长繁殖，可提高土壤肥力。缺乏有机质的土壤，就不能收到微生物肥土的好处。

此外，土壤有机质能提供生长素、维生素等，促进植物的生长发育。

第三节 土壤微生物

土壤是微生物的“王国”，一克土壤中含有几亿到几十亿个肉眼看不见的微生物个体，每亩耕作层土壤里的微生物可达上千斤。

土壤微生物的种类非常多，一般可分为细菌、真菌、放射菌、蓝绿藻类和原生动物。林下枯枝落叶上常见的丝状物和菇类形体，那是真菌或放线菌的菌丝体或子实体，它们的生长与生物残体腐烂有密切联系。此外，在潮湿地面上常见的蓝绿色或褐色胶皮，一般是藻类堆成的。细菌和原生动物只能在显微镜下看到。

土壤微生物对空气的喜好程度差别很大，有的要在空气流通的环境下才能生活，被称为好气性微生物，如真菌、放线菌以及大部分细菌。这类微生物分解有机质迅速彻底。有的微生物不喜欢或不能在空气流通的条件下生活，被称为嫌气性微生物。它们在通气不良的土壤中分解和转化有机质，但其分解作用缓慢且不彻底，在一定条件下，还会产生一些有毒物质。其中，反硝化细菌会使氮肥变为气体跑掉。土壤不通气时的许多害处，就是由嫌气微生物直接造成的。还有一些微生物对空气要求不严格，无论有没有空气都能生活，称之为兼气性微生物，如氨化细菌，它能把土壤中的硝酸盐转化为氨。

各种微生物摄取营养的方式很不相同，有的没有自己合成有机物生活的能力，而靠现成的有机物质生活，被称为异