

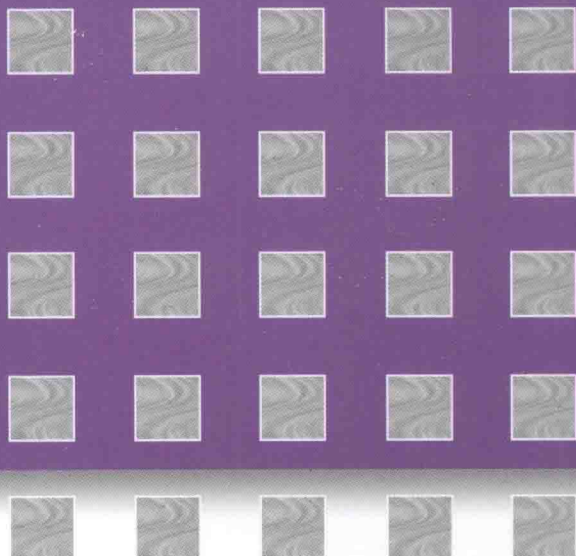


“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

蛋白质化学 及其应用

◎ 王雪燕 师文钊 编著

DANBAIZHI HUAXUE
JIQI YINGYONG



中国纺织出版社



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

蛋白质化学及其应用

王雪燕 师文钊 编著

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书主要介绍蛋白质结构和性能共性方面的知识和轻化工程领域常见蛋白质材料(如羊毛蛋白纤维、丝蛋白纤维、生皮中的各类蛋白和酶)特性方面的应用技术,以及废弃蛋白材料在轻化工程领域的应用技术。本书的特点是将理论知识贯穿于实际应用,并融入近年来最新研究成果,为相关研究者制订合理的蛋白材料加工工艺条件提供理论和技术指导,并为更好地研发新型蛋白助剂提供理论依据。

本书既可作为轻化工程专业的教材,也可作为从事轻化工程领域技术人员的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

蛋白质化学及其应用/王雪燕,师文钊编著. —北京:中国纺织出版社,2016. 1

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978 - 7 - 5180 - 2033 - 1

I. ①蛋… II. ①王… ②师… III. ①蛋白质—生物化学—高等学校—教材 IV. ①Q51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 236313 号

责任编辑:范雨昕 责任校对:梁 颖
责任设计:何 建 责任印制:何 建

中国纺织出版社出版发行
地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124
销售电话:010—67004422 传真:010—87155801
<http://www.c-textilep.com>
E-mail: faxing@c-textilep.com
中国纺织出版社天猫旗舰店
官方微博 <http://weibo.com/2119887771>
北京通天印刷有限责任公司印刷 各地新华书店经销
2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:9.625
字数:200 千字 定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前言

蛋白质是生物体重要的组成成分,具有优异的性能,其种类繁多。不同种类的蛋白质有其共性,也存在特性。研究蛋白质结构及性能不仅推动人们对生命过程和本质的认识,推动生物化学和分子生物学的发展和进步,而且对充分利用自然界赏赐给我们的蛋白质,开发各类蛋白质及其衍生物的新用途、提高蛋白类纺织品附加价值和废弃蛋白原料再利用价值、促进社会进步和发展以及建设资源节约型、环境友好型社会等方面都具有非常重要的意义。

虽然目前有关“蛋白质化学”方面的书籍已有出版,但多适用于生物和医学专业技术人员的学习。轻化工程领域涉及不少蛋白材料的应用,因此相关人员需了解有关蛋白质的结构及性质,为其解决实际生产中的问题提供理论和技术指导,然而目前适合于轻化工程专业学生及从事相关领域技术人员学习的“蛋白质化学”的书籍却未见出版。编写此书的目的在于适合轻化工程专业学生的学习,使轻化工程专业学生了解一般蛋白质的结构、性质以及轻化工程行业常见的蛋白质材料的结构和性质,获得扎实的理论知识,掌握蛋白质助剂在纺织印染加工中的应用技术,拓宽学生的专业知识面,同时很好地将所学理论知识应用于实际生产,为将来学生制订合理的蛋白质材料加工工艺条件和开发新型蛋白质材料或蛋白助剂提供理论依据。本书编著的特点是将理论知识贯穿于实际应用,并将近年来最新研究成果融入本书,因此本书也可作为从事轻化工程领域研究的技术人员的参考书籍,为其能在生产中更好地制订合理的加工工艺条件以及开发蛋白类新产品提供理论指导和实际工作指导。

《蛋白质化学及其应用》一书共分九章。其中第一~第四章、第六~第八章由西安工程大学王雪燕编著;第五和第九章由西安工程大学师文钊编写。全书由王雪燕负责统稿。

本书编著者在轻化工程专业从事教学和科研近30年,该书融入了编著者多年来在废弃蛋白材料应用方面的研究成果,希望本书的出版能为该领域的发展起到积极的推动作用。

本书在编著过程中还引用了大量书籍和相关文献资料,在此谨向各位作者表示衷心的感谢!此外,此书得到西安工程大学纺织科学与工程陕西省优势学科建设经费资助西安工程大学教材建设经费资助,在此一并表示感谢。

限于编著者水平有限,书中难免存在不当之处,敬请读者批评指正。

编著者
2015年2月



课程设置指导

课程名称:蛋白质化学及其应用技术

适用专业:轻化工程专业

总学时:32

课程性质:本课程是轻化工程专业学生的一门学科基础课程。

课程目的:

本课程首先介绍蛋白质的结构、性质、提纯方法、相对分子质量的测定方法等基础知识,然后结合轻化工程常见的特定蛋白质材料(包括羊毛、蚕丝、皮革等)的特性,阐述各蛋白质材料的特定物理化学结构、所具有的特殊物理化学性能及其加工中的具体应用,最后介绍生物蛋白质助剂在纺织印染加工中的应用,本课程目的是拓宽学生的专业知识面,使学生能将所学的基础理论知识灵活地应用在实际产品的生产加工中,为将来的学习和工作打下一定的理论基础。

课程教学基本要求:

教学环节中重点培养学生对理论知识的认识和实验技能的训练,提高学生分析问题、解决问题的能力以及创新意识。教学基本要求如下:

1. 掌握蛋白质的结构及性能。
2. 了解蛋白质的提纯方法,相对分子质量的测定方法。
3. 掌握羊毛角蛋白、丝蛋白的结构及性能,使学生获得较牢固的基础理论知识及一定的工艺条件制订、分析的能力。
4. 了解环保型蛋白整理剂在纺织印染中的应用状况以及生物蛋白助剂的用途。
5. 提高科学研究实验方案的设计能力以及分析问题和解决问题的能力。
6. 获得将理论知识灵活应用于实际生产的能力。



课程设置指导

教学环节学时分配表

章目	讲 授 内 容	学时分配
第一章	绪论	2
第二章	氨基酸的结构与性质	4
第三章	多肽链的结构及性质	2
第四章	蛋白质的结构和性质	8
第五章	羊毛纤维的结构及性能	4
第六章	蚕丝的结构及性能	2
第七章	皮革的结构及性能	4
第八章	废弃蛋白质的回收及其应用	4
第九章	酶蛋白及其应用	2
合 计		32

目录

第一章 绪论	1
第一节 蛋白质的定义及组成	1
一、蛋白质的定义	1
二、蛋白质的组成	1
第二节 蛋白质的分类	2
一、按蛋白质化学组成分类	2
二、按蛋白质分子的形状分类	4
三、按来源分类	4
四、按活性分类	5
五、按功能分类	5
六、按营养价值分类	5
第三节 蛋白质的重要作用及其应用	6
一、蛋白质在机体中的重要作用	6
二、蛋白质在轻化工程领域中的应用	7
第二章 氨基酸的结构与性质	9
第一节 氨基酸的结构、分类及作用	9
一、氨基酸的结构	9
二、氨基酸的分类	10
三、氨基酸的作用	13
第二节 氨基酸的性质	14
一、氨基酸的一般物理性质	14
二、氨基酸的重要化学性质	15
第三章 多肽链的结构及性质	26
第一节 多肽链的结构及基本概念	26
一、肽键	26
二、肽	26

三、氨基酸残基	27
四、多肽链的表示方法	27
五、肽单位	27
第二节 肽的物理与化学性质	28
一、肽的主要物理性质	28
二、肽的化学性质	28
第三节 多肽的合成	29
一、保护—NH ₂ 或—COOH	29
二、活化反应基团（活化—NH ₂ 或—COOH）	29
三、脱保护基	29
四、生物活性	29
第四节 重要的寡肽及其应用	29
一、谷胱甘肽	30
二、脑啡肽	30
第五节 测定多肽链中氨基酸排列序列	30
一、测定原理	30
二、多肽链氨基酸序列的一般测定步骤	31
三、氨基酸序列测定的具体方法	31
第四章 蛋白质的结构和性质	35
第一节 蛋白质分子的组成	35
一、蛋白质的元素组成及其含量测定	35
二、蛋白质分子的基本组成单位——氨基酸	36
第二节 蛋白质的结构	36
一、蛋白质的一级结构	37
二、蛋白质的空间结构（构象、构型）和维持构象的作用力	37
三、蛋白质的二级结构	40
四、蛋白质的超二级结构与结构域	43
五、蛋白质的三级结构	44
六、蛋白质的四级结构	44
第三节 蛋白质的性质	45
一、蛋白质的两性及等电点	45
二、蛋白质的高分子胶体性质	47
三、蛋白质的盐析	47
四、蛋白质的变性	48
五、蛋白质的变构作用	50

六、蛋白质的沉淀方法及作用	50
七、蛋白质的水解	52
八、蛋白质的显色反应	52
九、蛋白质的紫外吸收性能	54
十、蛋白质的其他化学反应	54
第四节 蛋白质的分离提纯及浓度测定方法	55
一、蛋白质原料的分离纯化原理、程序及方法	55
二、蛋白质纯度鉴定及其含量的测定	58
三、蛋白质相对分子质量的测定	60
第五章 羊毛纤维的结构及性能	65
第一节 概述	65
一、纺织用蛋白质纤维的分类	65
二、羊毛纤维的分类	66
三、羊毛纤维的品质指标	67
第二节 羊毛纤维的组成及形态结构	68
一、原毛中杂质	68
二、净毛的组成成分	68
三、羊毛角蛋白的化学组成	68
四、羊毛纤维的形态结构	70
第三节 羊毛纤维的性能及其应用	72
一、羊毛纤维的两性解离、等电点及其应用	72
二、肽键水解及其对染整加工的影响	73
三、羊毛纤维中含硫基团的反应及其应用	74
四、显色反应及其应用	75
五、其他化学反应及其应用	76
六、其他物理、化学性质及其应用	77
第六章 蚕丝的结构及性能	80
第一节 蚕丝(丝素)的化学组成和聚集态结构	80
一、蚕丝的物理形态结构特点	80
二、蚕丝(丝素)蛋白的结构特点	80
三、丝素多肽链大分子的构象	82
四、蚕丝的超分子聚集态结构	82
第二节 蚕丝的质量标准及其物理、化学性能	83
一、蚕丝的一般物理性能	83

二、丝素的主要化学性质	84
第三节 丝胶蛋白的化学组成、聚集态结构及其性能	86
一、丝胶的化学组成	86
二、丝胶的结构层次	86
三、丝胶蛋白分子的构象	87
四、丝胶的特性	87
第四节 再生蛋白质纤维	87
一、牛奶蛋白复合纤维	88
二、大豆蛋白复合纤维	88
三、蚕蛹蛋白纤维	88
四、纳米抗菌等功能性再生蛋白纤维	88
第七章 皮革的结构及性能	90
第一节 皮革概述	90
一、生皮的组成	90
二、革的分类	91
第二节 胶原蛋白质	91
一、胶原蛋白在动物体内的分布情况及其重要性	91
二、胶原蛋白的类型	92
三、胶原蛋白中氨基酸的组成特点	92
四、胶原蛋白的结构	92
五、胶原蛋白的性质	94
六、胶原蛋白的提取加工	95
七、胶原蛋白的应用	95
第三节 角蛋白	97
一、角蛋白结构分类	97
二、角蛋白的化学组成	97
三、角蛋白的空间构象	97
四、角蛋白的性质	98
第四节 生皮中的其他蛋白	100
一、弹性蛋白	100
二、网硬蛋白	100
三、球状蛋白	101
第五节 生皮中的非蛋白质组分	101
一、水分	101
二、脂类	101

三、糖等碳水化合物	101
四、矿物质（无机盐）	102
第八章 废弃蛋白质的回收及其应用	103
第一节 概述	103
一、废弃蛋白质原料的来源	103
二、废弃蛋白质原料开发再利用的意义	103
三、废弃蛋白质原料开发再利用的途径	103
第二节 废弃羊毛等原料的开发利用	104
一、羊毛等角蛋白助剂的制备及其应用	104
二、角蛋白助剂整理纺织品的工艺方法	108
三、角蛋白助剂在纺织品整理中的应用效果	108
四、角蛋白助剂应用存在的问题及解决方法	109
五、角蛋白助剂应用的发展方向	109
第三节 废弃丝素蛋白的开发利用	110
一、丝素蛋白整理液的制备	110
二、废弃丝素蛋白的结构特点及应用	110
三、废弃丝素蛋白助剂的应用技术	110
四、丝素蛋白助剂在纺织品整理中的应用	111
五、丝素蛋白助剂对纺织品整理工艺方法举例	113
第四节 废弃丝胶蛋白的开发利用	113
一、废弃丝胶蛋白的提取	114
二、丝胶粉末助剂的性能	115
三、丝胶蛋白助剂在纺织领域中的应用	116
四、丝胶蛋白吸附固着方法	116
五、丝胶整理工艺方法	118
六、丝胶整理时需解决的关键技术问题	118
第五节 其他废弃蛋白原料的开发应用技术	118
一、河蚌（蚌肉和蚌壳）的应用技术	119
二、鱼鳞胶原蛋白应用技术	119
三、旧皮革的回收与再利用技术	120
四、羽毛蛋白的应用技术	123
五、头发的应用	124
第九章 酶蛋白及其应用	125
第一节 概述	125

一、酶	125
二、酶的分类	125
三、酶催化反应的特异性	127
四、生物酶的结构特征	127
五、酶的催化机理	128
六、酶的活力	129
七、几种特殊的酶	131
八、酶的固定化及其特点	131
九、酶的发展	132
第二节 酶制剂在轻化工程领域中的应用	132
一、酶在纺织品前处理中的应用	132
二、酶在染色中的应用	134
三、酶在整理中的应用	134
四、酶制剂在纺织印染中的应用	136
五、利用酶发酵作用生产聚乳酸纤维	137
六、酶在其他领域中的应用	137
参考文献	140

第一章 绪论

本章要点:

1. 熟悉蛋白质的基本组成及蛋白质的分类。
2. 了解蛋白质的重要地位及其作用。

第一节 蛋白质的定义及组成

一、蛋白质的定义

蛋白质是一类生物大分子，它是由多种氨基酸（20 种基本天然 α -氨基酸）缩合而成的多肽聚合物，构成蛋白质的基本化学结构单元为氨基酸，所以蛋白质（protein）可定义为：由多种氨基酸（amino acids）通过肽键（peptide bond）相连而形成的高分子含氮有机化合物。一般蛋白质的相对分子质量很高，而且分布广，不同种类的蛋白质的相对分子质量可以从几万到几千万不等。

二、蛋白质的组成

1. 蛋白质的化学结构 蛋白质是构成生命的物质基础。通常蛋白质是由 20 种基本 α -氨基酸按一定的排列顺序，并通过肽键连接形成的肽链化合物，组成蛋白质的肽链可以是一条，也可以是多条。特定的蛋白质具有特定的氨基酸排列顺序、长度及空间结构层次（包括一级、二级、三级和四级结构），不同种类的蛋白质，氨基酸排列序列不同，肽链长度不同，空间结构不同；相同种类的蛋白质具有相同的氨基酸排列序列，相同的肽链长度，相同的空间结构。表示蛋白质中氨基酸排列序列时，氨基酸一般用其英文名的前三个字母表示，有的蛋白质可以由上千个氨基酸组成，为了方便，氨基酸种类也可以用单个字符表示。

仅由肽链组成的蛋白质完全水解后成为氨基酸混合物，所以氨基酸是蛋白质的基本组成单位，是蛋白质的基石。此外，有些蛋白质结构中除了肽链外，还包括非肽链结构的其他物质，与肽链结合在一起形成复杂的结合蛋白，这种非肽链物质称为配基或辅基。

蛋白质种类繁多，不同种类的蛋白质结构不同，功能和性能不同。如羊毛蛋白质纤维中有较多含硫的氨基酸，如半胱氨酸，其结构上存在巯基（ $-\text{SH}$ ），由于巯基不稳定，容易发生反应，形成含二硫键（ $-\text{S}-\text{S}-$ ）的胱氨酸，尤其在羊毛表面的鳞片层外层中含有较多的二硫键，使羊毛蛋白质纤维表面结构紧密，这种结构的存在，增强了羊毛对外界因素（包括

物理因素和化学因素)的抵抗作用,使羊毛角蛋白纤维较难溶解,起到保护羊毛纤维的作用;同时,这种结构阻碍染料、助剂等向纤维内部扩散,使得羊毛纤维常规染色时必须在高温沸染条件下进行。由此可见,不同结构的蛋白质材料具有不同的功能和性能。

2. 蛋白质的元素组成 蛋白质是含氮的有机高分子化合物,生物体内的含氮物质主要为蛋白质。氮元素是蛋白质区别于糖和脂肪的特征性元素,根据对大多数蛋白质氮元素的分析,结果表明,各类蛋白质中氮元素的含量都相当接近,一般在15%~19%之间,平均为16%,即100g蛋白质中含有16g氮。这是凯氏定氮法测定样品中蛋白质含量的计算基础,即通过样品中氮含量的测定,可以测定蛋白质的大致含量。

$$\text{蛋白质含量 (g)} = \text{蛋白中氮含量 (g)} \times 6.25$$

式中:6.25为0.16的倒数(表示1g氮相当于蛋白质的质量为6.25g)。

除氮外,蛋白质中还含碳(50%~55%)、氢(6%~8%)、氧(19%~24%),硫(0~4%)等元素,有些蛋白质中还含有少量磷、硒或金属元素铁、铜、锌、锰、钴、钼等,个别蛋白质还含有碘。这些微量元素的存在对蛋白材料的性能有较大影响。

第二节 蛋白质的分类

自然界中蛋白质种类繁多,分布广泛,可以按不同的方法分类。作为分类的依据主要有:分子化学组成、分子的形状或空间构象、分子的溶解性及功能等。

一、按蛋白质化学组成分类

依据蛋白质分子化学组成主要分为简单蛋白质、结合蛋白质及蛋白质衍生物。下面主要对简单蛋白质及结合蛋白质作介绍:

1. 简单蛋白质 (simple protein) 简单蛋白质分子组成中,除有氨基酸构成的多肽链成分外,不含任何非肽链成分,此类蛋白质又称为单纯蛋白质。自然界中的许多蛋白质属于此类。这类蛋白质由于只含有 α -氨基酸组成的肽链物质,不含其他成分,所以该类蛋白质水解后的最终产物只是 α -氨基酸的混合物。简单蛋白质按其溶解性质的不同可分为清蛋白(又称白蛋白)、球蛋白、组蛋白、精蛋白、醇溶蛋白、谷蛋白以及硬蛋白等。

(1) 清蛋白类 (albumins)。其相对分子质量较低,易溶于水,溶于稀酸、稀碱和稀无机盐的水溶液,但在50%以上的硫酸铵溶液中开始析出。血液、淋巴、肌肉、蛋清、奶乳以及植物种子中都有大量的清蛋白。

(2) 球蛋白类 (globulins)。根据在水中溶解度不同,球蛋白包括两类,一类称为优球蛋白 (euglobulins),另一类称为拟球蛋白 (pseudoglobulins)。前者不溶于水,溶于稀酸、稀碱和稀无机盐的水溶液,但在50%以上硫酸铵溶液中可以析出;后者溶于水,其他性质同优球蛋白。球蛋白存在于肌肉蛋白、溶菌酶和大豆球蛋白中。

(3) 组蛋白类 (histones)。组蛋白类属于碱性蛋白,在水溶液中呈弱碱性,能溶于水和

稀酸溶液，不溶于稀氨水溶液。小牛胸腺蛋白中存在组蛋白。

(4) 精蛋白类 (protamines)。精蛋白类含碱性氨基酸较多，呈强碱性，相对分子质量较小 (小于 5000)，溶于水和稀酸溶液中，不溶于稀氨水。鱼类成熟的精子细胞中存在精蛋白。

(5) 醇溶蛋白类 (prolamines)。不溶于水和无水乙醇，但可溶于 70% ~ 80% 乙醇溶液，也可溶于稀酸和稀碱溶液。此类蛋白质存在于禾本科植物种子中，如小麦醇溶蛋白和玉米醇溶蛋白等。

(6) 谷蛋白类 (glutelins)。不溶于水和稀盐溶液，易溶于稀酸和稀碱溶液中。此类物质存在于禾本科植物的种子中，如米谷蛋白和麦谷蛋白。

(7) 硬蛋白类 (scleroproteins)。不溶于水、稀酸和稀碱溶液。软骨、腱、毛发和丝等组织中存在硬蛋白，这类蛋白质是动物作为结缔组织和保护功能的蛋白质，如分为角蛋白、胶原蛋白、弹性蛋白和丝心蛋白 (纤维状蛋白) 等。

2. 结合蛋白质 (conjugated protein) 结合蛋白质的分子组成中除含有肽链成分外，还含有非肽链成分，称为辅基 (prosthetic group) 或配基 (ligand)。依据分子中非肽链辅基的不同，结合蛋白包括糖蛋白 (含糖)、核蛋白 (含核酸)、脂蛋白 (含脂类)、磷蛋白 (含磷酸)、金属蛋白 (含金属) 及色素蛋白 (含色素) 等。

(1) 糖蛋白类 (glycoproteins)。糖蛋白质由简单蛋白质与糖类物质组成，是一类结构非常复杂的结合蛋白质，种类繁多。糖基可以是二糖、低聚糖、多糖。有血型糖蛋白、激素糖蛋白、黏液糖蛋白、细胞膜糖蛋白、外源凝集素等。

(2) 核蛋白类 (nucleoproteins)。它是一类由简单蛋白质和核酸结合而成的结合蛋白质，存在于一切生物体内。病毒是一类极简单的生物，它们的化学本质就是核蛋白。细胞中核蛋白主要存在于染色体和核糖体中。由于核酸包括脱氧核糖核酸 (DNA) 和核糖核酸 (RNA) 两类，因此核蛋白分为 DNA - 核蛋白和 RNA - 核蛋白两类。DNA - 核蛋白主要存在于细胞核内，RNA - 核蛋白主要存在于核糖体中。两类核蛋白的许多理化性质相似，都能被碱性染料染色，且不稳定，在热或碱的作用下易分解为核酸及简单蛋白质。DNA - 核蛋白的黏性较强，不溶于等渗食盐溶液 (渗透压相等的两种溶液称为等渗溶液；渗透压不同的两种溶液，把渗透压相对高的溶液称为高渗溶液，把渗透压相对低的溶液称为低渗溶液)，溶于离子强度极低的盐溶液；RNA - 核蛋白能溶于等渗食盐溶液。

组成核蛋白的蛋白质部分主要是组蛋白和精蛋白等碱性蛋白，也有其他蛋白质，如烟草花叶病毒蛋白质，这种蛋白质分子极大，每个分子由 2130 条肽链组成，每条肽链的相对分子质量达到 1.75×10^4 。

(3) 脂蛋白类 (lipoproteins)。脂蛋白质由简单蛋白质与脂类物质结合而成。脂类包括：中性脂、磷脂和胆固醇等。依据脂蛋白结构可分为：单纯脂蛋白、磷脂蛋白、胆固醇脂蛋白和核脂蛋白等。

(4) 磷蛋白类 (phosphoproteins)。磷蛋白质由简单蛋白质和磷酸组成 (磷酸基与蛋白质中—OH 结合成酯)，并含有可解离的酸性基团。蛋黄和乳中酪蛋白等中含有磷蛋白。

(5) 金属蛋白类 (metalloproteins)。金属蛋白质由简单蛋白质和金属离子直接结合，如

铁蛋白及含铜、锌等离子的超氧化物歧化酶 SOD 等。

(6) 色素蛋白类 (chromoprotein)。色素蛋白质由简单蛋白质与色素物质结合而成。有血红素蛋白、肌红蛋白、叶绿素蛋白、黄素蛋白以及细胞色素等。

简单蛋白质和结合蛋白质类别及化学组成总结见表 1-1。

表 1-1 蛋白质按化学组成分类

类别		辅基	举例
简单蛋白质		无	清蛋白、球蛋白、组蛋白、精蛋白、醇溶蛋白、谷蛋白及硬蛋白
		有	
结合蛋白质	糖蛋白	糖类	黏液糖蛋白、血型糖蛋白、免疫球蛋白
	核蛋白	核酸	病毒核蛋白、染色体核蛋白
	脂蛋白	脂类	乳糜微粒、低密度脂蛋白
	磷蛋白	磷脂	酪蛋白、卵黄磷蛋白
	金属蛋白	金属离子	铁蛋白、铜蓝蛋白
	色素蛋白	色素	血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素、氨基酸氧化酶

二、按蛋白质分子的形状分类

依据蛋白质分子外形的对称性不同，蛋白质分为球状蛋白质和纤维状蛋白质两大类。

1. 球状蛋白质 (globular protein) 外形接近球状或椭圆状，其长度与直径之比一般小于 10，空间构象比纤维状蛋白复杂。球状蛋白质的溶解性较好，可溶于水或酸、碱、盐溶液中，能形成结晶。这类蛋白质在生物体内起着维护、调节生命活动的功能，生物体内的大多数蛋白质属于此类型，其种类繁多，包括各种酶、激素、血红蛋白、抗体以及植物豆类球蛋白等，它是生物体内最重要的一类蛋白质。

2. 纤维状蛋白质 (fibrous protein) 分子外形类似纤维状或细棒状，相对分子质量大，分子的对称性很差，结构相对简单。这类蛋白质在生物体内主要起结构作用，大多数纤维状蛋白不溶于水和稀盐酸溶液。但也存在可溶性纤维状蛋白质（如肌肉的结构蛋白和血纤维蛋白原等）。指甲、羽毛、蚕丝、羊毛中含有的角蛋白、丝心蛋白以及胶原蛋白等属于不溶性纤维状蛋白质。

三、按来源分类

1. 天然蛋白质 天然蛋白质包括动物蛋白和植物蛋白，如酶、抗体 (antibody)、激素、皮肤、肌肉、神经、血液、羊毛、蚕丝、羽毛、蹄、角、病毒、乳品、蛋类中含有的动物蛋白以及各种植物种子蛋白，如大豆蛋白、花生蛋白等。

2. 人造 (再生) 蛋白质 人造 (再生) 蛋白质是指人类新合成的蛋白质，如新型生物蛋白类药剂、新型酶种。而人造蛋白纤维（如人造大豆蛋白纤维、人造牛奶纤维）属于复合

蛋白质材料，它是由蛋白质与其他高分子物复合或交联而成，例如，其与聚丙烯腈复合而成的蛋白纤维称为腈纶基人造蛋白纤维，其与聚乙烯醇复合而成的蛋白纤维称为维纶基人造蛋白纤维。

3. 改性蛋白质 改性蛋白质是指通过化学法或酶法等方法对蛋白质进行改性而制得的蛋白质，它属于蛋白质的衍生物。改性蛋白质的结构与性能都发生了改变，从而可获得新用途。

四、按活性分类

1. 活性蛋白质 (active protein) 活性蛋白质包括在生命运动过程中一切有活性的蛋白质以及它们的前体物质。绝大多数蛋白质属于这种类型，例如，酶、激素、抗体（免疫球蛋白）、运动蛋白、运输和储存蛋白、受体蛋白、毒蛋白和膜蛋白等。

2. 非活性蛋白质 (passive protein) 不具有明显生物活性的蛋白质为非活性蛋白质，此类蛋白质的主要作用是对生物体起支撑和保护作用，例如，角蛋白、胶原蛋白、硬蛋白、丝心蛋白和弹性蛋白等。

五、按功能分类

蛋白质种类繁多，功能各异。按功能不同，蛋白质可分为：催化类蛋白（生物酶催化剂），运输传递蛋白（血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素 C），储存营养蛋白，收缩运动蛋白（肌球蛋白、肌动蛋白、纤毛蛋白），结构蛋白（皮肤中胶原蛋白、角蛋白及骨蛋白等），调节代谢蛋白（激素蛋白），防御疾病蛋白（抗体蛋白），受体蛋白（视网膜上的视色素蛋白、味蕾上的味觉蛋白），病毒蛋白（细菌、毒素等），遗传蛋白（核蛋白）和控制生长的蛋白（组蛋白、阻遏蛋白）等。

这些功能与生命现象紧密相连，所以没有蛋白质就没有生命，种类繁多的蛋白质，造就了蛋白质具有功能性多样化的特点。

六、按营养价值分类

营养学上根据食物蛋白质所含必需氨基酸的种类和数量将食物蛋白质分三类：

1. 完全蛋白质 这是一类优质蛋白质。它们含有人体所必需的所有氨基酸（第二章中有介绍）而且数量充足，比例适当。这一类蛋白质不但可以维持人体健康，还可以促进生长发育。奶、蛋、鱼、肉中的蛋白质都属于完全蛋白质。

2. 半完全蛋白质 这类蛋白质虽然含有人体所必需的所有氨基酸，但其中某些必需氨基酸的含量很少，不能满足人体生长的需要。它们可以维持人的生命，但不能促进生长发育。例如，一般谷类蛋白质中赖氨酸含量都较少，远不能达到人体正常生长发育所需要的基本量，所以麦胶蛋白、谷蛋白都属于半完全蛋白质，其中赖氨酸称为限制氨基酸。

3. 不完全蛋白质 这类蛋白质不能提供人体所需的全部必需氨基酸，单纯靠它们既不能促进生长发育，也不能维持生命。例如：肉皮中的胶原蛋白是一种不完全蛋白质，它缺少人体所必需的色氨酸。