



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

农学概论

李建民 王宏富 主编

An Introduction to Agronomy



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

农学概论

李建民 王宏富 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

农学概论/李建民,王宏富主编. —北京:中国农业大学出版社,2010.6
ISBN 978-7-5655-0009-1

I. 农… II. ①李… ②王… III. 农学 IV. S3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 092900 号

书 名 农学概论

作 者 李建民 王宏富 主编

策划编辑	孙 勇	责任编辑	梁爱荣
封面设计	郑 川	责任校对	陈 莹 王晓凤
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路 2 号	邮政编码	100193
电 话	发行部 010-62731190,2620	读者服务部	010-62732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	http://www.cau.edu.cn/caup	e-mail	cbsszs @ cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	北京国防印刷厂		
版 次	2010 年 7 月第 1 版	2010 年 7 月第 1 次印刷	
规 格	787×1 092	16 开本	14.5 印张 357 千字
印 数	1~3 000		
定 价	24.00 元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前 言

农业是国民经济的基础,而作物生产是农业系统的第一性生产,其发展水平直接影响人们的基本生活需求和质量,制约着国计民生和社会经济的发展,是国民经济建设中至关重要的领域。农学作为为作物生产发展服务的学科之一,是最为贴近生产实际的实践性科学。当前,我国农业正处于传统农业向现代农业加速转变的重要时期,面临着保障国家粮食安全、增加农民收入、缓解资源环境约束和增强农产品国内外市场竞争力的重大挑战。因此,从农学的角度来分析和讨论作物生产发展中的问题,了解和掌握农学的有关理论与技术体系具有特别重要的意义。

农学概论是高等农林院校非农学专业学生的一门综合性专业基础课。作为一门概论性课程,其作用在于引领学生关注农业生产,服务“三农”建设。因此,本书内容着眼于大农业系统,立足于作物生产,着重介绍农学基本知识、基本原理和基本技术。具体包括作物生产的共性规律、基本概念、理论、方法和技术;农产品产后升级元——农产品加工;农作制分析与区域农业发展及农业现代化进程与趋势等。力求突出综合性、系统性、科学性、实用性和前瞻性。

本书2007年申报并获批为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。王宏富具体组织了本书的编写工作。编写人员具体分工为:第一章,王爱萍;第二章,刘瑞香、文新亚;第三章,崔福柱;第四章,段红平、王树彦、张巽;第五章,董学会、王新国、程昕昕;第六章,张建平、张巽、武翠卿;第七章,董琦;第八章,王宏富、张志鹏;第九章,王宏富、武翠卿、杨锦忠。全书由王宏富、段红平、崔福柱、王爱萍负责统稿。李建民审阅全书,最后定稿。山西农业大学苗果园先生百忙中对书稿进行了全面审查,在此致以衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之对教材内容理解和把握上的难度,书中难免有疏漏和错误,敬请读者提出宝贵意见和建议。

编 者
2010年3月

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	(1)
二、农学的性质	(1)
三、农学的地位	(2)
四、农学的特点	(3)
第二节 人类食物营养及其来源.....	(4)
一、食物的营养素及其作用	(4)
二、我国居民的食物营养源	(14)
第三节 人口增长与粮食危机.....	(16)
一、人口增长的历史与趋势	(16)
二、作物生产与粮食危机	(17)
三、粮食危机的解决途径	(20)
复习思考题.....	(22)
第二章 种植业资源与农田生态系统.....	(24)
第一节 我国种植业资源及其特点.....	(24)
一、气候资源	(24)
二、土地资源	(28)
三、生物资源	(29)
四、社会资源	(30)
第二节 生态因子与作物的关系.....	(30)
一、影响作物的生态因子	(30)
二、作物与光照	(31)
三、作物与温度	(33)
四、作物与水分	(36)
五、作物与空气	(39)
六、作物与肥料	(40)
第三节 农田生态系统.....	(41)
一、生态系统的概念	(41)
二、农田生态系统	(42)
三、农田生态系统的能量转化	(45)
四、农田生态系统的物质循环	(47)
第四节 提高种植业资源的利用效率.....	(50)
一、合理利用资源的基本原则	(50)

二、评价资源利用效率的尺度	(51)
复习思考题	(51)
第三章 作物的起源、分类与分布	(53)
第一节 作物的起源与传播	(53)
一、作物的起源	(53)
二、作物的传播	(54)
第二节 作物的分类	(55)
一、按照植物学分类	(55)
二、按照作物生物学特性分类	(57)
三、按照作物用途和植物学系统相结合分类	(58)
第三节 作物分布	(59)
一、禾谷类作物	(59)
二、豆类作物	(62)
三、薯类作物	(63)
四、油料作物	(64)
五、纤维作物	(66)
六、糖料作物	(67)
七、嗜好作物	(68)
复习思考题	(68)
第四章 作物的生长发育及其产量、品质形成	(69)
第一节 作物的生长发育	(69)
一、生长和发育的概念	(69)
二、营养生长与生殖生长的关系及其调控	(69)
三、作物生长的一般进程	(70)
四、作物的生育期和生育时期	(71)
五、作物器官的建成	(73)
第二节 作物的产量及产量形成	(80)
一、作物的产量	(80)
二、产量构成因素	(81)
三、作物产量潜力与增产途径	(83)
第三节 作物的品质及品质形成	(84)
一、作物的品质	(84)
二、作物产品品质形成过程	(85)
三、影响作物品质的因素	(86)
四、提高作物产品品质的途径	(87)
复习思考题	(88)
第五章 作物育种与种子产业	(89)
第一节 良种在生产上的作用	(89)
一、品种的概念	(89)

二、良种在农业生产中的作用	(90)
第二节 作物繁殖方式与育种特点	(91)
一、作物的繁殖方式	(91)
二、不同繁殖方式作物的遗传与育种特点	(92)
第三节 作物育种主要方法	(94)
一、引种	(94)
二、系统育种	(97)
三、杂交育种	(99)
四、杂种优势利用	(102)
五、诱变育种	(105)
六、生物技术育种	(107)
第四节 种子产业与管理	(109)
一、种子产业的含义、目标及途径	(109)
二、品种审定	(110)
三、良种繁育	(111)
四、种子检验	(111)
五、种子经营	(113)
复习思考题	(115)
第六章 作物种植原理与技术	(116)
第一节 土壤耕作与地力培肥	(116)
一、土壤耕作的作用	(116)
二、土壤耕作的类型	(117)
三、土壤培肥技术	(118)
第二节 作物的播种与田间管理	(119)
一、良种选用与种子处理	(119)
二、播种期的确定	(121)
三、播种技术	(121)
四、作物田间管理	(123)
第三节 地膜覆盖栽培技术	(125)
一、地膜覆盖的生态效应	(125)
二、地膜覆盖对作物生长发育及产量的影响	(126)
三、地膜的种类	(127)
四、地膜覆盖生产技术	(128)
第四节 作物水分调节技术	(129)
一、灌溉定额及灌水方法	(129)
二、排水技术	(130)
第五节 作物施肥技术	(131)
一、施肥原则	(131)
二、影响施肥效果的因素	(132)

三、肥料的种类	(132)
四、施肥方法	(133)
第六节 作物保护及调控技术	(133)
一、杂草危害及其防除	(133)
二、作物虫害及其防治	(134)
三、作物病害及其防治	(136)
四、作物的化学调控技术	(137)
五、人工控旺技术	(139)
第七节 收获与贮藏	(140)
一、收获时期	(140)
二、收获方法	(141)
三、收获物的粗加工	(141)
四、贮藏	(142)
复习思考题	(143)
第七章 农产品加工及其利用	(145)
第一节 农产品加工概述	(145)
一、农产品加工的性质与特点	(145)
二、农产品加工的意义	(145)
三、农产品加工的分类	(146)
第二节 粮食作物加工技术	(147)
一、小麦加工及利用	(147)
二、稻谷加工及利用	(153)
三、玉米加工及利用	(157)
第三节 油料作物加工及利用	(160)
一、油料加工基础知识	(161)
二、油料作物加工及利用	(161)
复习思考题	(167)
第八章 农作制度与区域农业发展	(168)
第一节 农作制的概念、特性与功能	(168)
一、农作制的概念	(168)
二、农作制的特性	(169)
三、农作制的功能	(169)
四、中国农作制特征	(170)
第二节 种植制度	(172)
一、建立合理种植制度的原则	(172)
二、作物布局	(173)
三、复种	(175)
四、间套作	(178)
五、轮作与连作	(182)

第三节 我国农作制分区与区域农业发展·····	(185)
一、农作制区划的意义及原则·····	(185)
二、我国农作制分区·····	(185)
三、区域农业发展·····	(189)
复习思考题·····	(196)
第九章 农业现代化及其展望·····	(197)
第一节 农业的起源与发展·····	(197)
一、农业的概念·····	(197)
二、农业的起源·····	(197)
三、农业的发展·····	(197)
四、世界农业概况·····	(200)
第二节 我国农业现代化建设·····	(203)
一、我国农业现代化发展道路探索·····	(203)
二、我国农业存在的基本问题·····	(205)
三、我国农业现代化的发展方向·····	(205)
四、发展我国现代农业的途径·····	(205)
第三节 种植业发展趋势·····	(207)
一、作物生产现代化·····	(207)
二、作物生产机械化·····	(208)
三、作物生产设施化·····	(209)
四、作物生产标准化·····	(210)
五、作物生产智能化·····	(211)
六、作物生产安全化·····	(212)
第四节 生物质能源·····	(214)
一、生物质能源的概念、分类与特点·····	(214)
二、生物质能源的利用途径·····	(215)
三、我国生物质能源利用的意义·····	(216)
四、我国生物质能源利用现状与存在问题·····	(216)
五、我国生物质能源的发展方向·····	(217)
复习思考题·····	(217)
参考文献·····	(219)

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

农业(Agriculture)是人类社会最古老也是最基本的物质生产部门。农业生产的对象是植物、动物和微生物等农业生物,人类有意识地利用农业生物的生长机能获得生活所必需的产品和其他物质资料,因此,农业生产是自然再生产和经济再生产的过程。

农学即农业科学(Agricultural science),包括三层含义。广义的农学是研究农业发展的自然规律和经济规律的科学,即研究农业生产理论和实践的一门科学,包括农业基础科学、农业工程科学、农业经济科学、农业生产科学和农业管理科学等。中义的农学仅指广义农学范畴中的农业生产科学,这里的农业生产指种植业、畜牧业、林业和渔业,包括作物学、园艺学、农业资源利用学、植物保护学、畜牧学、兽医学、林学和水产学等。狭义的农学指研究农作物生产的一门科学,即研究农作物高产、优质、高效和可持续发展的理论与技术的科学,具体指研究农作物生长发育规律、产量形成规律、品质形成规律及其对环境条件的要求,并采取科学的技术措施实现作物生产的高产、优质、高效和可持续发展,是一门综合性很强的应用学科。其所涉及的学科包括作物学、土壤学、植物营养学和植物保护学等。本书着眼于中义与广义的农学,立足于狭义的农学进行论述。

二、农学的性质

农学的研究对象是以作物为主的种植业,因此农学的性质很大程度上取决于种植业。概括起来有三个方面。

(一)农学是以自然科学和社会经济学为基础的一门应用科学

作物生产是人类利用作物有机体的生命活动来取得产品的产业,与工业生产不同。工业生产的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的保证。而作物生产不仅取决于劳动的社会条件,更取决于作物生长发育所需的自然环境条件,如光、温、水、气、土壤等。因此,作物生产是自然再生产和经济再生产相结合的过程,是与社会经济水平和农业资源环境紧密相连的应用性科学。

(二)农学是服务于种植业的一门综合学科

作物生产系统是一个作物—环境—社会相互交织的复杂系统,作物生产的高产、优质和高效通常是矛盾的和难以协调统一的整体,而且三者的主次关系也随着社会经济的发展水平而变化。可见,农学不仅涉及自然因素,而且涉及社会因素。要开展好农学学科的研究和发展作

物生产,必然涉及自然科学和社会科学等多门学科的理论和技术,必须以系统学的观点来认识农学和作物生产体系,综合应用和集成相关学科的研究成果,才能推动作物生产的发展,满足国民经济发展的要求。

(三)农学是以可持续发展为目标的一门生态学科

人口、粮食、能源和环境是人类发展中急需解决的大问题。作物生产一方面既是人类食物安全的基础,又对环境保护起着积极作用;另一方面既要消耗资源,又可能带来生态失衡和环境污染等问题。因此,在农学研究和作物生产发展中必须牢固树立生态意识,兼顾生产力增长、资源高效利用和环境安全,实现作物生产的可持续发展。

三、农学的地位

农业是国民经济的基础,其地位不言而喻。而作物生产为人类提供了最基本的生活资料,因此又是农业的基础。可见,作物生产的发展对整个国民经济的发展和社会的稳定起着十分重要的作用,作物生产的产品数量和质量关系到我国十几亿人的生存大事,与人民物质生活水平的提高息息相关。从这个意义上说,农学的地位不可忽视,主要表现在以下几个方面。

(一)人民生活资料的重要来源

古人曰:“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》),可见农业生产是人类生存之本和衣食之源。我国是世界第一人口大国,解决吃饭问题是头等大事,人民生活中所消费的粮食、蔬菜和水果几乎全部由作物生产提供。穿衣在人民基本消费方面也占有重要的地位。目前,我国服装原料的80%来自作物生产,合成纤维仅占20%左右。随着人类生活水平的提高,资源可持续利用和环保意识的加强,人们也越来越喜欢可再生的和经济的植物纤维。由此可见,作物生产具有举足轻重的地位和作用。

(二)工业原料的重要来源

农产品为工业生产提供了重要的原材料。目前,我国约40%的工业原料、70%的轻工业原料均来源于农业生产。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产值在总工业产值中的比重会有所下降,但有些轻工业,如制糖、卷烟、造纸、食品等的原料只能来源于农业,且主要来自作物生产,所以农产品在我国工业原料中占有较大比例的局面短期内不会改变。随着人民生活水平的提高,对未加工农产品的需求将不断下降,对农产品加工品的需求会不断增加,也就是说,人们直接消费的某些农产品今后需要加工后才能进入消费。可以预计,在今后相当长的一段时期内,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。因此,发展作物生产,必将推动我国工业和轻工业的发展,后者的发展反过来必将促进作物生产的进步。

(三)出口创汇的重要物资

目前,我国工业与世界先进水平还有一定差距,在国际市场上的竞争力也较弱,而农产品及其加工产品在国家总出口额中占有较大的比重,是出口创汇物资的重要来源之一。可见,作物生产在农业增效和农民增收方面起着主要作用。

(四)农业的基础产业

农业由种植业、畜牧业、林业和渔业组成。畜牧业和渔业的发展极大程度上依赖于种植业

即作物生产的发展。在我国农业中,种植业占的比重最大,是农业的基础,具有举足轻重的地位和作用。虽然,近年来由于养殖业(畜牧业和渔业)的发展,种植业在农业中的比重有所下降,但是,由于我国人口压力大、口粮任务重,加上养殖业的发展在很大程度上依赖于种植业提供的饲料,我国种植业在农业中的比重及其基础地位是不会动摇的。

(五)农业现代化的组成部分

实现农业现代化是我国社会主义现代化的重要内容和标志,是体现一个国家社会经济发展水平和综合国力的重要指标。作物生产是农业的基础,没有现代化的作物生产,就没有现代化的农业和现代化的农村。因此,随着社会的发展和科技的进步,作物生产也会得到现代科技的武装和改造,从而实现作物生产的现代化、科学化和产业化。

四、农学的特点

作物生产以土地为基本生产资料,受自然条件的影响较大,生产的周期较长,与其他社会物质生产相比,具有以下 8 个鲜明的特点。

(一)系统的复杂性

作物生产是一个有结构和序列的复杂系统,由各个环节(子系统)组成,而且受自然和人为多种因素的影响和制约,同时又是一个统一的整体。因此,必须采用整体的观点和系统的方法,运用多学科知识,采取综合措施,全方位研究如何处理和协调各种因素的关系,以达到高产、优质、高效,发挥作物生产的总体效益。

(二)土地的特殊重要性

土地是作物生产中最基本的不可替代的生产资料。土地的数量、质量和位置都是影响作物生产的重要因素。自然界中土地的数量是有限的。我们虽然可以通过围海、围湖等工程增加地球表面的陆地面积,但是,这种增加是极其有限的。土地在地球上的位置决定了当地的水、养、气、热等作物生长的自然条件,也就在相当程度上决定了当地农业生产的类型、方式和技术。土地的质量一方面取决于其所在位置,另一方面取决于土壤长期演化过程中形成的理化性状以及人类劳动形成的人工地力。人们可以通过适当的水利工程、农业设施、耕作、栽培、施肥等技术,在一定程度上改变土地的质量,进而在土地位置不变情况下局部改变其水、养、气、热等条件,却无法随心所欲地从根本上改变这一切,而且所能采取的所有措施都需要付出相当大的代价。

(三)严格的区域性

各地区由于纬度、地形、地貌、气候、土壤、水利和植被等自然条件的不同,形成了独特的农业生产类型、品种、耕作制度和栽培管理技术,从而使作物生产具有强烈的区域性特征。因此,作物生产必须根据各地的自然和社会条件,因地制宜,选择适合当地生长的作物种类和品种及相应的技术措施,使作物、环境和措施达到最佳配合。

(四)强烈的季节性

一年四季光、热、水等自然资源的不同,导致作物生产不可避免地受到季节变化的强烈影响。“节令不饶人”,生产上如果贻误了农时,轻则减产,重则颗粒无收。因此,必须掌握农时季节,合理组织农事活动,使作物的高效生长期与最佳环境条件同步。

(五)生产的连续性

人类社会对农产品的需求是连续的,因此,农业生产是一个长期的周年性产业,上一季作物与下一季作物,上一年生产与下一年生产,上一个生产周期与下一个生产周期,都是紧密相连和相互制约的,前者是后者的基础,后者是前者的延续。需要用全面和长远的观点,做到前季为后季,季季为全年,今年为明年,实现作物持续的高产和稳产。

(六)作物生长的规律性

作物是有生命的有机体,在与生态环境相适应的长期进化过程中形成了显著的季节性、有序性和周期性。首先,不同作物种类具有不同的个体生命周期,如水稻、玉米和棉花等为一年生作物,冬小麦、萝卜和油菜则为二年生作物。其次,作物个体的生命周期又有一定的阶段性变化,需要特定的环境条件,是一个有序生长发育的过程。最后,由于作物生长发育的各个阶段是有序的、紧密衔接的过程,既不能停顿中断,又不能颠倒重来,因而具有不可逆性。

(七)技术的实用性

农学是把自然科学及农业科学的基础理论转化为实际的生产技术和生产力的科学。虽然农学也包括一些应用基础方面的内容,如作物生长发育、产量形成和品质形成的生理生态规律,但它主要研究解决作物生产中的实际问题,所形成的技术必须具有适用性和可操作性,力争做到简便易行、省时省工、经济安全。

(八)生产的社会性

作物生产既是自然再生产过程,同时又是经济再生产过程。一方面政策导向、经营方式、物质投入、市场容量、价格因素、人类对农产品的需要等直接影响着作物生产;另一方面由于作物生产的长期性、季节性和不稳定性,带来在市场经济条件下,农业生产决策风险大,资本、土地和劳力极易逃离农业的可能性。因此,需要制定、建立和完善能够减少决策风险的各种政策、制度和措施,例如,市场信息发布和预测、农业生产保险、农产品贮备、保护价收购等,以稳定作物生产。

第二节 人类食物营养及其来源

以作物为主的种植业为人类提供了丰富多彩的植物性食物,而人类食物的来源主要是植物性食物与动物性食物两种。民以食为天,食物是人类生存的物质基础。人体为了维持生命和健康,保证身体生长发育的需要,必须从食物中获取必需的营养物质,这些营养物质包括蛋白质、脂类、碳水化合物、维生素、矿物质和水六大类。

一、食物的营养素及其作用

(一)食物营养与营养素

1. 食物营养

人和其他任何动物一样,每天都要摄取一定量的食物以维持生命和从事各种活动。凡是为人类提供营养的物质都可称为食物。营养(Nutrition)是指人体摄取、消化、吸收和利用食物,维持生长发育、组织更新和处于健康状态的总过程。人从有意识的如行走、跳跃到无意识

的如心跳、消化、生长发育和组织修补等所有的生命活动和生命过程均需要营养。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。

2. 营养素

营养素(Nutrients)是指具有营养功能的物质,包括碳水化合物、蛋白质、脂类、维生素、矿物质和水六大类,其作用就是维护人体健康以及提供其所需要的营养成分。研究表明,人体至少需要 40 多种营养素,其中包括 9 种必需氨基酸、2 种必需脂肪酸、14 种维生素、7 种常量元素、8 种微量元素、1 种糖类(葡萄糖)和水。有一些营养素人体可能需要,但尚未确定。食物的营养价值主要与食物内能供给人体的营养素有关,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)产能营养素

一切生物都需要能量(Energy)来维持生命活动。人体为维持生命活动,从事各种体力活动,必须每天从各种食物中获得能量。机体需要消耗能量来维持体内器官中每一个细胞的正常生理活动和维持正常体温。人体的所有组织都同时需要能量和化学材料才能赖以生存,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,而且必须供给能量时才能合成。人体摄取的所有营养素中,只有碳水化合物、脂肪和蛋白质在体内能产生能量,营养学上将这 3 种营养素称为“产能营养素”或“热源质”。

1. 碳水化合物

碳水化合物是绿色植物通过光合作用合成的一类多羟基醛或多羟基酮的有机化合物,是自然界存在的最丰富的有机物,也是人类能量最经济和最重要的来源,由碳水化合物提供的能量占总能量的 40%~80%。按照碳水化合物的聚合度(DP)将其分为糖类、寡糖和多糖 3 类(表 1-1),每一类的亚组又可按生理学或营养学的理解,分为可消化利用碳水化合物与不可消化利用碳水化合物。本节按可消化利用的碳水化合物、膳食纤维和功能性低聚糖 3 个部分阐述。

表 1-1 主要的膳食碳水化合物

分类(DP)	亚组	组成
糖类(1-2)	单糖	葡萄糖,半乳糖,果糖
	双糖	蔗糖,乳糖,海藻糖
	糖醇	山梨醇,甘露糖醇
寡糖(3-9)	异麦芽低聚寡糖	麦芽糊精
	其他寡糖	棉子糖,水苏四糖
多糖(≥ 10)	淀粉	直链淀粉,支链淀粉,变性淀粉
	非淀粉多糖	纤维素,半纤维素,果胶,水凝胶等

资料来源:引自孙远明、余群力,食品营养学,中国农业大学出版社,2002

(1)可消化利用的碳水化合物。可消化利用的碳水化合物是指能被机体分解吸收、提供能量的糖类,在食物中含量较高,也是人体一般膳食摄取量最高的一类碳水化合物,是人体能量的主要来源,包括单糖、双糖、麦芽糖和淀粉类。糖以其水解情况分类,凡不能被水解成更小分子的糖称为单糖,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。葡萄糖、蔗糖和乳糖这三种糖极易溶于水,摄入后很易进入血液,常被作为快速能量源

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。可消化利用碳水化合物的生理作用有:

①提供和贮存能量。碳水化合物在体内消化后,主要经葡萄糖的形式吸收,人体所有组织细胞都含有直接利用葡萄糖产能的酶类,葡萄糖最终的代谢产物为二氧化碳和水,每克葡萄糖可产能 16.8 kJ(4 kcal)。葡萄糖是一切系统特别是神经系统最主要的能量来源。肌肉和肝脏中的糖原是碳水化合物贮能的形式。

②构成机体的重要物质。糖是构成机体的重要物质,并参与细胞的多种活动。糖和脂肪形成的糖脂是细胞膜和神经组织的重要成分,糖与蛋白质结合形成的糖原蛋白是抗体、酶、激素和核酸的组成部分,具有重要的生理功能。

③参与其他营养素的代谢。糖类与机体的某些营养素尤其是蛋白质和脂肪的正常代谢关系密切。摄入充足的糖类,可以节省体内蛋白质或其他代谢物的消耗,使氮在体内的贮备增加,即节约保护蛋白质的作用。脂肪在体内的正常代谢需碳水化合物的参与。

④解毒作用。肝糖原充足可增强肝脏对某些有害物质如细菌毒素的解毒作用,糖原不足时机体对酒精、砷等有害物质的解毒作用减弱,葡萄糖醛酸直接参与肝脏解毒。

膳食中可消化利用的碳水化合物是淀粉类多糖,大量存在于植物性食品中。重要的食物来源是禾谷类(70%~75%)、薯类(20%~25%)、豆类(20%~25%),水果中的坚果类(栗子等)等食物含淀粉较高,一般蔬菜、水果含一定量的双糖、单糖,另外,含有纤维素和果胶类。乳中只有 3.5%的乳糖。

(2)膳食纤维。膳食纤维(Dietary fiber)是指不能被人类胃肠道中的消化酶消化吸收,但能被大肠内的某些微生物部分降解和利用的一类非淀粉多糖。膳食纤维分为水溶性和水不溶性两大类。水溶性膳食纤维包括某些植物细胞的贮存和分泌物及微生物多糖,主要成分是胶类物质,如黄原胶、阿拉伯胶、瓜尔豆胶、卡拉胶和愈疮胶等;水不溶性膳食纤维的主要成分是纤维素、半纤维素、果胶及少量树胶,是膳食纤维的主要成分。近年来出现的一些非细胞壁的化合物如抗性淀粉、抗性低聚糖以及来源于动物的抗消化物甲壳素(氨基多糖)也包含在膳食纤维组成成分中。膳食纤维的生理作用有:

①降低血清胆固醇的作用。血清胆固醇水平高是心血管疾病的诱发因子,大多数可溶性膳食纤维可显著降低人体血清胆固醇水平。这类纤维包括果胶、欧车前、魔芋葡甘聚糖以及各种树胶。富含水溶性纤维的食物如燕麦麸、大麦、芸豆类和蔬菜等,这些食物的膳食纤维摄入后,一般都可降低血清总胆固醇(5%~10%)的水平。

②降低血糖水平。许多研究表明,摄入某些水溶性纤维可降低餐后血糖升高的幅度并提高胰岛素的敏感性。

③改善大肠功能。食物中的某些刺激物或有毒物质长时间停留在结肠部位,对结肠有毒害作用,甚至毒物被肠壁细胞吸收,刺激结肠细胞发生变异,诱发结肠癌。膳食中的纤维进入人体后可以刺激肠道的蠕动,加速粪便排出体外,还能吸收大量水分,增加粪便体积,相对降低了有毒物的浓度,从而有利于防治结肠癌。

④其他生理功能。膳食纤维还能增加胃部饱腹感,减少食物摄入量,具有预防肥胖症的作用;膳食纤维可减少胆汁酸的再吸收,改变食物消化速度和消化道激素的分泌量,可预防胆结石。但许多研究表明,过多摄入膳食纤维对人体健康有一定的副作用。

膳食纤维主要来源于谷、薯、豆类及蔬菜、水果等植物性食品,植物的成熟度越高,其纤维含量也就越多。谷类加工越精细则所含的纤维越少。膳食纤维多存在于植物的种皮和外表皮,如农产品加工下脚料小麦麸皮、豆渣、果渣、甘蔗渣、荞麦皮都含有丰富的膳食纤维,有开发利用价值。

(3)功能性低聚糖。低聚糖或称寡糖,是由2~10个单糖通过糖苷键连接形成直链或支链的低度聚合糖,分功能性低聚糖和普通低聚糖两大类。研究认为功能性低聚糖包括水苏糖、棉子糖、异麦芽酮糖、乳酮糖、低聚果糖、低聚木糖、低聚半乳糖、低聚异麦芽糖、低聚异麦芽酮糖、低聚龙胆糖、大豆低聚糖、低聚壳聚糖等。人体胃肠道没有水解它们(除异麦芽酮糖外)的酶系统,因而它们不被消化吸收而直接进入大肠内。功能性低聚糖的生理作用有:

①改善肠道功能、预防疾病。摄取低聚糖可使双歧杆菌增殖、抑制有害细菌;双歧杆菌发酵低聚糖产生的短链脂肪酸(醋酸、丙酸、丁酸、乳酸等)刺激肠道蠕动,保持粪便湿润并维持一定的渗透压从而防止便秘发生;使人体肠道内菌群平衡改变,导致血清胆固醇水平降低,有利于防治心脑血管疾病;可减少有毒代谢产物的形成,进而有保护肝脏的功能;功能性低聚糖不能被口腔微生物利用,不能被口腔酶液分解,因而能防止龋齿的发生。

②生成并改善营养素的吸收。双歧杆菌在肠道内能合成少量的维生素 B_1 、维生素 B_2 、维生素 B_6 、维生素 B_{12} 、烟酸和叶酸。双歧杆菌能发酵乳品中的乳糖使其转化为乳酸,解决了人们乳酸耐受性的问题,同时增加了水溶性可吸收钙的含量,使乳品更易消化吸收。

③能值低,不引起血糖升高。功能性低聚糖很难或不被人体消化吸收,所供的能量值很低或根本没有,能满足喜爱甜品的糖尿病、肥胖病、低血糖病及控制体重者的需要。

④增强机体免疫力,防止癌变发生。双歧杆菌在肠道内大量繁殖,其细胞、细胞壁成分和细胞外分泌物使机体的免疫力提高,起到抗癌作用。低聚糖能明显提高抗体的细胞数和活性。

在某些蔬菜、水果中含有天然的低聚糖,如洋葱、大蒜、葡萄、洋姜、芦笋、香蕉等含低聚果糖,大豆及一些豆类含水苏糖,甜菜中含棉子糖,多食这类食物对各类人群都是有益的。低聚糖可以从天然物中提取,也可用微生物酶转化或水解法制造,作为功能性基料添加到食品中去,如饮料、糖果、糕点、乳制品、冰激凌及调味料。用功能性低聚糖开发的食品已达500多种,人体可从这些食品中额外补充低聚糖。

2. 脂类

脂类是脂肪和类脂的统称,它们能溶于有机溶剂而不溶于水。脂类在人类膳食中不可缺少。脂肪是甘油和各种脂肪酸所形成的甘油三酯,是膳食中产生能量最高的一种营养素,脂肪中还含有必需脂肪酸。类脂则是一类在某些理化性质上与脂肪类似的物质,包括磷脂、胆固醇、脂蛋白等,它们是构成细胞膜的重要成分,也是合成人体类固醇激素的原料。合理的脂类营养,对于预防疾病、保护健康有积极意义。

(1)脂肪及其生理功能。脂肪产能较高,饮食中摄入过多,容易造成热能过剩而引起肥胖,从而引发高血脂、动脉硬化、高血压、糖尿病等代谢疾病,同时会提高肠癌和乳腺癌的发病率。此外,摄入的脂肪酸种类,胆固醇、磷脂的量也与人体健康密切相关。脂肪的生理功能有:

①供给和贮存能量。这是脂肪的主要功能。由于脂类本身特殊的化学构成,每克脂肪在体内氧化燃烧可产生37.7 kJ(9 kcal)的能量,所释放出的热量高于蛋白质和碳水化合物。当

机体摄入过量碳水化合物、脂肪和蛋白质时最终都转换为脂肪贮存于体内。体内贮存的脂肪是人体的“能源库”，特别是皮下的白色脂肪组织，当机体需要能量时，可参加脂肪氧化和为机体提供能量。此外，皮下脂肪还可滋润皮肤，防止热量外散，在寒冷环境中有利于保持体温。成年人脂肪占体重的 10%~20%，肥胖者可达 30%~60%。

②脂肪与脂溶性维生素共同存在，并可促进脂溶性维生素消化吸收。在许多动植物油脂中含有脂溶性维生素，如麦胚油、玉米油含有较多的维生素 E，蛋黄油中含有较多的维生素 A 和维生素 D 等。此外，脂类在消化道内可刺激胆汁分泌，从而促进脂溶性维生素的消化吸收。因此，每日膳食中适宜的脂肪摄入，可避免脂溶性维生素的吸收障碍。

③脂肪在食物中具有特殊属性。脂肪能赋予食物特殊的风味，改善食物的色、香、味等感官质量，并可激发人的食欲；含油脂较多的食物在进入十二指肠后，可刺激机体产生肠抑胃素，使肠道蠕动速度延缓，从而延迟胃排空时间，故可给人饱腹感。

(2)必需脂肪酸及其生理功能。必需脂肪酸(Essential fatty acids, EFA)指机体不能合成，但又是人体生命活动所必需的不饱和脂肪酸，包括亚油酸和 α -亚麻酸。其生理功能有：

①组成磷脂的重要成分。磷脂是线粒体和细胞膜的重要结构成分，必需脂肪酸参与磷脂合成，并以磷脂形式出现在线粒体和细胞膜中。必需脂肪酸缺乏时，磷脂合成受阻，会诱发脂肪肝，造成肝细胞脂肪浸润。

②对胆固醇代谢十分重要。体内的胆固醇(约有 70%)与脂肪酸结合成脂，方可被转运和代谢，如亚油酸和胆固醇结合可将胆固醇从人体各组织运往肝脏而被代谢分解，从而具有降血脂作用。但如果缺乏必需脂肪酸，胆固醇将与一些饱和脂肪酸结合，易造成胆固醇在血管内沉积，引发心血管疾病。

③合成前列腺素、血栓烷、白三烯的原料。前列腺素由亚油酸合成，对血液凝固的调节、血管的扩张与收缩、神经刺激的传导，生殖和分娩的正常进行及水代谢平衡均有生理功能；此外，母乳中的前列腺素可防止婴儿消化道损伤。血栓烷、白三烯则参与血小板凝集、平滑肌收缩、免疫反应等过程。

(3)磷脂及其生理功能。磷脂是含有磷酸的复合脂，其生理功能有：

①细胞膜的重要组成成分，可以帮助脂类物质顺利通过细胞膜，促进细胞内外的物质交换；另外，磷脂有保护和修复细胞膜的作用，抵抗自由基的伤害，因而有抗衰老作用。

②磷脂是一种优良的乳化剂，有利于脂类物质的吸收、转运和代谢。与胆固醇作用可清除在血管壁的沉积，防止动脉硬化及心血管病的发生。

③磷脂中最重要的是卵磷脂(Lecithin)，卵磷脂消化吸收后释放胆碱，与乙酰结合形成乙酰胆碱，可加快大脑细胞之间的信息传递，增强学习记忆力及思维功能。

(4)胆固醇及其生理功能。胆固醇(Cholesterol)是细胞膜的重要成分之一，能增强细胞膜的坚韧性；同时也是人体内许多重要活性物质的合成材料，如维生素 D、肾上腺素、性激素和胆汁等。胆固醇的代谢产物胆酸能乳化脂类，帮助膳食中脂类物质的吸收。胆固醇广泛存在于动物性食品中，人体也能自身合成，一般不易缺乏。体内胆固醇水平与高血脂症、动脉粥样硬化、心脏病等有关。体内胆固醇水平的升高主要是内源性的，因此，在限制摄入胆固醇的同时，更要注意能量摄入平衡，预防内源胆固醇水平的升高。

(5)脂类的食物来源。各类食物中都含有一定量脂类。但禾谷类、蔬菜、水果脂肪含量很少，不能作为油脂的来源。人体所需要的脂类主要来源于各种植物油和动物脂肪。植物中以