

发酵乳制品 研究与工艺开发进展

李凤林 巩发永 编著



西南交通大学出版社

发酵乳制品研究与 工艺开发进展



李凤林 巩发永

编 著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

发酵乳制品研究与工艺开发进展 / 李凤林, 巩发永
编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2021.2

ISBN 978-7-5643-7711-3

I. ①发… II. ①李… ②巩… III. ①酸乳 - 工艺开
发 IV. ①TS252.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 187650 号

Fajiao Ruzhipin Yanjiu yu Gongyi Kaifa Jinzhan
发酵乳制品研究与工艺开发进展

李凤林 巩发永 编著

责任编辑 牛 君
助理编辑 姜远平
封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
邮政编码 610031
发行部电话 028-87600564 028-87600533
网址 <http://www.xnjdcbs.com>
印刷 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 12.25
字数 289 千
版次 2021 年 2 月第 1 版
印次 2021 年 2 月第 1 次
定价 68.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-7711-3

课件咨询电话: 028-1435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

PREFACE

乳类是一种营养成分齐全、组成比例适宜、易消化吸收、营养价值高的天然食品，能满足初生幼仔生长发育的全部需要。乳类食品中以牛乳最普遍，其含有蛋白质、脂肪、碳水化合物、微量元素和维生素等 100 多种营养成分，几乎包含了人体生长发育和保持健康所需的全部营养成分，被称为“最接近完美的食品”。发酵乳制品作为乳制品中的一个重要品种，近几年来，随着人们对健康食品的重视，已成为乳制品中增长最快的品种之一。与未发酵乳制品相比，发酵乳制品经历的发酵过程，实际上是一个“预消化”的过程，在发酵过程中鲜乳的营养成分损失很少，在某些方面还增加了部分营养物质，比鲜乳更容易被人体吸收。发酵乳制品提高了产品的营养价值，改善了风味，增强了保健作用，延长了保存期；同时还具有改善肠道内菌群、预防肠道疾病、降低血中胆固醇、抗肿瘤、预防衰老等营养和辅助治疗功效。

国家卫健委指出，在“健康中国”的建设中，食品产业负有使命与担当；要从营养监测、营养干预、营养供给三个方面，充分发挥食品产业的作用，将国民营养健康事业和食品产业广泛而又深度地融合起来，以保障国民对营养健康食品的需求。在全面贯彻实施《国民营养计划》、不断推动合理膳食行动中，乳制品大有可为。发酵乳制品与其他乳制品相比有着更广阔的发展前景，现已成为乳制品行业新的增长亮点。

本书是作者在多年实践工作经验基础上，针对我国目前发酵乳制品加工业发展的实际情况及工艺开发进展编写而成的。在编写过程中，既阐述了发酵乳制品的基础理论知识，发酵乳制品的生产工艺、设备等，又重点体现了当前发酵乳制品的最新研究进展及发展方向，把近年来国内外对发酵乳制品的一些研究及其成果揉入其中。本书共分 9 章，内容主要包括发酵乳制品概述、微生物及其在发酵乳制品中的应用、发酵剂的选择及制备、酸乳及其制品、发酵乳饮料、奶酒、奶油与发酵奶油、干酪、乳制

品质量管理及 HACCP 的应用等。本书不求囊括所有发酵乳制品方面的研究，但力求做到新颖实用以及对行业具有参考作用。本书内容丰富，图文并茂，可读性强，适合作为各大专院校食品及相关专业的辅助教材，也可作为乳品加工企业、食品科研机构有关人员的参考书。

本书在编写过程中，除部分内容来自作者的课题研究外，还参考了国内外许多著作和论文，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平和经验有限，书中缺点与错误难免，敬请批评指正。

李凤林
2020年2月

目录

CONTENTS

第一章 发酵乳制品概述

第一节 发酵乳制品的发展及现状	1
一、发酵乳制品生产历史	1
二、我国发酵乳制品生产现状	2
三、发酵乳制品的研发趋势	3
四、发酵乳制品的特点	4
第二节 发酵乳制品的分类及营养保健作用	5
一、发酵乳制品的分类	5
二、发酵乳制品的营养作用	6
三、发酵乳制品的保健作用	7

第二章 微生物及其在发酵乳制品中的应用

第一节 发酵乳制品生产中的有益微生物	10
一、乳酸菌的种类及其性质	10
二、其他发酵所用微生物的种类及其性质	15
第二节 微生物在发酵乳制品中的应用	17
一、微生物在乳品中的发酵类型及其应用	17
二、微生物的蛋白质水解与脂肪水解特性及其应用	19

第三章 发酵剂的选择及制备

第一节 发酵剂的种类及作用	21
一、发酵剂的种类	21
二、发酵剂的作用	22
第二节 发酵剂的选择及贮藏	25
一、发酵剂的选择	25
二、发酵剂的贮藏	27

第三节	发酵剂的制备及质量控制	29
一、	发酵剂的制备	29
二、	发酵剂的质量控制	32
第四节	直投式发酵剂	33
一、	直投式发酵剂制备的工艺流程	33
二、	直投式发酵剂制备的工艺要求	34

第四章 酸乳及其制品

第一节	酸乳的概念及分类	37
一、	酸乳的定义	37
二、	酸乳的分类	37
第二节	酸乳生产所用原料	39
一、	原料乳	39
二、	乳粉	39
三、	甜味剂	40
四、	发酵剂菌种	40
五、	果料	41
六、	添加剂	42
第三节	普通酸乳的生产工艺及要求	45
一、	凝固型酸乳的生产工艺及要求	45
二、	搅拌型酸乳的生产工艺及要求	47
第四节	新型酸乳产品的开发	48
一、	金针菇酸乳的生产	48
二、	毛樱桃酸乳的生产	49
三、	蛹虫草-黑木耳酸乳的生产	51
四、	枸杞酸乳的生产	52
第五节	以新疆地区传统酸乳发酵剂制作酸乳的生产工艺	53
一、	传统酸乳发酵剂中微生物种群的分离	54
二、	新疆传统酸乳发酵剂的扩大制备	60
三、	以新疆传统酸乳发酵剂生产酸乳	61
第六节	浓缩酸乳的生产工艺	62
一、	Ymer	62
二、	Skyr	63
三、	Chakka 和 Shrikhand	63
四、	排乳清酸乳 (Strained yoghurt) 或 Labneh	64

第五章 发酵乳饮料

第一节 乳酸菌饮料	66
一、乳酸菌饮料的概念及发展现状	66
二、乳酸菌饮料的分类	67
三、乳酸菌饮料的生产工艺	67
四、乳酸菌饮料的质量控制	71
第二节 发酵酪乳	73
一、发酵剂的菌种及制备	74
二、发酵酪乳的生产工艺	74
三、发酵酪乳风味的影响因素	75
第三节 乳酸菌饮料新产品研发	76
一、嗜酸乳杆菌发酵嫩黑玉米乳酸菌饮料的生产	76
二、灰树花乳酸菌饮料生产工艺	82
三、蒲公英乳酸菌饮料生产工艺	88
四、木瓜-紫甘蓝乳酸菌饮料生产工艺	91

第六章 奶 酒

第一节 酸马奶酒	94
一、酸马奶酒的分类	95
二、酸马奶酒的营养价值及辅助治疗功效	95
三、酸马奶酒的生产工艺	97
第二节 开菲尔乳	98
一、营养功效	98
二、开菲尔粒的菌相	99
三、开菲尔粒的多糖类特性	100
四、开菲尔乳的生产工艺	101

第七章 奶油与发酵奶油

第一节 奶油的种类及性质	104
一、奶油的种类	104
二、奶油的组成	105
三、奶油的性质	105
第二节 奶油的生产工艺	106
一、工艺流程	106

二、工艺要求	107
第三节 奶油的连续化生产	122
第四节 无水乳脂	123
一、无水乳脂的种类	123
二、无水乳脂的特性	123
三、无水乳脂的生产原理及工艺流程	124
四、用稀奶油生产无水乳脂	124
五、用奶油生产无水乳脂	126

第八章 干 酪

第一节 概 述	128
一、干酪的历史	128
二、干酪的概念	128
三、干酪名称和标准的历史沿革	129
四、干酪的分类	130
五、干酪的组成和营养价值	133
六、干酪的生产和消费	134
第二节 干酪的发酵剂	136
一、干酪发酵剂的分类	136
二、发酵剂的作用及组成	137
三、干酪发酵剂的制备	139
四、干酪发酵剂制备的新技术	140
第三节 凝乳酶	141
一、皱胃酶	141
二、其他凝乳酶	144
第四节 天然干酪一般加工工艺	146
一、工艺流程	146
二、工艺要求	146
三、干酪的理论产率	160
第五节 几种主要干酪的加工工艺	161
一、农家干酪	161
二、契达干酪	163
三、高达干酪	164
四、荷兰圆形干酪	166

第六节 融化干酪的加工工艺·····	167
一、融化干酪的特点·····	167
二、融化干酪的加工方法·····	168
三、融化干酪的缺陷及防止方法·····	169

第九章 乳制品质量管理及 HACCP 的应用

第一节 良好生产规范·····	171
一、GMP 的类别·····	171
二、乳制品 GMP 的主要内容·····	172
第二节 HACCP 安全体系在乳品生产中的应用·····	176
一、HACCP 的起源·····	176
二、HACCP 的特点·····	177
三、HACCP 基本原理·····	178
四、推行 HACCP 计划的基础条件·····	179
五、乳制品生产企业 HACCP 体系的建立及运行·····	180
参考文献·····	185

第一章 发酵乳制品概述

第一节

发酵乳制品的发展及现状

发酵乳制品，是指以牛乳、羊乳、浓缩乳、乳粉与食品添加剂为原料，加入特定的乳酸菌或酵母菌及其他发酵剂，经发酵后制成的乳制品。广义上的发酵乳制品实际上是一个综合名称，包括酸乳、开菲尔、发酵酪乳、酸性乳油、乳酒等经微生物发酵的乳制品。成熟干酪由于也是在生产过程中经过微生物发酵制得的，所以在某些情况下，也可以认为干酪是发酵乳制品中的一种。狭义上的发酵乳制品按 GB 19302—2010 的定义是以生牛（羊）乳或乳粉为原料，经杀菌、发酵后制成的 pH 值降低的产品。一般讲述的发酵乳制品是指广义的概念。

一、发酵乳制品生产历史

发酵是人类最古老的乳品保存和加工方法，因此人们对发酵乳制品的食用历史相当悠久。6000 年前，埃及生产的一种称为“Leben”的酸性乳饮料实际上就是目前已知文字记载最早的发酵乳制品；公元前 13~14 世纪，阿拉伯商人在旅途中发现，乳汁经过烈日曝晒后，能与羊胃袋所分泌的凝乳素（Rennet）发生作用形成凝乳，这是现代欧式干酪的起源。公元前 4~6 世纪，生活在今天保加利亚的色雷斯人过着游牧生活，他们用羊皮袋装乳系在腰间，由于外界的高温和人的体温作用，袋中的微生物使乳汁发酵，这便是最初的酸乳。当他们把自然发酵的酸乳倒进煮过的乳中，后者也会变酸，这就是利用发酵剂制作酸乳的雏形。我国制作发酵乳制品历史悠久，古代一般将发酵乳制品称为酪。汉代刘熙在《释名》中称：“酪，泽也，乳汁所作，使人肥泽也”。《齐民要术》中也有发酵乳制品生产的记载，从其加工方法来看，与现代酸奶生产工艺基本相同。在公元前 641 年，唐朝文成公主进藏的民间故事中，已有关于酸乳的记述。被称为古代藏族社会百科全书的史诗《格萨尔王》中也有关于酸乳的记载。史料证明，公元前 200 年左右，在印度、埃及和古希腊等地都出现了酸乳。早期的酸乳制作虽然对延长鲜乳的保存有一定作用，但由于酸乳中含有大量杂菌，保存时间不长，因此人们采用各种方法以延长其保质时间，如浓缩、加盐、蒸煮、烘干以及添加其他成分制成类似干酪的发酵乳制品。公元 1000 年左右，德国家庭内自制酸乳，

容器不是采用玻璃瓶而是一种扁圆形瓷碗。公元 1008 年德国建厂生产酸乳。著名的俄国科学家梅奇尼可夫在 20 世纪初就指出发酵乳制品的医疗特性。他注意到，在日常生活的食品中发酵乳制品占重要地位的巴尔干国家居民的寿命比其他国家居民的寿命长。1910 年俄国科学家格尔基叶又进一步阐述，发酵乳制品中的微生物不仅能抑制肠道内的腐败菌生长，还能清除病原菌。自此，发酵乳制品名声大振。

古时候，人们就已知道发酵现象，但那时并不了解其原理。起初，牛乳自然地发酵，后来人们发现，发酵容器和工具的再次使用也可促进发酵过程的某种重现性和稳定性。21 世纪初，控制发酵制品的生产，逐渐引起人们的重视，人们开始使用特种微生物以控制发酵产品品种。在不同国家甚至同一国家的许多地区，都有着他们自己的发酵乳制品。到今天，发酵乳制品已成为乳品中种类最多的一类产品。在世界各地的许多地方，发酵乳使用的微生物种类都不尽相同，发酵过程也受很多因素影响，这些发酵乳制品的风味自然也各有特色。

二、我国发酵乳制品生产现状

在我国，真正意义上的发酵乳制品生产是在 1911 年，当时的上海可可牛乳公司开始生产酸乳，这是我国第一家用机器生产的发酵乳制品。20 世纪 70 年代以前，我国的酸乳生产厂家大多采用现成的酸乳作发酵剂接种到鲜乳中进行发酵，生产设备简陋，产量很低。我国大规模发酵乳制品的商业化生产始于 20 世纪 80 年代初，1980 年北京东直门乳品厂从丹麦引进酸乳生产的设备与工艺，该乳品厂是我国第一个生产搅拌型酸乳的厂家；1985 年以后，当时的内蒙古轻工业研究所成功研制了冷冻干燥菌种粉，从此酸奶的生产成功从大中城市进入了小城市，自此发酵乳制品在我国整个乳制品的生产中一直保持着较快的增长速度。资料显示，1982 年，北京、上海、天津、武汉、南京、西安 6 大城市酸乳及其制品总产量不到 2 000 吨，1989 年超过 5 万吨，增长了 28 倍，平均年递增 62%；而同期的消毒乳产量增长不到 2 倍，平均年递增 16%；乳粉产量增长不到 1 倍，平均年递增 10%；2001 年我国酸乳及其制品产量达到 30.9 万吨，2005 年酸乳及其制品产量达到 161.9 万吨，5 年间增长了 4.2 倍。据中商产业研究院统计数据，酸乳产品销售量从 2013 年的 484 万吨增加至 2017 年的 857 万吨，年均复合增长率达 14.6%，酸乳销售额从 2013 年的 544 亿元增加至 2017 年的 1220 亿元，年均复合增长率高达 21%。八十年代以来，经过近三十年的发展积累，消费者对酸奶的要求已经从能喝到提升到要喝好。2007 年，光明乳业公司经过三年研发推出优酪乳酸奶新品种，添加了 B+100 益生菌，产品定位高端人群，主要针对 18~45 岁，生活节奏快，常被肠道问题困扰的女性。不久后，蒙牛集团推出了某全新高端酸奶品牌，产品采用利乐 TT 罐包装，让酸奶可即时饮用且携带更加方便。2009 年，光明推出中国首款常温酸奶——莫斯利安，解决了低温酸奶运输储存的难题。莫斯利安的上市开启了常温酸奶这一全新品类，也为中国酸奶打开了几百亿的常温酸奶市场。

除了酸乳产量的快速增长外，其他发酵乳制品，如干酪、酸性奶油的产量也在逐步提高。目前，我国市场上对于干酪的消费需求以年增长率 15% 的速度快速增长。但由于受民族生活习惯及风俗的影响，这几类发酵乳制品的生产及消费在我国发酵乳制品中所占比例较少，目前我国人均奶酪消费量仅为 0.1 kg/年，远低于乳业发达国家。目前国内有奶酪生产许可证的企业仅有 45 家。2018 年我国国内奶酪总消费量约 15 万吨，除进口产品外，约有 4 万吨为国内加工生产。而在这 4 万吨中，仅有 20% 为国内企业生产的天然干酪，另外 80% 左右仍是国内企业利用进口原天然酪加工的再制干酪，这意味着国产天然奶酪实际产量还不到 1 万吨，未来市场潜力巨大。

据中国乳制品工业协会的专家分析，我国发酵乳制品快速增长的原因是，改革开放以来，居民生活水平大幅提升，消费者营养保健意识不断增强，越来越多的人认识到，发酵乳制品不仅含有乳汁的所有营养成分，还具有提高机体防病抗病能力、调节机体免疫系统的功能。据测算，我国有 36% 的人口存在不同程度的乳糖不耐症，酸乳制品已将鲜乳中的部分乳糖分解，所以更容易为国人接受。发酵乳制品由于经历的发酵过程，实际上是一个“预消化”的过程，在发酵过程中对鲜乳的营养成分损失很小，此外还增加部分营养物质，比鲜乳更容易被人体吸收。

三、发酵乳制品的研发趋势

发酵乳制品作为乳品工业中的重要组成部分，对其产品的技术开发首先要考虑满足消费者的需要。从世界各个区域的消费者对产品变化的要求来看，各国消费者都要求产品首先在营养和健康方面能满足他们的要求，其次还要考虑携带、饮用等的方便性，而且还要求产品要具有良好的口感。目前酸奶的发展热点主要包括功能性酸奶、嗜好性酸奶、新概念酸奶和生物酸奶这 4 种类型。其中，功能性酸奶包括美容酸奶、通畅酸奶、维持体态酸奶、降血糖酸奶和降血脂血压酸奶；嗜好性酸奶包括布丁甜食、谷物酸奶、充气酸奶和含醇酸奶；新概念酸奶包括常温酸奶、无糖酸奶和浓缩酸奶；生物酸奶包括发酵型饮品和发酵型酸奶。

研发部门应从包括产品原料在内的多个方面来帮助广大乳品企业实现产品的差异化，生产出独特的产品，让自家的产品在众多产品中脱颖而出。例如通过提供发酵速度更快的产品，来帮助企业提高生产效率；在研发上生产不同口味、不同组织形态的产品来帮助企业开发新产品。在英国市场上，2003 年 Muller 公司推出了一种“Froot”的新酸乳饮料，有各种水果风味，针对家庭消费而获得成功。此外，Muller 公司还推出了 Mullerlight 低脂酸乳饮料，并添加维生素作为“休闲”食品供应消费者而获得成功。雀巢公司于 2004 年在英国市场推出称为“Ski Sropgap”新酸乳饮料，含有混合浆果、热带水果和蜂蜜等，产品为香蕉风味，同其他酸乳相比，它更稠一些，并含有水果粒和谷物，消费者把它当作一种“方便的解决饥饿的液体而不是一种饮料”来消费。我国台湾地区也推出过芦荟汁酸乳饮料。

在意大利，ataria 公司推出过有机酸乳饮料。在巴西，Batavia 公司推出过苹果味酸乳饮料。达能公司在比利时推出过 Zen 产品，Zen 产品添加了 4 种乳酸酶和镁离子，使其具有镇静和肌肉舒张的功能。芬兰 Valio 公司 2004 年推出 Benecol 降低胆固醇乳饮料，这种产品添加了一种植物固醇和维生素 D，味道如同鲜乳。

伴随着发酵乳工艺技术的不断发展，添加的内容物日益丰富的同时，酸奶菌种也在持续升级，不同的菌种引导着发酵乳向各类功能化方向拓展。近年来，消费者对发酵乳的健康性要求也不断提升，除了菌种、奶源，消费者对发酵乳的工艺和添加物也越来越在意。纯生牛乳发酵品、零脂肪、低糖、零乳糖含量等发酵乳成为一些消费者新的需求。

四、发酵乳制品的特点

（一）发酵乳制品能提高食品的营养价值

牛乳经过乳酸菌发酵后，其中的维生素、氨基酸、矿物质和微量元素等成分的含量和种类都有所增加，从而使牛乳的营养价值大大提高。这是因为乳酸菌在代谢过程中能产生多种维生素、氨基酸和酶类。

（二）发酵乳制品能改善食品的风味

乳酸菌在发酵中产生的乳酸、醋酸、丙酸等有机酸，赋予食品以柔和的酸味，同时还可与发酵过程中产生的醇、醛、酮等物质相互作用，形成多种新的呈味物质。此外，乳酸发酵还能消除某些原料带来的异味和怪味。因而经乳酸发酵的食品都具有独特的风味。

（三）发酵乳制品能增强食品的保健作用

以双歧杆菌为首的活性乳酸菌菌体，及其在发酵过程中产生的某些生理活性物质，能提高人体免疫力，增强机体内巨噬细胞的吞噬力，提高人体对病原菌的抵抗力，从而增强了食品的保健功效。

（四）发酵乳制品能延长食品的保存期

乳酸菌发酵的主要代谢产物乳酸，在防止食品腐败变质中起着重要作用。此外，在发酵过程中还产生一些抑菌物质（如乳链球菌肽、乳杆菌素、嗜酸菌素等），可抑制引起食品腐败的微生物的生长，从而提高了产品的保存性，延长了货架期。

第二节

发酵乳制品的分类及营养保健作用

一、发酵乳制品的分类

对于发酵乳制品的分类目前没有统一的标准，一般按照其产品的组分、形态及生产方法可以分为以下几类。

（一）酸 乳

酸乳是发酵乳制品中最原始、产量最大的品种，凡是有乳品生产的国家都生产这种产品。酸乳是以鲜牛乳为原料，经过预处理后接入纯粹培养的保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌作为发酵剂，并保温一定时间，因产生乳酸而使酪蛋白凝结的产品。酸乳按产品的形态又分为搅拌型和凝固型两种。

（二）乳酸菌饮料

乳酸菌饮料又称为活性乳，它是以酸乳为原料，加入一定量的水、糖、果汁、香料、稳定剂等辅料调配均质后制成的，含有一定数量活性乳酸菌的产品。乳酸菌饮料又分浓缩型与原乳型两种。

（三）酸乳粉

酸乳粉是以发酵浓缩乳为原料，经搅碎、高压均质、离心、低温、喷雾干燥、包装而成。

（四）奶 酒

奶酒是以鲜牛乳为原料，接种乳酸菌、酵母或某些特殊发酵剂，经酒精和乳酸发酵制成的产品。根据使用原料乳不同和发酵剂的不同，有牛奶酒、羊奶酒、开菲尔乳等。

（五）发酵酪乳

发酵酪乳是以酪乳或脱脂乳为原料，经乳酸菌和香气微生物混合菌种发酵制得的产品。发酵酪乳可分为两种，一种是自然酸性酪乳，即生产奶油时分离出来的酪乳经自然发酵制得；另一种是专门用脱脂乳，经过加工后再加入发酵剂发酵而成的人工酪乳。

（六）酸性奶油

酸性奶油是以发酵稀奶油为原料，经搅拌、压炼等工艺制成的一类产品。这种奶油特点是保存期长，风味独特。

（七）成熟干酪

成熟干酪是以乳、稀奶油、脱脂乳等为原料，经凝乳剂凝乳，并排出部分乳清而制成的发酵成熟的产品。

二、发酵乳制品的营养作用

（一）蛋白质

发酵乳制品含有易于消化的优质蛋白质，和普通牛乳相比，由于酸乳中乳酸菌的作用，乳蛋白（主要是酪蛋白）变性凝固成为微粒子，并相互连结成豆腐状的组织结构。这种由乳酸作用产生的酪蛋白粒子小于乳蛋白在胃酸作用下产生的粒子，更易于人体消化吸收。另外干酪在发酵和成熟过程中，牛乳原有的蛋白质被逐步分解为肽、胺及人体必需的氨基酸和其他一些小分子物质，这些小分子物质易被人体吸收，使干酪蛋白质消化吸收率高达 96%~98%，与其他动物蛋白质相比，质优而量多。酸乳发酵过程中会产生相当于普通牛乳 4 倍以上的人体必需氨基酸及各种多肽。近年来人们对这些多肽类的生物活性进行了广泛研究，发现这些多肽具有抗菌、抗高血压、促进新陈代谢、强化钙吸收等多种生理功能。

（二）脂肪和维生素

发酵乳制品含有多种维生素及其他营养成分。发酵乳制品的主要原料牛乳含有丰富的维生素，在发酵乳制品制造过程中这些维生素成分没有受到损失，反而由于乳酸菌的代谢活动，一部分得到了增加。如和牛乳相比，酸乳中含有更多的 V_A 和 V_B 。 V_A 和 V_B 是人体生长发育不可缺少的营养元素，除了促进人体细胞生长之外，还有保护皮肤及黏膜的作用。人体通常通过绿黄蔬菜中的色素来满足对 V_A 的需要，但是这些色素在人体内只有 30%能转换成 V_A ，所以直接饮用酸乳相对能更加有效地吸收 V_A 。作为理想食品的牛乳所缺少的是植物纤维及 V_C 。果汁酸乳，特别是在日本、欧洲流行的大粒果肉酸乳，因含有大量水果中的纤维及 V_C ，能弥补普通牛乳在营养上的欠缺，是营养成分更加完善、合理的食物佳品。

（三）矿物质元素

发酵乳含有丰富易吸收的钙。矿物质元素发酵饮料中富含多种矿物质，如钙、钾、镁、

锌、铁等。这些元素是构成机体的重要成分，同时也是维持机体正常功能的重要物质。牛乳里含有丰富的钙是众所周知的。除了高含量之外，和鱼类、肉骨类食品中钙的吸收率为20%~30%相比，牛乳中的钙的吸收率高达70%。这是因为牛乳中的酪蛋白及乳糖有助于人体的钙吸收。另外一个重要因素是牛乳中磷的含量低于其他食品，和钙的比例接近1:1，而高磷含量会促使人体排泄钙质。在酸乳制造过程中牛乳中钙不仅没有受到破坏，还被转化为更易于人体吸收的可溶性乳酸钙，同时在乳酸菌作用下乳蛋白被分解产生的多肽类也有助于钙的吸收。在干酪制作过程中，由于工艺需要而添加钙离子，使钙的含量增加，易被人体吸收。通常100g牛乳中含有496mg钙，而100g干酪中含有720mg钙。

（四）碳水化合物

在干酪制作过程中，乳糖大部分转移到乳清中，残留下的乳糖，一部分分解成为半乳糖和葡萄糖，避免了某些人因体内缺乏乳糖酶而导致的饮用牛乳时产生腹胀等乳糖不耐症。

在酸乳制作过程中，在乳酸菌的发酵作用下，部分乳糖被代谢，生成乳酸。乳酸本身也可作为营养源，通过磷酸烯醇式丙酮酸和葡萄糖-6-磷酸再转化为糖原。乳酸能促进胃液分泌和胃肠蠕动，抑制有害微生物的繁殖，提高矿物质的消化吸收率，并使酸乳形成清香的酸味和良好的口感。酸乳中的乳酸有两种同分异构体：左旋L(+)乳酸和右旋D(-)乳酸。1L酸乳中含有8~10g乳酸，其中L(+)占70%~98%，D(-)占2%~30%。酸乳中的嗜热链球菌产生左旋L(+)，易于消化吸收；保加利亚乳杆菌则产生右旋D(-)，代谢较慢，过量摄入会导致代谢紊乱。

三、发酵乳制品的保健作用

（一）改善肠内菌群

肠道内主要菌群有厌氧性葡萄球菌、粪链球菌、产气荚膜梭菌、铜绿假单胞杆菌、大肠菌、乳酸杆菌、双歧杆菌等，且其变化与人的年龄有关，有害菌产生的肠毒素、细菌毒素、肠内菌群腐败等可引起病原性疾病，所以肠内菌群正常分布对保持人体健康、预防疾病具有十分重要的作用。发酵乳中乳酸菌发挥作用的先决条件是能够在肠内吸附定居，这种附着作用是肠道内壁蛋白质（受体）与乳酸菌外壁（供体）成分多糖相互作用而引起。通过小肠上皮细胞与乳酸菌进行混合培养，观察其培养液细胞浓度，测定乳酸菌吸附性，结果表明上皮细胞对乳酸菌具有明显的吸附作用。肠道检出的乳酸菌主要有婴儿双歧杆菌、短双歧杆菌、长双歧杆菌、青春双歧杆菌和嗜酸乳杆菌等，而且这些乳酸菌对胆汁酸具有耐酸性。

发酵乳具较强的抗菌活性，能抑制有害微生物生长，使乳酸菌占优势。嗜酸乳杆菌、双歧杆菌作用尤其突出，嗜酸乳杆菌可产生有机酸、H₂O₂及抗生素物质，双歧杆菌具有防止便秘、预防及治疗细菌性下痢，维持肠内菌群正常平衡，合成V_B等功能，而且其他细