

北京市中学化学选用教材

土 壤

TURANG



北京人民出版社

T15716

北京市中学化学选用教材

土 壤

北京市教育局教材编写组编

北京人民出版社出版

北京市新华书店发行

北京印刷三厂印刷

1975年6月第1版 1977年1月第2次印刷

书号: K7071·309 定价: 0.16元

毛主席语录

我们的教育方针,应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展,成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生也是这样,以学为主,兼学别样,即不但学文,也要学工、学农、学军,也要批判资产阶级。学制要缩短,教育要革命,资产阶级知识分子统治我们学校的现象,再也不能继续下去了。

目 录

第一章 土壤	1
第一节 土壤的组成.....	3
第二节 土壤胶体.....	8
第三节 土壤酸碱性.....	14
第四节 土壤的改良.....	17
第二章 土壤普查和诊断	20
第一节 作物需要的生活条件.....	20
第二节 土壤普查和诊断的目的意义.....	21
第三节 土壤普查和诊断的内容.....	23
第三章 土壤普查和诊断的方法	26
第一节 土壤普查方法.....	26
第二节 作物外部形态诊断.....	36
第三节 作物组织汁液的化学诊断.....	39
第四节 土壤化学诊断.....	43
第四章 土壤普查与诊断指标的应用	64
第一节 作物诊断指标的应用.....	64
第二节 土壤养分分析数据的应用.....	65
附：常用数字的附表	

第一章 土 壤

土壤是地球陆地表面上，能够生长作物的疏松的表层。土壤是作物的根据地，作物生长需要的具体条件虽然各有不同，但一般地说，它们都需要阳光、温度、水分、空气和养分。这五种因素除阳光外，其余都是全部或一部分由土壤供给的。土壤所以能够生长作物，就是因为土壤具有肥力这种特殊性质。什么叫土壤肥力呢？土壤肥力就是土壤供给作物生长所需要的水分、养分、空气和热量的能力。苗靠根，根靠土，没有土壤作物就无法生长，没有土壤也就没有农业，所以土壤是农业生产的基础。

土壤是劳动人民辛勤劳动的产物，我国劳动人民从古代起就十分重视对土壤的研究。例如古书上记载说：“土者，生长万物。”“壤，柔和之貌。”春秋战国时期的《管子·水地篇》中说：“土者万物之本源，诸生之根貌。”由此可见，我们的祖先很早就把土壤和生产联系起来。

我们伟大领袖毛主席历来十分重视农业，英明地提出了：“以农业为基础、工业为主导”的国民经济的

总方针。毛主席还亲自主持制订了农业增产的根本大法——“八字宪法”：土、肥、水、种、密、保、管、工，它揭示了发展社会主义农业的客观规律，这八个因素是相互联系的整体，但又各有其特定的重要地位。“土”是作物的基础，是农业生产的基本条件。为了全面贯彻农业“八字宪法”，向生产的深度和广度进军，我们就要充分发挥人的主观能动性，不断掌握土壤水分、养分、空气和热量的变化规律。要象大寨贫下中农那样，发扬“自力更生，艰苦奋斗”的精神，改良土壤，培养地力，建设高产、稳产农田。

第一节 土壤的组成

一、土壤的形成:

土壤不是开天辟地就有的, 当地球上还未出现生命的时候, 土壤是不存在的, 那时候到处是光秃的岩石。由于寒、暖、干、湿的变化, 岩石里不同的组成, 经过不同的热胀冷缩和裂缝中水分结冰时的膨胀及岩石崩塌和风、水、土、砂的摩擦等等, 使整块的岩石碎裂, 这种情况称为“风化”。风化作用, 包括碎裂、溶解、氧化等变化形式, 基本作用是使整块岩石变成散碎、细小的粉末, 有的通过溶解变成溶液, 再经过风吹、雨打、水流搬运到不同的地方。但是, 风化只产生风化层, 还不可能形成土壤, 因为风化了了的岩石, 无论达到多么微细的程度, 或者搬运到什么地方, 只是纯粹的矿物质, 还是与土壤不同。不过, 风化层已经和岩石不同了, 岩石是不透水的, 而风化层可以透水, 并且已经有了一定的蓄水性能。

风化过程中有化学反应发生, 我们以正长石为例来说明, 正长石的组成通常用元素的氧化物来表示:
 $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ 。

风化的反应是:





砂

粘土

当地球上出现了生命，随着生命的进化而出现了高等绿色植物，绿色植物需要在风化层上扎根，吸取水分和养料，来制造有机体，维持它的生活。这样，生长在风化层上的植物，阻止了部分矿物质的流失，而使养料累积起来。同时，地下部分的根系，在死亡之后，和地上的残枝落叶，通过微生物的作用，分解形成二氧化碳，增加了岩石中养料的释放。到了这一阶段，风化层已经具有前所未有的肥力性状，在本质上已经不同于风化层，已经是土壤了。这种土壤称为自然土壤。

自然土壤一旦经过人类的耕垦、利用，又走向了一个新的阶段——农业土壤阶段。所以说农业土壤既是历史的自然体，又是最基本的农业生产资料，是劳动人民辛勤劳动的产物。

二、土壤的组成：

土壤是由固体、液体和气体三类物质组成的一个统一的整体。固体物质包括粗细不同的土粒(矿物质、有机质、各类活的微生物)，液体主要指土壤水分(含有无机盐的土壤溶液)，在水分和固体占据以外的全部空隙中都充满着空气。

土壤中的矿物质：

土壤中的矿物质主要是岩石风化的生成物，种类很多，如果用各种元素氧化物形式来表示，主要有： SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 H_2O 、 SO_3 、 P_2O_5 等。土壤里的砂（ SiO_2 ）和粘土（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）在不同的土壤里的含量有很显著的差别。含砂较多的土壤叫砂土；含粘粒较多的土壤叫做粘土；含砂和粘粒的量大约相等的土壤叫做壤土；含较多碳酸钠（ Na_2CO_3 ）和食盐（ NaCl ）的土壤叫做盐碱土。

土壤中的有机质：

土壤里的有机质是作物养分的主要来源，是土壤肥力的基础。土壤中的有机质，主要来源于动植物死亡之后的残体，经过微生物的活动，发生一系列的分解和化合反应，逐渐变成复杂的化合物，而转变为腐植质^①。腐植质的好处是：（1）能改善土壤的物理性质，胶结土粒形成团粒状态，使土壤松软、柔和并能调节土壤水分和空气的矛盾。（2）能够吸收土壤里水溶性的养分，暂时贮存起来，避免雨水淋失到下层。（3）腐植

① 腐植质：土壤中特殊的、比较稳定的黑褐色有机胶体。它是由动植物有机体，经过一系列微生物的分解和化合作用，而产生的大分子化合物，其中除含碳、氢、氧成分外，还含有丰富的氮素。

质本身能进一步分解、释放养分,不断供给作物吸收利用。(4)腐植质颜色深暗,能吸收较多的光热,稍能增加土壤温度。总之,腐植质直接改善土壤的物理、化学和生物的性状,调节土壤的水、肥、气、热的变化,更多的满足作物生长发育的需要。因此腐植质是土中之宝。我们应该想尽办法来增加土壤里的腐植质的含量。

土壤水分:

土壤中矿物质的风化、微生物的活动、有机物的合成和分解,以及土壤中所有的物质转化都必须有水分存在才能进行。土壤水分影响土壤温度和土壤空气。土壤中水分多了,空气就少,温度就下降。所以土壤水分是土壤中极其活跃的因素。我们耕作、灌溉、排水的主要目的就是要调节土壤水分,恰当地满足农作物生长发育的需要。

土壤水分并不是纯净水,例如,雨水本身就溶有一定数量的大气中的二氧化碳和氧气,甚至还有雷击产生的硝酸和亚硝酸(HNO_2)及氨等。当这些水分到达地面进入土层时,必然与土壤的固体和气体发生作用,溶解更多的物质,所以土壤水分实际上是一种溶液,这种溶液称为土壤溶液。土壤溶液中含有微量的碳、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、铜等元素的化合物或

离子。这些都是农作物生活不可缺少的养分。土壤溶液中也有许多作物不需要的或有害物质，如小苏打或芒硝。土壤溶液中铁、铝等物质含量过多时，能降低磷的肥效性，因为铁、铝含量过多，能与磷起化学作用，生成难溶性的铁、铝磷酸盐，作物不能吸收利用，这样的土壤必须经过改良才能利用。如果土壤溶液中，氮、磷、钾含量过少时，土壤又呈显贫瘠，必须施肥才能补充作物养料的不足。

土壤空气：

土壤空气同土壤水分和养分一样，是土壤肥力的重要因素之一。土壤空气能供种子发芽吐根，根系呼吸，以及细菌活动所需要的氧气。土壤空气所含的二氧化碳气比大气多，二氧化碳气溶解于土壤溶液后能增加其溶解能力。土壤空气里含有丰富的水气。饱和时可以凝结成土壤水分，有助于土壤水分的运行和补充，因而也有助于土壤化学变化和微生物的繁殖。不同土壤空气含量也不相同。干燥土壤比潮湿土壤所含空气的量多，同样的土壤耙松的又比紧实的空气含量多。农作物在不同的生育期，对空气含量和组成要求有所不同。我们可以通过松土、排水、灌溉、镇压、施肥等措施调节土壤水分和空气的状况，满足作物生长发育的需要。

总之，组成土壤的物质是复杂的，而且各种物质之间都不是简单的机械的混在一起，而是相互联系，相互制约的构成一个统一体。

第二节 土壤胶体

一、胶体溶液：

我们已经知道溶液是具有澄清、透明、均一外形特征的液体，而悬浊液和乳浊液往往是浑浊的、不透明、不均一的。这是由于分散在溶剂中的溶质的颗粒大小不同所导致的。在溶液里，溶质分散成单个分子或离子，分散颗粒的直径一般小于1毫微米（1毫微米等于百万分之一毫米）。悬浊液和乳浊液里，溶质分散的颗粒都是由许多分子集合成的，颗粒的直径大于100毫微米。

另一种溶液，它的分散颗粒也是由许多分子集合而成的，它的直径大于溶液里存在的分子或离子，而小于悬浊液和乳浊液存在的颗粒，即直径大小在1毫微米和100毫微米之间。这类溶液叫做胶体溶液，象肥皂水、鸡蛋蛋白的水溶液、动物的血清、明胶水溶液等都是胶体溶液。

胶体溶液相当稳定，不象悬浊液那样，其中颗粒受重力作用很容易下沉。有时胶体溶液能保持几年，其

中分散颗粒也不下沉。胶体溶液的稳定性，是由胶体的结构和性质所决定的。

二、土壤胶体:

溶液里颗粒的直径在 1—100 毫微米 之间的范围时，一般称胶体。土壤里也有这样的微小颗粒，特别叫土壤胶体。

土壤胶体根据成分不同，又可分为三种:

(1) 有机胶体: 是有机物质腐植质化过程中的产物，包括各种不溶性的腐植质。

(2) 矿物胶体: (也叫无机胶体) 是岩石风化的产物，是一些微细的矿物颗粒，如高岭石、含水氧化铝、含水氧化铁、含水氧化硅等。

(3) 有机矿物复合胶体: 有机胶体和无机胶体相互作用时所形成的复合胶体。

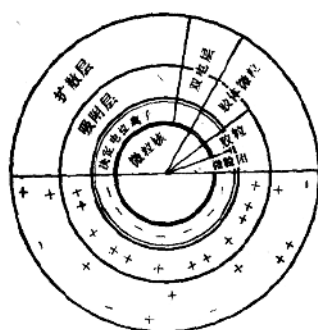


图1 一般胶体微粒结构

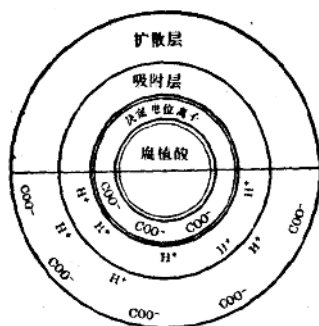
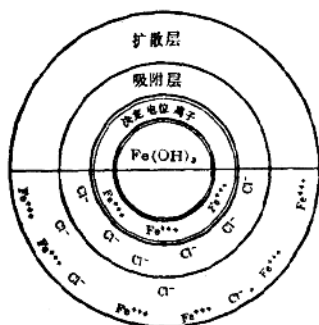


图2 负电的腐植酸胶体微粒结构



为了了解土壤胶体的性质，首先了解胶体的结构。我们取单独的胶体微粒来说明（见图1、2、3）。

胶体微粒的中心部分是一个微粒核，这微

图3 正电的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体微粒结构 粒核可由不同的化合物组成。土壤矿物胶体的微粒核主要由铝硅酸盐组成，有时由 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 组成。矿物胶体是比较稳定的。有机胶体的微粒核主要由腐植酸（胡敏酸）、蛋白质和纤维素及其他复杂物质组成。

微粒核的表面有一个双电层或离子发生层，这一层的形成可以有两种可能，一种是从溶液中吸收离子来形成这一层；另一种是微粒核表面分子本身的解离而产生。

微粒核与双电层的内层（即决定电位离子层）合称微粒团，双电层的外围叫双电层的外层，这一层又分为两层，里面一层直接与决定电位离子层接触的叫吸附层，吸附层与决定电位离子层所带电荷不同，彼此吸引牢固，不易活动。吸附层往外，离子分布较稀，故这一层离子较少，此层为扩散层。微粒团与双电层的吸

附层合称为胶粒，微粒核与双电层合称为胶体微粒。

胶粒的电荷决定于直接附着在微粒核上的离子，即决定于双电层的内层的电荷，如果阴离子被吸附在微粒核上，胶体就带负电荷，而胶粒周围的分散介质带正电荷如图2(带负电的腐植酸胶体微粒的结构)。如果阳离子被吸附在微粒核上，胶粒就带正电荷，而胶粒周围的分散介质带负电荷如图3(带正电的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体微粒的结构)。

土壤胶体的性质:

(1) 有很大的总表面和表面能: 我们知道, 有两块同样大小的木头, 把其中的一块用刀劈成许多细块, 这些细块与空气的接触面积总加起来一定就比没有劈细的大, 烧起来就比没有劈细的快。土壤胶体很象是被劈细的非常微小的粒子。因此, 它与周围的接触面积很大。因为土壤胶体的总表面积大, 吸收别的物质的面积也大, 吸收的能力也就大, 这种能力叫表面能。

(2) 带电: 在胶体溶液中, 胶粒都是带电的, 有的带负电, 有的带正电, 土壤胶体也是这样。实践证明, 大多数的土壤胶体中胶粒都是带负电的, 这种胶体称为阴性胶体。例如高岭石、腐植质、含水的二氧化硅胶体等。也有少数土壤胶体中的胶粒是带正电的, 如氧化铁、氧化铝胶体带正电, 这种胶体称为阳性胶体。正

因为土壤胶体具有这种带电性，所以土壤能吸收并保持许多离子态的有效养分，既能避免淋失，又可随时供应作物吸收利用。

(3) 凝聚和分散作用:

土壤胶体有两种不同的状态：一种是胶体微粒散布在水中呈胶体溶液状的胶体，称为溶胶体；另一种是胶体微粒彼此联结凝聚在一起而呈棉絮状态沉淀的胶体，称为凝胶体（土壤胶体常是凝胶体）。由溶胶联结凝聚成凝胶的作用叫做凝聚作用。由凝聚分散成溶胶的作用叫做分散作用，但不是所有的凝胶都能分散成溶胶。

怎样使溶胶凝聚呢？我们已经知道溶胶里的各胶粒都带相同的电荷（阴电或阳电），它们相遇时就会互相排斥，这就阻碍了它们相互接近凝聚成较大颗粒而下沉。如果在溶胶中加入一些电介质，就能使溶胶凝聚。例如，在氢氧化铁胶体溶液里加入电介质 NaCl ，溶液中的 Cl^- 离子浓度增大，带正电 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒吸引的 Cl^- 也增加，这样 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒的正电性就减弱，胶粒之间相互的斥力也就减弱，因此容易相互结合而凝聚。我们平常食用的豆腐就是应用盐卤（主要成为 MgCl_2 ）或者石膏溶液加入豆浆里使蛋白质胶粒凝聚而成的。

土壤中的胶体主要是处于凝胶状态，只有在较潮湿的土壤中，才有少量的溶胶。当土壤发生干燥、受热、冻结等作用都会使溶胶变为凝聚。某些有机胶体能促使矿物胶体的凝胶变为溶胶，而使它们在土壤剖面中发生移动。另外，酸性溶液能促使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的凝胶变为溶胶。碱性溶液则相反。

土壤胶体在农业生产中有重要的意义。溶胶呈分散状态时，充满着土粒的孔隙，往往影响土壤通风透水，还增加土壤的粘结性，这样对作物养料的供给和土壤耕作都是不利的，农业生产上要求增加稳定的凝聚体，要求把分散的土粒胶结成稳定性的团粒结构。

土壤的各种性质，或多或少的都与土壤胶体有关系。土壤的吸收性能，就是依靠土壤胶体的作用，使土壤能够保留和源源不断供给作物所需要的养料。

可溶性的养分在土壤溶液中能电离为阳离子和阴离子，这些离子被带相反电荷的土壤胶粒所吸收，胶粒吸收的离子可和溶液中离子进行交换。例如，往田里施入草木灰，草木灰中的钾就会被土壤胶体吸住，以便随时供给作物需要。反应如下：

