



21世纪高职高专畜牧兽医专业系列教材

21世纪高职高专畜牧兽医专业系列教材

DONGWU SHENGWU HUAXUE

# 动物生物化学

刘伟 主编

河南科学技术出版社

21世纪高职高专畜牧兽医专业系列教材

# 动物生物化学

刘伟 主编

河南科学技术出版社

·郑州·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

动物生物化学/刘伟主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2007. 1  
(21 世纪高职高专畜牧兽医专业系列教材)  
ISBN 978 - 7 - 5349 - 3517 - 6

I. 动… II. 刘… III. 动物学: 生物化学 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 146791 号

---

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

责任编辑: 申卫娟 樊丽

责任校对: 柯娇

封面设计: 张伟

版式设计: 栾亚平

印刷: 郑州文华印务有限公司

经销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185mm × 260mm 印张: 14.5 字数: 334 千字

版次: 2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—3 500

定价: 25.00 元

---

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

# 《21 世纪高职高专畜牧兽医专业系列教材》

## 编委会名单

主 任 郭长华

副主任 张晓根 于 洋 王汉民

编 委 (以姓氏笔画为序)

王胜利 丑武江 乐 涛 朱金凤

刘万平 刘太宇 闫慎飞 汪德刚

欧阳素贞 罗国琦 赵 聘

## 《动物生物化学》编写人员名单

主 编 刘 伟  
副主编 程 丰 杨艳玲 薄 涛  
编 者 (以姓氏笔画为序)  
邓奇志 刘 伟 张玉科  
张丽霞 杨艳玲 程 丰  
季建莉 薄 涛

# 前 言

---

为贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神，紧紧围绕《高职高专畜牧兽医类专业人才培养指导方案》，按照以综合素质为基础、以能力为本位、以就业为导向的方针，充分反映新知识、新技术、新方法，结合各地教学改革及课程设置具体情况，在高等农业院校教学委员会指导下，我们编写了《21世纪高职高专畜牧兽医专业系列教材》。本套教材立意新颖，注重实用，增加了实验内容，强化了理论和实践相结合。

本教材以能力教育为基本出发点，立足于培养有较宽知识面和较强职业技能的高素质的高职高专人才为指导思想，针对全国畜牧兽医高职专业学生教材紧缺的实际情况，结合畜牧兽医专业（兽医专业、动物防疫检疫专业、兽药生产与检测专业）的教学大纲而进行编写的。由于分子生物科学发展迅速，在满足专业基础要求之外，还将一些新知识和新技术融于教材中，使它能更好地适应当前畜牧业发展的需要。

我们在教材编审过程中，紧扣教学大纲，力求贯彻农业职业教材“突出能力为本位，以学生为主体”的改革精神，培养与社会主义现代化要求相适应的、具有综合职业能力的应用型专门人才的指导方针，在教材系统性、科学性的前提下，突出针对性、实用性、实效性，精选教学内容，对基本理论、基础知识、思考题、实训指导等，注重联系实际，以提高教材的科学性、启发性、先进性和适应性，使教材在一定程度上体现了本学科的新水平，以便更能适应畜牧业的快速发展。

本教材的编写人员是：辽宁医学院畜牧兽医学院刘伟，辽宁医学院成教学院张玉科，辽宁职业学院薄涛，信阳农业高等专科学校程丰，商丘职业技术学院畜牧兽医系杨艳玲，新疆农业职业技术学院动物科技学院季建莉，河南省南阳农业学校邓奇志，安阳工学院生物学院张丽霞。

本教材由刘伟主编。在教材编写过程中，收到了许多兄弟院校提出的宝贵意见和建议，同时参阅并应用了相关书籍的图表，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中疏漏和错误之处，恳请广大师生和读者给予批评指正。

编者

2006年11月

# 目 录

绪论 .....	(1)
一、生物化学的概念、研究的对象和任务 .....	(1)
二、生物化学的发展 .....	(2)
三、动物生物化学的发展动态 .....	(2)
四、动物生物化学与畜牧兽医专业的关系 .....	(3)
第一章 蛋白质与核酸化学 .....	(4)
第一节 蛋白质的分子组成 .....	(4)
一、蛋白质的元素组成 .....	(4)
二、蛋白质的基本结构单位 ——氨基酸 .....	(5)
三、氨基酸的理化性质 .....	(7)
第二节 蛋白质的分子结构 .....	(8)
一、肽键与多肽链 .....	(8)
二、蛋白质的一级结构 .....	(8)
三、蛋白质的空间结构 .....	(9)
四、蛋白质的结构与功能的关系 .....	(12)
第三节 蛋白质的理化性质和分类 .....	(13)
一、两性电离与等电点 .....	(13)
二、胶体性质 .....	(14)
三、变性 .....	(14)
四、沉淀和凝固 .....	(14)
五、蛋白质的颜色反应 .....	(15)
六、蛋白质的分类 .....	(16)
第四节 核酸的化学组成 .....	(16)
一、核酸的元素组成 .....	(16)
二、组成核酸的基本单位 ——核苷酸 .....	(18)
三、细胞内重要的游离核苷酸 .....	(19)
第五节 核酸的结构 .....	(21)
一、磷酸二酯键及核酸的一级 结构 .....	(21)
二、DNA 的分子结构 .....	(22)
三、RNA 的分类与分子结构 .....	(24)
第六节 核酸的理化性质 .....	(26)
一、一般性质 .....	(26)
二、紫外吸收 .....	(26)
三、核酸的变性、复性和杂交 .....	(27)
第二章 酶与维生素 .....	(29)
第一节 酶的一般概念 .....	(29)
一、酶是生物催化剂 .....	(29)
二、酶催化作用的特征 .....	(29)
三、酶的分类和命名 .....	(30)
第二节 酶的结构与功能 .....	(31)
一、酶的分子组成 .....	(31)
二、酶分子的结构 .....	(32)
三、酶的结构与功能的关系 .....	(33)



第三节 酶作用的基本原理 …… (34)	三、高能磷酸键的转移、储存和 利用 …… (64)
一、酶能降低反应的活化能 … (34)	
二、中间产物学说 …… (35)	<b>第四章 糖代谢</b> …… (66)
三、诱导契合学说 …… (35)	第一节 糖在动物体内的代谢概况 …………… (66)
<b>第四节 影响酶促反应的因素</b> … (36)	一、糖的生理功能 …… (66)
一、底物浓度对酶促反应的影响 …………… (36)	二、糖在动物体内的代谢动态 …………… (66)
二、酶浓度对酶促反应的影响 …………… (37)	三、血糖 …… (67)
三、温度对酶促反应的影响 … (37)	第二节 糖的分解代谢 …… (68)
四、pH 对酶促反应的影响 … (38)	一、多糖的消化和吸收 …… (68)
五、激活剂对酶促反应的影响 …………… (38)	二、糖的分解代谢 …… (70)
六、抑制剂对酶促反应的影响 …………… (39)	三、磷酸戊糖途径 …… (76)
<b>第五节 维生素和辅酶</b> …… (42)	第三节 糖的合成代谢 …… (77)
一、维生素的概念 …… (42)	一、糖异生作用 …… (77)
二、维生素的命名与分类 …… (42)	二、糖原的合成 …… (78)
三、水溶性维生素 …… (42)	<b>第五章 脂肪代谢</b> …… (80)
四、脂溶性维生素 …… (49)	第一节 概述 …… (80)
<b>第三章 生物氧化</b> …… (55)	一、脂类的生理功能 …… (80)
第一节 概述 …… (55)	二、脂类的储存、动员和运输 …………… (81)
一、生物氧化的概念 …… (55)	第二节 脂肪的分解代谢 …… (83)
二、生物氧化的特点 …… (55)	一、脂肪的水解 …… (83)
三、生物氧化的方式 …… (56)	二、甘油的氧化 …… (84)
第二节 生物氧化中二氧化碳的 生成 …… (56)	三、脂肪酸的分解代谢 …… (85)
一、直接脱羧 …… (56)	第三节 脂肪的合成 …… (89)
二、氧化脱羧 …… (57)	一、 $\alpha$ -磷酸甘油的合成 …… (89)
第三节 生物氧化中水的生成 … (57)	二、脂肪酸的合成 …… (89)
一、呼吸链的组成及作用机制 …………… (57)	三、脂肪的合成 …… (93)
二、动物体内重要的呼吸链 … (58)	第四节 类脂的代谢 …… (93)
三、胞液中 NADH 的氧化 …… (60)	一、磷脂的代谢 …… (93)
第四节 生物氧化中能量的生成与利用 …………… (61)	二、胆固醇的代谢 …… (94)
一、高能键与高能化合物 …… (61)	<b>第六章 蛋白质的分解代谢</b> …… (98)
二、ATP 的生成与利用 …… (62)	第一节 概述 …… (98)
	一、蛋白质的生理作用 …… (98)
	二、氮平衡 …… (99)
	三、必需氨基酸与蛋白质的营养 价值 …… (99)





四、氨基酸在体内的代谢概况 ..... (100)	六、蛋白质合成的调节 ..... (175)
第二节 氨基酸的一般代谢途径 ..... (101)	第四节 生物工程技术简介 ... (182)
一、氨基酸的脱氨基作用 ... (101)	一、DNA 核苷酸顺序测定 ... (182)
二、氨的代谢 ..... (104)	二、DNA 重组技术 ..... (183)
三、 $\alpha$ -酮酸的去处 ..... (108)	三、PCR 技术 ..... (187)
四、氨基酸的脱羧基作用 ... (109)	四、转基因技术 ..... (189)
第三节 某些重要氨基酸的代谢 ..... (112)	五、体细胞克隆技术 ..... (190)
一、一碳单位的代谢 ..... (112)	六、DNA 指纹技术 ..... (190)
二、含硫氨基酸的代谢 ..... (115)	七、人类基因组计划 ..... (192)
三、苯丙氨酸和酪氨酸的代谢 ..... (118)	八、蛋白质工程 ..... (193)
四、色氨酸代谢 ..... (119)	第八章 物质代谢的相互关系与调节 ..... (195)
五、肌酸代谢 ..... (119)	第一节 糖、脂、蛋白质和核酸代 谢的相互关系 ..... (195)
第七章 核酸与蛋白质的生物合成 ..... (121)	一、糖代谢和脂代谢的相互关系 ..... (195)
第一节 核酸的代谢 ..... (121)	二、糖代谢和蛋白质代谢的相互 关系 ..... (196)
一、核酸的降解 ..... (121)	三、蛋白质代谢和脂代谢的相互 关系 ..... (196)
二、核苷酸的分解 ..... (122)	四、核酸代谢和糖、脂、蛋白质 代谢的相互关系 ..... (196)
三、核苷酸的合成 ..... (124)	第二节 物质代谢的调节 ..... (198)
第二节 核酸的合成 ..... (132)	一、物质代谢调节的生理意义和 基本方式 ..... (198)
一、DNA 的生物合成 ..... (133)	二、细胞水平的代谢调节 ... (198)
二、RNA 的生物合成 ..... (150)	第三节 激素对物质代谢的调节 ..... (200)
第三节 蛋白质的生物合成 ... (156)	一、激素通过细胞膜受体调节 ..... (201)
一、RNA 在蛋白质合成中的作用 ..... (157)	二、激素通过细胞内受体调节 ..... (202)
二、蛋白质生物合成的过程 (翻译) ..... (165)	
三、真核生物蛋白质的合成 ... (171)	
四、蛋白质的加工与修饰 ... (172)	
五、蛋白质合成后的靶向输送 ..... (173)	

## 实践技能训练

第一部分 基本技能 ..... (203)	第二部分 实验内容 ..... (208)
-----------------------	-----------------------



实验一 脂肪转化为糖的检验 ..... (208)	实验五 氨基酸纸层析 ..... (216)
实验二 核酸的定量测定 (定 磷法) ..... (209)	实验六 蛋白质等电点的测定 ..... (218)
实验三 酶的特性实验 ..... (211)	实验七 酵母 RNA 的分离及组分 鉴定 ..... (219)
实验四 维生素 C 的定量测定	
主要参考文献 ..... (222)	

# 绪 论

## 学习要点

1. 了解生物化学的发展史，掌握生物化学的定义、研究内容及学习方法。
2. 了解生物化学与其他学科的关系，认识学习生物化学的重要意义。

## 一、生物化学的概念、研究的对象和任务

### (一) 生物化学的概念

生物化学是研究生命的化学的一门科学，简称生命的化学。它是以生物为对象，运用化学的原理和方法研究生物体物质的化学组成、生命活动过程中物质的化学变化规律及化学变化与生理功能的关系，阐明生命现象化学本质的科学。

### (二) 生物化学研究的对象和任务

1. 研究对象 生物化学以生物为研究对象。通常根据研究对象的不同又将生物化学分为动物生物化学、植物生物化学和微生物生物化学。

#### 2. 研究任务

(1) 关于生命有机体的化学组成、生物分子，特别是生物大分子的结构、相互关系及其功能。生物大分子是由小分子单体聚合而成的多聚体，如氨基酸-蛋白质、核苷酸-核酸、葡萄糖-淀粉等。生物大分子复杂的空间结构使它们具备了执行各种各样的生物学功能的能力，如生物催化、物质运输、信号传递、代谢调节以及遗传信息的储存、传递与表达等。

(2) 细胞中的物质代谢与能量代谢，或称中间代谢，也就是细胞中进行的化学过程。代谢分为合成代谢和分解代谢。合成代谢是将小分子的前体经过特定的代谢途径构建成较大的分子，并且消耗能量；分解代谢是将较大的分子经过特定的代谢途径，分解成小的分子并且释放出能量。在这个过程中，三磷酸腺苷(ATP)是能量转换和传递的中间体。合成代谢与分解代谢既相互联系，又彼此独立进行。

(3) 组织和器官机能的生物化学。生命有机体是一个统一协调的整体，任何组织



器官的形态结构、代谢方式都是以其化学组成和分子结构为基础的。在分子水平、细胞和组织水平，以及整体水平上全面、系统地认识动物组织器官生理机能，它们之间的联系、动物与环境相互作用的机制，同样也是生物化学的研究目的之一。

## 二、生物化学的发展

为认识生命现象、揭示生命本质，人类已经经历了漫长的历史过程，至今仍在不断探索。生物化学的发展大致可分为三个阶段。

### (一) 静态生物化学

从古代劳动人民的发明创造到法国著名化学家拉瓦锡阐明的呼吸过程的本质及其与氧化作用的关系，再到德国化学家李比希提出的酶，是化学物质等生物化学的萌芽时期。这一时期主要是分析和研究生物体的组成成分、性质和含量等。

### (二) 动态生物化学

20世纪20~50年代，这一时期主要是研究生物体内主要物质代谢转变过程，以及酶、维生素、激素等在代谢中的作用。

### (三) 机能生物化学

20世纪20~50年代至今，这一时期主要是研究生物大分子的结构、性质和功能，以及它们与生理功能之间的关系。

## 三、动物生物化学的发展动态

分子生物学的迅速发展从根本上改变了生命科学的面貌，也极大地丰富和扩展了生物化学的内涵。一方面，经典的生物化学原理不断得到验证；另一方面，人们对生命有机体中化学过程的认识不断更新和深化，现代生物化学的发展已经从各个方面融入了生命科学发展的主流之中。

目前，有关生物化学的研究主要集中在以下几个方面：

1. **生物大分子的结构、功能与相互作用** 研究大分子之间的相互作用；大分子结构模体和结构域的独特作用；生物大分子三维构象和对构象运动进行描述；蛋白质空间构象的正确折叠和“分子伴侣”的作用；磷酸化、酰基化等化学修饰作用对于蛋白质和酶在快速、高效传递代谢信息和调节基因表达中的机制；核酸与蛋白质的相互作用与基因表达的调节；催化核酸等。

2. **基因组学和蛋白质组学** “人类基因组计划”历经10个年头，在进入21世纪后不久宣布完成，人类基因组的解读为疾病的诊断、防治和新药的研究开发提供了有力的武器。科学家已绘制出40余种生物的基因组图谱，基因组的研究将进入功能基因组阶段，即确定基因结构与功能的应用阶段。

蛋白质组学作为后基因组时代生命科学新的研究领域正在崛起。它将一系列精细的技术，主要有2D-凝胶电泳、计算机图像分析、质谱、氨基酸测序和生物信息学结合起来，高质量地、综合地定量和鉴定蛋白质。建立蛋白质组的生物信息数据库，将为重



大病症的发生提供新的预警和诊断标志，并为新药的开发提供新的思路。

**3. 基因表达的调节** 1960年，F. Jacob和J. Monod发现细菌利用乳糖时，相关酶的基因表达时序受到严格的控制，于是提出了原核生物基因调节操纵子模型，开辟了对基因表达调节研究的新领域。真核生物基因表达的调控主要涉及核小体的重构、组蛋白的乙酰化、DNA的甲基化等化学修饰和DNA超螺旋的拓扑异构化；基因的调节也在转录后的加工、翻译和新生多肽链的化学修饰等各个层次上进行。这一领域的研究将最终揭开生命的进化、胚胎的分化、个体的生长、发育、繁殖、衰老、疾病和死亡之谜。

**4. 细胞信号的传导** 第二信使学说 cAMP、cGMP、IP<sub>3</sub>、DG、Ca<sup>2+</sup>等。G蛋白偶联系统 PKA、PKG、PKC、TPK 信号传导系统等。

**5. 生物工程学** 20世纪70年代，重组DNA技术诞生，人类可以按照自己的意愿改造遗传基因和操纵遗传过程。这个技术的规模化和工业化，就是基因工程，也称遗传工程。以基因工程技术为核心，与现代发酵工程、细胞工程、胚胎工程、酶工程、蛋白质工程等集合而成的生物工程学，已经和正在展现出其推动生产力发展的巨大潜力。

## 四、动物生物化学与畜牧兽医专业的关系

### （一）生物化学与畜牧兽医业生产的关系

生物化学是生物科学，如农学、医学、畜牧、兽医、水产等的基础学科之一。现代生物化学的理论和实验方法已经作为通用的“语言”与有力的“工具”被广泛用于生命科学的表述和研究之中。它与动物生理学、动物营养学、动物遗传学、动物繁殖学、药理学、动物病理学、微生物学、免疫学、动物疾病诊断学等学科有着不可分割的联系，因此学习和掌握生物化学的知识对于从事动物生产和动物的健康事业十分重要。

### （二）生物化学与畜牧兽医科学和生物科学的关系

生物化学是生命科学的基础，也是畜牧和兽医学科主要的专业基础课程，学好生物化学以及生物技术的基本原理是学好畜牧、兽医专业课程的保证。在畜牧方面，要科学地饲养动物、培育优良品种和改变遗传特征等；在兽医方面，要探讨疾病的病因、进行疾病的诊断和治疗等，都需要生物化学的基本理论与技术。



### 思考题

1. 叙述生物化学的定义。
2. 举例说明学习动物生物化学与畜牧兽医专业的关系。

# 第一章 蛋白质与核酸化学

## 学习要点

1. 了解蛋白质的元素组成、特点。
2. 掌握组成蛋白质的基本单位和氨基酸的理化性质。
3. 熟悉蛋白质的分子结构及其与功能的关系；掌握蛋白质的理化性质和分类。
4. 掌握核酸的化学组成、分子结构和理化性质。
5. 能初步进行核酸的定量测定（定磷法）的实验。

蛋白质和核酸是生命的主要物质基础。自然界有 150 多万种生物，它们都有蛋白质和核酸。蛋白质不仅是生物体的主要构成成分，而且在生命活动过程中起着十分重要的作用。如催化代谢反应的酶，对代谢起调节作用的某些激素等都是蛋白质。此外，躯体的运动、心肌的收缩、血液凝固、呼吸运动等都与蛋白质有关；核酸则是遗传的物质基础，与遗传信息的储存、传递及表达有关。因此，学习蛋白质及核酸化学是认识生命的开端。

## 第一节 蛋白质的分子组成

### 一、蛋白质的元素组成

自然界中，虽然蛋白质的种类繁多，但它们的元素组成很相近，都是由碳、氢、氧、氮、硫等元素组成。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。

与糖、脂肪比较，蛋白质元素组成的特点是含有氮。一般蛋白质的平均含氮量为 16%，即 1g 氮相当于 6.25g 蛋白质。生物组织中的氮元素绝大部分存在于蛋白质分子中，所以测定生物样品中蛋白质含量时，只要测出样品中的含氮量，就可大致算出样品



中蛋白质的含量。

## 二、蛋白质的基本结构单位——氨基酸

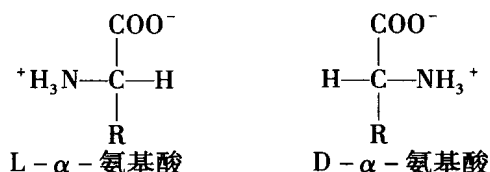
用强酸、强碱或一些蛋白水解酶类将蛋白质彻底水解得到的最终产物是氨基酸，所以氨基酸是蛋白质的基本结构单位。

### (一) 氨基酸的结构特点

组成自然界蛋白质的氨基酸有 20 种。这些氨基酸的结构虽然各不相同，但却有着共同的特点。

(1) 除脯氨酸为  $\alpha$ -亚氨基酸外，蛋白质水解所得到的氨基酸都是  $\alpha$ -氨基酸，氨基都连接在  $\alpha$ -碳原子上，R 称为氨基酸的侧链基团。

(2) 不同氨基酸在于 R 不同，除了 R 为 H 的甘氨酸外，其他氨基酸的  $\alpha$ -碳原子都是手性碳原子，具有旋光异构现象，存在 D-型和 L-型两种异构体。组成天然蛋白质的氨基酸均为 L-型。氨基位于  $\alpha$ -碳原子左侧，故称为 L- $\alpha$ -氨基酸（式中 R 为侧链）。



D- $\alpha$ -氨基酸不存在于蛋白质分子中，但某些微生物、植物体中含有。

### (二) 氨基酸的分类

在蛋白质分子结构中，氨基酸的侧链 R 基团在决定蛋白质性质、结构和功能上有重要作用，根据侧链基团的结构和性质可将 20 种氨基酸分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸和杂环氨基酸 3 类，其结构见表 1.1。

表 1.1 组成蛋白质的 20 种氨基酸

分类	氨基酸名称	三字符号	单字符号	中文简称	R 基化学结构	等电点
非极性氨基酸	丙氨酸 (alanine)	Ala	A	丙	$\text{H}_3\text{C}-$	6.02
	缬氨酸 (valine)	Val	V	缬	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	5.97
	亮氨酸 (leucine)	Leu	L	亮	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	5.98
	异亮氨酸 (isoleucine)	Ile	I	异亮	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	6.02



续表

分类	氨基酸名称	三字符号	单字符号	中文简称	R 基化学结构	等电点
非极性氨基酸	苯丙氨酸 (phenylalanine)	Phe	F	苯丙		5.48
	色氨酸 (tryptophan)	Trp	W	色		5.89
	蛋氨酸 (甲硫氨酸) (methionine)	Met	M	蛋 (甲硫)	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	5.75
	脯氨酸 (proline)	Pro	P	脯		6.30
不带电荷极性氨基酸	甘氨酸 (glycine)	Gly	G	甘	$\text{H}-$	5.97
	丝氨酸 (serine)	Ser	S	丝	$\text{HO}-\text{CH}_2-$	5.68
	苏氨酸 (threonine)	Thr	T	苏	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-$	6.16
	半胱氨酸 (cysteine)	Cys	C	半胱	$\text{HS}-\text{CH}_2-$	5.07
	酪氨酸 (tyrosine)	Tyr	Y	酪	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-$	5.66
	天冬酰胺 (asparagine)	Asn	N	天酰	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-$	5.41
	谷氨酰胺 (glutamine)	Gln	Q	谷酰	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	5.65
带正电荷极性氨基酸	组氨酸 (histidine)	His	H	组		7.59
	赖氨酸 (lysine)	Lys	K	赖	$\text{N}_3\overset{+}{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	9.47
	精氨酸 (arginine)	Arg	R	精	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{NH}_2}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	10.26
带负电荷极性氨基酸	天冬氨酸 (aspartic acid)	Asp	D	天冬	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-$	2.77
	谷氨酸 (glutamic acid)	Glu	E	谷	$-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	3.22





### 三、氨基酸的理化性质

#### (一) 氨基酸的两性电离及等电点

由于氨基酸分子既含有氨基、胍基、咪唑基等碱性基团，能发生碱式电离，成为阳离子；又含有羧基等酸性基团，能发生酸式电离，成为阴离子，所以是两性电解质。氨基酸在溶液中的解离方式取决于其所处溶液的酸碱度。在酸性环境中，酸性基团电离受抑制，氨基酸分子电离成为阳离子；在碱性环境中，碱性基团电离受到抑制，则电离成为阴离子。在某一 pH 的溶液中氨基酸解离成阴离子和阳离子的趋势及程度相等，成为兼性离子（两性离子），呈电中性，此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点，用 pI 表示。兼性离子由于静电荷为零，在电场中不向正、负极移动。

#### (二) 氨基酸的紫外吸收作用

芳香族氨基酸即色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸对 280nm 附近波长处紫外光谱有明显的吸收作用（图 1.1）。由于大多数蛋白质含有酪氨酸和色氨酸残基，所以测定蛋白质溶液 280nm 的光吸收值，是分析溶液中蛋白质含量的快速简便的方法。

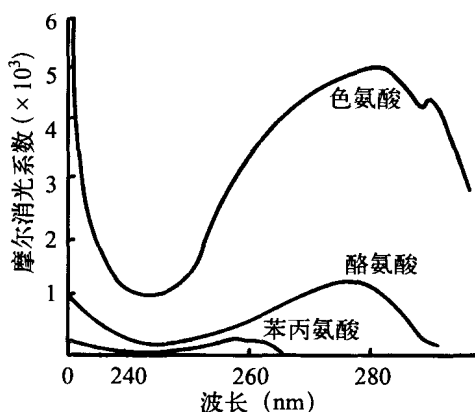


图 1.1 芳香族氨基酸的紫外吸收光谱

#### (三) 茚三酮反应

氨基酸与茚三酮在微酸性溶液中共热，生成蓝紫色化合物。此化合物最大吸收峰在 570nm 处，此吸收峰值的大小与氨基酸释放出的氨量成正比，因此可作为氨基酸定量分析方法。

