

方便食品

江苏省镇江粮校

一九八三年七月

目 录

前 言

第一章 粮食的营养成分	(3)
第一节 碳水化合物.....	(3)
一、碳水化合物的生理意义	
二、碳水化合物的主要类别及性质	
(一)单糖、(二)双糖、(三)多糖	
第二节 蛋白质.....	(8)
一、蛋白质的生理意义	
二、蛋白质分子的组成和分子结构	
三、蛋白质的主要性质	
(一)水解、(二)等电点、(三)胶体性质及测定、(四)变性	
四、植物蛋白的互补作用	
第三节 脂肪.....	(11)
一、脂肪的生理意义	
二、脂肪的组成	
(一)饱和脂肪酸、(二)不饱和脂肪酸、(三)脂肪中的醋质、磷脂和固醇	
三、脂肪的主要物理性质	
(一)比重、(二)粘度、(三)熔点、(四)折光指数。	
四、脂肪的主要化学性质	
(一)水解和酸价、(二)氢化和人造奶油、(三)氧化酸败	
第四节 维生素.....	(15)
一、维生素营养	
二、维生素的类别和主要的维生素	
(一)脂溶性维生素、(二)水溶性维生素	
第五节 矿物质.....	(17)
一、食品中矿物质及其营养	
二、食品中的主要矿物质	
(一)钙、(二)磷、(三)铁、(四)碘	
第六节 水.....	(18)
一、水份对人体的重要性	
二、食品中的游离水和结合水	
第七节 各种营养素之间的相互关系.....	(19)
一、产热营养素之间的相互关系	

二、维生素和产热营养素之间关系	
三、氨基酸之间的相互关系	
四、维生素之间的相互关系	
第二章 食物的消化吸收和消化率	(26)
第一节 食物消化原理	(26)
第二节 食物的发热量	(27)
第三节 粮食的营养成份和人体摄入标准	(27)
一、热能需要量	
二、蛋白质需要量	
三、食物的数量及营养搭配	
第三章 食品卫生	(38)
第一节 食品卫生的意义	(38)
第二节 食品污染源、污染途径及对人体危害	(38)
一、农药残留对食品的污染	
二、重金属对食品的污染	
(一) 汞 (二) 镉 (三) 砷 (四) 铅	
三、黄曲霉毒素对食品的污染	
四、3、4-苯并芘对食品的污染	
五、其它污染	
附：中华人民共和国食品卫生法	(42)
第四章 食品干燥	(48)
第一节 食品干燥的目的和方法	(48)
一、食品干燥的目的	
二、食品干燥的方法	
(一) 对流干燥法、(二) 接触干燥法、(三) 幅射干燥法、(四) 升华干燥法、	
(五) 高频干燥法、(六) 联合干燥法	
第二节 湿空气的性质和I—X图	(49)
一、湿空气的性质	
(一) 湿空气的压力、(二) 湿空气的湿度、(三) 湿空气的湿含量、(四) 湿空气的热含量、(五) 干球温度、湿球温度及露点	
二、湿空气的I—X图	
(一) 等X线、(二) 等I线、(三) 等温线、(四) 等 φ ，相对湿度线、(五) 蒸汽分压线	
三、湿空气湿含量的测定法(湿度的测定)	
(一) 化学测定法、(二) 物理测定法	
第三节 干燥静力学	(54)
一、空气干燥器的流程	
二、空气干燥器的物料平衡计算	
(一) 物料中水分含量的表示方法、(二) 水分的汽化量、(三) 空气的消耗量	
三、空气干燥器的热量平衡计算	

第四节 干燥动力学·····	(58)
一、物料中水分的性质	
(一) 平衡水分和自由水分、(二) 结合水分和非结合水分	
二、干燥机理	
(一) 表面汽化控制、(二) 内部扩散控制	
三、干燥速度	
四、影响干燥速度的因素	
(一) 湿物料的性质和形状、(二) 物料最初最终湿含量及其临时湿含量、	
(三) 物料本身的湿度、(四) 干燥解质温度、(五) 干燥解质湿度和流动速度、	
(六) 干燥解质与湿物料的接触情况、(七) 干燥器的构造	
第五节 干燥器的比较和选择·····	(61)
第六节 主要干燥炉·····	(62)
一、单插式小平炉	
二、隧道式平炉	
三、远红外线烘烤炉	
四、挂面烘道	
第五章 方便主食品的主辅料·····	(69)
第一节、方便食品的主料·····	(69)
一、面粉	
(一) 面粉的化学成份、(二) 面粉的贮存、(三) 我国面粉和大来的等级规格标准	
二、酵母	
(一) 酵母的形态和一般习性、(二) 酵母在面包生产中的作用、(三) 酵母的储藏	
三、水	
第二节、方便食品的辅料·····	(79)
一、糖	
(一) 糖在食品生产中的作用、(二) 糖的一般特性、(三) 生产中常用的糖	
二、油脂	
(一) 油脂的成分、(二) 油脂在方便食品中的应用、(三) 常用的油脂	
三、乳与乳制品	
(一) 乳品在食品生产中的作用、(二) 乳品的种类及质量要求	
四、蛋品	
五、食盐	
(一) 食盐的主要化学成份、(二) 食盐在方便食品生产中的作用	
六、果料	
第三节 食品添加剂·····	(84)
一、面团改良剂	
二、抗氧化剂	
三、酶制剂	
四、香精	

五、色素	
第六章 淀粉糖品在食品生产中的应用	(88)
第一节 淀粉制糖的工业发展	(88)
第二节 淀粉制糖新技术	(88)
第三节 淀粉糖品的种类	(90)
一、结晶葡萄糖、二、全糖、三、中转化糖浆、四、高转化糖浆、五、低转化糖浆	
六、果葡糖浆、七、麦芽糖浆、八、低聚糖。	
第四节 淀粉糖品性质和在食品工业中的应用	(92)
一、甜度、二、溶解性质、三、糖的结晶、四、吸潮性及保潮性、五、粘度、	
六、化学稳定性、七、渗透压力、八、代谢作用、九、发酵性、十、冰点降低	
第七章 面包的生产技术	(96)
第一节 概述	(96)
第二节 原辅材料的预处理	(97)
一、面粉的处理	
二、酵母的处理	
(一)压榨酵母、(二)活性干酵母	
三、水的处理	
四、其它处理	
(一)糖、(二)油脂、(三)食盐、(四)奶粉、(五)其它	
第三节 面团的调制(配方、投料、搅拌)	(99)
一、面团形成的原理	
二、面包的配方	
三、投料顺序	
四、调制注意事项	
五、面团形成的有关因素	
(一)面粉中蛋白质含量、(二)温度、(三)糖、(四)油脂	
六、调制面团的设备	
(一)立式和面机、(二)卧式和面机	
第四节 面团的发酵	(102)
一、面团发酵的基本原理	
二、面团发酵的方法	
三、面团的发酵技术	
四、影响面团发酵的因素	
(一)温度、(二)酵母、(三)酸度、(四)、面粉	
第五节 整形	(105)
一、切块、二、搓圆、三、中间醒发(予醒发)四、卷包成型	
第六节 醒发(最后发酵)	(106)
一、醒发的目的	
二、醒发的条件	

(一) 温度、(二) 时间、(三) 湿度、(四) 体积	
三、醒发设备	
(一) 醒发室、(二) 醒发机	
第七节 烘烤	(107)
一、烘烤作用	
二、面包坯在烘烤过程中的变化	
三、烘烤技术	
第八节 面包的冷却和包装	(109)
附: 面包质量标准	(110)
第八章 挂面的生产工艺及设备	(113)
第一节 挂面生产工艺的技术要求	(113)
一、工艺过程	
二、技术要求	
(一) 原辅料的质量要求、(二) 计量、(三) 和面、(四) 熟化、(五) 压片、	
(六) 切条、(七) 烘干、(八) 缓苏、(九) 切断	
第二节 和面和熟化工序	(115)
一、和面的作用	
二、影响面团性能的主要因素	
(一) 加水量、(二) 加温与和面方式、(三) 和面时间、(四) 水的质量、	
(五) 加碱量、加盐量	
三、和面机	
四、和面的操作要求	
(一) 定量、(二) 定水、(三) 定时、(四) 定温	
五、“熟化”喂料	
(一) 和面以后的熟成喂料, 对产品质量的作用	
(二) 熟化的主要技术参数	
第三节 压片和切条工序	(118)
一、压片的主要作用	
(一) 形成、(二) 揉捏	
二、压片机	
三、影响压片的主要因素	
(一) 轧辊直径、(二) 压延比、(三) 压片道数	
四、切面条机	
(一) 面刀、(二) 切断刀	
第四节 烘干与缓苏工序	(122)
一、挂面中水分的性质	
二、挂面烘干机理和烘干过程	
三、烘道的热风系统	
(一) 蒸汽管路系统(二) 风扇	

四、烘道的主要参数	
(一) 温度、(二) 相对温度、(三) 通风、(四) 烘干时间、(五) 杆距、(六) 运行速度	
五、酥面的主要原因分析和烘道的操作管理	
(一) 什么叫酥面、(二) 酥面的原因及防止措施、(三) 烘道操作的因素	
六、挂面的缓苏	
(一) 缓苏过程、(二) 缓苏过程中管理时的注意事项	
第五节 切断、计量与包装	(126)
第六节 断头面回机处理	(126)
附：挂面质量标准	(127)
第九章 速煮米饭、速煮面条	(131)
第一节 速煮米饭、速煮面条的回生机理及防止方法	(131)
一、速煮米饭(面条)的回生机理	
(一) 淀粉的糊化、(二) 淀粉的化学结构及构成、(三) 回生机理、(四) 影响淀粉回生、老化的主要因素	
二、实际防止回生的方法	
(一) 选择原料、(二) 原料用水、(三) 制作工艺	
第二节 速煮米饭、速煮面条的品种和规格	(134)
第三节 速煮面条、速煮米饭的加工工艺	(134)
一、速煮面条的生产工艺	
(一) 工艺流程、(二) 制造速煮面条的原、辅料预处理、(三)、原料和添加剂配方和合面、(四) 熟化、(五)、复压压延、(六) 切条、(七) 蒸面、(八) 定量切断、(九) 干燥、(十) 冷却与包装	
二、速煮米饭的制作方法	
第十章 膨化食品及其组织蛋白的生产技术	(140)
第一节 膨化食品的特点	(140)
一、不易产生回生“老化”现象	
二、营养成分保存,有利于人体消化吸收	
三、有利于粗粮细作	
四、有利于长期储藏	
五、有利于节约能源、价格便宜	
第二节 膨化技术及膨化原理	(141)
一、膨化技术、二、膨化原理、三、膨化方法	
第三节 膨化设备及其装置	(143)
一、间歇式膨化设备	
二、连续膨化设备	
三、挤压式膨化设备	
四、膨化装置的几个主要参数	
第四节 大豆组织蛋白的生产工艺	(146)

一、大豆粉、二、浓缩大豆蛋白、三、分离大豆蛋白、四、组织状蛋白产品的产生、五、纤维状蛋白的制取	
第五节 植物组织蛋白在食品工业中的应用.....	(150)
一、大豆组织蛋白的功能特性	
二、应用实例	

前 言

党的十一届三中全会以来，随着一系列方针政策的贯彻落实，人民群众搞“四化”积极性空前高涨，有力地促进了食品工业的发展。中央领导同志对发展食品工业十分关心，指出“我国食品工业发展在整个国民经济中是一个薄弱环节，发展缓慢，管理分散，加工技术落后，为了改变现状要把各行各业力量组织协调起来，由一个部门来完成。”

又指出，粮食部门要有经营观点，要从中国的实际情况出发，研究粮食的战略问题。要把粮食工作纳入世界范围去考虑，纳入全国整个经营范围去考虑，把国内粮食经营和进出口都搞活。因此，我们农副产品，都要走收购—加工—一再返销这条路，即凡是农副产品，都要加工，一个叫粗加工，一个叫细加工……粗加工，精加工，高级加工，要变成食品。

这些指示精神是改变粮食部门职能单一化，把经营粮油和发展食品生产结合起来的正确方向。是我们在新形势下作好粮油工作的新任务，是开创粮油食品工业新局面的指导方针。

由于上述方针政策的贯彻落实，促进了食品工业的发展。建国三十多年来，食品工业的平均增长速度为6.6%，而近二年来的平均增长速度为11%。一九八二年全国食品工业的产值是六百九十亿元，在整个工业部门中占第三位，每年上交国家的税利达一百二十亿元，占国家财政收入的10%~12%。

实践证明，粮食部门将收购原粮到出售原粮这样一个传统性的经营路线，改变成收购原料到出售成品，半成品这一适应社会发展需要的经营路线，不是权宜之计，而是发展的长期方针。

从总体上看，粮食部门经营粮油食品有五个好处：

一是方便了群众的生活，目前，我们每个家庭在吃饭问题上所花费的时间十分惊人。一个家庭一日三餐，大体上要化四个小时做饭，每月三十天就要化去一百二十个小时，每年要用一千四百四十四个小时。按八小时一个工作日计算，每年要用一百八十个工作日，相当于一个人半年的工作日。发展食品工业，可以节约群众尤其是双职工化在做饭上的时间，可以把更多的精力用在为“四化”出力上。

二是为国家增加了收入。据全国二十四个省、市、区统计，一九八一年城镇粮店经营食品营业额八亿七千万元。获纯利六千万元。安徽省滁县地区发展粮油、食品加工，一九八一年收入七百万元，抵销了经营性亏损，还盈余六十多万元。许多市、县凡是这样做的，国家就可以减少或抵销财政补贴的费用。另外，还有不少传统风味食品远销港、澳、东南亚，为国家换取不少外汇，仅福建省一九八〇年，出口粮油食品就为国家创汇八十一万美元。

三是增加了劳动就业。粮油食品工业属密集化行业、设备可以简单，需要劳力较多。以福建省粮油工业为例，原有职工一万一千人，由于发展了粮油食品生产，两年中又增加了七千多人就业。

四是可以指导群众的粮食消费。根据我国粮食供应品种的变化，南方要多销面粉和面制品，北方杂粮产区要多搞粗粮细作。但是由于制作技术上的困难，销售量受到影响。江苏、福建一些地区规定口粮面粉供应比例20—30%，买面条等面制品可以顶面粉比例，面制品销量大

大增加,往往超过了国家规定的面粉比例。又如辽原市玉米面约占口粮的60%,粮食部门以玉米面为主要原料生产出二十、三十种食品供应市场,群众踊跃购买,赞扬粮店办了一件好事。

五是有利于进行纯化食品质量,实现资源综合利用。

用精制玉米粉,面粉,脱脂大豆粉各占三分之一,制成食品,可将面粉的蛋白效率提高八倍。在面粉中添加少量赖氨酸制成强化食品,其蛋白质利用率可以从45%提高到85%。江苏、辽宁、北京用大豆饼粕生产大豆蛋白,大大提高了粮油资源的利用率和经济价值。粮油资源综合利用大有可为。例如用玉米搞综合利用,可生产出淀粉、糖、油脂、味精、白酒、啤酒、饲料等十多种产品,既繁荣了市场物资,又可将其价值提高几倍、几十倍。

我国是世界文明古国,在其传统饮食上具有独特的成就。早在秦汉时期就有了水调面制品和发酵制品。二千年前,我国食品加工业的重大突破是制作了豆付。我国传统的饮料、发酵食品以及烹饪技术,食品的色香、味、形,长期以来,为世界各国人民喜爱和称道。同时,我们也不断地吸收国外食品的成就和经验,以丰富我国人民的生活,推动我国食品工业的发展。

近年来,在一些工业发达的国家出现了一种新型的食品——方便食品,这些食品具有无需繁杂地加工或烹调,食用极为方便,省时省力,便于携带,价值便宜等特点,颇受群众欢迎,因而发展很快。如美国从六十年代开始到七十年代已有80%的行业经营方便食品,销售额从一九六六年到一九七六年的十年中,由三百亿美元增加到八百多亿美元。一九七六年占全部销售食品的三分之二。日本仅方便面条一项,从一九五八年试销以来,在二十个年头里,得到迅速发展,按原料计算,从一九六五年使用十八万五千吨到一九七四年达到三十万零七千吨,成品面条一九六五年年产二十五亿份,一九七〇年达到三十六亿份,一九七七年达到四十二亿份。

近几年来,我国粮油品有了很大发展,仅粮油食品厂(车间)就有二千三百多个。一九八〇年全国粮食部门经营食品折合粮食四十亿斤。一九八一年突破五十亿斤。预计到一九八五年可发展到一百五十亿斤。北京、上海、江苏、广东、福建等省、市的方便食品有了很大发展。上海市一九八〇年全市工厂化生产各种面制品四千八百三十五万斤,获利一百五十一万元。广州市一九八〇年全市工厂化生产的面制品达一亿二千七百万斤,平均每人占有六十斤左右,花色品种达七十多种。江苏省南京、无锡、苏州、常州等市发展方便食品也收到了很大成果。

但是,从全国工厂化生产的方便食品产量来看,还是不高的,按吃商品粮人口平均计算,数量有限,而且花样品种很少,远远不能适应社会的需要。产生这些问题的原因是多方面的,其中技术力量薄弱,懂得食品加工理论和操作的人员太少,这是主要原因。

为了适应粮油食品工业的需要,我们在粮食加工专业的专业课中开设了粮油方便食品课程。本书就是在讲授这门课程讲义基础上修改编印的。

本书由我校粮食加工教研室孙彦芳同志主编。在编写过程中经过华东、华北、东北、中南有关粮食学校二次开会讨论研究,无锡轻工业学院粮油工程系吴嘉根同志和南京粮食经济学院储藏系朱建辉同志到会进行指导,并由安徽省合肥粮校景立志同志,江西省粮校吴自侠同志,河北省粮校冷涌泉同志修改了部分章节内容,本校周仁炜同志、刘永良同志,王建太同志对本书的编印也做了不少工作,除此还受到本校81届粮食加工专业毕业生的帮助启发。在此,谨向以上同志表示深切感谢。

由于编写时间仓促,资料缺乏,水平有限,经验不足,书中难免有错误和不当之处,深望读者提出批评指正。

江苏省镇江粮食学校 一九八三年八月

第一章 粮食的主要营养成分

人类为了维持生存，必需不断地从食物中摄取各种营养物质，以维持正常的生长与发育。供给进行各种活动，诸如呼吸循环、消化吸收、分泌排泄以及体外各种机械活动等等，所需的能量，维持身体健康和修补机体损失等。这许许多多的总和，叫做营养，食物中所含的各种营养成分，叫做“营养素”。

人类赖以维持生命的营养素，大体上可分为六大类：即碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质、水分等。这些营养素，大都来自粮食制品。由于粮食品种的不同，各个粮食品种的营养组成、数量及性质也都有很大的差别，现分述如下：

第一节 碳水化合物

一、碳水化合物的生理意义

碳水化合物是由碳、氢、氧三种元素组成的多羟基醛或多羟基酮。碳水化合物又称“糖类”，它是植物光合作用的产物。糖类在人体内除了少量粗纤维不能被消化吸收外，大部分都能被人体利用，产生热量，每克产热4.1千卡，所以糖类是食品中最多获得和比较经济的热量来源。粮食制品，就是以糖类为主的食物，糖类也是构成人体某些组织的成分如细胞中的核糖，以及人体组织中的糖脂，糖蛋白等；在肝脏和肌肉中贮有的糖源；血液中必需含有的一定数量的血糖（葡萄糖），血糖含量不足，神经系统得不到充分的养分，就会出现休克。

我们饮食中提供的糖类不足，人体活动所需的热量就会从氧化脂肪和蛋白质中提取。从氧化蛋白质中获取热量，从营养学的角度来说是最不经济的。而从脂肪过多地被氧化来看，其氧化的中间物——酮酸在体内积累如超过一定的限量，就会引起人体的丙酮酸中毒，因此，人的饮食必需要有足够的糖类。

二、碳水化合物的主要类别及性质

按碳水化合物分子中存在的“简单糖分子”的数量多少，可把它分成单糖、双糖和多糖三类。

（一）单糖：糖分子中存在的不能再水解的糖都称为单糖。在食品中常见的单糖主要有戊糖和己糖。戊糖不能被人体利用，食品中重要的己糖有葡萄糖、果糖、半乳糖，其共同的分子式为（ $C_6H_{12}O_6$ ）

1.葡萄糖：是己醛糖，广泛存在于食品中，动植物食品、加工食品中都含有葡萄糖。食品中的淀粉、糖元和双糖，不能被人体直接吸收，只有经过消化最终水解为葡萄糖和其它己糖后，才能被人体吸收。

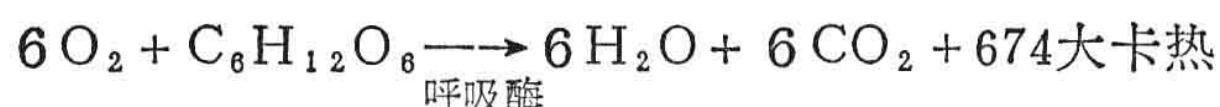
2.果糖：是己酮糖，它在食物中含量甚少，广泛地存在于瓜果中，尤其在蜂蜜中含量较多，果糖的甜味最大，能被人体直接吸收。

3.半乳糖：也是己醛糖，与葡萄糖的区别是它们的结构不同。半乳糖在食品中游离存在

很少。乳品中的乳糖经水解后能产生半乳糖。半乳糖是己糖中被人体吸收速度较快的单糖。并能帮助人体吸收钙。所以它在营养物中有着特殊的意义。尤其是婴儿更需要半乳糖。

以上三种单糖都能溶于水，也能形成结晶，只是果糖形成结晶比较困难。由于它们结构式不同，因而在甜度和吸湿性方面都有差别。在不同的微生物作用下能进行不同的发酵。在酵母菌作用下能进行酒精发酵，产生酒精和二氧化碳。在乳酸菌作用下能进行乳酸发酵，生产乳酸、酸奶和酸菜，就是利用乳酸发酵的产品。在酪酸菌作用下，进行的酪酸发酵，产生酪酸具有难闻的臭味。因此，发酵产品如果发生酪酸发酵，会造成产品的风味劣变。

单糖在呼吸酶的催化下能发生呼吸作用，产生以下反应：



呼吸作用的结果，不仅消耗了糖类，而且产生的热量，为微生物的繁殖创造了适当的条件。所以应采取有效措施，控制它的呼吸作用，减少单糖的损耗。

单糖分子结构中，具有半缩醛羟基、醛基或特殊的酮基。它们具有还原性，能使弱氧化剂还原（如斐林溶液）。所以凡是糖类分子中具有这些功能基的糖，都称为还原糖。

（二）双糖：蔗糖、麦芽糖、乳糖。

1.蔗糖：最早发现于甘蔗中，故称蔗糖，蔗糖广泛地存在于食品中，食糖的主要成分是蔗糖。蔗糖分子是由一分子葡萄糖和一分子果糖缩合而成。因为蔗糖分子中无自由基，所以不具还原性，蔗糖为非还原糖。

2.麦芽糖：利用麦芽中的酶可以使淀粉水解，其产品含有较多麦芽糖，因而称之为麦芽糖，用酸虽然也能使淀粉水解，但产物中主要是葡萄糖，麦芽糖存在较少，麦芽糖是由两个分子的葡萄糖缩合而成，分子中仍存在一个半缩醛羟基，具有还原性，属于还原糖。

3.乳糖：主要存在于乳品中，故称它的乳糖。它由一分子半乳糖和一分子葡萄糖缩合而成，乳糖也属于还原糖。

双糖都不能直接被人体吸收，只有水解成单糖后，才能吸收。双糖都能形成结晶，其中以蔗糖最容易结晶，乳糖的结晶最硬。蔗糖水解后的产物改变了原来的光学性质，由右旋转变为左旋，所以蔗糖水解的产物也叫“转化糖”。

单糖和双糖都具有不同程度的甜味和吸湿性，以蔗糖的甜度作为100，其它糖的相对甜度如下：蔗糖100，果糖175，转化糖123，葡萄糖74，麦芽糖32，半乳糖32，乳糖16。

果糖和转化糖的吸湿性较强，麦芽糖和葡萄糖次之，纯净的蔗糖和乳糖几乎没有吸湿性。

（三）多糖：由许多单糖分子缩合而成的较复杂的糖称为多糖。常见的多糖有淀粉、糖原、半纤维和纤维素等。它们的共同分子式为： $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ 。

1.淀粉：它是人们饮食中主要的热量来源。米、面、薯类中含有大量的淀粉。亚洲、非洲等地区的许多发展中国家，饮食中以淀粉产生的热量占总热量的70%以上，欧美等国家一般在45%左右，近代营养学研究成果以为，在饮食中由淀粉产生的热量占总热量的60—70%之间比较合理。

（1）淀粉的形态：淀粉在粮食中主要存在于粮粒的胚乳细胞里，在豆类粮食中则存在于子叶里。玉米除胚乳部分外，胚中也含有少量淀粉，其它禾谷类粮食中、胚及糊粉层都不含有淀粉，或有发现，其量也甚微。

淀粉分子在粮食中以白色固体粉粒的形式存在，由于各种不同粮食的生理类型不同，所以也就形成不同形态的淀粉颗粒。如地下生长的甘薯或马铃薯同小麦淀粉比较，前者吸水性高于后者，所以淀粉颗粒前者较大而后者较小。同品种的粮食，由于其生长条件和成熟程度不同，其颗粒的饱满程度和大小也不一样。如表 1—1 说明：虽然不同品种粮食的淀粉颗粒形状和大小都不同，但都是透明的，在显微镜下观察，其形态如图 1—1 所示

表 1—1 不同品种粮食淀粉颗粒大小与形态比较表

农作物的种类	大小范围 (μ)	平均直径 (μ)	形 态
小 麦	2—38	20—22	园形、椭圆形
玉 米	4—26	15	五角多面形
大 米	3—9	5	六角多面形
甘 薯	15—55	25—50	椭圆形

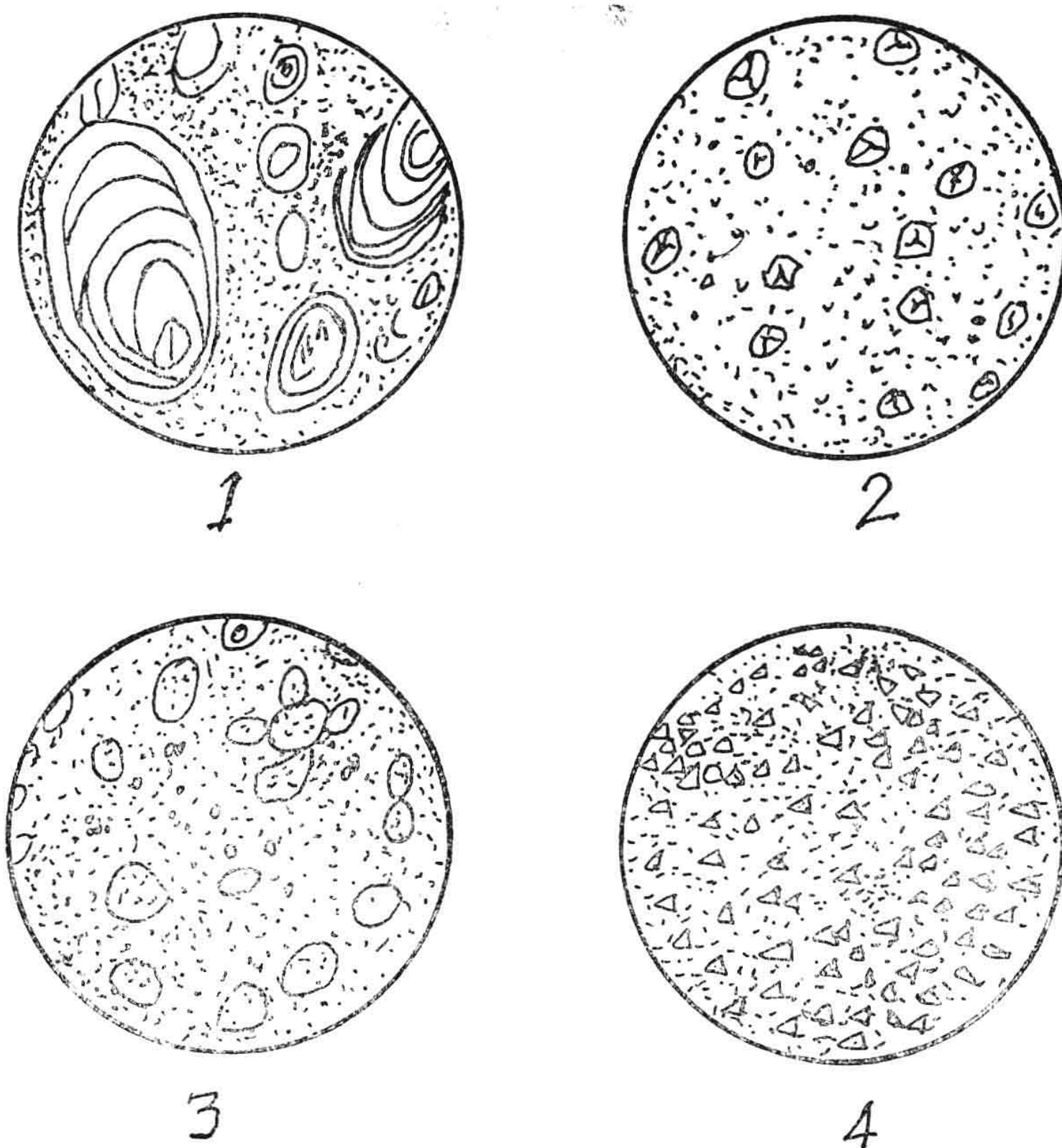
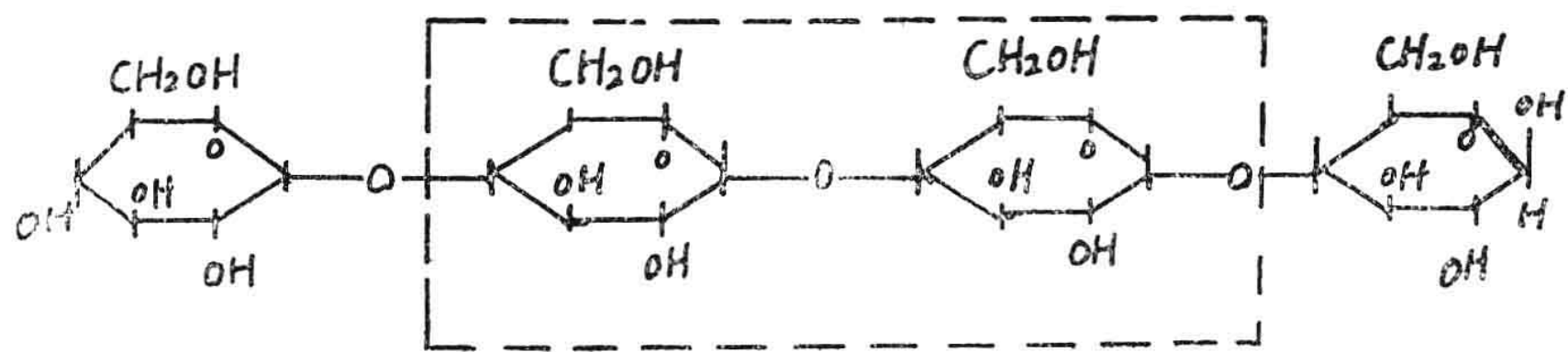


图 1—1 几种淀粉的颗粒状态

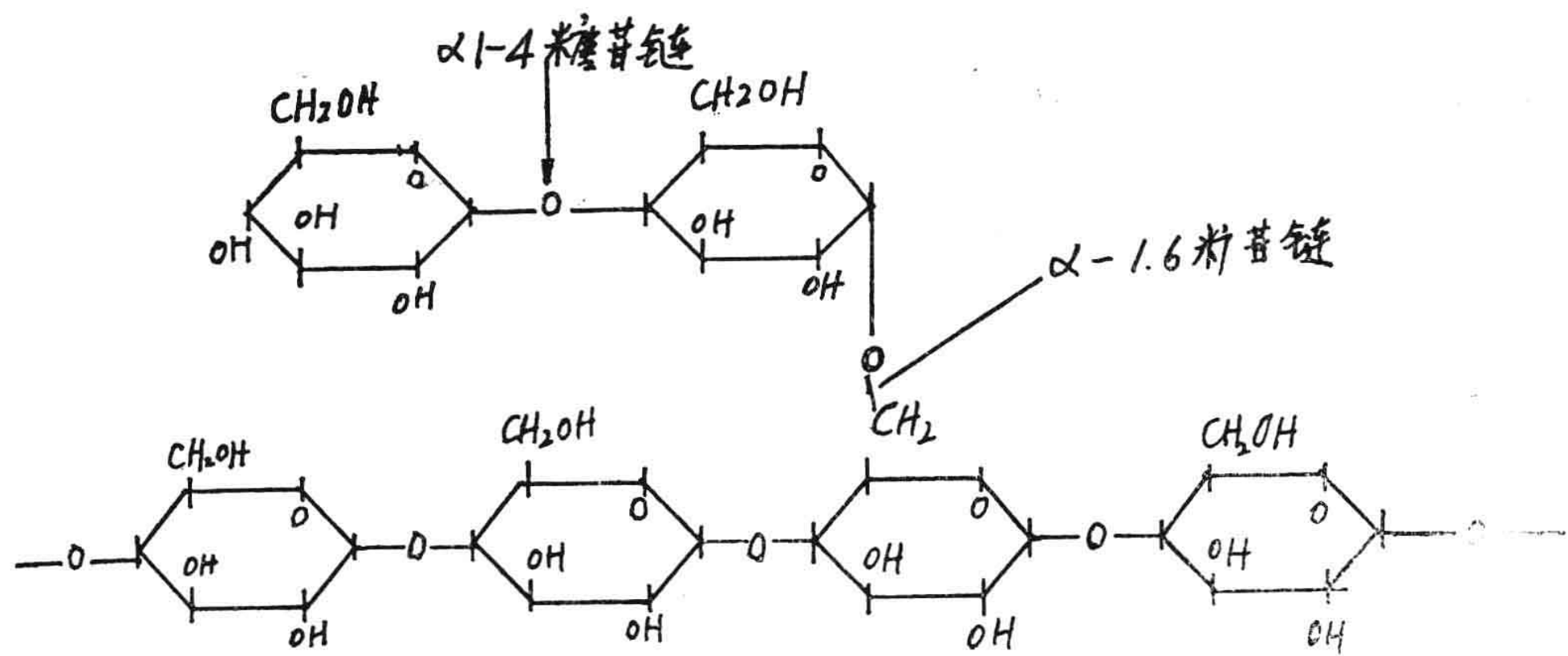
- 1.甘薯淀粉 2.大米淀粉
3.小麦淀粉 4.玉米淀粉

(2)淀粉的分子组成及结构：粮食中的淀粉由两种不同特性的部分组成，即直链淀粉和

支链淀粉。直链淀粉是由葡萄糖基以 $\alpha 1-4$ 糖苷键结合而成的链状化合物。由分子内的氢键使链卷曲成螺旋状。可被酶水解为麦芽糖。支链淀粉也是由葡萄糖组成的，但连接的方式，除以 $\alpha 1-4$ 糖苷键结合的主链外，还有以 $\alpha 1-6$ 糖苷键相连的。所以支链淀粉是带有分支的。用淀粉酶水解时，只有外围的支链可以水解为麦芽糖。



直链淀粉的分子结构



支链淀粉的分子结构

(3) 淀粉的性质

各种粮食籽粒中都含有一定比例的直链淀粉和支链淀粉其百分率见表 1—2。

表 1—2 各种粮食作物两种淀粉含量比较表

作物名称	直链淀粉	枝链淀粉
小麦	19~26	81~74
粳米	20~25	80~75
糯米	0	100
玉米	28左右	72左右
绿豆	78~85	22~15
甘薯	20~25	80~75

a. 淀粉的微粒是不溶于冷水的。直链淀粉易溶于热水，当它溶于热水后则形成粘度较低的溶液也不易凝固；而支链淀粉只能在加压与加热的条件下，才能溶于水，并能形成比较粘滞的溶液成糊状。所以含有支链多的淀粉，粘性较大。

b. 淀粉的水解：淀粉在酸或淀粉酶的作用下，可水解成糊精，麦芽糖或葡萄糖

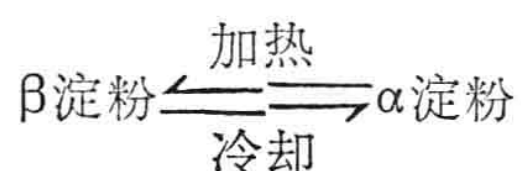
淀粉—→淀粉糊精——红糊精——无色糊精——麦芽糖——葡萄糖，用碘液可以检查淀粉的水解程度。直链淀粉遇碘呈深蓝色，支链淀粉遇碘呈蓝紫色，糊精依分子量 减 速 的 程 度，与碘呈蓝紫色、红紫色、橙色以至不呈色。

c. 淀粉的“糊化”和“老化”。淀粉微粒与水一起加热，则淀粉微粒会吸水膨胀，膨胀到比原体积增大到数十倍、甚至数百倍，这时淀粉微粒由于过大的膨胀而破裂，在热水中形成糊状物，这种现象称为糊化作用。在这时的温度称为糊化温度。一般淀粉粒越小，糊化温度越高。现将几种经常使用的淀粉颗粒的糊化条件与温度差别列表 1—3。糊化后淀粉的分子结构松弛，易被酶或酸水解成葡萄糖，便于食用，能发出芳香的味道。糊化了的淀粉称为 α

表 1—3 几种不同的农作物其淀粉颗粒的糊化温度

农作物种类	开始膨胀温度(℃)	开始糊化温度(℃)	糊化终了温度(℃)
小麦淀粉	50	65	67.5
玉米淀粉	50	55	62.5
大米淀粉	53.7	58.7	61.2
马铃薯淀粉	46.2	58.7	62.5

淀粉。糊化了的淀粉放置一段时间后，由于温度降低，淀粉分子又重新排列，互相以其羟基形成氢键，使淀粉分子结构排列形成致密的高度晶化的不溶解性的分子微粒，析出水分产生离浆现象，这个变化称为淀粉的老化。老化了的淀粉称为 β 淀粉。老化可视为糊化的逆转。但老化不可能使淀粉彻底复原为生淀粉（ β 淀粉）的结构状态。老化淀粉不易被淀粉酶作用。



这个性质在食品加工上是非常重要的。在以后各章有关方面还要详细谈到。用淀粉制成的食品，当淀粉老化后，其产品会失去松软性，同时也会影响淀粉的水解和消化。

2. 糖元，又称为肝淀粉，主要存在于动物的肝脏和肌肉中，少数植物中也发现有糖元。人体吸收的单糖，除了供正常的热量消耗外，多余的部份则转变为糖元贮藏在肝脏中，供人体热量供应不足时的需要。肌肉中的糖元供肌肉活动时热量的需要，并分解成乳酸，所以肌肉长期活动后会感到酸痛。

糖元也是由许多葡萄糖分子缩合形成的，为支链淀粉的结构，但糖元的支链较多、较短、较密，能溶于水，遇碘呈紫红色。

3. 粗纤维：它是半纤维素和纤维素的统称。

粗纤维是组成植物细胞壁的主要成分。人体中由于缺乏水解它们的酶，很难对它们消化。

纤维素是由许多葡萄糖缩合而成的高分子化合物，聚合度在一万个葡萄糖分子以上。它是由若干链状的分子结构相互并列形成的。不溶于水和稀酸、稀碱溶液。在无机强酸作用下它能水解，最后形成葡萄糖。

半纤维素是介乎淀粉和纤维素之间的高分子化合物。它是由己糖和戊糖缩合而成，不溶

于水，能溶于碱液中，在稀酸下能水解，但比淀粉水解难些。半纤维素水解后的最终产物有甘露糖、半乳糖、葡萄糖、木糖和阿拉伯糖等。从半纤维素中提出来的木糖，在催化下加氢使木糖变为木糖醇。木糖醇是一种与蔗糖甜度相近的新糖源，在不需胰岛素的条件下人体能吸收木糖醇，所以可供糖尿病患者食用，以补充热量的不足。木糖醇还具有不易被微生物利用、不易焦化、难于结晶等特点，所以在食品工业上可利用这些特点，制成特殊的甜品。

粮食籽粒的外壳层含有较多的粗纤维。它在营养上没有什么利用价值。而且还因为粗纤维的存在会妨碍对其他营养成分的消化和吸收。然而，粗纤维在饮食中，能刺激肠壁蠕动，有助于肠胃对食物的消化，有利于废物的排泄，根据近代营养学研究，粗纤维在“微饮食疗法”方面具有特殊疗效。通过临床试验证明，在饮食中增加粗纤维的含量，对防治烂尾炎、肠癌、冠心病和糖尿病等方面都具有一定疗效。

第二节 蛋 白 质

一、蛋白质的生理意义

蛋白质的营养除了能产生与糖类相等的热量外，它还是构成人体的物质基础。蛋白质的营养是其它营养成分所不能代替的，是人体中唯一的氮的来源。人体中除了水份，几乎一半以上是蛋白质组成的。肌肉中蛋白质占干物质的80%，血液中蛋白质占干物质的90%以上，人体的新陈代谢是依靠蛋白质的不断更新。另外，蛋白质在生理方面还有着特殊的作用。如：承担氧运输的血红蛋白，进行肌肉收缩的肌纤维蛋白和构成机体支架的胶原蛋白都是由蛋白质构成的。维持人体各种生理活动的酶，就是一种特殊的蛋白质。没有这些酶的催化作用，一切生命活动就会停止。

此外，体内的酸碱平衡维持，水分在体内的正常分布以及许多重要物质的转运都与蛋白质有关，所以蛋白质是生命存在形式，也是生命的物质基础。

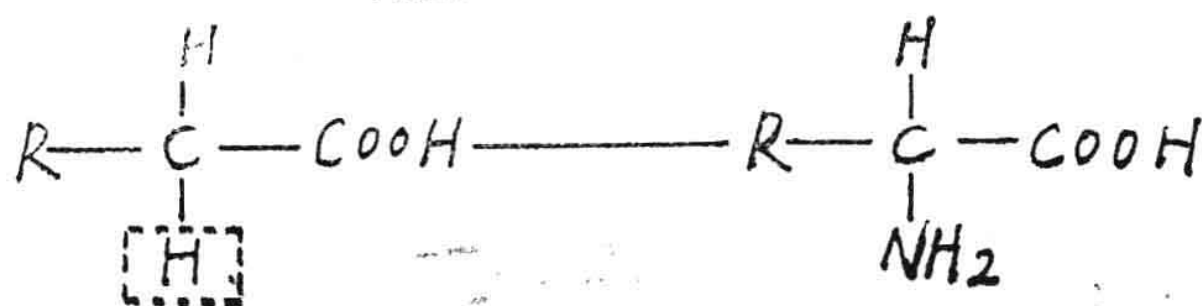
人体对蛋白质的需要是随着劳动强度、年龄等因素有所不同。妊娠期的妇女和正常发育成长的儿童、青少年，需要在饮食中增加蛋白质的比例。营养学者认为，成年人每天饮食中蛋白质适宜的比例应占总热量的10—12%（约80克左右），儿童、青少年的适宜比例应占总热量的12—14%。美国近年来提倡的全素膳食中，主张其蛋白质来源50%来自面粉，12%其他谷类（诸如黄豆、大米），13%马铃薯，17%其他混合蔬菜，8%水果。在饮食中提供的蛋白质数量不足时，儿童、青少年就会发育迟缓，消瘦，发育不良，成年人则经常感到疲倦无力，体重下降，抗病力减弱，平均寿命缩短。我国的习惯膳食是高糖低蛋白的传统，所以饮食中增加蛋白质的比例，对增强人的体质有着重要意义。

二、蛋白质分子的组成和分子结构

蛋白质是由碳、氢、氧、氮四种主要元素组成的，多数蛋白质还含有硫、磷，还有少数含有铁、铜、锌、碘等元素，由于蛋白质的种类不同，其元素的比例也不完全相同，一般情况下，蛋白质中氢的比例为16%左右。

蛋白质的分子结构复杂，其分解的最终产物是氨基酸，所以蛋白质是由许多氨基酸分子缩合而成的高分子化合物。

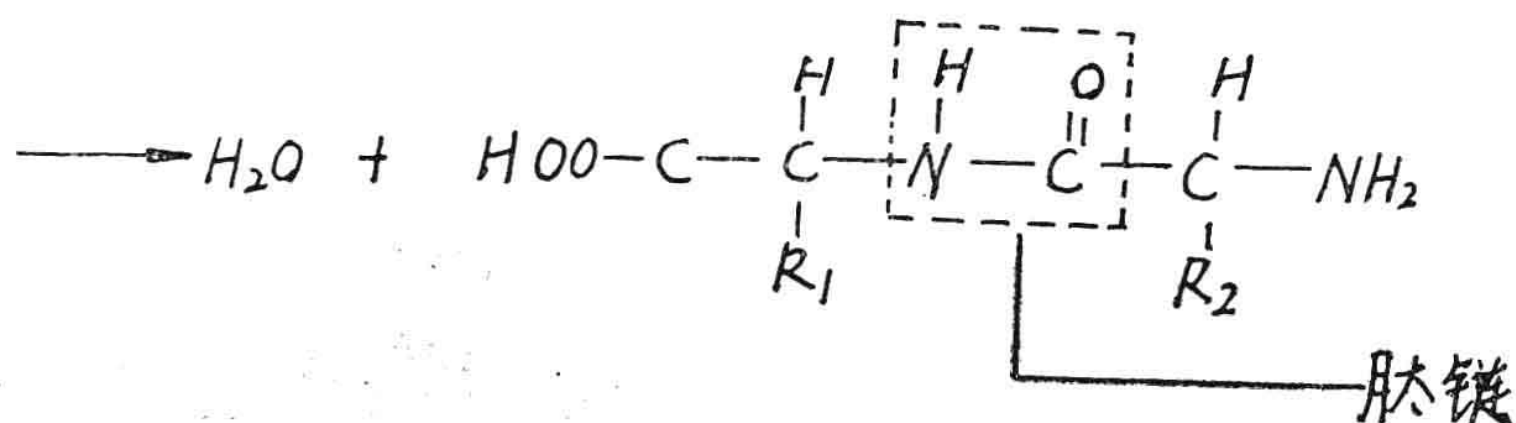
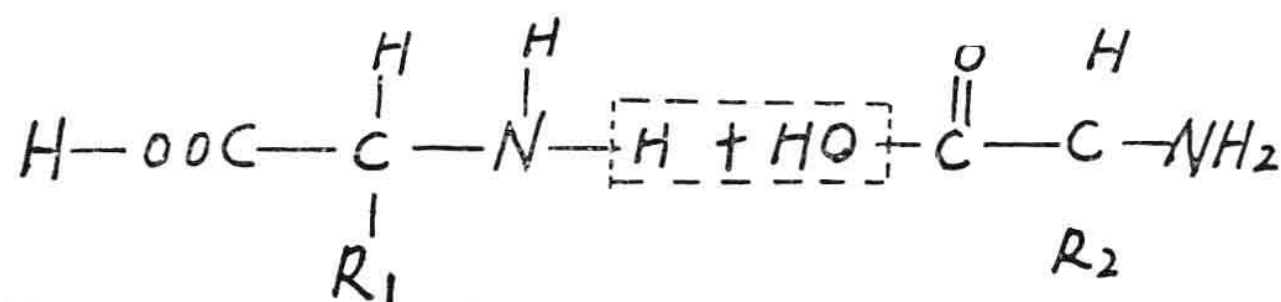
氨基酸是由脂肪酸分子中碳键上的一个氢原子被氨基所置换形成的。



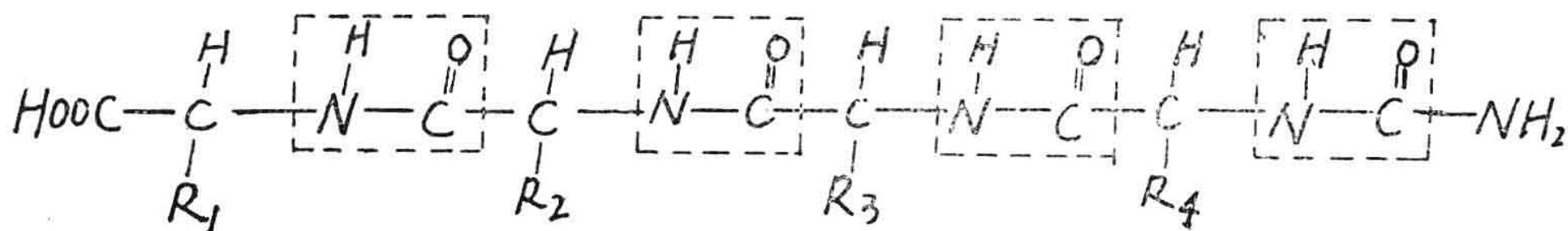
氨基酸

蛋白质分子中的氨基酸是通过一个分子氨基酸的羧基（-COOH）和另一个分子氨基酸

和氨基（-NH₂）相互缩合而成的肽键（ $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ || \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$ ）



肽键是蛋白质分子中的主键。肽键把许多氨基酸连接成较长的多肽链。这种多肽链是蛋白质分子的基本结构。



其元素的比例不完全相同。一般情况下蛋白质中氮的比例为16%左右。

在多肽链上还存在有不同的侧基（如属于亲水性的有-SH、-OH、-COOH、-NH等，属于疏水性的有烃基、苯环等），它们借静电吸引或分子间力的作用能形成各种副键，如二硫键、盐键、酯键、氢键等。当较长的多肽链以一定的规则形成螺旋卷曲或折叠时，这些副键把那些螺旋卷曲或折叠的多肽链保持着不同形状的立体结构。按蛋白质立体结构的形状不同，可把蛋白质分为球状蛋白和纤维状蛋白两种。食品中的蛋白质绝大多数是球状蛋白。毛发、指甲、天然丝中的蛋白质为纤维状蛋白质。关于蛋白的立体结构到目前为止还有很多不清楚的问题，有待进一步研究证实。

三、蛋白质的主要性质