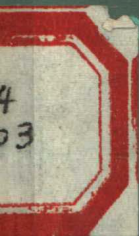


1001
102

作物与土壤

苏广达 黄循杜 编



广东科技出版社

作物与土壤

苏广达 黄循壮 编

广东科技出版社

内 容 简 介

俗话说：“万物土中生。”作物生长的好坏和土壤的肥瘦，两者的关系是非常密切的。

本书从下面几方面阐述作物与土壤的科学知识和应用技术，即：作物需要哪些土壤条件；土壤是由什么组成，它的结构和肥力怎样；作物生长和土壤营养、土壤水分、土壤空气、土壤温度有些什么关系；怎样培育良好的作物土壤；怎样改良低产农田；等等。

本书既谈科学知识，又讲应用技术；谈科学道理由浅入深，讲应用技术结合介绍国内外先进经验，内容通俗易懂，可供四级农科网成员、农村基层干部以及农校师生参考。

作 物 与 土 壤

苏广达 黄循壮 编

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 4.25印张 92,000字

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

印数 1—2,000册

书号 16182·28 定价 0.89元

目 录

一、作物种类及其对土壤条件的要求	1
(一) 作物种类	1
(二) 作物生长对土壤条件的要求	4
二、土壤的组成、结构和肥力	8
(一) 土壤的由来	8
(二) 土壤的组成	10
(三) 土壤的结构	17
(四) 土壤的肥力	20
三、土壤营养与作物的生长	22
(一) 作物生长需要的营养元素	22
(二) 营养元素对作物生长的影响	23
(三) 作物怎样从土壤中吸收养分	32
(四) 营养元素离子在吸收过程中的相互影响	34
(五) 矿质营养在体内的运转	36
(六) 作物营养诊断	38
(七) 作物的合理施肥	49
四、土壤水分与作物的生长	56
(一) 土壤水分的种类及作物对其吸收利用	56
(二) 水分对作物生长的作用	62
(三) 作物对水分的吸收	66

(四) 水分在作物体内的运输和分配	70
(五) 干旱怎样影响作物生长和防旱保水措施	72
(六) 水分过多怎样影响作物生长和防涝防积水措施	75
(七) 作物的灌溉	77
五、土壤空气与作物的生长	82
(一) 土壤空气状况	82
(二) 氧气和二氧化碳与作物的生长	83
(三) 土壤通气性及其调节	87
六、土壤温度与作物的生长	90
(一) 土壤温度的变化规律和土壤的热特性	90
(二) 土壤温度对作物生长的影响及其调节	92
七、培育良好作物土壤, 建设高产稳产农田	96
(一) 良好作物土壤的特征	96
(二) 土壤的物理性与良好作物土的培育	98
(三) 土壤的化学性与良好作物土的培育	100
(四) 土壤的生物性与良好作物土的培育	102
(五) 良好作物土的培育途径	104
八、几种低产田的改良	111
(一) 咸矾田	111
(二) 沙质田	117
(三) 泥骨田	120
(四) 冷底田	123
(五) 红壤类土壤	127

一、作物种类及其对土壤条件的要求

(一)作物种类

农作物是人类生活之源，农作物的栽培利用是国民经济的重要组成部分。为了满足社会主义建设和人民生活的各种需要，必须发展多种多样的农作物——粮、油、棉、麻、丝、茶、糖、菜、烟、果、药、杂等。我国土地辽阔，气候温和，雨量充沛，自然条件复杂，适于各种农作物的生长。勤劳、勇敢、智慧的中国人民，在长期的生产斗争和科学实验过程中，创造出了各种各样适应不同需要的作物种类，培育出许许多多适应不同地区、不同季节和不同环境条件的农作物品种，使我国成为世界上作物种类比较齐全、品种资源极为丰富的国家，不仅为我国的农业发展作出贡献，而且为世界的文明和人类的进步作出了卓越的贡献。

据不完全统计，我国现有的高等植物约三万种，其中经济价值较高或有发展前途的植物有二千多种，作为农作物广为栽培利用的有几十种至一百多种。农作物的种类虽然很多，但我们可以按照它们的特征特性和用途等方面进行分类，以便更好地认识它们，掌握其生长规律，并加以科学的栽培利用，使它们能更好地造福于人类。例如，我们用形态特征相似、亲缘关系相近的高粱和甘蔗进行杂交，成功地培育出了粮糖两用的新作物——高粱蔗；又如，凡是种子、果实、块根或块茎含有大量淀粉的作物或植物，人类都作为粮食或

饲料而广泛地栽培利用或驯化改造；豆科作物或植物都有根瘤，根瘤菌能固定大气中的游离氮素，提高土壤肥力，因而人们设想通过“遗传工程”的方法，把豆科作物的根瘤移植到禾谷类作物中来，使禾谷类作物也能象豆科作物那样，利用大气中的氮素，这一方法如果能成功，将使农作物的生产进入一个崭新的时代。

我们当前栽培的作物，主要有如下的类型和种类：

1. 粮食作物：主要包括禾谷类作物和薯类作物两类。

禾谷类作物是最主要的粮食作物，它包括水稻、小麦、大麦、黑麦、燕麦、玉米、高粱、粟、黍、稷等。所有禾谷类作物的果实，它的籽粒都是单粒种子，果皮很薄，与种子紧密愈合，不易分开，植物学上称为颖果。

薯类作物包括块根和块茎两类，属于块根类的有甘薯、木薯等；属于块茎类的有马铃薯和芋头等。

2. 油料作物：主要有大豆、花生、油菜、芝麻、胡麻、向日葵、油茶、蓖麻、油桐、乌柏、梧桐、油棕、椰子和橄榄等。这些种类繁多的油料作物，多属于截然不同的科，但它们共同的特点是种子或果实含有丰富的油分，为人类提供食用油和工业用油。

3. 纤维作物：主要有种子纤维的棉花；有茎部韧皮纤维的黄麻、红麻、苎麻、亚麻和大麻等；有叶片维管束纤维的剑麻、番麻和假菠萝麻等。它们是纺织工业的重要原料，在航海、航空和渔业生产方面也有重要的用途。

4. 糖料作物：主要有甘蔗和甜菜，还有糖枫、糖棕榈、甜高粱、高粱蔗和甜叶菊等。

5. 嗜好作物：主要是烟草。

6. 饮料作物：主要有茶树、咖啡和可可。

7. 香料作物：主要有香茅、枫茅和香根草。

8. 调味作物：主要有胡椒等。

9. 药用作物：主要有党参、沙参、沙仁、人参、田七、麝香、薄荷、百合、首乌等。

10. 果树作物：主要有柑、桔、橙、柚、荔枝、龙眼、梨、桃、李、苹果、柿、芒果、葡萄、菠萝和蕉等。

11. 蔬菜作物：主要有白菜、芥菜、萝卜、芥兰、冬瓜、黄瓜、南瓜、豌豆、豆角、胡萝卜、莴苣、番茄、蕹菜、莲藕、葱、蒜等。

12. 绿肥作物：主要有紫云英、苕子、田菁、太阳麻、苜蓿、山毛豆、红萍等。

13. 饲料作物：主要有水浮莲、水葫芦、水花生、牧草等。

按照生物学的观点来说，物种（如水稻、花生、甘蔗等）属于自然分类范畴，亚种和变种（如籼稻、粳稻、糯稻等）属于人为分类范畴，品种（如水稻的珍珠矮、矮脚南特，甘蔗的粤糖57/428等）是重要的生产资料，是人类劳动的产物。我们目前栽培的作物，都是经过人工培育出来、经济性状比较优良、适应于不同环境条件的优良品种，而不是它的原始种。我国的作物品种是很丰富的，如水稻约有四万多个不同生育期、不同性状、不同形态的品种，小麦、玉米、高粱、花生等作物也有成百成千以上的品种。随着生产和科学技术的发展，新的作物品种乃至新的作物种类将会不断出现。

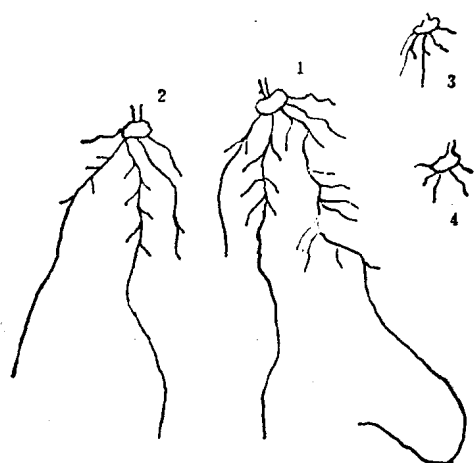
这里还要说明的是，许多作物的用途往往不是单一的，而是多方面的，例如，许多豆类作物的子实，它既可榨油，又可作粮食，茎叶也是很好的绿肥，所以大豆就有“五料”

——食料、油料、饲料、肥料、工业原料——作物之称。因此，所谓粮食作物、油料作物、饲料作物等都是相对的归类法，而不是绝对的分法，我们可以根据栽培的目的加以调整和归类。

（二）作物生长对土壤条件的要求

作物的生长发育需要光、热、空气、水分和养分，在这些生活必需的条件中，除了光之外，其余热、空气、水分和养分都与土壤有关，因此，土壤条件对作物的生长、产量和品质有着密切的关系。如瘦瘠的水稻田，有机质少，缺乏氮肥，生长在这种土壤条件下的水稻，生长缓慢，分蘖少，叶片黄，株矮穗细，谷粒不多，产量很低。生长在土质粘重，地下水位高，排水不良条件下的甘蔗，由于通气差，缺乏氧气，根系生长不良，呼吸作用受阻，吸收机能也很差，因而植株矮细，生势很弱，叶片黄，产量低。在这样的情况下，即使增施较多的氮肥，蔗株也不能很好的吸收利用。又如，小麦、烟草以及其他作物，生长在含盐分较高的咸矾田，尤其是生长在以一种盐类（如氯化钠）为主的碱矾田，往往根系受毒害，生势很差，以致死亡，这种现象称为单盐毒害作用（图一）。如果在这样的土壤条件下，甘蔗叶片由于氯离子积累过多，影响碳水化合物的代谢，积累了淀粉，蔗汁纯度低，品质差；烟草叶片含氯过多，加工后在贮藏时间容易吸水，燃烧性差，且易霉烂变质；其他如茶叶、柑桔、葡萄、马铃薯等忌氯作物，在土壤氯离子多的条件下，不仅会影响产量，也会影响品质。

从上述的例子中，我们可以清楚地看到，土壤条件对作物的生长、产量和品质有着深刻的影响。土壤是作物生长的



1.氯化钠 + 氯化钾 + 氯化钙 2.氯化钠 + 氯化钙
3.氯化钙 4.氯化钠

图一 小麦根在单盐溶液和盐类混合液的生长情况

基础，无论那一种作物都要求有一个良好的土壤条件，才能达到高产优质的目的。各种作物对土壤条件的共同要求是：肥力高，结构好，有较好的保肥保水和供肥供水能力，以及较好的排水性能，没有或少有对作物有毒害的物质。

作物对土壤条件的要求除共性的以外，不同作物对土壤条件也有不同的要求。这是因为不同作物对土壤养分、水分、温度和空气的要求不同，同时，不同土壤其水肥状况不同，这样，不同作物就有其最适合的土壤。正如有经验的农民所说：“水稻恋老土”、“泥土宜种稻”。就是因为水稻是生长在水田的禾谷类作物，对水肥条件要求较高，而“老土”、“泥土”就是指熟化程度高的泥肉田，这样的水稻土，土层深

厚，有机质多，肥力高，保水保肥力强，供肥性也好。水稻种在这样的土壤上，回青快，分蘖多，生长壮，产量高。相反，砂质土土层浅薄，有机质少，肥力低，漏水漏肥，就不适合于水稻生长。又如，“砂土宜种豆(花生)”，就是因为花生是地下结荚的旱作物，质地疏松的砂质土壤，通透性好，而且雨季不易积水，有利于花生下针结荚和荚果的发育；而且花生是有根瘤菌的作物，根瘤菌能够固定空气中游离氮素供植株生长的需要，这是一方面。另一方面，根瘤菌是好气性细菌，质地疏松的砂质土壤适宜于根瘤菌的繁殖和活动，从而提高固氮能力，有利于花生的生长。由于花生根瘤菌能固定空气中的氮素，花生对土壤肥力的要求，特别是对土壤氮素的要求就相对较低，所以比较疏松的砂质土壤适宜种植花生等豆科作物。相反，如果花生种植在氮素水平高，排水性能差的泥肉田中，就容易引起茎叶徒长，导致倒伏和“好苗无好豆”，这样，产量也不高。

由于作物要求有一个较好的土壤条件以适应其生长发育的需要，而不同作物对土壤条件的要求又各不相同，因此，我们在制订作物种植计划时，就要因地制宜，考虑作物的布局 and 土壤改良。对于土壤肥力高的泥肉田，一般种植水稻等作物是较为理想的；对于坡度较大、酸度较高的山坡地，可以发展油茶等较耐酸的经济作物或林木；对于沿海的咸矾田则要种植耐咸矾的作物品种，如水稻的咸稳、赤谷等品种，甘蔗的印度419、台糖134等品种。这样，作物种植在适合于其生长的土壤上，就能充分发挥它们的丰产潜力。栽培作物除了要因地制宜地进行作物布局外，对于那些不大理想或者是比较差的土壤，还要积极地采取相应的措施进行改良，逐步将其培育成为良好的作物土壤，以适应作物生长的要求。如

珠江三角洲那些地下水位高、土质粘重、排水不良的沙围田，对甘蔗的生长是不利的。在这样的土壤里，甘蔗根系发育差，分布浅，吸收能力弱，生势差，产量低。根据这种情况，这些蔗区采取有效措施，进行挖坑起畦，采用两行畦，缩窄畦面，增挖水坑，提高地势，降低地下水位，使土壤风化疏松，通透性良好，因而根系发达，扎得深，吸收能力强，生势旺，产量高。

“万物土中生”，土壤与作物生长的关系非常密切。作物生长需要土壤为它源源不断地提供所需要的水分、养分、温度和空气，使其能顺利地生长发育，所以进行土壤改良，培育良好的作物土壤，是作物栽培的主要任务之一，也是整个栽培过程都要注意的问题。

二、土壤的组成、结构和肥力

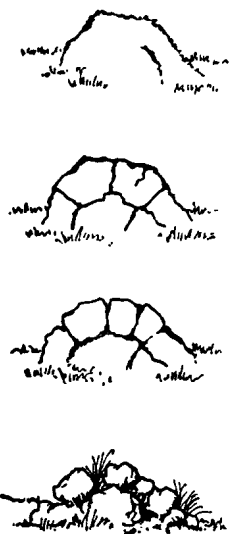
在我们伟大祖国辽阔的大地上，分布着多样而富饶的土壤资源。从颜色来看，有东北平原的黑土，西北高原的黄土，四川盆地的紫色土，华南山丘的红壤，等等，五颜六色；从质地来看，有砂有粘，有松有实，有软有硬，千差万别。土壤为什么如此丰富多采？这与土壤的组成、结构和肥力等有着密切的关系。

（一）土壤的由来

地球上各种各样的土壤都是由各种岩石变来的，其中有的就地形成，有的是经过水流或风力的搬运而堆积起来的。

岩石变为土壤要经历一个很长的历史时期，经过一系列复杂的物理风化、化学风化和生物作用的过程（图二）。

1. 物理风化：岩石变成土壤的第一步是岩石的物理风化。由于长期的季节变化和昼夜温度的差异，以及冷热交替、冷缩热胀的结果，使岩石和岩石中各种矿物成分出现裂缝，这些裂缝可以



图二 岩石的风化过程
（由上而下）

容纳雨水和空气。雨水遇冷结冰，体积增大，因而又加速了岩石的破裂，乃至裂成碎片。当地球上出现生物以后，大大小小的植物根系又伸进岩石的裂缝，进一步促使岩石裂为更细的碎屑。岩石的这种风化作用称为物理风化。

2. 化学风化：岩石出现裂缝后，雨水注入并灌在裂缝中，水可以把无水矿物变成水化物。水化物是原来成分中增加结晶水或化合水，使体积增大，硬度降低，溶解度增加，这样岩石就更容易风化；水由于有二氧化碳溶解在其中而成为碳酸，碳酸既能增大矿物的溶解度，使溶解度小的矿物也能溶于水，又能促进复杂的盐类变为简单的化合物，这样就改变了岩石的成分和性质。例如，不溶于水的长石，在有碳酸存在时，就会发生深刻的变化，变成高岭土。岩石这种成分和性质上的变化，称为化学风化。

岩石经过物理风化和化学风化，便形成了成土母质。这种成土母质的物理性和化学性与原来的岩石有很大的区别。母质疏松细碎，具有一定程度的透水性和透气性；随着母质中一些颗粒细小的次生矿物（粘粒）的形成，增大了表面积和有了毛细管孔隙，就具有一些保持水分和养分的能力；另外，母质中的矿质养分部分地释放出来，形成钙、镁、钠的碳酸盐、硫酸盐和硝酸盐等可溶性物质，使母质具有一定的可供植物吸收的无机态养分。这样，母质就初步具有一些肥力的因素，但还缺乏氮素，且由于缺乏较强的保蓄养分的能力，已释放出来的无机盐类也容易淋失，其他水、气、热状况也不能适应植物的生长，所以母质并不具备植物生长所需要的全部肥力条件，因而它还不是土壤。

8. 生物作用：土壤是由岩石风化所变成的母质再经过生物作用形成的。首先是出现在母质中的微生物，它们吸收了

母质中的水分、矿质养分和空气，固定空气中的氮素，合成有机质。随着生物的进化，先后出现了水衣、苔藓等低等植物，最后高等植物也出现了。这些植物以它们强大的根系从母质中吸取它们所需的矿物质，把从岩石中释放出来的分散的可溶性养分吸收到自己的机体内，集中起来，使养分成为有机的形态。这些植物死亡后，通过微生物的活动，使这些植物残体分解腐烂，把养分释放出来供下一代植物利用。在这个过程中还重新合成了一种特殊的物质——腐殖质。腐殖质对于土壤肥力的形成起了很重要的作用，它既能把养分保存起来，又能使无结构的母质逐渐形成有结构。上面所讲的整个过程也就是有机质的合成与分解的过程，这个过程不断循环，使成土母质的性质得到不断的改善，氮素和其他矿质营养不断积累，结构不断改善，有较强的保肥保水能力和良好的水、气、热状况，这样就具备了植物生长所需的肥力条件，使母质发展成为土壤。

（二）土壤的组成

具有肥力条件的土壤是由哪些物质组成的呢？土壤的组成，概括起来分为三个部分：固体、液体和气体。固体主要是土壤矿物质、有机质和土壤微生物，液体主要是土壤水分，气体主要是土壤空气。

1. 土壤矿物质：正如前面所说的，地球上所有的土壤都是由岩石经过风化作用所形成的母质发展而来的。而岩石是由一种或多种矿物组成，如花岗岩是由石英、长石、云母等矿物组成。据了解，存在于地壳的矿物有四十多种，是各种岩石的组成部分，它们是自然界各种地质作用的产物，也是土壤矿物质的来源。岩石的风化结果产生各种大大小小的颗

粒，土壤中大大小小的土粒都是矿物质颗粒。由于岩石矿物的组成和风化程度的差异，矿物质在土壤中有两种状态，一种是原生矿物质，一种是次生矿物质。

原生矿物质：就是岩石中的矿物在风化过程中没有改变原来的成分和结构的颗粒。如石英石，它的物理性质和化学性质比较稳定，不易风化，常以碎屑状态残留下来，成为土壤中的主要砂粒。所以花岗岩、石英岩地区的土壤，因岩石含石英矿物较多，抗风化力强，形成较多的砂粒，土壤质地就偏砂。砂粒较多的土壤质地较松，通气性和透水性较好，但保水保肥性较差。

次生矿物质：是原生矿物质风化后变成的新的矿物质，它的颗粒比较细小，土壤中最细的粘粒大多是次生矿物质。玄武岩、页岩、板岩地区的土壤，因岩石含有较多的易风化的深色矿物，如辉石、角闪石、氧化铁等，形成较多的次生矿物质粘粒，土壤质地就偏粘。粘粒较多的土壤，质地较实，湿时易泥泞，干时易板结，通透性较差，但保水保肥性较好。

土壤矿物质是土壤固体物质主要的组成部分，一般占土壤固体重量的百分之九十五以上，人们称它为土壤的“骨骼”。

矿物质是一种自然元素或化合物，不同的矿物其化学成分不同，如长石的化学成分主要是钠、钾和钙的铝硅酸盐，石英主要为二氧化硅。因此，由多种矿物组成的土壤矿物质，含有各种各样的化学元素，它是作物各种矿质养分的来源。但是，不同的土壤其成土母质不同，矿物质的成分不同，因而能提供的矿质养分的种类和数量也有差异，如长石、云母含钾元素较多，磷灰石含磷元素丰富，石灰石则含钙元素较多，岩石中含有这些矿物较多时，其风化后所形成的土

壤含钾、磷、钙的营养也较多。另外，土壤在形成过程中，由于其所处的气候环境条件不同，因而所形成的土壤，它的矿质营养以及土壤的性质也会有不同。如热带地区所形成的红壤，因矿物质的强烈分解，易溶性的钾、钠、钙、镁等元素在热带多雨的条件下容易流失，而不活动的铁、铝相对容易积聚，土壤中的磷又易为铁、铝所固定而成为难溶解状态，难为作物吸收利用，所以，红壤含有效磷较少，含钾、钙、镁等矿质养分也较缺乏。而北方的土壤，在形成和利用过程中，由于温度低，雨水少，风化和淋溶作用弱，故钾、钙、镁等元素比较丰富，硫和磷的含量也不少。

由于土壤的成土母质不同，风化和淋溶作用的强弱不同，因而各种土壤的矿质营养就会有差异。对于各种土类中所缺乏的矿质营养，在作物栽培过程中应通过施肥或其他措施加以补充，使土壤肥力不断提高，更好地满足作物生长的需要。

2.土壤有机质：土壤有机质是另外一类重要的固体物质，人们称它为土壤的“肌肉”，是土壤的重要组成物质，它和土壤“骨骼”——矿物质紧紧地结合在一起，成为土壤的“躯体”。我国土壤有机质的含量一般为百分之一至百分之二，高的可达百分之五至十。在土壤的组成物质中，有机质的数量虽然不多，但作用却很大。它不仅是作物生长所需养分的重要来源，而且对土壤物理性、化学性以及土壤微生物和其他各种肥力因素都有着全面而深刻的影响。因此，土壤有机质是土壤肥力的基础。

土壤有机质的主要来源是动植物残体（包括施入土壤中的各种有机肥料）。动植物残体在土壤微生物的作用下，慢慢腐烂分解，在这个过程中产生矿质化和腐殖质化两种变化。

所谓矿质化，就是微生物把复杂的有机物分解为简单的