

生物化学教程

主 编 崔耀宗

副主编 吕灿群 王茂音



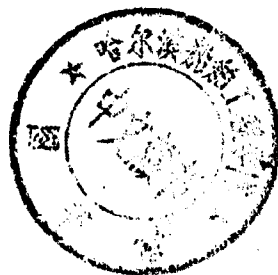
中国科学技术大学出版社

857664

生物化学教程

主 编 崔耀宗

副主编 吕灿群 王茂音



中国科学技术大学出版社

1992·合肥

[皖]新登字08号

2175/61
24



生物化学教程

主编 崔耀宗

副主编 吕烂群 王茂音

中国科学技术大学出版社出版

(安徽省合肥市金寨路96号, 邮政编码: 230026)

安徽省金寨县印刷厂印刷

安徽省新华书店发行

开本: 787×1092/16 印张: 17.625 字数: 437千

1992年4月第1版 1992年4月第1次印刷

印数: 1—8000册

ISBN7-312-00338-9/Q·6 定价: 7.90元

前 言

自1903年生物化学形成一门新的学科以来,迄今已有88年的历史。为了揭开生命现象的本质,生物化学已成为生物科学家和医学家普遍感兴趣的一个领域,研究工作发展迅速,特别是近20年来,由于高新科技的发展,对生命物质如酶、蛋白质和核酸等生物大分子的结构及其生物学功能的研究不断深入,取得了惊人的进展,积累了丰富的资料。生物化学已作为学习生物科学和医学的重要基础理论课程。

鉴于目前尚无适用于高等医学院校专科生使用的生物化学教材,因此,由皖南医学院和安徽医科大学发起,联系国内一些地区医学院校的生物化学教师,共同协作编写一本内容简明、充实和取材新颖的《生物化学教程》新教材,供高等医学院校专科生使用,并可作为本科生教学的纲要。

本书编写者由各单位学术造诣较深及教学经验丰富的同志担任。初稿完成后,经互相审阅,广泛征求修正意见,最后由主编负责内容的增删,文字的修饰,使全书章节顺当,概念清楚,名词统一,格调一致。

全书共分十六章,包括四个方面的内容。生物大分子物质包括蛋白质、酶及核酸,详细介绍其分子结构及其理化性质,并从分子水平上阐述结构与功能的联系。其中核酸化学与核苷酸代谢合编成一章,便于教学与学习。物质代谢、生物能量学及代谢调节是生物化学的重要内容,比较详细地说明了各种代谢途径及机体生命现象的特征。核酸是遗传学的基础,包括生物遗传学中心法则即复制、转录和翻译的最新进展,并介绍基因工程的概念和高新科技方面的内容。医学生化包括血液生化、肝胆生化、水与无机盐代谢及酸碱平衡,叙述临床疾病与生化变化之间的联系。营养是人体健康的根本保证,所以,最后列出营养生化一章,对人体需要的营养素加以全面系统地论述。本书特点是以基础生物化学为主,医学生物化学为辅,构成生物化学教材的一个完整体系。

现在《生物化学教程》由中国科技大学出版社出版,向全国发行。我们诚恳地渴望采用本书的医学院校师生们及广大读者提出批评和意见,将于再版时加以充实和修改,使本书逐渐地达到完善。

崔耀宗

1991.3

目 录

第一章 蛋白质与多肽的化学

第一节 蛋白质与多肽的基本结构	1
一、蛋白质的元素组成	1
二、蛋白质的构件分子—— α -氨基酸	1
三、肽键与多肽链	6
四、蛋白质的一级结构	7
第二节 蛋白质的空间构象	7
一、蛋白质的二级结构	7
二、蛋白质的三级结构	9
三、蛋白质的四级结构	10
第三节 蛋白质的理化性质	11
一、蛋白质的胶体性质	11
二、蛋白质的两性解离与等电点	12
三、蛋白质的沉淀	12
四、蛋白质的变性	13
第四节 蛋白质的分类	13
一、按蛋白质的组成分类	14
二、按蛋白质的形状分类	14
三、按蛋白质的功能分类	15
第五节 蛋白质的分离、纯化及结构分析	15
一、蛋白质的分离与纯化的一般原则与方法	15
二、多肽链的氨基酸顺序分析	16

第二章 酶

第一节 酶促反应的特点	21
一、酶的催化效率高	21
二、酶的催化作用的高度专一性(特异性)	21
三、酶的不稳定性	22
四、酶活力的调控	22
第二节 酶的组成及结构与功能	22
一、酶的分子组成	22
二、酶的分子结构形式	24
三、酶原的激活	25
四、同工酶	26
五、酶催化作用的基本原理	26

第三节 酶促反应的动力学	28
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	28
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	29
三、温度对酶促反应速度的影响	29
四、pH对酶促反应速度的影响	30
五、抑制剂对酶促反应速度的影响	30
六、激动剂对酶促反应速度的影响	32
第四节 酶的分类、命名及其在临床上的应用	33
一、酶的分类	33
二、酶的命名	33
三、酶在临床上的应用	34
第三章 糖的代谢	
第一节 糖的消化与吸收	37
一、糖的分类	37
二、糖的消化	37
三、单糖的吸收	38
第二节 糖的无氧分解	38
一、糖酵解的途径	38
二、糖酵解过程的调节	41
三、糖酵解的生理意义	42
第三节 糖的有氧氧化及三羧酸循环	43
一、丙酮酸氧化脱羧反应	43
二、三羧酸循环	43
三、糖有氧氧化的生理意义	46
第四节 磷酸戊糖途径	47
一、磷酸戊糖途径的反应过程	47
二、磷酸戊糖途径的生理意义	48
第五节 糖原的合成与分解及糖异生作用	49
一、糖原的合成与分解	49
二、糖异生作用	50
第六节 血糖及其调节	52
一、血糖的来源和去路	52
二、血糖浓度的调节	52
三、高血糖与糖尿病	54
四、葡萄糖耐量与耐糖曲线	54
第四章 生物氧化	
第一节 概述	57
一、生物氧化的概念	57
二、生物氧化的方式和特点	57

三、生物氧化的酶类	58
第二节 生物氧化过程中水的生成	59
一、呼吸链的组成及其作用机制	59
二、呼吸链	62
第三节 生物氧化中能量的生成与转变	64
一、低能键与高能键	64
二、ATP 的生成及调节	64
三、高能磷酸键的转移、储存和利用	67
第四节 线粒体外氧化体系	67
一、微粒体氧化体系	68
二、过氧化物酶氧化体系	68
第五节 二氧化碳的生成	69
一、 α -脱羧反应	69
二、 β -脱羧反应	69
第五章 脂肪的代谢	
第一节 脂肪的消化与吸收	71
一、脂肪的消化	71
二、脂肪的吸收	71
第二节 脂肪的分解代谢	71
一、脂肪动员	71
二、甘油代谢	72
三、脂肪酸 β -氧化	72
四、酮体的生成及利用	75
第三节 甘油三酯的合成代谢	77
一、软脂酸的生物合成	78
二、脂肪酸碳链的延长	80
三、不饱和脂肪酸的合成	80
四、脂肪的合成	80
第四节 不饱和脂肪酸的重要衍生物——前列腺素、血栓素、白三烯	81
一、结构	81
二、合成及生理功用	82
第六章 类脂与血浆脂蛋白的代谢	
第一节 胆固醇的代谢	85
一、食物胆固醇的吸收	85
二、胆固醇的合成代谢	86
三、胆固醇的转化与排泄	88
第二节 磷脂的代谢	89
一、甘油磷脂的消化和吸收	89
二、甘油磷脂的合成代谢	89

三、甘油磷脂的分解代谢	91
四、磷脂与脂肪肝	92
第三节 血浆脂蛋白的代谢	92
一、血脂	92
二、血浆脂蛋白的分类与组成	93
三、血浆脂蛋白的降解	94
四、血浆脂蛋白的异常	97
第七章 蛋白质的代谢	
第一节 蛋白质的消化、吸收和腐败	99
一、蛋白质的消化	99
二、氨基酸的吸收	100
三、肠中蛋白质的腐败作用	101
第二节 氨基酸的分解代谢	102
一、氨基酸的脱氨基作用	103
二、氨的代谢	106
三、 α -酮酸的代谢	110
第三节 几种特殊的氨基酸代谢	111
一、氨基酸的脱羧基作用	111
二、一碳单位的代谢	114
三、含硫氨基酸的代谢	117
四、芳香族氨基酸的代谢	119
第八章 核酸的化学与核苷酸的代谢	
第一节 核酸的组成	123
一、核酸的基本组成成分	123
二、核酸的构件分子——单核苷酸	125
三、重要的单核苷酸	126
第二节 核酸的分子结构	127
一、DNA 的分子结构	128
二、RNA 的分子结构	131
三、核酸的变性、复性及杂交	134
第三节 核苷酸的代谢	135
一、嘌呤核苷酸的代谢	136
二、嘧啶核苷酸的代谢	138
三、脱氧核糖核苷酸的合成	139
第四节 核苷酸的代谢与医学的关系	141
一、先天性缺陷所造成的代谢异常	141
二、一些代谢拮抗物的作用机理	142
第九章 遗传分子的复制与转录	
第一节 DNA 的生物合成	146

一、DNA 的半保留复制	147
二、反向转录	150
三、DNA 的损伤与修复	151
第二节 RNA 的生物合成	152
一、DNA 指导的 RNA 合成(转录)	153
二、RNA 指导的 RNA 合成(RNA 复制)	156
第三节 基因工程	157
一、基本概念	157
二、基因工程的主要步骤	158
三、基因工程在医学上的应用	159
第十章 蛋白质的生物合成	
第一节 参与蛋白质生物合成的物质	162
一、核酸类物质	162
二、有关的酶和其它因子	164
第二节 蛋白质生物合成的过程	165
一、氨基酸的活化与转运	165
二、肽链合成的过程	165
第三节 影响蛋白质生物合成的因素	169
一、血红素对血红蛋白合成的调节	169
二、干扰素对蛋白质合成的影响	170
三、抗菌素对蛋白质合成的影响	170
第十一章 物质代谢的调节	
第一节 概述	172
一、物质代谢调节的意义	172
二、代谢调节的基本方式	172
第二节 细胞内酶的调节	172
一、生物膜的通透性与代谢的调节	172
二、酶的变构调节	173
三、酶的化学修饰调节	175
四、酶含量的调节	177
第三节 细胞间的激素调节	177
一、激素受体	177
二、激素受体的分类	178
三、膜受体——cAMP 作用模式	178
四、其它膜受体激素的作用	179
五、细胞内受体的作用模式	181
第十二章 血液	
第一节 血液的化学成分	184
一、正常人血液的化学成分	184

二、血液非蛋白含氮化合物·····	184
三、血浆蛋白质·····	185
四、免疫球蛋白·····	186
第二节 血液凝固和纤维蛋白溶解·····	188
一、血液凝固·····	188
二、纤维蛋白溶解·····	191
第三节 红细胞的代谢·····	192
一、血红蛋白的生物合成·····	192
二、铁的代谢·····	194
三、成熟红细胞的代谢特点·····	195
第四节 血红蛋白在气体运输中的作用·····	196
一、氧的运输·····	197
二、CO ₂ 的运输·····	199
第十三章 肝胆生化	
第一节 肝脏在物质代谢中的特殊作用·····	202
第二节 肝脏的生物转化·····	203
一、生物转化的概念·····	203
二、生物转化的反应类型·····	203
三、影响生物转化作用的因素·····	206
第三节 胆汁与胆汁酸·····	208
一、胆汁的组成·····	208
二、胆汁酸的代谢与功能·····	208
第四节 胆色素代谢·····	212
一、胆红素的生成和转运·····	212
二、血清胆红素与黄疸·····	215
第十四章 水与无机盐代谢	
第一节 人体内体液的含量、分布与组成·····	219
一、体液的含量与分布·····	219
二、体液的电解质组成·····	220
第二节 水的平衡·····	222
一、水的生理功用·····	222
二、体内水分的来源·····	222
三、体内水分的排出·····	223
第三节 钠、钾、氯的代谢·····	224
一、电解质的生理功用·····	224
二、钠与氯的代谢·····	225
三、钾的代谢·····	225
第四节 水与电解质平衡的调节·····	227
一、抗利尿激素·····	227

二、醛固酮·····	229
第五节 钙、磷代谢·····	230
一、体内钙磷的含量、分布及其生理功用·····	230
二、钙磷的吸收与排泄·····	231
三、血钙与血磷·····	232
四、骨和牙·····	233
五、钙磷代谢的调节·····	234
第十五章 酸碱平衡	
第一节 体内酸性及碱性物质的来源·····	239
一、酸性物质的来源·····	239
二、碱性物质的来源·····	240
第二节 体内酸碱平衡的调节·····	240
一、血液的缓冲系统及其在酸碱平衡中的缓冲作用·····	240
二、肺在酸碱平衡调节中的作用·····	242
三、肾脏在酸碱平衡调节中的作用·····	242
第三节 判断酸碱平衡状态的常用生化指标·····	245
一、血液 pH 值·····	245
二、血液二氧化碳分压(PCO_2)·····	245
三、血浆二氧化碳结合力(CO_2 ·CP)·····	245
四、标准碳酸氢盐 and 实际碳酸氢盐·····	246
五、缓冲碱·····	246
六、碱剩余和碱缺失·····	246
第四节 酸碱平衡失调·····	248
第十六章 营养生化	
第一节 概论·····	249
一、营养学的发展·····	249
二、食物营养素·····	249
第二节 能量与基础代谢·····	251
一、能量代谢的概念·····	251
二、基础代谢·····	252
三、供能物质·····	252
第三节 食物蛋白质的营养价值·····	253
一、机体的氮平衡·····	253
二、蛋白质的生理需要量·····	254
三、蛋白质营养价值与必需氨基酸·····	254
四、食物蛋白质的互补作用·····	254
第四节 无机元素与微量元素·····	254
一、无机元素·····	254
二、微量元素·····	255

第五节 维生素.....	258
一、概述.....	258
二、脂溶性维生素.....	259
三、水溶性维生素.....	262

第一章 蛋白质与多肽的化学

人体内每个细胞都是一个有生命的单位。细胞是由蛋白质、核酸、糖类、脂类、无机盐类和水等物质有机地组合而成的，其中以蛋白质和核酸等高分子物质最为重要。这些高分子物质一部分溶解于胞液中，一部分则组合成超分子物质，如核蛋白体、染色质、生物膜等，并构成各种亚细胞结构。

生物体内蛋白质的含量最为丰富，约占整体干重的45%。蛋白质的种类繁多，单细胞生物如大肠杆菌体内约含有三千多种不同的蛋白质，复杂的人体内蛋白质种类约含有十万种。它们的结构差异而赋予多种多样的特殊功能，如酶、激素、转运蛋白、收缩蛋白以及结缔组织和骨骼的基质均为蛋白质。所以为了探讨生命的化学，必须首先了解蛋白质与多肽的化学组成与结构，在此基础上才能进一步阐明蛋白质的功能。

第一节 蛋白质与多肽的基本结构

一、蛋白质的元素组成

自然界中，虽然蛋白质的种类繁多，但蛋白质的元素组成都很相近。它们都含有碳(50%~55%)、氢(6%~8%)、氧(19%~24%)、氮(13%~19%)、硫(0%~4%)。有些蛋白质含有磷，少数蛋白质含有铁、铜、锰、锌、钴、钼等金属元素，个别蛋白质含有碘。

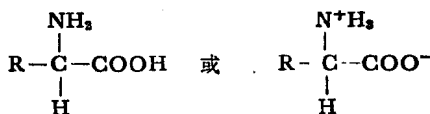
大多数蛋白质的氮含量约为16%左右，即16g蛋白质氮相当于100g蛋白质。因为生物组织中绝大部分氮元素都存在于蛋白质中，所以采用经典的凯氏(Kjeldahl)定氮法测定样品中的氮量，即可按下式大致计算出样品中蛋白质的含量：

$$\text{每克样品中氮的克数} \times 6.25 \times 100 = 100\text{g 样品中蛋白质的含量(g\%)}$$

二、蛋白质的构件分子—— α -氨基酸

(一) 出现在蛋白质分子中的氨基酸

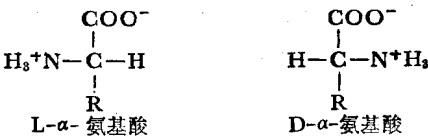
蛋白质用酸、碱或酶进行完全水解，可以产生许多小分子物质，经分离、鉴定均为 α -氨基酸，即一个羧酸的 α 碳上连接一个氨基($-\text{NH}_2$)和一个羧基($-\text{COOH}$)。所以 α -氨基酸是蛋白质的构件分子。实验证明， α -氨基酸无论是固体状态或在水溶液中都以兼性离子(两性离子)形式存在，即在同一个氨基酸分子上具有带正电荷的氨基($-\text{N}^+\text{H}_3$)和带负电荷的羧基($-\text{COO}^-$)。 α -氨基酸的结构通式如下：



式中：R代表氨基酸的侧链，R不同，就构成不同的氨基酸。

除甘氨酸外，其余所有的 α -氨基酸的 α 碳原子均为不对称碳原子，都具有旋光性，即存

在分子的手性，因此有两种构型，即D型和L型。自然界中，虽然存在有 D- α -氨基酸和 L- α -氨基酸，但天然蛋白质分子中的氨基酸都是 L- α -氨基酸，其构型表示如下：



作为蛋白质组分的氨基酸共有20种，但有些蛋白质分子中亦出现其它氨基酸，这是由于蛋白质在细胞内合成后，其中某些氨基酸发生了转变，如肽链内或肽链之间两个半胱氨酸的巯基(—SH)氧化成二硫键(—S—S—)，连接成胱氨酸；脯氨酸经羟化成羟脯氨酸；赖氨酸经羟化成羟赖氨酸。

蛋白质分子中的氨基酸可按其侧链的结构作如下的分类：

1. 脂肪族氨基酸 包括甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸。
2. 羟基氨基酸 包括丝氨酸和苏氨酸。
3. 芳香族氨基酸 包括苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸。
4. 酸性氨基酸及其酰胺 包括天冬氨酸、谷氨酸及天冬酰胺、谷氨酰胺。
5. 碱性氨基酸 包括赖氨酸、精氨酸和组氨酸。
6. 含硫氨基酸 包括半胱氨酸和蛋氨酸。
7. 亚氨基酸 包括脯氨酸。
8. 其它氨基酸 包括胱氨酸、羟脯氨酸和羟赖氨酸。

现将氨基酸的分类、结构及等电点(pI)列于表1.1。

表 1.1 蛋白质分子中氨基酸分类

名 称 与 符 号	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{COO}^- \\ \\ \text{N}^+\text{H}_3 \end{array}$	pK_a			pI
	R--	—COOH	—NH ₂	R	
脂肪族氨基酸甘氨酸(甘) Glycine(Gly, G)	H—	2.34	9.60		5.97
丙氨酸(丙) Alanine(Ala, A)	CH ₃ —	2.35	9.69		6.02
缬氨酸(缬) Valine (Val, V)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2.32	9.62		5.97
亮氨酸(亮) Leucine(Leu, L)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2.30	9.60		5.98
异亮氨酸(异亮) Isoleucine (Ile, I)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2.36	9.68		6.02
羟基氨基酸丝氨酸(丝) Serine(Ser, S)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2- \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2.21	9.15		5.68
苏氨酸(苏) Threonine (The, T)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{OH} \end{array}$	2.09	9.10		5.60
芳香族氨基酸苯丙氨酸(苯) Phenylalanine (Phe, P)		1.83	9.13		5.48

续表 1-1

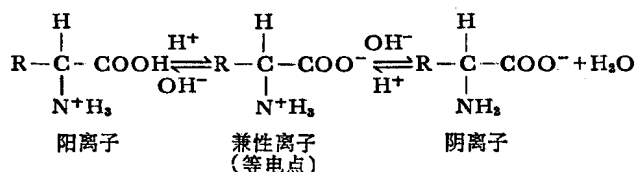
名称与符号	R—	α -COOH	α -NH ₂	R	pI
酪氨酸(酪) Tyrosine(Tyr. Y)		2.20	9.11	10.07	5.66
色氨酸(色) Tryptophan(Trp. W)		2.38	9.38		5.88
酸性氨基酸及其酰胺天冬氨酸(天) Aspartic acid (Asp. D)	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-$	2.01	9.93	3.80	2.91
天冬酰胺(天胺) Asparagine(Asn. N)	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-$	2.02	8.80		5.41
谷氨酸(谷) Glutamic acid(Glu. F)	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	2.13	9.76	4.31	3.22
谷氨酰胺(谷胺) Glutamine(Gln. Q)	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	2.17	9.13		5.65
碱性氨基酸赖氨酸(赖) Lysine (Lys. K)	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{N}^+\text{H}_3}{\text{CH}_2}-\text{CH}_2-$	2.18	8.95	10.53	9.74
精氨酸(精) Arginine (Arg. R)	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{NH}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	2.17	9.04	12.48	10.76
组氨酸(组) Histidine(His. H)		1.82	9.17	6.00	7.59
含硫氨基酸半胱氨酸(半胱) Cysteine (Cys. C)	$\text{HS}-\text{CH}_2-$	1.91	10.36	8.24	5.07
蛋氨酸(蛋) Methionine (Met. M)	$\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ CH_3	2.28	9.21		5.74
亚氨基酸脯氨酸(脯) Proline (Pro. p)		1.95	10.64		6.30
其它氨基酸羟赖氨酸(羟赖) Hydrolylysine (Lys-OH)	$\text{H}_3^+\text{N}-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	2.13	8.62	9.67	9.15
胱氨酸(胱) Cystine	$\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-$				
羟脯氨酸(羟脯) Hydroproline(Pro-OH)		1.92	9.73		5.83

(二) 氨基酸的理化性质

氨基酸是无色结晶体。熔点很高, 大多数氨基酸熔点在 200℃ 以上。易溶于水及极性溶剂如乙醇等, 而不溶于非极性溶剂如苯、丙酮、乙醚等。

1. 氨基酸的两性解离与等电点

(1) 两性解离 氨基酸既含有氨基又含有羧基, 它可以接受质子, 又可以释放质子, 所以氨基酸为两性电解质。氨基酸以兼性离子状态存在。在溶液中因酸碱度的不同可以发生不同的解离作用。当加酸时, 由于 COO^- 基接受质子, 使氨基酸成为带正电荷的阳离子, 而加碱时, 则 N^+H_3 基释放质子, 使氨基酸成为带负电荷的阴离子。



(2) 等电点(pI) 某一种氨基酸在水溶液中常呈荷电状态, 当用酸或碱调节溶液至一定的 pH 值时, 氨基酸分子所带的正负电荷相等, 即净电荷为零, 呈兼性离子, 此时溶液的 pH 值即为该氨基酸的等电点, 以符号 pI 表示。

各种氨基酸都有其特定的等电点。一般地说, 对于含有一氨基一羧基的所谓中性氨基酸, 由于羧基的解离度大于氨基的解离度, 故这些中性氨基酸的等电点都在 pH6 左右; 碱性氨基酸等电点比较高, 大于 pH7.6; 酸性氨基酸等电点则相当低, 都在 pH3 左右。当溶液的 pH 值小于某种氨基酸等电点时, 则该氨基酸带正电荷, 若溶液的 pH 值大于等电点时, 则该氨基酸带负电荷。在电场的作用下, 呈兼性离子的氨基酸既不向阳极移动, 也不向阴极移动; 带正电荷的氨基酸则泳向阴极; 带负电荷的氨基酸则泳向阳极。

2. 芳香族氨基酸的紫外吸收光谱

芳香族氨基酸在 pH8 时对紫外光的吸收各有其特点, 其中以色氨酸吸收紫外光的能力最强, 其最大吸收峰值在 280nm 处, 而酪氨酸为 275nm, 苯丙氨酸为 258nm, 参看图 1.1。在生化实验室里常选用波长 280nm 作为紫外分光光度法检测蛋白质的含量。

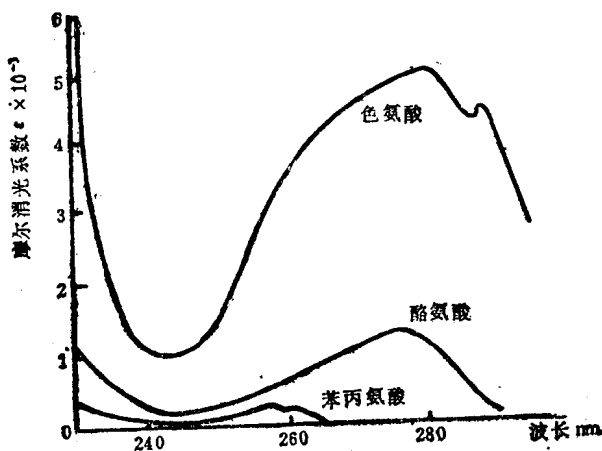
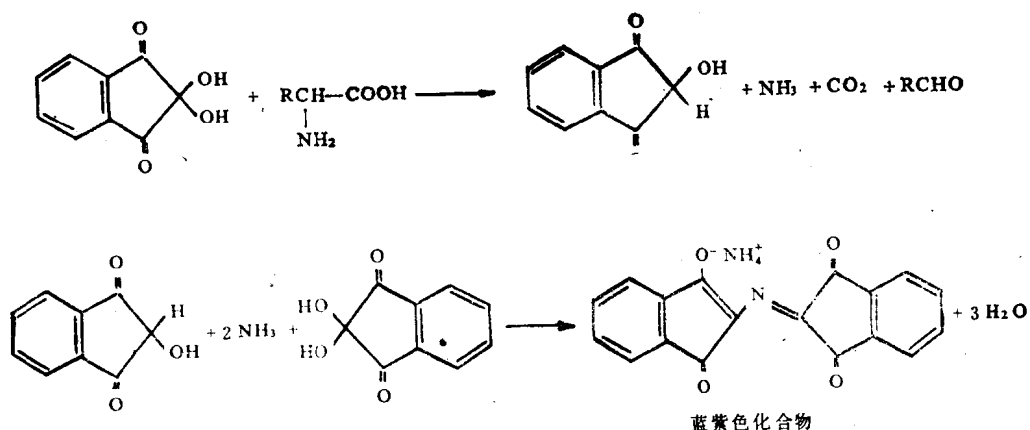


图 1.1 芳香族氨基酸的紫外吸收光谱

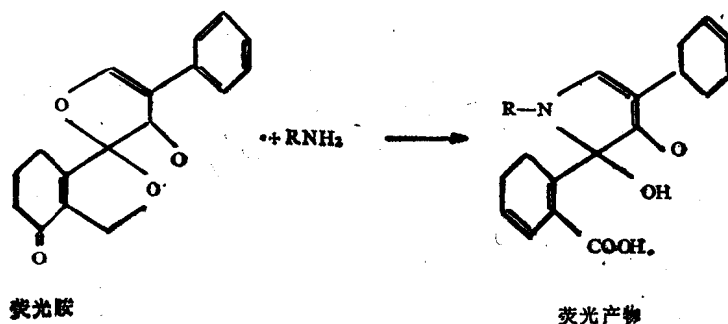
3. 氨基酸的呈色反应

氨基酸分子上除含有氨基和羧基外, 还含有其它特殊基团, 可以同特定的试剂作用, 产生各种不同的颜色。这里介绍几种呈色反应。

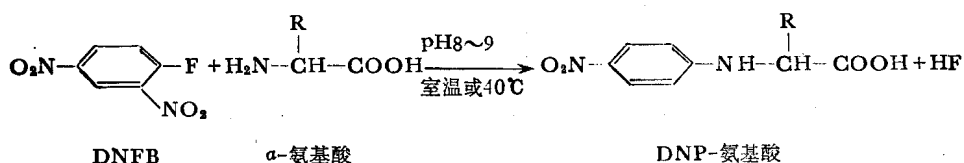
(1) 茚三酮反应 茚三酮与大多数氨基酸在 pH5.5 时置沸水中煮沸, 都可以产生紫色化合物, 但与脯氨酸反应, 生成黄色产物。



(2) 荧光胺反应 荧光胺与 α -氨基酸起反应，产生一种荧光物质。此反应非常灵敏，仅50pmol 氨基酸即可作荧光测定。



(3) 2,4-二硝基氟化苯反应 在弱碱性溶液中，氨基酸的 α -氨基与2,4-二硝基氟化苯(DNFB)作用，生成2,4-二硝基苯氨基酸，简称为DNP-氨基酸。



(4) 坂口(Sakaguchi)反应 在碱性溶液中，胍与 α -萘酚和次氯酸钠作用，生成红色产物，此反应用于测定精氨酸。

(5) 醛反应 (Ehrlich反应) 吡啶衍生物与对二甲氨基苯甲醛和硫酸作用，生成红紫色产物，此反应用于测定色氨酸。

(6) Pauly 反应 组氨酸和酪氨酸在碱性溶液中与重氮化对氨基苯磺酸作用，生成红色产物，此反应用于测定组氨酸。

(7) 酚试剂反应 酪氨酸的酚基与酚试剂中的磷钨钼酸反应，生成蓝色产物，此反应常用于蛋白质的比色测定。