

农学概论

● 农业院校教材

● 李建民 主编

中国农业科技出版社

农学概论

李建民 主编

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

农学概论/李建民主编.-北京:中国农业科技出版社,
1997,12
农业院校教材
ISBN 7-80119-396-2

I. 农… II. 李… III. 农学-农业院校-教材 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 05075 号

责任编辑	胡 越
出版发行	中国农业科技出版社 (北京海淀区白石桥路 30 号)
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京印刷学院实习工厂
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:10.25
印 数	5001~6000 册 字数:249.4 千字
版 次	1997 年 12 月第一版 2001 年 5 月第二次印刷
定 价	15.00 元

《农学概论》编写人员

主 编 李建民

副主编 于运华 李 华

编写人员 (按姓氏笔划为序)

于运华 (中国农业大学农学系)

王伯伦 (沈阳农业大学农学系)

王志敏 (中国农业大学农学系)

孙祎振 (北京农学院农学系)

李 华 (北京农学院科研处)

李建民 (中国农业大学农学系)

李雁鸣 (河北农业大学农学系)

侯立白 (沈阳农业大学农学系)

前 言

近40年来,我国和世界的人口均已增加了一倍,并将继续增长。解决人类的衣食温饱、提高人民的生活水平,有赖于种植业的持续发展。农学是为种植业发展服务的学科之一,是最为贴近生产实际的实践性科学。它的不断发展是种植业持续发展的重要基础。目前,由于生态环境的恶化和农业资源的制约,种植业发展的可持续性正面临着严峻的挑战。因此,有必要从农学的角度来分析和讨论种植业发展中的问题,并把环境与资源的可持续利用性作为农学的基本立场来加以认识。为此,本书在综合作物栽培学、耕作学等农学学科有关知识的基础上,增加了一些与上述问题有关的内容,试图作些尝试。

作物栽培学、耕作学等农学课程既是农学专业学生的专业课,也应该是非农学专业学生的重要基础课。但在以往的教材建设中,由于大多是以课程为单位进行的,因此往往仅注重于其内容的深入和详细,而缺乏必要的背景知识和横向知识,特别是综合性知识的介绍,所以有关教材通常只适合于本专业学生使用,而很难为其它专业学生使用。本书的对象主要是非农学专业学生,因此强调的是综合性和农学基础知识和原理的介绍,对于具体的生产问题和技术问题可参考本教材所引的其它专业书籍。同时,本书概述了一些有关种植业的历史、现状和将来,以及人口、粮食、环境和生态方面等的知识,因此也可作为农学专业学生的参考教材或作物栽培学等的总论教材使用。

从80年代初开始,中国农业大学就已开设了农学概论这门课程,主要对象是本校非农学专业学生和一些综合性大学的生物系学生。在十多年的教学过程中,积累了丰富的教学资料和经验,但由于种种原因,一直未能出版教材。据了解,很多农业院校也都已开设了类似课程,并有一些校内使用或校际间通用的教材。在尚无全国统编教材的情况下,本书的编写和发行将为农学概论的教和学提供一定的方便。在实际教学中,还可以结合课程内容安排一些有关实验,如农作物识别、作物生长发育过程观测等。

本书编写人员均为教授农学有关课程的教师。在初步拟定编写提纲后,由各位教师按章分头编写,具体分工为:李建民负责第一章,王志敏负责第二章,于运华负责第三章,李雁鸣负责第四章,李华、孙祎振负责第五章,侯立白负责第六章、王伯伦负责第七章。初稿编写完成后,由李建民统一修改和定稿。

由于编作者水平有限,书中难免疏漏和错误,敬请读者指正。

在本书的出版发行过程中,承蒙中国农业科技出版社胡越先生大力协助,在此致以衷心的感谢。

李建民

1997年10月于北京

目 录

第一章 农学与作物生产	(1)
第一节 农学的概念、地位和特点	(1)
一、农学的概念和范畴.....	(1)
二、农学的地位与作用.....	(2)
三、农学的性质和特点.....	(5)
第二节 人类食物营养及其来源	(7)
一、食物的营养素及其作用.....	(7)
二、人类食物营养的来源.....	(11)
第三节 人口增长与粮食危机	(13)
一、人口增长的历史与趋势.....	(13)
二、作物生产与粮食危机.....	(16)
三、粮食危机的解决途径.....	(23)
第二章 种植业资源与农田生态系统	(27)
第一节 我国的种植业资源及其特点	(27)
一、光热资源.....	(27)
二、水资源.....	(29)
三、土地资源.....	(30)
四、生物资源.....	(31)
五、社会经济资源.....	(31)
第二节 生态因子与作物的关系	(32)
一、生态因子的时空变化.....	(32)
二、生态因子的作用机制与限制方式.....	(34)
第三节 农田生态系统	(36)
一、生态系统的概念.....	(36)
二、农田生态系统.....	(37)
三、农田生态系统的能量转化.....	(39)
四、农田生态系统的物质循环.....	(41)
第四节 提高种植业资源的利用效率	(44)
一、合理利用资源的基本原则.....	(44)
二、评价资源利用效率的尺度.....	(44)
第三章 作物的起源、分类及主要作物简述	(44)
第一节 作物的起源、传播和改良	(47)
一、作物起源与农耕文化.....	(47)
二、作物的起源中心.....	(48)

三、作物的传播	(50)
四、作物的形成与改良	(52)
第二节 作物的分类	(54)
一、按作物的亲疏关系分类	(54)
二、按作物的生理生态特性分类	(55)
三、按作物用途和植物学系统相结合的分类	(56)
第三节 作物种类及其主要作物简述	(58)
一、作物种类简述	(58)
二、主要作物简述	(60)
第四章 作物的生长发育及其产量、品质的形成	(67)
第一节 作物的生长发育	(67)
一、作物的生长发育过程	(67)
二、作物各器官的生长发育	(70)
三、作物器官的同伸关系	(76)
第二节 作物产量及其形成	(78)
一、作物的产量	(78)
二、作物产量的物质基础	(80)
三、作物产量的形成过程	(83)
第三节 作物品质及其形成	(86)
一、作物的品质及其评价标准	(86)
二、作物品质的形成过程	(87)
三、影响作物品质的因素	(89)
第五章 作物种植原理与技术	(92)
第一节 品种选育与良种繁育	(92)
一、品种的概念与优良品种的特点	(92)
二、品种选育的途径和方法	(93)
三、良种的繁育与推广	(96)
第二节 土壤与土壤耕作	(97)
一、土壤的主要特征	(97)
二、影响土壤肥力的因素及其调节	(99)
三、土壤耕作	(101)
第三节 作物需水规律与灌溉技术	(102)
一、作物的需水规律	(102)
二、灌溉技术	(103)
第四节 作物需肥规律与施肥技术	(104)
一、作物的需肥规律	(104)
二、施肥技术	(105)

第五节 病虫草害及其防治技术·····	(107)
一、主要农作物的病虫草害·····	(107)
二、病虫草害的传播媒介·····	(107)
三、病虫草害的防治原则和方法·····	(108)
第六节 作物收获与贮藏·····	(110)
一、收获时期与收获方法·····	(110)
二、产后处理和种子贮藏·····	(111)
第六章 种植制度与种植业区划·····	(113)
第一节 种植制度·····	(113)
一、种植制度的概念与类型·····	(113)
二、作物布局·····	(114)
三、复种·····	(118)
四、间套作·····	(122)
五、轮作与连作·····	(124)
第二节 种植业区划·····	(127)
一、种植业区划的意义及其标准·····	(127)
二、各种种植业区域的特点·····	(128)
第七章 农业现代化与种植业展望·····	(133)
第一节 农业的起源与发展·····	(133)
一、农业的起源·····	(133)
二、原始农业·····	(133)
三、传统农业·····	(134)
四、现代农业·····	(135)
五、可持续农业·····	(139)
第二节 我国的农业现代化建设·····	(141)
一、我国农业现代化的发展历程·····	(141)
二、我国农业现代化的发展方向·····	(143)
三、加快我国农业现代化进程的对策·····	(145)
第三节 种植业的发展趋势·····	(146)
一、建设高产农田·····	(146)
二、改革耕作制度·····	(148)
三、普及优良品种·····	(149)
四、发展适用技术·····	(150)
参考文献·····	(153)

第一章 农学与作物生产

第一节 农学的概念、地位和特点

一、农学的概念和范畴

自农业起源以来，人类从未停止过对农业技术的探索和农业经验的积累。从这一意义上来说，农学作为农业科学中的一个分支，可以说是一门最古老的学科。

我国农业历史悠久，素有农业古国之称。在距今 10 000~4 000 年前的新石器时代的出土文物中，已有石制和骨制的斧、铲、刀、镰、耜等生产用具和石碾盘等加工用具，并发现了碳化的黍、稷、粟、稻等农作物堆积层，表明已有农耕文化的存在。在距今 3 000 多年前的殷代甲骨文中，就有黍、稷、禾、粟、麦、菽、稻等作物名称；西周时就有“二分”、“二至”，即春分、夏至、秋分和冬至；春秋战国时又增加了“四立”，即立春、立夏、立秋、立冬；西汉时期的《淮南子》（公元前 139）一书中二十四个节气已一应俱全。用节气来指示农时是我国的独创，至今已有 2 000 多年的沿用历史。

据不完全统计，我国现存和已失散的古农书共有 500 多种，《中国农学书录》中收编的有 376 种，至今尚存的有 310 多部。战国时期（公元前 770~221）的《吕氏春秋》可以说是我国现存最古老的农学文献，其中《上农》篇提倡重农主张和理论；《任地》篇提出利用土地的原则；《辩土》篇主张根据土壤特性进行耕作；《审时》篇讨论适时耕作对作物的影响。我国和世界现存最完整的古农书《齐民要术》（533~544），总结了西汉末年至北魏时期 500 多年的黄河流域的农业生产经验，其中耕耙耨抗旱保墒、绿肥轮作、用地养地、良种选择和繁殖等至今仍有参考价值，同时提出了一条农业生产中必须遵循的基本原则：“顺天时，量地利，则用力少而成功多，任情返道，劳而无获。”这些来自生产实践的农书，不仅对我国历代农业的发展起到了指导作用；流传到国外后也被视为珍宝，对各国农业生产和农业科学的发展都产生了深远的影响。

虽然农学知识的积累可以追溯到农业起源之初，文献记载在我国也有几千年的历史，但农学作为一门学科诞生至今尚不足 200 年的历史。一般认为，英国的泰尔（A. B. Thaer, 1752~1828）是倡导把农学作为一门以农业为对象的学科的始祖，他通过在自营农场的研究和实践，明确提出农业是否合理决定于地力能否维持，要维持地力农业的各部门间就必须确立一个可循环的均衡结构。他在《合理农业的原理》（1815）一书中，提倡把传统的冬粮→夏粮→休闲的一年一熟的轮作休闲制度，改为冬粮—芜菁→夏粮—苜蓿的复种轮作制度来发展饲料生产和畜牧业，为农田提供厩肥、保证作物养分（当时认为是腐植质）的供给。在泰尔的著作中，虽然论及的内容包括了基础科学、经济、土地规划、耕作、作物和畜牧等几个方面，但其主线是种植业，这与现代农学的概念是相一致的。从我国古农书所记述的内容也可以看出，在科学尚较落后的古代与近代，农业生产的技术和经验主要集中于现代农学的

范畴。因此在农学的概念形成之前和形成初期,农业科学(agricultural science)的知识积累主要集中在农学方面。在我国《汉书·食货志》中给农业的定义性解释是“辟土殖谷曰农”,即耕作和栽培为农业。英语 agriculture,来自拉丁语 agricultura,其中 agri 是田地(field)的意思,cultura 是栽培耕作(cultivation)的意思。德语“农”为 landwirtschaft,即加劳力于土地,和“辟土殖谷”的意义相近。由“农业”的语意解释分析也表明,到近代实验科学在农业中建立之前,“农业”的含义实际上就相当于现代“农学”的概念。

随着近代科学的发展,特别是由于施旺(T. Schwann)细胞学说(1839)、李比希(J. F. Von Liebig)矿质营养学说(1840)、达尔文(C. R. Darwin)进化论(1859)的确立和孟德尔(G. J. Mendel)发现遗传规律(1865)等对近代科学的贡献,使生物科学进入了崭新时代,也为农业科学提供了新的研究方向。在生物科学飞速发展的同时,传统的农业科学也在 20 世纪初开始逐步发展成为一个包括从专业基础到专业技术在内的门类齐全的科学技术体系。在这个体系中,有研究生物体新陈代谢、遗传变异和生长发育机制的细胞学、胚胎学、遗传学、生理学,也有研究农业生产技术的育种学、栽培学、饲养学、植物保护学和研究环境与生物关系的耕作学、土壤学、农业气象学、农业生态学,还有研究农业的生产关系和生产力的发展规律的农业经济学、农业经营管理学等。随着各个农业科学分支的丰富和发展,农学的范畴也由农业科学的整体演变成了农业科学的一个分支(参见表 1-1)。

表 1-1 与种植业有关的农科专业方向

编号	专业名称	编号	专业名称	编号	专业名称
1	作物栽培与耕作学	8	果树学	15	植物学
2	作物遗传育种	9	蔬菜学	16	茶学
3	土壤学	10	植物生理生化	17	蚕业
4	作物营养与施肥	11	农业经济及管理	18	农业生物物理学
5	农业微生物学	12	农产品贮藏加工	19	农业机械化
6	植物病理学	13	农业史	20	农业机械设计制造
7	昆虫学	14	农业气象学		

(1982~1985 年农业部制订颁发)

一般认为,现代农学 (agronomy) 通常指的是大田作物生产的理论与技术,即基本上局限于作物栽培学与耕作学的研究领域。但作物生产除了与作物种植制度、作物栽培技术有关外,还涉及到作物品种、植物营养、农田生态、植物保护和市场营销等众多学科领域,因此农学的实际范畴要宽于作物栽培耕作学。再者,与农学相关的各个学科的成果和进展都能直接或间接地与作物生产相联系,因此农学必须在研究作物栽培耕作理论和技术的基础上,认真地从周边学科中汲取“营养”加以综合应用,才能不断地创新和发展。从此意义上说,农学是在分析作物与环境关系和综合相关学科研究成果的基础上,研究作物生产理论提高作物生产技术的—门综合性学科。

二、农学的地位与作用

(一) 农业在国民经济中的地位与作用

农业是国民经济的基础,这是由农业所生产的产品具有特殊的使用价值,即农产品是人类生存最基本、最必需的生活资料所决定的。目前,我国农业仍比较落后,农业的发展

对整个国民经济的发展和社会稳定均起着十分重要的作用。农业的基础地位和作用表现在以下几个方面：

1. 农业是人民生活资料的重要来源 古人云：“一日不再食则饥，终岁不制衣则寒”（西汉晁错），“人之情不能无衣食，衣食之道必始于耕织”（《淮南子》），可见农业是人类生存之本，衣食之源。我国是 12 亿人口的大国，解决吃饭问题是头等大事，人民生活中所消费的粮食、副食品几乎全部是由国内农业提供的。我国以约占世界 7% 的耕地养活了约占世界 22% 的人口。目前，我国人民的食品主要以粮食为主，今后要逐步增加肉、蛋、奶、水果、蔬菜等食品的消费量。从一个相当长的时期来看，无论是保证全国人民的口粮，还是改善人民的食物结构，还必须依赖于农业的不断发展。除吃饭外，穿衣在人民基本消费方面也占有重要地位。目前，我国服装原料的 80% 来源于农业，合成纤维仅占 20% 左右。从今后的发展来看，化纤产品的绝对量和相对量均会有较大的增加，但石油等石化原料总是有限的、不可再生的，因此农业作为一种经济的、可再生的纤维来源是不可代替的。特别是优质棉、羊毛、蚕丝等自然纤维较化学纤维具有许多优点，有着广阔的发展前景。

2. 农业是工业原料的重要来源 目前，我国约 40% 工业原料、70% 轻工业原料来源于农业（表 1-2）。随着我国工业的发展和人民消费结构的变化，以农产品为原料的工业品产值在工业产值中的比例会有所下降，但有些轻工业，如制糖、卷烟、造纸、食品等工业的原料只能来源于农业，所以农产品在我国工业原料中占较大比重的局面短期内不会改变。随着人民生活水平的提高，对直接农产品（原粮等）的需求会不断下降，对农产品加工品的需求会不断增加，即目前人们直接消费的某些农产品今后需要经过加工后才能进入消费。可以预计，在今后一个较长的时期内，我国轻工业的发展仍然受制于农业生产，特别是经济作物的生产状况。

3. 农副产品及其加工品是出口换汇的重要物资 目前，我国的工业、特别是重工业，与世界先进水平还有相当差距，出口额仅占总出口额的百分之几；我国的非农产品加工的轻工业品，如电子产品、化纤产品、手表等，在世界市场上的竞争力还较弱。因此，农副产品及其加工品的出口额在国家总出口额中占有较大的比重，解放初期达到 80% 以上，目前仍在 40% 左右。从今后的发展趋势来看，农副产品及其加工品的比重会有所下降，但仍将是出口物资的重要来源之一（表 1-2）。

另外，农业和农村的发展能为工业的起步提供资金和为工业产品提供市场，农业劳动强度的下降可为其它部门提供劳动力，农业生产可美化生活环境。总之，随着我国国民经济的发展，农业的相对比重会不断下降，但农业的基础地位是决不会动摇的，这可以说是由我国的基本国情决定的。

（二）农业生产结构及其农学的地位与作用

农业生产是综合性产业，它所包含的部门在不同时代、不同国家有所不同。就世界范围而言，一般认为农业包括种植业和养殖业两大部分。在有些发达国家，把为农业提供生产资料的农业前生产部门和农产品加工、贮藏、运输、销售等的农业后生产部门也包括在农业内，形成农、工、商相结合的农业关联产业。在我国，狭义的农业是指作物种植业，广义的农业包括种植业、林业、畜牧业、农村副业、渔业，即农、林、牧、副、渔五业，细分时还可包括虫业（蚕、蜂、蝎子、蛇、土鳖虫等的养殖）和微生物业（小球藻、霉菌、酵母菌、蘑菇、木耳等的培养）。

表 1-2 我国农业、种植业在国民经济中的地位

(单位:%)

年份	农业总产值 占工农业总 产值比重	以农产品为原料 的轻工业产值占 轻工业产值比重	农副产品及加 工品出口额占 出口总额比重	种植业产值 占农业总产 值比重	养殖业产值 占农业总产 值比重
1949	70.0	--	--	86.8	12.6
1952	56.9	87.5	82.1	87.5	11.8
1957	43.3	81.6	71.6	84.9	13.4
1962	38.8	73.2	65.3	---	--
1965	37.3	71.7	69.1	82.3	15.7
1970	32.5	70.0	74.4	---	---
1978	24.8	68.4	62.6	80.0	15.0
1980	27.2	68.4	48.2	75.6	18.7
1985	27.1	68.9	44.4	69.2	22.1
1990	24.3	70.0	42.2	64.6	25.7
1992	19.7	68.4	--	61.5	27.1
1994	14.0	68.2	--	58.2	29.7

(摘自《中国农村统计年鉴》等)

按我国目前的习惯分,种植业通常是指以栽培作物取得产品的生产部门,包括粮食作物、经济作物、饲料绿肥作物、药用作物及蔬菜、果树、花卉等园艺作物的生产。林业是利用树木的生长发育特征以取得木材和各种林产品,或发挥防护效益的生产部门,包括造林、抚育、护林、采伐、运输、森林更新、林产品加工和综合利用。畜牧业是利用动物的生活机能,通过人工培育和饲养以取得动物性产品(包括传统农业时期的畜力)的生产部分,包括猪、马、牛、羊等牲畜和鸡、鸭、鹅、鹌鹑等家禽的饲养和繁殖。渔业也称水产业,是利用水域养殖与捕捞水生动物、植物以取得水产品的生产部门,可分为海域渔业和淡水渔业,前者利用海滩、浅海、港湾和海洋,后者利用河流、水库、湖泊、沟渠和塘堰进行鱼、虾、贝、藻类等的养殖和捕捞。副业指种植业、林业、畜牧业、渔业以外的农业生产单位所从事的其它产业,如采集野生植物、捕猎野兽(野禽)、农产品加工业、农村手工业,以及农村小型工业、建筑业、运输业、商业和各种农村服务业。五业之间存在着相互依赖和相互促进的关系。简单说来,种植业为养殖业(包括畜牧业和渔业)提供饲料,林业为水土保持、保护农田生态环境创造条件,畜牧业为种植业提供动力和肥料,种植业、林业、畜牧业、渔业为副业提供原料,而副业的发展又为其它各业提供资金。

农业内部的组成及其比重称为农业生产结构。农业生产结构受文化传统、农业资源和经济条件等多种因素影响,一般西方发达国家的畜牧业在农业中的比重要大于发展中国家。在我国,种植业占的比重最大,是农业生产的基础,具有举足轻重的地位(参见表1-2)。虽然近年来由于养殖业的发展,种植业在农业生产中的比重有所下降,但由于我国人口压力大、口粮任务重,加上养殖业的发展在一定程度上依赖于种植业提供饲料,因此我国种植业的地位和其在农业中的比重,在相当长的一段时期内都不可能有较大变化。

国家列入统计指标的种植业中,包括了粮、棉、油、糖、麻、烟等大田作物和茶、桑、

果、菜、药等园艺作物两大类。这些为人类所栽培的植物均可称为“作物”，这是广义的作物概念。就狭义的作物概念而言，主要指的是农田大面积栽培的农作物，即所谓的“庄稼”。农学所研究的对象主要是这部分作物。大田作物是种植业的主体，因此农学的进步对于种植业、农业乃至国民经济的发展都具有积极的推动作用。

三、农学的性质和特点

(一) 农学的性质

农学的研究对象是以大田作物为主的种植业，因此农学的性质很大程度上受制于种植业的性质，概括起来包括以下三个方面。

1. 农学是为发展种植业服务的一门综合学科 我国是个人多地少的人口大国，怎样在有限的耕地上不断提高粮食产量是国家的头等大事。在今后相当长的一个时期内，高产稳产将始终是农学研究的主题。同时，随着农产品逐步进入市场和人民生活水平的不断提高，我国农产品中低质产品过剩与优质产品不足的矛盾和种植业经济效益低的问题将越来越突出，提高农产品质量和种植业效益的客观要求也将反映到农学研究之中。可以说高产、稳产、优质和高效是我国种植业发展的唯一选择，也是农学研究的方向。作物生产是一个“环境—生物—人类社会”相互交织在一起的复杂系统，而农作物的高产、稳产、优质和高效通常又是矛盾的和难以统一的整体，因此只有从系统科学的观点来认识农学研究，把各个相关学科的研究成果汇集在农学研究中加以合理应用和综合协调，才有可能使农学研究符合种植业的发展方向，满足国民经济发展的要求。

2. 农学是介于自然科学和社会科学间的一门交叉学科 农业是人类利用作物有机体的生命活动来取得产品的生产，与工业生产是不同的。工业生产是对原材料（包括从自然界开采的和由农业提供的农产品）进行加工制作的劳动过程，其对象与条件都比较稳定，工作秩序和劳动程序都可以事先安排，只要照章操作，产量和质量都有一定保证。而农业生产，不仅取决于劳动的社会条件，如生产规模、工具、方法和劳动质量等，也取决于生产的对象，即作物生长的自然条件，如土壤、温、光、水、肥等。因此，农业生产是经济再生产和自然再生产相结合的过程。

农业生产的经济再生产，指的是构成一定生产关系的人，使用一定的劳动工具，利用作物有机体的生命机能，生产人类生活所需产品的过程，这一点农业生产与其它部门的生产具有共同的属性。农业生产的自然再生产，指的是通过作物利用太阳能，把无机物转化为有机物、把太阳能转化为化学能的一个物质循环和能量转化的过程。农业生产的这种性质，决定了农学研究必然受社会科学和自然科学两者的影响。

3. 农学是必须兼顾作物生产和环境安全的一门生态学科 人口、粮食、能源和环境污染是世界、也是我国经济发展中最难解决的问题。从农业和环境的关系来看，一方面农业在环境保护方面起着极大的、不可估量的作用。农作物、树木等植物在光合作用过程中吸收二氧化碳、放出氧气，使大气得以净化；植树种草还能防风固沙、涵养水源、调节气候，既保护了农业资源，又改善了人们的生活环境。另一方面，农业的发展和农业现代化也会引起生态失衡和环境污染的问题。例如，农药、除草剂和化肥的过量投入不仅会降低土壤肥力，还会引起空气和水质的污染；农业机械化消耗的石化燃料也会污染空气；牲畜和家禽的大规模养殖也会污染水质等等。另外，虽然农业所需的自然资源大部分都是能再生的，

但水资源和肥料资源等也亟待合理利用和加强保护。总之，在农学研究和农业生产中必须牢固树立生态平衡的意识，在发展种植业的同时，必须兼顾到生态系统的平衡和环境的安全，只有这样，种植业乃至农业才可能持续发展。

(二) 农学的特点

农学作为农业科学的一个分支，与其它学科一样是一种复杂的以脑力劳动为主的高水平的社会劳动，具有探索性、创造性和精确性等特点。此外，还有它自身的几个特点。

1. 生物性 农学的研究对象是农作物，是生物有机体。在与周围环境组成的生态系统中，农作物利用环境中的无机物质和太阳能，通过光合作用和各种生理生化代谢活动，把无机物质转变成有机物，把太阳能转变成化学能，并在这过程中完成其有机体的生命活动。由于太阳能和各种生态因子，如热、水、土等在不同地区和季节都有很大的差异和变化，因此农学的生物性还包括显著的季节性和区域性。

农学的季节性和区域性的另一原因，是由农作物的周期性所决定的。首先，不同作物种类具有不同的个体生命周期，如水稻、春小麦、玉米、棉花等为一年生，冬小麦、油菜、萝卜、白菜等为二年生，甘蔗、甘薯、马铃薯等为多年生。其次，作物个体的周期变化又有一定的环节和阶段，如水稻和小麦的周期变化就是由发芽期、苗期、分蘖期、拔节期、孕穗期、抽穗期、开花期和成熟期等阶段构成的，是一个有序的生长发育过程。农作物的周期性变化还需要特定的条件，春化作用和光周期现象就是最为典型的例子。农作物的周期性特点反映到农学中，就使农学具有强烈的季节性和区域性。

农作物的生物性特点，还决定了农学研究具有不可逆性、难控制性等特点。首先，作物生长的各个阶段是有序的、紧密衔接的，既不能停顿中断、又不能颠倒重来，因而具有不可逆性。其次，农田生态系统是一个开放系统，农作物占有广阔的时空范围，农作物的生长发育必须不断地同外界进行物质和能量的交换，因而具有难控制性。有时，农学研究为了探讨某些规律，需要更现代化的实验手段和采用人工模拟的方法进行，这与农学的难控制性特点有关。

2. 复杂性 作物生产是一个有序列、有结构的复杂系统，受多种因子的影响和制约。农学必须研究如何处理和协调各种因子的相关性，以达到高产稳产和优质高效。农学在研究作物生产诸因素的相互关系中总结了两条重要规律：一是“多因子共同作用律”，另一条是“限制因子律”。

“多因子共同作用律”指作物生产是很多因素共同起作用的结果。农作物的正常生长发育，宏观原因有时可追溯到生物圈，微观原因可以追踪到农作物细胞内的分子活动以至量子活动。它涉及到环境、气候、土壤、品种、耕作方式和栽培技术等因素。例如，施肥就是受许多因素影响的，找到这些因子的关系，是合理施肥的依据。“限制因子律”是指在作物生产系统中整体的效果是受其中最差的因子决定的。再以施肥为例，作物需要氮、磷、钾等多种营养元素，这些元素在作物体内有一个合理的比例关系，当某一元素不足时，便成了“限制因子”，这时其它营养元素再多也难以发挥作用。调整最差因子后，其效果会以非线性的比例成倍地增加。同时又会出现另外一些薄弱环节，成为障碍作物生产的限制因子。“限制因子律”是“多因子共同作用律”在量上的体现。作物生产的复杂性要求农学用整体观点和系统方法去研究作物生产，要求有更多的学科协作进行综合性研究。

3. 实用性 农业科学可分为应用基础科学和应用技术科学两个研究方向。应用基础科

学是农业科学中的基础理论部分，它探索的是生物运动的基本规律，如光合作用机制、激素代谢规律、抗逆机理等等，其理论意义较大，对应用技术科学具有重大指导意义。农学属于应用技术科学，它是把自然科学的基础理论和应用基础理论转化为实际的生产技术、转化为直接生产力的科学。虽然农学研究中也不乏一些应用基础理论方面的研究，如作物生长发育、物质代谢等基本规律等，但主要是一些能解决生产问题的实用技术的研究，诸如模式化栽培技术、化学控制技术、肥水调节技术、水稻旱育秧技术、地膜覆盖技术、套种复种技术等等。应用基础科学和应用技术科学的界限只是相对的，它们是相互渗透、相互结合的。如作物栽培学属于应用技术科学，它要有植物生理学、生物化学、生态学等作为理论基础，而在探索作物栽培技术的过程中，又必须把这些基础理论加以发展，相应地阐明作物栽培生理、生化、生态等具体和特殊的问题。

农学的实用性还表现在农业技术本身必须具有实用性或可操作性，要力争做到简便易行、省时省工、经济安全。目前，我国农民的文化素质和科技素质还较低，只有可操作性很强的技术，才能为广大农民接受，才能大面积应用。水稻抛秧技术、麦类少免耕技术、棉花化控技术等之所以能大面积推广，就在于它们的实用性。随着机械化程度的提高，农业技术可否用机械来操作也将是体现实用性的一个重要方面。一些新的农业技术，往往依赖于有无配套农机具，如小麦精量播种技术、大豆三垄栽培技术等等。

第二节 人类食物营养及其来源

一、食物的营养素及其作用

(一) 食物营养与营养素

凡是能为人类提供营养的物质都可称为食物。人从有意识的如行走、游泳到无意识的如心跳、消化等等所有的生命活动，或从正常的生长发育到组织修补等所有生命过程均需要营养。“营养”一词的语源来自拉丁文，原意是“授乳”的意思。现在用作人体摄取、消化、吸收和利用食物的整个过程的统称。“营养”也往往用以表示食物中营养成分的含量多少和质量好坏。食物营养对人体的作用包括两个方面，一是为人体提供生长发育和劳动所需的热量，二是为人体提供生长发育和组织修补所需的化学材料，以及一些起调节和协调人体生命活动的化学分子。人体的所有组织都同时需要热量和化学材料才能赖以生存，例如人体血液中的血红蛋白，不仅需要氨基酸和铁作为物质基础，而且必须供给热量时才能合成。再如在甲状腺内合成的调节人体生长的激素甲状腺素，合成时除需要热量外，还需要多种小分子有机物质及矿质元素碘作为材料。

食物的营养价值主要与食物内能供给人体营养的有效成分“营养素”有关。营养素的作用就是维护人体健康以及提供其所需要的营养成分，包括糖、脂类、蛋白质、维生素、无机盐（矿物质）和水六类。膳食中的营养素是否足够、比例是否合理，与人体健康及防治疾病密切相关。

(二) 热量营养素

1. 糖 糖是自然界存在的一大类有机化合物。这类物质主要由化学元素碳、氢和氧组成，其分子式通常以 $C_n(H_2O)_n$ 表示。由于一些糖分子中氢和氧的原子数之比往往是 2:1，

刚好与水分子中氢氧原子数的比例相同，因此过去误认为这类物质是碳与水的化合物，故有“碳水化合物”之称。糖是人类主要的热量来源，大量存在于小麦、水稻、玉米和马铃薯等主要食物之中。糖可以其水解情况分类，凡不能被水解成更小分子的糖为单糖，单糖中葡萄糖是最容易被人体利用的，蔗糖和乳糖是由两个单糖结合而成的双糖。这三种糖极易溶于水，摄入后很易进入血液，常被作为快速热量源使用。

植物能把光合作用的产物葡萄糖转化成淀粉和纤维素等更复杂的糖类。这些复杂的糖类分子量很大，常有几百个葡萄糖分子串在一起。由于淀粉和纤维素连接葡萄糖分子的方式不同，因此它们的理化特性也不同。纤维素是植物组织中构成纤维的材料，也是木材的主要成分；而淀粉则作为能源被植物储存于特殊的器官，如种子、根和块茎之中。

大分子的糖不溶于水，人体必须把它们分解成小分子的糖后才能吸收。分解由消化过程来完成，唾液和消化液中的酶能把食物中的大分子物质分解成较小的成分。人体能把淀粉消化成葡萄糖，但因没有纤维素酶而不能消化纤维素，因此食物中的纤维素无法被人体利用。尽管如此，通过咀嚼和胃酸的作用纤维素也能被分解成碎片，这些碎片在通过人体时体积会膨大，从而增加食物量促进内脏运动。一些微生物具有消化纤维素的酶，因此能利用纤维素中的葡萄糖。反刍类动物如牛、羊、骆驼等的消化系统中有这种微生物存在，因而能从牧草、甚至报刊废纸中获取能量。

2. 脂类 脂类通常指脂肪和油，存在于所有的生物中，是细胞必需的结构成分，大量存在于一些动物组织（如脑、脂肪组织）、牛奶、禽蛋以及如大豆、花生的种子中。脂类也由碳、氢和氧组成，一般分子量较小，但与小分子糖不同，很难溶于水。大部分脂类由一个甘油分子与三个脂肪酸结合而成。脂肪酸的大小和不饱和键的多寡决定脂肪分子的理化性质，分子式越大、饱和程度越高脂肪就越硬。油是室温条件下呈液体的脂肪。脂肪和油的化学性质非常相似，可通过氢化反应相互转化，由植物油（玉米油、红花油）生产人造黄油就是一个很好的例子。一般认为，食用多（重）不饱和脂肪（液体油）较食用固体脂肪更有利于人体健康。

脂类是人类的重要热量源，也是人体的重要组成部分。成年男子体内，平均脂肪含量约为13.2%。人体需要很多种脂肪酸，但缺乏合成亚油酸的能力。饮食中缺乏亚油酸会导致生长不良和皮肤粗糙，这可通过食用富含亚油酸的食物（除了橄榄油的植物油）来减轻。脂肪也有利于维生素的吸收，如维生素A、D等，因为这种维生素不溶于水而溶于脂肪。

3. 人体对能量的需求 糖和脂类是人类主要的热量来源，我国居民膳食中总热量的60%~70%来自于糖，儿童稍低。糖在人体内消化后，主要以葡萄糖的形式被吸收。在正常情况下，人体是先从葡萄糖获取热量，缺乏葡萄糖时才利用脂肪，只有当糖和脂类不足或蛋白质过剩时，人体才从蛋白质中获取热量。人体细胞通过呼吸作用从食物的分子中获取热量，但热量是怎样积累于食物分子中，人体又是怎样获取的呢？

植物通过光合作用生成葡萄糖时利用的是太阳能，这种热量储存在葡萄糖分子的原子键之中。当这些原子键断裂时，热量就被释放出来。在光合作用过程中，6个CO₂分子的碳原子与氢、氧结合并彼此相连组成一个葡萄糖分子，而后葡萄糖分子又串成淀粉或纤维素，或者转化成其它分子（脂肪酸、氨基酸等）形成脂肪或蛋白质。当木材（含有大量纤维素）燃烧时，碳原子之间的键就断裂，热量就以热的形式释放出来。呼吸作用是与此类似的一个被控制的燃烧过程，即部分热量以热的形式释放，而部分热量以化学形式释放，人

体细胞利用这些以化学形式释放的热量来完成所有需能反应。

食物的热量大小可用燃烧时所产生的热量来测定，表示食物热量的单位是焦耳(J)。人体利用1g糖、脂肪和蛋白质可分别产生约17kJ、38kJ和17kJ热量，这要略低于燃烧时所产生的热量，这是因为人体利用食物时并不彻底消化，即某些分子特别是蛋白质并不完全分解成CO₂和水。

人体所需的热量与年龄和运动量有关。17~25岁的青年需要最多，儿童和老年则较少。一般女子由于体重较轻，只需同龄男子的70%左右。体重一般活动量一般的人，无意识的人体活动要消耗所摄入热量的一半以上。人在25℃和空腹条件下，每天用来维持呼吸、血液循环、腺活性、肌肉收缩和其它基本过程的热量大约需要6300kJ。另外，消耗食物需要大约相当于食物热量的10%~15%，维持人体37℃的温度也需要热量补偿。人在休息条件下能维持体重所消耗的热量称为基础代谢消耗。据研究一般成年男子为8000kJ左右。联合国粮农组织把基础代谢消耗的1.2倍(成年男子约为9600kJ)作为营养低限基准，低于这一指标便为营养不良。有意识的活动所消耗的热量因活动种类而有所不同。1小时的写作、家务或散步需要420~840kJ，而1小时的伐木则需要2900kJ热量。最后，生长发育、组织修复、怀孕哺乳等也需要热量。总之，人体利用热量的过程很多，加上各种因素的影响，一个人每天需要的热量变化很大，如退休妇女需要7500kJ，乳母需要13400kJ，而冲浪少年需要19300kJ。很多国家都有政府机关和世界卫生组织推荐的摄入量标准，表1-3是我国居民的热量蛋白质的推荐摄入量。

表 1-3 每日膳食中热量和蛋白质的供给量(1981年修订)

类 别	热量 (kJ)	蛋白质 (g)	类 别	热量 (kJ)	蛋白质 (g)
儿 童	1~2岁	4600	成年女子	9200	70
	7~9岁	8400	重体力劳动	11700	85
少年女子	13~15岁	9600	孕 妇	增1300	增20
	16~18岁	10000	乳 母	增3300	增25
少年男子	13~15岁	10000	成年男子	10900	75
	16~18岁	11700	重体力劳动	14200	90

(摘自中国医学科学院卫生研究所编著的《食物成分表》)

(三) 蛋白质

蛋白质是组成人体的重要成分之一，它占到细胞生命物质(原生质)的干重的一半以上。成年人体内约含蛋白质16.3%。蛋白质是由20种氨基酸以一定的顺序排列组成的复杂的高分子化合物。蛋白质中的氨基酸由碳、氢、氧、氮构成，有些还有硫。大部分蛋白质含有100~1000个氨基酸，蛋白质的特性由氨基酸的排列顺序决定。一个正常的细胞可含有1000种以上的蛋白质。

蛋白质具有很多重要作用，如酶、细胞结构成分和人体功能的各种调节剂等。酶的作用是促进或延缓体内的化学反应。例如，淀粉酶能帮助分解淀粉、打断各个葡萄糖分子之间的化学键。人的唾沫中有这种酶，也存在于植物细胞中，其作用也是分解储藏在植物体内的淀粉。大部分食用蛋白都不是酶，而是肌肉(肉、鱼)中结构蛋白和植物种子中的储藏蛋白。