




# 乳与乳制品的 生理功能特性

顾瑞霞 主编  
骆承庠 主审



 中国轻工业出版社



# 乳与乳制品的 生理功能特性

顾瑞霞 主编  
骆承庠 主审



ISBN 7-5019-2592-5



9 787501 925926 >

ISBN 7-5019-2592-5/TS · 1578

定价: 30.00 元

# 乳与乳制品的生理功能特性

主 编：顾瑞霞

主 审：骆承庠

副主编：张和平 汪家琦

参 编：生庆海 刘传云 程 涛

姜竹茂 刘振民 刘爱萍

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

乳与乳制品的生理功能特性/顾瑞霞主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2000. 1 (2001. 3 重印)

ISBN 7-5019-2592-5

I. 乳… II. 顾… III. ①乳液-食品营养②乳制品-食品营养 N. R151. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 37652 号

责任编辑: 李克力

策划编辑: 李克力 责任终审: 滕炎福 封面设计: 达冠桂仁图文设计公司

版式设计: 赵益东 责任校对: 燕杰 责任监印: 胡兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2001 年 3 月第 2 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 15

字 数: 389 千字 插页: 1 印数: 3001—6000

书 号: ISBN 7-5019-2592-5/TS·1578 定价: 30.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

## 内 容 简 介

本书共分三篇十四章。第一篇分七章，分别介绍人乳和牛乳各组成成分的生理功能特性，并对其营养成分和生理功能特性进行了比较；第二篇分三章，分别介绍加热处理、非热加工、高压均质对乳的生理功能特性的影响；第三篇为乳制品的生理功能特性专题。本书是目前国内外乳品生理功能特性最具权威的专著之一，对今后相当长时间内的乳品加工和研究都具有重要的指导意义和参考价值。

本书适用于食品、营养、医学等方面的专业技术人员及大、中专院校有关专业师生阅读使用，是十分重要的乳品研究与开发工具书。

## 序

乳是营养丰富、各成分配比合理、生理功能较全面的理想食品。许多发达国家都把乳业作为农业的主导产业，其产值占农业产值的第一位。我国乳品工业起步较晚，虽发展迅速，但人均乳占有量及加工水平仍与世界平均水平差距较大。我国乳业发展仍不均衡，边远地区奶产量相对较高，而东南沿海地区相对较低；一部分地区乳与乳制品销路不畅，而有些地区却供不应求。除地区差异外，开发适销对路的产品也是促进乳业发展的一个重要因素。随着经济的发展，人民生活水平的提高，乳品在日常生活中的重要性已日益为人们所重视。

当今乃至今后相当长的时间内，我国乳制品仍将以液态产品为主，发酵乳制品、婴儿配方奶粉的销量仍将进一步提高。在乳品开发中，为了采用新工艺、新技术对乳中各组成成分充分而合理的利用，必须详尽了解各种乳成分的生理功能特性，以及加工过程对乳的生理功能特性的影响。

顾瑞霞副教授是我校的博士研究生，他长期从事乳品的教学、科研和开发工作，有较扎实的理论基础和丰富的实践经验，并积累了丰富的科研经验和宝贵的资料。在此基础上通过大家的共同努力，编写了这本《乳与乳制品的生理功能特性》。过去我国也出版了不少乳品方面的书籍，但大多数侧重于加工工艺，而充分阐述理论基础，并与生产、科研、开发相结合的书，还不多见，这本书对发展到今天的我国乳业，具有一定的推动作用。通观全书，作者对乳中各组成成分的生理功能作了比较系统的介绍，内容丰富，论述严谨，文笔流畅，兼具科学性和实用性，确是一部很好的论著，本人乐之为序。

东北农业大学畜产品加工研究所教授、博士生导师、所长  
中国畜产品加工协会会长、国务院学位委员会委员

**骆承庠**

1999年8月

## 前 言

还没有哪一种食品像乳与乳制品那样得到如此详尽地讨论和研究，这是因为乳含有丰富的营养成分，作为哺乳动物生命之初的唯一食物，它对人类营养的贡献自然不言而喻。科学技术发展到今天，食品加工的任务不仅是为了满足人们的感官和营养要求，还要兼顾到人体的生理机能的调节，乳品加工也不例外。只有在充分认识和了解乳中各组成成分的生理功能特性的基础上，才能更为有效地调整和合理利用乳资源，为人类服务。尽管国外这方面的研究已相当活跃，积累的研究成果也较多，但遗憾的是，国内在这方面的研究仍十分缺乏，至今尚未见到这方面的论著问世。为促进我国乳品事业健康持久的发展，在骆承庠教授的指导下，经与几位同仁合作，我们共同编撰了这本书。

本书的编著是在恩师骆承庠教授的精心指导下完成的，他在百忙之中，不仅对整个编写大纲多次提出修改意见，并抽出宝贵时间审阅了全稿，提出了许多建设性意见，并欣然为本书作序。刘希良教授也对书稿提出了许多修改意见，在此一并表示感谢。

本书由张和平副教授（博士）编写第一篇第一章、第三篇第四章；汪家琦博士编写第二篇第一、二、三章；生庆海博士参编了第三篇第二章；刘振民编写第三篇第三章；刘爱萍参编了第一篇第一章；刘传云、姜竹茂参编了第三篇；程涛参编了第一篇第四章；其余部分由顾瑞霞编写。全部书稿由顾瑞霞统筹完成。

由于编著水平、资料收集等诸多局限，书中不完善和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1999年8月



# 目 录

## 第一篇 乳的生理功能特性

<b>第一章 乳蛋白质</b> .....	(1)
<b>第一节 牛乳中蛋白质及非蛋白氮</b> .....	(1)
一、牛乳中的蛋白质 .....	(1)
(一) 乳中主要蛋白质的分类、命名及其一般性质 .....	(1)
(二) 酪蛋白 (Casein, CN) .....	(3)
(三) 乳清蛋白 .....	(7)
二、牛乳中的非蛋白氮 .....	(12)
<b>第二节 人乳中含氮化合物及其生理功能</b> .....	(13)
一、人乳中蛋白质及其生理功能 .....	(14)
二、人乳中非蛋白氮及其生理功能 .....	(27)
<b>第三节 来源于乳蛋白质的生物活性肽</b> .....	(38)
一、吗啡样活性肽 (Opioid peptide) .....	(39)
二、抗高血压肽 (Antihypertensive peptide) .....	(42)
三、免疫调节肽 (Immunomodulating peptide) .....	(44)
四、抗血栓肽 (Antithrombotic peptide) .....	(46)
五、促进钙吸收的酪蛋白磷酸肽 (Phosphopeptide) .....	(47)
六、促进 DNA 合成和细胞生长的肽 .....	(48)
七、抗菌肽 (Antibacterial peptide) .....	(48)
八、抗癌细胞肽 (Anticancer peptide) .....	(49)
九、促进双歧杆菌生长的肽 .....	(49)
<b>第四节 乳铁蛋白</b> .....	(50)

一、乳铁蛋白的分布和铁结合能力 .....	(50)
二、乳铁蛋白分子的特征 .....	(53)
三、乳铁蛋白的生物学功能 .....	(54)
(一) 乳铁蛋白的抗菌效果 .....	(55)
(二) 乳铁蛋白的营养价值 .....	(57)
(三) 乳铁蛋白和铁代谢 .....	(58)
(四) 乳铁蛋白受体 .....	(59)
(五) 乳铁蛋白的促生长和营养功能 .....	(60)
参考文献 .....	(60)
<b>第二章 乳脂肪</b> .....	<b>(63)</b>
<b>第一节 乳脂肪的种类、含量和分布</b> .....	<b>(63)</b>
一、三酰甘油 .....	(65)
二、磷脂和鞘磷脂 .....	(67)
三、甾醇 .....	(72)
四、脂肪酸 .....	(73)
<b>第二节 乳脂肪的营养价值</b> .....	<b>(74)</b>
一、供能 .....	(74)
二、乳脂肪的消化吸收 .....	(75)
三、乳脂肪的食用价值 .....	(77)
<b>第三节 胆固醇与健康</b> .....	<b>(77)</b>
一、胆固醇的作用 .....	(77)
二、体内胆固醇的变化 .....	(78)
三、胆固醇代谢平衡的调控 .....	(80)
(一) 关键蛋白及基因 .....	(81)
(二) 胆固醇对自身代谢的负反馈调控 .....	(84)
四、乳中降胆固醇成分 .....	(85)
<b>第四节 多不饱和脂肪酸的生理功能</b> .....	<b>(86)</b>
一、婴儿营养 .....	(86)
(一) LCP 的生物合成及其相互关系 .....	(86)

(二) LCP 的生理功能 .....	(88)
(三) LCP 的补充 .....	(90)
二、对细胞膜功能的影响 .....	(91)
三、在防治心血管疾病中的作用 .....	(92)
四、抗肿瘤作用 .....	(93)
五、共轭型亚油酸的生理作用 .....	(94)
第五节 磷脂的生理功能 .....	(95)
参考文献 .....	(95)
<b>第三章 乳中碳水化合物</b> .....	<b>(97)</b>
<b>第一节 乳糖的化学性质及含量</b> .....	<b>(97)</b>
一、乳糖的化学性质 .....	(97)
二、乳中乳糖的含量 .....	(101)
<b>第二节 乳中其他碳水化合物</b> .....	<b>(102)</b>
一、葡萄糖 .....	(102)
二、半乳糖 .....	(103)
三、低聚糖 .....	(103)
(一) 人乳中的低聚糖 .....	(103)
(二) 其他动物乳中的低聚糖 .....	(116)
<b>第三节 乳中碳水化合物的生理功能</b> .....	<b>(118)</b>
一、促进钙的吸收 .....	(118)
二、对肠道菌丛的作用 .....	(119)
三、参与细胞组成和细胞活动 .....	(121)
四、其他生理功能 .....	(121)
<b>第四节 乳糖在婴儿营养中的作用</b> .....	<b>(122)</b>
<b>第五节 吸收障碍和耐受性</b> .....	<b>(123)</b>
一、乳糖吸收障碍和乳糖不耐症 .....	(124)
二、先天性葡萄糖-半乳糖吸收障碍 .....	(130)
三、半乳糖不耐症 .....	(131)
参考文献 .....	(132)

<b>第四章 乳中的矿物质</b> .....	(133)
<b>第一节 乳中矿物质的含量及影响因素</b> .....	(134)
一、乳中矿物质的含量 .....	(134)
二、影响乳中矿物质含量的因素 .....	(137)
<b>第二节 乳中矿物质存在的化学形式及其营养显著性</b> .....	(140)
一、矿物质在乳中的存在形式 .....	(140)
二、乳中矿物质的营养重要性 .....	(142)
<b>第三节 乳中矿物质的营养功能</b> .....	(144)
一、钠、钾、氯.....	(144)
二、钙 .....	(145)
三、磷 .....	(146)
四、其他矿物质 .....	(147)
<b>第四节 乳中的有毒矿物质和放射性同位素</b> .....	(152)
一、乳中的有毒元素 .....	(153)
二、乳中的放射性同位素 .....	(155)
<b>参考文献</b> .....	(158)
<b>第五章 乳中的维生素</b> .....	(159)
<b>第一节 乳中维生素含量</b> .....	(159)
一、牛乳中的维生素 .....	(159)
(一) 水溶性维生素 .....	(159)
(二) 脂溶性维生素 .....	(161)
(三) 影响维生素含量的因素 .....	(163)
二、人乳中的维生素 .....	(163)
(一) 脂溶性维生素 .....	(166)
(二) 水溶性维生素 .....	(167)
(三) 影响维生素含量的因素 .....	(169)
<b>第二节 维生素的营养与生理功能特性</b> .....	(170)
一、生理功能 .....	(170)

二、乳中维生素对人的营养贡献 .....	(174)
<b>第三节 婴儿及儿童营养中的维生素</b> .....	(175)
一、婴儿及儿童营养中的维生素 .....	(175)
二、硫胺素与脑功能 .....	(176)
<b>参考文献</b> .....	(178)
<b>第六章 乳中的酶</b> .....	(180)
<b>第一节 在乳腺中起作用的酶类</b> .....	(181)
一、磷酸葡萄糖异构酶 .....	(182)
二、半乳糖基转移酶 .....	(183)
三、黄嘌呤氧化酶 .....	(184)
四、谷胱甘肽过氧化物酶 .....	(184)
五、脂蛋白脂酶 .....	(186)
六、 $\gamma$ -谷氨酰转肽酶 .....	(187)
<b>第二节 乳中具有特殊功能的酶类</b> .....	(188)
一、乳过氧化物酶 .....	(188)
(一) 乳过氧化物酶体系及抗菌作用 .....	(188)
(二) LP 体系与乳的保质 .....	(189)
(三) LP 和乳中的过氧化物酶 .....	(191)
二、乳中的溶菌酶 .....	(192)
三、乳中的超氧化物歧化酶 .....	(195)
四、巯基氧化酶 .....	(195)
<b>第三节 乳中与新生儿营养有关的酶类</b> .....	(197)
一、与蛋白质消化有关的酶——蛋白酶 .....	(197)
二、与碳水化合物消化有关的酶——淀粉酶 .....	(201)
三、在婴儿胃肠道中与脂肪消化有关的酶——乳消化 脂酶 .....	(203)
<b>第四节 牛乳中与乳品工业有关的酶简述</b> .....	(206)
<b>参考文献</b> .....	(207)
<b>第七章 乳中的有机酸、激素及生长因子</b> .....	(209)

第一节 有机酸.....	(209)
一、乳酸酸和其他核酸 .....	(209)
二、柠檬酸 .....	(211)
三、丙酮酸 .....	(212)
四、神经氨酸 .....	(213)
五、其他有机酸 .....	(213)
第二节 激素及生长因子.....	(213)
一、牛乳中的激素及生长因子 .....	(215)
二、人乳中的激素及生长因子 .....	(218)
三、乳中激素及生长因子的生理功能 .....	(224)
参考文献.....	(225)

## 第二篇 加工对乳的营养价值和生理功能特性的影响

<b>第一章 加热处理对乳的营养及生理功能特性的影响.....</b>	<b>(228)</b>
第一节 乳的加热处理方法.....	(228)
第二节 热处理对乳中微生物的影响.....	(230)
第三节 热处理对乳成分的影响.....	(233)
一、热处理对脂肪的影响 .....	(236)
二、乳蛋白的变化 .....	(236)
三、热处理过程中的美拉德反应 .....	(240)
四、矿物质 .....	(242)
五、维生素 .....	(242)
六、加热对乳中酶和有机酸的影响 .....	(244)
七、婴儿营养中的加热乳 .....	(246)
第四节 微波加热处理对乳制品的影响.....	(247)
一、微波的产生及特点 .....	(247)
二、微波加热乳时的温度不均匀性 .....	(248)
三、微波加热对乳中微生物的影响 .....	(248)

四、微波加热处理对乳营养成分的影响 .....	(249)
参考文献 .....	(252)
<b>第二章 超高压杀菌处理对乳品质的影响</b> .....	(253)
第一节 概述 .....	(253)
第二节 超高压杀菌的原理及其对乳中微生物的 影响 .....	(254)
一、超高压杀菌的原理和影响因素 .....	(254)
二、超高压杀菌的装置 .....	(257)
三、加压食品的包装 .....	(259)
第三节 超高压处理对乳的理化性质的影响 .....	(259)
一、超高压处理对乳蛋白质和其他成分的影响 .....	(259)
二、超高压处理对脱脂乳物化和凝乳特性的影响 .....	(267)
参考文献 .....	(269)
<b>第三章 均质处理对乳的营养和功能特性的影响</b> .....	(270)
第一节 均质对乳脂肪的影响 .....	(270)
一、均质压力对均质效率的影响 .....	(270)
二、均质对高脂肪乳或稀奶油皱胃酶凝胶特性的影响 .....	(275)
三、均质温度对均质效果的影响 .....	(276)
第二节 均质处理对乳营养的影响 .....	(277)
第三节 均质对灭菌淡炼乳热稳定性和贮藏性质的 影响 .....	(278)
一、均质前预热处理对均质负面效果的改良作用 .....	(280)
二、二段均质和多段均质对均质负面效果的改良作用 .....	(281)
三、添加矿物盐对均质负面效果的改良作用 .....	(283)
四、添加大豆磷脂对均质炼乳热稳定性的改良作用 .....	(285)
五、均质对炼乳贮藏性质的影响及控制 .....	(286)
第四节 均质在农家干酪生产过程中的应用 .....	(288)
一、农家干酪生产过程中的问题 .....	(288)
二、均质和加热对农家干酪生产中缺陷的改良作用 .....	(288)

三、农家干酪生产过程中凝聚缺陷产生的机理 .....	(290)
第五节 均质在发酵乳中的应用 .....	(290)
参考文献 .....	(292)

### 第三篇 乳制品生理功能特性专题

<b>第一章 发酵乳</b> .....	(294)
第一节 概述 .....	(294)
第二节 发酵乳生产的乳酸菌 .....	(296)
一、具有优良特性的乳酸菌菌株种类、分离及筛选 .....	(296)
二、乳酸菌遗传和生物技术特性改良 .....	(299)
(一) 抗噬菌体能力 .....	(299)
(二) 蛋白质的大量产生 .....	(301)
(三) 双歧杆菌基因操作 .....	(302)
三、生理性细菌在肠道的粘附 .....	(304)
四、乳酸菌的安全性 .....	(305)
第三节 乳酸菌及其发酵乳对人体营养的作用 .....	(306)
一、乳酸菌与人体营养的关系 .....	(307)
二、发酵乳的营养价值 .....	(309)
(一) 提供能量 .....	(309)
(二) 乳糖的消化性 .....	(309)
(三) 蛋白质的质量和可消化性 .....	(313)
(四) 脂肪的消化性 .....	(315)
(五) 维生素 .....	(317)
(六) 矿物质 .....	(318)
(七) 细菌细胞成分 .....	(318)
第四节 具有重要生理功能特性的乳酸菌次生代谢产物 .....	(319)
一、天然抗菌物质——细菌素 .....	(319)



(一) 细菌素的分类及结构 .....	(319)
(二) 稳定性 .....	(322)
(三) 抑菌谱和作用形式 .....	(322)
(四) 遗传工程在细菌素生产中的应用 .....	(323)
二、胞外多糖的产生 .....	(324)
三、SOD 生成 .....	(327)
<b>第五节 乳酸菌及其发酵乳的医疗保健作用</b> .....	(329)
一、对胃肠道菌群的调节作用 .....	(331)
二、对机体免疫系统的促进 .....	(334)
三、对肿瘤的抑制作用 .....	(335)
四、改善乳糖不耐症的代谢障碍 .....	(337)
五、降胆固醇作用 .....	(337)
六、控制体内毒素、延缓机体衰老 .....	(337)
七、抗辐射作用 .....	(338)
八、提高矿物质的吸收 .....	(338)
九、对腹泻的疗效 .....	(338)
<b>参考文献</b> .....	(339)
<b>第二章 稀奶油、奶油及脂肪替代物</b> .....	(343)
<b>第一节 稀奶油</b> .....	(343)
一、稀奶油的种类及组成 .....	(343)
二、发酵(酸性)稀奶油 .....	(344)
<b>第二节 奶油</b> .....	(345)
一、概述 .....	(345)
二、奶油的化学组成 .....	(346)
三、奶油在贮藏过程中的变化 .....	(348)
<b>第三节 酪乳</b> .....	(350)
<b>第四节 脂肪替代物</b> .....	(351)
一、概述 .....	(351)
(一) 脂肪替代物的产生 .....	(351)