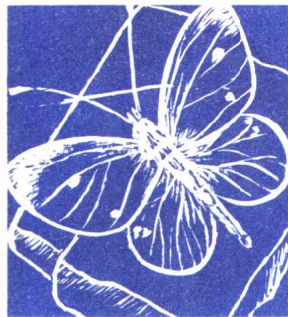
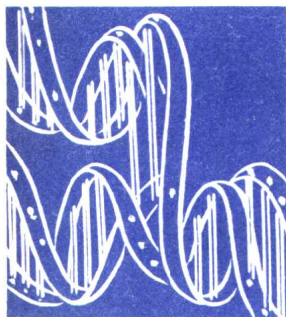




农业干部培训自学读本

耕作学基础知识

李丕明 李孙荣 编



农业出版社

农业干部培训自学读本

耕作学基础知识

李丕明 李孙荣 编

农业出版社

农业干部培训自学读本
耕作学基础知识
李丕明 李孙荣 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 3.625 印张 72 千字
1981 年 6 月第 1 版 1981 年 6 月北京第 1 次印刷
印数 1—105,000 册

统一书号 16144·2377 定价 0.31 元

出版者的话

为适应农业干部学习农业基础知识的需要，我们请农业干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。

目 录

一、农业生态系统和耕作制度	1
(一) 农业生产的实质和农业生态系统	1
(二) 保护和培养地力是农业持续增产的根本问题	14
(三) 用地和养地相结合是建立合理耕作制度的基本原则	22
二、种植制度和种植制度改革	26
(一) 种植制度的概念和内容	26
(二) 种植制度改革的技术原理	27
三、土壤物理状况对植物根系的影响和土壤耕作	56
(一) 土壤耕作对土壤物理状况和植物根系的影响	57
(二) 深耕的作用和应用	66
(三) 免耕法和少耕法	71
(四) 免耕法的应用	80
四、农田化学除草	82
(一) 农田化学除草概况	82
(二) 杂草的生物学特性	86
(三) 除草剂	91
(四) 除草剂在主要作物中的使用技术	100

耕作学是农学的一门应用科学。它的任务是研究关于农作物全面和持续增产的理论和措施。

从狭义的范围来说，全面持续增产主要指的是农作物生产，全面增产就是要求不仅是粮食作物高产，而是多种作物全面丰收；持续增产就是要求不只是一季或一年高产，而是季季年年稳定增收。全面持续增产也可以有广义的含义，即指的是农、林、牧、副、渔五业并举、持续地发展，而不是只局限于种植业的范围。

为了实现农作物全面持续增产，耕作学是把农业生产作为一个整体，也就是从农业生态系统来考察和研究，其中特别是着重从气候、作物、土壤之间的关系来进行研究。

耕作学是通过建立科学的耕作制度来实现农作物全面持续增产这一任务的，耕作制度是关于用地和养地相结合、保证农作物全面持续增产的技术体系。

耕作学基础知识讲四个主要内容：1. 农业生态系统和耕作制度；2. 种植制度和种植制度改革；3. 土壤物理状况对植物根系的影响和土壤耕作；4. 农田化学除草。

一、农业生态系统和耕作制度

（一）农业生产的实质和农业生态系统

为了实现农作物或农业的全面持续增产，首先要了解农

业生产的实质。

1. 农业生产的实质是把太阳光的动能转化为有机物的潜能

(1) 农(畜)产品是含有能量的有机物质 进行农业生产,就是要取得丰富的粮食、豆类、油料、糖料、蔬菜、水果、肉类、蛋类、乳品以及棉、麻、蚕丝等农产品,以满足人民生活和经济建设的需要。农产品(包括畜产品)尽管种类繁多,但它们都有一个共同点,即都是由有机物质组成的。有机物是一种含能的物质,在其分解过程中可以放出一定量的能量。例如燃烧一克碳水化合物可以放出 4123 卡热量,燃烧一克脂肪可以放出 9504 卡热量,燃烧一克蛋白质可以放出 5567 卡热量。人们从事农业生产取得各种食物,归根到底,正是为了从中取得能量,以供进行生命活动,并进行生活、生产、政治和科学文化活动的需要。有些农产品不是供食用,而是做为人类衣着的原料、建筑材料和燃料之用,它们虽不是直接向人类提供可消费的能量,却可以调整和保护人体的能量状况,减少无谓的能量消耗,提供取暖和加工食物所需要的能源等。

(2) 绿色植物是转化日光为有机物潜能的机器 地球上广大的生物界和人类全部生命活动所需的能量来源,可以说都是太阳能。太阳不停顿地向其周围发出巨大的辐射能,据研究,地球大气高层从太阳获得的能量约占太阳能的二十亿分之一。但是目前人类本身还不能直接转化为其自身可以利用的能量,更无法将其贮存起来。能够直接利用太阳能,把太阳光的动能转化为有机物化学潜能并贮藏起来的是绿色植物。绿色植物在太阳光的照射下,在一定的温度条件,就能

够利用它特有的叶绿体色素（主要是叶绿素）吸收光能，同化二氧化碳、水和矿质营养元素，把无机碳转变成碳水化合物（ CH_2O ）等有机物质，并把一定的能量转化和固定在合成产物之中（在 CH_2O 中贮藏了 112 千卡的化学能），这就是通常所说的植物的光合作用。绿色植物通过光合作用是可以截获、固定日光能，并把太阳光的动能转化为有机物的化学潜能的唯一机器，地球上的庞大的动物界（包括人类）只是由于摄取植物产品才能获得能源而得到生存和发展。所以，可以说，人类进行农业生产的实质，就是利用绿色植物的光合作用，合成有机物质，把日光能转化为化学能，以满足人类对能量和维持正常营养的需要。

（3）提高植物光能利用率的增产潜力 前面已经指出，太阳是一个巨大的能源，不断地把大量的辐射能送到地球表面每一块土地上。要充分利用这些光能以合成更多的有机物质，必须努力提高单位面积上绿色植物对光能的利用率，这是农业生产的基本任务。

光能利用率的计算公式。全年到达地面的太阳辐射能量是以大卡/厘米² 来表示。我国华北地区的太阳辐射能资源是比较丰富的，每年的辐射能量可以达到 130—140 大卡/厘米²（长江中下游地区在 110—120 大卡/厘米²），北京地区的全年太阳辐射能量约为 134.9 大卡/厘米²。

所谓光能利用率，通常是指作物生育期间投射到单位面积土地上的太阳辐射能总量中，有百分之多少通过光合作用被植物所转化并贮存在有机物质中。为了便于计算，通常假定植物光合作用的产物都是碳水化合物，每一克干物质的碳

水化合物完全燃烧所释放出来的热能，平均约为 4.25 大卡，即每形成一克干物质可固定 4.25 大卡的热量。光能利用率可以下式表示：

$$\text{光能利用率} = \frac{\text{单位面积收获物总干物质重量 (克)} \times 4.25 \text{ 大卡/克}}{\text{作物生育期间单位面积投入的太阳辐射能总量 (大卡)}} \times 100 (\%)$$

式中收获物通常应指生物学产量，即包括子粒、茎秆、根茬等在内的地上部、地下部有机物质总量。也可以计算经济产量的光能利用率，即在收获物总量中将茎秆和根茬等副产品除去，只以主产品（子粒或其它）进行计算。

提高光能利用率的理论上的潜力。到达地面上的日光能只有很小的一部分可以为植物的光合作用所利用并贮存在有机物质中。这主要是因为：①太阳辐射总量中只有将近一半是对光合作用有效的可见光部分（即生理辐射）；②由于漏光、透射、反射的损失，光线不能全部为绿叶吸收利用；③叶绿素所吸收的光能，也不能全部转化为化学能贮存下来，据研究，这个转化效率只有 22.4%；④呼吸消耗；⑤环境条件的限制，如温度过低或过高，水分不足，养分缺乏等等，因而使光合作用效率大大降低。

许多人曾从理论上计算过在最理想的条件下绿色植物的光能利用潜力可能有多大？一种估算是占年辐射总量的 5% 左右。如果实现这样一种水平的光能利用率，农作物的产量将是十分高的；例如根据我国著名气象学家竺可桢的计算，在我国长江流域种植单季稻时，如果光能利用率达到了 3%，则每亩单季稻产量即可达到 2823 斤。根据植物生理学家计算，

在华北地区如达到 2.6%，则每亩水稻的产量可以达到 2500 斤。根据计算，在北京地区冬小麦亩产千斤时，其光能利用率约为 1.46—1.89% 之间，而以目前作物产量水平计算光能利用率一般都小于 1%。有人估计我国现有耕地的太阳光能利用率平均不过是 0.2—0.4%，地区之间有很大差异。由此可见，通过提高光能利用率来提高现有农田的单位面积产量，有着极大的增产潜力。

提高绿色植物对日光能的利用率，这是与农业有关的许多学科的共同任务，又各有其特殊作用，耕作学则是把农业生产作为一个整体，从建立合理的农业生态系统来研究如何提高对日光能的转化和利用效率的。

2. 合理的农业生态系统和农业生态结构

(1) 农业生态系统 农业生产是以农业生物(农作物、家畜、家禽)为对象，其中农作物的生产是基础，并且涉及到气候、土壤、家畜(禽)、森林、草原、水源、病菌、害虫、杂草以及微生物等许多方面，在农作物与这些方面之间存在着相互依赖、相互制约的密切关系。所以，进行农业生产必须考虑到上述有关方面，把农业生产看成是由这样一些方面组成的有机整体，也就是看成是一个农业生态系统。

生态系统是由有生命的生物部分和无生命的部分所组成。在这个系统中包括四种基本成分(构成要素)。即：①无机环境，包括光、 CO_2 、 O_2 、水和矿质营养物质；②生产者，主要指绿色植物，它是生态系统的基础生产，也称第一次生产；③消费者，主要指动物，是生态系统的第二次生产；④分解者，指细菌，真菌等微生物(图 1)。

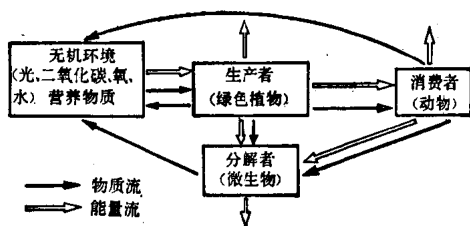


图 1 生态系统构成要素示意图

所谓生态系统就是指在一定地点上有生命的种群与无生命的环境之间所构成的能量转化、物质循环的系统。生态系统的理论告诉我们，植物通过生长发育和代谢活动，从外界环境中吸收光、水、气和养分，合成含能的有机物质。有机物质中所含的能量和物质，部分通过植物转化后又返还给环境，部分为植物体所积蓄、贮藏；这些贮藏的能量和物质又因动物的吞食而转移到动物体内，动物将其食物中的一部分能量和物质用于合成其躯体及呼吸消耗，其余部分排除到体外；动植物的排泄物和残体又被多种多样的微生物分解利用，最后有机物又转化为简单的无机物返回到环境中重新供植物的吸收利用。可见自然界的能量和物质是处在不断地转移、循环之中。在自然界中，生态系统是各式各样的，有大有小，如陆地、海洋、湖泊、森林、草原等等，这样许许多多的复杂的生态系统构成了自然界。在自然生态系统中，上述的各构成要素间呈现有规律的能量转化和物质循环的关系，在环境与生物种群之间，不同生物种群之间，互相依赖和互相制

约，在一定条件下，保持自然的相对的平衡和稳定，使生态系统各组成部分之间都得到繁荣发展。人们把这种平衡叫做“生态平衡”。了解这些自然生态系统的结构和机能，就会在不破坏自然环境规律的情况下，在农、林、牧、水产等方面取得提高生物生产的知识，并能为谋求人类生活的稳定性提供科学的方法。

随着人口的增多和频繁的生活、生产活动，地球上的自然面貌受到很大的影响，形成了有人类活动参与的与原来的自然生态系统不同的生态系统。人类为了维持生存，使生活丰富，进行农业生产而作用于自然的生态系统，就形成了农业生态系统。这种农业生态系统与自然生态系统比较起来，其结构与机能又有其特点，特别是随着农业现代化技术的发展更引起新的变化。

概括起来说，农业生态系统有如下一些特点：

现代农业由于将大量的农副产品不断运出产地，同时又将大量的化肥、农药、石油燃料等输入农田，因而使农业生态系统成为一个开放性系统。保持农业生产过程中的输出和输入的动态平衡，是建立稳定发展的农业的必要前提。

农业生态系统的动植物群体种类，比自然生态系统具有明显的单纯性。在很多的情况下，农业生态系统的主体是由单一种作物所构成，而且经过品种选育，遗传的基因型也趋向单纯化。这样做，对于栽培、管理和收获较为容易，产品的品质也整齐一致，商品价值高。但另一方面，也容易遭受某些特定的病虫和杂草的严重危害，或加重了气象的灾害，而表现出不稳定性。

人类为了进行农业生产，必须要开发利用自然资源（森林、草原、水源、土地等等），从而改变了自然面貌，而自然面貌的变化，又反过来会影响农业生态系统的生产力及其稳定性，也会深刻地影响生物界和人类生存的环境。只有合理地利用自然资源，注意环境保护，才能建立持续发展的农业。

总起来说，由于有了人类的参与，往往打破了原来生态系统的平衡和稳定性，为了农业生产的稳定高产、持续发展，必须建立新的平衡，建立高生产力的农业生态系统和农业生态结构。也就是说，只有从统一的农业生态系统的理论来考虑才能够建立全面发展的繁荣昌盛的农业。

（2）农业生产的三个“车间”——合理的农业生态系统的基础 从农业生态系统的原理可以看出，一个完善的农业生态系统的能量转化和物质循环是经过植物、动物、微生物三个环节进行的，在这个系统中不断地进行着有机物的合成与分解。

土壤学家威廉斯曾指出有机物的合成与分解是农业生产的两大任务。农业生产要完成这两大任务，必须有三个“车间”，这就是植物生产、动物生产和土壤培肥管理。现代农业生态系统的理论进一步说明，建立上述三个“车间”的实质，就是要促进生态系统中合理的能量转移和物质循环，保护环境，培肥地力，保持生态系统的生产力，从而达到高产、稳产，持续增产。

植物生产 这是农业生产的基本生产部门，是“第一车间”，绿色植物是进行生产的机器，也是产品。

农产品（包括畜产品）中所含的能量，归根到底都是改

变了形态的太阳能，而动物生产（第二次生产）的规模，又取决于以绿色植物为机器的第一次生产的规模。所以要生产更多的农产品，提高整个农业生态系统的生产力，首先要发展绿色植物的生产。为绿色植物的生长发育创造最好的条件，以合成更多的有机物质。

植物生产包括农田、草地和森林。我国农田（耕地）面积，如以每人占有量来说虽然较少，但是我国草原辽阔，有四十亿亩草地，十几亿亩宜林的荒山荒坡，这都是我们发展农业生产的着眼点。

动物生产 畜牧业生产是植物生产的“加工车间”，是一个合理的农业生态结构的不可缺少的组成部分。

一般的农作物产品不能全部为人类所利用。在它合成的有机物总量中可做为食物或其它用途直接为人利用的只约占四分之一到二分之一。亦即，大约相当于植物从日光能转化为化学能的总能量的20%。为了使占生产量二分之一到四分之三的秸秆、茎叶、糠皮等有机物得到合理的利用，动物饲养业就有其重要意义，动物将植物产品中所含能量转化为人的食物的效能是2—18%。饲养家畜不但能把人不能直接利用的那部分农副产品转变为人可食用的肉、奶、蛋等食物及皮、毛等工业原料，而且能改善人类的食物构成和营养状况。牲畜的粪尿连同其它动植物残余物，是农田的优质肥料，它们为土壤微生物提供了大量的能源和营养物质，促进了土壤肥力的恢复和提高，此外，在农业发展的相当长时期内，畜力仍然是农业动力的重要组成部分。

因此，发展农牧结合的农业生态结构，是一个完善的农

业生产的重要标志，畜牧业生产是提高和丰富人民生活所不可缺少的组成部分。我国不仅有大面积草原可以发展畜牧业，而且在广大农区中也有发展畜牧业实行农牧结合的必要和可能，我们必须从农业生产只抓种植业，而种植业只抓粮食这种片面的观点中解放出来，建立农牧结合的合理的农业生态结构。

发展畜牧业应当与种植业的特点相适应，应重视发展那些吃粮食较少、对各种粗饲料利用能力较强的家畜家禽，以提高单位面积上生态系统的总生产量，提高人对能量的利用率。畜牧业和种植业既互相依存，又是相互促进的，所以发展畜牧业，除了充分利用现有农田生产的一切剩余的副产品外，还应尽量利用非耕地生产饲草、饲料，利用耕地上作物生长的空闲季节和空间，通过间作、套种和复种等多种方式，种植各种填闲的饲料作物，或养殖水生饲料植物，以扩大绿色植物的第一次生产量。特别应该指出的是，为了满足牲畜良好生长发育的需要，提高饲料报酬率，还应根据需要与可能，建立一定面积的饲料轮作，生产必要的精饲料、青饲料、蛋白质饲料等，促进畜牧业的发展。

土壤的培肥和管理 这是农业生产的第三个车间，所依靠的“机器”是土壤微生物。

绿色植物要通过土壤获取一定的水分和养分，才有可能接受太阳光的照射进行光合作用，所以土壤是农业生产的基本手段。另一方面，动植物生长发育、新陈代谢过程中产生大量的有机残余物质，也是在土壤中受到微生物的分解，完成生态系统的能量转化和物质循环的。如果只有有机物的合

成而没有分解，绿色植物得不到足够数量的矿物质养分，农业生产就无法继续进行下去，所以土壤微生物起了分解有机物质成为植物营养来源和净化土壤的重要作用。而这些有机物（包括施入的有机肥）也是土壤微生物的能量和营养来源，为了维持高度的土壤肥力和作物稳定增产，为了使农业生态系统保持稳定的生产力，必须在循环过程中不断地给土壤补充有机物质。

所以农业生产第三个“车间”的任务就是培肥和管理土壤，即运用作物轮作、土壤耕作、施肥等综合农业技术措施，借助于土壤微生物的活动，控制与调节土壤中有有机物质的积累和分解，促进营养物质的循环、净化土壤环境，不断地培肥和提高地力，把用地和养地紧密地结合起来，保证整个农业生态系统生产力的提高。

3. 农业自然资源的合理利用、保护和更新

农业自然资源的可更新性与有限性。农业生产是通过农业生物转化自然资源进行生产的过程。农业自然资源，包括气候资源、水资源、土地资源和生物资源。农业自然资源与工业生产所需要的矿产资源、化石能源等不同，是可更新的资源。例如，草原上的牧草、森林里的树木、土壤肥力等，在农业生产的过程中被消耗后，通过适当管理，可以不断地得到更新。太阳辐射、降水等气候因素可以年复一年地循环供应，这些是属于难以控制的自然资源，而要更好地适应和利用。

但是一切自然资源的蕴藏，又都是有限的，曾被认为是“取之不尽、用之不竭”的空气和水也是一样，如果处之不

善或用之不当，也会招致严重缺乏的危机。同时，人类进行农业生产的历史也告诉我们，由于不合理的经营，常常打乱了自然界的生态平衡，破坏了优越的自然资源，而使农业生产处于困境。盲目地开发自然资源，而不注意保护环境和资源更新，短期的农业丰收往往伴随着农业再生产条件的破坏。只有因地制宜地合理地利用自然资源、建立用养结合的农业生态结构，才能保持自然资源更新的能力，使农业生产能够持续地进行下去。

农业自然资源的合理利用。为了农业生产取得全面、持续和繁荣的发展，必须合理的利用农业自然资源。这是一个具有战略意义的大事。

合理利用自然资源，必须根据当地气候、地势、土壤、水源等自然条件特点，按照社会经济条件的需要与可能，规划好农林牧用地，做到宜农则农、宜牧则牧、宜林则林，因地制宜，发挥自然资源的生产潜力，形成合理的农业生态结构。

合理利用自然资源，应重视多种经营，使农、林、牧、副、渔，粮食、棉花、油料、饲料，禾谷类作物和豆类作物都得到发展，防止单一化经营和单一种植对自然资源的破坏，以利于保持自然界的生态平衡与生态系统的稳定。

合理利用自然资源，要重视环境保护和资源更新，其中特别是对土地、森林、草原、水资源的保护。林业不但是宝贵的生物资源，也是一种气候资源。森林以其巨大的绿色面积，把日光能转化为木材、果品、燃料等经济产品，而且具有调节气候、涵养水源、防风固沙、保持水土、净化环境的巨大的生物效能。国内外的经验都证明，一定面积的森林覆