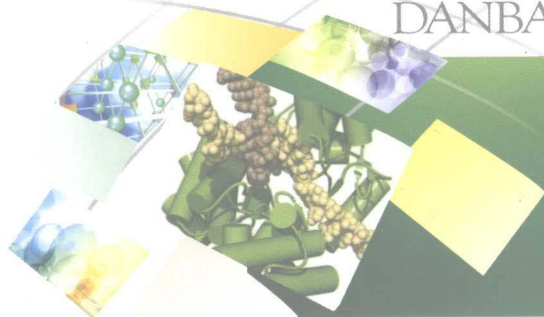




普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材  
高等学校食品类国家特色专业建设教材

# 蛋白质化学与工艺

DANBAIZHI HUAXUE YU GONGYI



陈复生 郭兴风 主编

 郑州大学出版社



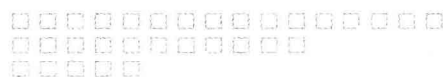
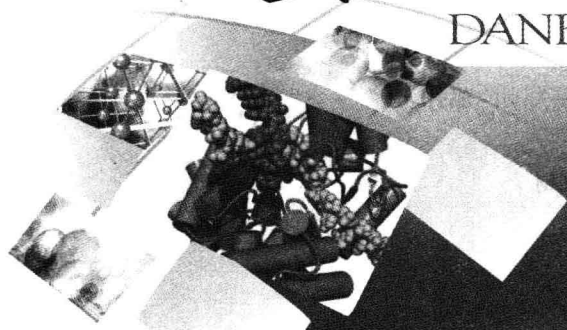
普通高等学

高等学校食品类国家特色专业建设教材

规划教材

# 蛋白质化学与工艺

DANBAIZHI HUAXUE YU GONGYI



陈复生 郭兴风◎主编

 郑州大学出版社  
郑州

## 内 容 提 要

本书共分 12 章, 主要涉及氨基酸、蛋白质的理化性质和提取分离方法以及蛋白质的结构测定、功能特性、蛋白质的改性方法等相关内容, 在此基础上还增加了蛋白质标准和分析方法等内容, 力求体系完善、内容丰富、实用性强。

本书可以作为高等院校食品科学、农产品加工与储藏、粮食工程、食品工程、食品安全等专业本科生、研究生的教材, 也可以作为粮油、食品、农业、商业、轻工等相关领域科研以及生产部门技术人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

蛋白质化学与工艺/陈复生, 郭兴凤主编. —郑州: 郑州大学出版社, 2012. 6

普通高等教育食品类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5645-0842-5

I. ①蛋… II. ①陈… ②郭… 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 (2012) 第 093025 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 王 锋

全国新华书店经销

河南省中景印务有限公司印制

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印张: 24.5

字数: 583 千字

版次: 2012 年 8 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行部电话: 0371-66966070

印次: 2012 年 8 月第 1 次印刷

---

书号: ISBN 978-7-5645-0842-5

定价: 40.00 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换



## 编写指导委员会

(按姓氏笔画排序)

- |     |                        |
|-----|------------------------|
| 王茂增 | 河北工程大学农学院副教授           |
| 艾志录 | 河南农业大学食品科学技术学院教授       |
| 权伍荣 | 延边大学农学院食品科学系教授         |
| 刘延奇 | 郑州轻工业学院食品与生物工程学院教授     |
| 刘全德 | 徐州工程学院食品生物工程学院副教授      |
| 孙俊良 | 河南科技学院食品学院教授           |
| 朱 珠 | 吉林工商学院食品工程分院教授         |
| 肖安红 | 武汉工业学院食品科学与工程学院教授      |
| 李新华 | 沈阳农业大学食品学院教授 博导        |
| 汪东风 | 中国海洋大学食品科学与工程学院教授 博导   |
| 张凤宽 | 吉林农业大学发展学院生物食品学院教授     |
| 张进忠 | 安阳工学院生物与食品工程学院教授       |
| 陆启玉 | 河南工业大学粮油食品学院教授 博导      |
| 陈从贵 | 合肥工业大学生物与食品工程学院教授      |
| 邵秀芝 | 山东轻工业学院食品与生物工程学院教授     |
| 岳田利 | 西北农林科技大学食品科学与工程学院教授 博导 |
| 胡耀辉 | 吉林农业大学食品科学与工程学院教授 博导   |
| 侯玉泽 | 河南科技大学食品与生物工程学院教授      |
| 章超桦 | 广东海洋大学食品科技学院教授 博导      |
| 蔺毅峰 | 运城学院生命科学系教授            |
| 阚建全 | 西南大学食品科学学院教授 博导        |



主 编 陈复生 郭兴凤

副 主 编 乔发东 曾 洁 刘国琴 李 理

编 委 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 马宇翔 | 乔发东 | 刘国琴 | 李 理 |
| 张春红 | 陈复生 | 周春霞 | 姚永志 |
| 郭兴凤 | 曾 洁 | 魏安池 |     |



近年来,我国高等教育事业快速发展,取得了举世瞩目的成就,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展作出了巨大贡献,但是,还不能完全适应经济社会发展的需要,迫切需要进行进一步深化高等学校教育教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质创新性人才的需要。为此,国家实施了高等学校本科教学质量与教学改革工程,进一步确立了人才培养是高等学校的根本任务,质量是高等学校的生命线,教学工作是高等学校各项工作的中心的指导思想,把深化教育教学改革、全面提高高等教育教学质量放在了更加突出的位置。

专业建设、课程建设和教材建设是高等教育“质量工程”的重要组成部分,是提高教学质量的关键。“质量工程”实施以来,在专业建设、课程建设方面取得了明显的成果,而教材是这些成果的直接体现,同时也是深化教学内容和教学方法改革的重要载体。为此,教育部要求加强立体化教材建设,提倡和鼓励学术水平高、教学经验丰富的教师,根据教学需要编写适应不同层次、不同类型院校,具有不同风格和特点的高质量教材。郑州大学出版社按照这样的要求和精神,在教育部食品科学与工程专业教学指导委员会的指导下,在全国范围内,对食品类专业的培养目标、规格标准、培养模式、课程体系、教学内容等,进行了广泛而深入的调研,在此基础上,组织全国二十余所学校召开了食品类专业教育教学研讨会、教材编写论证会,组织学术水平高、教学经验丰富的一线教师,编写了本套系列教材。

教育教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新、反复锤炼的过程,希望这套教材的出版对食品类专业教育教学改革和提高教育教学质量起到积极的推动作用,也希望使用教材的师生多提意见和建议,以便及时修订、不断完善。

编写指导委员会

2010年11月



蛋白质既是构成生命的结构物质,也是生命活动的主要体现者。自然界中所有的蛋白质都是由氨基酸组成的,氨基酸的组成、氨基酸的排列顺序,甚至是空间结构,都会影响蛋白质的性质,因此自然界的蛋白质结构复杂、种类繁多。

近年来,蛋白质加工业得到了快速发展,对蛋白质及其制品的研发已经成为国际食品科技界的前沿和热点问题之一,并不断地向深度和广度拓展。本书是为了满足新形势下食品科学与工程等专业教学的需要,旨在培养蛋白质科学与工程高级人才而编写的,同时也为我国蛋白质产业健康、快速发展开辟新思路,提供分析和决策的依据。

本书是根据我国高等院校蛋白质化学与工艺课程教学和科研的实际需要,结合国内外该领域研究与开发的现状和发展趋势,吸收新的理论和技术成果,由河南工业大学陈复生教授和郭兴凤教授主编。其中第1章由陈复生编写;第2章、第11章和第12章由河南科技学院曾洁编写;第3章由华南理工大学李理编写;第4章由沈阳农业大学张春红编写;第5章由郭兴凤编写;第6章6.1由河南工业大学马宇翔编写,6.2和6.3由河南工业大学姚永志编写;第7章由河南工业大学魏安池编写;第8章由河南工业大学刘国琴编写;第9章由河南工业大学乔发东编写;第10章由广东海洋大学周春霞编写。

在本书的编写过程中,研究生刘伯业、何乐、王红娟、王洪杰、贾祥祥、胡婷婷、崔和平、鲁亚楠、吴欣欣、刘洁等参与部分资料查阅和文字整理工作;本书编写过程中参考引用了有关兄弟院校、研究院所和有关单位出版的教材、著作和个人发表的论文等;在本书出版之际,谨向给予支持和帮助的所有人员表示诚挚的谢意!

本书涉及面广,学科交叉较多,加之编者水平和经验有限,错误或不当之处敬请专家和读者批评指正,以臻完善,作者将不胜感激。

作者

2011年8月于郑州



## 第一篇 蛋白质化学

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第1章 绪论 .....             | 3   |
| 1.1 蛋白质的概念及其作用 .....     | 4   |
| 1.2 蛋白质的元素组成 .....       | 7   |
| 1.3 蛋白质的分类 .....         | 8   |
| 1.4 研究和开发蛋白质的重要意义 .....  | 14  |
| 1.5 蛋白质发展及其利用概况 .....    | 16  |
| 第2章 氨基酸 .....            | 19  |
| 2.1 氨基酸的结构与分类 .....      | 20  |
| 2.2 氨基酸的理化性质 .....       | 24  |
| 2.3 色谱与氨基酸的分析分离 .....    | 34  |
| 第3章 蛋白质的结构与功能 .....      | 38  |
| 3.1 蛋白质的结构 .....         | 39  |
| 3.2 蛋白质的功能 .....         | 46  |
| 3.3 蛋白质的结构与生理功能的关系 ..... | 54  |
| 第4章 蛋白质的理化性质 .....       | 63  |
| 4.1 蛋白质的物理性质 .....       | 64  |
| 4.2 蛋白质的化学性质 .....       | 71  |
| 4.3 蛋白质的修饰和改性 .....      | 74  |
| 第5章 蛋白质的提取分离和结构测定 .....  | 86  |
| 5.1 蛋白质的提取分离 .....       | 87  |
| 5.2 蛋白质大规模分离纯化 .....     | 112 |
| 5.3 蛋白质一级结构的测定 .....     | 113 |
| 5.4 多肽链二级结构的测定 .....     | 132 |

## 第二篇 蛋白质加工工艺

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第6章 豆类蛋白质的加工工艺 ..... | 137 |
|----------------------|-----|



|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 6.1  | 大豆蛋白质加工工艺 .....        | 138 |
| 6.2  | 豌豆蛋白质的提取、性质与应用 .....   | 180 |
| 6.3  | 其他豆类蛋白质的提取、性质与应用 ..... | 186 |
| 第7章  | 油料蛋白质加工工艺 .....        | 197 |
| 7.1  | 花生蛋白质加工工艺 .....        | 198 |
| 7.2  | 菜籽蛋白质加工工艺 .....        | 216 |
| 7.3  | 棉籽蛋白质加工工艺 .....        | 225 |
| 7.4  | 其他油料蛋白质的加工工艺 .....     | 232 |
| 第8章  | 谷物蛋白质加工工艺 .....        | 249 |
| 8.1  | 小麦蛋白质加工工艺 .....        | 250 |
| 8.2  | 玉米蛋白质加工工艺 .....        | 267 |
| 8.3  | 大米蛋白质加工工艺 .....        | 277 |
| 8.4  | 其他谷物蛋白质加工工艺 .....      | 285 |
| 第9章  | 畜禽类产品蛋白质加工工艺 .....     | 294 |
| 9.1  | 肉类蛋白质的性质与应用 .....      | 295 |
| 9.2  | 奶类蛋白质加工工艺 .....        | 305 |
| 9.3  | 蛋类蛋白质 .....            | 310 |
| 第10章 | 水产蛋白质加工工艺 .....        | 317 |
| 10.1 | 概述 .....               | 318 |
| 10.2 | 水产蛋白质的组成和结构 .....      | 318 |
| 10.3 | 水产蛋白质的营养和功能特性 .....    | 323 |
| 10.4 | 水产蛋白质的加工 .....         | 326 |
| 第11章 | 其他蛋白质加工工艺 .....        | 340 |
| 11.1 | 藻类蛋白质加工工艺 .....        | 341 |
| 11.2 | 叶蛋白加工工艺 .....          | 344 |

### 第三篇 蛋白质标准及分析方法

|      |                      |     |
|------|----------------------|-----|
| 第12章 | 蛋白质产品质量标准和分析方法 ..... | 355 |
| 12.1 | 蛋白质质量标准 .....        | 356 |
| 12.2 | 蛋白质的定量分析 .....       | 363 |
| 12.3 | 蛋白质的定性分析 .....       | 369 |
| 12.4 | 其他标准分析方法 .....       | 373 |
| 参考文献 | .....                | 383 |



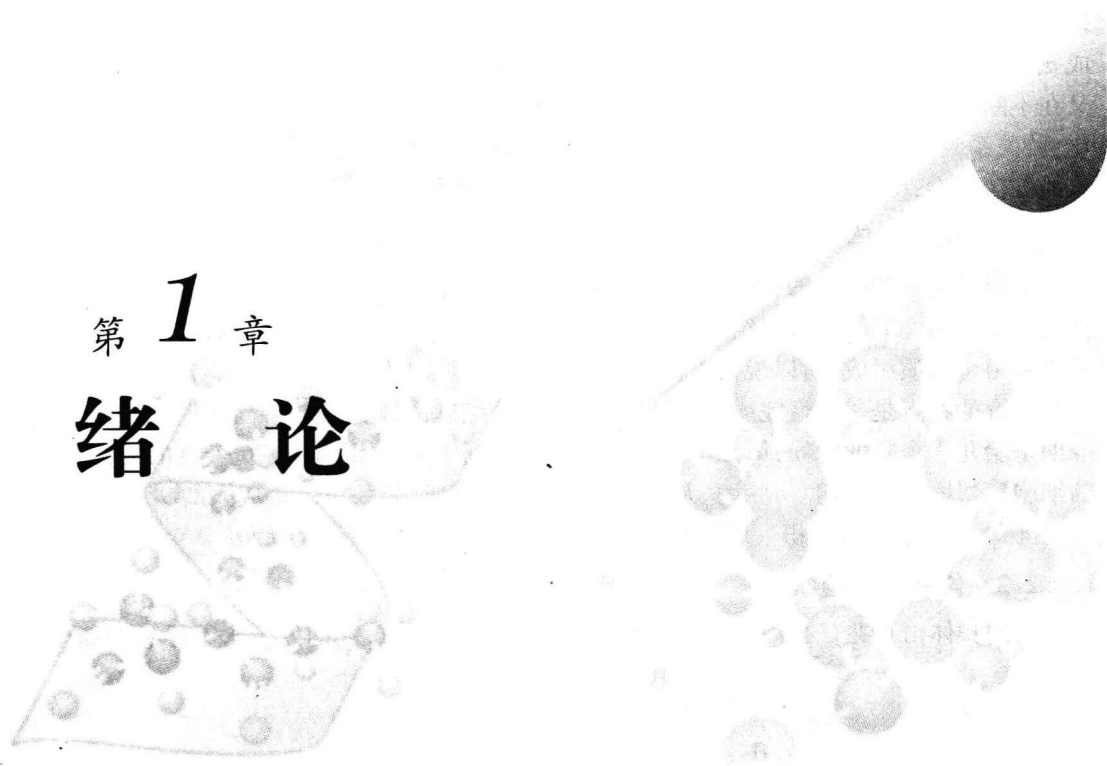
# 蛋白质化学



蛋白质是一类重要的生物大分子,是生命的物质基础,在人体中担负着各种各样的功能,没有蛋白质就没有生命。蛋白质是由一系列氨基酸通过肽键结合而成的高分子化合物,主要组成元素是 C、H、O、N,可根据化学组成、溶解性、空间结构、生理功能以及营养特性等进行分类。长期以来,我国利用最为广泛的植物蛋白是大豆蛋白,其他蛋白质资源亟待开发利用。

# 第 1 章

## 绪 论



### 1.1 蛋白质的概念及其作用

#### 1.1.1 蛋白质的概念

蛋白质是一类重要的生物大分子。英文名称叫做 protein, 源自希腊文  $\pi\rho\omicron\tau\omicron$ , 它是“最原初的”、“第一重要的”意思。译为汉语即“蛋白质”, 有些学者曾根据 protein 的原意建议设新词“朊”表示, 但因蛋白质一词沿用已久, “朊”未被广泛采用。

在我国, 全国科学技术名词审定委员会将蛋白质定义为“生物体中广泛存在的一类生物大分子, 由核酸编码的  $\alpha$  氨基酸之间通过  $\alpha$  氨基和  $\alpha$  羧基形成的肽键连接而成的肽链, 经翻译后加工而生成的具有特定立体结构的、有活性的大分子”。泛指某一类蛋白质, 与前面的限定词组成复合词时, 一律用“蛋白质”, 如血浆蛋白质、纤维状蛋白质、酶蛋白质等, 此时“质”字一般不得省略。当指具体蛋白质时, “质”字可省略, 如血红蛋白、肌球蛋白等。

美国将蛋白质定义为“本质上由氨基酸以肽链连接的一系列复杂有机化合物中的任何一个, 包含有碳、氢、氧、氮, 通常还有硫。广泛存在于动物与植物体内。蛋白质是所有细胞原生质的主要组成, 为生命所必需”。

#### 1.1.2 蛋白质的作用

蛋白质是生命的物质基础, 没有蛋白质就没有生命。因此, 它是与生命及与各种形式的生命活动紧密联系在一起物质。机体中的每一个细胞和所有重要组成部分都有蛋白质参与。蛋白质占人体重量的 16.3%, 即一个 60 kg 重的成年人其体内约有蛋白质 9.8 kg。人体内蛋白质的种类很多, 性质、功能各异, 但都是由 20 多种氨基酸按不同比例组合而成的, 并在体内不断进行代谢与更新。被摄入体内的蛋白质在体内经过消化分解成氨基酸, 吸收后在体内主要用于重新按一定比例组合成人体蛋白质, 同时新的蛋白质又在不断代谢与分解, 时刻处于动态平衡中。因此, 食物蛋白质的质和量、各种氨基酸的比例, 关系到人体蛋白质合成的量, 尤其是青少年的生长发育、孕产妇的优生优育、老年人的健康长寿, 都与膳食中蛋白质的量有着密切的关系。

##### 1.1.2.1 构造人体

蛋白质是一切生命的物质基础, 是肌体细胞的重要组成部分, 是人体组织更新和修补的主要原料。人体的每个组织: 毛发、皮肤、肌肉、骨骼、内脏、大脑、血液、神经、内分泌等都是由蛋白质组成, 所以说饮食造就人本身。蛋白质对人的生长发育非常重要。比如大脑发育的特点是一次性完成细胞增殖, 人的大脑细胞的生长有两个高峰期。第一个高峰期是胎儿 3 个月的时候; 第二个高峰期是出生后到 1 岁, 特别是 0~6 个月的婴儿是大脑细胞猛烈增长的时期。到 1 岁大脑细胞增殖基本完成, 其数量已达成人的 9/10。所以 0~1 岁儿童对蛋白质的摄入要求很有特色, 对儿童的智力发展至关重要。

##### 1.1.2.2 修补人体组织

人的身体由百兆亿个细胞组成, 细胞是生命的最小单位, 它们处于永不停息的新生、

衰老、死亡的新陈代谢过程中。例如年轻人的表皮 28 天更新一次,而胃黏膜两三天就要全部更新。所以一个人如果蛋白质的摄入、吸收、利用都很好,那么皮肤就有光泽而又有弹性。反之,则经常处于亚健康状态。组织受损后,包括外伤,不能得到及时和高质量的修补,便会加速肌体衰老。

### 1.1.2.3 维持肌体正常新陈代谢和物质输送

载体蛋白对维持人体的正常生命活动是至关重要的,可以在体内运载各种物质。比如血红蛋白—输送氧(红细胞更新速率 250 万个/秒)、脂蛋白—输送脂肪、细胞膜上的受体还有转运蛋白等。

### 1.1.2.4 维持体内渗透压及体液平衡

蛋白质对维持机体内渗透压的平衡及体液的平衡起着重要的作用,例如人体的白蛋白等。

### 1.1.2.5 维持体内酸碱平衡

蛋白质具有调节和维持机体内酸碱平衡的作用。

### 1.1.2.6 蛋白和细胞免疫作用

免疫细胞和免疫蛋白,有白细胞、淋巴细胞、巨噬细胞、抗体(免疫球蛋白)、补体、干扰素等,7 天更新一次。当蛋白质充足时,这个“部队”的免疫作用就很强,在需要时,数小时内可以增加 100 倍。

### 1.1.2.7 构成人体必需的催化和调节作用

人体有数千种酶,每一种只能参与一种生化反应。人体细胞里每分钟要进行 100 多次生化反应。酶有促进食物的消化、吸收、利用的作用。相应的酶充足,反应就会顺利、快捷地进行,我们会精力充沛,不易生病。否则,反应就变慢或者被阻断。

### 1.1.2.8 调节体内的生理活性

氨基酸是激素的主要原料,具有调节体内各器官的生理活性。胰岛素是由 51 个氨基酸分子合成,生长素是由 191 个氨基酸分子合成。

### 1.1.2.9 维持神经系统的正常功能

蛋白质构成神经递质乙酰胆碱、五羟色氨等,维持神经系统的正常功能:味觉、视觉和记忆等。

### 1.1.2.10 构成身体骨架

胶原蛋白:占身体蛋白质的 1/3,生成结缔组织,构成身体骨架,如骨骼、血管、韧带等,决定了皮肤的弹性。在大脑细胞中,很大一部分是胶原细胞,并且形成血脑屏障保护大脑。

### 1.1.2.11 提供生命活动的能量

蛋白质是人体三大主要营养成分之一,为人体各类代谢和运动提供能量。

### 1.1.3 蛋白质的功能

#### 1.1.3.1 催化功能

蛋白质的一个重要的生物功能是作为生物体新陈代谢的催化剂——酶。酶是蛋白质中最大的一类,在国际生化委员会公布的《酶命名法》中已列出 3 000 多种不同的酶。生物体内的各种化学反应几乎都是在酶参与下进行的。酶的催化效率远大于合成的催化剂,酶催化的反应速率为非催化速率的  $10^{16}$  倍。

#### 1.1.3.2 调节功能

许多蛋白质能调节其他蛋白质执行其生理功能的能力,这些蛋白质称为调节蛋白,最著名的例子是胰腺兰氏小岛(islet of langerhans)的  $\beta$  细胞分泌的胰岛素(相对分子质量 5 700),它是调节动物体内血糖代谢的一种激素。另一类调节蛋白参与基因表达的调控,它们是激活(正控制因子)或是抑制(负控制因子)遗传信息转录为 RNA,如大肠杆菌中的 CAP 是正控制因子,原核生物中的乳糖阻抑物(相对分子质量 37 000)和哺乳类中的核因子 1(相对分子质量 60 000)是负控制因子。

#### 1.1.3.3 转运功能

第三类是转运蛋白,其功能是从一地到另一地转运特定的物质。一类转运蛋白如血红蛋白、血清清蛋白,是通过血流转运物质的,前者将氧气从肺转运到其他组织,后者将脂肪酸从脂肪组织转运到各器官。另一类转运蛋白是膜转运蛋白,它们能通过渗透性屏障(细胞膜)转运代谢物和养分(葡萄糖、氨基酸等),如葡萄糖转运蛋白。至今研究过的所有天然膜转运蛋白都是在膜内形成通道,被转运的物质经过它进出细胞。

#### 1.1.3.4 储存功能

另一类蛋白质是氨基酸的聚合物,又因氮素通常是生长的限制性养分,所以生物体必要时就利用蛋白质作为提供充足氮素的一种方式,例如卵清蛋白为鸟类胚胎发育提供氮源,乳中的酪蛋白是哺乳类幼子的主要氮源。许多高等植物的种子含高达 60% 的储存蛋白,为种子的发芽准备足够的氮源。蛋白质除为生物体发育提供 C、H、O、N、S 等元素外,像铁蛋白还能储存 Fe,用于含铁的蛋白质如血红蛋白的合成。一分子铁蛋白(相对分子质量 460 000)可结合 4 500 个铁原子(占质量的 35%)。

#### 1.1.3.5 运动功能

某些蛋白质赋予细胞以运动的能力,肌肉收缩和细胞游动是细胞具有这种能力的代表。作为运动基础的收缩和游动蛋白具有共同的性质:它们都是丝状分子或丝状聚集体。例如形成细胞收缩系统的肌动蛋白(actin)和肌球蛋白以及作为微管(microtubule)主要成分的微管蛋白(tubulin)都属于这一类蛋白。细胞分裂期的有丝分裂纺锤体以及鞭毛、纤毛都涉及微管蛋白。另一类参与运动的蛋白质称发动机蛋白质(motor protein),如动力蛋白和驱动蛋白,它们可驱使小泡、颗粒和细胞器沿着微管轨道移动。

#### 1.1.3.6 信息传递功能

在细胞膜上存在很多受体蛋白,可以与细胞外或细胞内膜包裹的内空间相互作用,将信号跨膜传递,再通过复杂的信号传导途径引发一系列生化反应。

### 1.1.3.7 结构成分

蛋白质另一重要功能是建造和维持生物体的结构。这类蛋白质称为结构蛋白,它们给细胞和组织提供强度和保护。结构蛋白的单体一般聚合成纤维(如毛发)或纤维状排列的保护层(如牛皮)。这类蛋白多数是不溶性纤维状蛋白质,如构成毛发角蹄甲的 $\alpha$ -角蛋白,存在于骨、腱、韧带、皮的胶原蛋白。胶原蛋白还和蛋白聚糖等构成动物的胞外基质,后者是细胞的保护性屏障。

### 1.1.3.8 支架功能

新近发现某些蛋白质在细胞应答激素和生长因子的复杂途径中起作用,这类蛋白质被称为支架蛋白或接头蛋白(adapter protein)。支架蛋白借助自身的特定结构,通过蛋白—蛋白相互作用能识别并结合其他蛋白,可以将多种不同蛋白质装配成一个多蛋白复合体,这种复合体参与对激素和其他信号分子的胞内应答的协调和通信。例如,激素和神经递质的受体蛋白有接受和传递信息的功能。支架蛋白都有一个组件组织(modular organization),蛋白质结构的特定部分(组件)通过蛋白—蛋白相互作用能识别并结合其他蛋白中的某些结构元件。例如,SH2 组件(即肉瘤病毒基因表达产物 Src 蛋白及其家族成员中的 SH2 结构域)能与含有磷酸化酪氨酸残基的蛋白质结合,SH3 组件能与富含脯氨酸残基的蛋白质结合。因为支架蛋白常含有多个不同的组件,在它上面可以将多种不同蛋白质装配成一个多蛋白复合体。这种复合体参与对激素和其他信号分子的胞内应答的协调和通信。锚定(anchoring)或称导向(targeting)蛋白也属于这一类。

### 1.1.3.9 防御和进攻功能

与一些蛋白的被动性防护不同,一类确切地称为保护或开发蛋白的蛋白质在细胞防御、保护和开发方面的作用是主动的。保护蛋白中最突出的是脊椎动物体内的免疫球蛋白或称抗体。抗体是在外来的蛋白质或其他高分子即所谓抗原的影响下有淋巴细胞产生,并能与相应的抗原结合而排除外来物质对生物体的干扰。另一类保护蛋白是血液凝固蛋白,如凝血酶原和血纤蛋白原等。南极鱼和北极鱼含有抗冻蛋白。能防止在深海低于零摄氏度水温下血液冷冻。此外起防卫和开发作用的一些蛋白,包括蛇毒和蜂毒的溶血蛋白和神经毒蛋白以及植物毒蛋白和细菌毒素。

### 1.1.3.10 异常功能

某些蛋白质具有上述以外的功能,如应乐果甜蛋白有着极高的甜度。昆虫翅膀的铰合部存在一种具有特殊弹性的蛋白质,称节肢弹性蛋白。某些海洋生物和贝类分泌一类胶原蛋白,能将贝壳牢固地粘贴在岩石或其他硬面上。

## 1.2 蛋白质的元素组成

从化学角度来讲,蛋白质就是由一系列氨基酸通过肽键结合而成的高分子化合物。通过对蛋白质的元素分析发现,蛋白质主要含有碳(C)、氢(H)、氧(O)和氮(N)等元素,大多数蛋白质还含有硫(S)元素,某些蛋白质含有磷(P)元素,有些蛋白质中还含有铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)、镁(Mg)、锰(Mn)等元素,但需指出,不同的蛋白质其元素组成和结构是不同的。表 1.1 是从实验结果的数据分析中得到的蛋白质元素组成百分比。



表 1.1 蛋白质的元素成分(干基%)

| 蛋白质种类  | C         | H       | O         | N         | S       | P     |
|--------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-------|
| 一般蛋白质  | 50.5~55.0 | 6.5~7.3 | 19.0~24.0 | 15.0~19.0 | 0.3~2.5 | 0~3.0 |
| 小麦清蛋白  | 53.02     | 6.84    | 22.06     | 16.80     | 1.28    | —     |
| 小麦球蛋白  | 51.03     | 6.85    | 23.04     | 18.39     | 0.69    | —     |
| 小麦醇溶蛋白 | 52.72     | 6.86    | 21.73     | 17.66     | 1.03    | —     |
| 谷蛋白    | 52.34     | 6.83    | 22.26     | 17.49     | 1.08    | —     |
| 大麦醇溶蛋白 | 54.29     | 6.80    | 20.85     | 17.21     | 0.85    | —     |
| 玉米醇溶蛋白 | 55.28     | 7.27    | 20.77     | 16.09     | 0.59    | —     |
| 豌豆醇溶蛋白 | 51.72     | 6.95    | 22.70     | 18.24     | 0.39    | —     |
| 大豆球蛋白  | 52.12     | 6.93    | 22.63     | 17.53     | 0.79    | —     |

由于一般蛋白质的平均含氮量为 16%, 这是蛋白质元素组成的一个特点, 也是凯氏 (Kjedahl) 定氮法测定蛋白质含量的一个计算基础:

$$\text{蛋白质含量}(\%) = \text{蛋白氮含量}(\%) \times 6.25 \quad (1.1)$$

所以用凯氏定氮法测定蛋白质时, 将测得的氮含量数值乘以 100/16 即可得到蛋白质的含量, 因此, 常将 6.25 称为蛋白质系数。但需指出, 不同原料的蛋白质其蛋白质系数有一定差异, 参考表 1.2。

表 1.2 几种粮食和油料蛋白的蛋白质系数

| 粮种 | 蛋白质系数 | 粮种  | 蛋白质系数 |
|----|-------|-----|-------|
| 花生 | 5.70  | 芝麻  | 5.50  |
| 豌豆 | 5.70  | 棉籽  | 5.50  |
| 大豆 | 5.70  | 葵花籽 | 5.50  |
| 蚕豆 | 5.70  | 玉米  | 6.00  |
| 大麦 | 5.70  | 荞麦  | 6.00  |
| 小麦 | 5.70  | 稻米  | 5.95  |
| 燕麦 | 5.70  | 高粱  | 6.25  |

### 1.3 蛋白质的分类

蛋白质的种类繁多, 分布广泛, 所担负的任务也是多种多样。要对每一种蛋白质有一个全面系统的认识, 就必须有一个较好的分类方法。这种分类方法应该以蛋白质的化学组成、空间结构及其性质为依据。目前, 蛋白质的一般分类方法有: 根据化学组成成分