

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材

乳制品加工技术

河南省漯河市食品工业学校组织编写

吴祖兴 主编

申晓琳 岳燕霞 副主编



化学工业出版社

中国乳业崛起 食品质量安全“十一五”规划教材

乳制品加工技术

中国轻工业联合会 中国乳制品工业协会 编

主编 王勇

副主编 王勇、王学军、王学军

中国轻工业出版社

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材



乳制品加工技术

河南省漯河市食品工业学校组织编写

吴祖兴 主编

申晓琳 岳燕霞 副主编



化学工业出版社

·北京·

本书是《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》中的一个分册。

本书全面地阐述了乳的基础知识和各种乳制品的加工技术。主要包括：乳的基础知识、原料乳的验收及预处理、巴氏杀菌乳与灭菌乳加工技术、酸乳加工技术、含乳饮料加工技术、冰激凌加工技术、乳粉加工技术、奶油加工技术、干酪加工技术、炼乳加工技术、其他乳制品加工技术简介以及相关乳制品最新国家标准等。

本书在编写过程中紧密结合我国乳品工业生产现状，参阅了大量中外文献资料，同时总结多所院校相关专业的教学成果，反映了国内外乳品加工技术的最新进展。本书的编写强调应用性与实践性，注重理论联系实际。适合作为有关中等职业学校和业余职业教育的参考教材，也可供食品生产企业以及相关企业的技术人员阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

乳制品加工技术/吴祖兴主编. —北京: 化学工业出版社, 2007.7

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-00544-1

I. 乳… II. 吴… III. 乳制品-食品加工-
专业学校-教材 IV. TS252.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 077554 号

责任编辑: 侯玉周
责任校对: 王素芹

文字编辑: 俞方远 周 侗
装帧设计: 郑小红

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 13¼ 字数 268 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 21.00 元

版权所有 违者必究

《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》编委会

顾 问 李元瑞 詹耀勇

主 任 高愿军

副主任 吴 坤 张文正 张中义 赵 良 吴祖兴 张春晖

委 员 高愿军 吴 坤 张文正 张中义 赵 良 吴祖兴

张春晖 刘延奇 申晓琳 孟宏昌 严佩峰 祝美云

刘新有 高 晗 魏新军 张 露 隋继学 张军合

崔惠玲 路建峰 南海娟 司俊玲 赵秋波 樊振江

《乳制品加工技术》编写人员

主 编 吴祖兴

副 主 编 申晓琳 岳燕霞

参编人员 李群英 樊振江 张小芳 赵文献

序

食品工业是关系国计民生的重要工业，也是一个国家、一个民族经济社会发展水平和人民生活质量的重要标志。经过改革开放 20 多年的快速发展，我国食品工业已成为国民经济的重要产业，在经济社会发展中具有举足轻重的地位和作用。

现代食品工业是建立在对食品原料、半成品、制成品的化学、物理、生物特性深刻认识的基础上，利用现代先进技术和装备进行加工和制造的现代工业。建设和发展现代食品工业，需要一批具有扎实基础理论和创新能力的研发者，更需要一大批具有良好素质和实践技能的从业者。顺应我国经济社会发展的需求，国务院做出了大力发展职业教育的决定，办好职业教育已成为政府和有识之士的共同愿望及责任。

河南省漯河市食品工业学校自 1997 年成立以来，紧紧围绕漯河市建设中国食品名城的战略目标，贴近市场办学、实行定向培养、开展“订单教育”，为区域经济发展培养了一批批实用技能型人才。在多年的办学实践中学校及教师深感一套实用教材的重要性，鉴于此，由学校牵头并组织相关院校一批基础知识厚实、实践能力强的教师编写了这套《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》。基于适应产业发展，提升培养技能型人才的能力；工学结合、重在技能培养，提高职业教育服务就业的能力；适应企业需求、服务一线，增强职业教育服务企业的技术提升及技术创新能力的共识，经过编者的辛勤努力，此套教材将付梓出版。该套教材的内容反映了食品工业新技术、新工艺、新设备、新产品，并着力突出实用技能教育的特色，兼具科学性、先进性、适用性、实用性，是一套中职食品类专业的好教材，也是食品类专业广大从业人员及院校师生的良师益友。期望该套教材在推进我国食品类专业教育的事业上发挥积极有益的作用。

食品工程学教授、博士生导师 李元瑞

2007 年 4 月

前 言

近年来,随着我国经济的发展和人民生活水平的提高,以及城市化进程的加速,我国乳制品的消费量在不断提高。乳品工业已经成为推动农业产业结构调整、增加农民收入、提高国民身体素质、促进农牧业良性循环等方面不容忽视的产业。

自“九五”以来,我国乳品工业总产量每年以超过20%的平均增长率递增,2006年产量达1400万吨,销售收入和利润都比2005年同期有了较大幅度的增长。乳制品行业已经成为我国食品行业发展最快的行业之一。随着全国乳品企业的不断发展,特别是大量乡镇及民营企业的蓬勃发展,形成了乳制品加工实用技能型人才极度短缺的局面。我国食品专业已有的高校本科毕业生及大专毕业生远远不能满足形势发展的需要。在这种情况下,许多中等职业学校、高职高专学校相继开设了乳制品加工技术课程。然而,目前国内还没有一套适合中等职业学校食品加工专业学生使用的教材。为此,我们在河南省漯河市食品工业学校的组织下,编写了《乳制品加工技术》一书。本书系统全面地阐述了乳的基础理论知识和各种乳制品的加工技术,紧密结合我国乳品工业生产现状,反映了国内外乳品加工技术的最新进展。本书可作为中等职业学校相关专业的教学用书,也可作为乳制品企业技术人员和工人生产用参考书。

本教材由吴祖兴(河南省食品办公室)主编,申晓琳(郑州牧业高等专科学校)、岳燕霞(河南省漯河市食品工业学校)副主编。本教材的绪论、第三章、第十一章由吴祖兴编写;第一章由樊振江(河南省漯河市食品工业学校)编写;第二章由赵文献(河南省漯河市食品工业学校)编写;第四~七章由申晓琳编写;第八章由张小芳(河南省漯河市食品工业学校)编写;第九章、第十二章由李群英(郑州牧业高等专科学校)编写;第十章由岳燕霞编写。全书由吴祖兴教授校核。在编写过程中,得到化学工业出版社和河南省漯河市食品工业学校的大力支持,在此深表感谢!

本教材编写过程中参考了大量国内外文献资料和相关专业网站资料,在此向这些文献资料的作者表示感谢!

由于编者水平有限且编写时间紧,不当之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2007年5月

目 录

绪论	1
一、我国乳品工业概况	1
二、我国乳品工业现状与国际乳品工业比较	2
三、我国乳品工业未来发展	3
四、我国乳业亟须解决的问题	4
第一章 乳的基础知识	5
第一节 乳的概念及组成	5
一、乳的概念	5
二、乳的组成	5
第二节 乳的化学性质	8
一、水分	8
二、乳蛋白质	9
三、乳脂肪	12
四、乳糖	14
五、乳中的无机物	16
六、乳中的维生素	16
七、乳中的酶类	17
八、乳中的其他成分	19
第三节 乳的物理性质	20
一、乳的色泽及光学性质	20
二、乳的滋味与气味	21
三、乳的酸度	21
四、乳的相对密度	23
五、乳的热学性质	23
六、乳的电学性质	24
七、乳的黏度与表面张力	24
第四节 异常乳	25
一、异常乳的种类	25
二、异常乳的产生原因和性质	26
复习题	29
第二章 原料乳的验收及预处理	30
第一节 原料乳的质量标准和验收	30
一、原料乳的质量标准	30

二、原料乳的验收	31
第二节 原料乳的预处理	35
一、原料乳的净化	35
二、原料乳的冷却	37
三、原料乳的储存	38
四、原料乳的运输	40
五、原料乳的标准化	40
复习题	42
第三章 巴氏杀菌乳与灭菌乳加工技术	43
第一节 概述	43
一、生产状况	43
二、杀菌、灭菌及商业无菌的概念	43
三、杀菌和灭菌的方式	44
第二节 巴氏杀菌乳加工技术	44
一、巴氏杀菌乳基本加工工艺	44
二、巴氏杀菌乳实际生产线介绍	47
三、较长保质期乳(ESL乳)的生产介绍	48
第三节 灭菌乳及无菌包装技术	50
一、灭菌乳及无菌包装的概念	50
二、超高温灭菌技术原理	50
三、灭菌乳加热类型	51
四、灭菌乳的生产工艺及质量控制	51
五、典型管式超高温灭菌法生产UHT乳	54
复习题	55
第四章 酸乳加工技术	56
第一节 酸乳的定义、分类及营养价值	56
一、酸乳的定义	56
二、酸乳的分类	56
三、酸乳的营养价值	57
第二节 发酵剂的制备	58
一、发酵剂的概念和种类	58
二、发酵剂用菌种	59
三、发酵剂用菌种的选择	60
四、使用发酵剂的目的	61
五、继代式发酵剂的制备方法	62
六、发酵剂的质量检验和储藏	63
第三节 酸乳的一般加工技术	64

一、酸乳加工工艺流程	64
二、酸乳加工原料及前处理过程	65
三、凝固型酸乳生产的操作要点及质量控制	66
四、搅拌型酸乳生产的操作要点及质量控制	70
复习题	72
第五章 含乳饮料加工技术	73
第一节 中性含乳饮料的加工技术	73
一、中性含乳饮料的加工工艺流程	73
二、加工过程的质量控制点	74
三、影响中性(风味)含乳饮料质量的因素	75
第二节 调配型酸性含乳饮料的加工技术	77
一、配料及加工工艺流程	77
二、操作要点	78
三、影响调配型酸性含乳饮料质量的因素	79
四、调配型酸性含乳饮料成品稳定性的检查方法	80
五、调配型酸性含乳饮料常见的质量问题及解决办法	80
第三节 发酵型酸性含乳饮料的加工技术	81
一、乳酸菌饮料生产的配料及工艺流程	81
二、操作要点	82
三、乳酸菌饮料成品稳定性的检查方法	83
四、乳酸菌饮料常见的质量问题及解决办法	83
复习题	83
第六章 冰激凌加工技术	85
第一节 冰激凌生产概述	85
一、冰激凌的定义	85
二、冰激凌的分类	85
三、冰激凌的原料及其质量要求	86
第二节 冰激凌的一般加工技术	88
一、冰激凌的加工工艺流程	88
二、操作要点	88
三、冰激凌膨胀率的控制	94
四、冰激凌的常见缺陷及控制	95
复习题	96
第七章 乳粉加工技术	97
第一节 乳粉的概念和种类	97
一、乳粉的概念	97
二、乳粉的种类	97

三、乳粉的组成	98
第二节 全脂乳粉的加工技术	98
一、全脂乳粉的加工工艺流程	98
二、操作要点	98
第三节 脱脂乳粉的加工技术	105
一、脱脂乳粉的加工工艺流程	105
二、加工中应注意的问题	106
第四节 速溶乳粉的加工技术	106
一、全脂速溶乳粉的工艺特点	107
二、全脂速溶乳粉的工艺流程	107
第五节 调制乳粉的加工技术	109
一、母乳与牛乳主要成分的区别与调整	109
二、婴儿配方乳粉的加工技术	111
复习题	112
第八章 奶油加工技术	113
第一节 奶油生产概述	113
一、奶油的概念及组成	113
二、奶油的种类	113
三、奶油的性质	114
第二节 奶油的一般加工技术	114
一、奶油加工的工艺流程	114
二、操作要点	115
三、奶油常见缺陷及产生原因	122
第三节 其他奶油生产介绍	123
一、连续式机制奶油的生产	123
二、重制奶油和无水奶油的生产	123
复习题	124
第九章 干酪加工技术	125
第一节 干酪的概念、种类及组成和营养价值	125
一、干酪的概念	125
二、干酪的种类	125
三、干酪的组成和营养价值	126
第二节 天然干酪的一般加工技术	127
一、天然干酪加工工艺流程	127
二、操作要点	127
三、干酪的缺陷及其防止方法	134
第三节 融化干酪的加工技术	135

一、融化干酪的特点	135
二、融化干酪的加工	136
三、融化干酪的质量及控制	137
四、干酪制品的开发	138
第四节 几种常见干酪的加工技术	138
一、农家干酪	138
二、荷兰圆形干酪	140
三、契达干酪	140
复习题	142
第十章 炼乳加工技术	143
第一节 甜炼乳加工技术	143
一、甜炼乳生产概述	143
二、甜炼乳的一般加工技术	143
三、甜炼乳可能出现的缺陷及质量控制	148
第二节 淡炼乳加工技术	150
一、淡炼乳生产概述	150
二、淡炼乳的一般加工技术	150
三、淡炼乳可能出现的缺陷及质量控制	154
复习题	155
第十一章 其他乳制品加工技术简介	156
第一节 干酪素的加工	156
一、干酪素的概念	156
二、干酪素的加工技术	156
第二节 乳糖的加工	159
一、概述	159
二、乳糖的加工技术	159
三、乳糖的应用	161
第三节 乳清粉的加工	162
一、乳清粉和乳清蛋白制品	162
二、普通乳清粉的加工	163
三、脱盐乳清粉的加工	164
四、乳清浓缩蛋白(WPC)制品加工技术要点	164
五、乳清蛋白的营养特性和应用	164
复习题	165
第十二章 实训	166
实训一 鲜乳的检验与验收	166
实训二 巴氏杀菌乳的加工	172

实训三	酸乳发酵剂的制备	173
实训四	凝固型酸乳的加工	174
实训五	搅拌型酸乳的加工	176
实训六	冰激凌的加工	177
实训七	调配型果乳饮料的加工	178
实训八	活性乳酸菌饮料的加工	179
实训九	酸乳冰激凌的加工	181
实训十	干酪的制作	182
附录	相关乳与乳制品标准	184
附录一	巴氏杀菌乳	184
附录二	灭菌乳	185
附录三	酸牛乳	187
附录四	含乳饮料卫生标准	189
附录五	乳酸菌饮料卫生标准	190
附录六	冷冻饮品分类	192
附录七	冰激凌	194
附录八	奶油	195
附录九	全脂无糖炼乳和全脂加糖炼乳	197
附录十	全脂乳粉、脱脂乳粉、全脂加糖乳粉和调味乳粉	199
附录十一	婴儿配方乳粉 I	201
附录十二	婴儿配方乳粉 II、III	203
参考文献	206

绪 论

牛乳(又叫牛奶)中几乎含有人体所需要的全部营养物质,并且极易被消化和吸收,是最接近完美的天然食品,在人类食品中占有特殊的地位。它对增进人类健康和提高身体素质的重要价值已被全世界认同。同时,乳品工业与农业产业结构调整、增加农民收入、改善人们膳食结构等密切相关,在满足市场供应、促进农牧业的良性循环等方面显示出越来越重要的作用。

乳品工业乳制品加工技术是一门实践性很强又与理论相结合的应用技术,主要内容包括巴氏杀菌乳与灭菌乳加工技术、酸乳(又称酸奶)加工技术、含乳饮料加工技术、冰激凌加工技术、乳粉(又称奶粉)加工技术、奶油加工技术、干酪加工技术、炼乳加工技术等。由于乳制品加工技术属于应用学科,应特别注重理论联系实际,只有通过实际操作,才能深入、灵活地掌握有关乳制品加工的基本技能,并以此促进对所学理论知识的掌握。

一、我国乳品工业概况

我国乳品工业(乳业)起步较晚,前期发展缓慢。改革开放以来,乳品工业才进入了快速发展时期。特别是近年来,我国乳品工业发展迅猛,已进入了黄金发展期,从奶源基地建设到市场终端网络,已经形成了一条完整的产业链条,技术装备水平和产品质量得到了明显提高,产品产量和消费量大幅度增长。乳品工业已成为名副其实的“朝阳产业”,成为现代农业的重要组成部分。

自“九五”以来,我国奶类生产量年平均增长率都在20%以上,远远高于1%的同期世界平均水平。根据国家统计局统计,2006年全国乳制品产量已达1400万吨,同比增长率为22.76%。但由于我国乳品工业起点较低,还有巨大的发展空间,潜在的消费市场吸引了越来越多的投资,也带动了乳品工业进一步的快速发展。

1. 设备

我国大规模引进了具有当代世界先进水平的技术和设备,主要包括砖型纸盒包装的超高温灭菌乳生产线、塑料袋软包装的灭菌乳生产线、屋顶纸盒包装的杀菌乳灌装设备、杯装酸乳灌装设备等,使中国乳品行业技术落后、设备陈旧的状况得到了根本转变。

2. 产品结构

乳品工业各产品均表现出良好的发展态势。从乳品消费结构来看,近年来消费增长

最快的是液态奶。目前,全国大中型城市中液态奶消费量明显超过乳粉,如上海有59%以上的居民经常饮用液态奶。据统计,液态奶的市场份额年均增长率达到47.3%。

从我国目前生产和销售的乳制品来看,适合婴儿、儿童、孕妇等各类人群营养需要和添加各种营养素的配方乳粉,液态奶中的巴氏消毒乳、灭菌乳、含乳饮料和酸乳,以及冷冻饮品占市场主角。从我国乳品进出口市场来看,进口乳品量远远大于出口量。新西兰、澳大利亚、法国、美国这四个国家仍是我国乳品的主要进口国,其中乳粉、乳清制品(主要用于工业)所占比重最大,进口量急剧上升。出口市场主要在缅甸、安哥拉、日本等国家,同时也销往中国香港特别行政区、澳门特别行政区、台湾地区。出口企业主要集中在黑龙江、广东、山东、云南、内蒙古、天津和浙江七省、市、区。

3. 乳品企业

目前,我国有1600多家乳品企业,其中年销售收入500万元以上的企业近400家。由于乳品,特别是液态奶本身必须保鲜的特点,这个行业过去一直以地方性区域销售为主。但近年来,随着乳品消费的蓬勃兴起、乳品加工技术的提高以及冷藏运输的普遍运用,越来越多的企业开始尝试进行全国性的布点,业外新军也纷纷进军乳业,由此导致乳品企业竞争越来越激烈,企业销售净利润率呈下滑趋势。

4. 区域

我国乳品加工业的发展始终受奶源的制约和消费水平的影响。原料乳生产呈现很强的区域性,主要集中在北方优势区域带和牧区的内蒙古、黑龙江、河北、山东、新疆、陕西、北京七省(区),其余地区相对比较薄弱。乳品消费主要集中在大中型城市,小城镇及广大的农村地区消费水平还相当低。

二、我国乳品工业现状与国际乳品工业比较

虽然目前我国乳品工业发展迅猛,但整体上还和乳品工业发达国家有很大差距。差距主要集中在以下几个方面。

1. 乳品工业基础落后

(1) 奶牛存栏数和单产水平落后于欧美发达国家 我国目前奶牛存栏尚未突破1000万头,成年奶牛平均单产水平仅为3500kg,不仅低于世界5500kg的平均水平,更大大低于世界泌乳量前十名国家8500kg的平均水平。

(2) 乳制品人均占有量和消费量低于世界平均水平 有关统计数据显示,2005年中国人均奶类占有量仅为21.7kg,而世界人均占有量为100kg,其中发达国家人均占有量为200kg。

(3) 乳业在我国农业总产值中所占比例极低 乳业的发展水平已成为现代农业,特别是畜牧业发展水平的标志。目前,世界乳业产值约占农业总产值的20%,欧美及大洋洲发达国家的乳业占农业总产值的比例已超过20%。而我国乳业产值

目前只占农业总产值的3%，与发达国家相距甚远，增长空间很大。

2. 奶源缺乏，奶质较低

与乳业发达国家相比，我国奶源基地饲养规模小。尽管近几年从澳大利亚和新西兰进口了一定数量的优良品种，但奶牛优良品质率仍然很低，大量奶牛为杂交改良牛或肉乳兼用牛等。而且奶源多为人工挤奶，细菌数偏高、杂质较多。乳品行业标准和质量监控体系缺乏，与ISO（国际标准化组织）、FAO/CAC（联合国粮农组织/联合国粮农组织食品法典委员会）和IDF（国际乳品联合会）制定的多项标准相差甚远。目前我国生产的原料乳在乳蛋白率、乳脂率等营养指标以及细菌含量、抗生素残留量等安全卫生指标方面，与国外先进水平有较大差距。

3. 整体技术及设备水平相对落后

目前，全国1600多家乳品企业中，大中型企业仅占5%，与世界先进国家相比，大部分企业的乳品加工技术和设备水平落后。这些因素导致乳业科技含量不高，行业科技贡献率仅为30%。

三、我国乳品工业未来发展

乳品工业在我国还是一个新兴产业，据有关专家预测，未来几年，国内乳业市场还将处于高速发展时期。乳业完全有可能成为国民经济新的支柱产业，成为加快畜牧业发展、调整农业结构的突破口。

发展乳品工业，我国有着得天独厚的天然资源及国家政策的大力支持。我国拥有4亿公顷（ hm^2 ）草地，粮食转化潜力也很大，精饲料、粗饲料资源十分丰富，随着退耕还草、草地改良和农业结构调整以及舍饲技术的推广普及，为乳业发展提供了饲料保障。与此同时，我国劳动力资源丰富，价格低廉，与欧美国家相比生产成本具有较大优势。2005年，我国每千克鲜乳平均生产成本比北美和欧盟国家低45%。另外，近年来我国乳业的发展受到了国家有关部门的高度重视，已先后推出“学生饮用奶计划”、“奶业行动计划”等。今后，国家仍将继续加大对乳业发展的支持力度，扶持对全国具有带动作用的大型乳品加工企业，尽快提高我国居民的乳类食品消费水平。

可以预见，随着我国经济的发展和人民生活水平的提高，以及城市化进程的加速，我国乳品的消费量将不断提高。据专家预测，乳粉市场仍会相对稳定，保鲜乳、灭菌乳、酸乳等液体乳的比重将继续快速增加，并成为乳业竞争的焦点。乳品需求日趋多元化，功能性乳制品（如低胆固醇制品、低脂肪乳制品、功能性乳粉、免疫乳等），以及干酪、奶油等乳制品的需求也会有所增加。乳业企业将从奶源竞争转变为市场份额的竞争，品牌竞争将成为未来市场份额竞争和技术竞争的重要

① $1\text{hm}^2 = 10^4\text{m}^2$ 。

方式。

四、我国乳业亟须解决的问题

中国乳品加工行业现在还存在一系列问题，制约其快速发展。

① 供给能力低。2000 年以来，液体乳市场以平均 40% 的速度增长，而原料乳产量年增长率为 21%。其主要原因在于原料乳市场尤其是奶源基地饲养规模小、奶牛品质优良率低。

② 现有质量标准体系不健全，行业管理落后，质量较差。我国原料乳卫生条件差，80% 的奶源依靠人工挤奶，细菌数偏高、杂质多、抗生素含量过高等问题突出，行业标准和监控体系缺失。

③ 乳业市场秩序不规范、行业自律性不强。乳品加工企业存在竞相杀价、炒作、虚假宣传、弄虚作假等不正当竞争行为，频发的有关乳制品质量安全事件给中国乳业带来了一场集体诚信危机。最为突出的表现就是对奶源的争夺和产品市场上的价格战。在奶源和消费市场夹击之下，乳品加工企业的平均利润率随之下降，目前，中国乳品加工业的平均利润率已不到 5%。

④ 企业规模小、技术水平低、产品结构单一，需实现规模化经营，使产品满足不同消费层。

⑤ 一体化经营程度较低。目前，我国多数乳品企业仅停留在“公司+农户”的层面上，中小企业过多，奶农与企业间没有形成真正的利益共同体。

这些问题都有待解决，但只要能够充分发挥自身优势，下大力气改善鲜乳及成品乳的品质，开发适销对路的产品，将成本和价格优势变为竞争优势，就能生产出更多优质产品满足市场的需求，就会尽快地赶上世界乳业的发展步伐。