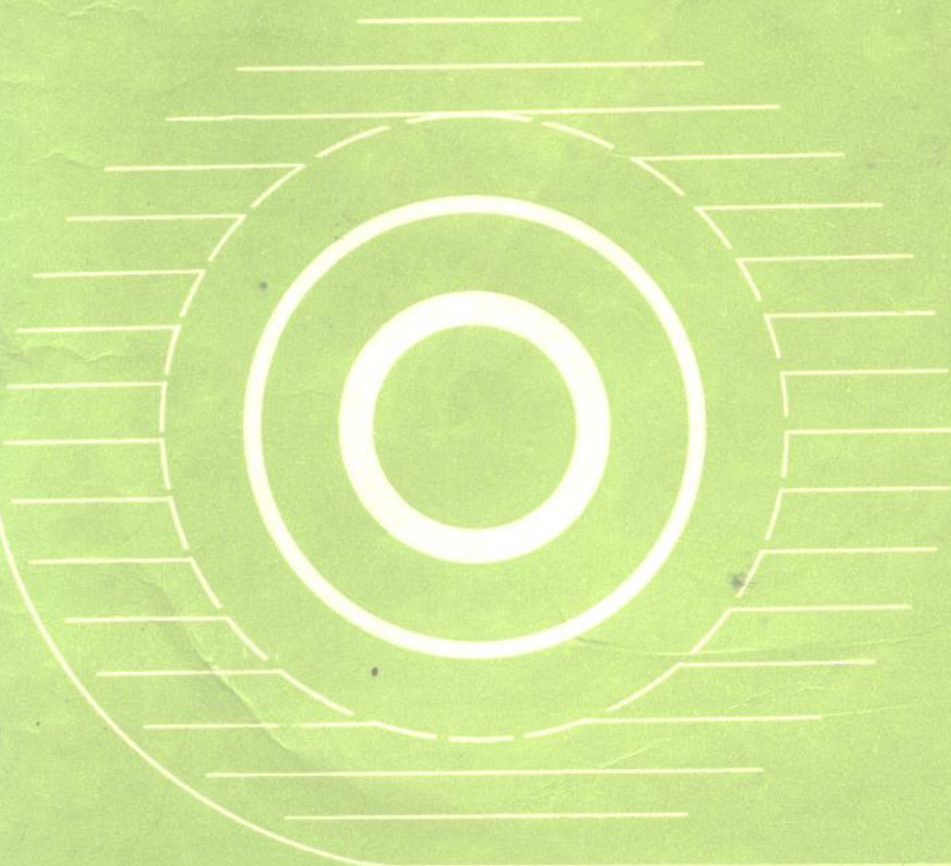




DANBAIZHI
ZIYUAN DE
KAIFA
YU LIYONG

蛋白质资源的开发与利用

《蛋白质资源的开发与利用》编写组
轻工业出版社



蛋白质资源的开发与利用

北京市《蛋白质资源开发与利用》编写组

轻工业出版社

内 容 简 介

本资料较详细地介绍了国内外蛋白质资源的开发与利用。内容包括：蛋白质的结构及生理功能，世界蛋白质生产与消费，动植物蛋白质生产的合理结构及预测，粮油、畜产品深度加工和废渣合理利用的新技术、新工艺以及蛋白质新资源的开发等。

本资料可供从事食品营养卫生、食品加工、粮油加工、商业、情报、经济等管理、生产及科研人员，以及有关院校师生参考。

蛋白质资源的开发与利用

北京市《蛋白质资源的开发与利用》编写组

*

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

北京外文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/16印张：14 8/16 字数：324千字

1988年5月 第一版第一次印刷

印数：1—3,300 定价：3.10元

I S B N 7—5019—0050—7/T S·031

前 言

蛋白质是生命的构成物质。无论机体的生长，组织的更替和新陈代谢活动都离不开蛋白质。

蛋白质营养充足的人，身体发育健壮，精力充沛，若身体中缺乏蛋白质则会引起营养不良，易于感染各种疾病。发展中国家儿童死亡率比美国高几倍，身体内缺乏蛋白质营养是主要原因之一。蛋白质不仅是身体生长发育的要素，也是形成脑组织的要素。婴幼儿正处在脑细胞数量剧增的时期，若蛋白质营养缺乏，能直接影响智力发育。

当今世界上存在着四大危机，蛋白质危机是其中之一。蛋白质的生产、供应与需要之间存在很大矛盾。世界上有1/3人口过着贫困生活，他们从饮食中获得的蛋白质含量甚至在50g以下，其中动物蛋白不足10g。发达国家与发展中国家之间出现极不平衡状态。

根据人口预测，21世纪初，世界人口将增到63.5亿。这样，每年食物的生产至少要增长3~4%，才能满足人口增长的需要。世界对蛋白质的总需要量，将由1985年的700亿kg增到920亿kg，1ha耕地平均养活的人数，将由70年代的2.6人增到2000年的4人。

据1980年联合国粮农组织估算，我国每人每天食物供给中热量达到10303kJ，蛋白质人均64.4g，其中来自植物产品的约占88.8%，来自动物产品的约占11.2%。与世界人口平均相比，每日人均热量比世界水平低443kJ，蛋白质低4.4g，其中优质蛋白所占比例较低。因此利用与开发我国蛋白质资源的任务很大。

据北京市卫生防疫站1982年营养调查报道，北京地区城市居民，每人每日平均热能摄取量为10032kJ，蛋白质摄取量人均每日为68.2g；农村居民摄取热量为10450kJ，蛋白质为67.1g。北京地区蛋白质供需上存在的问题主要是：

(1) 食用蛋白质的供给数量不足，质量较差

根据人体营养的需要，按优质蛋白来说，每公斤体重需要蛋白质1g，婴儿及青少年除维持体内氮素平衡以外，还要满足他们生长发育所需要的部分。目前北京地区蛋白质营养水平和世界公认的日本较为理想的指标相比，数量稍低，相差10g左右，青少年摄入量只达需要量的70~80%。质量上的差距则更大，目前北京地区摄取蛋白质总量中，豆类和动物的优质蛋白比例小，动物蛋白约占蛋白质总量16%，而日本仅动物蛋白就占蛋白质总量的48%。因此要提高北京地区食用蛋白质水平还需要作大量工作。

(2) 大豆生产水平下降，利用不充分

大豆含蛋白质40%左右，其蛋白质有较完全的氨基酸，是优质植物蛋白。短期内尚

不能大量生产动物蛋白的情况下,大豆蛋白是极好的营养。由于过去片面强调“以粮为纲”,把大豆列为低产作物,种植面积大大减少,产量明显下降。我国从大豆出口国变为进口国。京郊大豆生产与全国一样,自产量低,加工调入量不足,因此造成食用大豆供应紧缺的局面。北京地区传统豆制品,生产数量少,供不应求。

(3) 农畜产品品种单调,蛋白质含量低

农产品是食品加工的基础原料,拿小麦来说是我国北方人民重要主食之一,在蛋白质供给总量中几乎有 $1/2$ 来自小麦。我国小麦品种蛋白质含量维持在 $10\sim 14\%$ 。据分析,世界12612个普通小麦品种,蛋白质含量在 $7\sim 22\%$ 之间,其近缘种和野生种中均有很多籽粒品质突出的类型。因此提高小麦品质有很大潜力。若能将小麦蛋白质提高 1% ,按北京种植面积计算,则可增加蛋白质 $5\times 10^6\text{t}$ 。

猪肉是我国动物蛋白的主要来源,目前商品猪仍为脂肪型猪种,瘦肉率仅 $30\sim 40\%$,而肥猪肉的蛋白质含量仅有 2.2% ,瘦肉中含蛋白质 16.7% 。试验已知,瘦肉率的提高 70% 的作用在于品种, 30% 在于饲养,因此培育瘦肉型猪是改变市场肥膘肉面貌的根本措施。

(4) 蛋白质资源浪费极大

农产品经过运输、储藏、加工,从生产到消费过程中浪费很大。据报道,我国农产品无效输出为 $20\sim 50\%$,还有许多蛋白质资源在加工过程中当作废料或作为肥料使用。如菜籽饼,北京近年由外地调入量很大,而且有逐年增加的趋势。1983年调入达 $1.5\sim 2\times 10^3\text{t}$,含较高的芥酸和硫苷葡萄糖苷,绝大部分因有毒而作肥料。同时,榨油方式仍为40年代的旧工艺,影响蛋白质的提取;酒精厂制酒精过程中只利用其淀粉部分,丢掉很多渣液,蛋白质也随之流失;牲畜屠宰场拥有大量畜血,含蛋白质 $16\sim 18\%$,没有充分利用。

解决食物营养,基础在于资源的利用与开发,利用传统资源和扩大开发传统资源是获得营养源的主体,必须利用有限的耕地面积合理调整农业、畜牧业及养殖业结构;开展动植物育种,改良种性,增加蛋白质生产数量;合理并有效地综合利用蛋白质资源,提高其利用率,减少产品的损失及浪费。

鉴于上述情况,在北京市科学技术委员会直接领导下,北京市科学技术情报研究所、北京市食品研究所、北京市食品工业研究所、北京市粮食科学研究所共同协作,对国内外蛋白质资源的开发利用,情况进行了大量调查研究,编写了这本资料,以提供广大科技工作者参考。

资料内容包括:科学地改进我国的膳食构成;动植物蛋白生产的合理结构及预测;粮油、畜产品深度加工和废渣液合理利用的新技术、新工艺;以及蛋白质新资源的开发等等。可供从事营养卫生、食品加工、粮油加工、商业、情报、经济等科技工作者,以及各级领导、科研和企业管理人员、大专院校有关专业的师生参考。

参加本资料收集及编写的人员(按章节顺序)有:蔡小蓉、丁雪伟、廖纲煊、翁心林、孙振玉、邢春生、马杰、盛国华、周长兴、侯开宗、姚彝孙,由刘辅铤、陆鹤飞审定。

目 录

第一章	蛋白质的结构及生理功能	(1)
第一节	蛋白质的基本单位——氨基酸	(2)
第二节	蛋白质的结构和性质	(5)
第三节	蛋白质在人体中的生理功能	(9)
第二章	世界蛋白质的生产与消费	(14)
第一节	世界传统蛋白质资源的生产情况	(15)
第二节	世界蛋白质消费与特点	(18)
第三节	世界食物能源的危机	(26)
第三章	北京地区蛋白质的生产与消费	(30)
第一节	生产概况	(30)
第二节	经济收入与膳食变化	(31)
第三节	目前消费情况及存在问题	(34)
第四节	社会总需求量、供应量及资源状况	(37)
第四章	发展高蛋白农作物增加植物蛋白	(42)
第一节	概述	(42)
第二节	建立合理的植物蛋白生产结构——从开发蛋白质资源角度看京郊 种植业的发展方向	(43)
第三节	京郊发展大豆生产的问题与对策	(49) ✓
第四节	推广高赖氨酸玉米很有必要	(55)
第五节	重视小麦品质育种工作	(60)
第六节	大力发展食用菌生产	(64)
第五章	发展畜牧水产业增加动物蛋白供应量	(69)
第一节	概述	(69)
第二节	京郊动物蛋白生产的合理结构及其预测	(70)
第三节	加速发展乳品生产	(80)
第四节	多途径发展蛋品生产	(90)
第五节	努力增加瘦肉生产	(94)
第六节	大力发展淡水养殖业	(103)
第七节	充分开发利用蛋白质饲料资源	(108)
第六章	油籽蛋白的生产与利用	(115)
第一节	大豆蛋白的生产与利用	(115) ✓

第二节	菜籽蛋白的脱毒与利用	(133)
第三节	棉籽蛋白的脱毒与利用	(141)
第四节	花生蛋白的提取与利用	(146)
第五节	蓖麻蛋白的利用	(152)
第七章	改进粮食加工工艺合理利用蛋白质	(154)
第一节	小麦胚芽的合理利用	(154)
第二节	小麦麸皮的合理利用	(157)
第三节	改进玉米加工工艺充分利用玉米资源	(160)
第八章	畜禽副产品的综合利用	(165)
第一节	血的加工利用	(165)
第二节	骨的加工利用	(173)
第三节	畜皮的加工利用	(178)
第九章	发展氨基酸工业化生产	(180)
第一节	赖氨酸工业化生产	(180)
第二节	豆类蛋白的强化剂——蛋氨酸	(184) ✓
第十章	蛋白质新资源的开发和利用	(188)
第一节	单细胞蛋白的开发和利用	(188)
第二节	藻类蛋白的利用	(197)
第三节	叶蛋白的生产和利用	(200)
第四节	蚯蚓蛋白的生产和利用	(204)
第十一章	改进食物链结构有效利用生物资源	(208)
第十二章	蛋白质资源利用及开发的规划设想	(214)
第一节	对我国食物构成的预测	(214)
第二节	对北京地区蛋白质资源利用及开发的设想	(221)

第一章 蛋白质的结构及生理功能

在研究生命物质的初期，化学家们就已经注意到有一类结构复杂、性质独特的物质。十八世纪，法国化学家马凯尔称之为“蛋白性物质”，十九世纪被称为“蛋白质”。“蛋白质”一词起源于希腊文，其意为第一位。事实也是这样，蛋白质是生命最重要的物质基础。

蛋白质由氨基酸组成，常见的氨基酸有20种。在数学上，这20种氨基酸进行排列组合，其种类之多是难以想像的。据科学家们估计，生物界有100亿种不同结构的蛋白质，仅在我们人体内就有10万多种。即使在微小的、肉眼看不见的大肠杆菌中，也发现了3000多种蛋白质。

蛋白质是结构复杂的高分子化合物。最简单的蛋白质的分子量也要以千计，其分子式相当复杂。如乳球蛋白的分子量大约是42,000，分子式近似为 $C_{1864}H_{3012}O_{576}N_{468}S_{21}$ 。大的蛋白质分子比它要大得多，分子量可以达到数百万。

蛋白质种类繁多，分布极其广泛，其功能也是多种多样的。例如，在生命的自我复制过程中，DNA的复制，遗传信息的转录，都必须依赖于多种蛋白质的复杂作用。此外，构成生物体新陈代谢几乎全部的生物化学反应，都是在活性蛋白质——酶的催化作用下进行的，高等动物的免疫反应也主要通过蛋白质来完成，运动时肌肉的收缩，运送氧气及营养物质的载体、激素信使、以及渗透调节物和缓冲剂等，也都和蛋白质密切相关。可见蛋白质在生命中的重要作用。

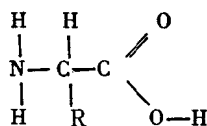
根据蛋白质的特性，可将其分为三大类：(1)简单蛋白质，(2)结合蛋白质；(3)衍生蛋白质。但是，各种蛋白质的元素组成还很接近，都含有碳、氢、氧、氮四种元素(氨基酸为该四种元素的简单化合物)，部分含有硫(如毛发的角蛋白)、磷(如奶蛋白)，少数含有铁(如血红蛋白)、镁(如叶绿蛋白)及碘(如甲状腺球蛋白)。其中，各种蛋白的含氮量都接近于16%。

在天然食物中，氨基酸很少以游离形式出现，而多以蛋白质的形式存在。具有不同功能的蛋白质分子所含的氨基酸种类、排列顺序、肽链的数目、大小和肽链的空间结构都是不同的。为了表示蛋白质分子的不同结构水平，又把蛋白质的结构分为一、二、三四级结构。一般说来，蛋白质的生物学功能就是蛋白质分子天然结构所具有的属性或所表现的性质。

第一节 蛋白质的基本单位——氨基酸

一、氨基酸的结构

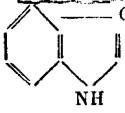
氨基酸是有机羧酸的一大类,它们的特点是在其结构的碳链上,连接一个氨基($-\text{NH}_2$)和一个羧基($-\text{COOH}$)。最简单的氨基酸是氨基乙酸,称为甘氨酸,它是由一个氨基取代了乙酸的甲基上的一个氢原子而构成的。常见的氨基酸有20种,除脯氨酸外,其通式均为,



R的本质可以有很大的不同,它可以表示不同的原子或原子基团。各种氨基酸均以立体异构的形式存在,因为与R相连的碳原子是不对称的(甘氨酸除外)。现已发现,所有自然界中存在的具有旋光活性的氨基酸都有相同的构型,即L-型。

蛋白质水解后,可游离出羧基、氨基或亚氨基,降解成各种氨基酸。根据其不同侧链基团的理化性质,可以按照中性、碱性和酸性将这些氨基酸分类。

表1-1 各种氨基酸($\text{H}_2\text{NCHRCOOH}$)的结构

名 称	缩 写	R	(等电点) (pH)
中性甘氨酸	Gly	$\text{H}-$	6.0
丙氨酸	Ala	CH_3-	6.0
缬氨酸	Val	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$	6.0
亮氨酸	Leu	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$	6.0
异亮氨酸	Ileu	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-$	6.0
正亮氨酸	Nor	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-$	6.1
苯丙氨酸	Phe	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$	5.5
酪氨酸	Tyr	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_2-$	5.7
丝氨酸	Ser	HOCH_2-	5.7
苏氨酸	Thre	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$	5.8
半胱氨酸	Cysh	HSCH_2-	5.1
胱氨酸	Cysscy	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{S}_2\text{CH}_2-$	4.8
蛋氨酸	Met	$\text{C}_3\text{HSCH}_2\text{CH}_2-$	5.7
色氨酸	Try		5.9

续表

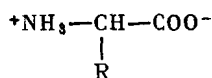
名 称	缩 写	R	等电点 (pH)
碱性			
鸟 氨 酸		$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_3\text{—}$	9.7
精 氨 酸	Arg	NH_2 $\text{HN}=\text{CNH}(\text{CH}_2)_3\text{—}$	10.8
赖 氨 酸	Lys	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4\text{—}$	10.0
组 氨 酸	His	HN N	7.6
酸性			
天门冬氨酸	Asp	$\text{HOOCCH}_2\text{—}$	2.8
谷 氨 酸	Glu	$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{—}$	3.2

注：引自《食物科学的化学基础》(B.A福克斯著)。

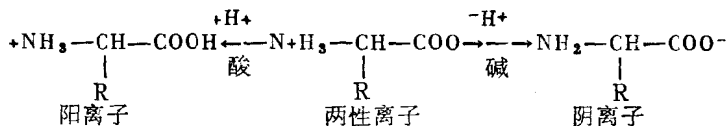
总之，中性氨基酸是含有一个氨基和一个羧基的氨基酸；碱性氨基酸含有一个羧基和两个或两个以上的氨基；而酸性氨基酸则含有一个氨基和两个羧基。氨基具有碱的特性，羧基是酸性的。一个氨基与一个羧基结合在一个分子里，该分子既具碱性又具酸性，被称为两性物质。

二、氨基酸的性质

氨基酸为白色结晶物质，除脯氨酸外，一般都溶于水、强酸或强碱溶液，不溶或微溶于乙醇而不溶于乙醚。在溶液中，可用如下形式来显示氨基酸的离子特性：



该式表明，它既有一个带正电的基团，又有一个带负电的基团。氨基酸都是弱电解质，根据pH的不同而有不同的电离。可用下面的式子来表示：



这样，如果向中性氨基酸溶液中加入酸，则形成阳离子，如果向溶液中加入碱，则形成阴离子。当某种氨基酸是中性时，其正电荷和负电荷相等，一般将此时的pH值称为氨基酸的等电点，这样的氨基酸称为两性离子或偶极离子。这类两性离子是有效的缓冲剂，它可以防止可能发生的某些情况使pH值发生改变，特别是对于那些仅能在很窄pH范围内发挥作用的细胞，更有重要的意义。

机体能够通过糖代谢中某些中间体的转氨基作用而自身合成的氨基酸，人们称之为“非必需氨基酸”；机体不能自身合成，必须从外界通过食物摄取的氨基酸，人们称之为“必需氨基酸”。对于成人来说，必需氨基酸有八种，如表1-2。对婴儿和少年儿童来说，他们的必需氨基酸为九种，比成人多一种组氨酸。

表1-2

八种必需氨基酸的主要食物来源

名 称	主 要 来 源
赖 氨 酸	奶、蛋、肉、大豆、花生、小麦、米等食品的蛋白质
色 氨 酸	奶、蛋、肉、大豆、米、麦等
苯丙氨酸	麻仁、花生、大豆、米、燕麦等
亮 氨 酸	奶、蛋、肉、麦、玉米等
异亮氨酸	(同上)
苏 氨 酸	奶、蛋、花生、米等
蛋 氨 酸	奶、肉、棉籽、花生、大豆、米、麦等
缬 氨 酸	奶、芝麻等

注：引自郑集编著《蛋白质知识》。

食物蛋白质被水解后释放出的氨基酸能否组成人体蛋白质，是人们所关心的问题，要了解这个问题，有必要首先对氨基酸的生理特点作一介绍。

1. 氨基酸不能贮留

蛋白质不像其它营养素在体内能够贮存。随着食物的消化，大部分氨基酸会很快降解（赖氨酸除外）。如果摄取的时间有参差，即使在1~2个小时后，不配套的氨基酸几乎也全部转化为糖或脱氨，并通过肾脏排出体外。

2. 氨基酸的短线平衡

人体总是以含量最少的一种氨基酸为基点，按比例吸收其它各种氨基酸，并重新排列组合，形成人体蛋白质。若食物蛋白所含的八种氨基酸种类不全或数量不足，都会影响其它氨基酸的利用。当八种必需氨基酸齐备并具适当比例时，机体对其利用率最高。

但是，在天然存在的蛋白质中，能完全符合人体蛋白质需要的氨基酸配比是没有的。因此出现了这样的情况：当某一种必需氨基酸的含量低于标准水平时，不论其它必需氨基酸的含量与比例如何适当，其营养价值必因此大减。这种最低量的氨基酸称为“限制性氨基酸”。好比一只木桶，桶身是由许多高矮不一的板块拼成，只要其中某一块板过低，那么，不论其余的板块有多高，盛水量最多只能以最短的板块上缘为度。几种常见食用植物蛋白质中的限制性氨基酸见表1-3。

表1-3

几种食物蛋白中的限制性氨基酸

食 物	第一限制性氨基酸	第二限制性氨基酸	第三限制性氨基酸
小 麦	赖 氨 酸	苏 氨 酸	缬 氨 酸
大 麦	赖 氨 酸	苏 氨 酸	蛋 氨 酸
大 米	赖 氨 酸	苏 氨 酸	—
玉 米	赖 氨 酸	色 氨 酸	苏 氨 酸
花 生	蛋 氨 酸	—	—
大 豆	蛋 氨 酸	—	—
棉 籽	赖 氨 酸		

注：引自《食品生物化学》（天津轻工业学院、无锡轻工业学院合编）。

3. 氨基酸的互补效能

有些食物在单独食用时蛋白质的营养价值较低，一旦被混合食用后，其生物价便大

为提高，其原因就是由于氨基酸具互补效能。根据这一特点，应大力提倡膳食中含有不同来源的多种蛋白质，如：各种不同植物蛋白的混食、动物蛋白与植物蛋白的混食、乳类与谷类食物的混食，以及含某种氨基酸较低的食物与含这种氨基酸较高的食物混食等。混合蛋白质的生物价见表1-4。

表1-4 混合蛋白质的生物价

蛋白质来源	不同来源蛋白质的配比 (%)	生物价	
		单独进食	混合进食
豆腐	42	65	77
面筋	58	67	
玉米	23	60	73
小米	25	57	
大豆	52	64	
小麦	39	67	9
小米	13	57	
牛肉	26	69	
大豆	22	64	

第二节 蛋白质的结构和性质

一、蛋白质的结构

蛋白质是由20种氨基酸构成的高分子化合物。在蛋白质分子中，氨基酸分子首先以肽键形式相互连接，形成一条多肽链，然后这条肽链再经过盘绕折叠，成为具有复杂空间结构的大分子（见图1-1）。为了表示这种空间结构的复杂程度，又可分为一、二、三、四级结构。

1. 蛋白质的一级结构

蛋白质的一级结构是指最简单的链状结构。对一级结构的研究，主要是指氨基酸如何连接成肽链以及氨基酸在肽链中的排列顺序等问题。现已知道，蛋白质分子中氨基酸连接的基本方式是肽键（CO—NH），它是由一个氨基酸的氨基与另一个氨基酸的羧基以共价键缩合去掉一个水分子而形成的。其反应过程如下：

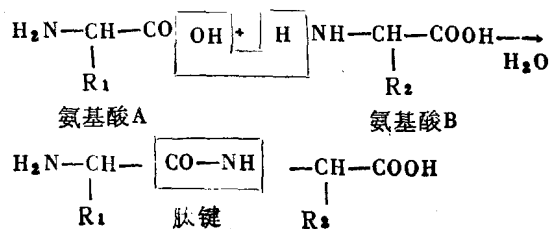




图1-1 猪胰岛素空间结构示意图。胰岛素的两条肽链相互盘曲成具有特定三级结构的分子构象

最简单的肽是由二个氨基酸组成,称为二肽,多个氨基酸分子以肽键相连接则称为多肽。肽链中的氨基酸,由于参加肽键的形成已不是原来完整的分子,故被称为氨基酸残基。

了解蛋白质的一级结构,对于研究蛋白质的功能是很重要的。因为氨基酸组成和顺序的不同——哪怕这种不同是很细微的,都会引起蛋白质生物功能的显著变化,甚至使有机体出现病态现象。例如,一种叫做镰刀形细胞贫血病,病人的红细胞呈镰刀状,易于破裂而发生溶血现象。引起这种病的原因是由于这种细胞的血红蛋白和正常细胞的血红蛋白在氨基酸组成上发生了一个很细微的差异,即在血红蛋白某条肽链上的某一氨基酸残基由谷氨酸变成了缬氨酸。血红蛋白是由四个亚基、582个氨基酸组成的大分子蛋白质,由于一个氨基酸之差引起了如此严重的病态,足见氨基酸的排列顺序在蛋白质功能方面具有重要意义。

2. 蛋白质的二级结构

蛋白质的二级结构主要是指蛋白质分子中多肽链骨架的折叠方式,即 α -螺旋体结构和 β -折叠片结构。 α -螺旋体是多肽链沿其长轴卷曲而成的有规则构象,根据卷曲方向不同,可分为左旋和右旋两种。 α -螺旋是蛋白质分子中最普遍存在的一种结构。 β -折叠是多条肽链或一条肽链的两部分并排排列,同时相邻肽链之间借助氢键彼此相连而成的片层结构(见图1-2、图1-3)。

3. 蛋白质的三级结构

多肽链在二级结构的基础上,在三维空间中沿多个方向再进行卷曲、折叠、盘绕而形成紧密的近似球形的结构,这种结构被称为蛋白质的三级结构(见图1-4)。

4. 蛋白质的四级结构

几条多肽链在三级结构的基础上靠氢键或其它次级键缔合在一起,就构成蛋白质的四级结构(见图1-5)。

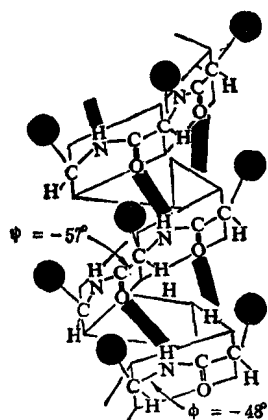


图1-2 α-螺旋 (α-螺旋) 片断

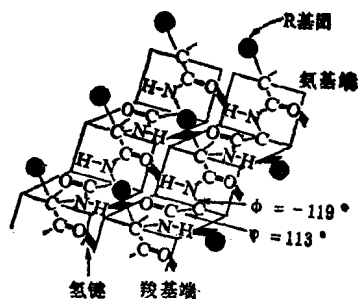


图1-3 β-片层结构

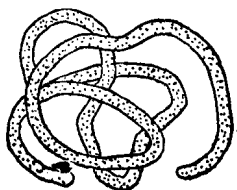


图1-4 球状蛋白质 (示三级结构)

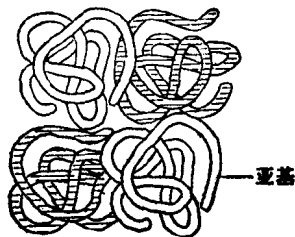


图1-5 蛋白质四聚体 (示四级结构)

研究蛋白质的高级结构具有十分重要的意义,它是蛋白质表现其生物活性所必需的。也就是说,只有当蛋白质具有二、三或四级结构时,才具有其特有之生物功能,一旦维持这种高级结构的氢键或其它次级键遭到破坏,原有的生物功能也就随之消失了。

蛋白质高级结构的破坏(即变性),可以大大改善食品的可消化性,从而提高人们对膳食中营养素的吸收率。这是因为食物经加工处理后,其中的蛋白质复杂结构被打开而形成一条直链,那些原来在分子内部包藏而不易与酶发生作用的部位,由于分子结构的松散而暴露出来,从而使蛋白水解酶的作用位点大大增加,加快了蛋白质的降解。

二、蛋白质的性质

蛋白质的平均分子量变化范围很大,从大约6,000到1,000,000道尔顿(dalton)或更大一些。它没有特定的熔点。在不同的溶剂中,蛋白质的溶解度可能有很大的不同,特别是在水、某些盐溶液以及醇中。由于蛋白质的分子很大,因此不能成为真正的溶液,而仅能以胶体分散体系或溶胶的方式存在。

由于蛋白质分子是由许多氨基酸连接而成的,因此它的许多性质都与构成它的氨基酸相似。例如,在多肽链的末端,蛋白质含有游离的氨基和羧基,因此它们既带正电荷也带负电荷,这样蛋白质为两性离子,正因为它们是两性的,故可作为缓冲剂。蛋白质分子的

净电荷随pH值的不同而变化，在等电点时为零。在研究食物蛋白质的性质时，等电点是重要的，因为在等电点时，蛋白质的性质最不稳定。例如酪蛋白原，它是牛奶中的主要蛋白质，它的等电点是4.6，由于胃中的pH值较低，因此牛奶进入胃中极易凝结成块。同样道理，当牛奶变酸和pH值下降时，也非常容易结块。这是牛奶蛋白变性的表现。

蛋白质分子受到外界某些因素的影响，会使其理化性质发生改变，这种变化被称为变性作用。变性作用的实质是蛋白质分子的空间结构的改变或破坏。

能够引起蛋白质变性的因素很多，这些因素可以分成两类：一类是化学因素，包括：酸、碱、有机溶剂（如乙醇、乙醚、丙酮）、重金属盐类、脲、胍、表面活性剂等，另一类是物理因素：热、紫外线、超声波、高压、剧烈振荡、搅拌、研磨等。蛋白质变性后，许多原有的性质都将发生变化，如粘度增加，溶解度降低，易与酶或某些化学试剂发生作用或反应，生物功能全部丧失等等。利用蛋白质这个特性，在食品加工中可提高其利用率。

三、蛋白质的分类

蛋白质根据其一般特性，可分为三类：简单蛋白质、结合蛋白质和衍生蛋白质，见表1-5。简单蛋白质在水解时产生氨基酸或它们的衍生物；结合蛋白质在水解时产生氨基酸和非蛋白的辅基或其它分子；而衍生蛋白质是由酸碱或酶作用于蛋白质而产生的。一级衍生蛋白质是由变性作用产生，二级衍生蛋白质是由水解产生的。

表1-5

蛋白质的分类

简单蛋白质	性 质	例 子 和 来 源
清 蛋 白	溶于水	卵清蛋白（蛋） 乳白蛋白（牛奶）
球 蛋 白	受热凝结，不溶于水	麻仁球蛋白（小麦） 马铃薯球蛋白（马铃薯）
谷 蛋 白	不溶于水和中性盐，受热凝结	麦谷蛋白（小麦） 米谷蛋白（稻米）
醇溶谷蛋白	类似于谷蛋白，但在70~80%乙醇中溶解	麦醇溶蛋白（小麦） 玉米醇溶蛋白（玉米）
硬（类）蛋白	除强酸、强碱外均不溶	胶原蛋白（皮肤和骨骼） 弹性蛋白（动脉和腱）
碱性蛋白	溶于水和稀酸	球蛋白（红血球） 肌球蛋白（肌肉）
结合蛋白质	辅 基	例 子 和 来 源
核 蛋 白	核酸	脱氧核糖核酸酶（胸腺）
色 蛋 白	含金属的有色基团	血红蛋白（血液） 肌红蛋白（肌肉）
磷 蛋 白	磷酸盐	酪蛋白原（牛奶）
糖 蛋 白	糖类	粘蛋白（唾液、蛋清）

续表

衍生蛋白质	性 质	例 子
一级蛋白衍生物 二级蛋白衍生物	不溶于所有溶剂 溶于水, 受热不凝固	变性蛋白质 (如凝固蛋白) 豚 豚 肽

注: 引自《食物科学的化学基础》(B.A.福克斯著)。

第三节 蛋白质在人体中的生理功能

一、蛋白质的生理活性

蛋白质是生物细胞原生质的重要成分, 在人体除掉水份的干物质中大约占50%。不仅人体的皮肤(蛋白质占70%)、肌肉(占80%)、血液(占90%)及内脏的主体是蛋白质, 就连毛发、骨骼、指甲以及体内的一些激素、抗体和酶, 也都是蛋白质或其衍生物。

蛋白质不仅是宝贵的营养素, 而且还具有很多重要的生理活性。

1. 构成和修补体组织

人的生长发育以及每时每刻的新陈代谢都需要不断地补充蛋白质。除特殊时期的需要外(儿童生长期、妇女妊娠、哺乳期等), 对于一个健康的成年人来说, 每天的需要量并不多。蛋白质就是构成和修补体组织所必需的基本材料。

2. 提供热量

虽然食物蛋白质的主要功能是为了产生和保持人体蛋白质而提供氨基酸, 但它们最终还是要分解成尿素并释放出热能(每克提供16.7kJ)。因此, 蛋白质的第二个作用就是作为一种辅助的能源。

3. 参与体内物质的代谢调节

蛋白质能合成新陈代谢必不可少的催化剂——酶与激素, 是调节生命活动的重要物质。

4. 增强抵抗力

血浆中的抗体丙种球蛋白, 是一种具防御功能的蛋白质。因此, 缺乏蛋白质的人, 体内因抗体减少而易患各种疾病。

5. 调节渗透压

血浆具有多种蛋白质, 对于维持血液的胶体渗透压及调节细胞内外的压力具有重要作用。

6. 维持血液的酸碱度

血液蛋白质与肺共同合作, 能把新陈代谢产生的二氧化碳排出体外(CO_2 在水溶液中则产生碳酸), 以调节血液和细胞外液的酸碱平衡。此外, 体内多种物质的运输, 遗

传信息的传递等复杂的生理过程，无不与蛋白质有关。总之，生命活动的新陈代谢，包括催化、运动、免疫、神经思维、保护等功能都在不断地消耗蛋白质。

蛋白质在人体营养素中居重要地位，它的数量与质量与人民的健康素质有着极大的关系。就象建筑所用的材料，若是钢筋水泥，则可造就摩天大厦，若为稻粱枯竹，最多也不过凑成低矮简陋的茅舍。据实验比较，食物蛋白充足的人，身材高大，体魄强健，握力强，耐力好，对疾病感染有一定的抵抗力，而且抗衰老。

二、蛋白质的新陈代谢

人体各器官组织蛋白质的不断更新、衰退与合成每时每刻都在进行。有人曾测定血清及肝脏蛋白质的半衰期约为10天，血红蛋白约为23~30天，肌肉蛋白约为185天，也就是说，每隔185天就有一半蛋白质被更新并排出体外，而小肠及脾脏的蛋白质几乎经常更换。在正常情况下，不同年龄合成蛋白质的速度也有所不同，1~46天新生儿的合成速度每天平均为18g，10~20个月的婴儿为6.9g，青年为3g，老年为2.5g。在一般情况下，衰退与合成始终为变数。

一般来说，食物蛋白的利用情况，可通过测定食物中氮的摄取量与蛋白质代谢后从粪便中排出的氮量来计算。通常出现三种情况：

1. 当摄入大于排出时为正平衡

多见于生长发育中的儿童、孕妇及初愈的病人，在特殊营养期间要求供应充足。

2. 当摄入小于排出时为负平衡

常见于消耗性的慢性病、饥饿者或营养不良者。蛋白摄取不足而消耗过甚，将造成负氮平衡。负氮平衡的出现将意味着在组织蛋白分解的同时，不能进行相应的蛋白合成。有些更新速度较快的组织，将首先受到影响。例如小肠粘膜，约1~2天即更新一次。当蛋白质供给不足时，肠粘膜及其分泌消化液的腺体将首先受到影响，可以出现消化吸收不良、慢性腹泻等；肝脏也将不能维持正常的结构与功能，可出现脂肪浸润，血浆蛋白合成障碍，以致血浆蛋白质（特别是白蛋白）浓度下降，此后，还可出现水肿；酶的活力也有所降低；肌肉由于蛋白质合成更新不足而逐渐出现萎缩，肌肉蛋白质的分解增强；由于免疫抗体合成减少，将对一些传染病（如结核病）的抵抗力下降。由于缺乏蛋白质，肾上腺皮质功能下降，机体对应激状态的适应能力降低；胶原蛋白合成发生障碍，尿中羟脯氨酸排出增多，伤口不易愈合。特别是对特殊营养期的孕妇和儿童，影响更大。蛋白质不足，会增高妊娠初期的流产率。妊娠期蛋白不足的母亲所生的孩子，大脑生化机能不健全，脑智力差。据国外有关报道，婴儿出生前若缺少营养，脑细胞的数目就会缺少83%。对于乳母，则泌乳量减少。

当蛋白质摄取不足时，幼儿及青少年生长发育迟缓，体重过轻。特别是由于蛋白质缺乏引起营养性障碍后，能导致人体，尤其是儿童的高级神经紊乱。除新的条件反射形成缓慢或完全停止外，已形成的亦可发生紊乱。受高级神经活动控制的体液调节和激素传递也会发生障碍。因而，营养水平低的儿童感知能力及抽象能力偏低，记忆及语言能力的发展也较差。