



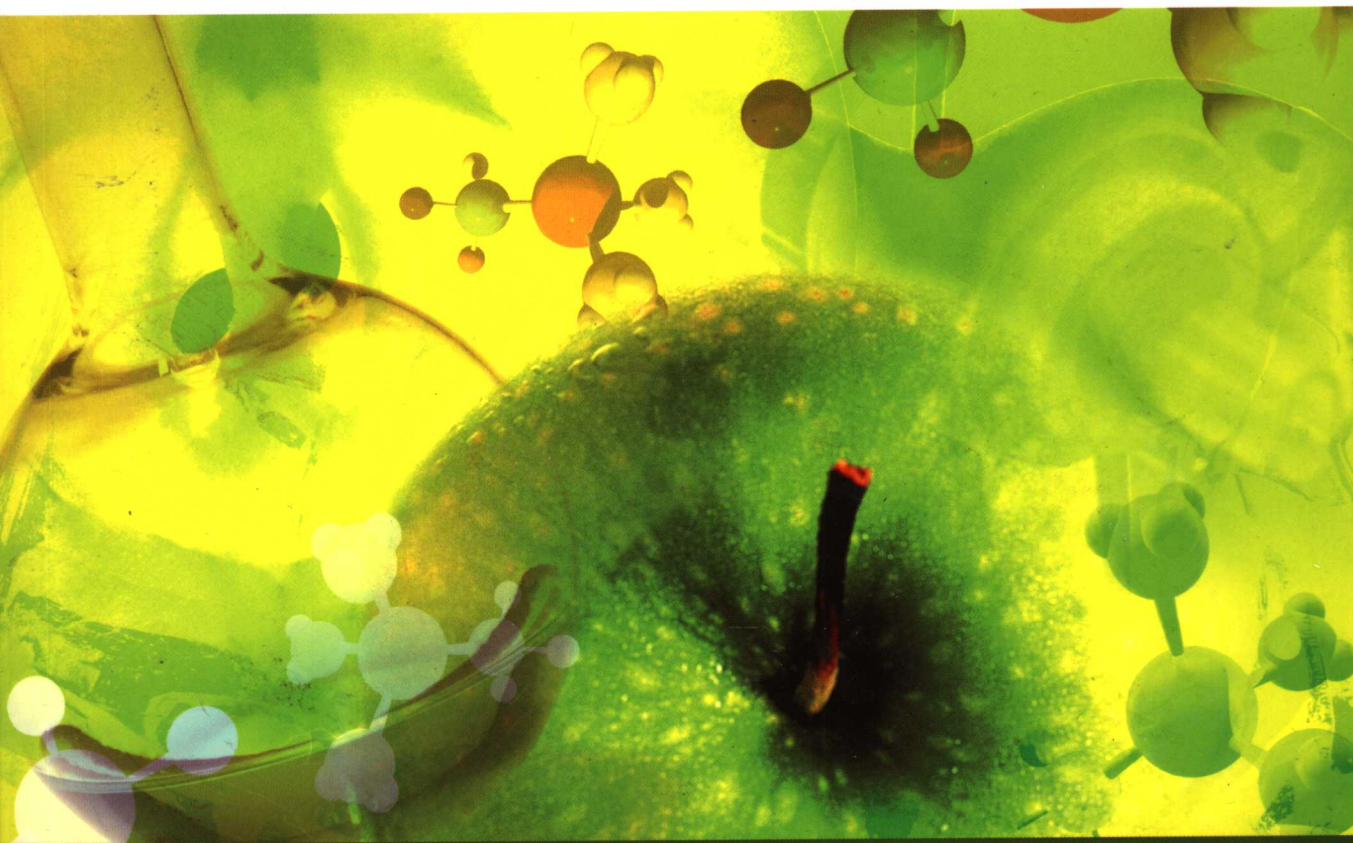
GAODENG XUEXIAO ZHUANYE JIAOCAI

• 高等学校专业教材 •

食品分子生物学

shipin fenzi shengwuxue

战宇 郑成 宁正祥 编著



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

高等学校专业教材

食品分子生物学

战宇 郑成 宁正祥 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品分子生物学/战宇主编. —北京:中国轻工业出版社, 2005. 9

高等学校专业教材

ISBN 7-5019-5040-7

I. 食... II. 战... III. 食品-分子生物学-高等学校-教材
IV. TS201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 087994 号

责任编辑:白洁 姚怀芝 责任终审:滕炎福 封面设计:刘鹏
版式设计:马金路 责任校对:李靖 责任监印:胡兵

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:三河市艺苑印刷厂

经销:各地新华书店

版次:2005年9月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.75

字数:403千字

书号:ISBN 7-5019-5040-7/TS·2911

定价:28.00元

读者服务部邮购热线电话:010—65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010—65141375 65128898

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换
50481J4X101ZBW

前 言

本书是专为轻化工类、生物类和食品科学类专业的学生编写的教科书。可供各类大专院校轻化工、生物和食品科学等专业学生作试用教材,也可供其他专业学生及研究生、教师和科技工作者参考。

本书以人和食物的关系为中心,对食品分子生物学的基础理论知识进行了全面和系统的介绍,讲述问题主要包括九个方面:

一、蛋白质分子生物学 生物分子氨基酸、蛋白质的结构、性质、生物合成与降解、加工与营养功能。

二、酶分子生物学 酶的特性、催化机理、酶催化动力学、酶反应辅助因素等。

三、糖类分子生物学 糖类生物分子的结构、生物化学特性、糖类生物分子的生物合成与降解、加工营养功能、褐变与食品色香味。

四、脂类分子生物学 脂类生物分子的生物化学特性、生物合成与降解、生理活性脂类、食用油脂的生产与加工。

五、核酸分子生物学 核酸的结构与功能、核苷酸及其衍生物类的制备和生理活性、核酸代谢分子生物学、遗传工程等。

六、细胞分子生物学 生物细胞及细胞器、生物膜的结构与功能。

七、食物毒素分子生物学 食用植物、蕈类、贝类、鱼类和微生物毒素的种类、结构和毒理学,以及脱毒方法等。

各章内容自成体系,力求在阐述基本理论知识的基础上,尽可能反映现代食品科学的新进展。

编者
于广州

目 录

第一章 氨基酸分子生物学	(1)
第一节 氨基酸的种类及理化特性	(1)
一、氨基酸的分类	(1)
二、蛋白质的稀有氨基酸	(4)
三、非蛋白质氨基酸	(4)
四、氨基酸的酸碱性质	(5)
五、氨基酸的吸收光谱	(5)
六、氨基酸的溶解度、旋光性和味感	(5)
七、氨基酸的化学反应	(6)
第二节 氨基酸的生物合成	(10)
一、还原性氨基化作用	(10)
二、氨基转移作用	(10)
三、氨基酸的相互转化作用	(11)
第三节 氨基酸的分解	(11)
一、氨基酸的脱氨基作用	(11)
二、氨基酸的转氨基作用	(13)
三、联合脱氨基作用	(14)
四、氨基酸的脱羧基作用	(15)
五、氨基酸碳骨架的氧化途径	(15)
六、含氮排泄物的形成	(16)
第二章 蛋白质分子生物学	(18)
第一节 蛋白质的化学组成与分类	(18)
一、蛋白质的化学组成	(18)
二、蛋白质的分类	(18)
第二节 肽	(19)
第三节 蛋白质的结构	(20)
一、蛋白质的一级结构	(20)
二、蛋白质的二级结构	(20)
三、蛋白质的三级结构	(24)
四、蛋白质的四级结构	(26)
第四节 蛋白质的性质	(26)
一、蛋白质的胶体性质	(26)
二、蛋白质的沉淀	(26)

三、蛋白质的两性解离及等电点	(27)
四、蛋白质的变性	(27)
五、蛋白质的颜色反应	(27)
第五节 蛋白质的生物功能	(28)
第六节 蛋白质的生物合成	(29)
一、蛋白质合成体系的组成	(29)
二、蛋白质的合成过程	(31)
三、蛋白质合成后的定向输送与修饰	(32)
第七节 蛋白质的生物降解	(33)
一、蛋白酶类	(33)
二、蛋白质的消化吸收	(34)
三、食品蛋白质的营养价值	(35)
第八节 蛋白质代谢的调节	(37)
一、遗传的控制	(37)
二、酶的控制	(38)
三、激素的调节	(38)
第九节 蛋白质的食品功能性质	(38)
一、水化性质	(38)
二、黏度	(39)
三、凝胶作用	(40)
四、乳化性质	(40)
五、起泡性质	(41)
六、风味结合性质	(42)
七、组织化	(42)
八、面团形成	(43)
第十节 食品中的蛋白质	(43)
一、肉类蛋白质	(43)
二、胶原和明胶	(43)
三、乳蛋白质	(44)
四、种子蛋白质	(44)
五、单细胞蛋白	(46)
第十一节 蛋白质的分离制备及改性	(46)
一、蛋白质的分离制备	(46)
二、蛋白质的改性	(47)
第十二节 食品加工对蛋白质的影响	(48)
一、热处理	(48)
二、碱处理	(49)
三、冷冻加工	(49)

四、脱水与干燥	(50)
五、辐射	(50)
第三章 酶分子生物学	(51)
第一节 酶的催化性质	(51)
一、酶是生物催化剂	(51)
二、酶的化学本质	(52)
第二节 酶的分类	(52)
第三节 酶的专一性	(55)
一、绝对专一性	(55)
二、相对专一性	(55)
三、立体专一性	(55)
第四节 影响酶反应速度的因素	(55)
一、底物浓度的影响	(56)
二、酶浓度的影响	(58)
三、温度的影响	(58)
四、pH 的影响	(58)
五、酶原的激活和激活剂	(59)
六、酶的抑制作用和抑制剂	(59)
第五节 酶的作用机理	(61)
一、底物和酶诱导楔合形成转变态	(61)
二、酶使底物分子中的敏感键发生“变形”而易于断裂	(61)
三、共价催化	(61)
四、酸碱催化	(62)
五、酶活性中心是低介电疏水区域	(62)
六、提供电子跃迁连续能级而降低反应活化能	(62)
第六节 多酶体系和调节酶	(62)
一、多酶体系	(63)
二、多酶体系的自我调节	(63)
三、别构酶	(63)
四、共价调节酶	(64)
第七节 同功酶和诱导酶	(65)
一、同功酶	(65)
二、结构酶和诱导酶	(65)
第八节 抗体酶和核糖酶	(65)
一、酶与抗体——抗体酶	(65)
二、核糖酶	(66)
第九节 酶工程	(67)
一、化学酶工程	(67)
二、生物酶工程	(68)

第十节 酶的分离提纯及活力测定	(68)
一、酶的分离提纯	(68)
二、酶活力的测定	(69)
第十一节 辅酶和维生素	(70)
一、硫胺素和羧化辅酶	(71)
二、核黄素和黄素辅酶	(71)
三、泛酸和辅酶 A	(72)
四、烟酰胺、烟酸和辅酶	(73)
五、吡哆醇和脱羧辅酶	(74)
六、生物素和羧基生物素	(75)
七、叶酸和叶酸辅酶	(75)
八、维生素 B ₁₂ 和 B ₁₂ 辅酶	(76)
九、维生素 C	(76)
十、硫辛酸	(77)
第十二节 酶促褐变	(78)
一、酶促褐变的机理	(78)
二、酶促褐变的控制	(79)
第十三节 酶在食品工业中的应用	(80)
一、酶对食品感官质量的影响	(81)
二、酶活性的控制	(82)
三、酶在食品分析和加工中的应用	(83)
第四章 糖类分子生物学	(86)
第一节 单糖	(86)
一、单糖的结构	(86)
二、单糖的物理性质和化学性质	(88)
三、重要的单糖	(93)
四、单糖的重要衍生物	(94)
第二节 寡糖	(94)
一、双糖	(94)
二、三糖	(96)
三、四糖	(96)
第三节 多糖	(97)
一、淀粉	(97)
二、糖原	(98)
三、菊糖	(98)
四、纤维素	(99)
五、半纤维素	(100)
六、果胶物质	(100)
七、甲壳质	(101)

八、肽聚糖·····	(101)
九、菌壁酸(磷壁酸质)·····	(102)
十、脂多糖·····	(103)
十一、黏多糖类·····	(104)
第四节 糖类的膳食利用·····	(105)
第五节 糖类的合成与降解·····	(106)
一、光合作用·····	(106)
二、蔗糖的生物合成与降解·····	(107)
三、淀粉、糖原的生物合成与降解·····	(107)
四、纤维素等的生物合成与降解·····	(111)
第六节 糖类的中间代谢·····	(111)
一、糖酵解和发酵·····	(111)
二、三羧酸循环·····	(113)
三、磷酸己糖旁路·····	(116)
四、糖醛酸途径·····	(117)
五、乙醛酸循环·····	(118)
六、糖异生作用·····	(118)
第七节 糖代谢的调节·····	(119)
一、调节血糖水平的细胞化学和物理机制·····	(119)
二、神经系统对血糖浓度的直接控制·····	(120)
三、激素对血糖调节机理的间接控制·····	(120)
第八节 单糖与低聚糖的食品性质与功能·····	(121)
一、物理性质与功能·····	(121)
二、化学性质与功能·····	(125)
三、取代蔗糖·····	(128)
四、保健低聚糖类·····	(129)
第九节 多糖的食品性质与功能·····	(134)
一、多糖的结构与功能·····	(134)
二、淀粉·····	(135)
三、果胶物质·····	(141)
四、纤维素·····	(143)
五、半纤维素·····	(144)
六、食品胶·····	(145)
七、功能性多糖·····	(148)
第十节 非酶褐变·····	(149)
一、羰氨反应·····	(149)
二、焦糖化褐变作用·····	(151)
三、抗坏血酸褐变作用·····	(152)
四、非酶褐变对食品质量的影响·····	(152)

五、非酶褐变的控制·····	(153)
第五章 脂类分子生物学 ·····	(155)
第一节 三脂酰甘油类·····	(155)
一、脂肪酸·····	(156)
二、三脂酰甘油的类型·····	(158)
三、三脂酰甘油的理化性质·····	(158)
第二节 磷脂类·····	(160)
一、磷酸甘油酯·····	(160)
二、鞘氨醇磷脂类·····	(163)
第三节 结合脂类·····	(164)
一、糖脂类·····	(164)
二、脂蛋白类·····	(165)
第四节 简单脂类·····	(166)
一、萜类·····	(166)
二、类固醇类·····	(167)
第五节 脂类在机体内的消化、吸收和储存·····	(169)
第六节 脂类的生物合成·····	(170)
一、甘油的生物合成·····	(170)
二、脂肪酸的生物合成·····	(170)
三、三酰甘油的生物合成·····	(173)
四、磷脂的生物合成·····	(173)
五、胆固醇的生物合成·····	(174)
第七节 脂类的降解·····	(174)
一、脂肪的水解·····	(174)
二、脂肪酸的氧化分解·····	(175)
三、磷脂的降解·····	(177)
四、胆固醇的降解和转变·····	(178)
第八节 脂代谢的调节·····	(178)
第九节 食用油脂的生产与加工·····	(179)
一、油脂的提取·····	(179)
二、油脂的精制·····	(180)
三、油脂的改性·····	(181)
第十节 食用油脂在加工和贮存过程中的变化·····	(182)
一、油脂的水解·····	(182)
二、油脂的酸败·····	(182)
三、油脂在高温下的化学变化·····	(186)
第十一节 常见食用油脂·····	(188)
一、油炸油·····	(188)
二、氢化油·····	(188)

三、速食油·····	(188)
四、起酥油·····	(189)
五、黄油·····	(189)
六、可可脂代用品·····	(189)
七、调和油·····	(190)
第六章 核酸分子生物学 ·····	(191)
第一节 核苷酸·····	(191)
一、核苷酸的结构·····	(191)
二、核苷酸的性质·····	(194)
三、核苷酸类物质的制备及应用·····	(195)
第二节 脱氧核糖核酸(DNA) ·····	(196)
一、DNA 的碱基组成 ·····	(196)
二、DNA 的一级结构 ·····	(196)
三、DNA 的二级结构 ·····	(197)
四、DNA 的三级结构 ·····	(199)
第三节 核糖核酸(RNA) ·····	(199)
一、RNA 的类型 ·····	(199)
二、RNA 的碱基组成 ·····	(200)
三、RNA 的结构 ·····	(200)
第四节 核酸的理化性质 ·····	(201)
一、核酸的黏度·····	(201)
二、核酸的紫外吸收·····	(201)
三、核酸的酸碱性质·····	(202)
四、核酸的变性、复性及杂交 ·····	(202)
第五节 核蛋白体·····	(202)
一、病毒·····	(202)
二、染色质·····	(203)
第六节 核酸的合成代谢·····	(203)
一、核苷酸的生物合成·····	(203)
二、核酸的生物合成·····	(206)
第七节 核酸的分解代谢·····	(208)
一、核酸的分解·····	(208)
二、核苷酸的降解代谢·····	(208)
第八节 遗传工程·····	(210)
一、DNA 的限制酶图谱 ·····	(210)
二、基因载体·····	(211)
三、DNA 重组技术 ·····	(211)
第七章 生物氧化 ·····	(212)
第一节 高能磷酸化合物·····	(212)

一、高能磷酸化合物的类型·····	(212)
二、ATP 的特殊作用·····	(213)
三、磷酸肌酸和磷酸精氨酸的贮能作用·····	(214)
第二节 呼吸链·····	(215)
一、呼吸链的概念·····	(215)
二、呼吸链电子传递的顺序·····	(215)
三、电子传递抑制剂·····	(216)
四、呼吸链的多型性·····	(216)
第三节 氧化磷酸化作用·····	(218)
一、磷酸化的部位·····	(218)
二、解偶联作用·····	(219)
三、氧化磷酸化作用的机理·····	(219)
第四节 物质代谢的相互关系·····	(219)
第五节 物质代谢的调节和控制·····	(220)
一、细胞内调节·····	(220)
二、激素的调节·····	(223)
三、神经的调节·····	(224)
四、环境条件对代谢过程的影响·····	(224)
第八章 激素和脂溶性维生素·····	(225)
第一节 动物激素·····	(225)
一、内分泌腺·····	(225)
二、内分泌腺激素·····	(227)
第二节 植物激素·····	(229)
一、植物生长素·····	(229)
二、赤霉素·····	(229)
三、细胞分裂素·····	(229)
四、脱落酸·····	(230)
五、乙烯·····	(230)
第三节 激素的作用原理·····	(230)
一、cAMP 级联放大作用·····	(230)
二、磷酸肌醇级联放大作用·····	(231)
三、酶的激活作用·····	(231)
四、基因表达作用·····	(232)
第四节 细胞内信使·····	(232)
一、磷酸肌醇级联放大作用的细胞内信使 IP_3 和 DAG·····	(232)
二、细胞内信使钙调蛋白(Ca M)和 Ca^{2+} ·····	(234)
第五节 脂溶性维生素·····	(235)
一、维生素 A·····	(235)
二、维生素 D·····	(236)

三、维生素 E	(237)
四、维生素 K	(238)
五、辅酶 Q	(238)
第九章 细胞分子生物学	(239)
第一节 细胞的一般结构	(239)
一、原核细胞	(239)
二、真核细胞	(240)
第二节 细胞的化学组成	(242)
第三节 细胞壁	(243)
一、原核生物的细胞壁	(243)
二、植物细胞壁	(243)
三、动物细胞的细胞外壳	(243)
第四节 生物膜	(244)
一、生物膜的组分与结构	(244)
二、生物膜的功能	(246)
第五节 细胞液	(247)
一、细胞液的结构	(247)
二、细胞液的化学组成	(247)
三、细胞液的功能	(247)
第六节 细胞核	(248)
第七节 细胞器	(248)
一、内质网	(248)
二、核糖体	(248)
三、线粒体	(248)
四、质体	(250)
五、液泡系	(250)
六、高尔基体	(252)
七、微管与微丝	(252)
第十章 食物毒素分子生物学	(254)
第一节 天然食物毒素分子生物学	(254)
一、植物性和蕈类食品中的毒素	(254)
二、动物性食品中的毒素	(260)
第二节 微生物毒素分子生物学	(261)
一、霉菌毒素	(262)
二、细菌毒素	(265)
参考文献	(267)

第一章 氨基酸分子生物学

蛋白质是以氨基酸为基本单位的生物大分子,是动物、植物和微生物细胞中最重要的有机物质之一,是生命存在的形式。蛋白质的相对分子质量非常大,但是用酸水解后,蛋白质分子产生一系列相对分子质量低的简单有机化合物—— α -氨基酸,构成蛋白质的 α -氨基酸共有20种。

第一节 氨基酸的种类及理化特性

蛋白质中存在的20种氨基酸,除脯氨酸外,在其 α 碳原子上都有一个自由的羧基及一个自由的氨基;由于脯氨酸的 α -氨基被取代,它实际上是一种 α -亚氨基酸。此外,每种氨基酸都有一个特殊的R基团。

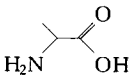
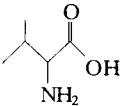
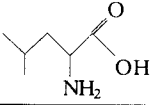
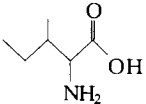
一、氨基酸的分类

根据R基团的极性,一般可将氨基酸分为四类:①非极性或疏水;②极性但不带电荷;③在pH 7中带负电荷;④在pH 7中带正电荷。这种分类法在说明不同氨基酸在蛋白质中的功能很有意义。

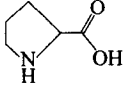
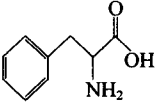
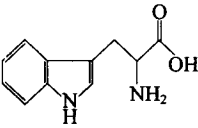
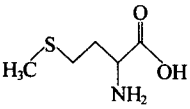
1. 具有非极性或疏水性R基团的氨基酸

这类氨基酸共有八种,其中五种具有脂肪烃侧链(丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸及脯氨酸),两种具有芳香环(苯丙氨酸及色氨酸),一种含硫氨基酸(甲硫氨酸或称蛋氨酸)。这类氨基酸在水中的溶解度比极性氨基酸小。

表 1-1 具有非极性或疏水性R基团的氨基酸

氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	pI	$\Delta G'_{\text{R基}^*}$
丙氨酸(Ala)		2.34	9.69	6.02	3.10
缬氨酸(Val)		2.34	9.62	5.97	7.05
亮氨酸(Leu)		2.36	9.60	5.98	10.10
异亮氨酸(Ile)		2.36	9.68	6.02	12.40

续表

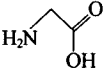
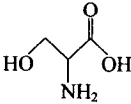
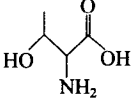
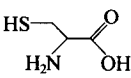
氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	pI	$\Delta G'_{\text{R基}}^*$
脯氨酸(Pro)		1.99	10.60	6.30	10.85
苯丙氨酸(Phe)		1.83	9.13	5.48	11.10
色氨酸(Trp)		2.38	9.39	5.89	12.55
甲硫氨酸(Met)		2.28	9.21	5.75	5.45

* $\Delta G'_{\text{R基}}$ 为侧链疏水性(乙醇 $\rightarrow$ 水),单位为 kJ/mol。下同。

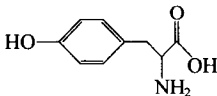
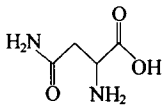
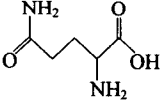
2. 具有极性不带电荷 R 基团的氨基酸

这类氨基酸比疏水性氨基酸易溶于水,它们所含的极性 R 基团能形成氢键。丝氨酸、苏氨酸及酪氨酸的极性是由羟基提供的,而天冬酰胺和谷氨酰胺的极性则是其酰胺基引起的。半胱氨酸的极性来自其巯基($-\text{SH}$)。天冬酰胺和谷氨酰胺分别是天冬氨酸和谷氨酸的酰胺化合物,它们极易为酸碱所水解,缩写符号 Asx 及 Glx 分别代表天冬氨酸和天冬酰胺之和及谷氨酸与谷酰胺之和。如果酰胺含量不清楚时,可用 Asx 及 Glx 表示。甘氨酸虽然不带有 R 基团,但由于其带电荷的氨基和羧基占了整个分子的大部分,具有明显的极性,所以也归入此类。

表 1-2 具有极性不带电荷 R 基团的氨基酸

氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	$pK' - \text{R}(\Delta G'_{\text{R基}})$	pI
甘氨酸(Gly)		2.34	9.60	(0)	5.97
丝氨酸(Ser)		2.21	9.15	(0.17)	5.68
苏氨酸(Thr)		2.63	10.43	(1.85)	6.53
半胱氨酸(Cys)		1.71	8.33	10.78 (SH) (4.20)	5.02

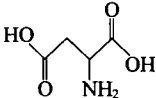
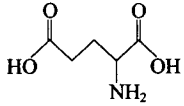
续表

氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	$pK' - R(\Delta G'_{R\text{基}})$	pI
酪氨酸 (Tyr)		2.20	9.11	10.07 (OH) (12.00)	5.66
天冬酰胺 (Asn)		2.02	8.8	(-0.04)	5.41
谷氨酰胺 (Gln)		2.17	9.13	(-0.4)	5.65

3. R 基团带负电荷的氨基酸

这类氨基酸在 pH 7.0 时具有净的负电荷,它们都含有第二个羧基。谷氨酸的钠盐就是调味用的味精。

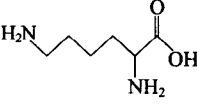
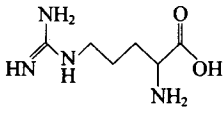
表 1-3 R 基团带负电荷的氨基酸

氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	$pK' - R(\Delta G'_{R\text{基}})$	pI
天冬氨酸 (Asp)		2.09	9.82	3.86 ($\beta - \text{COOH}$) (2.25)	2.97
谷氨酸 (Glu)		2.19	9.67	4.2 ($\gamma - \text{COOH}$) (2.30)	3.22

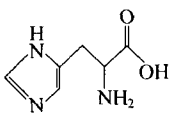
4. R 基团带正电荷的氨基酸

在这类氨基酸中 R 基团在 pH 7.0 时带有正电荷。赖氨酸在其脂肪链的位置上带有第二个氨基。精氨酸带有正电荷的胍基,而组氨酸带有弱碱性的咪唑基。在 pH 6.0 时组氨酸 50% 以上的分子带电荷,而在 pH 7.0 时带正电荷的分子少于 10%。

表 1-4 R 基团带正电荷的氨基酸

氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	$pK' - R(\Delta G'_{R\text{基}})$	pI
赖氨酸 (Lys)		2.18	8.95	10.53 ($\epsilon - \text{NH}_3$) (6.25)	9.74
精氨酸 (Arg)		2.17	9.04	12.48 (胍基) (3.10)	10.76

续表

氨基酸名称	分子式	$pK' - \text{COOH}$	$pK' - ^+\text{NH}_3$	$pK' - \text{R}(\Delta G'_{\text{R基}})$	pI
组氨酸(His)		1.82	9.17	6.00 (咪唑基) (2.10)	7.59

二、蛋白质的稀有氨基酸

除去上述 20 种氨基酸外,有一些蛋白质的水解液中含有少数其他氨基酸,这些都是正常氨基酸的衍生物,其中有 4-羟基脯氨酸,存在于纤维蛋白、胶原以及某些植物蛋白中(如烟草细胞壁的糖蛋白)。在胶原的水解液中也分离出 5-羟基赖氨酸。 N -甲基赖氨酸存在于肌球蛋白中,另一个重要的特有氨基酸是 γ -羧基谷氨酸,存在于凝血酶原及某些具有结合离子功能的其他蛋白质中。锁链素(一种赖氨酸的衍生物,其中央的吡啶环结构由 4 个赖氨酸分子的侧链组成)则仅在弹性蛋白中发现。从甲状腺蛋白中分离出 3,5-二碘酪氨酸和甲状腺素等,他们都是酪氨酸的衍生物,稀有氨基酸都是从肽链中的正常氨基酸前体经过化学修饰产生的。含稀有氨基酸的蛋白质多具有较强的生物活性。

三、非蛋白质氨基酸

除去蛋白质的 20 种普通氨基酸及少数稀有氨基酸外,已发现有 150 多种其他氨基酸,存在于各种细胞及组织中,呈游离状态或者结合状态,但并不存在于蛋白质中,所以称为非蛋白质氨基酸。它们大多数是蛋白质中存在的 α -氨基酸的衍生物,但是也发现有 β -、 γ -、或 δ -氨基酸。某些非蛋白质氨基酸呈 D-构型,如细菌细胞壁中存在的 D-谷氨酸和 D-丙氨酸。

有些非蛋白氨基酸在代谢上作为重要的前体或中间产物,例如, β -丙氨酸是维生素泛酸的前体,瓜氨酸及鸟氨酸是合成精氨酸的前体, γ -氨基丁酸是神经传导的化学物质。有些非蛋白质氨基酸如高丝氨酸及刀豆氨酸,在氮素运转及贮藏上有一定作用。

植物含有非常多的非蛋白氨基酸,对动物和微生物都有一定的生理活性。有些具有极特殊的结构,这些植物氨基酸如刀豆氨酸、黎豆氨酸及 β -氰丙氨酸对其他生物是有毒的。现在一般认为非蛋白氨基酸是植物的次生代谢物质。植物生长的时间愈长,富集的次生代谢物质就愈多,次生代谢物质的结构就愈复杂,对其他生物的生理活性也就愈强。中草药的主要药效成分都是植物次生代谢物。

一些非蛋白氨基酸的分子结构如下:

