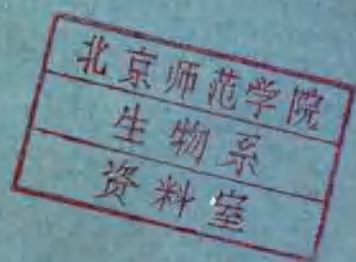


※※※※※※※※※※※※

农作学原理

※※※※※※※※※※※※



北京师范学院 生物系

一九八六年二月

目 录

绪论.....	1
第一篇 土壤与作物营养.....	7
第一章 生物与环境.....	7
第一节 自然环境.....	7
第二节 人工环境.....	10
第三节 土壤在农业环境中的地位和作用.....	12
第二章 土壤及其组成.....	15
第一节 土壤的形成.....	16
第二节 土壤的组成.....	19
第三章 土壤有机质.....	28
第一节 土壤有机质的来源、种类及腐殖质的形成.....	29
第二节 土壤腐殖质的组成和性质.....	39
第三节 土壤有机质在作物营养和土壤肥力中的作用.....	45
第四节 土壤有机质的调节.....	50
第四章 土壤的主要理化特性.....	55
第一节 土壤胶体与土壤吸收性.....	55
第二节 土壤酸碱度与缓冲性.....	68
第三节 土壤结构与物理机械性.....	76

第五章	土壤水、气、热状况及其调节	89
第一节	土壤水分状况	89
第二节	土壤空气和热状况	115
第六章	土壤养分	125
第一节	土壤氮素和氮肥	125
第二节	土壤磷素和磷肥	142
第三节	土壤钾素和钾肥	155
第四节	土壤中的微量元素及其肥料	161

绪 论

一、农业在国民经济中的地位

农业生产是以绿色植物为主要对象，以日光能为主要能源，以土壤为基本生产资料。绿色植物通过光合作用，将太阳能转变为化学能，贮藏于有机物中，从而为人类提供了生命活动所必需的能量。绿色植物的栽培是农业生产的基础，人类的食物、牲畜的饲料和部分工业原料都直接或间接来自绿色植物的栽培。现今，禾谷类、薯类、豆类和糖料作物给人类提供了大部分碳水化合物、蛋白质和脂肪。农作物显然是人类食物中热量和蛋白质的主要来源，世界上增长着的人口的生存有赖于这些作物产量的提高。

由此可见，农业生产的主要任务在于为人类提供最基本的生活资料，首先是食物，以供给和不断补充人们在全部生命活动中所必需的能量，并为工业，特别是轻工业提供部分原料。

农业是国民经济的基础。马克思在《资本论》中指出：“超过劳动者个人需要的农业劳动生产率，是一切社会的基础。”毛泽东同志根据马克思主义的基本原理和我国的具体情况制定了以农业为基础发展我国国民经济的方针。在这个正确方针的指导下，我国农业有了很大的发展，解放以来，全国粮食产量增长了一倍半以上，以不到世界百分之七的耕地，养活了超过世界五分之一的人口，这是一个了不起的成就。我国农业科学研究也有很大发展，有的研究项目是走在世界前列的。但是，目前我国农业的发展还远没有达到

预期的目标和应有的高度，农业劳动生产率还很低，与世界先进水平相比差距还很大。同时这也显示我国农业有很大的生产潜力。农业关系到整个国计民生，关系到政权的巩固，在我国新的历史条件下，仍然必须坚持执行以农业为基础的方针，尽一切可能加强农业，建立起巩固的农业基础，只有这样才能加速实现四个现代化的伟大事业，把我国建设成为繁荣昌盛的强大的社会主义国家。全党全民都必须大办农业，各行各业都必须支援农业。为农业服务，加速农业现代化的实现，更是生物学工作者的光荣职责。

三、农学和生物学及土壤学的关系

农学和生物学都是自然科学发展和社会需要的必然产物，它们从不同的角度研究生命现象。农学和生物学虽然是两门独立的学科，有各自的研究目的和对象，但它们之间存在着广泛的密切的内在联系。

农学和生物学是相互促进、相辅相成的。农业生产实践为生物学提供了大量素材，又循生物学揭示的规律提高产量。当前，生物学之所以跃居自然科学的前沿，是包括农学和医学在内的生物学各学科和其他学科在分子水平上对生命活动的本质共同研究的结果。农学、医学以及物理学、化学、工程学等是促进生物学发展的一个推动力。同样，生物学也给农学、医学和其他学科以深刻影响，并推动其发展。

生物学和农学已经不能局限于过去的研究领域和研究方法，当

前，一个课题的研究一般应从不同角度进行，这就需要培养知识面广而又学有专长的生物学和农学方面的人才。为此，生物学和农学不仅要在本学科内，而且要同其他有关领域进行协作交流。既然农业是发展我国国民经济的基础，而农学与生物学又有如此密切的内在联系，农学在生物学教学中的必要性和重要性就不言而喻了。正如生物学是农学教学中的不可缺少的环节一样，农学也是生物学教学中的一个不可缺少的环节。

前面已经提到，农业生产最主要的任务是为人类提供最基本的生活资料。它包括植物生产（种植业）和动物生产（饲养业）两大部分，而动物生产所需的能源又都直接或间接的来自植物生产。所以，农业生产中最基本的任务首先是发展绿色植物的生产，而土壤则是植物生产的基地。大家知道，绿色植物借助其根系在土壤中伸展而立足于自然界中，通过其光合作用把太阳的辐射能转变为植物有机质中的化学能，同时通过根系从土壤中吸收水分和养料，进行自身的生长繁育，人类从而获得所需的植物产品。如果说，植物生产为人类和动物界提供了生命所需的能源，那么土壤则是生产生命能源的基地，是农业生产的基本生产资料。因此，要研究和发发展农业，就必须重视土壤资源的开发、利用、改良和保护，必须了解土壤的肥力水平，土壤肥力的变化及其有关的各种理化特性，才能因地制宜的种植作物，合理利用土地，培肥土壤，不断提高土壤肥力，促进农业生产的持续发展。由此可见，土壤是农业生产的基础。作为专门研究土壤的自然科学——土壤学，也同生物学一样，成为学习和研究农学的必不可少的基础科学之一。因此，我们学习农学的

基础知识时，必须学习土壤学。

高等师范院校生物系肩负着培养适应中等教育需要，适应农业现代化需要的生物学师资的重要任务。为此，必须使学生在学习生物学的基础上，进一步掌握有关农业科学的基本理论、基本知识和基本技能，了解近代农业科学技术的新进展、新成就。熟悉主要作物的栽培原理，以扩大知识领域，开拓思路，加强理论联系实际，提高教学质量，以适应中等教育和生物科学工作的需要。

三、农作学原理的性质、任务和学习方法

农作学是研究作物的生物学特性、外界环境条件对生长发育的影响和作物高产栽培原理的科学。本课程的任务在于阐明作物生长发育的规律及其与外界环境条件的关系，指出作物高产稳产的途径和技术措施原理。因此，农作学原理是一门密切联系农业生产实际的基础课程。

本书分三篇。第一篇从土壤和作物营养的角度，阐述土壤的主要性质、土壤与作物营养的关系，以及合理施肥的基本原理；第二篇介绍有关农业气象的基本知识；第三篇从作物生理的角度概括作物个体各器官之间、群体与个体之间的相互关系和产量形成的基本原理，以及主要农作物栽培的生物学基础和高产栽培原理。

农业科学是人类生产实践和科学实验的经验和材料的提炼。学习时必须注意运用实践的观点，既要抓住重点，掌握带有普遍性的原理；又要理论联系实际，把学得的知识因地制宜地运用于实践，

切忌死记硬背。

作物与外界环境和栽培条件处在紧密的错综复杂的联系之中。学习时必须注意运用辩证唯物主义的观点，抓住事物的内在联系，既要有分析又要有综合，既要研究特殊性又要研究普遍性。不能根据在某一条件下所得到的事实或结果，去否定或代替另一条件下所得到的事实或结果，而必须掌握农作物的生物学特性及其与外界环境条件的关系，并注意在不同环境条件下的各项技术措施和高产经验，加深对农业生产的内部联系和规律性的认识，根据不同作物和品种、不同时间、地点和条件，灵活地运用所学知识，切忌生搬硬套。

地球上约有植物30万种，被人类利用的约有2,500种，其中1,500种是栽培植物。每一种作物的品种衍生繁多。农作物是在漫长的时期内，经过人工的选择、杂交和培育逐渐由野生植物演化而来的，都有其悠久的历史。它们在适应性，形态和成分等方面都发生了巨大的变化。任何一种农作物都有一个发展的过程，有它的过去，现在和将来，植物的系统发育对个体发育以深刻的影响，植物的个体发育又将包括在系统发育之中。因此，学习时必须注意运用进化发展的观点，实验法和历史法相结合，了解作物的过去，认识作物的现在，预见作物的将来。切忌静止地看待问题。

农业科学和农业生产实践具有发展较快、变化较大、地区性较强的特点。要注意经常搜集、阅读、分析有关近代资料，加强实地调查研究和科学实践，以不断吸收最新科学成就，培养解决实际问题的能力。

农作学是一门综合性学科，同其他学科之间有密切的联系，尤其同植物学、植物生理学、遗传学以及土壤学等的关系更为紧密。

在学习时既要注意它们之间的联系，又要注意它们之间的区别，善于将其他学科的有关知识运用于本课程的学习。本课程各篇之间也是相互联系的，第一、二两篇是学习第三篇的基础，第三篇是第一、二两篇的运用和深化。在学习时要善于掌握它们之间的有机联系，融汇贯通，举一反三。

第一篇 土壤和作物营养

第一章 生物与环境

研究生物与环境之间的相互关系，不仅要了解生物本身各方面的特性，还要了解它们生活环境方面的特性以及它们之间相互作用的关系。只有对具体生物和具体环境进行具体分析，才能弄清二者之间的关系。

第一节 自然环境

任何生物总是生活在一定的环境之中，并与周围环境发生多种多样的联系。生态学中所理解的环境，是指生物有机体生活空间的外界自然条件的总和。它包括水、土壤、大气、各种矿产资源和动植物等。在这个意义上，生物环境不仅包括对其有影响的种种自然环境条件，而且还包括生物有机体自身的影响和作用。也就是说，生物体在与周围环境的相互作用下，不断地改变着自己，也改变着环境。

植物所需要的物质条件，除了地球本身所提供的一切物质基础外，最根本的能量动力是由太阳辐射提供的。有了物质和能源的供应，植物才能生产出有机物质，并能继续不断地传递下去。因此，太阳和地球是植物最根本的环境基础。可以说，一切环境特征都是由此产生的。所以，植物的宇宙环境和地球环境，奠定了生态学上

宏观概念的基础。

二 生物环境

大气圈的对流层、水圈、岩石圈和土壤圈共同组成了地球的生物环境。

(一) 大气圈：地球表面上的大气圈，其厚度约有1000公里以上，但直接构成动、植物的气体环境的部分，只有下部对流层约16公里的厚度。这部分大气含有生物生存所需要的二氧化碳和氧气。对流层中还含有水汽、粉尘等，它们在气温的作用下，形成的风、雨、霜、露、雾和冰、雹等，一方面调剂着地球环境的水分平衡，有利于植物的生长发育；另一方面也给植物带来破坏与损失。

(二) 水圈：包括地球表面71%的海洋，内陆淡水水域以及地下水等，构成植物所需的丰富的水源。水中还溶有各种化学物质、盐类、矿质营养和有机营养物质等提供生物生存的需要。由于各个地区的水质不同，(例如海水、湖水和河水，咸水和淡水，都是不同的水域环境)，构成了植物环境的生态差异。

水分在不断地运动和变化。液态水通过蒸发、蒸腾，转为大气圈中的水汽，再成为降水回到地面上，构成物质循环的一个方面。大气中水热条件结合在一起，就会产生风云万变的地区气候特性。

(三) 岩石圈：岩石圈是指地球表面30~40公里厚的地壳。是水圈和土壤圈最牢固的基础。岩石圈中贮藏着丰富的矿藏和植物生长发育所需要的矿质养料。由于各种岩石的组成成分不同，它风化所形成的各种土壤的成分也就不同，这又为植物的生存创造了各种不同的土壤环境。

④ 土壤圈：岩石圈表面的风化产物经长时间在各种自然因素和生物的作用下，形成了土壤。土壤本身有它自己的结构和理化特性。根据它的质的特点，列为一个独立的圈层——土壤圈。地球上绝大多数植物立足和依存于土壤生活。土壤圈是植物的主要分布带，土壤是植物生产的基本生产资料。改良土壤，可以控制和促进植物的生长发育，获得人类所期望的产品。

以上四个自然圈，是生物圈的物质基础。

三 生物圈

生活在大气圈、岩石圈、水圈和土壤圈的界面上的生物，构成了一个有生命的生物圈。生物圈在整个地球上是一个厚度很薄而又十分特殊的圈层。由于生物的生命活动所要求的外界条件比较严格，尤其是高等生物，选择适合其生存的外界条件更为严格。因而，地球各处的自然环境中，只有在—一个相当狭窄的空间内（从垂直方向看），才具有这样的条件。在这个狭窄的空间内，围绕着地球固相、液相、气相的交界面附近，高度集中了地球上高达99%的生物物质，形成了一个环绕地球的由生活物质所组成的连续层，称为“生物圈”。

根据生物分布的幅度，生物圈的上限为海平面10公里以上的高度，下限为海平面10公里以下的深处。在这一广阔范围内，最活跃的是生物。但大多数生物都生活在离地50~70米的大气圈中。其中的绿色植物能在生命过程中，截取太阳辐射能，吸收土壤中的水分和养分，吸收大气中的二氧化碳和氧气，使地球的各自然圈之间，发生着物质和能量的相互渗透，形成整个地球表面生物

的能量转化和物质循环。

与人类最密切的是“农业生物层”。主要由各种类型的农作物、牧草和森林等高等植物所组成，从狭义上讲，主要是指农作物。农业生物层的垂直幅度一般仅有几米到几十米，很少超过100米的。它在整个生物圈中，只占其厚度的二百分之一到五十分之一。在水平分布上，也较整个生物圈有更加独特的方式，所选的环境条件也更加严格，是人类基本食物的来源。

第二节 人工环境

人工环境：广义地说，是形成所有栽培植物、农作物、森林、绿地以及引种驯化等所需要的环境。狭义的人工环境是指在人工控制下的植物环境，如薄膜生产（利用塑料薄膜育苗、塑料薄膜地面覆盖），可以提高土温和气温，使幼苗免受夜间低温或霜害，并能防止水分蒸发和损失；促进植株生长发育，延长生长季节，夺取丰产丰收。我国北方地区的阳畦、塑料大棚、土温室以及现代化的玻璃温室环境，能在外界零下几度甚至 $-20^{\circ}\text{C}\sim-30^{\circ}\text{C}$ 的条件下，培育各种观赏植物和喜温蔬菜（蕃茄、黄瓜、扁豆等）；在夏季搭设荫棚，创造冷凉湿润环境，培养喜凉耐阴植物。这些说明，在广大地区都能创造出植物所需要的人工环境，为增加植物产品贡献力量。人工环境的发展前途是无限的。

农业生产大都处于人工环境，但也深受自然环境因素的影响。农作物只能在适宜它的环境条件下生长发育。不同农作物对环境条件要求不同。例如，水稻、莲藕只能生长在水里，而小麦、玉米适宜种在旱地，柑桔产自温暖的南方，而苹果却盛产在我国北部地区。

这些都说明了不同的生物对环境条件要求有很大的差别。另一方面，农业生物的生长发育也在不断影响环境。比如，作物吸收二氧化碳放出氧气，使空气净化，夜间呼出二氧化碳，又改变了空气中二氧化碳的含量；植树造林可以调节气候，用以防风、固沙、保水；农作物靠吸收土壤中的营养元素供给生长发育的需要，其残根落叶腐烂分解，营养元素又返回土壤中；植物在生活过程中，其根系在土壤中的伸展及残体腐解物质返回土壤，又对土壤起到改良作用。

农业环境主要包括土地、森林、草原、植被、水资源、空气等。它是农业生产的基本物质条件。在农业环境中，各种环境因素和农业生物之间，以及各种环境因素本身之间是互相联系、互相依赖、互相制约的，保持着一种自然的农业生态平衡。生命体系同环境体系的各种因素基本上是协调的。但是这种平衡是相对的，当生命体系和环境体系的某个重要因素或重要成分受到削弱或破坏时，那么生态系统的平衡也就受到破坏。农业生产也就受到严重影响。

前面已经提到，生物圈是指地球上生命的那个圈层，即生物及生命活动所集中的范围，它包括生物有机体的总和，也包括生物赖以生存的环境在内。自然环境是指环绕于我们周围的各种自然因素的总和，包括光、空气、水分、土壤、动植物和各种矿产资源等。农作物生长在自然界中，所以，农业环境不仅是自然环境的重要组成部分，同时也是生物圈的主要部分。因此，从各个方面去创造和保护良好的农业环境，保持农业生态平衡，对搞好农业，提高农业生产是十分重要的。

第三节 土壤在农业环境中的地位和作用

土壤是客观存在于自然界的自然体，是农业环境的重要组成部分，它具有独特的发生、发展过程、组成特点和形态特征。在农业生产中，土壤是作为栽培作物的立地条件和生长发育的基地。因此，土壤不仅是历史自然体，同时也是人类赖以生产、生活和生存的物质基础。

在自然界中，土壤圈处于大气圈、岩石圈、水圈和生物圈之间的过渡地带，是联系有机界和无机界的中心环节，是结合农业环境各组成要素的枢纽（图 1-1）。

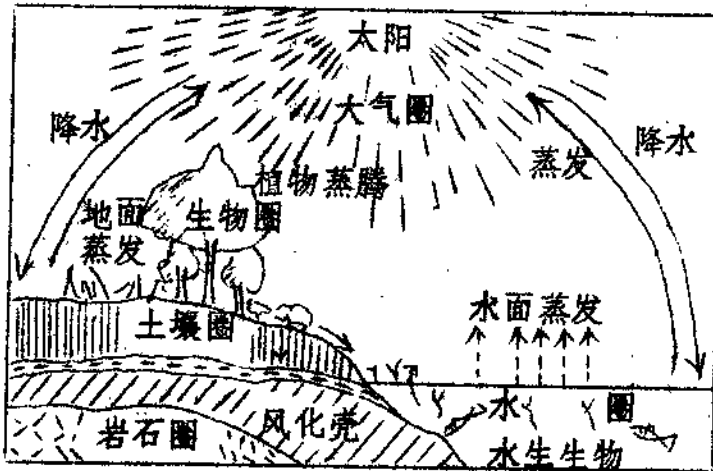


图 1-1 土壤在农业环境中的地位和作用

在农业环境中，土壤是运动着的物质、能量体系。土壤的组成物质包括矿物质、有机质、水分和空气。土壤又是一定热力学系统，包括能量的收入、转化和传递过程。土壤运动变化的根本原因在于土壤内部的矛盾性。例如原生矿物的分解和次生矿物的形成，土壤有机质的分解与合成，土壤胶体的分散和絮凝，土壤水分的保蓄和渗漏，土壤空气的输入和输出，以及土壤热量的增加和减少等。随着土壤中各种组成物质之间的相互作用和性质、形态的变化发展，从而形成各种不同类型的土壤。

土壤的物质组成和内在性质的变化、发展，并不是孤立存在的，而是与外界环境之间紧密联系着的。在自然界中，土壤作为一个开放系统，与环境之间不断地进行着物质、能量的交换和转化（图 1 - 2）。

在土壤与环境系统之间的物质和能量运动的基础上，在土壤诸因素的综合作用下，形成具有独特的内在性质和外形特征、不同生产水平的多种多样的土壤类型。在自然过程和人为过程的相互作用下，又不断地改变着土壤的形成类型和性态特征。因此，研究土壤需要研究土壤与环境之间的物质、能量的交换和转化，研究土壤的发生、发展以及土壤的类型和分布等，才能为充分、合理地利用土地，培肥土壤，提高作物产量提供科学依据。

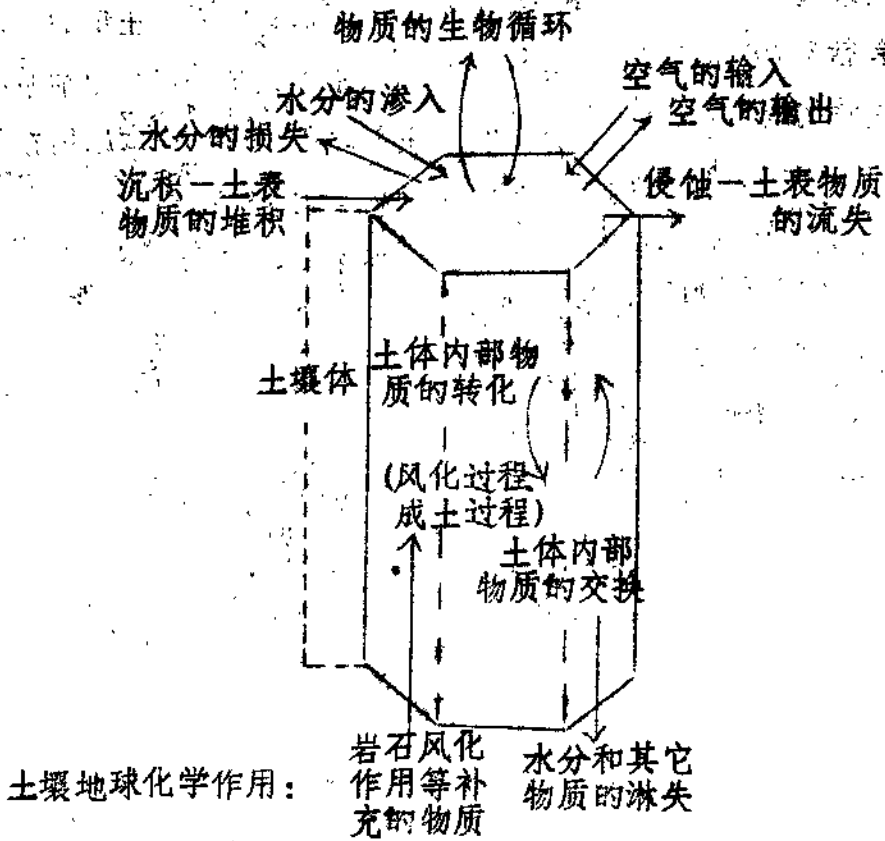


图 1-2 土壤与环境之间的物质运动示意图