



农业干部培训自学读本

土壤和肥料基础知识

夏荣基 陆景陵 编



农业出版社

农业干部培训自学读本

土壤和肥料基础知识

夏荣基 陆景陵 编

农业出版社

2R34/28

农业干部培训自学读本
土壤和肥料基础知识
夏荣基 陆景陵 编

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 5.125印张 100千字
1981年5月第1版 1983年10月北京第6次印刷
印数 395,501—470,500册

统一书号 16144·2378 定价 0.42元

出版者的话

为适应农业干部学习农业基础知识的需要，我们请农业部干部培训班北京农业大学班的教师，选择一些基本学科，在培训讲义的基础上，加以修改补充，组成一套《农业干部培训自学读本》，先出版九册，书名如下：

化学基础知识

植物学基础知识

植物生理学基础知识

植物遗传学基础知识

作物育种基础知识

土壤和肥料基础知识

植物保护基础知识

耕作学基础知识

农业气象基础知识

这套读本的特点是：内容少而精，联系实际，讲求实效，深入浅出，通俗易懂。适合具有初中文化程度的各级农业行政领导、管理干部和社队干部作农业科学基础知识培训的参考，也可供自学用。

各地由于情况不同，培训时间有长有短，讲课时可结合具体要求对此增补内容。

本书土壤部分由夏荣基编写，肥料部分由陆景陵编写。

目 录

土 壤 部 分

一、土壤是农业生产的基础	1
(一) 土壤和作物生长的关系	1
(二) 土壤是怎样形成的	4
(三) 土壤的农业地学条件	8
(四) 土壤肥力的不断提高和农业的持续增产	9
二、土壤的组成	10
(一) 土壤矿物质	11
(二) 土壤有机质	21
三、土壤的主要肥力性质	27
(一) 土壤的结构性、耕性和改良	28
(二) 土壤吸收保肥性和养分状况	37
(三) 土壤水分性质、状况和调节	41
四、用地和养地，用土和改土	50
(一) 用养结合，培育高产稳产农田	50
(二) 改良土壤，发挥土壤生产潜力	53
五、土地资源的综合利用规划	59
(一) 土壤资源调查的意义和遥感技术的应用	59
(二) 自然资源调查的主要内容	62
(三) 土地综合利用规划的原则和依据	63

肥 料 部 分

一、作物营养与施肥	65
-----------------	----

(一) 作物生长发育所必需的营养元素	65
(二) 必需营养元素的同等重要和不可代替律	69
(三) 作物对养分的吸收	78
二、化肥的性质和合理施用	90
(一) 氮肥及其施用	90
(二) 磷肥及其施用	102
(三) 钾肥及其施用	113
(四) 微量元素肥料的应用	121
(五) 复合肥料的种类和施用	127
三、有机肥料的积制和合理施用	130
(一) 有机肥料在农业生产中的作用	130
(二) 有机肥料和化学肥料配合施用的必要性	132
(三) 广辟肥源, 合理地积制有机肥料	133
(四) 有机肥料的腐熟和管理	135
(五) 堆肥腐熟的技术条件	138
(六) 绿肥	141
(七) 几种有机肥料特点和性质的比较	149
四、化肥与现代化	152
(一) 化肥与农业生产	152
(二) 国外化肥发展的主要趋势	153
(三) 关于施肥现代化	155
(四) 对我国化肥发展的几点建议	157

土 壤 部 分

土壤学课程的目的,就是阐明作为基本生产资料的土壤,它是怎样形成的,它在组成和性质上有什么特点,它和植物生长有什么关系;我们要使土地获得高产,应该根据那些原则来用地、养地和改良土壤,以及合理利用土地资源时进行综合规划的必要性。

一、土壤是农业生产的基础

(一) 土壤和作物生长的关系

人类一开始从事农业生产活动,就是在土壤上种植作物。几千年来,人类利用土壤,改造土壤,积累了十分宝贵的经验和知识。随着生产的发展和社会的进步,这些经验和知识也日益丰富起来。

无论植物生产的产品或动物生产的产品,绝大多数都是直接或间接地从土壤上获得的。各种农业措施如耕、耙、锄、耨、施肥、灌水等,也大多数是通过土壤而对作物产生作用的。所以作为植物立足、扎根、生长发育的主要环境的土壤,就对植物的生长起着多方面的重要影响,“万物土中生”是我

国劳动人民几千年来对土壤的重要性最确切和最形象化的概括。

1. 土壤和土壤肥力

土壤是地球陆地表面能够生长植物的、疏松的表层。土壤要生长植物，所以其最本质的特征就是有肥力。土壤的肥力可以分为两种：一种是土壤形成过程中，各种自然因素综合作用下产生的肥力，称为自然肥力；一种是在自然肥力基础之上，土壤在农业措施影响下产生的肥力，称为人工肥力。而这些肥力能够在农业生产上反映出来的部分（即有效部分）称为有效肥力。土壤有效肥力的高低，体现了社会经济制度和科学技术发展的水平。

我国劳动人民在几千年的农业生产实践中，积累了极其丰富的用土、认土、改土的经验。记录我国古代农民关于土壤科学的著作，是世界土壤科学史上光辉的组成部分，如战国时期的《禹贡》一书，就为适应国家统一的形势需要，根据土壤的颜色、质地和肥力状况对黄河、长江中下游的土壤进行了大体的分类，为当时按照土壤肥力收税提供了科学依据，这是世界上最早的一部讲土壤分类和地理分布的科学著作。管仲的《管子·地员篇》阐述了植物、地形、地下水和土壤形成及分布的关系，土壤的许多肥力性状以及各种土壤适宜栽培的作物种类。西汉的《氾胜之书》从群众经验中总结出比较完整的耕作原理和简易的测定宜耕期的方法以及区田法。后魏贾思勰的《齐民要术》更进一步对我国农民丰富的生产经验进行了系统总结，是世界上最早、最完整的农业科学著作。他提出“耕者且深”，“湿耕泽锄，不如归去”，“凡

美田之法，绿豆为上，小豆、胡麻次之”，并列举了当时应用的二十多种轮作方式，这些结论在当前的农业生产中仍然是行之有效的。

2. 植物与土壤的相互作用

土壤是植物立足的基地，植物在土壤中扎根居住，吸收所需的水分，养分和一部分空气；土壤温度的高低，也直接对植物的生长发育产生影响。因此，植物生长所必需的四大因素（日光、水分、养分、空气），除日光外其他主要依靠土壤来提供。大气虽然是植物进行光合作用和呼吸作用时二氧化碳和氧气的提供者，但是土壤空气同样是植物生长时重要的气体来源。此外，土壤通气不良，氧气供应不足时，植物根系的呼吸会受到阻滞，甚至导致植株死亡。所以，上述植物生长所必须的各个土壤因素就构成了“土壤肥力”。一般我们称土壤的水分、养分、通气性、热性质和松紧状况为土壤的肥力因素。

但是，植物对于土壤，并不是单纯地吸收养分，而是同时也在对土壤发生作用。在自然土壤上（也就是未曾开垦的荒地上），土壤自然肥力的创造和提高，首先是生物（主要是植物）对土壤起作用的结果。即使在农业土壤上，我们也往往利用生物的力量来改造土壤，最突出的例子就是种植绿肥。所以我们认为生物因素是土壤形成和发展的主导因素。

为什么植物能够提高土壤肥力？第一，植物生长时，根系广泛分布在土壤中，吸取养分，构成个体，这些有机成分主要是集中在地面上以及表土层中。植物死亡后，这些有机物质也就在地表和表土层集中起来，所以使养分由分散变为

集中，这是植物所独有的一种作用。第二，所集中的有机物质经过微生物的作用，分解转化，一部分变成简单养分供下一代植物利用，一部分变成比较复杂的较难分解的腐殖质，在土壤中积累起来。第三，各种植物吸收养分，都有一定的选择性，氮、磷、钾是各种植物都大量需要的，它们在土壤中的含量也相对地较高；另外有些元素是植物需要较少的，其含量也就相对地较少（这是指由于植物的不同吸收所造成的积累上差异，不包括土壤母质原来所含有元素所造成的差异）。

正是由于植物的这种特点——集中养分，积累养分和选择性吸收——使土壤养分得以不断增加。同时，须根系植物的根又穿插切割土壤，将大块土体破碎成具有良好结构的、松散的、通气透水和具有一定保水能力的土壤。所以，我们可以看到，植物对土壤肥力的作用不是单纯在养分方面，而是对于各个土壤肥力因素（水、肥、气、热、松紧状况）都有着深远的影响。

（二）土壤是怎样形成的

土壤是历史自然体，对农业土壤来说又是在历史自然体基础上发展起来的劳动产物。

土壤是自然界中的一种物体，这种物体并不是一成不变的，而是有它自己独特的发生发展规律，它是在以生物为主导的五种成土因素综合作用下形成的，这五种成土因素是母质、地形、气候、生物和年龄。

1. 母质

土壤母质就是岩石矿物风化所形成的碎屑。所谓风化，就是岩石矿物经物理、化学、生物的作用，分化瓦解而成粗细不同的颗粒及一些可溶性盐类的作用。这些碎屑有些停留在原来的风化地点，没有移动，上层风化强烈，散碎；中层粗细混杂不一；下层保留着岩石的原样，但酥散易碎。有些碎屑被水、风、冰川搬运离开风化地点，到其他地方沉积下来。水和风所搬运的母质，有一个突出的特点，就是有分选，即由于水力和风力的变化，粗的和细的颗粒分开沉积成层或成带。水的分选尤为明显。华北平原河流泛滥时，有“紧出砂、慢出淤”的说法，很好地说明了河水变化与沉积物粗细的关系。农民称河流冲积而成的、有层次的土壤为卧土、横土，很形象地说明了这种母质的特点。

母质的粗细，决定着土壤质地的粗细；母质的层次，决定着土壤质地剖面的排列，这些都对土壤保水保肥性和植物扎根条件有着深刻的影响。

2. 地形

地面的起伏，我们叫做地形。这个成土因素的影响，最主要的是使大气作用中的水热条件发生重新分配。坡地接受的太阳能不同于平地，阴坡又不同于阳坡。地面水及地下水在坡地的移动，也不同于平地，这就引起了土壤水分、养分、冲刷、沉积等等一系列的变化。这些变化不但对于土壤形成起作用，而且都是直接对农业生产发生影响的。

地形对于母质的搬运和堆积，也起着十分巨大的影响。山地一般都有较大的坡度，母质易受冲刷，所以土层厚度较

小；平原水流平缓，母质容易淤积，所以土层厚度较大，这是一般的常识。如果我们从河流出口开始观察，可以看到由于地形的影响，河水所搬运的母质也发生着有规律的变化。河流在山间穿行，落差大，流速急，所带砂石土粒沉积得不多，一出山口，地势突然变缓，这时河流所携带的大量砂石就纷纷堆积在山口附近，在多次堵塞、改道影响下，堆积成为洪积扇。洪积扇的一般规律是顶端（即靠山口处）的母质较粗大，甚至有巨大的石砾；末端（即和平原相接处）的母质较细，有时开始有分选。顶端的坡度大，末端的坡度小，以及不同部位的沉积物质粗细不同，这些条件的不同，造成了土壤肥力上的差异，在农业利用上也就因地制宜的有所不同。

3. 气候

农业生产最基本的过程，就是绿色植物利用太阳能、水分及二氧化碳进行光合作用，合成人类及动物生活所必须的食物与饲料。由于地球和太阳的相对位置以及自转、公转的关系，各地所接受的太阳能不同，这就划分了寒带、温带、热带等气候带。同一个气候带中，由于海陆分布、海拔变化以及大气环流等所造成的各地气候差异，又直接影响着农业的多样性。各个气候因素，尤其是气温的高低和变化以及降水的多少和分配，一方面影响土壤中物质转化的速度和强度，以及包括水分、养分、盐分在内的各种成分的移动和聚积，另一方面又通过影响植物生长而对土壤发生作用。

所以，气候对土壤形成的作用是多方面的，既有直接的作用，也有间接的作用。

4. 生物

这个成土因素的作用（主要是植物），前面已经提过，就是它在其他成土因素的共同作用下产生了肥力，称为主导因素。土壤肥力提高了，为更高级生物的出现创造了条件。更高级生物的生命活动又推动了土壤肥力的进一步发展。所以生物的进化和土壤肥力的提高是互为因果、螺旋上升的过程，也就是有机体的进化是和环境的发展相统一的。

5. 年龄

上述四个都属空间因素，这个因素则属时间因素，也就是上述四个成土因素综合起作用时间的长短。

一堆由岩石刚风化成的母质，没有肥力，不是土壤，只有经过生物生长，积累有机质，改造母质的各种性质，具备了肥力，才成为土壤。时间愈长，改造也愈深刻。而这种改造工作是在一定的气候条件和地形条件下进行的，气候和地形可以影响这种改造工作的方向、速度、强度和结果，有时甚至可以起到决定性影响。

这里还要强调，农业土壤是被人类改造了的自然土壤，随着社会经济制度的发展和科学技术的提高，这种改造愈来愈成为决定性因素。旱地变成水田，整个土壤形成演化的方向都改变了；精耕细作大量施用有机肥料，土壤肥力比自然土壤大大提高了。这种事例，多不胜数。所以我们说，农业土壤是劳动产物，只要条件可能，方法适当，瘠薄土地同样可以建成高产稳产农田。

(三) 土壤的农业地学条件

在农业生产上,我们不但要注意一块地土壤肥力的高低,而且必须注意土壤所处的地学环境。简单地说,就是地形、母质和地下水的分布规律及特点。所以农民所说的土地,实质上包括了一部分地学条件的内容,如四平地、夜潮地等等,

表1 华北地区常见的农业用地

地的名称	地形部位	地面状况	排水好坏	地下水埋深(米)	地表沉积物	旱涝情况
土石山地	山地	倾斜度大,土层薄,石质	极好,常遭冲刷	无固定地下水位	残积物,极粗	常旱
山坡地	山坡	倾斜度稍小,土层稍厚,夹砾质	极好,常遭冲刷	无固定地下水位	残积—坡积物,粗	常旱
岗坡地	洪积扇顶部和河流两岸自然堤	倾斜明显,土层稍厚,高爽	极好,常遭冲刷	大于6—8	洪积—冲积物,砂质	常旱
夜潮地	河流两岸洼地和扇缘地带	微倾斜,稍低于四周	不太好	1.5—2.0	洪积—冲积物,稍细	耐旱,通常不涝
四平地	平原中的高处	平坦	中等	2—4	冲积物,壤质	旱涝保收
下湿地	平原中低洼处,湖泊周围,交接洼地	低洼	很不好	1—1.5	冲积物,细	经常积水
低洼地	洪积扇缘交接洼地,平原中低洼处	稍低洼	不好	1—2	冲积物,细	耐旱易涝
河套地	河床两边河漫滩和低阶地	平坦	良好	1.5—3	冲积物,粗	耐旱易涝
砂洼地	新旧河道的槽形洼地,河漫滩	低洼	不好	小于1.5	冲积物,粗	易涝

都具有多方面的含义（表 1）。

由表 1 可以看到，一定的地形部位，往往是和一定的母质、坡度、地下水状况相联系的，构成了一个综合的“地”的概念。这些条件又都与农业生产密切相关，在进行农业利用区划、作物配置时，必须加以考虑。

（四）土壤肥力的不断提高和农业的持续增产

农业增产的途径，一条是扩大耕地面积，靠多开荒多种植，多种多收；一条是提高单位面积产量，靠改造原有土地，精耕细作。对于我国绝大部分农业地区来说，第二条途径是主要的。

要使农业持续增产，首先必须建设、保持和提高高产稳产农田。我们可以采取各种措施，充分而适当地提供作物生长所需的水、肥、气、热、松紧状况等肥力条件，取得暂时的高产。甚至我们可以用砂培和营养液的办法，在小面积上取得高产。但是对于大面积农田来说，这些做法是行不通的，因为要求高产还要稳产，年年高产。所以，我们必须从农田基本建设着手，从根本上改造土壤，使它成为抗旱耐涝，养分丰足而各种养分的比例又适当，能够满足作物各个生育期的需要。通过培养土壤肥力，以保证作物有一个良好的生长发育环境，而且这个环境还要在利用过程中不断改善，反过来又促进农业的进一步发展。这两个方面，是相互促进的。

土壤肥力的提高是无止境的，农业生产的发展也是不可

估量的。我们只要拿解放以前的农业生产水平和现在相比，就可以充分说明这个问题。在我们优越的社会主义制度下，为了农业现代化而日益广泛地在生产中应用现代科学技术，今后农业生产和农业科学的发展就必然更为迅速。

思 考 题

1. 土壤的自然肥力、人工肥力和有效肥力的含义是什么？通过你所熟悉的一项事例来说明。
2. 植物在提高土壤肥力上起着什么作用？
3. 五个成土因素和土壤肥力有什么关系？
4. 不同的农业用地对于生产的主要影响是在哪些方面？

二、土壤的组成

土壤，作为农业生产的基本资料和作物生长的重要环境条件，是一种疏松多孔的物体，它是由大小不等的微细土粒（固体颗粒）堆集而成，在固体颗粒之间是各种大小和形状的孔隙，土壤空气和水分经常充满着这些孔隙。所以，土壤是由固、液、气三相物质组成的，在这三相物质中，固相的土粒包括矿物质和有机质，其体积约占土壤总体积的一半，而矿物质一般又占固相体积的90%以上，所以矿物质构成了土壤的“骨骼”部分。有机质（包括微生物，它在肥力的形成和发展的过程中起着特殊而又重要的作用）一般只占固相

体积的 10% 以下，它是土壤的“肌肉”或肥力的“精华”部分。液相物质即土壤水分，其体积约占土壤总体积的 2—45%，它是土壤的“血液”部分。气相物质即土壤空气，其体积约占土壤总体积的 5—48%。

土壤组成	固体部分（土粒）（约占总体积的一半）	矿物质——	由岩石矿物风化而来，约占固体部分重量的 90—98%。
		有机质——	由生物积累和人类施肥而来，约占固体部分重量的 2—10%。
	孔隙部分（约占总体积的一半）	水分——	由大气降水、地下水和灌溉水而来，其中溶有多种物质。
		空气——	由大气扩散及根系呼吸、生物活动而来。

土壤的三相物质，是土壤各种性质产生和变化的物质基础，也就是肥力的基础。在基本农田的建设工作中，改造土壤，首先就是改造土壤的固相组成，调节三相比，使之适合于作物丰产的要求。

（一）土壤矿物质

1. 土壤矿物质颗粒的分级

土壤的骨架是由大大小小的固体颗粒所构成的，这些固体颗粒绝大多数是岩石、矿物经过长期的风吹、日晒、雨淋、生物生长等物理、化学和生物的风化过程而逐渐形成的，这些大小不等的固体颗粒就称为土壤矿物质。

土壤中不同大小的矿质颗粒，在矿质成分、化学成分和物理性质上都有明显的差异，不同的土壤中，大小土粒含量