



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材



全国高等农林院校教材经典系列



中国农业教育在线  
China Agricultural Education Online

数字课程配套教材

邹思湘◎主编

- ☆本书经农业部教材办公室教材建设专家委员会审定
- ☆本书适合动物医学、动物科学及其相关专业使用
- ☆本书于2005年被评为“全国高等农业院校优秀教材”
- ☆本书为国家级精品课程配套教材



全国高等院校兽医专业教材经典系列

# 动物生物化学

Animal Biochemistry 第五版

中国农业出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材  
全国高等农林院校教材经典系列  
中国农业教育在线数字课程配套教材

# 动物生物化学

第五版

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. —5 版. —北京:  
中国农业出版社, 2012.8 (2019.6 重印)

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
普通高等教育农业部“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-16962-3

I. ①动… II. ①邹… III. ①动物学-生物化学-高等  
学校-教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 155978 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 100125)

策划编辑 武旭峰

文字编辑 武旭峰

---

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行  
1979 年 8 月第 1 版 2012 年 12 月第 5 版  
2019 年 6 月第 5 版北京第 9 次印刷

---

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 26.5

字数: 612 千字

定价: 55.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 第五版编审人员

主 编 邹思湘 (南京农业大学)

副主编 李庆章 (东北农业大学)

参 编 (按姓名笔画排序)

朱素娟 (扬州大学)

刘芑芑 (中国农业大学)

刘维全 (中国农业大学)

杨国宇 (河南农业大学)

张 映 (山西农业大学)

张永亮 (华南农业大学)

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)

图表制作 黄国庆 (南京农业大学)

审 稿 汪玉松 (吉林大学)

周顺伍 (中国农业大学)

秦浚川 (南京大学)

童明庆 (南京医科大学)

## 第一版编审人员

- 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)

## 第二版编审人员

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)

## 第三版编审人员

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)

## 第四版编审人员

- 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** (按姓名笔画排列)
- 朱素娟 (扬州大学)
- 刘芑芑 (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)

## 第五版前言

7年前,当本书的第四版完稿时,我们有点忐忑不安,担心当时的承诺能否兑现。一部教材是否适用,是否受欢迎,要靠实践来证明,由使用教材的广大师生来评价。欣慰的是,后来反馈的信息使我们深受鼓舞。本教材第四版迄今已经印刷11次,印数达7万余册,成为全国高等农业院校动物类本科教学使用最广泛的教材之一,并且在全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考和国家执业兽医资格考试中经受了检验,还被中华农业科教基金会评选为“2008年全国农业院校优秀教材”。可以说,这部教材承载了广大师生太多的厚爱。

但是在使用几年后再来重新审视和检讨第四版教材时,我们认为仍然有许多需要改进、完善的地方,因此在“十二五”期间适时修订再版是必要的。为此,教材编写组在成都召开会议,一致商定了修订的原则:第四版“4个部分,21章”的基本结构框架保持不变,在全书篇幅不增加的前提下,对部分章节的内容进行必要的增删,并注意反映学科的进展;以“零容忍”的态度对待失误和疏漏,认真纠正弥补,使修订再版后的教材以崭新的面貌呈现在读者面前。此次修订的主要内容有:重新改写“蛋白质的理化性质与分离鉴定”,增加了蛋白质组学新技术介绍(第3章);增加了“低聚糖”的概念和在畜牧兽医实践中的应用(第5章);在膜蛋白与膜脂的相互作用中,介绍了“脂筏”的概念(第6章);在氧化磷酸化中,介绍了ATP合成的“结合变构模型”(第9章);注意反映了近年来关于脂肪酸功能和代谢的新进展(第10章);在蛋白质的营养功能中,删去了与动物营养学教材有重复的内容(第11章);在真核生物基因转录后调节中,介绍了小RNA的功能和研究进展(第16章);重新改写了“第17章核酸技术”,侧重于核酸的化学性质和分离鉴定技术,弱化基因操作方面的内容,留待在分子生物学课程中讲授;在“第19章血液化学”中,突出红细胞代谢,增加了“2,3-二磷酸甘油酸支路”,删去了免疫球蛋白的相关内容,以避免与兽医免疫学教材的重复。此外,对每章的“小结”进行了全面修改,并删去了习题;全书专业术语和名词的汉语译名根据权威词典统一规范;其他大量的增删、补遗与纠错在此不一一列举。本教材的第四部分“动物组织机能的生物化学”是本书的

特色之一。为顺应国家对人才培养的要求，编者建议，在使用本教材时，这部分的内容应尽可能安排在规定的学时内讲授或开设专题，不要再作为学生的课外选读。

全国9所高等农业院校具有丰富教学经验的教师参与了此次修订，具体分工为（基本以章节先后排列）：邹思湘，前言、第1章、第2章、第6章、第12章；郑玉才，第3章、第21章；刘芑芑，第4章、第13章；朱素娟，第5章；杨国宇，第7章；李庆章，第8章；张映，第9章、第18章；张永亮，第10章、第19章；张源淑，第11章、第20章；刘维全，第14章、第15章；高士争，第16章、第17章；黄国庆，图表制作，王宏宇同学设计了寓意生动的插页。

本次修订承蒙吉林大学汪玉松教授、中国农业大学周顺伍教授、南京大学秦浚川教授和南京医科大学童明庆教授等几位德高望重的学术前辈的精心审阅和指正。江西农业大学沈秋姑教授、内蒙古农业大学赛音朝克图教授因退休没有再参与教材的修订，但对修订工作提出了重要的建议和意见。本书的编写还特别得到了中国农业出版社和西南民族大学的帮助和支持，借此机会一并表达我们衷心的感谢。

本教材第四版的审稿人，扬州大学姜涌明教授的不幸辞世令我们深感悲痛，他为本书出版所做出的贡献我们永远难忘。

由于编者的水平所限，本版教材一定还有不足和缺点，热忱欢迎广大师生批评指正。

编者

2012年10月

注：本教材于2017年12月被列入普通高等教育农业部（现更名为农业农村部）“十三五”规划教材[农科（教育）函（2017）第379号]。

# 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，他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到酶学，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

# 目 录

oooooooooooooooooooooooooooo

第五版前言	
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和现状 .....	2
1.2.1 历史回顾 .....	2
1.2.2 现状和前景 .....	4
1.3 生物化学与动物生产和健康的关系 .....	7
本章小结 .....	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 生命中的元素 .....	11
2.1.1 氢、氧、碳和氮 .....	12
2.1.2 硫和磷 .....	12
2.1.3 钾、钠、氯、钙和镁 .....	12
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 .....	14
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 .....	16
2.4.2 ATP .....	17
2.4.3 生物体中的能量偶联反应 .....	18