



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



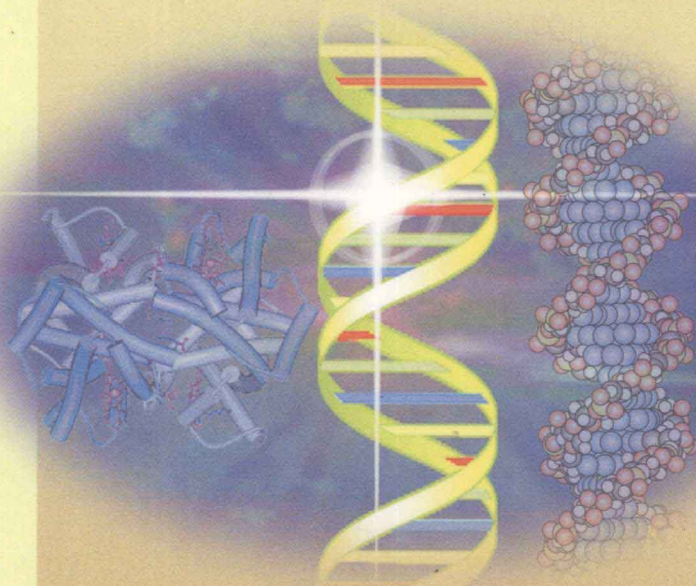
全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

动物生物化学

第四版

邹思湘 主编



 中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定



动物生物化学

第四版

邹思湘 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物生物化学 / 邹思湘主编. —4 版. —北京: 中国农业出版社, 2006. 9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-09809-5

I. 动... II. 邹... III. 动物学: 生物化学-高等学校-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 082355 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 武旭峰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1979 年 8 月第 1 版 2006 年 9 月第 4 版

2006 年 9 月第 4 版北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 28.5

字数: 668 千字

定价: 37.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



第四版编审者

主 编 邹思湘 (南京农业大学)

副主编 李庆章 (东北农业大学)

编写者 (按姓氏笔画排列)

朱素娟 (扬州大学)

刘芃芃 (中国农业大学)

刘维全 (中国农业大学)

杨国宇 (河南农业大学)

李庆章 (东北农业大学)

邹思湘 (南京农业大学)

沈秋姑 (江西农业大学)

张 映 (山西农业大学)

张源淑 (南京农业大学)

郑玉才 (西南民族大学)

高士争 (云南农业大学)

赛音朝克图 (内蒙古农业大学)

审稿人 汪玉松 (吉林大学)

周顺伍 (中国农业大学)

姜涌明 (扬州大学)



第三版修订者

名誉主编	齐顺章（中国农业大学）
主 编	周顺伍（中国农业大学）
编 者	邹思湘（南京农业大学） 姜涌明（扬州大学）
主 审	喻梅辉（新疆农业大学）
参 审	李庆章（东北农业大学）



第四版前言

《动物生物化学》自 1979 年出版以来，于 1983 年和 1999 年经过两次修订，至今已有 20 多年了。它是我国高等农业院校畜牧、兽医等专业使用最广、影响最大的专业基础课教材之一。我国自己培养的中青年畜牧和兽医科技工作者在他们的学业生涯和工作实践中都从这本教材中受益匪浅。

《动物生物化学》第四版是前三版的继承和延续，在结构和内容上有所补充和改进，同时又力求保持原书的特色。一本专业基础教材最主要的是系统性和完整性。为有助于学生在学习动物生物化学时能把握一条清晰的思路，我们对原书的结构做了部分调整。全书共分 21 章，分成 4 大部分。第一部分是生命有机体的化学，共 5 章。这一部分以生物大分子的结构和功能为重点，新增了生命的化学特征一章，目的是通过它交给学生一把认识生命化学的入门钥匙。此外，补充了糖类一章，以适应近年来糖生物化学的快速发展。第二部分是动物机体的中间代谢，包含六章，主要讲述物质代谢和能量代谢。为了凸显催化大分子与中间代谢特殊密切的联系，我们把生物催化剂——酶的有关内容作为第二部分领头的一章，然后再引入到代谢。同时将物质代谢的联系和调节置于这一部分的最后，以对代谢之间的联系和调节从整体到细胞进行较全面的叙述。遗传分子核酸的功能单独作为第三部分，共 5 章，包括遗传信息的复制、转录和蛋白质的翻译以及基因表达的调节。由于许多院校设置有分子生物学基础课程，因此对核酸技术在本书中仅做适当的介绍。第四部分共 4 章，包含了动物主要组织机能的生物化学知识。这一部分尽管在大多数院校是选讲或学生自学的部分，但一直是本书的特色之处，我们略做删节和改编后给予保留。

我们在编写这本教材的过程中，十分重视知识的严密性和文字的可读性。教材内容的选择以指导学生掌握生物化学的基本知识为目的，注意理论联系实际，提高学生的学习兴趣，启发学生的创新思维，每章最后都有简要的小结（并附有思考题），以便学生掌握知识要点和指导自学。同时在书中恰当地反映学科发展的前沿和新的成果，图文和编排力求生动、新颖，书后还附有常用名词英汉对照。由于各院

校对动物生化课程的学时安排不同,使用本教材时应根据各自的实际情况有重点、有选择地讲授。

本书的编写分工为:邹思湘,第四版前言、第1章、第2章、第6章、第12章、第21章;郑玉才,第3章;刘芃芃,第4章、第13章;朱素娟,第5章;杨国宇,第7章;李庆章,第8章;赛音朝克图,第9章、第19章;沈秋姑,第10章、第20章;张源淑,第11章;刘维全,第14章、第15章;高士争,第16章、第17章;张映,第18章。

本书承吉林大学汪玉松教授、中国农业大学周顺伍教授以及扬州大学姜涌明教授对全书各个部分分别精心审阅和修改,所提意见十分宝贵。本次修订得到了第一版和第二版主编中国农业大学齐顺章教授的热情鼓励和关心。南京农业大学动物医学院教师马海田对全书进行了认真校读,黄国庆对化学式和图表精心修改、制作,付出了辛勤劳动。本书的编写还特别得到了中国农业出版社、南京农业大学和山西农业大学的大力帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

虽然参加本次修订的编写者是全国10所院校具有丰富教学经验的教师,书中不足和遗憾,敬请同行和师生们在使用过程中提出宝贵意见,以便日后修订。

编 者

2005年6月于南京

3

第三版前言

《动物生物化学》第一版、第二版均在北京农业大学齐顺章教授的主持下，由各兄弟农业院校多位同行共同编写而成的。本书出版以来，由于内容精炼、重点突出、概念清楚、可读性强，深受学生及广大读者的欢迎，多次印刷沿用至今，曾获得农业部优秀教材奖，列为国家重点教材。

但《动物生物化学》第二版，自第一次印刷（1986）至今已10余年，生物化学有了很大的发展，特别是以DNA重组技术为中心的分子生物学技术的建立和应用，生物化学中核酸的部分也扩展为分子生物学，并正向着结构生物学方向发展。原教材中核酸的内容已远远跟不上需要。此外，10余年的教学实践中，发现有些章节安排不当，有些章节的内容已趋落后，全书需要重修编写。

1997年11月农业部农教高[1997]91号文件关于下达1997年全国高等农业院校“九五”规划教材编写任务的通知中，《动物生物化学》被列为国家重点教材的重编项目，要求组织人员重编。原计划仍请齐顺章教授主编，但因齐顺章教授年事已高，已不能亲自参加编写，所以第三版由中国农业大学（原北京农业大学）周顺伍教授、南京农业大学邹思湘教授和扬州大学姜涌明教授组成编写组。并请新疆农业大学喻梅辉教授主审，东北农业大学李庆章教授参审。

和第二版相比，第三版修改如下：①核酸内容增加了。为了突出核酸的生物学功能，将核酸的化学结构与生物学功能分开，单列一章，其内容在讲清基本原理的同时尽可能介绍新的进展资料，并增加了基因表达调控及分子生物学技术。②原“细胞的生物化学形态学”一章改为“生物膜的结构与功能”。目的是将生物化学中研究的热点之一的生物膜做重点介绍。原“蛋白质代谢”与核酸中核苷酸的代谢合并，改称为“含氮小分子的代谢”。因为两者有密切关系，以利学生理解。③“维生素和辅酶”一章中的部分内容合并酶学，重点突出维生素的辅酶功能。“新陈代谢的调节”一章的内容分散在有关章节及基因表达调控中去讲，不再单列一章。④“激素”一章的内容已在生理学中介绍，本书不再列入。⑤“水和无机盐的代

谢”是动物整体代谢的重要组成部分，仍然保留。“血液化学”、“组织和器官生物化学”及“乳和蛋的生物化学”等章，反映了“动物生物化学”的特点，仍然保留，但内容做了修改。这次重新编写后全书由原来的 19 章减少为 14 章，尽管蛋白质化学、酶学、糖类代谢、生物氧化和脂类代谢等章在重新编写时增加了内容，但第三版的总字数仍比原来减少，适应了教学改革的需要。

本书第一、二版均是由兄弟农业院校多位同行共同编写。根据这次重编要求参编人员控制在 1~3 人的规定，不可能请更多的同行参加。为了能集思广益，听取各方面意见，重编好本书，在编写组成立后，曾及时给各兄弟农业院校同行发出了“动物生物化学”重编征求意见书。其间收到了多位同行的来信，对编好本书提出了宝贵意见，同时给予热情支持和鼓励。编写过程中许多同行给予了积极的支持与帮助，齐顺章教授始终给予关心和指导，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，重编时间又很紧，书中定会有许多缺点和不足，望读者提出宝贵意见。

编 者

1999 年 5 月 1 日于北京



第二版前言

《动物生物化学》第一版出版后，受到了广大读者，尤其是各高等农业院校师生的支持和鼓励，我们深致谢意。同时广大师生在使用本教材中也发现了一些缺点和不足之处。而且近几年来在生物化学的领域中又有了不少新进展。为了使本教材更符合教学的需要，我们于1982年秋召开了教学大纲审订会。与会者共同制定了新的教学大纲。我们据此修订教材，编写了第二版。

和第一版相比，第二版的重要改变如下：①增加了蛋白质的化学和核酸的化学两章。原因是蛋白质和核酸是生命的物质基础，它们的结构和功能也是当前生物化学研究中发展最快的课题。而有机化学中所讲的内容常不能完全满足生化教学的需要。②增加了激素一章。这一方面是为了生物化学的完整性，同时也由于生理学所讲的内容其侧重面与生物化学有所不同，而近年来在激素的生物化学方面又进展的非常迅速之故。③把绪论中细胞的生物化学形态学部分分出来另编了一章。④把原来核酸的代谢及其生物学功能一章中有关蛋白质生物合成调控的内容放在新陈代谢的调节一章中，结合酶含量的调控来讲授。⑤取消了糖、脂肪和蛋白质代谢之间的关系及其紊乱一章，其内容分散在有关章节中讲授。取消了能量代谢与物质平衡一章。因其中的内容大部分与饲养学重复；小部分需要在生化中讲授的放在了有关章节中。这些改变都是为了把内容安排得更为合理一些之故。此外，还根据新进展做了一些修改和补充。

参加新大纲的审订人员：齐顺章、王悦先、陆曼姝、刘昌沛、郑世昌、皮蔚霞、翟全志、王辉、杨世钺、牛文彪、张曼夫、鲁安太、朱哲保、张焕荣、陈志毅。

在修订之后，第二版的字数比第一版稍有增加。由于学时所限，恐怕难于在课堂上全部讲授。考虑到本教材兼有参考书的性质，而且各校的情况也不尽相同，因而多编了一些内容，供大家在讲授中选择和参考。

由于编者水平所限，第二版仍然会有许多缺点和不足之处，还望读者提出宝贵意见。

编 者

1983年12月于北京



第二版修订者

主 编	齐顺章	(北京农业大学)
编 者	张曼夫	(北京农业大学)
	牛文彪	(北京农业大学)
	王悦先	(浙江农业大学)
	王 辉	(华中农业大学)
	杨世钺	(山东农业大学)
	张焕荣	(湖南农学院)
	张喜南	(河北农业大学)



第一版前言

《动物生物化学》是供高等农业院校畜牧、兽医专业用的基础教材，亦可供有关畜牧兽医工作者参考。

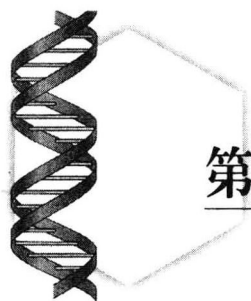
本教材的重点是阐述家畜、家禽的基本代谢规律，并简要介绍现代生物化学发展中的一些重要新成就，根据基础课要注意系统性，要服从专业培养目标的要求，本教材在系统阐述家畜、家禽基本代谢规律的同时，也写入了一些与畜牧、兽医专业有关的异常代谢障碍等内容。书中供教学参考的内容用小字编排。按照专业教材会议关于课程之间的衔接与分工的意见：①叙述生化部分（糖、脂肪类、蛋白质和核酸的化学）由有机化学讲授。②激素、营养物质的消化吸收及血液呼吸化学与凝固机理由家畜生理学讲授，为减少重复，本教材未将这些内容编入。有关生化名词均采用《英汉生物化学词汇》（科学出版社 1977 年版）所推荐的中文译名。

本教材是由北京农业大学、山东农学院、华中农学院、华南农学院、湖南农学院组成编写小组集体编写的，并由北京农业大学负责主编。初稿完成后，邀请了部分农业院校的动物生物化学教师进行了审订。

由于水平所限，加之时间紧迫，教材的缺点与错误一定不少。我们渴望读者提出批评意见，以便再版时修改。

《动物生物化学》编写组

1979 年 2 月于北京



第一版编审者

主 编	齐顺章 (北京农业大学)
编 者	张曼夫 (北京农业大学)
	牛文彪 (北京农业大学)
	陈志毅 (华南农学院)
	王 辉 (华中农学院)
	杨世钺 (山东农学院)
	张焕荣 (湖南农学院)
审 订	王悦先 (浙江农业大学)
	陆曼姝 (贵州农学院)
	刘昌沛 (江苏农学院)
	魏元忠 (甘肃农业大学)
	罗治和 (甘肃农业大学)
	高 佳 (沈阳农学院)
	郭志钧 (西北农学院)
	翟全志 (东北农学院)
	冯明镜 (四川农学院)
	张喜南 (河北农业大学)
	皮蔚霞 (内蒙古农牧学院)
	喻梅辉 (新疆八一农学院)



目 录

第四版前言	
第三版前言	
第二版前言	
第一版前言	

第1章 绪论	1
1.1 生物化学的研究内容	1
1.2 生物化学的发展历史、现状和前景	2
1.2.1 生物化学的发展历史	2
1.2.2 生物化学的现状和前景	4
1.3 生物化学与动物生产及动物健康的关系	7
本章小结	8
思考题	8

◆ 第一部分 生命有机体的化学

第2章 生命的化学特征	11
2.1 生命物质中的元素	11
2.1.1 氢、氧、碳、氮	11
2.1.2 硫、磷	12
2.1.3 钾、钠、氯、钙、镁	13
2.1.4 其他微量元素	13
2.2 生物体系中的非共价作用力	13
2.2.1 氢键	13
2.2.2 离子键	14
2.2.3 范德华力	14
2.2.4 疏水力	15
2.3 生物大分子	15

2.4 生物能量学	16
2.4.1 自由能	17
2.4.2 ATP	17
2.4.3 生物体中的能量偶联反应	18
2.4.4 细胞是一个高效率的能量转换器	19
2.5 水	20
本章小结	21
思考题	21
第3章 蛋白质	22
3.1 蛋白质在生命活动中的重要作用	22
3.2 蛋白质的分类	23
3.2.1 简单蛋白质	23
3.2.2 结合蛋白质	24
3.3 蛋白质的化学组成	24
3.3.1 蛋白质的元素组成	24
3.3.2 蛋白质的基本结构单位——氨基酸	24
3.4 蛋白质的化学结构	29
3.4.1 蛋白质的氨基酸组成	29
3.4.2 蛋白质分子中氨基酸的连接方式	30
3.4.3 蛋白质的一级结构	31
3.5 蛋白质的高级结构	33
3.5.1 蛋白质结构的层次	33
3.5.2 肽单位和二面角	34
3.5.3 维持蛋白质分子构象的化学键	35
3.5.4 二级结构	35
3.5.5 超二级结构	38
3.5.6 结构域	39
3.5.7 三级结构	39
3.5.8 四级结构	40
3.6 多肽、蛋白质结构与功能的关系	41
3.6.1 多肽的结构与功能的关系	41
3.6.2 同功能蛋白质结构的种属差异与保守性	41
3.6.3 蛋白质前体激活	42
3.6.4 一级结构变异与分子病	43
3.6.5 血红蛋白的变构作用与运输氧的功能	44
3.6.6 蛋白质的变性和复性	45
3.6.7 新生肽的折叠	47
3.7 蛋白质的理化性质	47
3.7.1 蛋白质的两性解离和等电点	47

3.7.2 电泳	48
3.7.3 蛋白质的分子质量	48
3.7.4 蛋白质的胶体性质	49
3.7.5 蛋白质的沉淀	50
3.7.6 蛋白质的呈色反应	50
3.7.7 蛋白质的紫外吸收	51
本章小结	51
思考题	51
第4章 核酸	52
4.1 核酸的化学组成	52
4.1.1 碱基	53
4.1.2 核糖	54
4.1.3 核苷	55
4.1.4 核苷酸	56
4.2 DNA 分子的结构	58
4.2.1 DNA 分子的大小	58
4.2.2 DNA 的碱基组成	59
4.2.3 DNA 的一级结构	60
4.2.4 DNA 的二级结构	60
4.2.5 DNA 的三级结构	63
4.3 RNA 分子的结构	64
4.3.1 RNA 的类型	64
4.3.2 RNA 的碱基组成	65
4.3.3 RNA 的一级结构	66
4.3.4 RNA 的二级结构	66
4.4 DNA 的一些性质	66
本章小结	69
思考题	70
第5章 糖类	71
5.1 单糖	71
5.1.1 重要的单糖	71
5.1.2 葡萄糖的分子结构、构型和构象	73
5.1.3 单糖的理化性质	74
5.1.4 单糖衍生物	77
5.2 寡糖	79
5.2.1 二糖	79
5.2.2 三糖	80

5.3 多糖	81
5.3.1 同多糖	81
5.3.2 杂多糖	83
5.4 复合糖	85
5.4.1 糖蛋白	85
5.4.2 蛋白聚糖	86
5.4.3 脂多糖和糖脂	87
本章小结	89
思考题	90
第6章 生物膜与物质运输	91
6.1 动物细胞的生物化学形态	91
6.1.1 质膜	92
6.1.2 核	92
6.1.3 细胞质	92
6.2 生物膜的化学组成	95
6.2.1 膜脂	95
6.2.2 膜蛋白	97
6.2.3 膜糖	98
6.3 生物膜的结构特点	98
6.3.1 膜的运动性	98
6.3.2 膜脂的流动性与相变	98
6.3.3 膜蛋白与膜脂质的相互作用	99
6.3.4 脂质双层的不对称性	99
6.3.5 流动镶嵌模型	100
6.4 物质的过膜转运	100
6.4.1 小分子与离子的过膜转运	101
6.4.2 大分子物质的过膜转运	104
本章小结	104
思考题	105

第二部分 动物机体的中间代谢

第7章 生物催化剂——酶	109
7.1 酶的一般概念	109
7.1.1 酶的化学本质	109
7.1.2 酶的催化特性	109
7.1.3 酶活性及其测定	110
7.2 酶的化学结构	111
7.2.1 酶的化学组成	111