

国家重大出版工程项目

犬猫营养需要

NUTRIENT REQUIREMENTS OF
DOGS AND CATS

国家学术委员会下属的国家研究委员会

NATIONAL RESEARCH COUNCIL

OF THE NATIONAL ACADEMIES

丁丽敏 夏兆飞 主译

计成 审校



中国农业大学出版社

国家重大出版工程项目

犬猫营养需要

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DOGS AND CATS

Ad Hoc Committee on Dog and Cat Nutrition
Committee on Animal Nutrition
Board on Agriculture and Natural Resources
Division on Earth and Life Studies
National Research Council

NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF THE NATIONAL ACADEMIES
国家学术委员会下属的国家研究委员会

中国农业大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

犬猫营养需要/[美]国家学术委员会下属的国家研究委员会主编;丁丽敏,夏兆飞主译. —北京:中国农业大学出版社,2010.8

书名原文:Nutrient Requirements of Dogs and Cats

ISBN 978-7-5655-0002-2

I. ①犬… II. ①国… ②丁… ③夏… III. ①犬-动物营养 ②猫-动物营养 IV. ①S829.25 ②S829.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 087912 号

书 名 犬猫营养需要

作 者 国家学术委员会下属的国家研究委员会 主编 丁丽敏 夏兆飞 主译

策划编辑 宋俊果

责任编辑 宋俊果 胡晓蕾 刘耀华

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

规 格 889×1194 16开本 28.75印张 880千字

定 价 90.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

译校人员

Translators

主 译:丁丽敏 夏兆飞

副主译:付京杰 王雪岭 姬真真 陈江楠

译校人员:鲁琳 程栋 张艳 夏兆刚 刘强 潘丹丹 陈江楠
姬真真 符人源 王雪岭 付京杰 夏兆飞 丁丽敏

审 校:计成

主译简介

丁丽敏 动物营养学博士,中国农业大学动物科技学院副教授。长期在中国农业大学动物科技学院从事动物营养的教学、科研工作,特别是在宠物营养和宠物食品加工方面进行了大量的研究。参与多项科研课题,发表学术论文 20 多篇,主编和参编的教科书与专著有 10 多部。2009 年到美国合作研究一年,多次参加国际学术会议,了解宠物营养与食品研究的最新进展。主讲的课程有动物营养学、宠物营养与饲养、饲料卫生学。

夏兆飞 兽医学博士,中国农业大学动物医学院副教授。长期在中国农业大学动物医学院从事兽医教学、科研和临床工作。现任中国农业大学动物医学院兽医内科与诊断教研室主任,曾任中国农业大学动物医学院临床兽医系主任、教学动物医院院长,北京小动物诊疗行业协会(BJSAVA)理事长等职务。主持或参加国际与国家研究课题 10 余项,发表学术论文数十篇,主编(主译)和参编(参译)临床兽医书籍 20 余部。主讲的课程有小动物临床营养学、兽医临床病理学、兽医临床诊断学和兽医临床治疗学。

美国国家科学院 国家科学、工程学和医学的指导者

美国国家科学院是一个民间的、非盈利的、自治性组织，其杰出的学者主要致力于确定科学与技术的发展方向以及利用它们来提供常规的福利。1863年国会通过的章程确立了其权威性，这就要求国家科学院对联邦政府的科学和技术事务进行指导。Dr. Ralph J. Cicerone 任国家科学院的主席。

美国国家工程院成立于1964年，她遵从国家科学院的章程，是一个由著名工程师组成的与国家科学院并行的组织。它进行自治管理和自主组织成员，并和国家科学院一起共同承担向联邦政府提供建议的责任。国家工程院也制定一些满足国家需要的工程学计划、鼓励教育和研究以及认证工程师的优异成就。Dr. Wm. Wulf 任国家工程院的主席。

医学院是由美国国家科学院于1970年成立的，其职责主要是为那些杰出人员提供服务性工作，这些杰出人员都具有相当的专业知识来核查与公众健康有关的政策。医学院依据国会赋予国家科学院的章程履行其职责，包括给政府提供建议，同时从自身特点出发对医疗保健、医学研究和教育问题进行确定。Dr. Harvey V. Fineberg 任医学院主席。

美国国家研究委员会是由美国国家科学院于1916年成立的，主要任务是联合大量科学和技术团体，来帮助科学院实现推动学术发展并为联邦政府提供建议。国家研究委员会依据科学院制定的大政方针履行职责。它已经成为国家科学院和国家工程院给政府、公众以及科学和工程性团体提供服务的主要代理机构。委员会由科学院和医学院共同管理。Dr. Ralph J. Cicerone 和 Dr. Wm. Wulf 分别担任国家研究委员会主席和副主席。

www.national-academies.org

犬猫营养特别委员会

AD HOC COMMITTEE ON DOG AND CAT NUTRITION

DONALD C. BEITZ, *Chair*, Iowa State University, Ames
JOHN E. BAUER, Texas A & M University, College Station
KEITH C. BEHNKE, Kansas State University, Manhattan
DAVID A. DZANIS, Dzanis Consulting & Collaborations, Santa Clarita, California
GEORGE C. FAHEY, University of Illinois, Urbana-Champaign
RICHARD C. HILL, University of Florida, Gainesville
FRANCIS A. KALLFELZ, Cornell University, Ithaca, New York
ELLEN KIENZLE, Ludwig Maximilians University, Munich, Germany
JAMES G. MORRIS, University of California, Davis
QUINTON R. ROGERS, University of California, Davis

美国国家研究委员会成员

National Research Council Staff

JAMIE S. JONKER, 研究执行主任

动物营养委员会

COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION

GARY L. CROMWELL, *Chair*, University of Kentucky, Lexington
C. ROSELINA ANGEL, University of Maryland, College Park
JESSE P. GOFF, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Ames, Iowa
RONALD W. HARDY, University of Idaho, Hagerman
KRISTEN A. JOHNSON, Washington State University, Pullman
BRIAN W. MCBRIDE, University of Guelph, Ontario, Canada
KEITH E. RINEHART, Perdue Farms, Inc., Salisbury, Maryland
L. LEE SOUTHERN, Louisiana State University, Baton Rouge
DONALD R. TOPLIFF, West Texas A&M University, Canyon

美国国家研究委员会成员

National Research Council Staff

CHARLOTTE KIRK BAER, 主任

JAMIE S. JONKER, 行政人员

STEPHANIE PADGHAM, 项目助理

JOE ESPARZA, 项目助理

MAINA PEUNOVA-CONNOR, 项目助理

农业与自然资源部

BOARD ON AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES

MAY BERENBAUM, *Chair*, University of Illinois, Urbana-Champaign
SANDRA BARTHOLMEY, University of Illinois, Chicago
ROGER N. BEACHY, Donald Danforth Plant Science Center, St. Louis, Missouri
H.H. CHENG, University of Minnesota, St. Paul
W.R. GOMES, University of California, Oakland
ARTURO GOMEZ-POMPA, University of California, Riverside
PERRY R. HAGENSTEIN, Institute for Forest Analysis, Planning, and Policy, Wayland,
Massachusetts
JEAN HALLORAN, Consumer Policy Institute/Consumers Union, Yonkers, New York
HANS R. HERREN, Millennium Institute, Arlington, Virginia
DANIEL P. LOUCKS, Cornell University, Ithaca, New York
WHITNEY MACMILLAN (Emeritus), Cargill, Incorporated, Minneapolis, Minnesota
BRIAN W. MCBRIDE, University of Guelph, Ontario, Canada
TERRY MEDLEY, E.I. duPont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware
OLE NIELSEN (Emeritus), Ontario Veterinary College, Guelph, Canada
ROBERT PAARLBERG, Wellesley College, Watertown, Massachusetts
ALICE N. PELL, Cornell University, Ithaca, New York
BOBBY PHILLS, Florida A&M University, Tallahassee
SONYA SALAMON, University of Illinois, Urbana-Champaign
PEDRO A. SANCHEZ, The Earth Institute at Columbia University, Palisades, New York
B.L. TURNER II, Clark University, Worcester, Massachusetts
JAW-KAI WANG, University of Hawaii, Manoa
TILAHUN D. YILMA, University of California, Davis

美国国家研究委员会成员

National Research Council Staff

CHARLOTTE KIRK BAER, 主任(2004年10月之前)
ROBIN SCHOEN, 主任(2004年11月之后)
KAREN IMHOF, 行政助理
AUSTIN LEWIS, 行政人员
PEGGY TSAI, 研究助理

译者的话

Translator's Words

在世界各地,随着经济的发展和人们对宠物的喜好,宠物的数量和种类也在不断增多,其中数量最多的宠物仍然是犬和猫。大部分的宠物主人把犬猫当做家庭成员,关注它们的健康和长寿。营养和食品是保证宠物健康的关键因素。

在中国,随着饲养宠物数量的增多,对宠物食品和宠物健康产品的需求量也越来越大,但对宠物营养的研究却非常少,能够科学地阐述宠物营养及食品知识的书籍和资料也非常有限。不论是国家政府部门、宠物食品工业、大专院校、科研机构还是宠物主人,都迫切地需要了解宠物营养与食品方面的知识,以及宠物营养与食品方面的最新研究进展,基于这样的需求和现状,我们翻译了美国国家学术委员会下属的国家研究委员会最新出版的 NRC 犬猫营养需要(2006)。

2000年,美国动物营养国家研究委员会召集犬猫营养特别委员会,分别对1985年版的《犬营养需要》和1986年版的《猫营养需要》进行修订,将两者并合,于2006年出版了《犬猫营养需要》。它提供犬和猫对所有营养物质需要量的研究,包括对营养物质代谢、中毒、缺乏以及犬猫与营养有关的疾病的讨论。同时,还包括生理状态、温度、品种、年龄和环境因素对营养需

要的影响,并阐述影响营养物质消化和利用的特殊生物学特性。书中还介绍有关饲料成分、饲料配方、饲料加工和制造的一般性知识,同时也涉及宠物和实验动物的饲养原则。

本书共分为15章,每章讨论犬和猫营养的一个方面或者提供需要量和日粮组成的概括性表格,是一本非常全面介绍犬猫营养与食品方面的最新书籍,它适用于不同的读者群。可以指导产业专业人员和学者进行日粮配制以及确认新的研究课题,政府工作人员可以使用本书指导宠物食品的管理,大学教师和学生可以将其作为犬和猫营养的教科书。同时,宠物主人可以参考本书对其宠物的日粮进行评估。因此本书的翻译出版,将会对中国的宠物营养与食品方面的管理、研究、教学和普及知识起到促进的作用。

本书翻译人员大部分毕业于中国农业大学动物科技学院和动物医学院,也有来源于宠物食品的研发人员,均具有博士或硕士研究生学历,并从事宠物营养、兽医临床及宠物食品的研发工作。在翻译工作中,我们力争将原文的意思表达得清楚准确。如果读者发现译文中的瑕疵,恳请反馈给译者或出版社,以便改进。

丁丽敏 夏兆飞

2010年5月于北京

序 言

Preface

2000年,动物营养国家研究委员会召集犬猫营养特别委员会,分别对1985年版的《犬营养需要》和1986年版的《猫营养需要》进行修订。委员会的主要任务如下:

犬猫营养特别委员会将修订1985年版的《犬营养需要》和1986年版的《猫营养需要》。这2个最初分开出版的出版物将被修订,并合并在一起出版。新的版本将提供犬和猫对所有营养物质需要量的最新研究资料,并且包括犬猫的营养物质代谢、中毒、缺乏以及与营养有关疾病的讨论。同时,还包括生理状态、温度、品种、年龄和环境因素对营养需要的影响。修订的报告将阐述影响营养物质消化和利用的特殊生物学特性,并且介绍有关饲料成分、饲料配方、饲料加工和配制的一般性知识,同时还将介绍宠物和实验动物的饲养原则。

为了完成任务,在工作的整个过程中,委员会参考了各种来源的大量资料,举行了公共和专业会议,并邀请专家一起探讨。在这3年中,委员会举行了4次公共会议和6次专业会议,并从各种公共和私人组织中获得数据和信息。结合全面的文献检索并通过对科学数据以及专业经历的关键分析,委员会形成了完全符合科学规范的建议及营养需要推荐量。

报告(译者注:本书是以“报告”的形式产生的)分为15章,每章讨论犬和猫营养的某个方面或者提供需要量和日粮组成的概括性表格。每章检索了从上一版

《犬营养需要》(1985年版)及《猫营养需要》(1986年版)开始发表的文献。随着委员会工作的深入,为了规范和明确此报告中探讨的每个主题的知识框架,委员会需要对以前的研究进行核查。在某些情况下,新增的章节(如消化生理学和生理活性)需要对几十年内的文献进行彻底的回顾。

委员会认为本报告适用于各类不同的读者,可以用于指导产业专业人员和学者进行日粮配制以及确认新的研究课题,政府工作人员可以使用本报告指导宠物标签的管理,大学教师和学生可以用本报告作为犬和猫营养的教科书。同时,宠物主人可以用本报告对他们宠物的日粮进行评估。由于有大量不同的读者,委员会采取稳妥的做法,并且引用了大量的文献来告诉读者怎样使用这些建议。

读者应注意到这次正式出版的版本做了许多改变,更正和更新了未经校正和正式出版前的版本。本报告根据新的资料信息,校正或删除了一些数值,同时校正了一些计算上的错误,尤其体现在第15章中。这些校正由4位独立的评审专家完成,并且得到授权委员会和机构的认可。

我们的工作非常具有挑战性。我们很愿意提供一些我们认为很全面的文献,这不仅能提高对犬猫营养的理解,而且可为犬猫的饲养提供一些实际可用的知识。

DONALD C. BEITZ,
犬猫营养特别委员会主席

致 谢

Acknowledgments

这本新书凝聚了许多人的努力。委员会感谢参与到这次研究中的每位成员。感谢为我们公共会议提供机会以及参与我们公共会议的所有人。向给我们提供资金支持的美国家健康研究所、美国食品药品监督管理局以及美国宠物食品协会表示衷心感谢。

在本报告的审议期间,委员会得到了许多人的帮助,他们花费了大量的时间给我们提供有用的建议和意见。尤其要感谢 Gail Czarnecki-Maulden 在研究的启动阶段提供的巨大帮助。

按照国家研究委员会报告审核委员会制定的程序,挑选了具有不同观点和技术专长的专家对本报告的草稿样本进行审核。这种单独审核的目的是为了提供公正和批评性的关键意见,进而帮助协会将正式出版的报告尽量规范化和可行化,并且保证报告符合制度上要求的客观和有据的标准,同时审核科研经费的使用情况。审核的意见和草稿原稿被秘密保存以保护协商过程的诚实性。我们非常感谢下面这些审核此报告的人:Leonard S. Bull,北卡罗莱纳州立大学(North Carolina State University);Wouter Hendriks,梅西大学(Massey University);Kenneth W. Hinchcliff,美国俄亥俄州立大学(Ohio State University);Bruce J. Holub,加拿大圭尔夫大学(University of Guelph);Daniel T. Hopkins,Purina Mills 公司(退休);Randall A. Johnson,动物营养协会;Neal Merchen,伊利诺伊大学—香槟分校(University of Illinois, Urbana-Champaign);William Rumpfer,美国农业部;L. Lee,南路易斯安那州立大学(Southern, Louisiana State

University);C. Edward Stevens,北卡罗来纳州立大学(North Carolina State University);Mark Subramanyam,先灵葆雅动物保健公司(Schering-Plough Animal Health Corp.);Duane E. Ullrey,密歇根州立大学(Michigan State University);Thomas R. Zeigler,Zeigler 兄弟有限公司;Jürgen Zentec,维也纳兽医大学(Veterinary University of Vienna)。以上提到的审核人中有 4 位对出版前的草稿样本的修改提出了各自的建议。尽管上面提到的这些审核人给我们提供了许多建设性的建议和意见,但是并不要求他们认可这些结论或推荐量,并且报告发表前他们也未看到最后的样稿。这个报告的审核是由美国国立卫生研究院的 Joe Knapka (退休)监督完成的,是由地球与生命研究部任命的。他个人负责确保对报告的单独审核是在规定的程序下进行的,并确保所有的审核评论都得到认真的考虑。这个报告的最终内容由委员会和研究院负全部责任。

最后,委员会要特别感谢来自动物营养委员会的项目总监 Charlotte Kirk Baer 和项目官员 Jamie Jonker,感谢他们对这个报告的顺利完成所做的鼓励和指导。他们出色的组织能力对委员会的成功提供了巨大的帮助。还要感谢研究项目的助理 Stephanie Padgham,Joe Esparza 和 Marina Peunova-Connor,谢谢他们经常性的交流以及帮助提供的补充材料。同时还要感谢行政助理 Karen Imhof 将报告合并剪辑成最后的版本,以及感谢 Robin Schoen 促使委员会通过了最终审议。

目 录

Contents

译者的话 **Translator's Words**

序言 **Preface**

致谢 **Acknowledgments**

0 总论 **Overview**

1

0.1 最低需要量、适宜采食量、推荐供给量和安全上限,1

0.2 本书的重点,2

参考文献,3

1 犬和猫的比较消化生理学 **Comparative Digestive Physiology of Dogs and Cats**

4

1.1 引言,4

1.2 消化道及其功能,5

1.2.1 口腔,5

1.2.2 食管,6

1.2.3 胃,6

1.2.4 胃的排空,7

1.2.5 小肠、胰腺和肝脏,7

1.2.6 大肠,9

1.3 激素对消化的影响,10

1.4 消化率的测定和影响因子,18

参考文献,19

2 犬和猫的采食行为 **Feeding Behavior of Dogs and Cats**

24

2.1 野生犬和猫对食物的摄取,24

2.2 日间节律以及采食和饮水模式,24

2.3 早期采食经历和社会因素对采食行为的影响,25

2.4 日粮选择性、适口性、后天形成的对口味的厌恶和偏好,26

2.5 采食量的控制,28

2.6 饲喂建议,28

参考文献,28

3 能量 **Energy**

31

3.1 引言,31

- 3.2 能量评估,31
 - 3.2.1 日粮能量的评估方法,31
 - 3.2.2 能量含量的预测,32
 - 3.3 犬的能量需要量,36
 - 3.3.1 定义,36
 - 3.3.2 确定能量需要量的基础,36
 - 3.3.3 基础代谢率,37
 - 3.3.4 食物生热效应和静息代谢率,38
 - 3.3.5 成年动物的维持需要,38
 - 3.3.6 妊娠,40
 - 3.3.7 泌乳,40
 - 3.3.8 生长,41
 - 3.3.9 身体活动,42
 - 3.4 猫的能量需要,42
 - 3.4.1 确定能量需要量的基础,42
 - 3.4.2 基础代谢率与日粮的生热效应,43
 - 3.4.3 成年动物的维持需要,43
 - 3.4.4 妊娠,47
 - 3.4.5 泌乳,47
 - 3.4.6 生长,48
 - 3.5 犬猫的能量缺乏和过量,49
 - 3.5.1 身体状况,49
- 参考文献,49

4 碳水化合物和纤维 Carbohydrates and Fiber

53

- 4.1 定义、分类和测定,53
 - 4.1.1 可吸收的碳水化合物,53
 - 4.1.2 可消化的碳水化合物,53
 - 4.1.3 可发酵的碳水化合物,53
 - 4.1.4 不可发酵的碳水化合物,55
- 4.2 可吸收的碳水化合物(单糖和糖醇),55
 - 4.2.1 饲料中的分布情况,55
 - 4.2.2 消化、吸收和利用,55
 - 4.2.3 影响消化、吸收和利用的因素,56
 - 4.2.4 营养价值,56
 - 4.2.5 理化效应,56
 - 4.2.6 生理效应,57
 - 4.2.7 与健康相关的特性,58
- 4.3 可消化的碳水化合物(双糖、某些低聚糖和非结构性多糖),58
 - 4.3.1 饲料中的分布情况,58
 - 4.3.2 消化、吸收和利用,59
 - 4.3.3 影响消化、吸收和利用的因素,60

- 4.3.4 营养价值,62
- 4.3.5 理化效应,62
- 4.3.6 生理效应,62
- 4.3.7 与健康相关的特性,64
- 4.4 可发酵的碳水化合物[乳糖、某些寡糖、膳食纤维(DF)和抗性淀粉(RS)],64
 - 4.4.1 饲料中的分布情况,64
 - 4.4.2 消化、吸收和利用,65
 - 4.4.3 影响消化、吸收和利用的因素,66
 - 4.4.4 营养价值,67
 - 4.4.5 理化效应,67
 - 4.4.6 生理效应,68
 - 4.4.7 与健康相关的特性,71
- 4.5 低可发酵的碳水化合物(纤维素和麦麸),74
 - 4.5.1 饲料中的分布情况,74
 - 4.5.2 消化、吸收和利用,74
 - 4.5.3 影响消化、吸收和利用的因素,74
 - 4.5.4 营养价值,74
 - 4.5.5 理化效应,75
 - 4.5.6 生理效应,75
 - 4.5.7 与健康相关的特性,76
- 4.6 犬猫日粮配方中的碳水化合物,76
- 参考文献,79

5 脂肪和脂肪酸 Fat and Fatty Acids

86

- 5.1 日粮中的脂肪和脂肪酸的重要性,86
- 5.2 日粮脂肪和脂肪酸的类型及来源,86
 - 5.2.1 命名,86
 - 5.2.2 来源,87
 - 5.2.3 反式脂肪酸,87
 - 5.2.4 中链甘油三酯,88
 - 5.2.5 共轭亚油酸,88
 - 5.2.6 其他的来源,89
- 5.3 分析方法,89
 - 5.3.1 酸水解,89
 - 5.3.2 脂肪酸的浸提和皂化,89
 - 5.3.3 进行总脂质分析的浸提方法,89
- 5.4 脂肪能量和营养物质浓度,89
- 5.5 消化和吸收,90
 - 5.5.1 前十二指肠脂肪酶,90
 - 5.5.2 胰腺脂肪酶,90
 - 5.5.3 其他的脂肪酶,90
 - 5.5.4 甘油三酯水解的小结,91

- 5.5.5 吸收,91
- 5.6 消化率,91
- 5.7 脂肪酸重要性的生化基础,92
 - 5.7.1 生物合成,92
 - 5.7.2 脱饱和与延长,93
 - 5.7.3 脂肪酸的比率,94
 - 5.7.4 对不同结构和功能的必需脂肪酸的利用,94
- 5.8 比较研究,95
 - 5.8.1 膜的组成和完整性,95
 - 5.8.2 脂蛋白的相互作用,95
 - 5.8.3 类二十烷酸的产生,95
 - 5.8.4 生长和发育,96
- 5.9 犬科动物的研究,97
 - 5.9.1 缺乏或过量的症状,97
 - 5.9.2 皮肤和毛发,98
 - 5.9.3 炎症和免疫细胞的结构和功能,98
- 5.10 猫科动物的研究,100
 - 5.10.1 缺乏或过量的症状,100
 - 5.10.2 $\Delta 6$ 不饱和酸活性受限制的证据,101
 - 5.10.3 日粮 LCPUFA 和猫科动物的生命阶段,101
 - 5.10.4 免疫、炎症和血小板细胞的功能,102
- 5.11 需要量、推荐量和供给量,102
 - 5.11.1 犬和猫的必需脂肪酸,103
- 5.12 犬,103
 - 5.12.1 日粮脂肪含量:偏好量、最小量和最大量,103
 - 5.12.2 生长,104
 - 5.12.3 成年犬的维持需要,105
 - 5.12.4 妊娠与泌乳,106
- 5.13 猫,107
 - 5.13.1 日粮脂肪含量:偏好量、最小量和最大量,107
 - 5.13.2 生长,107
 - 5.13.3 成年猫的维持需要,108
 - 5.13.4 妊娠和泌乳,108
- 参考文献,109

6 蛋白质和氨基酸 Protein and Amino Acids

116

- 6.1 基本概念,116
 - 6.1.1 引言,116
 - 6.1.2 结构和功能,116
 - 6.1.3 氨基酸的重要性,117
 - 6.1.4 蛋白质和氨基酸的消化率和生物学利用率,117
 - 6.1.5 评定蛋白质和氨基酸的状况,118

6.2 蛋白质和氨基酸的需要量、供给量和耐受量,121	
6.2.1 蛋白质和氨基酸营养中的代谢适应机制,121	
6.2.2 氮(粗蛋白质)的最小需要量,推荐供给量和适宜采食量,122	
6.2.3 氨基酸的最小需要量、推荐供给量、适宜采食量和安全上限,125	
6.2.4 非必需氨基酸,138	
6.3 氨基酸的不平衡和拮抗,141	
参考文献,142	
7 矿物质元素 Minerals	149
7.1 引言,149	
7.2 矿物质元素和酸碱平衡,149	
7.3 常量矿物质元素,151	
7.3.1 钙,151	
7.3.2 磷,156	
7.3.3 镁,159	
7.3.4 钠,162	
7.3.5 钾,165	
7.3.6 氯,168	
7.4 微量矿物质元素,170	
7.4.1 铁,170	
7.4.2 铜,173	
7.4.3 锌,175	
7.4.4 锰,178	
7.4.5 硒,180	
7.4.6 碘,182	
7.5 其他矿物质元素,185	
7.5.1 砷,185	
7.5.2 硼,185	
7.5.3 铬,185	
7.5.4 钼,186	
7.5.5 硅,186	
7.5.6 镍,186	
7.5.7 钒,187	
7.5.8 其他矿物质元素,187	
参考文献,187	
8 维生素 Vitamins	194
8.1 引言,194	
8.2 维生素 A,195	
8.2.1 吸收、转运和储存,196	
8.2.2 生物学功能,197	
8.2.3 犬,198	

- 8.2.4 猫,200
- 8.3 维生素 D,201
 - 8.3.1 吸收、转运和储存,201
 - 8.3.2 生物学功能,202
 - 8.3.3 犬,203
 - 8.3.4 猫,205
- 8.4 维生素 E,206
 - 8.4.1 吸收,207
 - 8.4.2 生物学功能,207
 - 8.4.3 犬,209
 - 8.4.4 猫,210
- 8.5 维生素 K,211
 - 8.5.1 吸收、代谢和排泄,211
 - 8.5.2 生物学功能,211
 - 8.5.3 犬,212
 - 8.5.4 猫,213
- 8.6 硫胺素(维生素 B₁),213
 - 8.6.1 吸收,214
 - 8.6.2 生物学功能,214
 - 8.6.3 犬,214
 - 8.6.4 猫,216
- 8.7 核黄素(维生素 B₂),217
 - 8.7.1 吸收,217
 - 8.7.2 生物学功能,217
 - 8.7.3 犬,217
 - 8.7.4 猫,218
- 8.8 维生素 B₆,219
 - 8.8.1 吸收、转运和储存,219
 - 8.8.2 生物学功能,219
 - 8.8.3 犬,220
 - 8.8.4 猫,221
- 8.9 烟酸,221
 - 8.9.1 吸收,222
 - 8.9.2 生物学功能,222
 - 8.9.3 犬,223
 - 8.9.4 猫,224
- 8.10 泛酸,224
 - 8.10.1 吸收、转运和储存,224
 - 8.10.2 生物学功能,225
 - 8.10.3 犬,225
 - 8.10.4 猫,226
- 8.11 钴胺素(维生素 B₁₂),226

- 8.11.1 吸收,226
- 8.11.2 生物学功能,227
- 8.11.3 犬,227
- 8.11.4 猫,228
- 8.12 叶酸,228
 - 8.12.1 吸收、转运和储存,228
 - 8.12.2 生物学功能,229
 - 8.12.3 犬,229
 - 8.12.4 猫,230
- 8.13 生物素,231
 - 8.13.1 吸收,231
 - 8.13.2 生物学功能,231
 - 8.13.3 犬,231
 - 8.13.4 猫,232
- 8.14 胆碱,232
 - 8.14.1 吸收,233
 - 8.14.2 生物学功能,233
 - 8.14.3 犬,233
 - 8.14.4 猫,234
- 8.15 维生素 C,235
 - 8.15.1 生物学功能,235
 - 8.15.2 犬,236
 - 8.15.3 猫,236
- 8.16 维生素类似物,236
- 8.17 犬猫食品加工和储存过程中维生素的损失,237
- 参考文献,238

9 水 Water

247

- 9.1 一般原理,247
 - 9.1.1 功能,247
 - 9.1.2 犬猫的摄入量调节,247
 - 9.1.3 犬猫的水缺乏,248
- 9.2 犬的需要量,248
 - 9.2.1 维持需要量,248
 - 9.2.2 其他生命阶段的需要量,249
 - 9.2.3 运动和环境应激的需要量,249
- 9.3 猫的需要量,249
 - 9.3.1 维持和其他生命阶段的需要量,249
 - 9.3.2 水和猫的下泌尿道健康,250
- 9.4 推荐供给量,250
- 9.5 犬和猫的水中毒,251
- 参考文献,251