

高等师范专科院校教材

基础生物化学

瞿金栋 马忠明 主编
李淑兰 李爱群

青岛海洋大学出版社

基础生物化学

訾金栋 马忠明 主编
李淑兰 李爱群

青岛海洋大学出版社

鲁新登字15号

基础生物化学

菅金栋 马忠明 李淑兰 李爱群 主编

*

青岛海洋大学出版社出版发行

(青岛市鱼山路5号 邮编 266003)

山东莒县印刷厂印刷

新华书店经销

*

开本(787×1092)1/16 印张 22 字数 501 千字

印数 1—3500 册

1992年8月第一版 1992年8月第一次印刷

ISBN 7-81026-587-3/Q·19

定价:12.00元

主 编 訾金栋 马忠明 李淑兰 李爱群

副主编 曹稳根 米瑞芹 高晨光

赵晋德 朱启忠 徐心诚

编 委 (按姓氏笔划为序)

于鸿琦 马忠明 邓署燕 叶林奇

李殿香 李淑兰 李爱群 米瑞芹

朱启忠 刘玉玲 张世军 和希格

赵晋德 胡廷章 徐心诚 栗荣斌

高晨光 梁彩云 曹稳根 訾金栋

前 言

生物化学是高等师范专科学校生物系开设的一门专业基础课。近几年来,该学科飞速发展,出现了许多新理论、新成就和新方法,成为生命科学中发展最快的边缘学科之一。为了适应当前生物化学课的教学需要,进一步提高教学质量,在全国十几所高等师范专科学校、教育学院的大力支持和帮助下,我们组织编写了这本《基础生物化学》。

该书是根据国家教委颁布的师范专科学校生物专业生物化学教学大纲编写的。全书共分生物化学和生物化学实验两部分,生物化学共十一章,每章包括学习要求、正文、小结和习题四部分;生物化学实验十五个(各校可根据实际情况自选十二个),每个实验包括实验目的、实验原理、试剂与器材、操作步骤和思考题五部分。最后还列出了与实验内容有关的供学习时查阅和参考的附录部分。

本书的基本特点是内容简明、结构合理、文字精炼,具有较高的概括性、条理性和通俗性。在编写过程中,注重介绍生物化学的基本理论、基本知识和基本实验技能,同时还适当介绍了当代生物化学科学研究中发展起来的新理论、新成果,以适应学生获取生物化学知识的需求和为进一步深造打下基础。实验中注重了对学生进行有关生物大分子的结构、性质、鉴定等训练;通过比色、滴定、层析、电泳等基本操作方法的练习及仪器的使用,培养学生的实验能力和严格的科学作风,并加深了感性认识。

本书是高等师范专科院校、教育学院生物专业学生用书,也可用作专科函授、夜大学等教材。在整个编写过程中,受到了各参编院校领导的热情支持和帮助,陈广明同志协助绘图,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免出现某些缺点错误和不妥之处,敬请同行及广大读者批评指正。

编者

1993. 7

目 录

第一篇 基础生物化学	
绪论	(1)
第一章 蛋白质化学	(3)
第一节 概述	(3)
一、蛋白质的概念及重要性	(3)
(一) 蛋白质是生物体最重要的组成成分	(3)
(二) 蛋白质是生物体的功能性物质	(3)
二、蛋白质的组成	(4)
(一) 蛋白质的元素组成	(4)
(二) 氨基酸单位	(4)
三、蛋白质分类	(4)
第二节 蛋白质的基本单位——氨基酸	(6)
一、氨基酸的结构	(6)
二、氨基酸分类	(7)
三、简要介绍氨基酸的理化性质	(8)
(一) 一般物理性质	(8)
(二) 氨基酸中 α -氨基参加的反应	(9)
(三) 羧基参加的反应	(11)
(四) 氨基和羧基参加的反应	(12)
第三节 肽	(15)
一、肽的概念	(15)
二、几种常见的多肽	(16)
第四节 蛋白质的分子结构	(17)
一、蛋白质的一级结构	(17)
二、蛋白质的空间结构	(19)
(一) 蛋白质的二级结构	(20)
(二) 蛋白质的三级结构	(23)
(三) 蛋白质的四级结构	(24)
(四) 蛋白质分子中重要化学键	(24)
三、蛋白质结构与功能关系	(25)
(一) 蛋白质一级结构和功能关系	(25)
(二) 蛋白质空间结构与功能关系	(27)
第五节 蛋白质的理化性质	(27)
一、蛋白质的两性解离和等电点	(27)
二、蛋白质的胶体性质	(29)
三、蛋白质的变性和凝固	(29)
四、蛋白质的沉淀作用	(30)
五、蛋白质的呈色反应	(31)
六、蛋白质分子量测定	(31)
七、蛋白质的分离和纯化	(32)
小结	(34)
习题	(35)
第二章 核酸化学	(36)
第一节 核酸的组成和分类	(36)
一、核酸的概念和生物学意义	(36)
二、核酸的分类和分布	(36)
(一) DNA 是遗传信息的载体	(37)
(二) RNA 在蛋白质生物合成中起重要作用	(37)
三、核酸的组成成分	(38)
(一) 核酸的元素组成	(38)
(二) 核酸的组成	(38)
第二节 核酸的结构	(42)

一、核酸的一级结构	(42)	一、酶促反应速度	(73)
二、DNA 的空间结构	(44)	二、酶浓度对酶促反应速度的影响	(73)
(一) DNA 的二级结构	(44)	三、底物浓度对酶促反应速度的影响	(73)
(二) DNA 的三级结构	(45)	(一) 不同底物浓度的作用	(74)
三、RNA 的空间结构	(48)	(二) 米氏方程式的推导	(74)
第三节 核酸的理化性质	(50)	(三) 米氏常数的求法	(77)
一、一般性质	(50)	四、温度对酶促反应速度的影响	(78)
二、紫外吸收性质	(50)	五、pH 对酶促反应速度的影响	(78)
三、变性和复性	(51)	六、激活剂和抑制剂对酶反应速度的影响	(79)
四、核酸的分离和纯化	(52)	第六节 酶的制备和应用	(84)
第四节 生物体内重要的核苷酸衍生物	(54)	一、测定酶的活力单位、比活力	(84)
小结	(56)	二、酶的制备和应用	(85)
习题	(57)	小结	(87)
第三章 酶化学	(58)	习题	(87)
第一节 概述	(58)	第四章 维生素和辅酶	(88)
一、酶的概念	(58)	第一节 维生素的概念和分类	(88)
二、酶催化的特点	(59)	一、维生素的概念	(88)
三、酶的命名和分类	(60)	二、维生素的分类	(88)
第二节 酶的组成和结构	(62)	第二节 水溶性维生素和辅酶	(88)
一、酶是蛋白质	(62)	一、维生素 B ₁ 和羧化辅酶	(88)
二、全酶、辅酶和辅基	(62)	二、维生素 B ₂ 和黄素辅酶	(89)
三、单体酶、寡聚酶和多酶体系	(63)	三、泛酸和辅酶 A	(91)
四、酶的活性部位和必需基团	(65)	四、维生素 PP 和辅酶 I、辅酶 II	(92)
第三节 酶催化的特异性	(66)	五、维生素 B ₆ 和磷酸吡哆醛(胺)	(93)
一、相对特异性	(66)	六、生物素和羧化酶的辅酶	(95)
二、绝对特异性	(67)	七、叶酸和四氢叶酸	(96)
三、立体异构特异性	(67)	八、维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶	(97)
第四节 酶的作用机理	(68)		
一、酶的催化作用与分子活化能	(68)		
二、中间络合物学说	(69)		
三、诱导契合学说	(70)		
四、酶原激活的机理	(72)		
第五节 酶促反应速度及影响因素	(72)		

九、维生素 C	(98)	三、呼吸链中各传递体的排列顺序	(138)
第三节 脂溶性维生素	(99)	第四节 ATP 的生成	(140)
一、维生素 A	(99)	一、底物水平磷酸化	(140)
二、维生素 D	(100)	二、氧化磷酸化	(140)
三、维生素 E	(101)	(一) 氧化磷酸化的偶联作用和偶联部位	(140)
四、维生素 K	(102)	(二) 氧化磷酸化偶联机理	(141)
习题	(103)	第五节 NADH 和 ATP 的运输	(144)
第五章 糖代谢	(105)	一、线粒体外 NADH 的运输	(144)
第一节 新陈代谢的概念	(105)	二、ATP、ADP 和 P_i 的运输	(145)
第二节 自由能与高能化合物	(105)	小结	(145)
一、自由能的产生和变化	(105)	习题	(146)
二、高能化合物及其类型	(107)	第七章 脂类代谢	(147)
第三节 糖的酶促水解	(108)	第一节 脂类的酶促水解	(147)
一、多糖的酶促降解	(108)	第二节 脂肪的分解代谢	(148)
二、低聚糖的酶促降解	(108)	一、饱和脂肪酸的 β -氧化	(148)
第四节 糖的分解代谢	(108)	二、脂肪酸在 β -氧化过程中的能量变化	(151)
一、糖的无氧酵解	(108)	三、奇数碳原子脂肪酸的氧化	(152)
二、糖的有氧氧化	(113)	四、不饱和脂肪酸的氧化	(152)
三、乙醛酸循环	(119)	五、甘油的氧化	(154)
四、磷酸戊糖途径	(121)	六、酮体的生成和氧化	(154)
第五节 糖的合成代谢	(124)	第三节 脂肪的合成代谢	(156)
一、蔗糖的合成	(124)	一、 α -磷酸甘油的生物合成	(156)
二、淀粉的合成	(125)	二、脂肪酸的生物合成	(156)
三、糖原的合成	(126)	三、脂肪的合成	(160)
四、糖原的异生作用	(129)	第四节 磷脂、胆固醇的代谢	(161)
小结	(132)	小结	(167)
习题	(132)	习题	(168)
第六章 生物氧化	(133)	第八章 蛋白质及氨基酸的代谢	(169)
第一节 概述	(133)	第一节 蛋白质的酶促降解	(169)
一、生物氧化的概念	(133)		
二、生物氧化的特点	(133)		
第二节 生物氧化中二氧化碳的生成	(133)		
第三节 生物氧化中水的生成	(134)		
一、呼吸链的概念	(134)		
二、呼吸链的组成和类型	(135)		

第二节 氨基酸的分解代谢	(170)	第三节 DNA 的合成	(199)
一、脱氨基作用	(171)	一、DNA 的半保留复制	(199)
(一) 氧化脱氨基作用	(171)	(一) DNA 复制的酶及蛋白	
(二) 转氨基作用	(172)	因子	(200)
(三) 联合脱氨基作用	(175)	(二) DNA 的不连续合成	
二、脱羧基作用	(176)		(203)
三、氨基酸分解产物的代谢	(178)	(三) DNA 的不连续复制过程	
(一) 氨的代谢转变	(178)		(204)
(二) α -酮酸的代谢转变		二、RNA 指导下的 DNA 合成	
.....	(183)	(逆转录)	(205)
第三节 氨基酸的生物合成	(185)	三、DNA 的损伤与修复	(205)
一、必需氨基酸和非必需氨基酸		(一) 紫外线照射引起的辐射	
.....	(186)	损伤	(205)
二、还原氨基化作用	(188)	(二) DNA 辐射损伤后的修复	
三、转氨基作用	(188)		(206)
四、氨基酸之间的转化	(189)	第四节 RNA 的生物合成	(207)
小结	(189)	一、DNA 指导下的 RNA 的合成	
习题	(190)		(207)
第九章 核酸代谢	(191)	(一) RNA 聚合酶	(207)
第一节 核酸的分解代谢	(191)	(二) DNA 指导下的 RNA 的	
一、核酸的酶促水解	(191)	初合成	(207)
二、碱基的分解代谢	(191)	(三) 转录后的修饰加工	(208)
(一) 嘌呤的分解	(191)	二、RNA 指导下的 RNA 的合成	
(二) 嘧啶的分解	(192)	(RNA 复制)	(210)
第二节 核苷酸的生物合成	(193)	小结	(212)
一、嘌呤核苷酸的合成	(194)	习题	(213)
(一) 次黄嘌呤核苷酸的合成		第十章 蛋白质的生物合成	(214)
.....	(194)	第一节 蛋白质的合成体系	(214)
(二) 腺嘌呤核苷酸和鸟嘌呤		一、mRNA 的作用	(214)
核苷酸的合成	(194)	(一) 遗传密码的发现	(214)
(三) 补救途径合成嘌呤核苷		(二) 遗传密码的破译	(215)
酸	(194)	(三) 遗传密码的特点	(216)
二、嘧啶核苷酸的合成	(196)	二、tRNA 的作用	(217)
(一) 尿苷酸的合成	(196)	三、核糖体	(218)
(二) 胞苷酸的合成	(198)	第二节 蛋白质的合成过程	(220)
(三) 补救途径合成嘧啶核苷		一、氨基酸的活化与转运	(220)
酸	(198)	二、核蛋白体的循环过程	(222)
三、脱氧核苷酸的合成	(198)	(一) 肽链合成的起动	(222)

(二) 肽链的延长	(224)	酸	(269)
(三) 肽链合成的终止与释放	(225)	实验五 微量凯氏定氮法测定总氮量	(270)
三、肽链合成后的加工处理	(227)	实验六 血清蛋白质的醋酸纤维薄膜电泳	(274)
小结	(228)	实验七 酵母核糖核酸的提取和组分鉴定	(277)
习题	(229)	实验八 酶的性质实验	(281)
第十一章 物质代谢的相互联系和调控	(230)	实验九 维生素 C 的定量测定	(287)
第一节 物质代谢相互联系	(230)	实验十 维生素 A、B ₁ 、B ₂ 的定性实验	(290)
一、糖代谢与脂肪代谢的相互联系	(230)	实验十一 几种生物氧化酶的作用	(293)
二、糖代谢与蛋白质代谢的相互联系	(231)	实验十二 血糖定量测定	(298)
三、脂肪代谢与蛋白质代谢的相互联系	(231)	实验十三 糖酵解过程中的磷酸化反应	(300)
四、核酸代谢与其他物质代谢的相互联系	(232)	实验十四 脂肪酸的 β -氧化	(303)
第二节 物质代谢调节机制	(232)	实验十五 谷丙转氨酶的作用	(305)
一、酶水平调节	(234)	附录	
(一) 酶活性的调节控制	(234)	一、实验室安全及防护知识	(308)
(二) 酶浓度的调节控制	(240)	二、实验室常识	(311)
二、细胞水平的调节	(242)	三、实验基本操作	(311)
三、激素水平的调节	(243)	(一) 玻璃仪器的洗涤	(311)
四、神经水平的调节	(249)	(二) 搅拌和振荡	(313)
小结	(249)	(三) 药品的取用	(313)
习题	(250)	(四) 沉淀的过滤与洗涤	(313)
第二篇 基础生物化学实验		四、常用仪器的使用方法及注意事项	(314)
实验规则	(251)	(一) 容量仪器的使用	(314)
实验中常用的单位	(251)	(二) 台称	(317)
实验误差及数据处理	(253)	(三) 分析天平	(318)
实验预习、记录和实验报告	(256)	(四) 分光光度计	(320)
实验一 蛋白质的呈色反应	(258)	(五) 电动离心机	(323)
实验二 蛋白质的变性、沉淀、凝固反应	(264)	(六) 干燥箱和恒温箱	(324)
实验三 酪蛋白等电点的测定	(267)	(七) 电冰箱	(325)
实验四 纸层析法分离鉴定氨基			

(八) 电热恒温水浴	(326)	六、常用缓冲溶液的配制	(331)
(九) 酸度计	(326)	七、常用酸碱指示剂	(335)
五、试剂的配制	(328)	八、常用酸碱试剂的比重及浓度	
(一) 一般注意事项	(328)		(335)
(二) 一些常用术语	(329)	九、标准溶液的配制和标定	(335)
(三) 溶液浓度的表示及其配		十、一些常用数据表	(337)
制	(329)	十一、基础生物化学实验学生使用	
(四) 溶液浓度的调整	(330)	仪器清单(一组)	(338)

第一篇 基础生物化学

绪 论

第一节 生物化学的概念和内容

生物化学(biochemistry)可以认为是生命的化学,它是利用化学的原理和方法来研究动物、植物、微生物和人体等生物体的化学组成及生命过程中化学变化规律的一门科学。

生物体的主要组成成分是糖类、脂类、蛋白质、核酸、维生素、激素、以及抗生素等。生物化学内容的一方面就是研究上述物质的组成、结构、性质和功能。另外,生命现象的基本特征是不断地进行新陈代谢,在代谢过程中,这些物质在生物体内如何进行分解、合成,如何相互转化、相互制约,在化学变化过程中能量是怎样转变的,这是生物化学研究内容的另一方面。在上述两方面的基础上,才能更进一步地研究各种复杂的生命现象,例如生长、生殖、发育、遗传、变异、运动、适应等,从而更好地去改造自然,为人类服务。

第二节 生物化学的发展简史和现状

生物化学是一门年轻的科学,20 世纪初成为一门独立学科,在此之前生物化学的主要问题分别由化学和生理学进行研究。我国对生物化学的应用和认识在很早之前就开始了。如饮食方面,远在公元前 21 世纪就己能造酒,公元前 12 世纪能制酱,同时己能够将酒继续发酵而制得醋,还发明了制饴(麦芽糖)的方法。在医学方面,公元前 4 世纪之前,《庄子》中有关于瘰病(甲状腺肿)的记载。公元 7 世纪,葛洪著《肘后百一方》中,记载着用含碘丰富的海藻酒治疗瘰病。公元 7 世纪孙思邈在《千金方》中有关于脚气病的记载,认为这是一种食米区所发生的疾病,他还首次用含维生素 A 丰富的猪肝治疗雀目(夜盲症)。

近代生物化学的发展非常迅速,从 18 世纪以来,各种有关生物化学的内容被相继阐明。1783 年 A. L. Lavoisier,证明在呼吸过程中,吸进的氧气被消耗,呼出的是二氧化碳,同时放出能量,从而推翻了燃素说。此后,C. Bernard 在消化上,L. Pasteur 在发酵上,J. Liebig 在生物物质的定量分析上,都做出了卓越的贡献。其中有重大意义的是 1897 年 Büchner 兄弟发现了磨碎的酵母细胞抽提液仍能使糖发酵,为酶学的发展奠定了基础。进入 20 世纪,生物化学进入了发展盛期。1926 年 Sumner 从刀豆中获得脲酶结晶,证明了酶是蛋白质,由此推动了酶化学和蛋白质化学的研究。1955 年 Sanger 完成了牛胰胰岛素一级

结构的测定工作。1953年 Watson 和 Crick 建立了 DNA 双螺旋结构模型,为分子遗传学奠定了基础。1977年 Sanger 又完成了由 5375 个核苷酸组成的 Φ X 174 噬菌体 DNA 一级结构测定工作,在遗传物质的结构和功能研究工作中迈出了重要一步。

我国生物化学工作者在现代生物化学发展中也做出了应有的贡献。20 世纪 20 年代期间,吴宪和美国的福林(Otto Folin)在血液分析方面,创立了血液制备和比色定量测定血糖等方法;在蛋白质研究中,提出了蛋白质变性理论。解放后,在党和政府关怀下,生物化学工作者取得了优异成绩。其中突出的是中科院生化所、有机所、北京大学等科学工作者于 1965 年用化学方法成功地完成了人工合成具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素;1983 年中科院生化所的科学工作者,通力协作完成了酵母丙氨酸转运核糖核酸的人工全合成;同时洪国藩还创立了在世界上具有领先地位的 DNA 顺序连续测定法。

当前,生物化学已进入了发展生物工程学或生物高技术方面的崭新领域。生物工程学中的基因工程、酶工程等发展速度在很大程度上取决于生物化学的发展速度。生物工程学的发展,使人们有可能解决目前世界上所面临的许多问题,如人类疾病的治疗和预防、世界人口增长危急,以及伴随人口增长所需食品、原材料、能源,还有生态平衡、环境污染等。这样使生命科学以更大效益、更高层次的水平为人类服务,所以世界各国都在重视生物工程的理论研究。我国已将生物工程列为国家重点发展的高技术之一。

第三节 生物化学与其它学科的关系

生物化学是从有机化学及生理学中独立出来而发展起来的。了解生物分子的结构和性质,必须利用化学的原理和方法,所以生物化学和化学,特别是有机化学、分析化学关系密切。另外物理化学、应用物理学等其它学科的发展,对生物化学的发展也起到促进作用。

生物化学是生命科学的基础学科,要在分子水平上研究生物体的生理机能,显然离不开生物化学,同样生物化学不能脱离生理学。另外,遗传学、微生物学、组织胚胎学、细胞学等生物学科的研究都离不开生物化学,只有生物化学的发展才能促进和带动现代生命科学的发展。总之,生命科学离不开生物化学。

第四节 生物化学在工农业、畜牧业、医药卫生业上的意义

生物化学在工业上主要应用在食品工业、发酵工业、制药工业、生物制品工业、皮革工业和酶制剂工业上。生物化学理论不仅为这些工业生产过程提供了理论基础,而且为工业生产技术提高,工艺改进创造了条件。另外,新资源开发和利用也和生物化学关系密切。

生物化学在农业上的应用也很广,如植物营养要素的需求、新品种培育、植物病虫害防治、光合作用机制、生物固氮、除草剂和激素的应用等研究都离不开生物化学。

畜牧业和生物化学有密切关系,如利用合理的配合饲料来提高肉蛋的品质和产量。

生物化学在医药卫生中的作用非常显著,临床生化诊断为确诊机体病因创造条件;利用生化技术进行新药物生产,对防治严重危及人类健康的疾病起重要作用。在预防医学上,运用生化知识,给人以合理营养,对于人们健康、预防疾病、延缓衰老等都有重要作用。

第一章 蛋白质化学

学习要求:本章内容简明系统地阐述了蛋白质化学的基础知识。要求读者在学习过程中了解蛋白质是生命现象的物质基础;掌握氨基酸和蛋白质的组成、结构、分类、理化性质和蛋白质结构与功能的关系;熟悉蛋白质的分离、纯化过程。

第一节 概述

人类经过长期的生产实践和科学实验,对于蛋白质的认识,逐步从感性认识进入理性认识,积累了有关蛋白质的许多宝贵知识。但迄今为止,对蛋白质的认识还不够全面,因此对蛋白质作出较深刻和完整的了解还有待于进一步地研究。

一、蛋白质的概念及重要性

(一) 蛋白质是生物体最重要的组成成分

蛋白质(protein)是一类重要的生物高分子,是生命现象的物质基础,在生物体内它作为结构物质和功能物质存在。早在1878年革命导师恩格斯在《反杜林论》中指出:“生命是蛋白体的存在方式,这种存在方式本质上就在于这些蛋白质的化学组成成分的不断自我更新。”这个科学论断已被现代科学成果完全证实。恩格斯这一论断揭示了蛋白体与生命现象的关系,即蛋白体是生命的物质基础,生命是物质运动的特殊形式,是蛋白体的存在形式,这种存在形式的本质就是蛋白体与外部自然界不断地新陈代谢。根据近代科学资料与当代生物科学的观点,恩格斯所指的蛋白体,就是生物体内由蛋白质和核酸等组成的复合体系,生命现象的体现就是由蛋白质、核酸以及其他物质相关作用的结果。

蛋白质是生命活动过程中最重要的物质基础。自然界几乎所有的生物体都含有蛋白质,它是塑造一切生物体组织和细胞的最重要组成成分,也是生物体形态结构的物质基础,就是最简单的生物体,如某些病毒也是由蛋白质和核酸组成的核蛋白。在单细胞生物大肠杆菌中,每个菌体大约含有三千种不同的蛋白质。人体中含有十万种以上不同结构和功能的蛋白质分子,按总量计,蛋白质占人体干重的45%。

目前资料表明,自然界内可能存在着一百亿种蛋白质。正是由于如此多种多样的蛋白质存在,才使得整个自然界内的生物体表现出千差万别的功能活动和不同的生物个体。

(二) 蛋白质是生物体的功能性物质

蛋白质作为功能性物质,在生物体的生命活动中起着重要的功能。

1. 催化作用 细胞新陈代谢中几乎所有的化学反应都是由酶所催化的,而酶就是具有催化功能的蛋白质。至今发现的酶超过二千种,它们几乎都是蛋白质。

2. 调节作用 新陈代谢的调节是通过激素实现的,激素中的半数是蛋白质或多肽。

3. 运输作用 另一类蛋白质具有运输功能,如红细胞内的血红蛋白能运输氧气和二氧化碳;血浆内的载脂蛋白能运输脂类物质到其它器官;小肠粘膜细胞的细胞膜上的运输

蛋白质,能结合且运输糖、氨基酸和其它营养分子通过细胞膜到达细胞内。另外还有转运钙、铁、铜等离子为载体蛋白等。

4. 肌肉收缩作用 生物体的运动和形体改变离不开运动蛋白。如高等动物的肌肉收缩是由肌球蛋白和肌动蛋白相对滑动来实现的;组成微管的微管蛋白,使细菌或原生动物的鞭毛或纤毛运动。

5. 免疫作用 生物体对抗外来致病细菌或病毒侵害而起保护作用的免疫反应,是通过抗体实现的。抗体是由淋巴细胞产生的专一蛋白质,能识别、结合及中和有毒的细菌、病毒或外来蛋白质。

6. 遗传信息的调控 核酸遗传信息的表达受蛋白质和其它因素的制约,如组蛋白、非组蛋白等。

7. 血液凝固 血液内的凝血蛋白质有血纤维蛋白原和凝血酶,当血管系统损伤时,在它们作用下发生凝血现象。

此外,生物膜组分上的蛋白质也具有多种功能。高等动物的记忆、识别等方面都与蛋白质的功能有关;还有一些具有特殊功能的蛋白质,例如存在于非洲一种植物上的甜味蛋白,南极上某些鱼类血浆中的抗冻蛋白等。

二、蛋白质的组成

蛋白质是生物高分子化合物,具有重要的生物学意义,因此认识蛋白质的组成是理解蛋白质结构、性质和功能的基础。

(一) 蛋白质的元素组成

通过对获得的各种不同蛋白质结晶进行元素分析,发现各种蛋白质的元素组成都很相似。它们都含有碳、氢、氧、氮大量元素以及少量的硫,有些蛋白质还含有微量的磷、铁、铜、锌、钼、钴、碘等元素。各元素所占比例如下:

碳 50%~56% 氢 6%~8% 氧 19%~24% 氮 15%~18% 硫 0~4%

值得注意的是,所有蛋白质含氮量都比较接近,平均值约为 16%。它是凯氏(Kjeldahl)定氮法测定生物样品中蛋白质含量的计算基础,一般测出样品中的含氮量就可计算出样品中蛋白质含量,这里一克氮相当于 6.25 克蛋白质。

(二) 氨基酸单位

蛋白质结构复杂,分子量大,对于蛋白质化学组成的研究早在一百多年前就开始了。当时对蛋白质的水解研究提供了蛋白质组成极有价值的资料。通常采用的水解方法有酸、碱、酶水解,水解的最终产物是一群低分子量的简单有机化合物——各种不同的 α -氨基酸。现已证明氨基酸是组成蛋白质的基本单位,生物体内蛋白质的种类虽然繁多,但都是由 20 种 α -氨基酸组成的。

三、蛋白质的分类

蛋白质种类繁多、结构复杂、功能多样,在生物科学的发展过程中,曾经出现过各种分类方法,但都有其不足之处。为了有助于了解蛋白质全貌,现介绍几种方法。

(一) 根据蛋白质的分子形状将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) 分子形式近球状或椭球状,溶解度高,能结晶。大多数蛋白质属此类,如血红蛋白、卵清蛋白、血清蛋白、各种酶蛋白等。

2. 纤维状蛋白质(fibrous protein) 分子形状类似纤维,极不对称。根据溶解性又可分为两类:

(1)可溶性纤维状蛋白质,如血纤维蛋白原等。

(2)不可溶性纤维状蛋白质,如胶原蛋白、弹性蛋白、角蛋白、丝心蛋白等。

(二) 根据蛋白质的组成成分,可分为简单蛋白(单纯蛋白)、结合蛋白两类

1. 简单蛋白(单纯蛋白) 此类蛋白水解产物全部是 α -氨基酸,生物体内许多蛋白质都属此类。依溶解性、热凝性等理化性质可分为下列几类:

(1)清蛋白 广泛分布于动、植物体内,溶于纯水和稀盐、稀酸、稀碱溶液,不溶于饱和硫酸铵溶液。常见的有血清清蛋白、卵清清蛋白、乳清蛋白等。

(2)球蛋白 动、植物体内均有分布,不溶于水或微溶于水,溶于稀酸、稀碱以及稀盐中,半饱和硫酸铵可沉淀析出。如血清球蛋白、大豆球蛋白、免疫球蛋白、肌球蛋白、卵清球蛋白等。

(3)谷蛋白 为一类植物蛋白质,存在于植物种子中,不溶于水,溶于稀酸或稀碱溶液,受热不凝固。如米精蛋白、麦精蛋白、玉米谷蛋白等。

(4)醇溶蛋白 存在于植物种子中,溶于70%~80%的乙醇中,还可溶于稀酸或稀碱溶液,不溶于水。这类蛋白含谷氨酰胺达到40%,是食品工业制造味精的原料。例如大麦胶蛋白、麦胶蛋白、玉米胶蛋白等。

(5)精蛋白 分子量较小,结构较简单,溶于水及酸性溶液,遇热不凝固,分子中碱性氨基酸较多,分子呈碱性。常见的有鱼精蛋白。

(6)组蛋白 溶于水及稀酸性溶液,分子量小,结构简单,含组氨酸、赖氨酸较多,呈弱碱性,它与核酸结合成核蛋白存在于动物体中。如小牛胸腺组蛋白等。

(7)硬蛋白 不溶于水、酸、碱、盐溶液中,性质稳定,不易被蛋白酶水解,存在于毛、发、角、爪、筋、骨等组织中,在人体及动物体中起支撑与保护作用。常见的有胶原蛋白、角蛋白、蚕丝丝心蛋白、弹性蛋白等。

2. 结合蛋白 结合蛋白由单纯蛋白部分和非蛋白部分结合而成,其中非蛋白部分称为辅基。依据辅基的不同,结合蛋白质可分为六类。

(1)核蛋白 由简单蛋白质与核酸结合而成。由组蛋白、非组蛋白与DNA组成的脱氧核糖核蛋白是染色质的组分;由多种蛋白质与RNA组成的核糖核蛋白(核糖体)存在于细胞质中,是蛋白质合成的场所。某些病毒也是纯粹的核蛋白。

(2)色蛋白 由简单蛋白与其它色素辅基结合而成。色蛋白种类多,如以铁卟啉为辅基的血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素等;叶绿素是以含镁卟啉为辅基的色蛋白;黄素是辅基(如FMN、FAD)中含核黄素的一类色蛋白。

(3)糖蛋白 由简单蛋白质与氨基多糖为辅基结合而成。一般根据氨基多糖含量小于蛋白质含量的叫糖蛋白,反之叫做蛋白多糖。氨基多糖又称粘多糖,由己糖、氨基己糖、糖醛酸、唾液酸、醋酸和硫酸等组成。各种粘多糖之间组分差别很大。

糖蛋白广泛存在于多种生物体中,人体及高等动物的皮肤、肌腱、软骨、血液、粘液、唾液等都含有糖蛋白。

(4)脂蛋白 由蛋白质与脂类物质结合而成。存在于生物膜及动物血浆中,生物膜脂

蛋白中以磷脂为主,还有少量胆固醇。血浆脂蛋白中含有甘油三酯、磷脂、固醇等。

(5)磷蛋白 蛋白质分子和磷酸结合形成。一般是磷酸与蛋白质分子中侧链带有羟基的氨基酸残基(如苏氨酸、丝氨酸)以酯键结合。常见的有胃蛋白酶、酪蛋白、卵黄磷蛋白等。

(6)金属蛋白 蛋白质直接和金属结合形成。如运铁蛋白、铜兰蛋白、钙结合蛋白等,许多蛋白质都含少量的金属。

(三)根据蛋白质功能分为活性蛋白和非活性蛋白两大类

活性蛋白包括酶蛋白、激素蛋白、运输和贮存蛋白、运动蛋白、防御蛋白、受体蛋白、控制生长与分化蛋白、膜蛋白、毒蛋白等;非活性蛋白包括胶原蛋白、弹性蛋白、丝心蛋白、网硬蛋白等。

第二节 蛋白质的基本单位——氨基酸

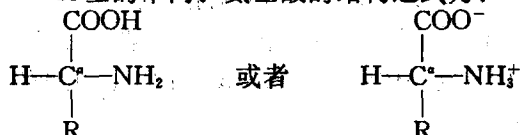
在酸、碱或酶作用下,蛋白质逐级水解,最终产物是氨基酸(amino acid)。

蛋白质→蛋白胨→多肽→小肽→二肽→氨基酸

组成蛋白质的氨基酸有 20 种,第一个氨基酸天冬氨酸 1806 年发现,苏氨酸在 1938 年被最后发现。

一、氨基酸的结构

20 种氨基酸除脯氨酸外,其余 19 种氨基酸在结构上均有一个共同特征,即在 α -碳原子上都有一个游离的羧基和一个游离的氨基,因而称为 α -氨基酸。它们之间的差别在于其侧链结构——R 基的不同。氨基酸的结构通式为:



从结构通式中,可以看出除 R 基为氢的甘氨酸外,其余 α -氨基酸分子中的 α -碳原子均为不对称原子,即 α -碳上所连接的四个原子或基团互不相同。由此可见, α -氨基酸具有旋光性和立体异构构型。

旋光性指 α -氨基酸溶液可使偏振光左旋(一)或右旋(+).由于 α -碳原子的不对称性, α -氨基酸有 D 型、L 型两种异构体。通常与甘油醛的 D 型、L 型比较来命名 D 型和 L 型氨基酸。

