

NONG YE
JISHU
XUN LIAN
JIAOCAI



土壤肥料

农 业

技 术

训 练

教 材

土 壤 肥 料

湖南科学技术出版社

一九八〇·长沙

前 言

我省计划在三、五年内把全省农业系统的各级各类干部普遍地培训一次,让干部比较系统地学习一下现代农业基本知识,以便在农业现代化事业中发挥更大的作用。为了这个目的,我们请湖南农学院、湖南省水产研究所、湖南省蚕桑研究所共同编写了《农业技术训练教材》,全套十三册,书名如下:

1. 《农业基础知识》
2. 《土壤肥料》
3. 《作物育种及良种繁育》
4. 《作物栽培》(第一分册 水稻及耕作制度)
5. 《作物栽培》(第二分册 棉花)
6. 《作物栽培》(第三分册 小麦、玉米、薯类)
7. 《作物栽培》(第四分册 油菜、大豆)
8. 《果树栽培》
9. 《茶树栽培与茶叶制造》
10. 《植物保护》
11. 《畜牧兽医》
12. 《养鱼》
13. 《蚕桑》

这套教材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、基本知识,还介绍了国内外先进的农业技术;文字通俗易懂,适合具有初中文化程度却没有受过农业专业教

目 录

绪 论	(1)
第一章 土壤的形成及土壤的基本组成	(8)
第一节 土壤的形成	(8)
第二节 土壤的基本组成	(15)
第二章 土壤的基本性质	(29)
第一节 土壤的保肥供肥性能	(29)
第二节 土壤的酸碱性	(45)
第三节 土壤的结构性与耕性	(52)
第三章 土壤的水、气、热、肥状况	(67)
第一节 土壤水分状况	(67)
第二节 土壤空气状况	(78)
第三节 土壤的热状况	(85)
第四节 土壤养分状况	(92)
第四章 湖南主要土壤的利用和改良	(98)
第一节 水稻土的利用和改良	(98)
第二节 旱土的利用和改良	(117)
第五章 化学肥料	(129)
第一节 化肥的种类和特征	(129)
第二节 氮肥	(130)
第三节 磷肥	(146)
第四节 钾肥	(154)

第五节	微量元素肥料	(160)
第六节	间接肥料	(164)
第六章	有机肥料	(168)
第一节	人、畜粪尿及厩肥	(169)
第二节	堆肥、廋肥及沼气发酵肥料	(182)
第三节	其他有机肥料	(192)
第四节	绿肥及生物固氮	(199)

绪 论

一、土壤和肥料在农业生产中的重要性

(一) 土壤是植物生长的自然基地

农业生产的特点是生产出具有生命的生物有机体，它包括植物生产（种植业）和动物生产（饲养业）两大部分。其中最基本的任务是发展人类赖以生存的绿色植物的生产。大家知道，绿色植物的生长，首先必需在土壤中扎根立足，才能支持它的躯体生长和发育。另外，植物生长所需的基本生活因素有五，即：阳光（光能）、热量（热能）、空气（主要为氧和二氧化碳）、水和养料。在这五种因素中，除阳光外，其余绝大部分或一部分均由土壤供给。以植物所需的养料和水分来说，就是通过植物根系直接从土壤中取得的。所以说植物的吃、喝、住条件都是由土壤提供。虽然，在科学发达的今天，人们也可不通过土壤来满足植物对以上生活条件的要求（如水培、砂培），但还没有什么方法可以大规模地代替土壤的这种作用和性能。这一切都说明，在自然界里，植物的生长发育必需以土壤为基地。一种好的土壤应该是使植物能“吃得饱”（指养分供应充分）、“喝得足”（指水分供应充足）、“住得舒服”（指土壤空气流通、温度适宜）、而且还要站得稳（指土层深厚，根系能伸展得开，机械支持牢固）。

另一方面，土壤不仅是植物生产的基础，也是动物生产的基础，因为任何家畜饲养业的发展，都必需以植物作为饲料。俗话说：“有草才有羊，粮旺猪才壮”。因此，从它们二者生产的性质来看，如果没有植物的生长繁育，就不可能有畜牧业的高度发展，所以说两者都直接或间接以土壤作为生产的基地。

（二）土壤是最珍贵的自然资源

我国古籍《说文解字》中对土壤的解说为“土者，吐也，吐生万物”。《管子》说“有土斯有财”。至于土壤孕育万物，土为万物之母的概念，则不论中外由来已久。由于土壤能够生长植物，所以它不仅是人们劳动的对象，而且也是生产资料，是人类最可珍贵的自然资源。土壤作为资源，不同于其它资源，它在农业生产上发挥其资源作用是没有时间限制的。矿藏资源经过开采利用，总有枯竭之时，而土壤资源，虽经开垦种植，只要“治之得宜”，就能“地力常新”。我国已有数千年的农业历史，我们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，现在又为我们的社会主义建设提供了丰富多采的动植物产品，将来还要为我们子孙后代创造出更多的财富。但要使我们肥沃的土壤资源能传之万代，而不毁于一旦，我们必须深刻理解土壤作为资源的特殊意义，应该把土壤看做是社会的财富，它不仅属于国家，属于全体人民，而且也属于子孙后代。任何人只有合理使用它和保养它的义务，绝无任意破坏它的权利。有些地方由于片面扩大粮食种植面积，任意开荒，甚至出现毁林开荒、陡坡开荒，造成严重水土流失，就是破坏土壤资源的行为，群众说：“这是败家子，享祖宗福，造子孙孽”。必须坚决制止。

在人类历史上，土壤资源遭到破坏的例子差不多各国都有。

如今天在北非、中东、中亚等的大沙漠和大片荒芜地带中，都曾发现古代文化遗址，这证明过去那里曾是富饶的肥田沃土。又如六十年代，苏联在哈萨克、西北利亚和乌拉尔等地由于盲目开荒，引起了严重的风蚀，仅中亚地区受风蚀的面积就达4500万公顷，比苏联欧洲部分的全部耕地面积还大。在美国，据1967年调查有一半以上耕地遭受明显的侵蚀。在我国，严重土壤侵蚀的历史遗迹也不少，例如我国黄河上游由于自然植物被破坏，造成严重的水土流失，河道淤塞，致使黄河下游多次改道，泛滥成灾。解放后，我国由于社会制度的改变，加以农田基本建设、土壤利用和耕作技术的改进，特别是水土保持、防风固沙等保护土壤资源的工作日益受到党和国家的重视，不少地方穷山恶水的旧面貌，已经有了很大的改变。建国以来，我国的植树造林取得了很大成绩，森林覆盖率由解放初期的8%提高到12.7%。但是，近十年来由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，林业发展缓慢，特别是西北、华北和东北西部地区森林覆盖率低，有的不到1%，这是我国自然灾害频繁，农业生产低而不稳的一个根本原因。为了迅速改变这种状况，适应四个现代化的需要，加速绿化祖国，人大常委会原则上通过了《中华人民共和国森林法（试行）》，并决定3月12日为我国植树节，同时“三北”绿色万里长城已开始营造。在党中央的领导下，我们有信心把我国土壤资源的保护工作搞好。

（三）肥料是植物的粮食

合理增施肥料，对于保证提高农作物产量起很重要的作用，农谚说得好：“肥是庄稼宝，没肥长不好”。又说“长口的要吃，长根的要肥”。这是因为肥料可以供给作物所需要的各种营养元素，因此说“肥料是植物的粮食”。没有肥料，要保证

作物不断地提高产量是不可能的。

增施肥料，除了为当季作物提供营养元素外，还可改良土壤，不断提高土壤肥力，可持续不断地提高农业生产。

综上所述，可以说土壤是农业生产的基本生产资料，作物生长的基地，珍贵的自然资源。肥料则是夺取农业高产的重要条件。

二、土壤和土壤肥力的概念

（一）土壤的概念

“土壤”这个名词是人们熟悉的。劳动人民自古以来就把土壤看作劳动的对象，农业生产最基本的生产资料。虽然如此，但由于当时技术水平的限制，强调适应自然条件是很自然的现象。随着科学的发展、社会的进步，人们通过长期的实践，对土壤的认识也逐步加深，以至发展到今天才有比较正确、全面的认识。苏联土壤学家威廉斯曾对土壤下了一个较为完整的定义：“土壤是地球陆地上能够生长植物收获物的疏松表层”。这一定义虽很简短，却说明了土壤在农业生产上的基本作用。

土壤能够生长作物，是土壤的基本功能，也就是说它具有生产特性。产生这种特性的原因，是因为土壤具有肥力，肥力是土壤基本的特性，是土壤质的特征。自然界中的物质千千万万，土壤就是以具有肥力这一特殊本质而区别于其它任何事物的。没有肥力，土壤也就失去了作为农业最基本的生产资料的意义。所以，土壤的概念和土壤肥力的概念是分不开的。

土壤在自然各因素（气候、地形、生物、母岩）的共同作用下，随着时间的进展而不断发展变化，尤其是人类生产活动，

使它受到更加深刻的影响。因此，耕作土壤肥力的高低，主要决定于人类生产劳动的好坏。所以说耕作土壤是劳动的产物。

此外，土壤本身是一个矛盾的统一体。它的内部包含着有机物和无机物，生物和非生物。它们相互联系、相互依赖、相互制约、组成一个有机整体。

综上所述，土壤是农业的基本生产资料，是劳动对象。土壤的基本特征是具有肥力。土壤是不断发展变化的，土壤具有自己的特殊组成、性质和发展规律。我们的目的，就是要研究土壤的肥力状况和变化规律，并掌握土壤发育方向，充分合理利用和改良土壤，加速土壤熟化，定向地培肥土壤，为农作物的高产稳产创造优良的土壤条件。

（二）土壤肥力的概念

什么是土壤肥力？目前还无统一认识，一般西方土壤学家传统地把土壤供应养料的能力看作肥力。苏联土壤学家威廉斯曾对肥力下过一个定义，他认为肥力即是“土壤在植物生活的全部过程中，同时而且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，肥力的主要因素是养分和水分。

我国一些土壤工作者，在总结群众经验的基础上，对肥力提出了自己的看法，一般认为：土壤肥力因素应该包括水分、养料、空气和温度四者。简称为水、肥、气、热四大肥力因素，其中水、肥、气是物质基础，热是能量条件。任何一种土壤的肥力特征都是水、肥、气、热各肥力因素的综合反映。

土壤肥力从发生学的观点来看，可分为自然肥力和人为肥力。自然肥力是指在自然因素综合影响下所产生和发展起来的肥力。纯粹的自然肥力，只能表现在未开垦利用的荒地上。人

类对土壤进行耕作、轮作、施肥、灌排等农业技术措施的作用下所创造出来的肥力称为人为肥力。任何土壤，耕作栽培愈久，所采用的农业技术措施愈完善，人为肥力所占的比重也就愈大。从理论上讲，土壤肥力在生产上都可以发挥出来而产生经济效益，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（包括耕作、施肥、栽培等环节）等技术水平的限制，只有其中一部分在生产上表现出来，这一部分的肥力叫做“有效肥力”，另一部分没有直接反映出来的叫做“潜在肥力”。潜在肥力和有效肥力之间没有固定不变的界线，采取适当的农业技术措施，可以使潜在肥力转化为有效肥力。因此，有效肥力不是一种自然特性，而是同社会生产关系、劳动生产力的情况以及农业科学技术的进步有着密切的关系。

三、在实现农业现代化中土壤肥料科学的任务

党中央提出的并在五届人大通过的我国新时期的总任务中，在农业方面，高速地发展社会主义大农业，逐步实现我国农业现代化，是摆在我们面前的一项极其重要而艰巨的任务。

农业现代化实际上包括生产工艺流程和农业生态结构两个方面的现代化。现代化的生产工艺流程是指农业生产过程的高度机械化、电气化乃至自动化。而农业现代化的农业生产生态结构则是指建立高产、稳产、优质和高效的生态系统。对于实现农业现代化来说，两方面都是不可缺少的。前者属于生产手段性质，主要是提高劳动生产率。后者则是农业现代化的基础。概括起来，农业现代化，就是运用现代化先进科学技术，充分

合理利用自然资源，建立高产、稳产、优质和高效率的生态系统，大幅度地提高土壤生产率和劳动生产率，不断满足社会对农产品的需要。

我国人多地少，每人平均占有耕地面积仅1.5亩，宜垦荒地有限，因此，必须特别重视提高土地利用率，提高单位面积产量，用人多的优势，转变地少的劣势。从世界各国农业发展的趋势来看，即使人少地多的国家，也正在把着重点放在提高单位面积产量方面，建设高产稳产农田，使农、林、牧、副、渔达到较高的水平。

由上看来，为了实现农业现代化，土壤肥料工作占有极其重要的位置。在为实现新时期总任务这个目标下，我们土壤肥料工作应作出应有的贡献。

在土壤方面，要以改土、治水为中心，实行山、水、田、林、路综合治理，使低产田土变高产，高产田土更高产，合理利用土壤资源，为机械化、电气化、水利化创造良好的土壤条件，为作物持续高产稳产创造水、肥、气、热相互协调的土壤环境。

在肥料方面，要进一步贯彻执行中央制定的“有机肥料为主，化学肥料为辅”和“以有机肥料为主，有机肥和化肥配合使用”的方针，大抓合理施肥，提高肥料利用率，做到既经济，又高效，让有限的肥料发挥最大的增产效益，达到不断提高单产和大面积平衡增产的目的。

第一章 土壤的形成及土壤 的基本组成

第一节 土壤的形成

地球上所有的土壤，都是由岩石变化而来的。当地球还未出现生物的时候，土壤是不存在的，那时到处是光秃秃的岩石和风化了的岩石碎屑。岩石如何变成今天的土壤？一般说来，它是先由岩石经各种风化作用而变成母质，再由成土母质在以生物为主导因素的各种自然因素（生物、母质、气候、地形）综合作用下，随着时间的推移演变成具有肥力的土壤。因此可以说，土壤的形成过程就是肥力的产生与发展过程。

一、岩石风化与土壤母质的形成

（一）岩石的风化作用

风化作用是指坚硬巨大的岩石，在外界因素作用下逐渐崩解破碎，大的石头变成小块，小块再变成细粒（细砂与粘粒），同时改变了它原来的化学组成和性质而成为土壤母质的过程。

风化作用产生的原因，是由于岩石的内部矛盾，在外界因素的影响下所引起的。影响岩石风化的外界因素虽然很复杂，但最主要的因素是温度、水、氧气、二氧化碳和生物的作用。

这些因素同时对岩石起着作用，其中每个因素的作用又都和其他因素相联系。根据岩石风化的因素和风化作用的特点，可分为以下三种类型。

1. 物理风化作用：凡岩石受到外力因素的影响，产生的只是改变物质形状大小，而不改变其化学成分和性质的机械破碎过程，称为物理风化作用。引起物理风化的主要原因是地球表面温度的变化。地球表面昼夜、四季温度均有显著变化，对岩石风化影响很大。因为岩石为热的不良导体，吸热散热的速度都很慢，暴露在地表的岩石，白天受热时，岩石表面温度升高很快，膨胀迅速，而内部温度升高很慢，膨胀也少，内外不同的膨胀，引起岩石内外发生细微裂隙。夜晚大气温度迅速下降，表层岩石也迅速冷却，收缩也比内部剧烈得多，这样又使岩石表层发生另一方向的开裂。温度长期交互变化的结果，使岩石表层产生相互交错的裂隙，并渐渐分裂成各种不同大小的碎屑，而发生层状剥落的现象。同时岩石是由多种矿物组成的，各种矿物的膨胀系数不同，在热胀冷缩之中，岩石内部便发生相互顶挤的作用，使矿物颗粒之间的联系容易遭受破坏，而加速岩石的风化。

除温度以外，如冰冻的挤压，流水的冲刷，风、冰川等自然动力对岩石的磨蚀，以及根系的穿插，均能加速岩石的破碎。

物理风化的结果，虽然化学成分没有改变，但却获得了岩石对水和空气的通透性，也增加了岩石对水和空气的接触面，这就有利于化学风化的进行。

2. 化学风化作用：当岩石、矿物由于受到水和空气（主要是二氧化碳和氧气）的作用，所引起的化学反应而遭受彻底破坏，改变其原来化学成分和性质的变化过程，称为化学风化作用。引起化学风化主要是水的作用，因为水分本身的作用很活

炭，同时二氧化碳(CO_2)与氧气(O_2)的作用也只有在水的参与下才能显示。化学风化归纳有如下几个作用：

(1) 溶解作用：水是自然界分布最广的溶剂，岩石中的矿物成分都是无机盐类，在水中均多少能够溶解，况且自然界中纯水极少，往往含有二氧化碳和其他酸类，这就更增加了它的溶解力。

(2) 水化作用：矿物与水化合称为水化作用。经水化后的矿物往往体积增大，硬度降低，成为易于破碎的疏松状态，因而促进其风化作用的进行。如赤铁矿经水化后而成为褐铁矿，则易受风化。

(3) 水解作用：许多矿物在纯水中几乎不起作用，但大气中的二氧化碳(CO_2)溶于水(H_2O)后，形成了碳酸(H_2CO_3)，因而加强了水的解离作用，其中解离出的氢离子(H^+)，能与矿物中的盐基离子，如：钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)等进行交换，生成可溶性的酸式盐，而使岩石矿物遭受破坏。如铝硅酸盐矿物中正长石的水解，可使本身彻底分解，并形成次生粘土矿物高岭土，同时释放出矿物质养分碳酸钾。

(4) 氧化作用：氧是大气中最普遍存在的氧化剂，尤其是在湿润条件下，其氧化力较强，岩石中很多矿物可被氧化而遭受破坏。其中以含铁矿物最易氧化。

化学风化的结果，使岩石进一步分解，产生一些新的次生粘土矿物，它们颗粒很小，一般均为 <0.001 毫米，呈胶体分散状态，使母质开始具有吸附能力、粘性和可塑性，并出现毛细管现象，有一定的蓄水性。同时也释放出一些简单的盐类物质，这是植物养料的最初来源。

3. 生物风化作用：岩石矿物在生物影响下所引起的破碎作

用，称为生物风化作用。生物对岩石风化的影响：一是机械破碎作用，如植物根系的穿插和动物的穴居习性等对岩石引起的机械破碎；二是生物化学作用，如生物在生命活动过程中能分泌出有机酸，它对岩石能增加其溶解度。必须指出，生物除对岩石产生风化影响外，更重要的是能累积养料和有机物质，发展了肥力，故生物一参与作用，也就意味着土壤形成的开始。

以上风化类型的划分，只是为了叙述的方便，实际上，自然界各个风化因素的作用，都是相互联系着的，绝不是单独进行的，只是在不同的条件下，各种因素的作用强度不同而已。

（二）成土母质特性的发展

岩石经风化作用的结果，便形成了土壤母质。母质与原来岩石比较有很大区别，它不单纯是岩石的由大变小，而且产生了与原来岩石所没有的新特性。首先，由于物理风化的结果，使岩石从大块变成碎屑，从坚硬致密状态变成松散，这种物理状态的变化，产生了对水和空气的通透性，为进一步风化作用创造了更好的条件。其次，随着化学风化进一步的进行，岩石彻底分解，使母质形成了微细的粘粒，粘粒之间具有毛管孔隙，产生了保蓄水分的能力，因而出现了蓄水性。随着透气性、透水性和蓄水性的产生，使母质开始具备了肥力因素中的水、气、热条件。同时，由于粘粒的产生，大大增加了固体颗粒的表面面积，使母质又开始具有吸附能力，为进一步发展肥力创造了条件。此外，岩石经过化学风化作用后，还改变了岩石矿物的化学成分，释放出可溶性盐类物质，这是提供植物所需的矿质养料的最初来源。

但母质并不是土壤，因为它还缺乏完整的肥力。首先，作为土壤肥力重要因素之一的养分还不能得到保证，尤其缺乏植