

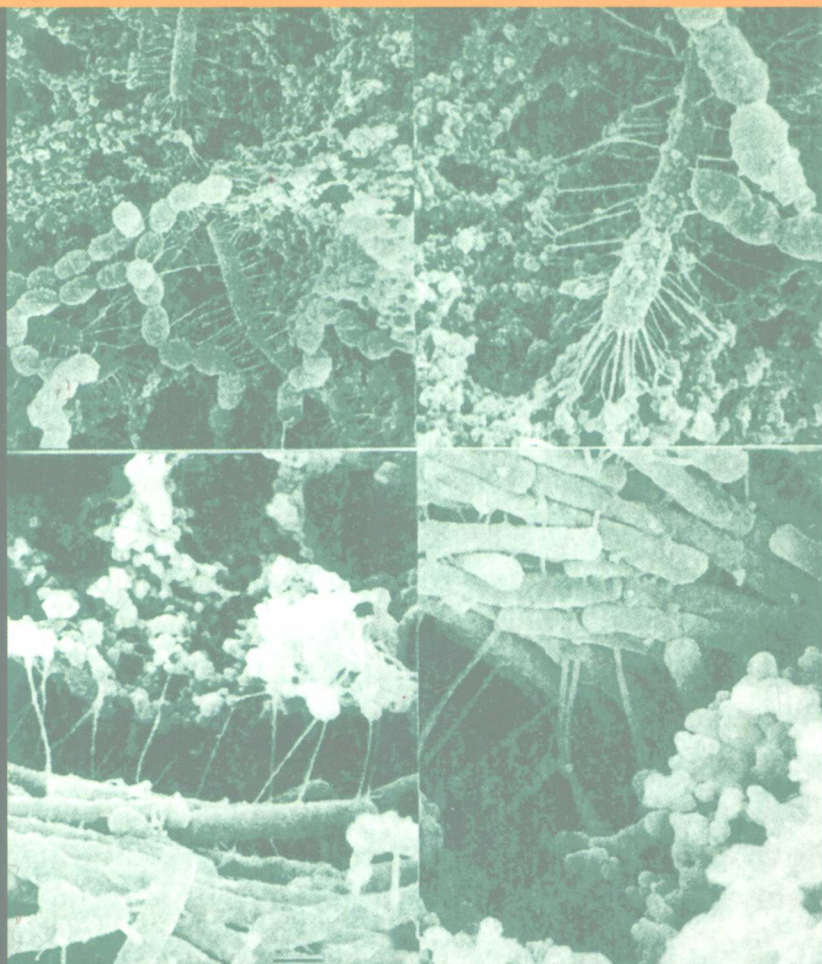
酸乳科学与技术

Yoghurt Science and Technology

第二版

[英] A.Y. 泰米迈 R.K. 罗宾逊 著

姜竹茂 主译 顾瑞霞 汪家琦 审校 骆承庠 审定



中国农业出版社

酸乳科学与技术

Yoghurt Science and Technology

第 二 版

[英] A.Y. 泰米迈 R.K. 罗宾逊 著

姜竹茂 主译

顾瑞霞 汪家琦 审校

骆承庠 审定

中 国 农 业 出 版 社

Original Title: Yoghurt: Science and technology
Original English language edition published by Woodhead
Publishing Ltd.

Copyright © 1999 by Woodhead Publishing Ltd.

All Rights Reserved by Woodhead Publishing Ltd.

Copyright © 本书中文版由 Woodhead Publishing Ltd 授权中国农业出版社独家出版发行, 本书的图片和文字的任何部分, 事先未经出版者的书面许可, 不得以任何手段刊载。

图书在版编目 (CIP) 数据

酸乳科学与技术 / (英) 泰米迈, (英) 罗宾逊著; 姜竹茂译. —北京: 中国农业出版社, 2003.3

ISBN 7-109-08272-5

I. 酸... II. ①泰...②罗...③姜... III. ①酸乳 - 乳品工业 - 基础科学②酸乳 - 食品加工 IV. TS252.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016149 号

著作权合同登记号: 图字 01-2002-2736 号京工商
广临字 2003-010 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)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 徐晖 郭永立 刘兆光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2003 年 5 月第 2 版 2003 年 5 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 35.75 插页: 10

字数: 820 千字

定价: 120.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《酸乳科学与技术》译审委员会

- | | | |
|-----|-----------------|-------------------------|
| 主 任 | 骆承庠 | 中国畜产品加工研究会名誉会长、东北农业大学教授 |
| 副主任 | 范立冬 | 利乐（中国）有限公司 |
| | 陈炳堂 | 斯道拉恩索集团 |
| | Coutant Antoine | 罗地亚食品公司 |
| | 宫宝安 | 烟台大学化学生物理工学院 |
| | 顾瑞霞 | 扬州大学乳品研究所 |
| | 姜竹茂 | 烟台大学化学生物理工学院 |
| | 黄德钧 | 北京东方艾格农业咨询有限公司 |
| | 豆 明 | 中国奶业年鉴编辑部 |
| 委 员 | 谢继志 | 扬州大学食品科学系 |
| | 张国农 | 江南大学食品学院 |
| | 宋焕禄 | 北京工商大学化工学院 |
| | 章建浩 | 南京农业大学食品科技学院 |
| | 方 砾 | 利乐（中国）有限公司 |
| | 乔九崇 | 山西古城乳业集团 |
| | 刘华国 | 陕西银桥乳业集团 |
| | 金 苏 | 罗地亚食品上海应用实验室 |
| | 刘俭岳 | 上海张堰轻工设备有限公司 |
| 主 译 | 姜竹茂 | 烟台大学化学生物理工学院 |
| 审 校 | 顾瑞霞 | 扬州大学乳品研究所 |
| | 汪家琦 | 湖南阳光乳业股份有限公司 |
| 审 定 | 骆承庠 | 中国畜产品加工研究会名誉会长、东北农业大学教授 |

第二版序言

1985年，本书的第一版出版发行时，澳大利亚、欧洲和北美的酸乳零售市场上搅拌型果料酸乳占据着主导地位。天然凝固型酸乳也有一定的份额。一些传统的产品，如莱勃尼（labneh，一种浓缩酸乳食品）和饮用型酸乳只是小规模的生产。但总的来说，可供消费者选择的品种是非常有限的。

近十年以来，这种状况已经发生了变化。首先是对可赢利的发酵乳市场份额的竞争促使大量原有的品种更新换代，但是更有重大影响的是温和风味生物酸乳的研制投产。在后来出现的产品中，一些具有防病/治病功效的选择性细菌被应用到发酵中来，而酸乳生产过程的许多方面仍保持不变，这些新菌种的推广使得酸乳产品在消费者认识和生产实际方面产生了一些显著的变化。

鉴于这些新的进展，本书修订版的出版发行是早应付诸实施了。希望修订版能够有助于读者对生物酸乳产品有一初步了解并能进一步获取其他相关信息。

酸乳生产的自动化涉及复杂的工程设计。修订版中相关方面内容由J. 伯德先生和I. 切斯特先生负责。他们是世界一流设备制造商的代表。我们向他们以及所有为我们提供技术资料和图例的人士表示衷心感谢。最后，同样诚挚地感谢A. 彼柯克女士（苏格兰农业学院），她不厌其烦地承担了全部稿子的打印工作，以及Y. 盖博女士和E. 麦克柯尔女士（苏格兰农业学院），她们熟练地拍摄了所需的图片和绘制了插图。

A.Y. 泰米迈

R.K. 罗宾逊

第一版序言

尽管在世界许多地区生产着各种各样的发酵乳制品，但只有酸乳真正做到了在世界范围内销售。酸乳受欢迎的原因是多方面的：天然纯酸乳有着宜人的芳香风味，是众所周知的健康食品，但最主要的因素或许是它那种浓厚的、奶油色的稠度使它成为果料理想的载体。因此，是酸乳与果料的自然协调使它能够真正进入零售市场。自 20 世纪 50 年代果料酸乳推广以来，其销售额一直稳步上升。

如今全世界每年生产几百万升的酸乳，然而由于酸乳的生产实质上仍是一个自然的生物过程，所以决不能以为成功是轻而易举的。引人注目的是发酵过程的多变性。实际上正是这种过程如此易于变化，才产生了出版这本书的想法。当然，酸乳生产在某些方面已达到了很高的水平，但仍有许多潜在的问题，只有对酸乳的特性进行详细地研究才能确保生产和销售取得成功，降低失败的可能性。

毫无疑问，经验是最好的老师。但如果这本书对处理酸乳生产中复杂的问题能够起到一个初步的指导作用，那么它的出版就有价值了。

A.Y. 泰米迈

R.K. 罗宾逊

译者序

近年来,我国乳品工业得到了快速发展,并得到国家经济发展决策部门前所未有的重视。1997年国务院将乳业列为重点鼓励发展的产业;1998年国务院批准实施的《中国营养改善行动》又把乳业放在重要地位;农业部提出在农业和农村经济结构调整中,要大力发展畜牧业,并将乳业作为突出发展的产业;2000年8月,农业部、国家发展计划委员会、教育部、财政部、卫生部、国家质量技术监督局、国家轻工业局联合发布《关于实施国家“学生饮用奶计划”的通知》,并相继颁发了《国家“学生饮用奶计划”暂行管理办法》;2000年11月,农业部等8部委列出重点扶持的农业产业化龙头企业151家名单中,有奶业企业13家。政府部门关注程度加深,支持力度的加强,已经为乳品工业的发展注入新的活力。2002年,国家将液态奶列为最先开发的项目之一,斥资20亿元扶持液态奶工业的发展。同时,启动了包括乳业在内的12个重大科技项目,并且拨款1.5亿元用于“十五”重大科技攻关奶业专项。按照我国“十五”计划,到2005年,我国人均奶类占有量将达到10千克,总产量达到1350万吨;到2030年,我国奶类人均占有量将达到25千克,总产量为4250万吨,市场前景光明。我国的乳品工业,可以概括为:与过去比,成绩显著;与国际比,差距很大;与需求比,严重滞后;与潜力比,前景广阔。

乳品工业作为高速发展的行业,各种乳制品的发展速度并不相同,奶粉增长速度已经变慢,并将逐步降低,而液态乳发展迅速。目前我国液态乳制品中,巴氏杀菌乳占60%,超高温灭菌乳占21%,酸乳占19%。近年来我国酸乳的产量均以30%以上的速度在发展,目前已成为我国人民生活消费中不可或缺的重要产品。

回顾近代发酵乳的发展史,可以说经历了三代人的努力。第一代是以诺贝尔生理学及医学奖获得者,俄国著名科学家E. Metchnikoff,他于1908年发表了轰动世界的《长寿说》,从而掀起了近代发酵乳生产和消费的开端;第二代是上个世纪的中叶,原民主德国科学家Haenel和日本学者光岗知足为代表的科学家,重新研究和确认了嫌气性微生物在肠道内的生理作用,从而掀起了发酵乳生产和饮用的高潮;第三代可以认为以Tamime、Robinson等为代表的学者,他们单独或联合发表和出版了大量的研究报告和专著,如“Dairy Microbiology”、“Modern Dairy Technology”等。他们在深入研究乳酸菌及其发酵乳功能特性的基础上,重点在改善发酵乳品质和益生菌产品和功能的研究方面。

虽然我国的发酵乳生产早有历史,但大规模生产还是起源于20世纪80年代初期。而欧洲发酵乳的工业化生产差不多已有近百年的历史,因此我国发酵乳的生产和研究开发等方面与国外相比仍有很大差距,具体表现在生产设备落后、生产技术和研究水平严重滞后、产品品种少、产品品质差等。因此要大力发展发酵乳工业,科技必须先行,而学习国外的先进技术和经验,对于加快缩短与西方国家的差距是十分必要的。

A. Y. 泰米迈和R. K. 罗宾逊合著的《酸乳科学与技术》一书,于1985年出版,

该书在当时被称为酸乳的经典和权威之作。时过 10 多年后,世界发酵乳的生产和技术已经发生了很大的变化,新技术不断涌现、新的发酵微生物也不断出现、新产品也层出不穷,在此情景下作者适时地增补了国际上最新的研究资料,并对第一版的许多内容进行了充实和提高,于 1999 年出版了第二版。第二版较第一版增加了许多新技术、新工艺、新设备和新产品,特别在益生菌及其发酵乳方面进行了补充。

国内有关全面反映当代酸乳科学与技术的中文书籍较少,许多从事科研、教学的工作者和企业界的工程技术人员迫切需要内容丰富新颖,科学性和实用性并举、指导性强的书籍。为此,我们受中国农业出版社的委托翻译了本书。

本书的翻译出版,对高速发展的我国乳品工业,具有很好的借鉴和推动作用,是乳品科技工作者、乳品生产技术人员一本很好的工具书和参考书。对加入 WTO 的我国来说,能更好地同国际乳业接轨,学习国外的先进经验和技术,对生产企业实现技术升级,提高国际化的竞争水平具有重要的现实意义。此外,对从事产品销售、信息咨询以及酸乳配料、设备、包装材料供应等工作的读者会有所裨益。消费者对这方面知识的了解,也有助于其更好地消费、评价及鉴赏进入市场的产品,满足自身的需要。

本书由姜竹茂(烟台大学化学生物理工学院)主译,其中第 8 章由金苏(罗地亚食品上海应用实验室)翻译,顾瑞霞(扬州大学乳品研究所)、汪家琦(湖南阳光乳业股份有限公司)审校,骆承庠审定。

由于本书诸多内容较为新颖,前未涉及,翻译过程中时间仓促,水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

衷心感谢在本书翻译过程中,A. Y. 泰米迈和 R. K. 罗宾逊博士的细心指导,烟台大学各级领导的大力支持,乳品行业朋友的热心帮助,译者家人的悉心关怀。

姜竹茂

烟台大学化学生物理工学院

E-mail: jiangzhumao@hotmail.com

2003 年 3 月

目 录

第二版序言	1
第一版序言	1
第1章 历史回顾	1
1.1 引言	1
1.2 加工工序的演变	1
1.3 发酵乳的种类	3
1.4 消费模式	5
1.5 生产方法及分类	6
1.6 参考文献	8
第2章 生产过程基础	9
2.1 引言	9
2.2 原料乳的预处理	10
2.2.1 原料乳	10
2.2.2 乳中存在的细胞物质和其他杂质的分离	13
2.2.3 乳的收集和贮存	13
2.3 乳中脂肪含量的标准化	14
2.4 乳中非脂乳固体含量的标准化	16
2.4.1 传统方法	17
2.4.2 添加乳粉	18
2.4.3 添加酪乳粉	19
2.4.4 添加乳清粉和乳清蛋白浓缩物	19
2.4.5 添加酪蛋白粉	21
2.4.6 真空蒸发 (VE) 浓缩	22
2.4.7 膜过滤浓缩	23
2.4.8 添加非牛乳蛋白	26
2.5 添加稳定剂和乳化剂	29
2.5.1 概述	29

2.5.2 各种特性与条件	32
2.6 添加甜味剂	34
2.6.1 概述	34
2.6.2 糖类甜味剂的类型	37
2.7 添加其他物质	40
2.7.1 青霉素酶	40
2.7.2 防腐剂	41
2.7.3 矿物质、维生素和脂肪酸	43
2.8 均质	44
2.8.1 对牛乳组分的影响	45
2.8.2 工艺方面	47
2.9 热处理	50
2.9.1 微生物和致病菌的杀灭	52
2.9.2 促进/抑制因子的产生	52
2.9.3 牛乳物理化学性质的变化	53
2.9.4 对凝胶物理性质的影响	58
2.10 发酵过程	62
2.10.1 概述	62
2.10.2 发酵剂菌种	62
2.10.3 凝胶的形成	64
2.11 冷却	66
2.11.1 一步冷却	67
2.11.2 两步冷却	67
2.12 添加果料/调味剂/着色剂	68
2.12.1 果料	69
2.12.2 调味剂	71
2.12.3 着色剂	74
2.13 包装	74
2.13.1 概述	74
2.13.2 包装的作用	75
2.13.3 包装材料的类型	76
2.13.4 不同的酸乳包装在渗透性上的比较	80
2.13.5 单体及其他化合物的迁移	81
2.13.6 显偷换包装	82
2.13.7 铝箔盖	83
2.13.8 包装材料的杀菌	83
2.13.9 外包装或运输包装	85
2.14 冷库冷藏、运输及销售	86

2.14.1 冷藏	86
2.14.2 运输过程	86
2.14.3 零售店与消费者	87
2.15 小结	87
2.16 参考文献	87
第3章 加工车间和设备	121
3.1 家庭或小规模生产	121
3.1.1 生产方法	122
3.1.2 包装方法	122
3.2 中等规模生产	124
3.2.1 手工操作的多用罐	124
3.2.2 多用罐	125
3.2.3 Mini 乳品设备	126
3.2.4 小型灌装机	127
3.3 大规模生产	129
3.3.1 乳的收集、处理和贮存	132
3.3.2 乳中脂肪含量的标准化	132
3.3.3 乳固体的强化	135
3.3.4 均质	147
3.3.5 热处理	149
3.3.6 乳的发酵	155
3.3.7 冷却	162
3.3.8 泵	165
3.3.9 各种配件	172
3.3.10 果料处理与混合设备	175
3.3.11 灌装机	181
3.3.12 自动装运、冷却和冷藏	192
3.4 酸乳生产的机械化及设备	194
3.5 酸乳的连续生产	197
3.5.1 概述	197
3.5.2 NIZO 生产工艺	198
3.5.3 最新进展	199
3.6 自动化/生产过程控制	200
3.6.1 自动化水平	202
3.6.2 第一部门	202
3.6.3 第二部门	203
3.6.4 第三部门	203

3.6.5 第四部门	203
3.6.6 第五部门	204
3.6.7 第六部门	206
3.6.8 信息管理系统	207
3.6.9 系统结构	207
3.6.10 系统安全	209
3.7 厂房设计、维护与公用设施	210
3.7.1 概述	210
3.7.2 乳品厂的选址	210
3.7.3 乳品车间的布置	211
3.7.4 乳品厂厂房的设计和施工	211
3.8 小结	213
3.9 参考文献	213
第4章 设备清洗、杀菌和废水处理	220
清洗方面	220
4.1 主要目的	220
4.2 清洗原理	221
4.3 与清洗剂的选择和性能有关的因素	224
4.3.1 酸乳厂所用的清洗剂的类型	224
4.3.2 污垢的类型	225
4.3.3 水的硬度和水质	225
4.3.4 其他因素	226
4.4 清洗方法	226
4.4.1 手工清洗	227
4.4.2 就地清洗	227
4.4.3 其他清洗方法	231
4.5 影响清洗效果的因素	232
4.5.1 污垢的类型	232
4.5.2 所采用的清洗方法	233
4.5.3 作用时间	233
4.5.4 清洗液的浓度	233
4.5.5 温度	233
4.5.6 流速	234
4.5.7 酸洗	235
4.5.8 设备布置	235
4.5.9 清洗剂的化学组成	236
4.6 酸乳加工设备和器具的具体清洗与杀菌操作	237

杀菌方面	246
4.7 杀菌原则	246
4.8 杀菌方法	247
4.8.1 加热	247
4.8.2 化学药剂	248
4.8.3 过滤	250
4.8.4 辐射	250
4.8.5 喷洒、喷雾或熏蒸	251
4.9 杀灭微生物的动力学和机理	252
4.10 加工设备卫生状况的评价方法	253
4.10.1 物理检验	254
4.10.2 化学检验	254
4.10.3 细菌学检验	254
废水处理	255
4.11 概述	255
4.12 污染物的性质	255
4.13 废水处理的方法	256
4.14 参考文献	258
第5章 酸乳及其相关产品的历史和最新进展	264
5.1 引言	264
5.2 商品酸乳	265
5.3 不同奶源制成的酸乳	266
5.3.1 山羊乳制成的酸乳	267
5.3.2 绵羊乳制成的酸乳	269
5.3.3 水牛乳制成的酸乳	270
5.3.4 骆驼乳制成的酸乳	272
5.4 巴氏杀菌/超高温/长保质期/热振荡酸乳	272
5.4.1 生产工艺	273
5.4.2 加工过程对产品特性的影响	274
5.5 饮用型酸乳	275
5.5.1 概述	275
5.5.2 生产方面	276
5.5.3 其他饮料产品	278
5.5.4 充气酸乳	278
5.6 乳糖水解酸乳	279
5.7 浓缩/脱乳清酸乳	281
5.7.1 概述和名称	281

5.7.2 生产方法	282
5.7.3 各种性质	287
5.7.4 显微结构	288
5.7.5 相关产品	292
5.8 冷冻酸乳	295
5.8.1 概述、标准和市场	295
5.8.2 生产工艺	295
5.8.3 相关产品	298
5.9 酸乳粉	299
5.9.1 概述	299
5.9.2 生产方法	300
5.9.3 Kishk 和相关产品	303
5.10 生物酸乳	307
5.11 脂肪代用品酸乳	309
5.12 植物油酸乳	312
5.13 化学酸化酸乳	313
5.14 豆乳酸乳	314
5.15 其他酸乳产品	317
5.16 展望与小结	318
5.17 参考文献	318
第6章 酸乳的微生物学和生物发酵剂	349
6.1 引言	350
6.1.1 历史背景和分类	350
6.1.2 菌种的改良	356
6.1.3 可能的基因修饰	357
6.2 生长特性	358
6.2.1 牛乳作为微生物生长的基质	358
6.2.2 混合生长	359
6.3 影响菌种生长的因素	362
6.3.1 牛乳中存在的天然化合物	362
6.3.2 培养温度和接种量的影响	363
6.3.3 乳腺炎和体细胞数	364
6.3.4 过氧化氢	364
6.3.5 抗生素残留	365
6.3.6 清洗剂 and 杀菌剂残留	368
6.3.7 环境污染	369
6.3.8 噬菌体	369

6.3.9 细菌素	374
6.3.10 其他因素	376
6.4 小结	378
6.5 参考文献	379
第7章 发酵生物化学	395
7.1 引言	395
7.2 糖类代谢	395
7.2.1 同型乳酸发酵	395
7.2.2 异型乳酸发酵	398
7.2.3 乳糖酶活性	398
7.2.4 乳酸的产生	399
7.2.5 外多糖 (EPS) 的产生	401
7.2.6 风味物质的产生	405
7.3 蛋白质代谢	409
7.3.1 乳蛋白质分子的组成化合物	411
7.3.2 蛋白质水解酶	412
7.3.3 酸乳和生物细菌对蛋白质的水解作用	413
7.3.4 蛋白质的水解产物	418
7.4 脂类和脂肪代谢	421
7.4.1 概述	421
7.4.2 游离和酯化脂肪酸含量的变化	422
7.4.3 挥发性脂肪酸含量的变化	423
7.5 维生素代谢	424
7.5.1 概述	424
7.5.2 叶酸的生物合成	427
7.5.3 尼克酸的生物合成	428
7.5.4 维生素 B ₆ 的生物合成	429
7.6 其他变化	429
7.7 参考文献	431
第8章 发酵剂的保存与生产	449
8.1 引言	449
8.2 发酵剂的保存方法	450
8.2.1 液态发酵剂	451
8.2.2 干燥发酵剂	451
8.2.3 冷冻发酵剂	456
8.3 细胞培养的生产技术	459

8.3.1 生长特性	459
8.3.2 菌体细胞的浓缩	460
8.4 发酵剂的生产系统	462
8.4.1 概述	462
8.4.2 简单的微生物技术	463
8.4.3 机械保护系统	464
8.4.4 pH 控制系统	468
8.4.5 抵抗/抑制噬菌体培养基 (BRM/BIM)	468
8.5 小结	469
8.6 参考文献	469
第 9 章 酸乳的营养价值	475
9.1 引言	475
9.2 糖类	476
9.2.1 可利用的糖类	476
9.2.2 不可利用的糖类	478
9.3 蛋白质	478
9.4 脂类	479
9.5 维生素和矿物质	480
9.6 酸乳与健康	481
9.6.1 酸乳的疗效	482
9.6.2 生物酸乳的疗效	485
9.7 小结	487
9.8 参考文献	488
第 10 章 酸乳生产过程中的质量控制	495
10.1 引言	495
10.2 HACCP 的原则	496
10.2.1 概述	496
10.2.2 HACCP 系统的实施	497
10.3 生产设备的监测	501
10.4 原料的检验	502
10.4.1 液态乳	502
10.4.2 乳粉	504
10.4.3 标准酸乳的发酵剂	505
10.4.4 生物酸乳的发酵剂	509
10.5 零售产品的质量评价	509
10.5.1 化学成分的分析	510

10.5.2 物理特性的评价	513
10.5.3 微生物学检验	519
10.5.4 感官特征的评价	525
10.6 小结	531
10.7 参考文献.....	531
附录 I 滴定酸度的不同表达方式以及相应的乳酸百分含量	547
附录 II 皮尔逊矩形法和代数法	549