

西部乳业发展协作会特种乳委员会 · 陕西省乳品工业协会

HANDBOOK OF MILK OF NON-BOVINE MAMMALS 特种乳技术手册

[美] Y.W. 帕克 (Young W. Park)

G.F.W. 亨莱因 (George F. W. Haenlein)

陈 合 舒国伟 主 译



化学工业出版社

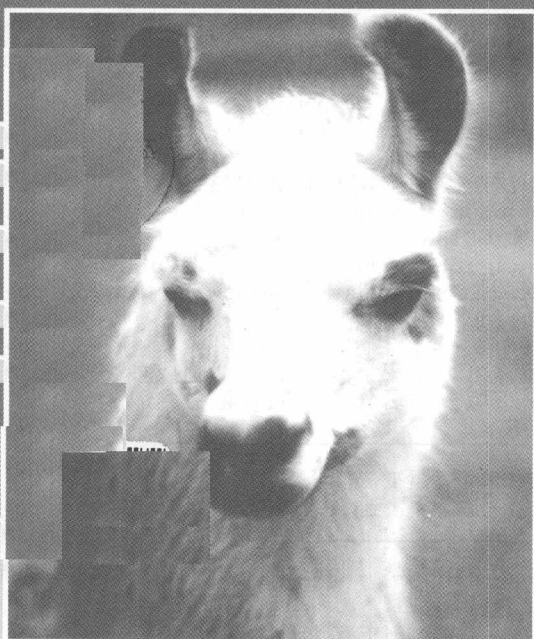
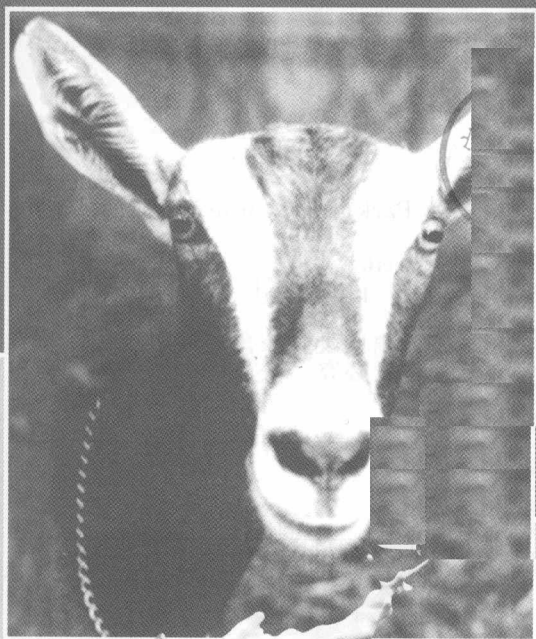
西部乳业发展协作会特种乳委员会 · 陕西省乳品工业协会

HANDBOOK OF MILK OF NON-BOVINE MAMMALS 特种乳技术手册

[美] Y.W. 帕克 (Young W. Park)

G.F.W. 亨莱因 (George F. W. Haenlein)

陈 合 舒国伟 主 译



化学工业出版社

·北京·

《特种乳技术手册》一书集多年从事特种乳研究与开发的世界知名专家及企业家的智慧,投入大量的时间、精力和心血,总结了几十年来国际特种乳的最新研究成果,提出了行业发展趋势及研究方向,对特种乳业具有重要的指导作用。

全书共分12章,首先论述了世界特种乳的资源与分布概况,接下来分章介绍了山羊奶、绵羊奶、水牛奶、马奶、骆驼奶、牦牛奶、驯鹿奶、猪奶、美洲驼奶、人乳及其他奶的资源分布、特色组成、生产、产品加工与功效等,各章自成体系。重点是山羊奶、绵羊奶、水牛奶、骆驼奶及牦牛奶,特别论述了山羊奶酪在世界各地的美食名声,绵羊酸奶及奶酪的独特组成,水牛乳产品及国外传统水牛乳制品,马奶的组成与产品开发,骆驼奶与人乳的相似性及牦牛奶加工及产品类型等。书中列有翔实地研究检测结果,附有大量珍贵的图表,图文并茂。除系统地介绍特种乳的组成及加工方法外,还描述了这些乳制品的风味特征及功效。它可以使我们学习和借鉴国际特种乳业发展之经验,推动我国特种乳业之进步,丰富乳品之种类,促进其健康发展。

本书内容全面,实用性较强,可作为乳制品行业的生产人员和技术人员等的参考书,更可作为特种奶生产及加工单位的常备技术性参考书,同时也可作为高等院校食品营养与检测、食品加工技术专业、农畜特产品加工专业等食品类专业的教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

特种乳技术手册/[美]帕克(Park, Y. W.), [美]亨莱因(Haenlein, G. F. W.)著;陈合,舒国伟主译. —北京:化学工业出版社, 2010. 1

书名原文: Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals
ISBN 978-7-122-07225-2

I. 特… II. ①帕…②亨…③陈…④舒… III. 乳品工业-技术手册 IV. TS252-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第221360号
Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals/by Young W. Park and George F. W. Haenlein
ISBN 0-8138-2051-0
Copyright © 2006 by Blackwell Publishing. All rights reserved.
Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.
本书中文简体字版由 John Wiley & Sons, Inc. 授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分,违者必究。
北京市版权局著作权合同登记号: 01-200-01-2009-7770

责任编辑: 赵玉清
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 张春娥
装帧设计: 张 辉

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张23½ 彩插4 字数597千字 2010年1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: 78.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字2009——40号

编 委 会

主 任：郑子国（陕西省乳品工业协会 秘书长）

副主任：王伟民（西部乳业发展协作会 秘书长）

王宝印（陕西红星乳业（集团）有限公司 董事长

西部乳业发展协作会特种乳委员会 会长）

委 员：孟百跃（西安市百跃乳业有限公司 董事长兼总经理）

杨立新（西安御宝羊乳品营销有限公司 总经理）

吴润生（陕西金牛乳业有限公司 总经理）

李晓林（陕西关山乳业有限公司 总经理）

周世英（西安康桥乳业有限公司 总经理）

贺益民（西安蓝田玉山奶粉厂 厂长）

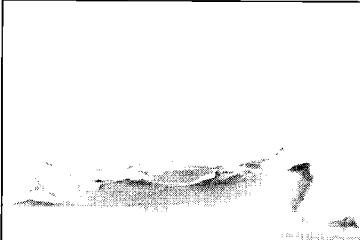
朱乖虎（陕西飞天乳业有限公司 董事长兼总经理）

张富新（陕西师范大学食品工程与营养科学学院 教授）

主 译：陈 合（陕西农产品加工技术研究院 常务副院长、教授）

舒国伟（陕西科技大学生命科学与工程学院）

参译人员：杨 君 李世玉 余建军 王长凤 王 磊



译者的话

特种乳是指除牛乳以外的其他乳类。

随着畜牧业的兴旺，我国乳品业发展迅速。2008 年奶类总产量达到 3780 万吨，成为世界第三产奶大国，乳品加工业已成为食品工业中发展最快的产业。除牛乳外，以羊乳为代表的特种乳资源丰富，特色鲜明，正在满足国民的消费嗜好和需求。但与发达国家相比，我国乳业仍以牛乳占主导地位，而特种乳类（如山羊乳、绵羊乳、水牛乳等）加工水平尚需提高，加工能力有待加强，产品研发相对滞后，导致行业利润微薄，尤其是国内关于特种乳加工的专著未见问世，这已明显制约了特种乳业的健康发展。

《特种乳技术手册》一书集多年从事特种乳研究与开发的世界知名专家及企业家的智慧，投入大量的时间和精力，总结了近年来国际特种乳的最新研究成果，提出了行业发展趋势及研发方向，对特种乳业具有重要的指导作用。全书共 12 章，首先论述了世界特种乳的资源与分布，书中各章自成体系，分别介绍了山羊奶、绵羊奶、水牛奶、马奶、骆驼奶、牦牛奶、驯鹿奶、猪奶、美洲驼奶、人乳及其他奶的资源分布、特色组成、生产与功效。重点是山羊奶、绵羊奶、水牛奶及骆驼奶。特别论述了山羊奶酪在世界各地的美食名声，绵羊酸奶及奶酪的独特组成，人们对亚洲水牛奶的高度兴趣及骆驼奶与人乳的相似性等。书中列有翔实地研究检测结果，并附有大量珍贵的图表，图文并茂。除系统地介绍特种哺乳动物的种类、乳的组成及生产方法外，还描述了这些乳制品的风味特征。它可以使我们学习和借鉴国际特种乳业发展之经验，推动我国特种乳业的进步，丰富乳品的种类，促进其健康发展。该书既可作为高等院校、科研院所的参考资料，也可作为乳品企业的技术指导工具书。

本书由陈合、舒国伟主译。陕西省宝鸡市疾病预防控制中心杨君，以及陕西科技大学李世玉、余建军、王长凤及王磊参与了翻译，陈合主译了第 1、3、4、5、7、8、9、10、11 及 12 章，舒国伟主译了第 2 及 6 章，杨君参与了第 4 章的翻译，李世玉参与了第 3 章、第 5 章、第 2 章第 5 节的翻译，余建军参与了第 7 章、第 11 章、第 12 章的翻译，王长凤参与了第 8 章、第 9 章及第 10 章的翻译，王磊参与了部分章节的翻译，全书由陈合统稿整理，由陕西科技大学吕嘉彬教授主审，编委会成员单位参与了校审工作。

本书翻译中得到了西部乳业发展协作会特种乳委员会、陕西省乳品工业协会、陕西红星乳业（集团）有限公司、广西皇氏甲天下乳业股份有限公司、西安市百跃乳业有限公司、西安御宝羊乳品营销有限公司、陕西金牛乳业有限公司、陕西关山乳业有限公司、西安康桥乳业有限公司、西安蓝田玉山奶粉厂、陕西飞天乳业有限公司、陕西农产品加工技术研究院及陕西科技大学的大力支持。特别要感谢陕西红星乳业（集团）有限公司王宝印董事长及西部乳业发展协作会王伟民秘书长对本书出版所做的努力。

由于译者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请指正。

译者

2009 年 9 月于西安

作者简介

Mary Anne Drake: 北卡罗来那州州立大学（位于美国北卡罗来纳州罗利市）东南乳品食物研究中心食品科学研究院副教授，于华盛顿大学取得硕士和博士学位，从事乳制品风味和风味化学方面的研究十余年，是著名的感官科学家；她在感官科学方面的研究得到国际公认，曾多次受邀在国际国内会议作报告，已在多种相关杂志和会议刊物发表科研论文，并参与专著编写，2003 年被评选为美国乳品科学协会年会特邀杰出科学讲师，还是乳品科学杂志和多种专业社团如食品工艺协会（IFT）和美国乳品科学协会（ADSA）的编辑委员会委员。

El-Sayed Ibrahim El-Agamy: 毕业于埃及亚历山大大学，分别于亚历山大大学和加拿大蒙特利尔州阿尔芒研究所取得乳品科学学士、乳品化学硕士及病毒免疫学博士学位，他是免疫化学和乳品科学院教授，由于其杰出的科学研究被授予埃及国家荣誉，同时担任亚历山大大学生物技术中心分子免疫学实验室主任，分别获得瑞士国际科学基金研究奖、意大利发展中国家科学院（TWAS）奖、埃及和法国 EAST 奖等四个奖项。同时还是埃及、加拿大、美国、瑞士、法国和英国的乳品科学、生物化学、细菌学、免疫学、动物生理学、生物技术、食品科学等多个国内外协会会员。

Hallvard Gjøstein: 挪威农业大学（Ås, Norway.）博士在读，从事哺乳期生理和母子关系的研究。

郭明若: 于中国哈尔滨东北农业大学获得动物科学学士和乳品技术硕士学位，1990 年在爱尔兰国家大学（爱尔兰，科克）取得食品化学博士学位，是佛蒙特州伯灵顿市佛蒙特大学营养与食品学院副教授，在国立科克大学食品化学学院学习一年后回到中国研究其博士后课题：奶酪的成熟，并成为东北农业大学食品科学院的助理教授和副教授。他是 IFT、ADSA、ACS 和 ASCN 协会的专业会员，已发表同行评审期刊文章、科技专业书章节、会议出版物及包括四本书在内的百余篇著作。

George F. W. Haenlein: 美国特拉华州纽沃克特拉华大学动物和食品科学系教授，拥有麦迪逊-威斯康星大学乳品科学博士学位，德国霍恩海姆大学动物营养科学博士，也曾在那儿完成本科学习。1953 年移居美国并加入美国国籍，1957 年进入德拉瓦大学任教，担任乳品生产、山羊生产、家养动物行为、乳制品评价、家畜遗传学和奶牛选择等课程的教学工作。他从事奶牛和奶山羊营养、根西牛（Guernsey）和荷斯坦（Holstein）奶牛产奶多样性、影响牛奶组成的因素方面的研究，并担任国家科学基金山羊营养需求小组委员会主席，出版著作有：山羊及其产品手册、100 余篇研究论文、几百篇山羊和绵羊相关论文。他也是负责特拉华州（Delaware）奶牛群品种改进计划的乳制品专家，并与许多评价团队一起对特拉华州 FFA 和 4H 乳制品进行评价。他在十五国国际乳品改进计划中非常活跃，尤其致力于小型反刍动物的研究，是国际小型反刍动物研究杂志的一名编辑，同时担任许多专业级荣誉协会（包括美国乳品科学基金会、美国奶山羊研究基金会、英国羊乳制品协会、美国奶酪协会）委员，国际山羊协会创始者，美国科学发展协会荣誉成员。

Oystein Holand: 挪威农业大学驯鹿畜牧业专业副教授。主要研究领域为：有蹄动物的生活史、繁殖生物学、应用种群动态学，尤其是半驯化鹿的相关研究。获得驯鹿哺乳研究博

士学位，侧重研究哺乳期生理及孕期投资，是这一领域内知名专家。他的研究活动和许多出版物（包括相关杂志和会议论文）得到了大家的广泛认可。

M. Mohamed Habibulla Khan: 获得畜牧学学士学位，1957 年获兽医科学硕士学位，在印度钦奈的泰米尔纳德邦农业大学获博士学位，于马德拉斯兽医学院完成乳品科学博士后研究工作。在畜牧学院先后担任水牛助理研究员、教授、乳品科学院院长、泰米尔纳德邦兽医及动物科学大学推广教育部主任。已在国内外相关杂志上发表 50 余篇科学论文、许多广受好评的文章及 11 本关于畜牧生产管理方面的书籍。除了受聘于 Cheron 研究杂志社担任编辑，同时也是 Kalnadai 卡迪尔泰米尔流行杂志社编辑，他还担任印度政府生物技术部食品生物技术工作团队成员。

Jane Morgan: 副教授、英国吉尔福德州萨利大学儿童营养学者，拥有博士学位和 R. D. 学位，对婴儿营养学有浓厚兴趣，这点可以追溯到她承担的相关婴儿成长和能量需求研究，也为她 1979 年于伦敦大学通过的博士论文奠定了基础。出版论文范围广泛，包括各种国内外会议论文等，她曾多次筹集资金用来支持其研究。她为萨里大学本科和研究生讲授有关人类营养发展的各种课程。

Mauri Nieminen: 是芬兰畜牧和渔业研究所下属的芬兰驯鹿研究中心领导，从事应用生理和营养、种群生态变化等方面的研究。

Ajit J. Pandya: 拥有乳品技术专业学士，印度卡纳尔国家乳品研究所乳品技术专业硕士及博士学位。印度阿南德古吉拉特农业大学乳品科学学院乳制品技术专业教授，已出版多种研究和技术论文，由于他的努力，为其所在大学建了一家日产 10 万吨的乳品厂。他是名为“纯酥油对营养和健康的作用——一个正在激发的神话”的国家研讨会组委会秘书，还是印度阿南德古吉拉特分会印度奶业协会秘书。

Young W. Park: 是美国乔治亚州堡谷州立大学乔治亚州小型反刍动物研究与推广中心教授，乔治亚大学农业和环境科学学院食品科学与技术系兼职教授。1974 年获韩国干谷大学学士学位后移居美国，1976 年获明尼苏达州大学硕士学位，1981 年获犹他州大学食品化学/营养学博士学位，1998 年在芝加哥北浸会神学院获教育部博士学位。他讲授食品分析、乳制品生产、营养学实验、食品化学、食品加工和乳制品的技术等课程，过去 24 年，还致力于山羊奶和相关乳制品的研究。已出版相关论文、书本、参编会议出版物 180 余篇。他是小型反刍动物研究杂志编委会成员及多种其他杂志的审稿人，还是许多专业社团如 IFT、ADSA、国际山羊协会、美国奶山羊协会、国际乳品联合会、美国营养学会、美国实验生物协会联盟和希格玛西（Sigma Xi）会员，已受邀为国际科学会议研讨会发言人和主持人，已被题名为“Who's Who”科学技术奖候选人，获 2000 年英国剑桥国际传记中心和美国罗利传记中心 21 世纪杰出科学家奖。

Moshe Rosenberg: 于以色列耶路撒冷希伯来大学获生物科学学士学位，1990 年在以色列海法工学院获食品工程和生物技术硕士学位，担任加利福尼亚大学得维斯科分校食品科学与工程学院教授。他致力于发展与乳品生产技术相关的有利信息，研究乳品生理化学、结构和流体特性及产品的最终质量特性。他的研究还涉及天然聚合物的生理生化 and 微胶囊特性以及发展牛奶来源的蛋白质和脂类的增值应用。

Todd M. Silk: 伯灵顿佛蒙特大学获食品微生物硕士和博士学位，致力于苹果酒中大肠杆菌（*Escherichia coli*）O157 : H7、苹果酒和乳制品中李斯特菌（*Listeria monocytogenes*）的检测。目前，他的研究涉及苹果酒和乳制品的选择性加工处理，使之热量达到最小的可行性方案。曾受雇于佛蒙特州大学的食物创业东北中心，帮助食品企业家按时完成加工过程，

提供美国食品和药品总署的相关法律咨询。目前受雇于惠氏营养——一家生产婴儿配方奶粉的美国生产公司，也兼任佛蒙特州大学营养与食品科学系的助理教授。

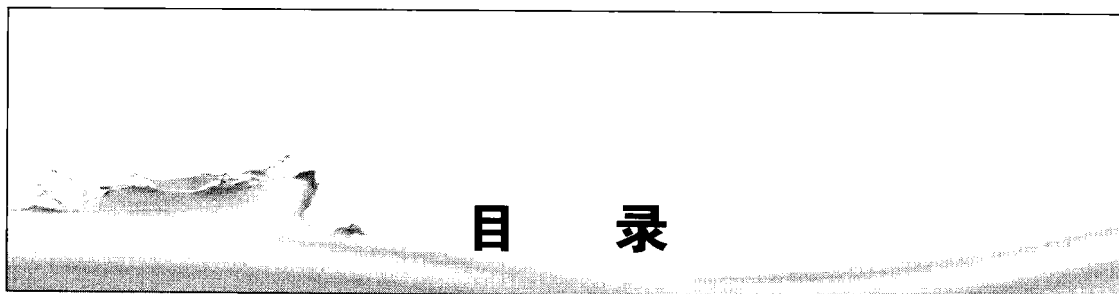
William L. Wendorff: 毕业于威斯康星大学麦迪逊分校，并获得乳品工业学士学位、乳品和食品工业硕士学位、食品科学博士学位，从事食品业技术总监 20 余年后，加入威斯康星大学麦迪逊分校食品科学系，成为乳制品生产专家和食品科学教授。主要研究奶酪和乳清工艺，他协调威斯康星大学麦迪逊分校各种乳制品生产的短期教学，并经常担任许多国内和国际奶酪大赛的评委。2001 年 6 月起，他开始担任食品科学系主任。他的研究主要集中在乳品工业的质量和环境问题、山羊奶酪的发展方面。他还是 ADSA、IAFP、IFT 和美国奶酪协会的会员。

M. E. Carunchia Whetstine: 2000 年毕业于普渡大学，获食品科学学士学位，2002 年于北加利福尼亚州立大学罗利分校获食品科学硕士学位，现师从 Mary Anne Drake 门下攻读博士学位，学术研究集中在乳品风味化学和感官分析。

张柏林: 毕业于波兰罗兹技术大学发酵工程和微生物研究所，食品化学和生物技术专业，1997 年获博士学位。现任中国北京林业大学生命科学与工程学院食品科学系教授。主要研究集中在食品生物技术和微生物，涉及乳酸菌及相关发酵产品，尤其是发酵乳制品的研究。他和他的团队已在不同国内外相关杂志上发表 40 余篇论文，他还是许多食品生物技术和食品科学教材和手册的合编者。

张和平: 博士、内蒙古农业大学食品科学与工程学院教授、内蒙古乳品研究中心总工程师。他的研究主要集中在免疫奶、奶中生物活性物质、微生物、乳酒的加工技术。

张列兵: 博士、中国新希望奶业经理、内蒙古农业大学食品科学与工程学院兼职教授。研究集中在牛奶蛋白质化学，奶酪和奶粉的加工技术方面。



目 录

作者简介	I	2.4.5 山羊奶酪风味	88
1 特种乳概况	1	2.4.6 绵羊奶和奶酪	92
1.1 引言	1	2.4.7 其他特种奶风味	93
1.2 哺乳动物	2	2.4.8 结论	93
1.3 乳品工业的发展	2	参考文献	93
1.4 特种乳的组成与分泌	2	2.5 食物过敏及山羊奶的低过敏性	96
1.5 特种乳的独特性	4	2.5.1 引言	96
参考文献	6	2.5.2 过敏反应的原因	96
2 山羊奶	7	2.5.3 过敏反应的四种类型	97
2.1 山羊奶的生产	7	2.5.4 不同类型食物的过敏症	97
2.1.1 引言	7	2.5.5 食物过敏的一般症状	98
2.1.2 山羊奶生产	10	2.5.6 奶和食物过敏发生率	98
参考文献	20	2.5.7 食物过敏的机理	99
2.2 山羊奶——化学组成与营养	24	2.5.8 牛奶过敏的临床表现	102
2.2.1 引言	24	2.5.9 山羊奶的低过敏性	103
2.2.2 山羊奶的化学组成	24	2.5.10 山羊奶的功效和营养优势	104
2.2.3 山羊奶的理化特征	39	参考文献	106
2.2.4 山羊奶的营养意义	40	3 绵羊奶	110
参考文献	42	3.1 引言	110
2.3 山羊奶产品：加工技术与销售策略	47	3.2 绵羊奶的生产	113
2.3.1 引言	47	3.2.1 绵羊的品种	113
2.3.2 合格山羊奶的生产	47	3.2.2 羊群管理系统	116
2.3.3 合格山羊奶产品的监管要求	48	3.2.3 母绵羊的年龄、产仔和哺乳期	119
2.3.4 山羊奶乳制品类型及加工工艺	49	3.2.4 奶绵羊的营养需求	120
2.3.5 山羊奶产品的组成	72	3.2.5 挤奶管理操作	121
2.3.6 山羊奶产品的销售与挑战	80	3.2.6 季节影响	124
参考文献	81	3.3 绵羊奶的组成	125
2.4 山羊奶及其他乳制品的风味特征	84	3.3.1 总组成	125
2.4.1 引言	84	3.3.2 脂肪	126
2.4.2 感官技术	84	3.3.3 蛋白质	128
2.4.3 仪器检测	86	3.3.4 乳糖	129
2.4.4 加工过程对山羊奶风味的影响	87	3.3.5 矿物质和维生素	130
		3.3.6 酶	130

3.3.7 理化性质	131	4.3 印度传统乳制品	211
3.3.8 营养价值	131	4.3.1 引言	211
3.4 绵羊奶处理与品质	133	4.3.2 凯阿 (Khoa)	212
3.4.1 绵羊奶的冷却	133	4.3.3 Chhana	216
3.4.2 冷藏	133	4.3.4 Rasogolla	218
3.4.3 香味和风味	134	4.3.5 Sandesh	219
3.4.4 相关微生物	134	4.3.6 坡尼尔	219
3.4.5 体细胞数	135	4.3.7 达希酸奶 (Dahi)	220
3.5 绵羊奶的加工	136	4.3.8 Shrikhand	221
3.5.1 巴氏杀菌	136	4.3.9 结束语	224
3.5.2 均质	137	参考文献	224
3.5.3 分离	137		
3.5.4 浓缩	138	5 马奶	226
3.5.5 干燥	138	5.1 引言	226
3.6 绵羊奶产品	139	5.2 奶马的生产及饲养管理	226
3.6.1 液态奶	139	5.2.1 世界奶马分布	226
3.6.2 发酵乳	139	5.2.2 奶马的品种	226
3.6.3 黄油和酥油	139	5.2.3 马的喂养及营养管理	227
3.6.4 冰激凌	140	5.3 奶马的产奶量	230
3.6.5 酸奶	140	5.3.1 马奶的分泌和生产	230
3.6.6 奶酪	142	5.3.2 马奶质量	231
3.6.7 乳清制品	149	5.4 马奶的组成	231
3.7 绵羊奶产品的市场	150	5.4.1 总组成	231
3.7.1 国际市场	150	5.4.2 脂类组成	232
3.7.2 美国市场	151	5.4.3 蛋白质组成	235
参考文献	151	5.4.4 维生素	237
		5.4.5 矿物质	238
4 水牛奶	160	5.5 马奶产品的生产与利用	239
4.1 水牛奶的生产	160	5.5.1 马奶酒	239
4.1.1 引言	160	5.5.2 马奶粉	242
致谢	171	5.5.3 冷冻和冻干马奶	242
参考文献	172	5.5.4 其他马奶产品	242
4.2 水牛乳制品	175	5.5.5 马奶产品的功效	242
4.2.1 引言	175	参考文献	243
4.2.2 水牛奶的组成	175		
4.2.3 水牛原料乳中的微生物 特性	184	6 骆驼奶	246
4.2.4 以水牛奶为原材料的产品	184	6.1 引言	246
4.2.5 饮用乳及相关产品	185	6.2 骆驼的适应性	246
4.2.6 高脂乳制品	186	6.3 骆驼的数量和分布	247
4.2.7 水牛炼乳与奶粉	192	6.4 骆驼奶产量与哺乳期	247
4.2.8 水牛奶酪	194	6.5 奶组成	249
参考文献	200	6.5.1 初乳	249
		6.5.2 正常奶	250

6.6 乳蛋白过敏	261	7.5 牦牛遗传性及牦牛奶研究进展	293
6.6.1 骆驼奶的免疫系统	261	参考文献	294
6.6.2 非特异性保护蛋白——溶菌酶	263	8 驯鹿奶	295
6.6.3 肽聚糖识别蛋白	264	8.1 引言	295
6.6.4 乳铁蛋白	265	8.2 历史	295
6.6.5 乳过氧化物酶	266	8.2.1 地理分布	295
6.6.6 热处理对保护性蛋白的影响	267	8.2.2 管理制度	296
6.6.7 保护性蛋白的生物活性	268	8.2.3 利用	297
6.7 骆驼奶的药用特性	271	8.3 生态和生活史	297
6.8 脂类	272	8.3.1 约束和管理问题	297
6.8.1 乳脂球及分层特性	272	8.3.2 泌乳期策略	299
6.8.2 乳脂肪酸的组成	272	8.4 乳成分	299
6.8.3 磷脂	273	8.4.1 蛋白质	300
6.8.4 脂肪球膜	274	8.4.2 脂肪	301
6.8.5 脂溶性维生素	274	8.4.3 乳糖	301
6.8.6 甾醇	274	8.4.4 矿物质	301
6.8.7 乳脂常数	275	8.4.5 维生素	302
6.8.8 甘油三酯	275	8.5 乳产量	302
6.9 热处理对骆驼奶的影响	276	8.5.1 潜力	302
6.9.1 低温处理	276	8.5.2 实际产量	303
6.9.2 高温处理	277	8.6 能量代谢	303
6.10 骆驼奶的酶法凝固	277	8.7 挑战	304
6.11 骆驼奶产品	278	8.7.1 新装备	304
6.11.1 发酵乳	278	8.7.2 排乳	304
6.11.2 奶酪	279	8.7.3 驯化和管理制度	305
6.11.3 黄油	280	8.7.4 产品性能	306
6.11.4 巴氏杀菌奶	281	8.8 结论	306
参考文献	281	参考文献	307
7 牦牛奶	288	9 猪奶	309
7.1 引言	288	9.1 引言	309
7.2 牦牛奶产量	288	9.2 猪乳腺	309
7.2.1 挤奶方案	289	9.3 乳腺中乳的分泌	310
7.2.2 牧群管理	289	9.4 影响猪奶产量的因素	310
7.2.3 牦牛选育及杂交育种	290	9.4.1 哺乳期	310
7.3 奶的组成	291	9.4.2 哺乳频率	311
7.4 牦牛奶加工工艺及其产品类型	291	9.4.3 母猪体重和代谢状态	311
7.4.1 奶茶	292	9.4.4 猪仔大小	311
7.4.2 牦牛奶酪	292	9.4.5 环境因素	311
7.4.3 黄油	292	9.4.6 乳腺组织的量	311
7.4.4 其他牦牛奶产品	293	9.5 猪奶的组成	312
		9.6 猪奶成分与膳食调控	314

9.7 猪奶可作为人类营养和健康研究的模型	315	11.5 其他特种乳的化学特征	337
参考文献	317	11.6 其他特种乳的产品及其特征	337
参考文献	317	参考文献	338
10 美洲驼奶	319	12 人乳	340
10.1 引言	319	12.1 引言	340
10.2 乳产量	320	12.2 母乳的功效	341
10.3 美洲驼奶的组成	321	12.3 母亲的生理和营养重要性	342
10.3.1 主要成分	321	12.3.1 能量需求	342
10.3.2 美洲驼奶中的矿物质	323	12.3.2 蛋白质需求	343
10.3.3 美洲驼奶中的蛋白质组成	324	12.3.3 其他营养需求	343
10.4 结论	325	12.4 生理和成分	344
参考文献	326	12.4.1 分泌及生物化学过程	344
11 其他特种乳	327	12.4.2 组分和产量	344
11.1 引言	327	12.4.3 微生物	345
11.2 其他特种乳成分的性质	327	12.4.4 乳蛋白	346
11.3 其他特种动物奶量及奶的组成比较	328	12.4.5 乳脂	347
11.3.1 驼鹿	328	12.4.6 乳中的碳水化合物	347
11.3.2 麝牛	329	12.4.7 乳中的微量营养素	348
11.3.3 北美驯鹿	330	12.5 实践	348
11.3.4 南美羊驼	331	12.6 替代产品	349
11.3.5 驴	333	12.7 下一个里程碑	350
11.3.6 麋鹿	334	12.8 婴儿生理学	350
11.3.7 鳍足类动物(海豹和海狮)	335	12.9 结束语	351
11.3.8 北极熊	336	致谢	351
11.4 特种哺乳动物奶产量	336	参考文献	351
		中文索引	353

1

特种乳概况

Young W. Park

George F. W. Haenlein

1.1 引言

现阶段,许多国家正处于一场奶酪革命^[16]。奶酪作为一道菜正成为很多餐馆晚餐中的一部分,现在越来越多的食品商店和市场供应各种优良的国产和进口奶酪(fromage)——这是当前美国和欧洲的情况,尤其是在法国。过去的30年里,人们对更健康的天然的、有机的、新鲜农产品的、手工的、原始的食物以及吃起来更可口的食品有了觉醒和重新认识,在这一过程中,山羊奶也被认为适合用作健康食品,引起了人们对它极大的新的兴趣,特别是山羊奶产品奶酪和酸奶。山羊奶作为合适替代品已重返乳品工业,而此前乳品市场一直由牛奶占统治地位。全球粮农组织(FAO)的统计数字也显示了在最近几十年来大大增加了的山羊数量(全世界由1980年的4.58亿头增加到了2001年的7.38亿头,增加了61%)^[12,13](见第2章表2.3)。在许多发达国家,很长一段时间以来奶牛及其产品在地方市场和教科书中已作为乳制品工业的同义词。超过95%的乳制品都来自牛奶,但地中海国家除外。乳品科学的学生大多只学习牛奶生产的乳制品。从古代的美索不达米亚(Mesopotamia)、埃及和印度的考古发现奶主要是牛奶,产品是黄油和奶酪^[31]。甚至过去的美国监管机构和国家卫生局也将其规定的乳制品代码中奶的定义为“来源于牛”,直到近年来才作出更正。

大约30年前这种情况发生了变化,尤其是在美国,并在继续改变。现在奶山羊已作为乳品工业中合法的添加物而为美国监管当局接受。此外,在过去10多年来,奶绵羊也已进入美国,并迅速成为乳品工业中一个新的、可接受的部分。许多地中海国家和世界其他地区的一个优良传统终于出现在美国。来自于其他国家的山羊和绵羊奶,甚至水牛牛奶的乳制品进口增加,以满足消费者日益增加的需要,并将其与奶山羊和奶绵羊新的国内生产融合。在世界其他地区,因为陡峭的高山、沙漠和恶劣的气候、贫穷、经济状况、悠久的传统,山羊和绵羊不仅是重要的,甚至是主要的奶类生产者。牛及其他哺乳动物物种也是非常重要的奶类提供者,如骆驼、牦牛、水牛、母马、驯鹿甚至美洲驼,它们的贡献在乳品科学教学中不容忽视。甚至在美国也拥有一个或两个水牛种群,欧美有一个或两个商业奶母马群,除此之外,大多数奶水牛和母马群主要在亚洲。

今天在发展中国家和发达国家的消费者也越来越急切地想了解乳制品的构成和组分,因为它们与人类健康相关^[9,34]。以前几乎没有人重视或知道乳品脂肪及脂肪酸的好坏类型评价方法。今天食品上的营养标签不仅标明了蛋白质、脂肪、碳水化合物、钠、钙以及维生素含量,也标明了一些特殊成分如饱和、不饱和、 ω -3、共轭和反式脂肪酸。这些开放的知识使人们产生了解以下问题的兴趣:哪一种乳制品优于其他?哪一种动物喂养系统最好,如放牧与舍养,哪一个物种比其他物种能生产更适合或更可取的人类食物?婴儿或者病人需要

哪一种动物的奶？对婴儿而言，最接近人乳且产生更少的过敏反应的奶更好；对病人而言，能更好地被胃肠道疾病患者耐受且不引起乳糖不耐症的乳制品更好。

1.2 哺乳动物

动物王国的自然生存规律是以保护其后代为基础。进化到以乳腺腺体为其后代提供营养的最高的一类动物被称为哺乳动物^[33]。大多数哺乳动物胎盘中胎儿的发育出生在一个或多或少的无助状态。出生时，母亲用乳来护理后代，乳是一种生理和营养均衡乳腺分泌物。

牛、绵羊、山羊、鹿、骆驼、马甚至鲸鱼的乳腺均位于腹股沟区。灵长类动物和大象的乳腺在腹部。但猪、老鼠和食肉动物的乳腺位于沿腹面的胸部和腹部上^[37]。乳腺与皮脂腺和汗腺一样，是一种皮肤腺。牛奶通过乳腺中血液的合成及扩散过程形成。虽然有少数哺乳动物的预先初乳（precolostrum）是在怀孕的后阶段在乳腺中形成，但大多数哺乳动物都是分娩和下乳同时出现^[26]。

奶被认为是自然界最完美的食品，其营养均衡，并且往往具有较高的热值。它能够满足新生儿在早些时候关键时期身体发育的营养要求，并提供新生儿正常生长的基本营养，直到新生儿能够消耗和消化固体食物。所有的哺乳动物在其出生后至断奶前几周具备自我喂养能力之前，都完全依赖于其母亲的乳汁。

1.3 乳品工业的发展

在寻求社会经济可行和营养优越的食物来源过程中，人类驯化了一些哺乳动物物种，选育和饲养它们以生产大量的奶，这些奶超过了哺乳动物为自己后代提供营养的基本数量，而这些超出喂养幼兽需要的剩余奶则是现代乳品工业的基础。在北美、欧洲、澳大利亚和新西兰，乳品工业是所有农业生产行业中最完整的行业之一。

虽然奶牛在发达国家乳制品生产的家养动物物种中一直占主导地位，但山羊、绵羊、水牛、牦牛、骆驼和马以及一些其他次要哺乳动物物种在世界的一些地区也已被驯化、保留和繁殖，并用于奶的生产，这些地区环境艰苦，需要动物具有特别的适应能力，更适合非牛哺乳动物。

了解解剖学、组织学、生理学、奶成分合成的生物化学、奶在乳腺中的分泌过程，对奶用于人类消费的生产、保存和利用非常重要。这些知识越多，越有助于提高乳品生产者的基本能力，改善他们对产奶动物和环境条件的管理，从而提高产奶效率，提高奶的质量和产量；也将使乳品生产者有机会改变奶的构成，以满足人们的更多功能性营养和健康需要。

奶是最珍贵的天然食品之一，自远古就已成为人类饮食中的基本组成部分。从乳腺中流出的奶易腐烂，不正确的喂养和处理动物，挤奶期间和之后的冷却、运输、巴氏杀菌、加工、包装、加工设备和贮存等都会产生负面影响^[22,30]。通过了解家养哺乳动物哺乳期的基本科学，可以最大限度地提高奶的产量和质量，从而有效地利用并加工成人们消费的乳制品。

1.4 特种乳的组成与分泌

在一篇哺乳动物物种奶类的综述中，Ofstedal^[27]总结了至少 194 种奶的组成数据。然

而, 对非家养的哺乳动物进行的详细研究较少。仅仅 55 种 (包括家养的哺乳动物) 动物有哺乳阶段的全部系统数据。结果表明, 大部分现有的资料, 尤其是关于野生物种的资料, 均是在偶然情况下获得的, 其中哺乳阶段, 产妇危害或婴儿健康和取样偏差的影响尚无法测定^[28]。

奶成分产生直接或间接地来自于血。奶和血的渗透压相同, 但在这两种生理体液中存在明显不同的成分。乳蛋白主要是酪蛋白, 至少反刍动物是这样, 而血浆中的主要蛋白是白蛋白和球蛋白^[37]。

除了脂肪、矿物质和维生素, 奶中含有两个特征成分, 即乳糖和酪蛋白。虽然奶的组成受遗传、营养和环境因素的影响, 但奶中主要成分和次要成分的数量随物种不同而不同。一般而言, 海洋哺乳类动物的奶, 如海豚、海豹、鲸和北极熊的奶含有高脂肪^[37]。许多快速生长的物种, 如兔和大鼠, 奶中含有高蛋白, 但达到成熟的速度和蛋白质含量之间的相关关系并不总成线性。奶中最恒定的成分是乳糖, 在不同物种的哺乳中期其含量在 3%~7% 之间。在有袋类哺乳动物中, 也在育儿袋内向它们的后代提供奶, 但袋鼠奶含有戊糖而不是乳糖, 这与通常的哺乳动物奶不一样, 它也含有蛋白质和其他含氮化合物。

家养及一些野生哺乳动物的奶组成见表 1.1。这些值是平均值, 仅仅用于不同种之间进行一般的比较。

表 1.1 家养和一些野生哺乳动物奶的总成分

单位: %

种 类	脂肪	蛋白 质	乳糖	灰分	总固 形物	参考 文献	种 类	脂肪	蛋白 质	乳糖	灰分	总固 形物	参考 文献
羚羊							大象	15.1	4.2	5.1	0.7	24.1	[1]
黑斑羚	20.4	10.8	2.4	1.3	34.9	[5]	狐狸	6.3	6.3	4.7	1.0	18.3	[39]
叉角羚	13.0	6.9	4.0	1.3	25.2	[10]	山羊	3.5	3.1	4.6	0.8	12.1	[35]
驴	1.2	1.7	6.9	0.4	10.2	[35]	天竺鼠	3.9	8.1	3.0	0.8	15.8	[35]
狒狒	5.0	1.6	7.3	0.3	14.2	[8]	马	1.6	2.7	6.1	0.5	11.0	[35]
熊							人	4.5	1.1	6.8	0.2	12.6	[15]
北美洲灰熊	3.0	3.8	4.0	1.3	12.1	[5]	(袋鼠) ^①	2.1	6.2	微量	1.2	9.5	[7]
北极熊	31.0	10.2	0.5	1.2	42.9	[4]	水貂	8.0	7.0	6.9	0.7	22.6	[20]
野牛	1.7	4.8	5.7	0.9	13.1	[1]	猴	3.9	2.1	5.9	0.3	12.3	[35]
水牛							驼鹿	7.0	13.5	3.6	1.6	25.7	[5]
埃及水牛	7.7	4.3	4.7	0.8	17.5	[1]	老鼠	12.1	9.0	3.2	1.5	25.8	[5]
菲律宾水牛	10.4	5.9	4.3	0.8	21.4	[1]	骡	1.8	2.0	5.5	0.5	9.8	[1]
骆驼	4.9	3.7	5.1	0.7	14.4	[35]	麝牛	11.0	5.3	3.6	1.8	21.7	[11]
猫	7.1	10.1	4.2	0.5	21.9	[1]	负鼠	6.1	9.2	3.2	1.6	24.5	[17]
牛							兔子	12.2	10.4	1.8	2.0	26.4	[8]
亚尔夏牛	4.1	3.6	4.7	0.7	13.1	[3]	老鼠	14.8	11.3	2.9	1.5	31.8	[1]
瑞士褐牛	4.0	3.6	5.0	0.7	13.3	[3]	驯鹿	22.5	10.3	2.5	1.4	36.7	[1]
根西牛	5.0	3.8	4.9	0.7	14.4	[3]	海狮, CA ^②	34.9	13.6	0.0	0.6	49.1	[32]
荷斯坦牛	3.5	3.1	4.9	0.7	12.2	[3]	海豹						
娟珊牛	5.5	3.9	4.9	0.7	15.0	[3]	灰海豹	53.2	11.2	2.6	0.7	67.7	[2]
瘤牛	4.9	3.9	5.1	0.8	14.7	[38]	冠海豹	40.4	6.6	?	0.9	47.9	[5]
黑猩猩	3.7	1.2	7.0	0.2	12.1	[5]	绵羊	5.3	5.5	4.6	0.9	16.3	[35]
郊狼	10.7	9.9	3.0	0.9	24.5	[5]	猪	7.9	5.9	4.9	0.9	19.6	[24]
鹿	19.7	10.4	2.6	1.4	34.1	[36]	鲸鱼	34.8	13.6	1.8	1.6	51.2	[1]
狗	8.3	9.5	3.7	1.2	20.7	[35]	牦牛	7.0	5.2	4.6	?	16.8	[23]
海豚	41.5	10.9	1.1	0.7	54.2	[1]	斑马	4.8	3.0	5.3	0.7	13.8	[1]

① 有袋动物; ② CA 表示加利福尼亚。

表中的许多数据，特别是非家养动物的相关数据，关于哺乳期阶段的信息极少且缺乏分析，甚至在同一个动物的不同乳腺，奶的组成都存在显著性差异，在白天和夜间也有较大差异。

大多数哺乳动物物种的下乳（或开始分泌大量的奶）与分娩同时出现。下乳发生在两个阶段^[14,19]，第一阶段准备乳腺为奶分泌做准备，通常发生在怀孕后期，第二阶段是分娩时奶开始分泌。

牛的下乳和分娩同步^[29]，老鼠的奶在分娩前 4h 分泌到乳腺导管（mammary duct），牛奶则分泌到乳腺^[21]。另一方面，人类和豚鼠的下乳延迟到产后 48h 或 72h 才出现，这可能是由于这两类物种产后黄体酮水平缓慢下降的原因^[25]。

激素对乳汁分泌过程的启动有一定影响。奶的连续分泌以及奶的分泌量和组成是由动物体内的几种激素和营养因素控制的。对于奶牛和奶山羊，生长激素和甲状腺素增加奶产量^[33,37]。为了能继续分泌奶，需要使奶周期性流出。然而，奶的分泌，也就是奶从乳腺流出经常需要通过幼兽的吮吸或者手工预先挤奶程序刺激神经系统来实现。如果奶不从腺体移走，随着分泌组织的一个完全消退（complete involution），分泌进程将变慢，且分泌停止。牛奶分泌通过生理反馈系统继续下去。神经刺激诱导通过血液中来自于脑垂体的激素——催产素释放，从而引起产奶气泡周围的肌上皮细胞紧缩，这样即迫使奶从气泡进入乳腺导管和乳池^[33]。

1.5 特种乳的独特性

全球关于牛奶技术和通俗文学方面的出版物有许多，而其他哺乳动物的奶很少引起注意，至少在英语文献中如此。因此，Dr. Y. W. Park 和 G. F. W. Haenlein 博士对编写本书热切关注，以对特种动物的乳品科学做出全面和新的贡献，并通过从国外知名科学家处引进稿件，这在一定程度上克服了已出版知识的缺乏，在这些引进稿件中所述的地方特种动物具有重要的营养、经济和社会作用。

本书中的章节主要是关于 10 种特种乳类的生产与利用：山羊、绵羊、水牛、马、骆驼、牦牛、驯鹿、猪、美洲驼和人乳。重点是奶山羊，它是本书编写的初始动力，因为山羊奶和牛奶相比有一些独特的特点。山羊奶已成功用于牛奶过敏的情况以及各种代谢和胃肠道疾病的患者。山羊奶的蛋白质和一些牛奶的蛋白质在遗传上存在差异，山羊奶的脂肪通常有更好的脂肪酸组成。山羊奶酪已在世界各地获得美食名声，需求日益增长。

绵羊已产奶数千年，但除了产奶之外，饲养绵羊主要用于生产纤维（羊毛）和肉类。因此，奶绵羊数量、绵羊奶产量和加工的官方统计记录均很难找到。绵羊奶组成独特，很适合用于生产酸奶和奶酪^[18]。在一些国家，绵羊奶酪生产受到高度重视，且生产组织良好，从而促进了出口，尤其是一些产地标签的官方保护的国家。

水牛奶主要在亚洲国家比较重要，但水牛数量的分布正在扩大，人们对水牛产品的兴趣日益浓厚。印度官方已支持奶水牛的重大研究，包括一家位于希萨尔-哈里亚纳邦的国家研究所（CIRB），致力于研究水牛。A. J. Pandya 博士和 M. M. H. Khan 博士的综合论文对本书极有价值。水牛奶在许多传统产品中很流行，但这些传统产品在西方国家不太有名。

马奶是亚洲的另一个独特奶类，许多国家有饮用马奶的传统，除了可作为牛奶的替代品外，马奶还可治疗人类神经衰弱。除了少数的支持者外，马奶的研究及其质量的正确评价在西方国家受到了限制，部分原因是因为语言障碍。

骆驼奶与牛奶相比具有不同的独特成分, 其中最重要的是缺乏 β -乳球蛋白, 这使得骆驼奶和人乳更相似。El-Agamy 博士的研究和综合论文对本书特别有价值, 尤其是关于奶蛋白过敏、奶中蛋白质的生物活性保护、溶菌酶、乳铁蛋白、乳过氧化物酶以及抗病毒活性等内容。

牦牛是亚洲一些国家的一种宝贵的产奶动物, 这些国家气候非常恶劣, 但其在西方国家很少被研究关注和欣赏。通常在牦牛饲养区附近几个工厂内对牦牛奶进行干燥, 以用于国内大众消费, 这些区域主要在中国、尼泊尔, 也可能是在蒙古地区作为流行的国内消费。除了几种类型的酸奶和奶酪, 牦牛黄油是来自于牦牛奶的重要主食。

鹿奶引起了北方研究人员的新兴趣, 究其原因是因为, 在本书中讨论的哺乳动物中, 鹿奶组成水平最高, 加之这种反刍动物对恶劣气候的独特适应能力。鹿奶中的蛋白质大约是牛奶中蛋白质的 3 倍左右 (11% : 3%), 但乳糖特别少 (3.5% : 4.5%)。然而, 鹿奶生产和放牧管理的经济学需要重视。

猪奶具有相当的学术和研究价值, 因为单胃的猪奶和人乳的分泌具有生理相似性。关于猪奶的营养、生理和生物化学研究数据可被有效利用和应用到人类的新陈代谢、保健和药物的有关情况中。猪奶的生产也引起了畜牧业的兴趣, 仔猪的高死亡率和仔猪增长有限与母猪产奶量低有关。

美洲驼, 如骆驼, 属于食草动物, 但只有 3 个胃而不是真正反刍动物的四个胃。美洲驼或任何其他三个南美驼 (羊驼、小羊驼和原驼) 没有被繁殖或用于商业奶生产, 在欧洲的产奶动物出现于土著南美之前, 这是一个非常独特的历史时期。那些土著居民成人的饮食中不包含任何乳制品, 但他们却可以获得足量的必需钙元素, 对这个问题到现在都还没有令人满意的解释。美洲驼奶的学术兴趣已涉及到需要研制令人满意的奶替代品的配方以改善新生的美洲驼。

除此之外, 没有作为主要章节的其他特种动物在本书中也做了较全面的介绍。从学术观点来看, 来自于这些物种的奶类的独特性应该有很多启发。

最后, 需要更加广泛的母乳知识, 与大多数其他动物或植物的配方替代品相比, 因为其对婴幼儿营养、令人满意的健康和成长方面有着卓越的价值。人乳加工也日益引起人们的兴趣, 将其作为自身母乳不够, 需要给孩子补充母乳的商业来源。

没有人能否认这样一个事实: 奶牛在许多国家是主要的产奶动物, 通过它们丰富的乳汁分泌, 为人类提供营养食品。就奶产量而言, 山羊和其他次要产奶动物将永远无法与奶牛竞争。然而, 来自其他家养动物的奶对世界各地人民的生存和健康的贡献是巨大和无价的, 特别是在奶牛难以生存的地方。

然而, 无论是现在还是将来, 以传统牛奶为主的国内乳品工业的生产都将变得更加多样化, 在市场上许多食品商店的货架上有很多来自于奶山羊、奶绵羊的乳制品, 甚至来自水牛的高质量的莫扎里拉 (mozzarella) 奶酪也可以买到。在食品杂货店和餐馆菜单上发现这些新产品的消费者对来自非奶牛的多样性产品的历史、起源和比较值 (comparative value) 越来越感兴趣。

本书正是为了适应乳品市场的这一变化。就我们所知, 除了奶牛, 迄今为止还没有一本书包括来自于其他家养哺乳动物的产地、生产、组成、加工、奶的独特性及其产品等方面的内容。本书提供了全面综述, 这些综述来自世界其他非牛乳地区具有专门知识的乳品科学家的已有知识。这本书的目的是为了农业、兽医学甚至经济学和政治学的学生, 特别是乳品科学的学生弥补存在已久的差距。这本书也是为了想要扩大消费者视野, 让他们了解他们的饮