

V_D

V_A

V_E

V_B

V

V

V

V_C

V_E

V_D

V_A

V_B

粮食营养

唐新元 编著

黑龙江科学技术出版社

粮 食 营 养

唐新元 编著

黑龙江科学技术出版社

一九八三年·哈尔滨

内 容 提 要

本书简明地介绍了粮食中各营养素的化学基础知识,分析了各种营养成分在粮食籽粒中的含量和分布,并从现代生理、生化角度详尽地评价了几种主要粮食及其加工品的营养价值。同时,对提高粮食营养价值的途径(即粮油加工工艺的改良、粮食的营养强化及蛋白质的互补等),也作了深入浅出地论述。

本书可供粮食加工和食品工业技术人员、职工参考使用,也可作为有关专业学校、科研单位学习和科研的参考资料。

封面设计: 范庆义

粮 食 营 养

唐新元 编著

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

牡丹江印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/32·印张·6·字数120千

1983年3月第一版·1983年3月第一次印刷

印数: 1—6,500

书号: 15217·058

定价: 0.66 元

前 言

粮食是人类生存最基本的营养物质。人体每天需要从粮食等食物中摄取一定的营养素，为自身的生长发育、组织更新、功能调节提供能量。这些营养素主要来自粮食。据有关部门1980年的统计：我国城乡居民每年每人平均消费粮食430市斤、食油5.5市斤、食糖5.7市斤、肉类23市斤、奶制品2.2市斤、水产品8.4市斤、鸡蛋4.4市斤。从这些数字中，可以明显地看出粮食在我国人民的食物构成中占有很大比重，人体所需热量的80~90%，是从粮食中取得的。在我国人民的膳食中，粮食所提供的蛋白质，占人体蛋白质摄取总量的70~80%。但在谷类粮食食品中，各种营养素并不甚丰富，任何一种单一的粮食都难以满足人体所需的全部营养素，这就要求注意粮食营养。要根据人体的需要，对不同特点的粮食进行适宜的加工，合理的搭配，充分利用粮食的各种营养成分，以提高粮食的营养价值。当前，随着我国国民经济的迅速发展，人民生活水平的日益提高，人民群众对提高粮食营养水平也不断提出新的要求。因此，研究粮食营养，发展粮食食品工业，促进我国饮食的科学化，不仅直接关系到人民生活改善，体质的增强，而且可以充分合理地利用和开发粮食营养资源。

本书的编写旨在为读者提供粮食的营养知识。书中简明

地介绍了粮食各营养素的化学基础知识，分析了各种营养成分在粮食籽粒中的含量和分布，从现代生理和生化的角度，较详细地评价了与人类密切相关的几种主要粮食及其加工制品的营养价值。同时，对提高粮食营养价值的途径，即对粮食加工工艺的改良、粮食的营养强化，以及蛋白质的互补等方面，作了深入浅出地论述。本书可供粮食、食品、饲料、农学和医学等部门的科技、教学人员参考，也可供一般读者阅读。

在本书编写过程中，黑龙江省粮食科学研究所提供部分资料，深表感谢。

编 著 者

1982年3月

目 录

第一章 粮食籽粒营养成分概述	1
第一节 粮食的概念.....	1
第二节 粮食籽粒的构造.....	2
第三节 粮食的一般营养成分.....	3
第四节 粮食籽粒各部分的营养成分.....	5
第二章 粮食中的蛋白质	8
第一节 概况.....	8
第二节 粮食蛋白质的氨基酸成分.....	11
第三节 小麦蛋白质.....	15
第四节 玉米蛋白质.....	19
第五节 大豆蛋白质.....	21
第六节 其它粮食的蛋白质.....	24
第七节 粮食中的酶.....	29
第三章 粮食的碳水化合物	39
第一节 粮食中的单糖.....	40
第二节 粮食中的低聚糖.....	42
第三节 粮食中的多糖.....	45
第四章 粮食中的脂质、维生素和矿物质	53
第一节 粮食的脂质.....	53
第二节 粮食的维生素.....	65

第三节 粮食的矿物质.....	80
第五章 粮食的营养价值.....	86
第一节 人体对粮食的消化作用.....	87
第二节 粮食的发热量及其测定.....	95
第三节 碳水化合物的营养价值.....	99
第四节 粮食蛋白质的营养价值.....	102
第五节 粮食中脂质的营养价值.....	123
第六节 粮食中维生素和矿物质的营养价值.....	142
第六章 提高粮食的营养价值.....	155
第一节 食物构成.....	155
第二节 食用粮的搭配和蛋白质互补.....	157
第三节 粮食的营养强化.....	160
第四节 防止粮食加工中营养素的流失.....	172
第五节 充分利用粮食的蛋白质资源.....	178
主要参考资料.....	185

第一章 粮食籽粒营养成分概述

第一节 粮食的概念

粮食的一般概念是指各种粮食作物的果实或种子。这些果实或种子含有丰富的养分，经过加工可以作为人们的食品。粮食中的养分以淀粉、蛋白质和脂肪为主，它是人类的重要营养来源。

当前，我国以原粮及其加工产品为主要食物来源。按照我国粮食部门的业务范围和我国粮食工作的特点，可把粮食分为下列几类：

(一) 禾谷类 大多数是单子叶的禾本科植物的果实和种籽，它所含有的养料主要是淀粉。在食用上，用于制米的有稻谷、高粱、粟等。用于制粉的有小麦、玉米和燕麦等。

(二) 薯类 它属于旋花科的甘薯和属于茄科的马铃薯，其主要营养成分是淀粉。

(三) 豆类 它是双子叶植物中豆科植物的种子，其营养成分主要是蛋白质。除此之外，有些豆类还含有丰富的脂肪（如大豆），还有一些含有较多的碳水化合物（如碗豆）。

(四) 油料 包括不同科植物的果实和种籽。例如豆科中的花生，十字花科中的油菜籽，胡麻科中的芝麻等，其营养

成分主要是脂肪（植物油）。一般油料还含有较多的蛋白质。

由上述分类可见，第一、第二类含淀粉成分为主，是我国人民主要的粮食；第三、第四类含蛋白质、脂肪成分较多，主要是用作副食。

第二节 粮食籽粒的构造

不同种类的粮食作物的种子，在构造上不尽相同，其贮藏养分的部位也有差别。现以小麦为例，分析粮食籽粒的构造。

小麦的基本组成部份为谷皮、糊粉层、胚和胚乳。其各部分的重量比例大致如下：

谷皮	8.2~8.9%
糊粉层	7.7~9.0%
胚	1.5~1.6%
胚乳	81.3~81.8%

胚是籽粒的一种明显的组织，它是植物的胚胎，由它发芽形成一株植物。胚很容易从胚乳上分离下来。胚部的细胞不含淀粉，而含有营养价值很高的贮藏养分：脂肪、糖分、卵磷脂、蛋白质和维生素，以供幼芽的发育。

谷皮将籽粒全面包围着，并为多层结构，它由坚实的木质化细胞壁所组成。这种细胞壁保护着胚和胚乳，使其与外界隔绝，以防粮粒的破裂而遭受感染以致品质恶化。所有的谷皮细胞在籽粒发育初期都含有原生质和叶绿素，并且活跃地

参于碳素同化作用。随着籽粒的成熟，这些细胞发生深刻的变化，即原生质消失，全部营养成分转移到胚乳里。当籽粒成熟时，这些细胞变成木质化的空细胞壁，这种细胞壁的主要成分是木质素、纤维素和半纤维素。

糊粉层即谷皮下的密密的粒状大形细胞。糊粉层的细胞里含有糊粉粒，它是由蛋白质、脂肪和矿物质组成。糊粉层不仅含有大量的蛋白质、脂肪、矿物质，还含有多量的维生素，因此具有较高的营养价值。

胚乳是构成籽粒的主要部分，它的外围是糊粉层，胚乳由许多大型的薄壁细胞所组成，其中充满着淀粉粒，也含有一定数量的蛋白质，因此胚乳是种子营养的主要部分。

第三节 粮食的一般营养成分

粮食籽粒都是由各种不同的物质组成的。其一般营养物为：蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、矿物质、纤维素和水等。

蛋白质是粮食种子中有生命的活性物质，也是种子贮藏的主要营养成分之一。人体利用蛋白质来建造新的组织，同时蛋白质也能产生一部分热量。

碳水化合物包括淀粉、纤维素、糖分等。淀粉是粮食的主要成分，它供给人们所需的热量；纤维素是人体不能消化的部分，粮食加工中应尽量除去；糖分具有可发酵性，容易变质。

脂肪是种子贮藏的养料，人体利用它来产生热量。

粮食中的矿物质主要包括钙、铁、镁、钾、硫、磷等元素；此外，还有一些微量元素，如铜、锌和锰等。这些元素构成人体的某些部分，也有一些矿物质起调节人体机能的作用。

维生素有许多种类，食物中缺少某种维生素就会产生相应的维生素缺乏症。例如，缺乏维生素B₁就会产生脚气病。

在分析粮食的一般化学成分时，通常只有水分、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、灰分和无氮抽出物等六个项目。测定得出的结果用百分数表示。对于以上三种成分前面加“粗”字，表示分析方法的限制，得出的不是纯粹的，而是许多相似的物质的含量。例如粗脂肪中除脂肪以外，还有磷脂、固醇等相似物质。灰分代表矿物质，因为分析方法是 将 样品灼烧成灰称重得出的，故名“灰分”。无氮抽出物不是直接测出的，而是从100之中减去其它五项的百分数 所 剩 的 数值，其中包括纤维素以外的各种碳水化合物，主要是淀粉。

我国几种主要原粮的化学成分见表1：

表1 我国几种主要原粮的化学成分表

粮食名称	水分%	粗蛋白质%	粗脂肪%	粗纤维%	灰分%	无氮抽出物%
稻米(糙米)	14.5	8.4	2.5	0.9	1.5	77.6
小麦	15	11.0	1.9	1.9	1.7	68.5
玉米	15	9.9	4.4	2.2	1.3	67.2
大豆	16	36.5	17.5	4.5	5.5	26.0

从表1可见，稻米和小麦的无氮抽出物最多，它们都属淀粉的粮食。大豆含有较多的蛋白质和脂肪，这是大多数油料种子的特点。

在分析粮食的营养成分时，必须注意粮食的营养成分随品种、土壤、气候和栽培条件的不同而有所变异，因此，所得的粮食营养成分表，必须注明品种、地区和收获年代才有参考价值；此外，还可采用大量的同类分析材料的平均数值，这样的成分表的代表性较为广泛。例如，各种不同来源的小麦中蛋白质的平均含量见表 2；

表 2 各种不同来源的小麦中蛋白质的平均含量

国 别	小麦中蛋白质 平均含量的 %	国 别	小麦中蛋白质 平均含量的 %
苏联（东南部）	18.45	丹 麦	12.80
英 国	17.00	加 拿 大	12.20
瑞 士	14.55	阿 根 廷	12.00
法 国	13.51	葡 萄 牙	11.77
匈 牙 利	14.04	英 国	14.45
西 班 牙	13.02		

第四节 粮食籽粒各部分的营养成分

掌握粮食的营养成分在原粮籽粒中的分布情况，以便改善粮食食品生产工艺过程，提高粮食营养价值，充分利用粮食营养资源，那就必须对粮食籽粒进行解剖分析和化学分析：即把样品按其结构解剖成几部分，然后分析各部分的营养成分。对小麦籽粒进行解剖，其各部分营养成分分布情况见表 3：

表 3 小麦籽粒部分化学成分

(以干物的百分率计数)

籽粒部分	重 对 量 比	蛋白质	淀粉	糖分	纤维素	多缩戊糖	脂肪	灰分
全 粒	100.00	16.06	63.07	4.32	2.76	8.10	2.24	2.18
胚 乳	81.60	12.91	78.82	3.54	0.15	2.72	0.68	0.45
胚	3.24	37.63 (41.30)	0	25.12	2.46	9.74	15.04	0.32
谷皮及糊 粉 层	15.48	28.75	0	4.18	16.20	35.65	7.78	10.51

从表 3 可见:

1. 籽粒中所含的淀粉全部集中于胚乳内。胚乳中含纤维素最少, 则胚乳是种子贮藏养分的地方, 也是种子用作粮食的最主要的营养成分所在。因为淀粉易于贮藏, 而纤维又难于消化, 因此在粮食加工过程中主要目的是从籽粒中提取胚乳。

2. 谷皮不含淀粉, 含有大量的粗纤维, 但粗纤维不易被人体消化, 所以在小麦制粉中需要把麸皮分离出来, 作为副产品。麦皮中含有大量的蛋白质和脂肪, 是良好的牲畜饲料。

3. 胚含有丰富的脂肪, 但脂肪不耐藏, 所以在粮食加工中应防止胚进入粮食食品中。胚虽不含淀粉, 但胚中含有很丰富的营养成分 (如蛋白质、脂肪、矿物质、维生素、糖分等), 所以其利用途径需另行考虑。现代粮食加工工业中均提取胚应用于制药工业、食品工业, 玉米胚还直接用作榨油

原料。

4. 矿物质主要含在带有糊粉层的谷皮和胚里面，而且糊粉层中的矿物质含量特别高。对小麦样品进行解剖分析，测得小麦籽粒各部分灰分的含量（对于干物质的%）如下：

全粒	1.95
胚乳	0.44
胚	5.33
带糊粉层的谷皮	9.19

5. 胚乳的蛋白质含量虽较其它部分低，可是它占全麦粒的80%以上，所以蛋白质的主要部分仍保留在胚乳中。糊粉层也含有较为丰富的蛋白质。

在研究粮食营养时，应特别注意粮食籽粒的胚和糊粉层中所含有的多种维生素成分。胚和糊粉层内含有大量的影响人体神经功能的维生素B₁，它占籽粒中维生素B₁总量的60%以上。胚中还含有能影响人体生殖腺活动的维生素E（即生育酚）。这就说明为什么特等面粉缺乏维生素，而需要加维生素成分以增强其营养价值的道理。

第二章 粮食中的蛋白质

第一节 概 况

蛋白质是一切生物体内的首要化学成分，也是粮食中所含有的最重要的营养成分。它不仅是构成生物体的基本物质，而且是生命活动所依赖的主要物质基础。蛋白质在生命过程中起着绝对重要的作用，它是生命的基础，没有蛋白质就没有生命。

从整个自然界来看，植物和某些微生物为自营生物，能从简单的无机含氮物合成自身的植物性蛋白质；而动物为非自营生物，必须从植物性食料和动物性食料中摄取蛋白质。人类多数采用混食方式，食物中的蛋白质一部分为动物性的，例如蛋类、肉类；一部分为植物性的，来自于蔬菜、豆类。粮食中的蛋白质是我国人民食物的主要蛋白质来源。

各种粮食籽粒都具有它自己特有的蛋白质，同时由于这些蛋白质的种类繁多，常混杂在一起不易分离。粮食蛋白质按其分子组成的繁简可分为两大基本类群：单蛋白质和复合蛋白质。

单蛋白质是单纯由 α -氨基酸组成的蛋白质，复合蛋白

质为单蛋白质和其它物质的结合体，即由单蛋白质的分子和一个非蛋白质的辅基结合的复合蛋白质。如核蛋白以核酸为辅基。

粮食种子蛋白质对种子本身的成熟、发芽以及贮藏中的生化过程有着密切关系。原粮及其加工产品的食用价值和营养价值也均以蛋白质的种类、含量而变化。

为提高粮食及其加工产品的营养价值和食品价值，分析和确定粮食中的蛋白质含量则具有重要意义。包含在粮食籽粒中的单蛋白质，根据其在某种溶剂中的溶解度的不同，可将粮食蛋白质分为四类：

1. 清蛋白（白蛋白） 能溶于水，也能溶于稀中性盐溶液；在某些盐类的饱和溶液中沉淀；在加热时，能以溶液中凝固。在谷物的清蛋白中，研究得较多的是麦清蛋白。小麦籽粒中和谷类植物的绿色部分均含有少量的麦清蛋白。

2. 球蛋白 白微溶于水，而溶于稀中性盐类溶液。它是豆类植物种子中蛋白质的主要部分。禾谷类粮食种子中含量很少。

3. 胶蛋白（醇溶蛋白） 不溶于水和盐溶液，但能溶于稀的酒精溶液（玉米胶蛋白例外，它在90~93%的酒精中溶解得最好）。胶蛋白水解时，除生成脯氨酸和氨外，还生成许多谷氨酸和少量的精氨酸和组氨酸，不产生赖氨酸。它是禾谷类粮食所特有的蛋白质。几乎所有的禾谷类粮食的种子中都含有胶蛋白。重要的醇溶蛋白有小麦胶蛋白、玉米胶蛋白和高粱醇溶蛋白等。

4. 谷蛋白 不溶于水、盐溶液和稀酒精，但能溶于热酒精和0.2%的碱溶液。对这类蛋白质研究较少，因其精制和提

取非常困难。重要的谷蛋白有：大米中的米精蛋白、小麦中的麦精蛋白、玉米中的玉米谷蛋白。谷蛋白均含有大量的谷氨酸。

上述的分类方法完全是从经验得来的。它们之间没有截然的区分，也并不代表全部蛋白质，即使是分离出来的蛋白质也可能是两种以上蛋白质的混合物。但此类分类方法在粮食生物化学研究中仍具有一定的实际意义。按上述粮食蛋白质分类方法，得出的主要粮食所含的蛋白质种类和数量见表4；

表4 几种粮食所含蛋白质的种类

粮食种类 \ 蛋白质种类	清蛋白	球蛋白	胶蛋白	谷蛋白
梗 糙 米	12.3	17.1	11.3	58.8
玉 米	0	5~6	50~55	30~45
小 麦	8~5	6~10	40~50	30~40
大 麦	3~4	10~20	35~45	30~45

注：表中数值表示占蛋白质总量的百分数

由表4可见，禾谷类粮食中的蛋白质主要是胶蛋白和谷蛋白。例如小麦的面筋质主要是由胶蛋白和谷蛋白构成。小麦胚部的球蛋白和清蛋白的含量较高。

测定粮食食品中蛋白质的含量方法，一般是先测出待测粮食试样中的氮素含量，再将所得的数值乘以“蛋白质系数”来求出。例如，小麦和小麦粉的蛋白质系数为5.7，其它