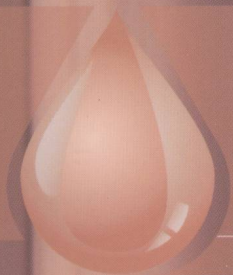


乳 品 工 程 技 术 系 列



酸乳加工与质量控制

陈历俊 乔为仓 ◎ 主编

YOGHOURT MANUFACTURE AND
ITS QUALITY CONTROL



中国轻工业出版社

乳品工程技术系列

酸乳加工与质量控制

陈历俊 乔为仓 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

酸乳加工与质量控制/陈历俊, 乔为仓主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2010. 3

(乳品工程技术系列)

ISBN 978-7-5019-7388-0

I. ①酸… II. ①陈…②乔… III. ①酸乳 - 食品加工
②酸乳 - 质量控制 IV. ①TS252. 54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 205424 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王培燕 责任校对: 李靖 责任监印: 马金路

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

印刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经销: 各地新华书店

版次: 2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 26

字数: 519 千字

书号: ISBN 978-7-5019-7388-0

定价: 52.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

40562K1X101ZBW

《酸乳加工与质量控制》编写人员

主 编 陈历俊 乔为仓

编写人员 乔为仓 宋小红 董翠霞 姜铁民 林 莉
 卢 阳 王维克 陈历水 周伟明 董晶莹
 蔡俊泽 刘文菊 金 越 孟宪文 隋 欣
 张国钰 张玲改 胡长利 范 宇 刘红娟
 李玲娟

前 言

乳是除母乳外营养最为均衡的全价食品，它含有人体所需的几乎全部营养成分，在人们的膳食结构中具有特殊的地位和作用。

近几年，我国乳业取得了令世人瞩目的成果。乳制品总产量持续上升，2007 年乳制品类总产量达 3633.4 万 t，已跃居世界第 3 位；我国的城镇居民乳制品的消费量由改革开放初期年人均 9.23kg 上升到 2007 年的 24.87kg，增长了 169%，乳制品已日益成为我国居民消费的必需品之一。

随着消费者对乳制品的营养、功能和风味的认同程度越来越高，乳制品的产销量呈快速上升趋势，乳业成为整个食品工业中发展最为迅速的产业，也被誉为“朝阳产业”。同时，乳制品的品种越来越丰富，消费者的消费越来越理性，市场竞争趋于白热化，价格战导致行业利润下滑，降低了行业的盈利能力，“高价抢奶”和“奶贱杀牛”的现象时有发生，加剧了乳品行业质量安全风险，致使“大头娃娃”、“三聚氰胺”等乳品安全事件接连发生，既损害广大消费者的利益，又伤害了整个乳品行业。受“三聚氰胺”事件的影响，2008 年全国城镇居民人均乳制品消费量和乳制品出口量呈倍数的急剧减少，而进口量则呈倍数的急剧增长。2009 年，通过各级政府、各行业协会、各新闻媒体和产业链各环节等的共同努力，乳制品的产销增长恢复了历史的两位数增长水平，也从另一个方面说明乳品的高质量是完全可以控制的。同时也说明为确保中国奶业持续健康发展，乳品的高质量控制还有深化的必要。

酸乳是一种经细菌发酵产酸、凝固而成的产品，是一种具有一定健康功效而又美味的发酵乳制品，也是所有发酵乳制品中，市场占有率最大，最受消费者欢迎的产品。虽然目前国内外有很多酸乳类书籍，但多侧重于生产加工，还没有一本系统论述酸乳加工与质量安全的专著。为了更好地满足乳品加工厂的相关技术人员的需要，促进我国乳业健康发展，结合作者数十年的酸乳质量安全控制方面的成功经验，参考了国内外众多专家学者在酸乳加工与质量安全方面地研究成果，编著了此书。

本书系统全面地详细地阐述了酸乳的生产和质量控制技术。主要包括酸乳概述（第一章），加工中常用的原辅料（第二章）、加工设备（第三章），不同类型的酸乳的加工工艺（第四章）、酸乳发酵剂（第五章）、酸乳发酵过程中的生物化学变化（第六章）和酸乳质量的控制（第七章），同时简单介绍了

其他发酵乳制品（第八章）。书中引用了发酵乳制品的大量最新的研究成果。除非特殊注明，本书中提到的酸乳均指酸牛乳。要特别指出的是，鉴于作者在业已出版的原料乳和液态乳的生产加工质量安全的专著中已分别对原料乳生产、储运与验收及低温产品的储运物流、零售与消费中的质量安全控制进行了详细的阐述，故在此书中，作者并没赘述，望读者们谅解！

本书具有实用性强、内容全面、参考性强等特点，适于乳品加工厂技术人员阅读，也可以作为大专院校食品加工专业师生的参考书籍。希冀乳品加工人员通过对此书的了解，在酸乳制品的质量安全控制方面有所借鉴。

本书引用的国内外相关文献，有些注明了出处，有些未加注出处，在此对原作者表示感谢和歉意。

金越、蔡俊泽、孟宪文和刘文菊参与了相关外文资料的翻译和整理工作，在此表示感谢。

由于本书涉及面广，加之水平所限，尽管作者已倾其所有成就此书，但书中的差错在所难免，不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 酸乳发展概况	1
第二节 酸乳分类	5
第三节 酸乳的营养价值和健康功能	8
第二章 酸乳加工原辅料	29
第一节 乳	29
第二节 其他的乳制品原料	65
第三节 酸乳常用的稳定剂	70
第四节 甜味剂	90
第五节 功能性添加剂	98
第六节 果酱和果蔬汁	104
第七节 香精	116
第八节 酸乳的包装材料	118
第三章 酸乳加工设备	123
第一节 乳的收集和贮存设备	123
第二节 预处理设备	125
第三节 发酵及灌装设备	144
第四章 酸乳的生产工艺	146
第一节 酸乳生产原理及工艺	146
第二节 凝固型酸乳的生产工艺	157
第三节 搅拌型酸乳的生产工艺	159
第四节 饮用型酸乳的生产工艺	161
第五节 杀菌型酸乳的生产工艺	163
第六节 发酵乳饮料的生产工艺	164
第七节 冷冻酸乳的生产工艺	165
第八节 酸乳粉的生产工艺	166
第九节 浓缩酸乳的生产工艺	168
第十节 果料酸乳的生产工艺	169

第五章 酸乳发酵剂	171
第一节 概述.....	171
第二节 发酵剂的功能.....	172
第三节 酸乳发酵剂的微生物.....	175
第四节 影响酸乳发酵剂中微生物活性的因素.....	185
第五节 酸乳发酵剂生产.....	196
第六节 发酵剂质量的评定.....	205
第七节 益生菌及其研究.....	207
第六章 酸牛乳发酵过程中的生物化学变化	219
第一节 糖类代谢.....	221
第二节 蛋白质代谢.....	232
第三节 脂类代谢.....	234
第四节 维生素代谢及其他生化变化.....	236
第五节 酸乳中产生的主要代谢产物及其对酸乳品质的影响.....	238
第六节 乳酸菌胞外多糖的代谢研究.....	243
第七章 酸乳质量的控制	249
第一节 影响产品质量的因素及质量控制.....	249
第二节 常见的酸乳质量缺陷及原因.....	293
第三节 原料的质量检测.....	307
第四节 酸乳的质量评价.....	337
第八章 其他发酵乳制品	364
第一节 世界各地的发酵乳制品.....	364
第二节 益生菌酸乳.....	373
第三节 克菲尔.....	374
第四节 乳酒.....	382
第五节 发酵稀奶油.....	384
第六节 发酵酪乳.....	392

第一章 绪论

- 酸乳发展概况
- 酸乳分类
- 酸乳的营养价值和健康功能

第一节 酸乳发展概况

一、酸乳制品的历史

酸乳是一种经细菌发酵产酸而成的酸凝固产品，是一种具有一定健康功效而又美味的发酵乳制品。在所有的发酵乳制品中，酸乳是人们最了解的，也是最受欢迎的。人类在驯养家畜的时代就开始消费发酵乳制品。此后，发酵乳制品逐渐成为世界上许多地区的重要食品。一般认为酸乳起源于中东的游牧民族。在中东，产乳是季节性的，游牧民族迁移性强，加之气候炎热、运输落后、人工挤乳和无冷却设备，微生物污染后乳很快变酸凝固。他们发现当把奶盛在用动物皮或胃制作的容器中，经过一定时间后，乳清会渗过皮层，总固形物含量和酸度上升，使最终的浓缩物货架寿命变长，这就是最早的酸乳。

世界上最古老的游牧民族，中亚细亚的爱利安人经常饮用以牛乳或马乳为原料发酵而成的含酒精饮料；巴比伦时代的阿姆鲁人，把家畜乳制成的发酵乳作为日常的食品和药品。这种发酵乳类似现在的酸乳。传统的酸乳是用乳牛、山羊或绵羊的全脂乳制作的。第一部阿拉伯人的菜谱书将酸乳列为很多菜的配料，在天方夜谭的寓言故事的宴会中也有酸乳。

早在五千年前的古印度的吠陀经中，就记载了 dahi 和酪乳。在涅槃经中已提到乳、酪（即发酵乳）、酥（酥油）、醍醐（奶油）的制造方法。

在中国，晋朝已有乳酪。《齐民要术》中有“制酪”的方法。在宋朝已设有“牛羊司乳酪院”专管乳品加工。李时珍的《本草纲目》中对乳酪的加工有相当详细的记载。另外，在《饮膳正要》中也曾记述酪的加工方法。

古希腊人和古罗马人已熟知酸乳的制作方法。其中一种称作“opus lactarum”的乳制品，是用酸乳、蜂蜜、面粉和水果制成的。另外一种称作“ox-gala”的乳制品则是采用发酵乳、蔬菜、薄荷和洋葱等一些材料加工而成的。

8 世纪的土耳其语中出现“yoghurt”一词，后来逐渐演变成酸乳称为“yoghurt”。当时的酸乳干燥物称为“kurut”，饮用的称为“suvuk yoghurt”。

所以酸乳也可能起源于非洲，古代土耳其人在这里过游牧生活。土耳其人还将酸乳作为净化血液、预防肺结核、治疗肠道疾病甚至改善睡眠的灵丹妙药。直到现在，酸乳仍为土耳其住院病人的必需食品。

早期的发酵乳是较单一的。非乳酸菌发酵的产品，口味平淡且有霉味，凝乳不规则，有气孔和严重的乳清析出。后来随着人们对乳酸菌认识的深入，乳酸菌被用于乳发酵，出现较好风味的产品，并产生传统意义上的酸乳。

经过上述历史演变后酸乳有了较好的质地和口感，但在较高温度下仍易变质，延长酸乳的保质期逐步受到人们的重视。由于游牧民族加工酸乳时多用动物皮制品作容器，他们最早应用的延长酸乳保质期的方法是用该容器加工浓缩酸乳，即用其使乳清排出皮外，酸乳总干物质含量上升，酸度也随之上升，一般总干物质含量达25%，酸度为乳酸度2.0%。这类产品具有较好的抗腐败能力，亚美尼亚、土耳其和埃及都有广泛食用浓缩酸乳的习惯。由于贮存条件不合适，浓缩酸乳的保质期也只在1~2周。为使产品有更长的保质期，在浓缩酸乳中加盐加工而成的加盐浓缩酸乳应运而生，这一方面延长了酸乳的保质期，同时也缓解了酸乳的酸味。延长酸乳保质期的另一种方法是在特制木容器内低温加热数小时，这类产品称为烟熏酸乳，它用橄榄油或牛羊脂密封于罐中可越冬贮藏。在土耳其、黎巴嫩、伊朗和伊拉克等国家还生产一种长寿酸乳——干制酸乳，它以酸乳为主料，添加粗制或半熟麦粉，混合加工成小球后在太阳下晒制而成，这类产品称为“kishk”。

1900年，一位俄罗斯的生物学家梅奇尼可夫（Ilya Ilyich Mechnikov, 1845~1916）推断出保加利亚人长寿的原因是由于他们长久以来食用酸乳的习惯，梅奇尼可夫提出乳酸菌是人类维持身体健康的一项重要元素，于是他开始在全欧洲推广酸乳。其后，一位西班牙企业家卡拉索（Isaac Carasso）将酸乳的生产工业化，于1919年，卡拉索在巴塞罗那推广他的酸乳产品，并以自己儿子的名字Danone（达能）为商品命名，而在美国的名称Dannon更为人所熟悉。加入果酱果肉的酸乳最早在1933年，由一家布拉格的乳制品公司Radlická Mlékárna取得专利。而首次在美国公开发售的酸乳商品是在1929年，由亚美尼亚籍的移民Rose及Sarkis Colombosian出售，他们的家族生意最后成为了Colombo Yoghurt。1934年，Henneberg首先提出，为提高酸乳的营养价值，在制作酸乳的菌群中补充了嗜酸乳杆菌。

第二次世界大战后特别是1950年以后，对酸乳生产技术和影响其感官性质的因素有了较深的理解，开始使用纯菌种制造发酵制品，并利用现代化装置进行连续化生产。在酸乳中添加水果，进而出现许多含有各种风味物料的花色酸乳，进一步促进了酸乳的消费。

二、世界酸乳生产现状

历史上,在气温较高的地区,来自动物的乳在室温下将很快变坏,而采用发酵的方式则可以很好地保存乳的营养物质。同时,乳在向酸乳转化的过程中,黏稠度明显增大,质地滑润,产生了强烈的风味。此外,发酵过程还使食品变得安全、便携和具有新奇性,更容易被消费者接受。因此,食用发酵乳制品逐渐演化成世界各地一种饮食文化。

在世界上,来源于发酵乳制品的产品约有 400 个。酸乳在西欧开始流行很大程度上归功于俄国细菌学家 E. Metchnikoff,他对用于生产酸乳的细菌进行了大量研究,在他 1907 年写的《生命的延续》一书中,把巴尔干农民的健康长寿归功于他们所饮用的酸乳中细菌的作用。酸乳是一种营养价值很高的食品,它在西方国家持续流行很大程度上归功于它作为健康食品的形象。酸乳消费量的增长主要是因为它是一种天然健康的食品,方便食用,味道可口并且具有有益的属性。

酸乳和其他一些发酵乳制品在地中海地区,亚洲的中部、南部和西南部还有欧洲的中部和东部都受到广泛的欢迎。在世界上很多地区酸乳仍然采用传统的家庭做法,其原料采用各种哺乳动物的乳汁,主要有牛乳、水牛乳、山羊乳、绵羊乳、马乳和骆驼乳。乳经过煮沸、冷却,然后接种前日留下的酸乳并在环境温度下发酵 4~6h 直到凝固。然后就可以作为小吃、佐餐、拌沙拉、甜饮料,也可以添加一些香蕉或其他水果进行食用。

酸乳的品种主要有低热量、低脂肪含量、货架期长、花色产品、健康促进剂、微生物含量(如生物型等)以及儿童酸乳等方面。

添加水果调味剂、水果风味和水果汁可以提高酸乳产品的多样性、风味、色泽和质地。消费者也认为添加水果是有益健康的,再加上本来对酸乳健康作用的认可,便被认为是更健康的食品。

在酸乳中添加坚果类和谷物可以带来各种组织状态和风味的产品,进行合理的包装可以作为一种方便卫生的早餐。研发无脂、低脂和减少脂肪的酸乳符合消费者目前流行的健康趋势。酸乳产品的多样化如硬质冷冻酸乳和软质酸乳比冰淇淋等产品提供了更多、更有营养的产品。市场和商家的宣传也加快了消费者对酸乳产品的认识和需求。

随着冷链技术的发展,除中东国家外,其他国家和地区对传统制品的兴趣已明显下降,新型酸乳不断涌现。现代酸乳技术概括起来呈以下的趋势和动态:

(1) 加工酸乳的原乳总干物质含量呈上升趋势,以 14%~16% 最为适合和常用。

(2) 利用现代杀菌技术生产“长寿酸乳”已成为酸乳发展的新热点，这类酸乳因其常温下半年以上的保质期更适于运输和消费。

(3) 酸乳的品种已由原味淡酸乳向调味酸乳（添加各类香精）、果粒酸乳（添加各类水果果料）、功能性酸乳（特殊有益菌、营养成分的功能性如低脂、低糖、高钙、高蛋白，添加维生素和矿物元素）转化。

(4) 发酵菌种的保加利亚乳杆菌（*L. bulgaricus*）和嗜热链球菌（*S. thermophilus*）为生产普通酸乳的最优菌种组合，双歧杆菌酸乳和嗜酸杆菌酸乳已越来越被消费者接受。20 世纪 90 年代以后芬兰、挪威、荷兰等国上市新型功能性酸乳——干酪乳杆菌酸乳。

(5) 除对菌种自身的功能性进行筛选和甄别外，具有较好的产香和清爽、细腻质构类酸乳菌种选育已受到广泛重视，无后发酵酸乳菌种的研究也受到广泛重视。

(6) 在冷链条件下消费的包装形式是现阶段和将来产品的热点和趋势，这一方面源于冷链技术的发展，另一方面有利于保持酸乳中有足够的对人体有益的活菌数。

传统意义上的酸乳现已有更为广泛的概念内涵，如干制酸乳、冷冻酸乳和杀菌酸乳均已属于酸乳的范畴。

部分国家发酵乳制品的消费量见表 1-1。

表 1-1 部分国家发酵乳制品的消费量

国 家	发酵乳制品年人均消费量/kg
新西兰	45.0
芬兰	38.8
瑞典	30.0
丹麦	27.3
法国	26.9
冰岛	25.3
德国	25.0
以色列	24.8
挪威	19.3
保加利亚	15.6
奥地利	14.7
西班牙	14.5
捷克	10.0
葡萄牙	9.8 ^①
匈牙利	9.4

续表

国 家	发酵乳制品年人均消费量/kg
波兰	7.4
斯洛伐克	7.4
美国	7.4 ^②
澳大利亚	6.4
阿根廷	6.0
加拿大	3.6
乌克兰	3.4
南非	3.1
中国	0.2

注：①1997；②2003。

资料来源：IDF（1999）。

第二节 酸 乳 分 类

酸乳是以牛乳为主要原料，添加甜味剂和稳定剂等辅料，经过均质和杀菌，或杀菌后添加嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌混合而成的发酵剂发酵成的半固体状的产品。经过杀菌后可以添加一些香精香料或果蔬制品等辅料成分。为了延长产品的保质期，在发酵完成后可以进行热处理，杀死导致腐败的微生物。

联合国粮农组织（FAO）、世界卫生组织（WHO）与国际乳品联合会（IDF）于1977年对酸乳做出如下定义：酸乳即在添加（或不添加）乳粉（或脱脂乳粉）的乳中（杀菌乳或浓缩乳），由保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌进行乳酸发酵制成的凝乳状产品，成品中必须含有大量的、相应的活性微生物。

根据不同的分类标准，酸乳可以分为很多种类。最常见的是根据酸乳的风味和状态的分类方法。

根据产品的风味可将酸乳分为天然酸乳、调味酸乳和果酱酸乳三类。天然酸乳称为淡酸乳，不添加蔗糖和风味料，直接用乳添加发酵剂发酵而成。天然酸乳酸味较强，具有酸乳特有的风味。调味酸乳是添加蔗糖，甚至添加巧克力、咖啡、水果等人工香精或天然果汁，可以通过添加果味香精得到水果味的调味酸乳。添加果酱的酸乳为果酱酸乳，在盛有酸乳的容器的底部沉有果酱称为圣代酸乳。

根据产品在零售容器中的物理状态可以将酸乳分为凝固型酸乳、搅拌型酸乳和饮用型酸乳。

凝固型酸乳是在接种后转入零售容器中，一些色素、香料等添加剂在接种前加入，这样有助于混匀，然后将零售容器放在合适的温度下培养。培养温度将根据短时间培养还是长时间培养方法而不同，典型的短时间培养方法为40 ~ 43℃，2.5 ~ 4h；长时间培养为30 ~ 32℃，10 ~ 12h。一旦达到所需要的pH应立即冷却。产品中的凝块较硬，最后得到的凝乳是半固体状的，因而称为“凝固型”。

搅拌型酸乳是在发酵罐（或搅乳器）内接种并培养，凝块在冷却和包装阶段被打碎，培养温度和时间参照凝固型酸乳的制法。一旦达到所要求的pH，就将凝乳从发酵罐中转移出来冷却或在罐内直接冷却。培养结束时的pH是由诸多因素决定的，包括冷却效率、排空发酵罐的时间、培养方法、原料乳的配置和最终产品所需要的pH。传统的生产方法采用单段冷却，两段式冷却包括最初的凝块冷却到20 ~ 25℃，然后第二段冷却是在酸乳灌装到零售容器之后，放置在冷藏条件下进行的。

饮用型酸乳是基于搅拌型酸乳的生产过程，但固形物含量较低，在装入零售容器前破碎凝乳，且用果汁替代水果浓缩物。

此外，还可以根据所使用的原辅料及产品成分的差别将酸乳进行分类。

在世界各地很多种哺乳动物的乳汁都用来发酵酸乳。根据所使用的酸乳的原料来源不同，可分为酸牛乳、酸羊乳等。在大部分国家和地区，酸乳主要是用牛乳制作的，在不适合或者不可用牛乳的国家，也有用其他动物乳的，比如用羊乳制作的希腊酸乳。

根据所使用的发酵剂的不同，可分为传统型酸乳和益生菌酸乳。传统型酸乳的发酵剂为嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌。添加益生菌的益生菌酸乳则包括双歧杆菌酸乳、嗜酸乳杆菌乳、干酪乳杆菌酸乳等。另外，根据所用微生物种类及发酵作用的特点，可将发酵乳分为两大类，即乳酸发酵作用为主的酸性发酵乳和酒精发酵作用为主的醇性发酵乳。酸性发酵乳简称酸乳，主要是利用乳酸菌进行乳酸发酵，分解乳糖产生乳酸，并赋予酸乳独特风味。醇性发酵乳一般利用乳酸菌和酵母菌进行共同发酵，其代谢产物既有乳酸又有乙醇，具有显著的乙醇风味，故通称为醇性发酵乳或酒精发酵乳，亦称乳酒。除发酵乳之外，还有一些用食用级柠檬酸配置而成的酸化乳。

有用甜味剂替代蔗糖的无糖酸乳。还有通过强化一些营养元素得到一些新的酸乳品种，如强化维生素、矿物质、功能因子等成分的酸乳。

根据脂肪含量可以将酸乳分为脱脂、部分脱脂和全脂酸乳。通过在发酵前用乳糖酶使乳中的绝大部分乳糖水解可得到低乳糖酸乳。

根据酸乳中是否存在活菌可分为杀菌型和活菌型。杀菌型又称为长寿型酸乳,主要是为了延长酸乳的保质期。加热杀菌过程要求发酵好的酸乳经过巴氏杀菌并采用无菌灌装。水果浓缩物或者在酸乳灌装之前加入多头灌装机内,或者单独采用小包装附在大包装内。这一过程会导致发酵微生物遭到破坏,但目的是减少潜在的腐败微生物的数量,从而延长货架期。

根据产品保存方式的不同,可将酸乳分为冷藏酸乳、冷冻酸乳、浓缩酸乳、干燥酸乳(即酸乳粉)、腌制酸乳和烟熏酸乳。

近年来,软质和硬质冷冻酸乳发展很快。市场对冷冻酸乳的认同已经超过了冷藏酸乳。消费者食用冷冻酸乳主要是因为其低脂或无脂。近期研制的冷冻酸乳主要是低酸度冷冻酸乳,其组织状态和风味类似于冰淇淋或牛乳,与10年前相比其酸度明显降低。

冷冻酸乳的制作是在一个牛乳发酵设备中发酵,然后转移到一个软化机或冰淇淋机中,酸乳的混合和冷冻交替进行。

生产冷冻酸乳的技术包括通过搅拌限制发酵和通过快速的冷却减少酸度的增加,或通过原味酸乳与冰牛乳混合得到标准滴定酸度的产品。在有些情况下,混合物要通过巴氏杀菌以确保杀死新出现的致病菌,包括一些能在低酸度食物中生长的李斯特菌和弯曲杆菌。为了保证最终产品的活性,将冻干发酵剂与经过巴氏杀菌后的牛乳混合进行发酵。为了更好地发酵可以增加冻干发酵剂的浓度。

冷冻酸乳是冰冻状态的,含有活性物质,添加安全和适量的成分,单位牛乳成分不加限制。可以进行均质,所有成分必须经过巴氏杀菌或超高温杀菌。冷冻酸乳按脂肪含量又可分为冷冻低脂酸乳和冷冻无脂酸乳。

浓缩酸乳是将酸乳的部分乳清除去后得到的产品。在土耳其的偏远山村,人们把每天剩余的乳包裹在山羊皮或绵羊皮里,通过渗漏和蒸发,使酸乳的总固形物含量升高,从而得到浓缩型酸乳。另一种做浓缩型酸乳的方法就是把乳放在陶瓷器皿里使其自然发酵,埃及人称为 *Leben zeer*。

干燥酸乳是将酸乳干燥而成的产品,为保持高的活菌数,一般都采用低温干燥的加工工艺。干燥的酸乳粉可以直接用温水冲饮。

在酸乳中添加食盐可以降低产品的酸性口味,也可以通过烟熏的方法制成烟熏酸乳。这两种方法都可以延长产品的保质期。

根据不同特殊人群的营养健康需要所生产的酸乳,如儿童酸乳、老年人酸乳等。

根据用途还可以分为早餐酸乳等,通过添加调味品、谷物、水果等可得到多种风味和质构。

第三节 酸乳的营养价值和健康功能

酸乳是以牛乳或其他乳为主要原料，以乳酸菌或酵母发酵而制得的乳制品。酸乳多采用乳酸菌发酵，普通酸乳通常以保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌或乳酸链球菌作为发酵菌种。作为医疗用途的嗜酸菌酸乳、双歧杆菌酸乳等，则分别以嗜酸乳杆菌和双歧杆菌为主要发酵菌种。酸乳的发酵剂菌种不同，对酸乳的营养价值、医疗保健作用以及风味、状态、口感等均有决定性作用。

发酵过程保存了乳的重要营养成分。同时，发酵过程还改变了乳的一些组分，使乳的营养价值进一步提高，并且还能提供大量的有一定活力的益生菌，这些益生菌对人体的健康有促进作用。发酵乳制品也被称为功能性食品。发酵乳制品已经成为人类膳食中具有关键作用的重要部分。在发酵乳制品中，除了主要的营养成分——乳外，还采用一些其他的食品配料，使消费者在营养、风味、质构和口感方面有更多的选择。发酵食品和它们的衍生产品可以作为主食的一部分，也可以用来佐餐。

近年来，对酸乳的保健功能和酸乳发酵剂进行了大量的研究和报道。人们对能够代谢产生乳酸的乳杆菌和链球菌进行了大量研究。酸乳对肠道的益生作用已经做了动物试验，有的已经进行了人体试验。有的试验采用酸乳，有的试验直接使用乳酸菌，他们都体现出在特定的胃肠环境下的保健功能，包括防治乳糖不耐症、便秘、腹泻、肠癌、肠炎、螺旋幽门杆菌感染和过敏等症状。酸乳对肠道起到健康作用主要是通过胃肠微生物的调节，使肠道畅通，提高胃肠的先天免疫和适应免疫的能力。

人体肠道内微生物区系的组成和进入肠道内的食物会对人体的健康起到好的或坏的作用。大量证据表明，用来发酵酸乳的菌株和经筛选的肠道内有益健康的微生物具有抗病和消炎的作用。他们具有治疗和预防疾病的功能，这种微生物被称为益生菌。益生菌的定义中规定“活的微生物”是指在肠道内有足够多的数量并通过固有的营养功能发挥健康作用。

酸乳是一种众所周知的含有益生菌的食品。在 1992 年的国际标准中定义为：由保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌发酵而生成的一种凝固状的牛乳制品。其他种的乳酸菌现在也经常使用，使产品最终具有一些特殊的功能。作为酸乳的发酵剂，乳酸菌在发酵过程中为共生关系。因此在选择发酵用的乳酸菌时，要选择相互共生并产酸效率高的。另外，为了增加在低 pH 和高酸度胃肠环境中乳酸菌的数量，在酸乳发酵时也采用一些人体肠道内固有的乳酸菌。国际酸乳大会提出了“活菌和具有活性物质的酸乳”，因此在酸乳制造过程中每克必须含有大于 10^8 个活菌，并且在货架期内通过特殊的检测方法必须检出具有活力

的微生物。

在现代社会中,发酵乳制品成为乳制品消费中重要的一部分。而且食用酸乳和其他发酵牛乳食品被认为能带来各种各样的好处。从20世纪90年代起研究就认为酸乳具有保健功能。

益生菌的治疗功效是基于它是一种有益健康的微生物的观点,但是有益健康的微生物并不能定义为能够控制致病微生物的生长。新的观点认为肠道微生物特有的特征和作用对肠道健康和疾病的作用打开了新的研究前景。很多研究表明了乳酸菌在治疗肠道疾病上的作用。然而研究结果并不一致,这可能与不同菌株、不同的实验方法和不同的受试人群有关系。现在有多种乳酸菌用来生产酸乳。

一、酸乳的营养价值

在乳酸菌保加利亚乳杆菌(LB)和嗜热链球菌(ST)的作用下,将牛乳发酵成酸乳。酸乳是一种能够同时提供牛乳的营养成分和含有大量活性物质的发酵产品。在微生物的发酵作用下,发生了化学、物理、微生物、感官、营养和生物学上的变化。

酸乳的主要原料是牛乳、蔗糖和乳酸菌发酵剂,它不仅保存了牛乳中所有的营养成分,而且还因为发酵作用,使其中的营养素更容易被人体消化吸收。可以说,酸乳是仅次于母乳的最优质的营养食品。酸乳可以为人体提供优质乳蛋白。发酵后,牛乳中的蛋白质被乳酸菌部分消化,极易被人体消化吸收。

酸乳的营养价值取决于制作酸乳的牛乳的营养价值。它包括很多因素,如乳牛的品种、饲养情况、哺乳期的阶段、年龄和一些环境因素如季节因素等。另外在牛乳加工过程中的变化也有很大的影响,包括温度、持续加热、光照和储存条件,这些因素同时也影响了产品的最终营养价值。另外,在乳酸菌发酵过程中,牛乳的营养成分和生理价值也发生了改变。最终的产品质量也取决于发酵采用的菌种、发酵前添加到牛乳中的牛乳固形物的来源和类型、发酵的温度和时间这些因素。

牛乳在转变为酸乳的过程中,其营养价值和健康价值得到很大的提升。在酸乳的加工过程中最突出的变化就是在微生物的作用下带来的特殊的保健功能。

(一) B族维生素

乳制品中含有高质量的蛋白质、钙、钾、磷、镁、锌和B族维生素的核黄素、烟酸、维生素B₆、维生素B₁₂。在酸乳发酵过程中,维生素的损失要远大于