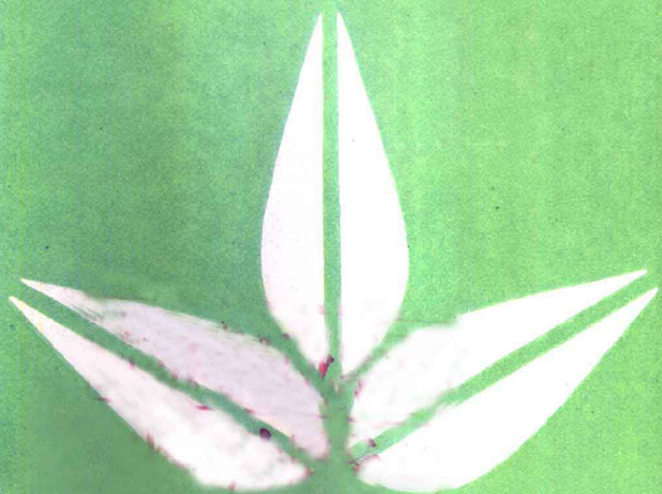


中 级 本



土 壤 与 肥 料

河北保定农业专科学校编

农 业 出 版 社

全国统编农民职业技术教育教材

全国统编农民职业技术教育教材

土 壤 与 肥 料

河北保定农业专科学校 编

中 级 本

农 业 出 版 社

(京) 新登字060号

全国统编农民职业技术教育教材
土壤与肥料(中级本)
河北保定农业专科学校 编

农业出版社出版(北京朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 通县曙光印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 11.5印张 254千字
1984年8月第1版 1992年4月北京第10次印刷
印数 282,001—325,000册 定价 4.10元

ISBN 7-109-00434-1/S·326

统一书号 16144·2891

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,使用中有什么问题,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

绪 论	1
第一章 土壤形成的概念	5
第一节 自然环境条件与土壤形成的关系	5
第二节 不同的成土条件产生不同的土壤类型	8
第三节 人类生产活动对土壤肥力发展的影响	12
第二章 组成土壤的固体物质	14
第一节 土壤矿物质	15
第二节 土壤微生物	15
第三节 土壤有机质	18
第三章 土壤肥力因素	22
第一节 土壤水分	22
第二节 土壤空气	31
第三节 土壤温度	34
第四节 土壤养分	38
第四章 土壤理化性质与土壤肥力的关系	43
第一节 土壤颜色	43
第二节 土壤质地	44
第三节 土壤松紧度与孔隙度	49
第四节 土壤结构与层次构造	52
第五节 土壤耕性与土壤的粘结性、粘着性和可塑性	57
第六节 土壤保肥性与供肥性的关系	59
第七节 土壤溶液与土壤酸碱性	63
第八节 肥力因素的调节与土壤培肥	67

第五章 低产田的改良	79
第一节 低产土壤形成的原因	79
第二节 盐碱土的改良利用	81
第三节 砂土的改良利用	91
第四节 山区低产田的改良利用	94
第五节 低产水稻土的改良利用	98
第六节 红壤性低产旱田的改良利用	107
第六章 化学肥料	114
第一节 概述	114
第二节 氮肥	117
第三节 磷肥	135
第四节 钾肥	149
第五节 复合肥料	153
第六节 微量元素肥料	159
第七节 石灰及石膏肥料	167
第七章 有机肥料	174
第一节 概述	174
第二节 人粪尿	175
第三节 家畜粪尿及厩肥	186
第四节 堆肥和沤肥	194
第五节 土杂肥	210
第六节 饼肥	218
第七节 腐植酸类肥料	221
第八节 绿肥	226
第八章 微生物肥料	245
第一节 根瘤菌肥料	245
第二节 “五四〇六” 抗生素肥	250
第三节 自生固氮菌肥和磷细菌肥	255
第九章 土壤与作物营养诊断	257
第一节 概述	258
第二节 土壤营养诊断	263

第三节	作物植株营养诊断	282
第四节	营养诊断的应用	293
第十章	合理施肥	299
第一节	肥料的合理分配与合理施用	299
第二节	合理施肥的环节和方法	308
第三节	施肥量的估算	310
第四节	肥料的混合施用	316
实验实习一	土壤样品的采集与处理	319
实验实习二	土壤含水量的测定	323
实验实习三	土壤有机质测定——重铬酸钾氧化还原 比色法(速测法)	325
实验实习四	土壤有机质含量的测定——重铬酸钾法 (参考实验)	327
实验实习五	土壤水解性氮的测定——扩散吸收法	330
实验实习六	田间持水量的测定	333
实验实习七	土壤容重的测定(环刀法)	334
实验实习八	土壤酸碱度测定——混合指示剂法	336
实验实习九	耕作土壤剖面性状观察	337
实验实习十	土壤含盐量的测定	342
实验实习十一	水稻土硫化氢含量的速测	343
实验实习十二	氨水含氮量的测定	344
实验实习十三	化学肥料鉴定	349
实验实习十四	高温堆肥的堆制管理	354
实验实习十五	豆科植物根瘤菌苗圃培育法	356

绪 论

一、土壤与土壤肥力 土壤是地球陆地上能够生长绿色植物和作物的疏松表层。土壤是植物生长、发育的基地，是农、林、牧业的基本生产资料。合理地利用土壤资源和改良土壤，是发展农业生产的基础。

绿色植物的生长发育必须有光、气、热、水、养分等外界条件，缺一不可。其中光可从太阳获得，气是从大气与土壤中获得的（茎、叶从大气中得到二氧化碳与氧气，根需要从土壤中获得氧气）。热是由太阳而来，它一方面通过大气影响植物，另一方面通过土壤影响植物。水与养分主要依靠土壤供给。由于绿色植物生长发育必需的生活条件除日光外，水分、养分、空气和热量都是全部或部分通过土壤供给，所以人们把土壤供给植物生长发育所需要的水分、养分、空气和热量（简称水、肥、气、热）的能力，叫土壤肥力，土壤肥力是土壤的本质特征。

土壤肥力有高有低。肥沃土壤不仅能满足植物对水、肥、气、热的需要，而且土壤本身具有能调节这四个因素的能力。土壤中各肥力因素不是彼此孤立，而是相互联系、相互制约的，只有各肥力因素同时存在，并且相互协调，才能满足作物生长发育的需要。

从理论上说，土壤肥力都应该产生经济效果，但因受环境

条件与耕作、栽培技术的限制，只有一部分能在生产上表现出来，这一部分在生产上表现出来的肥力叫“有效肥力”，也叫“经济肥力”；没有在生产上表现出来的肥力叫“潜在肥力”。

土壤肥力可因环境条件的改变不断地发生变化。同一块地冬季、春季、夏季肥力表现有很大差异。不同的耕作管理方法与灌溉、施肥等农业技术措施，都对土壤肥力有重大影响。如果合理地利用土壤，即可越种越肥；如果采用不合理的管理方式，土壤就会越种越瘦。例如滥用化肥，不合理的灌溉，就可能造成土壤板结和盐化。这就说明土壤肥力可以向两个方向(好与坏)发展变化，关键是人的管理利用是否合理。

二、土壤与肥料在农业生产中的地位 土壤是农作物生长的基地，肥料是植物的粮食。农民也常说“万物生于土”。我们知道不论是种植业、畜牧业、林业生产的产品，都是直接或间接地从土壤上获得。“地肥苗壮”，“瘦地长不出好庄稼”，“种地不用问，全靠土和粪”，都说明了土和肥与作物生长的关系。植物要在土壤中扎根、生长，各种农业技术措施（如耕、锄、浇水、施肥等）也都通过土壤来控制作物生长。各种有机肥料与化学肥料施用得是否合理，也要直接影响作物产量。这就充分说明土壤与肥料在农业生产中占有重要地位。

我国农民经过长期的生产斗争，积累了丰富的用土、改土与积、造、用肥的经验。

解放后，在中国共产党的领导下，我国土壤肥料工作发展很快。我们进行了全国范围的荒地资源考察和耕地土壤普查，研究了高产土壤的培肥途径与低产土壤的改良技术(如盐碱土、红壤低产田改良等)，这些工作都已取得丰硕成果。通过肥料试验，明确了主要作物需肥规律、科学施肥技术、合理施肥原则

(如以有机肥料为主配合施用化肥、氮肥深施、氮磷肥配合施与施用微量元素肥料等),对提高肥效,增加作物产量都有显著效果。

三、土壤与肥料在实现农业现代化中的任务 为了实现农业现代化,使我国成为世界上的高产国家,从目前实际情况看,必须注意土壤资源的保护与合理利用,实行农、林、牧业结合发展。宜农则农、宜林则林、宜牧则牧,进行综合治理。

我国每个农业人口平均有一亩多耕地,有些人口密集地区每人尚不到一亩。大部分土壤肥力不高,产量不稳。山区水土流失严重。估计全国还有五亿亩低产田,因此主要任务是培肥土壤,改良低产田,提高单位面积产量,保证连年高产稳产。山区要注意保持水土,实行多种经营。

当前肥料不足,施用方法不合理,是我国农业生产的一个重要问题。应该广辟肥源,扩种绿肥,迅速提高土壤有机质含量,改进施肥技术,提高肥料利用率,制订合理的耕作与土壤管理制度,做到用地与养地相结合,实现高产稳产低成本,不断提高劳动生产率。

土壤肥料科学是农学、植保、果林、蚕桑、茶叶等专业的基础课,同时也是一门专业技术课,内容主要讲授有关土壤与肥料的基础理论与技术措施。本课程以认识与提高土壤肥力为中心,以农业土壤的培肥、低产田改良,化学肥料、有机肥料的科学施用方法为重点,系统讲述土壤与肥料的基础知识,力求理论与实际应用相结合。学员通过学习本课程可以具有初步分析和解决生产中与土壤肥料有关的问题的能力。

复习思考题

1. 什么叫土壤肥力?
2. 说明土壤肥料与农业生产的关系。
3. 说明土壤肥料科学在农业现代化中的任务。

第一章 土壤形成的概念

土壤是一个不断发展变化的物体，也是农民长期劳动的产物。

地球表面的岩石，长期受到物理、化学（如温度、水分、氧、二氧化碳等）和生物（微生物和高等植物）的作用，逐渐被破坏，变成松散的碎块与细末，化学成分也有改变，这个过程叫岩石风化。风化形成的产物叫成土母质。

岩石变成母质，还要经过成土过程才能形成土壤。成土过程，是在自然因素的综合作用下，经过生物在母质中逐渐积累养分，使母质产生肥力而发展成土壤的过程。

土壤形成和发展变化的情况与自然条件有关，但在很大程度上也受社会制度、科学技术水平和人为活动的影响。

第一节 自然环境条件与土壤形成的关系

一、成土母质 岩石风化以后的产物变为松散状态，有了透水、透气的性质，也有一些可溶于水的矿质养分，但是它还不具备土壤的本质特性——肥力，所以我们叫它成土母质，它是形成土壤的基础物质。

这些岩石风化产物（母质）有的停留在原处不动，有的受风或水的作用被搬运到远处沉积下来。这些被风力或水力运走

的母质，在风力、水力减弱的时候，大颗粒先沉下来，小颗粒后沉下来，因此可看到明显的“成层”或“成带”的分别沉积现象。农民有“紧出砂，慢出淤”的说法，就可说明河水流速的变化与沉积物粗细分布的关系。

成土母质的粗细，直接影响土壤的砂、粘状况，土壤的层次排列状况与土壤理化性质。它对土壤水、肥、气、热等肥力因素的协调程度和植物生长发育情况都有重大影响。母质成分也影响土壤中各种矿质养分的含量。

二、地形 地面的高、低、起伏、平坦叫地形。地形部位不同，可影响土壤中水分、热量的变化和母质与植物种类的分布。如坡地与平地接受太阳的热量不同（阴坡、阳坡差别也很大）、水分流动情况不同（山地、坡地易被冲刷，土壤养分易流失，土层厚度小；平原水流平缓，易沉积泥砂，淤积地区土壤养分多，土层厚度大）。由于地形部位影响水、热条件的变化，也影响母质的移动和植物养分的分布，所以不同地形部位适宜生长的植物种类不同，形成土壤的类型也不一样。

三、气候 气候对土壤形成的作用是多方面的，其中以热量（温度）和降水对土壤形成的影响最大。

在高温多雨地区，岩石风化快，植物生长繁茂，微生物活动旺盛，有机质分解快，植物养分易随水流失；寒冷干旱地区，岩石风化较慢，植物生长差，微生物活动不旺盛，有机质分解慢，养分损失也少。

不同气候地带，植物群落的分布和土壤类型的变化都有明显区别。

四、生物 生物包括生长在土壤上的高等绿色植物和微生物，还有在土壤中生活的动物，它们都对土壤形成有很大的影

响。

最初在成土母质上出现一种自养细菌，利用母质中的水分、空气、矿质养分和利用空气中的氮素生活，以后才有了绿色植物。

绿色植物和微生物，通过吸收可溶性养分（固氮菌可固定空气中的游离氮素）合成有机体，死后再被分解，这样年长日久，植物营养元素就能在土壤内集中，并积存起来，也就发展了土壤肥力。

植物种类不同，根系吸收水分和养分的深度不同，利用难溶性养分的能力不同，长成地上有机体的数量与地下遗留根系的数量也不一样。如森林地带每年有大量枯枝落叶堆积，树根可吸收深层的水分和养分，地表可有落叶覆盖层，能保持水分，减少水土流失。枯枝落叶腐烂后，可转化形成腐殖质和植物养分；棉花、薯类、瓜类在土壤中遗留根量较少；禾谷类遗留根系较多；豆科绿肥利用土壤中难溶性养分的能力较强。这些不同种类的植物具有的特点都直接影响土壤形成过程，而使土壤表现不同的特征、特性。

在土壤中生活的蚯蚓、鼠类等对土壤肥力也有较大的影响。

五、时间 一堆由岩石风化而成的母质没有肥力，不能叫土壤，只有经过生物（由低级到高级）生长，积累有机质，产生了肥力，它才成为土壤。时间就是土壤形成的发展过程。一定的气候条件、地形条件与母质的运动、变化和植物的生长、发育，经过一定的时间，对土壤性质都产生重大影响。因此可以说时间因素就是一切土壤及成土因素发展变化的过程。

土壤的形成是成土母质、地形、气候、生物与时间五种成

土因素综合作用的结果。由于五种成土因素综合作用的程度不同，可形成不同类型的土壤。

第二节 不同的成土条件产生不同的土壤类型

一、成土条件与土壤类型的关系 我国地域辽阔，从南到北，从东到西地理位置不同，各地有多种多样的生物气候条件。在不同的自然因素综合作用下，必然产生各式各样的成土过程，也就一定要出现各种不同的土壤类型。例如我国南方气候高温多雨，植物生长繁茂，矿物质和有机质都分解得快，由于大量降水，不断淋洗土体，以致使盐基和硅酸被淋失，于是氧化铁和氧化铝在土体中相对增多。因盐基淋失使土壤显酸性反应，大量的氧化铁把土体染成红色，我们称之为红壤。

我国东北气候寒冷、干燥，夏短冬长，春季多风少雨，每年11月初开始冻结，次年3月下旬开始化冻，有些地方直到6、7月间才能完全化通，冻层深达一米五至二米多，草原草本植物生长茂密，每年都有大量有机质留在土壤表面和土体内。由于温度低冻结期长，雨量集中，夏季湿度大，所以有机质分解慢，而积累大量腐殖质，使土色发黑形成黑土。

北方干旱和半干旱地区，地势低洼、地下水位高和地下水矿化度（1升地下水含有可溶性盐的数量）大的地方，由于地表蒸发量大而使地下水中的盐分随水上升到地表，积存在耕层而形成盐土或盐渍化土壤。

华北地区，地势较高排水良好的地方形成褐土，地势低平排水较差的地方形成潮土。

农民多年栽培水稻，可形成水稻土。经过多年种菜培肥可

形成肥力较高的菜园土。

以上简单提出几种主要土壤类型与成土条件的关系，即可说明在不同的气候、生物、地形和人为条件下，能形成不同的土壤类型。由于成土条件不同而使各种土壤都有它自己的形态特征和特性。未经人类开垦耕种的土壤叫自然土壤，已经被人类开垦耕种的土壤叫耕作土壤或叫农业土壤。

二、农业土壤（耕作土壤）的形态特征和特性 农业土壤也叫耕种土壤或耕作土壤，它是经过农民的生产劳动由自然土壤发育形成的。

耕作土壤由于自然成土条件和人为影响（耕作、施肥、灌溉等），有它自己发展变化的规律性。不同的环境条件与不同的耕作制度使土壤产生不同的特征特性。通过观察、研究剖面形态与层次特征了解土壤的理化生物过程与肥力状况，它们的特征与生产性能，可以为合理用土、改土，提高土壤肥力提供可靠的科学依据。

从地面垂直向下，一直到母质的土体断面叫土壤剖面。土壤由于受自然因素和人类活动的影响，整个剖面从上到下，在土壤颜色、质地、结构、松紧状况等方面表现出差别，使土壤显出一定的层次性。一般的耕作土壤通过多年的生产管理过程，从上到下依次明显地分化为表土层、犁底层（不一定都有）、心土层和底土层的层次构造（如图1—1）各层的形态特征分述于下：

（一）表土层（耕作层或熟土层）是土壤体的上部土层，受人类生产活动（如耕作、施肥、灌溉等）和生物、气候影响最大。此层疏松多孔，有机质含量高，颜色比较深暗，通透性好，微生物活动旺盛，养分转化快，含速效养分多，作物根系