

河南农业领导
管理干部培训

教材



土壤肥料

河南科学技术出版社

河南农业领导管理干部培训教材

土 壤 肥 料

河南省农业厅主编

河南科学技术出版社

编写人员

刘 凯 周开士 卓名贵 杨华球

审稿人

张景略 王汝舟 刘进法

河南农业领导管理干部培训教材

土 壤 肥 料

河南省农业厅主编

责任编辑 白鹤扬

河南科学技术出版社出版

河南省信阳市印刷厂印刷

河南省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 6印张 115千字

1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷

印数：1—23,000册

统一书号 16245·55 定价0.46元

前 言

培训各级农业领导管理干部，提高科学技术水平和管理能力，是落实发展农业靠科学，加速农业现代化建设的重要措施。为了适应我省农业领导管理干部培训工作逐步深入开展的需要，我厅特组织百泉农专、豫西农专、中牟农校、南阳农校、信阳农校、安阳农校的教师，在总结近几年来培训班教学经验的基础上，编写了这套农业干部培训教材。

这套教材包括《农业生产概论》、《植物生理》、《农业气象》、《土壤肥料》、《作物遗传育种》、《作物栽培》、《植物保护》、《畜牧学》、《农业经济管理》等共九册。根据培训班学员的特点和要求，教材内容尽量结合我省生产实际，比较系统地介绍了农业科学基础理论、基本知识和主要管理技术措施；同时文字力求简明通俗，基本适合每期四个月左右的农业领导管理干部培训班使用，也可供农业技术员、农业中学师生、广大农村知识青年学习参考。作为教材使用时，各地可因地制宜，根据需要进行必要的增减。

在编审中河南农学院、省农林科学院、省农业区划办公室、省棉花办公室、省气象局、新乡师院、郑州牧专、省气

象学校、商邱农校、周口农校等单位的同志给予了大力支持和帮助，谨致以谢意。

这一工作是由厅教育处刘垣同志具体负责组织的。由于我们水平有限，编审时间又较仓卒，征求意见不够广泛，不妥之处希望在使用中提出宝贵意见，以便进一步修改补充，逐步完善。

河南省农业厅

1982年6月

目 录

第一章 土壤与土壤组成.....	(1)
一、土壤与植物生产的关系.....	(1)
二、土壤及其肥力的概念.....	(2)
三、土壤的形成.....	(3)
四、土壤的组成.....	(7)
第二章 土壤肥力因素.....	(15)
一、土壤水分状况.....	(15)
二、土壤养分状况.....	(22)
三、土壤空气状况.....	(26)
四、土壤热量状况.....	(31)
第三章 土壤主要肥力的性质.....	(38)
一、土壤的砂粘性.....	(38)
二、土壤结构.....	(45)
三、土壤孔隙.....	(49)
四、土壤保肥性和供肥性.....	(53)
五、土壤酸碱性.....	(60)
六、土壤耕性.....	(63)
第四章 河南省土壤主要类型性态与利用、改良.....	(67)

一、土壤类型分化的必然性	(67)
二、土壤剖面的发育	(68)
三、土壤分类原则与分类制	(70)
四、主要土壤类型性态与利用改良	(73)
第五章 土壤普查	(90)
一、土壤普查的目的	(93)
二、土壤普查的准备工作	(91)
三、土壤普查的野外调查工作	(91)
四、土壤普查的室内工作	(105)
五、土壤普查的成果应用	(105)
第六章 作物合理施肥的理论基础	(107)
一、作物生长发育必需的营养元素	(107)
二、作物营养元素的同等重要律和不可代替律	(112)
三、肥料三要素的概念	(115)
四、最小养分律	(115)
五、养分平衡	(115)
六、报酬递减律	(116)
七、作物营养的临界期和最高效率期	(116)
八、作物对养分的吸收	(118)
九、影响肥料吸收的条件	(120)
第七章 化肥	(122)
一、氮肥的性质与施用	(122)
二、磷肥的性质和施用	(128)
三、钾肥的性质与施用	(132)

四、合理施用化肥应注意的问题·····	(135)
五、微量元素肥料的施用·····	(139)
六、复合肥料的种类和施用·····	(141)
第八章 有机肥料与微生物肥料·····	(146)
一、家畜粪尿及圈肥·····	(146)
二、人类尿的积存与施用·····	(150)
三、高温堆肥·····	(152)
四、饼肥·····	(155)
五、发展绿肥·····	(156)
六、广开肥源多积有机肥料·····	(159)
七、微生物肥料·····	(164)
第九章 作物施肥·····	(170)
一、施肥原则·····	(170)
二、作物吸收养分数量·····	(171)
三、作物平衡施肥量的计算·····	(171)
四、建立科学的施肥制度·····	(177)
五、实现施肥机械化·····	(179)
六、作物施肥方式和方法·····	(180)

第一章 土壤与土壤组成

一、土壤与植物生产的关系

地球上一切生命的延续以及生命现象的维护，都需要能量，我们人类也不例外。对生命现象来说，宇宙间能量最原始、最普遍、最经济而又最大的来源是日光。但是人体的细胞，并不能直接利用日光的能，而必须把它转变成食料内潜藏的化学能后才可利用。自然界里对能的形式转变工作，是由绿色植物来完成的。绿色植物依靠它本身所含有的叶绿素，把太阳的能量通过光合作用转变并贮藏为有机质里的潜能，人类就是利用这些有机质作为食料，来满足生活所需要的能量。这样，人类一方面维护了自己的生命，而同时又完成了对社会应有的劳动，进一步推动了人类和社会的发展。因此，使绿色植物生产能更有效的发展起来，这就是农业生产最主要而基本的任务。

植物的生长发育，是靠土壤直接支持，植物生长发育所必需的生活条件，除日光外，水分、养分、空气和温度主要靠土壤供给。所以，土壤的性状也就决定着植物生长发育的状况；同时，为了满足植物生长发育所需要的条件，所进行的一系列农业技术措施，主要通过土壤而起作用。因此，土

壤是植物生产的基地，是农业生产最基本的生产资料。没有土壤，就没有农业。

二、土壤及其肥力的概念

（一）土壤概念 什么是土壤，苏联土壤学家威廉士曾下了一个正确的定义：“当我们说到土壤的时候，我们所了解的是地球陆地上能够生长植物收获物的那一疏松的表层”。肥力是它最基本的特性。

根据土壤的形成条件，发展阶段以及与农业生产的关系不同，又可将土壤分为自然土壤和农业土壤。

自然土壤是在生物、母质、气候、地形和时间五大自然成土因素的综合作用下形成的土壤，在其形成过程中，生物起主导作用。凡未被开垦的处女地都属自然土壤。

农业土壤是在自然土壤基础上，经人为耕种熟化的土壤，其形成过程除受自然因素影响外，人为因素起主导作用。农业土壤是自然因素和人为因素综合作用的结果。

（二）土壤肥力的概念 土壤是个独立的历史自然体，它有其自己的发生发展历史，与地球上任何物质的性质都不同，它有其自己独特的性质——肥力。关于土壤肥力的概念，过去，甚至现在还有人认为肥力是指土壤养分或有机质的多少而言。其实不尽然。那么究竟什么是土壤肥力呢？土壤肥力是指：在植物生长发育过程中，土壤能同时不断地供给与调节植物生活所必需的水分、养分、空气和热量的能力。

土壤肥力有：自然肥力、人为肥力、有效肥力及潜在肥

力之分。自然肥力，是指地球表面的岩石，在各种物理、化学及生物作用下，形成了母质，在母质基础上再在各种自然因素综合作用下形成的肥力。在未开过荒的处女地，就完全具备这种肥力。人类在处女地开荒种植作物，经过耕作、施肥、灌溉等农业技术措施，产生了新的肥力，这种肥力叫人为肥力。人为肥力是在自然肥力的基础上发展起来的。土壤肥力，在生产上反映出来的，叫有效肥力，而在生产上未表现出来的叫潜在肥力。

三、土壤的形成

土壤的形成，分母质的形成和土壤的形成过程，二者是同时同地进行的。

（一）母质的形成 大块的岩石经过复杂的、长期的物理风化（日晒、水淋、冰冻、风吹等），化学风化（水解、水溶、水化、氧化等）及生物风化（植物根的穿插等）形成大小、形状不同的碎屑。这些碎屑就成为成土母质。它具有与岩石不同的性质：有一定的透气、透水性，含有一部分水溶性矿质养料如钙、镁、硫、磷、钾等，具有保肥保水性。但不含有氮素养分，还不能生长植物，所以还不能称为土壤。

（二）土壤的形成 在人类未参加土壤形成过程之前，土壤是在五种自然成土因素综合作用下形成的，其中生物起主导作用。

1. 生物在土壤形成过程中的主导作用：首先在母质生活繁殖的为自养性细菌和固氮蓝绿藻。自养性细菌，有的利用

母质中的无机物为能源合成自身细胞的有机质；有的用自身细胞色素，以阳光为能源进行光合作用，创造自身细胞所需的有机质。固氮蓝绿藻以自身细胞中叶绿素，利用阳光为能源进行光合作用，创造自身所需的有机质，同时，还能固定空气中的氮气，制造氨基酸和蛋白质供自身用。它们生长繁殖的结果，使母质中含有少量的有机质和氮素养分，这就为自生固氮微生物及低等绿色植物生长繁殖打下了物质基础。自生固氮微生物及低等绿色植物生长繁殖的结果，使母质中氮素养料及有机物更为丰富了，这就为高等绿色植物，包括豆科植物在内，创造了良好的生长条件。高等绿色植物的生长繁殖，对土壤肥力的迅速提高，起了决定性的作用。

第一，高等绿色植物，在生长过程中，能主动吸收它所需要的营养元素，经新陈代谢作用制成有机成分，以组成本身有机体。当它们死亡后，这些元素就随残体留在土层中。

第二，高等绿色植物有集中养料的能力。因为它们根系数量多，分布范围广，表层比重大，故通过植物根系的吸收，能把底层分散的养料集中到土壤表层中来。

第三，使土壤中的氮素养料更为丰富。如豆科植物根部有根瘤菌，能固定空气中大量的氮气。据统计，种一茬豆科植物，仅根、茎、叶，就能增加土壤中氮素5—10斤/亩，这就大大的发展了土壤肥力。

因此，通过生物选择吸收，集中保蓄以及固氮作用，使生物所需要的养料元素，在土壤中从无到有，由少到多逐渐聚集丰富起来。上述过程，实质上是有机质的合成过程。

但是，只有有机质的合成，而没有有机质的分解，那么，风化作用所释放出来的养料，就将会全部被固定在有机质中。这样，植物也会因养料枯竭而无法生活。所以，有机质的分解也是土壤肥力不断更新发展的另一个方面。而有机质的分解作用，主要是通过腐生性微生物的活动进行的。腐生性微生物活动的结果，将有机残体分解，使养料重新释放出来，又成为植物能吸收利用的状态。这样，使地球上有限的养料元素，能循环使用，满足了无穷无尽的生物世代生命现象的需要。

同时，在有机质的合成与分解过程中，由于微生物的作用，还可产生腐殖质，能促进土壤团粒结构的形成，进而改善了土壤的水、肥、气、热状况。

由上述可知，只有生物参加了土壤的形成过程，才能使母质逐渐变成土壤，并使土壤肥力不断地发展。所以说，生物的作用是成土过程的主导因素。

2. 其他自然因素对土壤形成的影响：

(1) 母质因素：母质是构成土壤矿物组成的基本材料，同时又是植物矿质营养元素的最初来源，因而，母质的组成和性质，往往对土壤组成和性质，带来深刻的影响。如砂岩风化物上发育的土壤，砂性重，养分贫乏；石灰岩风化物上发育的土壤，含钙丰富；花岗岩风化物上发育的土壤，砂粘兼备，富含钾素；而湖积母质上发育的土壤，含有机质丰富，质地粘重，如此等等。

(2) 气候因素：气候对土壤形成作用的影响是十分复杂

的，其中温度和湿度的影响最为重要，它直接影响风化和成土过程的方向和速率。从温度的影响看，在寒冷地带，如我国东北的黑龙江省，不但岩石矿物的风化作用微弱，而且有机质的合成与分解，也进行得缓慢。反之，在热带，如我国广东省的海南岛，矿物质除石英外，大多被彻底分解，而且有机质的生成量和分解量既多又快。湿度的影响也很明显。如在干旱地区，土体中盐基物质不易淋失，并积累在土体中，因而使土壤常呈盐基饱和状态。在湿润地区，则盐基物质强烈淋失，土壤常呈盐基不饱和状态。

(3)地形因素：地形对土壤形成的影响也是多方面的，主要表现在影响土壤的水、热条件和母质的重新分配。地形不同，土壤形成过程也不一样，如在大地形中，由于山脉的走向、海拔的高低不同，可造成不同的生物气候带，而形成不同类形的土壤，致使土壤呈地带性水平分布规律和垂直分布规律。在中小地形中，影响土壤的水、热条件，养分、质地、土层厚度等的差别，而使土壤呈现局部的地域分布规律。

(4)时间因素：土壤的形成和发展，和其他事物运动变化形式一样，是随时间进行的，也就是说，土壤在其他成土因素综合作用下，随着时间的推移，土壤及其肥力变化也愈大。

3.农业生产活动对土壤形成的影响：以上所讲的，主要为自然土壤的形成。但是，土壤作为农业生产资料，它一旦被人类开垦利用，就不仅受自然因素的影响，而且主要受人

类生产活动所支配。人类为了开垦利用土壤，就有意识的采用各种措施改造土壤、培育土壤，把生土变成熟土，熟土变成肥土。这样，自然土壤就不断发生变化，发展为农业土壤。在这一变化过程中，人为因素起主导作用。农业土壤的发展方向和变化速度，和未开垦以前的自然土壤有质的差别。

人类生产活动，对土壤形成作用是巨大的，特别是随着科学技术的发展，生产力的提高，对土壤的形成，将产生更加深刻的影响。

四、土壤的组成

土壤是由固体、液体和气体三种形态的物质所组成。这三种形态的物质包括有机的、无机的、有生命的和无生命的。这些物质综合在一起互相作用，互相影响，使土壤肥力不断发生变化。

（一）土壤矿物质 大块的岩石或矿物，经过风化作用，形成大小、形状不同的颗粒叫矿物质颗粒。土壤矿物质颗粒占土壤固体物质体积的95%以上，是构成土壤最基本的组成物质，构成土壤的“骨架”，支持着植物生长。植物生长发育过程中所需的硫、磷、钙、镁、硼、锰、铜、锌、铝等矿物质元素，主要由矿物质颗粒而来。土壤矿物质可分为原生矿物和次生矿物两大类。

1.原生矿物：它是岩石中原来就含有的，在风化过程中未经化学风化，只是受到程度不同的物理性破碎。土壤中原生矿物种类很多，主要的有石英、长石、云母等。其中石英

抗风化力最强，它不仅硬度大，而且难以风化。在岩石风化过程中，几乎全部保留下来，所以土壤中石英含量很高，为土壤中砂粒的主要组成矿物。石英虽不含养分，但能增加土壤通透性。长石抗风化力低于石英，较易破碎，也易受化学作用而分解，转化成各种次生的粘土矿物，因而遗留下来的数量相对减少。它是土壤中钾、钠、钙的主要来源。云母有白云母和黑云母两种，两者均易遭受机械破碎，但化学稳定性不同，黑云母比白云母易受化学作用而分解，在土壤中消失，白云母则常呈细小的薄片状颗粒存在于土壤中，也是钾、镁、铁的重要来源。此外，土壤中还有其他一些原生矿物存在，如磷灰石、角闪石、辉石等，它们的含量虽少，但却是植物生长必需的营养元素磷、镁、硫、铁及微量元素等的来源。

2. 次生矿物：又称为粘土矿物。它是由原生矿物经风化作用后重新形成的一类矿物。次生矿物一旦形成，就比较稳定，不易再继续发生变化。因此，土壤中颗粒最细的粘粒大都是次生矿物。次生矿物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），呈胶体状态，具有吸收性和膨胀收缩性，对土壤保水、保肥、供肥性能影响很大。

土壤中主要的次生矿物，有蒙脱石、高岭石及水化云母，是构成土壤粘粒的主要矿物成分。

（二）土壤有机质 土壤有机质是土壤的重要组成物质之一。从数量上看，土壤中含量并不多，高的可达10%左右，

一般只占百分之几或更少。就我省来说，旱地土壤耕层一般含量1—2%，水田不超过2—4%。有机质含量虽少，但在肥力上意义却十分重要，它不仅是植物营养元素的重要来源，同时还能改善土壤的理化性状，培肥土壤。

1. 土壤有机质的来源及组成：土壤有机质主要来源于动植物遗体，活的和死的微生物以及施用的有机肥料和绿肥。微生物只占有有机质总量的1—2%，故耕地有机质的含量，主要决定于施用有机肥的数量和植物生长过程中，遗留在土壤中的植物残体。

进入土壤中的有机质，一般有新鲜有机物质、腐烂物质以及经过微生物作用，所形成的腐殖质三种形态。其中腐殖质是黑褐色胶体物质，它已经完全没有生物残体的迹象，并常和土壤矿质部分结合在一起，为土壤中主要的有机质形态，约占有机质总量的85%左右。

土壤有机质尽管来源不同，形态多样，但它们的基本成分不外是纤维素、木质素、淀粉、糖类、油脂、蛋白质等。在这些成分里，包括有大量的碳、氢、氧、氮、硫、磷、钾和少量的铁、镁等元素。

2. 土壤有机质的转化：有机质残体进入土壤后，在微生物的作用下，就会慢慢的腐烂。这些物质的腐烂分解，是一个非常复杂的变化过程，但一般不外是两种情形。一种是在微生物作用下，将原来这些复杂的有机物质分解成为简单的无机盐类，并放出二氧化碳和水。这种从复杂的有机物，分解为简单的无机物的过程，叫做有机质的矿质化过程，或叫