



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

# 动物生物化学

**DONGWU**  
**SHENGWU HUAXUE**

肖卫苹 梁俊荣 主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

# 动物生物化学

DONGWU  
SHENGWU HUAXUE

肖卫苹 梁俊荣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 提 要

本书包括动物生物化学基础理论知识和二十个实践技能训练项目。理论内容涉及核酸、蛋白质、酶与维生素的组成、结构、性质、生物学功能,生物氧化以及糖类、脂类、核酸、蛋白质代谢和合成的基本过程与规律,并结合动物体的特点讲述了体内物质代谢的相互关系和调控。本书在编写中弱化了与动物生理相关的内容,增加了与其相适应的激素化学、抗生素化学等知识;并在书后设置常用试剂的配制和保存、常用生物化学名词缩写符号的附录内容,方便师生查阅。实践技能训练项目包括基本技能训练和综合技能训练,可供读者自由选择。

本书可作为高职高专畜牧兽医类专业教学参考书,也可供畜牧兽医类专业函授、岗位培训、行业从业人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

动物生物化学/肖卫苹,梁俊荣主编. —北京:  
化学工业出版社, 2009. 2  
高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列  
ISBN 978-7-122-04624-6

I. 动… II. ①肖…②梁… III. 动物学: 生物  
化学-高等学校: 技术学院-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 006602 号

责任编辑: 梁静丽 郭庆睿 李植峰  
责任校对: 凌亚男

文字编辑: 张春娥  
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 340 千字 2009 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

# “高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆宇 张晓根  
窦铁生 何华西 田应华 吴健 马继权 张震云

委员 (按姓名汉语拼音排列)

|     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 边静玮 | 陈桂银 | 陈宏智 | 陈明达 | 陈涛  | 邓灶福 | 窦铁生 | 甘勇辉  | 高婕  | 耿明杰 |
| 官麟丰 | 谷凤柱 | 郭桂义 | 郭永胜 | 郭振升 | 郭正富 | 何华西 | 胡克伟  | 胡孔峰 | 胡天正 |
| 黄绿荷 | 江世宏 | 姜文联 | 姜小文 | 蒋艾青 | 介晓磊 | 金伊洙 | 荆宇蕊  | 李淑春 | 李光武 |
| 李彦军 | 梁学勇 | 梁运霞 | 林伯全 | 林洪金 | 刘莉  | 刘俊栋 | 刘蕊   | 刘淑春 | 刘力平 |
| 刘晓娜 | 刘新社 | 刘奕清 | 刘政  | 卢颖  | 马继权 | 倪海星 | 欧阳素贞 | 潘开宇 | 潘自舒 |
| 彭宏  | 彭小燕 | 邱运亮 | 任平  | 商世能 | 史延平 | 苏允平 | 陶正平  | 田应华 | 王存兴 |
| 王宏  | 王秋梅 | 王水琦 | 王秀娟 | 王燕丽 | 温景文 | 吴昌标 | 吴健   | 吴郁魂 | 吴云辉 |
| 武模戈 | 肖卫莘 | 谢利娟 | 谢相林 | 谢拥军 | 徐苏凌 | 徐作仁 | 许开录  | 闫慎飞 | 颜世发 |
| 燕智文 | 杨玉珍 | 尹秀玲 | 于文越 | 张德炎 | 张海松 | 张晓根 | 张玉廷  | 张震云 | 张志轩 |
| 赵晨霞 | 赵华  | 赵先明 | 赵勇军 | 郑继昌 | 朱学文 |     |      |     |     |

# “高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄瑞 杨廷桂 胡虹文 张守润  
宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委员 (按姓名汉语拼音排列)

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 艾国良 | 白彩霞 | 白迎春 | 白永莉 | 白远国 | 柏玉萍 | 毕玉霞 | 边传周 | 卜春华 | 曹晶  |
| 曹宗波 | 陈传印 | 陈杭芳 | 陈金雄 | 陈环  | 陈盛彬 | 陈现臣 | 程冉  | 褚秀玲 | 崔爱萍 |
| 丁玉玲 | 董义超 | 董曾施 | 段鹏慧 | 范洲衡 | 方希修 | 付美云 | 高凯  | 高梅  | 高志花 |
| 弓建国 | 顾成柏 | 顾洪娟 | 关小变 | 韩建强 | 韩强  | 何海健 | 何英俊 | 胡凤新 | 胡虹文 |
| 胡辉  | 胡石柳 | 黄瑞  | 黄修奇 | 吉梅  | 纪守学 | 纪瑛  | 蒋锦标 | 鞠志新 | 李碧全 |
| 李刚  | 李继连 | 李军  | 李雷斌 | 李林春 | 梁本国 | 梁称福 | 梁俊荣 | 林仲桂 | 林仲桂 |
| 刘革利 | 刘广文 | 刘丽云 | 刘振湘 | 刘贤忠 | 刘晓欣 | 刘振华 | 刘宗亮 | 柳遵新 | 龙冰雁 |
| 罗玲  | 潘琦  | 潘一展 | 邱深本 | 任国栋 | 阮国荣 | 申庆全 | 石冬梅 | 史兴山 | 史雅静 |
| 宋连喜 | 孙克威 | 孙雄华 | 孙志浩 | 唐建勋 | 唐晓玲 | 田伟  | 田伟政 | 田文儒 | 汪玉琳 |
| 王爱华 | 王朝霞 | 王大来 | 王道国 | 王德芝 | 王健  | 王立军 | 王孟宇 | 王双山 | 王铁岗 |
| 王文焕 | 王新军 | 王星海 | 王学民 | 王艳立 | 王云惠 | 王中华 | 吴俊琢 | 吴琼峰 | 吴占福 |
| 吴中军 | 肖尚修 | 熊运海 | 徐公义 | 徐占云 | 许美解 | 薛瑞辰 | 羊建平 | 杨宝进 | 杨平科 |
| 杨廷桂 | 杨卫韵 | 杨学敏 | 杨志玲 | 杨治国 | 姚志刚 | 易诚  | 易新军 | 于承鹤 | 于显威 |
| 袁亚芳 | 曾饶琼 | 曾元根 | 战忠玲 | 张春华 | 张桂臣 | 张怀珠 | 张玲  | 张庆霞 | 张慎举 |
| 张守润 | 张响英 | 张欣  | 张新明 | 张艳红 | 张祖荣 | 赵希彦 | 赵秀娟 | 郑翠芝 | 周显忠 |
| 朱雅安 | 卓开荣 |     |     |     |     |     |     |     |     |

# “高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”

## 建设单位

(按汉语拼音排列)

安阳工学院  
保定职业技术学院  
北京城市学院  
北京林业大学  
北京农业职业学院  
长治学院  
长治职业技术学院  
常德职业技术学院  
成都农业科技职业学院  
成都市农林科学院园艺研究所  
重庆三峡职业学院  
重庆文理学院  
德州职业技术学院  
福建农业职业技术学院  
抚顺师范高等专科学校  
甘肃农业职业技术学院  
广东科贸职业学院  
广东农工商职业技术学院  
广西百色市水产畜牧兽医局  
广西大学  
广西职业技术学院  
广州城市职业学院  
海南大学应用科技学院  
海南师范大学  
海南职业技术学院  
杭州万向职业技术学院  
河北北方学院  
河北工程大学  
河北交通职业技术学院  
河北科技师范学院  
河北省现代农业高等职业技术学院  
河南科技大学林业职业学院  
河南农业大学  
河南农业职业学院  
河西学院

黑龙江农业工程职业学院  
黑龙江农业经济职业学院  
黑龙江农业职业技术学院  
黑龙江生物科技职业学院  
黑龙江畜牧兽医职业学院  
呼和浩特职业学院  
湖北生物科技职业学院  
湖南怀化职业技术学院  
湖南环境生物职业技术学院  
湖南生物机电职业技术学院  
吉林农业科技学院  
集宁师范高等专科学校  
济宁市高新区农业局  
济宁市教育局  
济宁职业技术学院  
嘉兴职业技术学院  
江苏联合职业技术学院  
江苏农林职业技术学院  
江苏畜牧兽医职业技术学院  
金华职业技术学院  
晋中职业技术学院  
荆楚理工学院  
荆州职业技术学院  
景德镇高等专科学校  
昆明市农业学校  
丽水学院  
丽水职业技术学院  
辽东学院  
辽宁科技学院  
辽宁农业职业技术学院  
辽宁医学院高等职业技术学院  
辽宁职业学院  
聊城大学  
聊城职业技术学院  
眉山职业技术学院  
南充职业技术学院  
盘锦职业技术学院

濮阳职业技术学院  
青岛农业大学  
青海畜牧兽医职业技术学院  
曲靖职业技术学院  
日照职业技术学院  
三门峡职业技术学院  
山东科技职业学院  
山东省贸易职工大学  
山东省农业管理干部学院  
山西林业职业技术学院  
商洛学院  
商丘职业技术学院  
深圳职业技术学院  
沈阳农业大学  
沈阳农业大学高等职业技术学院  
思茅农业学校  
苏州农业职业技术学院  
乌兰察布职业学院  
温州科技职业学院  
厦门海洋职业技术学院  
咸宁学院  
咸宁职业技术学院  
信阳农业高等专科学校  
杨凌职业技术学院  
宜宾职业技术学院  
永州职业技术学院  
玉溪农业职业技术学院  
岳阳职业技术学院  
云南农业职业技术学院  
云南省曲靖农业学校  
张家口教育学院  
漳州职业技术学院  
郑州牧业工程高等专科学校  
郑州师范高等专科学校  
中国农业大学烟台研究院

## 《动物生物化学》编写人员名单

主 编 肖卫苹 梁俊荣

副 主 编 张丽霞

编写人员 (按姓名汉语拼音排列)

高玉红 黑龙江畜牧兽医职业学院

韩云珍 福建农业职业技术学院

梁俊荣 河北北方学院

肖尚修 河南商丘职业技术学院

肖卫苹 长治职业技术学院

张丽霞 安阳工学院生物与食品工程学院

张丽云 河北北方学院

朱德艳 湖北荆楚理工学院

# 序

当今,我国高等职业教育作为高等教育的一个类型,已经进入到以加强内涵建设,全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步,积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨,以就业为导向,在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入,不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上,许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源,积极推动校企合作与工学结合,如邀请行业企业参与制定培养方案,按职业要求设置课程体系;校企合作共同开发课程;根据工作过程设计课程内容和改革教学方式;教学过程突出实践性,加大生产性实训比例等,这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要,是落实科学发展观,努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容,也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”,明确要求要“加强教材建设,重点建设好3000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”目前,在农林牧渔类高职院校中,教材建设还存在一些问题,如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高,组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来,化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展,积极开拓教材的出版工作,2007年底,在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下,化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教

师,共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作,并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设,共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作,化学工业出版社聘请有关专家组建了“**高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列建设委员会**”和“**高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列编审委员会**”,拟在“**十一五**”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套适应农林牧渔类相关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“**高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列**”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业,于2008~2009年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心,以素质教育、创新教育为基础的教育理念,理论知识“必需”、“够用”和“管用”,以常规技术为基础,关键技术为重点,先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职高专院校教师的教学经验和教改成果,又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与,相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求,而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员,积极关注并参与教材建设。毕竟,为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务,共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月

# 前言

根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》和《关于加强高职高专教材建设的若干意见》的精神,针对高职高专教育的发展现状,围绕培养高技术应用型专门人才的目标,组织编写了本教材。

动物生物化学是畜牧兽医类专业一门重要的专业基础课,是为学好后续课程奠定扎实基础的重要课程,对指导生产实践具有不可替代的重要作用。因此,在整体内容的编排上,该书突出基础,注重实用,由浅入深,由外入里,循序渐进,给学生以完整合理的“整体视觉效果”。

本书旨在使学生掌握和了解细胞学的基础上,阐明分子水平上物质的变化。本书阐述了各种生命物质在细胞内的结构、性质、功能和重要的代谢途径等,以及细胞核内物质在分子水平上的代谢途径;并以细胞结构的组成为基本“框架”,明确了物质是通过“生物膜与物质运输”进入细胞,使学生认识到各种物质进入细胞内参与物质代谢的途径。这样便于学生逐步深入地学习生物化学知识,使学生对生物化学内容的学习体现完整性、连续性,进而提高其学习兴趣。其次,根据畜牧兽医类专业实践性较强的特点,本书还介绍了抗生素的化学,使学生明确抗生素在实际生产中应用的重要性。在实训技能训练部分,重点介绍了生化实验的基础技术和现代生化的实用技术,意在使学生掌握更多的实践知识,更好地为生产一线服务,提高学生的实践综合能力。

本书在编写过程中得到了编者所在的8所高职高专院校领导的支持,在此我们深表感谢。本书在编写过程中,参考了一些资料和数据,在此对有关作者也表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请同行和各位专家学者批评指正。

编者  
2008年12月

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| 绪论                | 1  |
| 一、生物化学研究的内容       | 1  |
| 二、生物化学的发展         | 1  |
| 三、生物化学与畜牧兽医学科的关系  | 2  |
| 第一章 蛋白质化学         | 3  |
| 【学习目标】            | 3  |
| 第一节 蛋白质的分子组成      | 3  |
| 一、蛋白质的元素组成        | 3  |
| 二、蛋白质的基本结构单位——氨基酸 | 3  |
| 第二节 蛋白质的分子结构      | 7  |
| 一、肽键与多肽链          | 7  |
| 二、蛋白质的结构          | 8  |
| 第三节 蛋白质的理化性质和分类   | 15 |
| 一、蛋白质的理化性质        | 15 |
| 二、蛋白质的分类          | 19 |
| 【本章小结】            | 20 |
| 【思考题】             | 21 |
| 第二章 核酸的化学         | 22 |
| 【学习目标】            | 22 |
| 第一节 核酸的化学组成及结构    | 22 |
| 第二节 核酸的结构         | 24 |
| 一、核酸的一级结构         | 24 |
| 二、核酸的空间结构         | 25 |
| 第三节 核酸的理化性质       | 28 |
| 一、核酸的一般理化性质       | 28 |
| 二、DNA 的变性         | 29 |
| 三、DNA 的复性与分子杂交    | 29 |
| 【本章小结】            | 30 |
| 【思考题】             | 30 |
| 第三章 生物膜与物质运输      | 31 |
| 【学习目标】            | 31 |
| 第一节 生物膜的组成与结构     | 31 |
| 一、生物膜的组成          | 31 |
| 二、生物膜的结构          | 34 |
| 第二节 生物小分子物质的运输    | 35 |
| 一、被动运输            | 35 |
| 二、主动运输            | 35 |
| 第三节 生物大分子物质的运输    | 37 |
| 一、胞吐作用            | 37 |
| 二、胞吞作用            | 37 |
| 【本章小结】            | 38 |
| 【思考题】             | 39 |
| 第四章 酶与维生素         | 40 |
| 【学习目标】            | 40 |
| 第一节 酶促反应          | 40 |
| 一、酶的概念            | 40 |
| 二、酶催化反应的特点        | 40 |
| 第二节 酶的功能与结构       | 41 |
| 一、酶的组成            | 41 |
| 二、酶的分子结构          | 42 |
| 三、酶的结构与功能的关系      | 43 |

|                          |     |                             |     |
|--------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 第三节 酶作用的基本原理 .....       | 44  | 第五节 酶的命名、分类及在畜牧兽医上的应用 ..... | 50  |
| 一、酶作用与分子活化能的关系 .....     | 44  | 一、酶的命名 .....                | 50  |
| 二、中间产物学说 .....           | 44  | 二、酶的分类 .....                | 51  |
| 三、诱导契合学说 .....           | 45  | 三、酶在畜牧兽医实践上的应用 .....        | 51  |
| 第四节 影响酶促反应速度的因素 .....    | 45  | 第六节 维生素 .....               | 52  |
| 一、底物浓度对酶促反应速度的影响 .....   | 45  | 一、维生素的概念 .....              | 52  |
| 二、酶浓度对酶促反应速度的影响 .....    | 46  | 二、维生素的分类 .....              | 52  |
| 三、温度对酶促反应速度的影响 .....     | 46  | 【本章小结】 .....                | 61  |
| 四、pH 对酶促反应速度的影响 .....    | 47  | 【思考题】 .....                 | 62  |
| 五、激活剂对酶促反应速度的影响 .....    | 47  |                             |     |
| 六、抑制剂对酶促反应速度的影响 .....    | 47  |                             |     |
| 第五章 生物氧化 .....           | 63  |                             |     |
| 【学习目标】 .....             | 63  | 一、呼吸链的概念与组成 .....           | 66  |
| 第一节 概述 .....             | 63  | 二、呼吸链各组分的作用机理 .....         | 66  |
| 一、生物氧化的概念 .....          | 63  | 三、动物体内重要的呼吸链 .....          | 67  |
| 二、生物氧化的特点 .....          | 63  | 第四节 生物氧化中能量的产生与利用 .....     | 68  |
| 三、生物氧化的方式 .....          | 63  | 一、高能键与高能化合物 .....           | 68  |
| 四、生物氧化的类型 .....          | 64  | 二、ATP 的生成 .....             | 69  |
| 第二节 生物氧化中二氧化碳的生成 .....   | 65  | 三、高能磷酸键的转移、贮存和利用 .....      | 71  |
| 一、直接脱羧 .....             | 65  | 四、胞液中的 NADH 氧化 .....        | 71  |
| 二、氧化脱羧 .....             | 65  | 【本章小结】 .....                | 72  |
| 第三节 线粒体生物氧化体系——呼吸链 ..... | 66  | 【思考题】 .....                 | 73  |
| 第六章 糖代谢 .....            | 74  |                             |     |
| 【学习目标】 .....             | 74  | 二、糖的有氧氧化 .....              | 80  |
| 第一节 糖在动物体内的代谢概况 .....    | 74  | 三、磷酸戊糖途径 .....              | 84  |
| 第二节 糖原的合成与分解 .....       | 74  | 第四节 糖异生作用 .....             | 87  |
| 一、糖原的合成 .....            | 75  | 一、糖异生作用的途径 .....            | 87  |
| 二、糖原的分解 .....            | 76  | 二、糖异生作用的生理意义 .....          | 88  |
| 第三节 葡萄糖的分解代谢 .....       | 77  | 【本章小结】 .....                | 88  |
| 一、糖酵解（糖的无氧分解） .....      | 77  | 【思考题】 .....                 | 89  |
| 第七章 脂类代谢 .....           | 90  |                             |     |
| 【学习目标】 .....             | 90  | 二、脂肪的合成代谢 .....             | 96  |
| 第一节 概述 .....             | 90  | 第三节 类脂代谢 .....              | 100 |
| 一、脂类的生理功能 .....          | 90  | 一、磷脂的代谢 .....               | 100 |
| 二、脂类的储存、动员和运输 .....      | 91  | 二、胆固醇的代谢 .....              | 102 |
| 第二节 脂肪的代谢 .....          | 91  | 【本章小结】 .....                | 103 |
| 一、脂肪的分解代谢 .....          | 91  | 【思考题】 .....                 | 103 |
| 第八章 核酸降解与核苷酸代谢 .....     | 104 |                             |     |
| 【学习目标】 .....             | 104 | 第一节 核酸的降解 .....             | 104 |

|                                     |     |                        |     |
|-------------------------------------|-----|------------------------|-----|
| 第二节 核苷酸代谢 .....                     | 105 | 【本章小结】 .....           | 110 |
| 一、核苷酸的分解代谢 .....                    | 105 | 【思考题】 .....            | 111 |
| 二、核苷酸的合成代谢 .....                    | 107 |                        |     |
| <b>第九章 蛋白质的分解代谢</b> .....           | 112 |                        |     |
| 【学习目标】 .....                        | 112 | 四、氨基酸的脱羧基作用 .....      | 119 |
| 第一节 饲料蛋白的营养作用 .....                 | 112 | 第三节 某些重要氨基酸的代谢 .....   | 120 |
| 一、蛋白质的生理作用 .....                    | 112 | 一、一碳基团的代谢 .....        | 120 |
| 二、氮平衡与蛋白质的需要量 .....                 | 112 | 二、含硫氨基酸代谢 .....        | 121 |
| 三、必需氨基酸与蛋白质的营养价值 .....              | 113 | 三、苯丙氨酸和酪氨酸的代谢 .....    | 122 |
| 第二节 氨基酸的分解代谢 .....                  | 113 | 四、色氨酸代谢 .....          | 123 |
| 一、氨基酸的脱氨基作用 .....                   | 114 | 五、肌酸代谢 .....           | 123 |
| 二、氨的代谢 .....                        | 116 | 【本章小结】 .....           | 124 |
| 三、酮酸的去路 .....                       | 118 | 【思考题】 .....            | 125 |
| <b>第十章 核酸与蛋白质的生物合成</b> .....        | 126 |                        |     |
| 【学习目标】 .....                        | 126 | 三、翻译后的加工 .....         | 141 |
| 第一节 DNA 的生物合成 .....                 | 126 | 第四节 现代生物工程技术简介 .....   | 141 |
| 一、DNA 的复制 .....                     | 126 | 一、基因工程 .....           | 141 |
| 二、反转录 .....                         | 130 | 二、分子杂交技术 .....         | 142 |
| 三、DNA 的损伤与修复 .....                  | 130 | 三、聚合酶链式反应 .....        | 144 |
| 第二节 RNA 的生物合成 .....                 | 132 | 四、转基因技术 .....          | 145 |
| 一、转录作用 .....                        | 132 | 五、蛋白质工程 .....          | 145 |
| 二、RNA 的复制 .....                     | 135 | 六、体细胞克隆技术 .....        | 145 |
| 第三节 蛋白质的生物合成 .....                  | 136 | 【本章小结】 .....           | 145 |
| 一、参与蛋白质生物合成的重要成分 .....              | 136 | 【思考题】 .....            | 146 |
| 二、蛋白质的生物合成过程 .....                  | 138 |                        |     |
| <b>第十一章 抗生素</b> .....               | 147 |                        |     |
| 【学习目标】 .....                        | 147 | 二、细菌对抗生素耐药性的生物化学       |     |
| 第一节 抗生素的概念及其化学 .....                | 147 | 机制 .....               | 151 |
| 一、抗生素的概念 .....                      | 147 | 第三节 抗生素在畜牧生产中的意义 ..... | 152 |
| 二、抗生素的化学 .....                      | 147 | 【本章小结】 .....           | 153 |
| 第二节 抗生素的作用机制 .....                  | 149 | 【思考题】 .....            | 154 |
| 一、抗生素的抗菌生物化学机制 .....                | 149 |                        |     |
| <b>第十二章 物质代谢的调节与物质代谢之间的联系</b> ..... | 155 |                        |     |
| 第一节 物质代谢的调节 .....                   | 155 | 一、在能量代谢上的相互关系 .....    | 159 |
| 一、细胞水平的调节 .....                     | 155 | 二、糖、脂肪和蛋白质代谢之间的        |     |
| 二、激素对物质代谢的调节 .....                  | 157 | 相互联系 .....             | 159 |
| 三、整体水平代谢调节 .....                    | 158 | 【本章小结】 .....           | 160 |
| 第二节 物质代谢联系 .....                    | 159 | 【思考题】 .....            | 161 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| <b>第十三章 实践技能训练</b> .....                 | 162 |
| 实践技能训练一 生化实验样品的制备 .....                  | 162 |
| 实践技能训练二 分光光度计的使用技术 .....                 | 162 |
| 实践技能训练三 色谱分离 .....                       | 165 |
| 实践技能训练四 电泳 .....                         | 168 |
| 实践技能训练五 双缩脲法测定蛋白含量 .....                 | 172 |
| 实践技能训练六 酪蛋白等电点测定 .....                   | 173 |
| 实践技能训练七 血清蛋白醋酸纤维素薄膜电泳 .....              | 175 |
| 实践技能训练八 茚三酮显色法测定氨基酸含量 .....              | 178 |
| 实践技能训练九 考马斯亮蓝结合法测定蛋白质浓度 .....            | 179 |
| 实践技能训练十 动物组织中核酸的提取与鉴定 .....              | 181 |
| 实践技能训练十一 紫外吸收法测定核酸的含量 .....              | 183 |
| 实践技能训练十二 唾液淀粉酶活性观察 .....                 | 185 |
| 实践技能训练十三 琥珀酸脱氢酶的作用及其竞争性抑制 .....          | 187 |
| 实践技能训练十四 维生素 C 的定量测定(2,6-二氯酚靛酚滴定法) ..... | 188 |
| 实践技能训练十五 细胞色素氧化酶的定性测定 .....              | 190 |
| 实践技能训练十六 葱酮比色法测定血糖含量 .....               | 191 |
| 实践技能训练十七 肝糖原的提取和鉴定 .....                 | 192 |
| 实践技能训练十八 酮体的生成和利用试验及尿酮体的定性测定 .....       | 193 |
| 实践技能训练十九 血清总脂测定 .....                    | 195 |
| 实践技能训练二十 血清转氨酶测定 .....                   | 196 |
| 实践技能训练二十一 氨基移换及氨基酸纸上色谱 .....             | 198 |
| 实践技能训练二十二 血清钙的测定 .....                   | 200 |
| 实践技能训练二十三 血清无机磷的测定 .....                 | 201 |
| <b>附录</b> .....                          | 203 |
| <b>附录一 常用试剂的配制与保存</b> .....              | 203 |
| <b>附录二 常用生物化学名词缩写符号</b> .....            | 210 |
| <b>参考文献</b> .....                        | 212 |

# 绪 论

生物化学是生命的化学，是运用化学的原理和方法，研究生物体（动物、植物、微生物等）的物质组成、结构与功能的关系，以及物质在生命活动中遵循化学规律的一系列变化过程。生物化学是从分子水平揭示生物体生命的化学本质的一门科学。而动物生物化学是生物化学的一个分支。生物化学研究的主要任务是阐述构成生物体的基本物质（如糖类、脂类、蛋白质、核酸等）的组成，以及结构、性质及其在生命活动（如生长、发育、繁殖、代谢、运动、分泌等遗传、变异）过程中的变化规律，并运用生物化学的基本知识去探索动物的生命现象本质。

## 一、生物化学研究的内容

生物化学研究的内容（图 0-1）包括以下几方面。

- ① 生物体物质的组成、结构、性质及功能（静态生物化学）。
- ② 生物体内的物质代谢、能量转换和代谢调控（动态生物化学）。
- ③ 生物体物质结构、代谢和功能与生命代谢活动的关系。
- ④ 运用生物化学的原理和方法，开发有实际意义的生物产品（如酶制剂、药品、饲料添加剂等），为畜牧业生产服务。

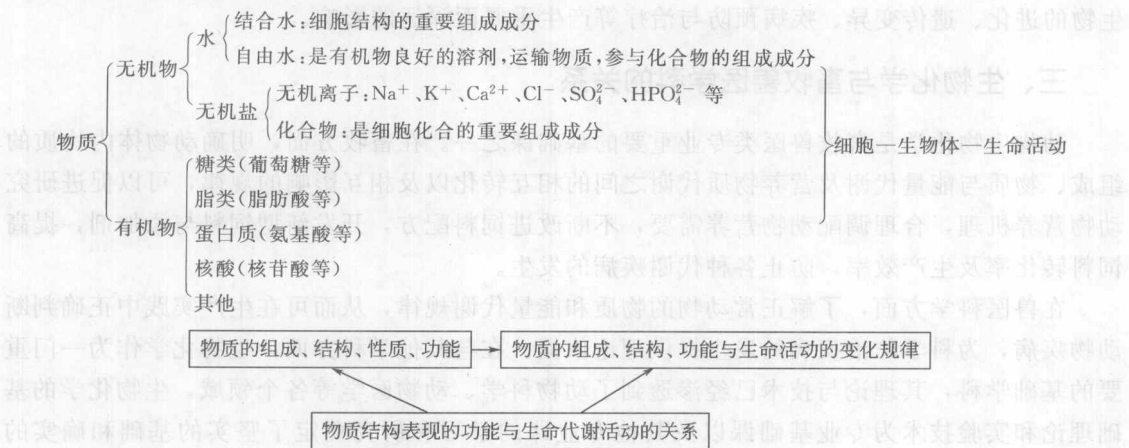


图 0-1 生物体主要物质的组成及其与生命代谢活动的关系

## 二、生物化学的发展

生物化学是介于生物学和化学之间的一门边缘学科，生物化学的发展与生物学和化学的发展密切相关。18 世纪前，人们就在长期的生产实践中应用了生物化学知识，进行了酿酒、制醋；并利用海藻（含碘）治疗瘰病（甲状腺肿）；还用含维生素 B<sub>1</sub> 的草药治疗脚气病；以及用猪肝（含维生素 A）治疗雀目（夜盲症）等，到 18 世纪至 20 世纪中期，人们又发现了生物体的气体交换作用以及开始认识和了解某些有机化合物，如甘油、柠檬酸、苹果酸

等,进而发现了人体化学组成以及某些代谢过程,揭示了蛋白质是生命的存在形式,并成功地结晶了血红蛋白,提纯了麦芽糖酶,发现了细胞色素,从肝脏中分离出糖原,并明确了可转化为血糖等。在19世纪末,发现了酶高效的催化作用。

20世纪,生物化学取得了快速发展。1903年,德国C. Neuberg提出了“生物化学”一词,从而使生物化学成为一门独立的学科,从此,许多的生物化学物质被分离纯化,诸多代谢途径被阐明,例如:维生素、辅酶和激素的结构与功能,酶促反应动力学、糖代谢的各条反应途径、脂肪酸的 $\beta$ -氧化分解、鸟氨酸循环、三羧酸循环等,更重要的是肝炎链球菌转化实验证明了DNA是遗传物质的重要发现。

20世纪50年代至今,生物化学的发展是一个空前飞速的黄金时代,发展的方向是进入了分子生物学的尖端研究时代,主要标志为1953年的沃森和克里克的DNA双螺旋结构模型的建立,阐明了遗传信息的贮存、传递和表达,为揭开生命的奥秘奠定了基础,这是20世纪自然科学中的重大突破之一,生物科学家们均认为:DNA的双螺旋结构,第一次以最准确的语言,阐明了DNA是如何作为一种遗传物质进行表达的。之后,完成了胰岛素一级结构的测定,开始了核酸和蛋白质的结构与功能研究过程,全面推动了生命科学的发展。科学家提出了遗传信息的传递规律,即DNA $\rightarrow$ RNA $\rightarrow$ 蛋白质,破译了遗传密码,并发现了基因传递与表达的调控,同时,运用一些新的技术手段,如电泳、色谱分析、电泳、同位素、高速离心、PCR技术等,产生了体外DNA重组技术,人工合成牛胰岛素和酵母丙氨酸-tRNA,并启动了人类基因组计划,相继完成了水稻基因的测序等。而在此基础上,新型技术不断出现,如转基因技术、克隆技术、基因剔除技术、基因芯片技术等,以及更尖端的科学技术,如蛋白质组计划等,这些尖端的科学技术将更深层次探讨和发展生命活动的规律,以及重要生理与病理的本质。这些有利于造福人类的生命工程,必将对生命的本质,如生物的进化、遗传变异、疾病预防与治疗等产生重要而深远的影响。

### 三、生物化学与畜牧兽医学科的关系

动物生物化学是畜牧兽医类专业重要的基础课之一。在畜牧方面,明确动物体内物质的组成、物质与能量代谢及营养物质代谢之间的相互转化以及相互影响的规律,可以促进研究动物营养机理,合理调配动物营养需要,不断改进饲料配方,开发新型饲料与添加剂,提高饲料转化率及生产效率,防止各种代谢疾病的发生。

在兽医科学方面,了解正常动物的物质和能量代谢规律,从而可在生产实践中正确判断动物疾病,为科学防治疾病的发生提供理论依据。在与其他学科方面,生物化学作为一门重要的基础学科,其理论与技术已经渗透到了动物科学、动物医学等各个领域,生物化学的基础理论和实验技术为专业基础课以及其他专业课的学习和研究奠定了坚实的基础和确实的依据。

# 第一章 蛋白质化学

## 学习目标

1. 明确蛋白质的元素组成及氨基酸结构。
2. 了解氨基酸的理化性质。
3. 熟悉蛋白质的结构。
4. 明确蛋白质的理化性质。

## 第一节 蛋白质的分子组成

### 一、蛋白质的元素组成

蛋白质是生活细胞内含量最丰富、功能最复杂、最重要的生物大分子之一，是生物体存在的形式。蛋白质分子中均含有碳、氢、氧、氮 4 种主要元素，一般含量为碳 50%~55%、氮 15%~18%、氧 20%~23%、氢 6%~8%；大多数蛋白质还含有少量硫元素（0~4%）；某些蛋白质还含有微量的磷、铁、铜、钼、碘、锌等元素。蛋白质是生物体中主要的含氮化合物。各种蛋白质的氮含量平均值约为 16%（换算系数为 6.25），可通过测定氮的含量（凯氏定氮法），计算生物样品中蛋白质的含量。

### 二、蛋白质的基本结构单位——氨基酸

蛋白质是生物大分子，可以被酸、碱或酶水解，从而降解产生各种氨基酸。因此，氨基酸是蛋白质的基本结构单位。自然界分布有 20 多种氨基酸，生物体以 20 种氨基酸作为蛋白质的结构单位。

#### 1. 氨基酸的基本结构和分类

氨基酸是蛋白质的基本结构单位，20 种氨基酸在结构上的共性是，所有氨基酸的氨基（-NH<sub>2</sub>）相连于羧基的 α-碳原子（用 C<sub>α</sub> 表示）上（图 1-1），除脯氨酸是 α-亚氨基酸以外，氨基酸的结构都是 α-氨基酸，不同氨基酸之间的区别在于 α-碳原子上的 R 基团（R 侧链）不同。除甘氨酸外，其余氨基酸均为 L-氨基酸，如图 1-2 所示为氨基酸的 2 种立体异构体。

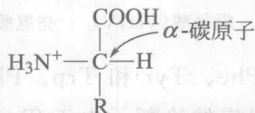


图 1-1 α-氨基酸的结构通式

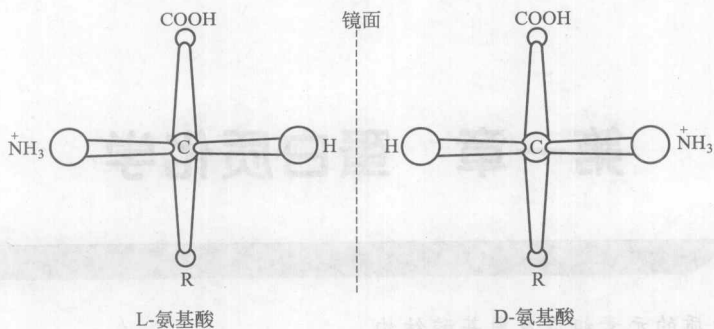


图 1-2 氨基酸的 2 种立体异构体

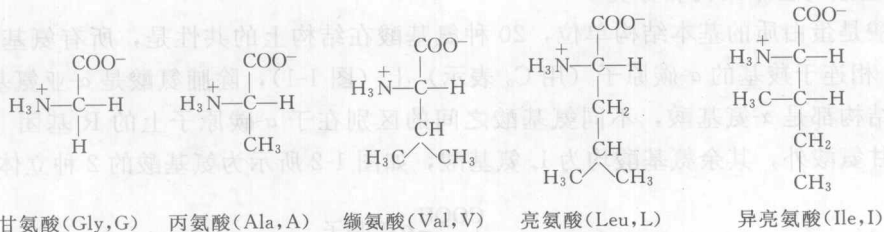
氨基酸分类见表 1-1。氨基酸通常用其英文名称前 3 个字母，或单个英文字母来表示，如 Ala(A) 代表丙氨酸。

表 1-1 二十种常见氨基酸的 R 基极性分类及简写符号

| 分类       | 氨基酸名称                 | 简写符号 |     | 分类        | 氨基酸名称            | 简写符号 |     |
|----------|-----------------------|------|-----|-----------|------------------|------|-----|
|          |                       | 三字码  | 单字母 |           |                  | 三字码  | 单字母 |
| 非极性氨基酸   | 丙氨酸(alanine)          | Ala  | A   | 不带电荷极性氨基酸 | 丝氨酸(serine)      | Ser  | S   |
|          | 缬氨酸(valine)           | Val  | V   |           | 甘氨酸(glycine)     | Gly  | G   |
|          | 脯氨酸(proline)          | Pro  | P   |           | 酪氨酸(tryrosine)   | Tyr  | Y   |
|          | 色氨酸(tryptophan)       | Trp  | W   |           | 苏氨酸(threonine)   | Thr  | T   |
|          | 亮氨酸(leucine)          | Leu  | L   |           | 谷氨酰胺(glutamine)  | Gln  | Q   |
|          | 苯丙氨酸(phenylalanine)   | Phe  | F   |           | 天冬酰胺(asparagine) | Asn  | N   |
|          | 异亮氨酸(isoleucine)      | Ile  | I   |           | 半胱氨酸(cysteine)   | Cys  | C   |
|          | 蛋氨酸(甲硫氨酸)(methionine) | Met  | M   |           |                  |      |     |
| 带负电荷的氨基酸 | 天冬氨酸(aspartic acid)   | Asp  | D   | 带正电荷极性氨基酸 | 精氨酸(arginine)    | Arg  | R   |
|          | 谷氨酸(glutamic acid)    | Glu  | E   |           | 赖氨酸(lysine)      | Lys  | K   |
|          |                       |      |     |           | 组氨酸(histidine)   | His  | H   |

根据氨基酸 R 侧链化学结构的差异，还可将氨基酸按照以下方法分类。

(1) 脂肪族侧链氨基酸 包括 Gly、Ala、Val、Leu、Ile 和 Pro。这些氨基酸都是疏水性氨基酸，其中 Val、Leu、Ile 为高度疏水。Gly 是 20 种氨基酸中结构最简单的，是唯一不含手性碳原子的氨基酸，因此不具有旋光性。Pro 是一种 α-亚氨基酸。



(2) 芳香族侧链氨基酸 包括 Phe、Tyr 和 Trp。Phe 具有一个高度疏水的苯环结构，血浆和尿中 Phe 测定被用于苯丙酮尿症的诊断。由于 Tyr 和 Trp 的侧链中都含有极性基团，它们的疏水性小于 Phe。