

21 世纪农业部高职高专规划教材

乳制品生产技术

罗红霞 吕玉珍 主编

中国农业出版社

主 编 罗红霞（北京农业职业学院）

吕玉珍（黑龙江农业职业技术学院）

副主编 李志方（江苏畜牧兽医职业技术学院）

参 编 王爱军（上海农林职业技术学院）

金 嫫（辽宁医学院）

宋立峰（辽宁经济职业技术学院）

审 稿 任发政（中国农业大学）

陈历俊（北京三元食品股份有限公司）

前言

本教材根据高职高专教育发展的实际,在阐述基本理论的同时,重点突出高职高专教育以实践、实训教学和技能培养为主导方向的特点,改变以往教材中过于注重理论而忽视实践的不足,加强了实践、实训方面的内容,突出重点章节和重点内容,力求做到精简、精练、实用和可操作性强。

乳制品生产技术和农产品加工专业或食品科学与工程专业的主干专业课程,与众多学科相互渗透,并在实际应用中不断地创新和发展,其广度和深度也不断得到拓展。

本教材主要介绍了乳制品的工艺原理、生产技术与方法、产品贮藏保鲜以及产品的质量控制等知识,内容体现了实践性、应用性和先进性,特别是在发酵乳制品、乳源、液态乳和原料乳的验收等方面体现了新的技术和知识;此外,在实训部分增加了许多新的内容,如:乳中细菌总数测定、鲜乳中抗生素残留的检验、酸乳生产技术综合实训、干酪品质鉴定和制作、乳粉的质量检验综合实训等。

本教材适合于高职高专院校食品类专业、畜牧专业学生及相关技术人员使用。

本教材的编写考虑了南北方的适用性特点,由从事乳制品生产技术课程教学与研究的一线教师编写,在总结多年教学经验的基础上完成本教材的编写工作。教材由罗红霞和吕玉珍负责修改、统稿,参加编写人员:罗红霞(绪论、第五章、实训一至实训七、综合实训一),吕玉珍(第一章、第七章、第十章、实训十一至实训十三、综合实训二),李志方(第二章、第四章),王爱军(第三章,实训

四中部分内容),金螺(第六章、实训八至实训十),宋立峰(第八章、第九章、实训十四、实训十五)。

本教材在编写过程中得到了中国农业大学食品科学与营养工程学院任发政教授和北京三元食品股份有限公司陈历俊高级工程师的关心指导,在此表示衷心的感谢。由于编者的水平及资料等有限,不妥之处,希望广大读者在使用中多提宝贵意见,以便再版时予以修改完善。

作者

2007年5月

目 录

前言

绪论

一、乳制品生产加工的概念和内容	1
二、乳制品生产加工的重要意义	1
三、我国乳制品加工业的现状和发展趋势	2
四、乳制品加工与其他学科的关系	5

第一章 乳源

第一节 乳用牛与乳肉兼用牛	7
---------------	---

一、乳用牛	7
二、乳肉兼用牛	7
三、水牛	9
四、牦牛	9

第二节 乳用山羊	10
----------	----

一、萨能乳山羊	10
二、关中乳山羊	10
三、崂山乳山羊	11
四、吐根堡乳山羊	11
五、努比亚乳山羊	11
六、东佛里生乳用羊	11

第三节 影响产乳性能的因素	12
---------------	----

一、品种	12
二、泌乳期	12
三、年龄	13
四、环境因素	14
五、疾病与药物	15

第四节 挤乳	15
--------	----

一、手工挤乳	15
--------	----

二、机械挤乳	17
复习思考题	23
第二章 乳的基础知识	24
第一节 乳的概念与组成	24
一、乳的概念	24
二、乳的分散体系	25
三、乳的化学组成	26
第二节 乳的理化特性	32
一、色泽	32
二、滋味与气味	32
三、酸度	32
四、比重和密度	33
五、热力学性质	34
六、黏度与表面张力	35
七、乳的电学性质	35
八、折射率	36
第三节 加工处理对乳性质的影响	36
一、加热对牛乳理化性质的影响	36
二、冷冻对牛乳理化性质的影响	38
第四节 乳中的主要微生物	39
一、乳中微生物的来源	39
二、乳中微生物的种类及其性质	40
第五节 异常乳	42
一、异常乳的分类	42
二、异常乳产生的主要原因和性质	42
复习思考题	44
第三章 原料乳的验收与预处理	45
第一节 原料乳的收集与运输	45
一、原料乳的收集	45
二、原料乳的接收	47
第二节 原料乳的验收	49
一、原料乳质量标准	49

48	二、原料乳的验收	50
48	三、验收操作规程	54
48	四、原料乳的以质论价	54
48	第三节 原料乳的预处理	55
	一、原料乳的过滤与净化	55
28	二、原料乳的冷却	56
28	三、原料乳的贮存	59
28	复习思考题	61
32	第四章 液态乳	63
32	第一节 液态乳的概念与种类	63
28	一、消毒乳	63
28	二、灭菌乳	63
28	三、鲜牛乳	64
12	四、复原乳	64
32	第二节 巴氏杀菌乳	64
12	一、巴氏杀菌乳的生产工艺流程	64
22	二、操作要点	64
22	第三节 超高温灭菌乳	69
22	一、超高温灭菌设备	69
22	二、无菌复合纸盒包装系统	71
001	第四节 ESL 乳	76
501	一、杀菌处理	77
501	二、灌装及清洗	78
501	三、贮藏销售	78
401	第五节 乳饮料	79
201	一、风味乳饮料	79
201	二、调配型酸性含乳饮料	80
501	第六节 液态乳包装材料	82
501	一、玻璃瓶	82
101	二、利乐砖	83
801	三、屋顶盒	83
001	四、康美包	83
110	五、万容包	83

六、百利包	84
七、塑杯	84
八、普通塑料袋	84
复习思考题	84
第五章 酸乳制品	85
第一节 概述	85
一、发酵乳定义	85
二、酸乳分类	85
第二节 酸乳的营养保健作用	87
一、酸乳的营养作用	87
二、酸乳的保健作用	88
第三节 发酵剂的制备	89
一、发酵剂的种类	89
二、主要作用及菌种的选择	91
三、发酵剂的制备	93
四、发酵剂活力及质量控制	94
第四节 酸乳加工	95
一、凝固型酸乳	95
二、搅拌型酸乳	98
三、饮用型酸乳	98
四、冷冻酸乳	100
五、浓缩酸乳	102
第五节 酸乳质量控制	103
一、酸乳生产的质量控制措施	103
二、酸乳生产过程中容易出现的问题	104
三、酸乳卫生标准 (GB19302—2003)	105
第六节 乳酸菌饮料	106
一、乳酸菌饮料的加工工艺	107
二、乳酸菌饮料的加工要点	107
第七节 其他酸乳	108
一、牛乳酒和马乳酒生产技术	108
二、特殊酸乳	109
复习思考题	110

第六章 干酪	111
第一节 概述	111
一、干酪的概念	111
二、干酪的分类	111
三、干酪的化学组成	113
第二节 干酪发酵剂	114
一、干酪发酵剂的种类	114
二、干酪发酵剂的作用和组成	115
三、干酪发酵剂的制备	116
四、发酵剂调制的新技术	117
第三节 凝乳酶	117
一、皱胃酶	118
二、皱胃酶的代用凝乳酶	119
第四节 干酪的加工工艺	120
一、原料乳的预处理	121
二、添加发酵剂和预酸化	122
三、加入添加剂与调整酸度	122
四、添加凝乳酶和凝乳的形成	123
五、凝块切割	124
六、凝块的搅拌及加温	125
七、排除乳清	125
八、堆积	126
九、成型压榨	126
十、加盐	126
十一、干酪的成熟	127
第五节 几种典型干酪的生产工艺	129
一、契达干酪	129
二、高达干酪	130
三、农家干酪	131
四、莫扎瑞拉干酪	132
五、融化干酪	133
第六节 干酪的质量控制	135
一、干酪的质量标准	135

二、干酪的质量控制措施	136
三、干酪的缺陷及防止方法	136
复习思考题	138
第七章 乳粉	139
第一节 乳粉的概念和种类	139
一、乳粉的概念	139
二、乳粉的种类	139
第二节 乳粉的化学组成	141
第三节 乳粉加工工艺	141
一、全脂乳粉	142
二、脱脂乳粉	152
第四节 婴儿配方乳粉	154
一、婴儿配方乳粉的调制原则	154
二、婴儿配方乳粉的生产工艺	156
第五节 中老年配方乳粉	158
一、中老年乳粉的特性	158
二、中老年乳粉生产过程中所用的主要材料及其功能	159
三、中老年人代谢特点与膳食营养素的需要量	160
四、功能性乳粉生产工艺	163
第六节 乳粉的质量控制	165
一、乳粉的质量标准	165
二、乳粉颗粒的理化特性	169
三、乳粉的质量控制	171
四、乳粉生产和贮藏过程中的品质变化	175
复习思考题	175
第八章 冷饮乳制品生产	176
第一节 冷饮制品原辅料及作用	176
一、水	176
二、脂肪	176
三、非脂乳固体	177
四、甜味料	177
五、乳化剂	178

六、稳定剂	178
七、香味剂	178
八、着色剂	179
第二节 冰淇淋的生产	179
一、冰淇淋的质量标准	180
二、冰淇淋的配方	180
三、冰淇淋的生产工艺	180
第三节 雪糕的生产	189
一、雪糕的质量标准	190
二、雪糕的生产配方	190
三、雪糕生产工艺流程	190
四、操作技术要点	191
第四节 其他冷饮乳制品	192
一、雪泥生产技术	192
二、棒冰生产技术	195
复习思考题	197
第九章 其他乳制品的加工	198
第一节 奶油	198
一、奶油种类及性质	198
二、奶油的质量标准	199
三、乳的分离	200
四、奶油生产工艺	202
五、加工贮藏过程中的奶油缺陷和产生原因	207
第二节 炼乳	208
一、甜炼乳	208
二、淡炼乳	213
第三节 干酪素	216
一、干酪素的质量标准	216
二、干酪素的生产工艺	217
第四节 牛初乳	219
一、概念及特性	219
二、初乳加工	220
第五节 地方特色乳制品	223

一、奶豆腐	223
二、乳扇	223
三、奶皮	224
复习思考题	224
第十章 乳品厂设备的清洗消毒	225
第一节 概述	225
一、清洗的定义和目的	225
二、清洗剂的种类	226
三、清洗原理	226
四、影响清洗效果的因素	227
第二节 清洗程序及技术要求	228
一、CIP 系统的设计	228
二、清洗程序及技术要求	231
第三节 消毒	233
一、物理法消毒	233
二、化学法消毒	233
三、影响消毒效果的因素	234
第四节 盛装品的清洗消毒	235
一、乳桶	235
二、贮乳罐	236
三、乳槽车	236
第五节 清洗消毒评定标准	236
一、清洗消毒效果检验的意义	236
二、标准设定	237
三、评定方法	237
附：清洗的化验室检验	238
第六节 乳品设备中抗菌性菌型的形成	240
复习思考题	240
实训	242
实训一 乳的采样和样品的预处理	242
实训二 乳中细菌总数测定	245
实训三 原料乳的理化检验（一）	247

实训四 原料乳的理化检验 (二)	252
实训五 凝固型酸乳的制作	258
实训六 酸乳品质鉴定	259
实训七 乳酸菌饮料制作	261
实训八 凝乳酶的活力测定	263
实训九 干酪的加工	264
实训十 干酪的品质鉴定	266
实训十一 乳粉的感官评定	270
实训十二 乳粉中乳糖及蔗糖含量的测定	274
实训十三 乳粉中蛋白质含量的测定	280
实训十四 冰淇淋的加工	284
实训十五 奶油的加工	286
综合实训	290
综合实训一 酸乳生产技术	290
综合实训二 乳粉的质量检验	292
主要参考文献	301

绪论

一、绪论

乳制品是食品科学的重要组成部分。随着食品工业和畜牧业的快速发展，乳业也得到迅猛的发展，这对改善人民生活、提高人民身体素质以及促进畜牧和食品工业的更大的经济效益都有着极其重要的作用。

二、乳制品生产加工的概念和内容

畜牧业生产的目的是为了获得畜产品。畜产品虽然可以直接被人类所利用，但是从提高这些产品的营养价值，增添特色，延长保存期限等角度来看，绝大多数畜禽产品必须经过加工处理后方能被更有效地利用。因此，研究乳制品的性质、特点及加工生产工艺的方法称为乳食品加工。它是畜牧生产中的重要环节，可使畜产品增值，实现优质高效益。

乳制品生产是以乳为原料，通过各种方法和手段加工成各种可以为人们所直接食用的、健康安全的产品。

近年来，随着我国社会主义市场经济的发展，特别是改革开放的不断深入，乳产品的产量增长极快，产量的不断提高为乳品加工业提供了充足的原料资源，也促进了畜牧业的不断发展。乳品科学与技术属于应用技术科学，是讲述乳的物理、化学性质及各种乳制品加工工艺的一门学科。主要包括乳畜品种、乳的组成成分和性质、乳的理化特性、微生物学特性，各种乳制品的加工工艺和技术特点等，是一门具有很强实践性又与理论性相结合的涉及多门学科的实用技术。

三、乳制品生产加工的重要意义

乳制品作为一种营养丰富而全面理想的食品，在人类食品中占有特殊的地位，它对人类健康和增强身体素质的重要价值逐渐被国民重视。奶业已在越来越多的国家的社会、经济中占有一席之地和受到重视。在许多西方国家的膳食结构中占有十分重要的地位，国际上也往往把乳及乳制品消费量作为衡量一个国家人民生活水平高低的一个指标。乳业与农业产业结构调整、增加农民收入、改善人们膳食结构和营养水平密切相关，一个国家的乳业总体水平是衡量

一个国家畜牧业发展程度的重要标志。

三、我国乳制品加工业的现状和发展趋势

(一) 乳产量

中国是一个农业大国，同时也是一个畜牧业生产大国。奶业在中国是一个新兴的产业，随着国民经济的发展，人民生活水平的提高，畜牧业科技的引进和推广，奶业获得了很快的发展。无论在奶畜饲养、畜种改良或乳品加工销售方面，都具有相当的基础和规模，对于满足市场供应，向人们提供营养丰富的保健食品，并促进农牧业的良性循环，显出越来越重要的作用。

据统计，2005 年我国奶类总产量达到 2 864.8 万 t，比上年增长 20%，乳品产业总产值突破了 600 亿元。人均奶类占有量达到 21.7kg。我国乳制品消费的主要品种是液态奶、酸奶和奶粉，鲜乳品消费量在近五年内，平均每年递增 23.82%，酸奶消费量的增速平均每年为 32.89%。此外还有少量的干酪、奶油、冰淇淋、雪糕、炼乳等乳制品。在品牌、品种和花色等方面都有了长足的进步，乳制品市场越来越丰富，广大消费者的选择余地越来越大。虽然我国乳制品市场与过去相比有了很大的发展，但与国外相比，我国乳制品消费的品种还相对较少。在发达国家，乳业产值占农业总产值 20% 以上，美国、荷兰、新西兰、澳大利亚等国家，奶业总产值往往占农业总产值中的 35% 以上，德国、英国也占 25% 以上，法国约占 19%，即使在注重工业发展的日本，它的奶业总产值在农业总产值中也占有 8%。而我国乳业产值占农业总产值的比例不足 1%，全世界乳制品产品总产量为 5.64 亿 t，人均占有量为 100kg，亚洲人均消费乳制品产品也已超过了 40kg，而我国的人均占有量只是 7.2kg，人均消费量远远低于世界平均水平，足可以说明了中国奶业仍处于一个发展时期，有很大的市场潜力和发展空间。

2006 年中国的奶类总产量已经达到了 3 294 万 t，已经成为全球第三大产奶国家，但中国绝对不是一个奶业强国。其总量、发展规模、生产水平、人均占奶量、消费水平或产品质量以及生产管理水平等，与发达国家仍存较大的差距。中国奶业历史悠久，近半个世纪以来的快速发展，已引起世界奶业及其投资者的关注。奶业已被视为农业的一项重要支柱产业来加以重视发展，中国人的奶牛饲养水平及其人年均消费量将会逐年得到提高，并与世界发达国家奶业的距离越来越接近。

2001 年的奶牛存栏数、总产奶量、奶类总量和人均年占奶量这几项硬指标分别是 566.2 万头、1 025.5 万 t、1 122.6 万 t 和 8.8kg；而 2006 年全中国

的奶牛存栏数约 1 335 万头, 牛奶总产量约为 3 180 万 t, 奶类总产量为 3 294 万 t, 人年均占奶量约为 25. 3kg。这 5 年的时间段, 上述几个指标的年均增长率分别是奶牛存栏增长率为 18. 7%, 牛奶总产奶量年均递增长率为 25. 4%, 奶类总量年均递增长率为 24%, 人年均占奶量年均递增长率为 23. 5%, 上述几大项指标的综合年均递增长率为 23%。进入 21 世纪的前 5 年的综合年均增长指数, 比 20 世纪中叶至世纪末的 50 年这一段时期的年均增长率增加了 2 倍。

(二) 牛奶消费及市场特点

1. 知名度、认可度和社会经济地位随着人们认识程度的转变而改变 对大部分中国人来说, 在 20 世纪 80 年代之前牛乳被视为“高档产品”, 而并不是一种大众化的食品, 视之为高级营养品和奢侈品。进入 21 世纪以后, 随着中国乳业界大力开展牛奶宣传, 例如每年坚持开展“国际牛奶日”的宣传活动, 人们对牛奶的认识有了很大的提高, 认识到牛奶对人体的健康和国民经济发展都会带来很大的促进作用。同时, 随着我国乳业的快速发展, 生活水平的提高, 牛乳成为了一种大众食品或饮品, 这对培育和大力发展牛奶市场有极大的促进和帮助。

2. 牛奶消费的主导市场在城市 由于经济能力和购买力的不同, 我国城市和农村的牛奶消费存在着较大差距。在农村, 只有生活在新疆、内蒙古、青藏等地区的少数民族牧民, 由于历来有饮用牛奶的习惯而经常能饮用自产自销的牛奶, 而大部分的牛奶消费者都高度集中在城市; 我国东部的城市乳品消费比西部城市要强。就整个市场格局而言, 城市已经成为我国牛奶消费的主要市场。

3. 牛奶消费市场的发展受到一些因素的制约 从市场经济学角度出发, 市场是产品的最终归宿, 牛奶市场发展的最大动力来自市场。而市场是依靠调动和鼓励消费使其不断扩大和成熟发展起来的。在这个过程中难免会受到许多因素的干扰或阻碍。如: 饮食习惯、营养意识、消费习惯及其消费选择、消费水平与能力、消费引导和市场培育的力度、乳品生产企业的信用度、质量卫生安全等。将这些存在问题或制约因素不断改善或解决, 我国牛奶消费市场将会逐步走向成熟, 得到壮大。消费市场的发展是拉动中国奶业快速发展的最大动力。

(三) 消费方式

1. 销售渠道 一部分保持原有的传统销售渠道; 由生产企业自行开办的牛奶专卖店; 连锁店; 购物中心、大卖场; 小商店、便利店、士多店; 社团、机关特殊供应渠道; 幼儿园与学校专司定向供应; 牛奶进入社区送货上门; 宾

馆、酒楼、餐饮奶；军需供应。

2. 营销方式 生产企业自产自销；只产不销而全权委托他人总代理或总经销；建立自己的一定销售渠道自销部分产品，同时兼与总代理、总经销商进行合作，即实行两条腿走路的混合型销售形式；带资加盟的销售形式；建立二级分销商的形式；产品分类设立专门的营销公司，实行专营、专销、专卖这种营销方式。部分企业更多的采用厂家、经销商、分销商、批发商、零售商的营销模式进行营销，形成本产品的市场销售网络。

(四) 存在的主要问题

虽然我国的乳品工业在近些年来发展迅速，为社会和百姓创造了巨大的效益和利益，但是，在发展过程中也显现出不少亟待解决的问题。

1. 产业化程度不高，整体技术水平较低 我国奶牛饲养多以小规模生产、分散的农户饲养为主，生产方式不适应奶业产业化要求，过去 20 多年，美国、加拿大和欧盟一些奶业发达国家依靠先进的科学技术，使奶牛平均单产大幅度提高，科技对乳业的贡献达到了 70%，奶业发展已步入依靠科技进步促进可持续发展的良性循环，我国奶业发展的科技贡献在“十五”期间有了显著的增强，但与发达国家仍存在明显差距。

2. 奶牛种源特别是良种奶牛不足，单产较低 我国成年奶牛的平均单产仅为 3 500kg，美国、以色列达到 8 400kg，丹麦、法国和日本达到 6 500kg 以上，我国的单产率仅为世界平均水平的 63%，我国 2~3 头奶牛的产量才相当国外 1 头奶牛的产量。

3. 原料奶的质量与安全检测体系不健全 我国牛奶质量标准和监控体系建设滞后，国家颁布的关于原料奶和奶产品的质量标准和卫生标准多数是 10 年前制定的，隶属不同部门、涉及指标少，检测方法落后，不适于食品安全的发展。

4. 加工能力低、结构不合理、品种单一 现有奶制品主要有液态奶、奶粉、发酵奶、冰淇淋和干酪等。50% 的鲜奶用于生产加糖奶粉，液态奶以巴氏杀菌奶为主，占到 61%，而干酪、奶油、脱脂奶粉等制品生产比重不足 5%。

5. 发展不均衡 过于重视发展速度，忽略了经济效益；过于重视市场占有率，忽视利润率，造成产量增加，销售收入提高，盈利水平却在下降。乳品行业利润率 2003 年为 6.1%，2004 年为 5.4%。其中，大中型乳品企业为 5.47%，小型企业为 5.28%，销售收入前 10 位的企业，利润率仅为 4.9%，低于行业平均水平。

6. 同质化竞争 竞争的同质化和高昂的营销成本导致利润率下降，而影响乳业的发展后劲，盈利水平的降低也说明了生产与市场的矛盾，产量与销量