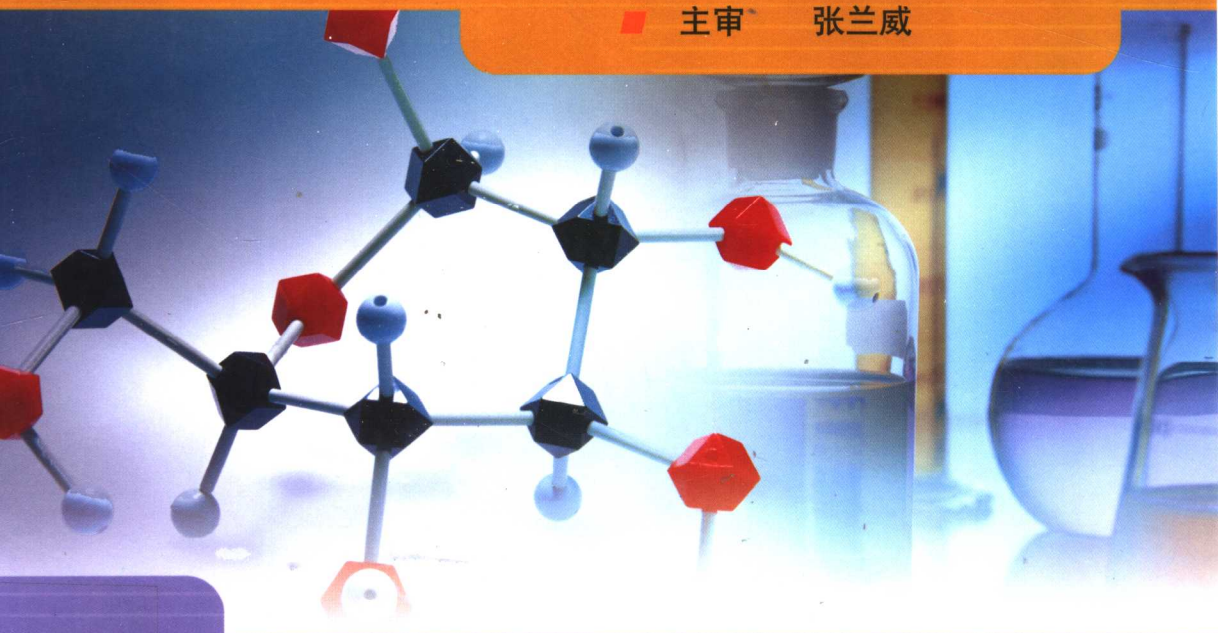


21世纪高等院校教材

农林系列

乳品科学与技术

主编 孔保华
主审 张兰威



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材——农林系列

乳品科学与技术

主 编 孔保华
副主编 张丽萍 李晓东 刘景圣
岳喜庆 马俪珍
主 审 张兰威

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书全面、系统地阐述了乳品科学的基础理论和各种乳制品加工技术,同时,紧密结合我国乳品工业生产现状,反映了国内外乳品科学技术的最新进展。本教材在编写过程中参阅了大量的中外文图书和文献,总结了十几所院校的乳品教学成果,从总体上讲,可分为乳品科学和乳制品加工和乳品质量控制三大部分。主要内容包括:乳用家畜品种、乳的生产、乳的物理化学、鲜乳的加工处理、乳中的微生物、巴氏杀菌乳及灭菌乳的生产、发酵乳生产、乳粉生产、干酪生产、冰淇淋生产、奶油生产、炼乳生产、其他乳制品生产、乳中生物活性物质及功能性乳制品、乳品生产中的质量控制、乳品厂设备的清洗消毒等。

该教材内容丰富,图文并茂,有理论,有实践,深入浅出,通俗易懂,适合作为各大专院校乳制品工艺学的教材,还可供有关中等技术学校和业余职业教育的参考教材,此外,还可供食品生产企业以及相关的企业技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

乳品科学与技术/孔保华主编. —北京:科学出版社,2004.7

21 世纪高等院校教材:农林系列

ISBN 7-03-013312-9

I. 乳… II. 孔… III. 乳品工业-工业技术-高等学校-教材

IV. TS252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 037676 号

责任编辑:余 丁/责任校对:宋玲玲

责任印制:黄晓靖/封面设计:王凌波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 7 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2006 年 2 月第二次印刷 印张: 28 1/4

印数: 3 001—4 500 字数: 537 000

定价: 42.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

《乳品科学与技术》编委会

主 编	孔保华	东北农业大学
副 主 编	张丽萍	黑龙江八一农垦大学
	李晓东	东北农业大学
	刘景圣	吉林农业大学
	岳喜庆	沈阳农业大学
	马俪珍	山西农业大学
主 审	张兰威	东北农业大学

参编人员 (以姓氏笔画为序)

王玉田	锦州医学院畜牧兽医学院
车云波	黑龙江省农牧水产职业学院
皮钰珍	沈阳农业大学
包怡红	东北林业大学
刘会平	山西农业大学
孙卫青	长江大学(原湖北农学院)
张 轶	兰州理工大学(原甘肃工业大学)
金 钟	东北农业大学
贺红军	烟台大学
郝教敏	山西农业大学
徐德昌	哈尔滨工业大学
韩建春	东北农业大学
靳 烨	内蒙古农业大学

目 录

绪论	1
一、世界乳业的发展概况	1
二、我国乳业的发展概况	5
三、我国乳业未来发展的重点及优先发展领域	9
第一章 乳源	11
第一节 乳畜品种	11
一、乳用牛	11
二、乳肉兼用牛	12
三、牦牛	15
四、水牛	15
五、乳山羊	17
第二节 乳的分泌与生成	19
一、乳腺的结构	19
二、乳的生成	21
三、影响泌乳量及其成分的因素	28
第三节 挤乳	31
一、手工挤乳	31
二、机械挤乳	33
第二章 乳的物理化学性质	40
第一节 乳汁的性质	40
一、乳汁组成及含量	40
二、乳的胶体性质	41
三、乳的物理性质	42
第二节 乳中各成分的性质	48
一、水分	48
二、气体	49
三、乳干物质	50
四、乳脂肪	51
五、乳糖	56
六、乳蛋白质	59

七、乳中酶类	72
八、乳中维生素	74
九、乳中的无机物和盐类	79
第三节 加工处理对牛乳性质的影响	81
一、热加工对乳的影响	81
二、冷加工对乳的影响	83
三、发酵技术对乳的影响	85
四、牛乳加工处理后的各部分名称	86
第四节 乳的分类	87
一、常乳	87
二、异常乳	87
第三章 鲜乳的加工处理	95
第一节 原料乳的收纳和贮存	95
一、原料乳的收纳	95
二、原料乳的冷却与贮存	101
第二节 原料乳的预处理	106
一、原料乳的标准化	106
二、均质	109
三、真空脱气	112
第三节 原料乳的加热杀菌	114
一、原料乳的热处理	114
二、常用杀菌和灭菌的方法	116
三、加热强度对原料乳中微生物的影响	117
四、超高温灭菌牛乳的物理及化学变化	119
第四节 冷杀菌技术在乳制品杀菌中的应用	121
一、离心杀菌(除菌)	121
二、高浓度二氧化碳杀菌	122
三、超声波杀菌	123
四、高压杀菌	124
五、微滤杀菌(除菌)	127
第五节 乳的浓缩	128
一、蒸发(真空浓缩)	128
二、超滤和反渗透	131
三、冷冻浓缩	132
第六节 乳的干燥技术	133

一、滚筒干燥	133
二、喷雾干燥	133
三、乳粉的二段和三段干燥方式	138
第四章 乳中的微生物	140
第一节 乳中微生物的种类与来源	140
一、牛乳中微生物的种类	140
二、牛乳中微生物的污染来源	146
第二节 乳中微生物的性状	148
一、牛乳中微生物的生长代谢	148
二、影响微生物生长的因素	148
三、刚榨出乳的微生物性状	150
四、牛乳在冷藏中微生物的变化	150
五、乳房炎乳的微生物性状	150
六、鲜乳保藏期间微生物的变化	151
七、乳品微生物快速检测	151
第五章 巴氏杀菌乳及灭菌乳的生产	156
第一节 巴氏杀菌乳的生产	156
一、巴氏杀菌乳的生产	156
二、较长保质期乳(ESL乳)的生产	165
第二节 超高温灭菌乳和瓶装灭菌乳的生产	166
一、超高温灭菌的方法	166
二、超高温灭菌乳的生产	167
三、瓶装灭菌乳的生产	170
第三节 无菌包装	173
一、包装容器的灭菌方法	174
二、无菌灌装系统的类型	175
三、无菌灌装机与超高温加工系统的结合	176
第四节 含乳饮料的生产	179
一、中性含乳饮料	179
二、酸性含乳饮料	183
第六章 发酵乳制品的生产	187
第一节 概述	187
一、酸乳的营养价值和保健功能	187
二、现代酸乳制品的发展动态和趋势	188
第二节 酸乳的定义与分类	189

一、酸乳的定义	189
二、酸乳的分类	189
第三节 酸乳生产所用原料	190
一、原料乳	190
二、乳粉	190
三、甜味剂	191
四、发酵剂菌种	191
五、果料	191
六、添加剂	192
第四节 发酵剂选择与制备	194
一、酸乳的发酵剂菌种	194
二、发酵剂的概念与种类	194
三、发酵剂的选择	196
四、发酵剂的制备	197
五、发酵剂的质量控制	199
第五节 酸乳的生产	199
一、工艺流程	199
二、原料预处理	199
三、凝固型酸乳的加工工艺及质量控制	201
四、搅拌型酸乳的加工工艺及质量控制	203
五、酸乳的包装	205
六、酸乳的质量标准	206
第六节 乳酸菌饮料	207
一、工艺流程	207
二、工艺要求	207
三、质量控制	209
四、发酵型酸性含乳饮料标准	210
第七节 其他发酵乳制品	211
一、发酵稀奶油	211
二、开菲尔酸奶酒	212
三、发酵酪乳	213
四、酸牛奶酒和马奶酒	214
第八节 乳酸菌制剂的生产	214
一、工艺流程	214
二、质量控制	214

三、质量标准	215
第七章 乳粉的生产	216
第一节 概述	216
一、乳粉的概念	216
二、乳粉的种类	216
三、乳粉的化学组成	217
四、乳粉的生产方法	217
第二节 全脂乳粉的生产工艺	218
一、工艺流程	218
二、生产步骤	218
第三节 脱脂乳粉	228
一、工艺流程	229
二、生产步骤	229
第四节 速溶乳粉的生产	230
一、特征及质量	230
二、生产方法	230
三、工艺流程及质量控制	232
第五节 配制乳粉	236
一、婴儿配制乳粉中主要成分的调整原理及方法	236
二、工艺流程	238
第八章 干酪的生产	241
第一节 干酪的种类及其成分组成	241
一、干酪的概念	241
二、干酪的种类	241
三、干酪的组成和营养价值	244
第二节 干酪的发酵剂	246
一、发酵剂的种类	246
二、发酵剂的作用及组成	246
三、发酵剂的制备	249
四、发酵剂调制的新技术	251
第三节 皱胃酶及其代用酶	251
一、皱胃酶	251
二、皱胃酶的代用凝乳酶	253
第四节 天然干酪的生产及质量控制	254
一、加工工艺	255

二、干酪的收得率	269
三、干酪的质量控制	270
四、干酪的缺陷及其防止方法	270
五、干酪加工工艺中的新技术	272
第五节 几种主要干酪的加工工艺	273
一、契达干酪	273
二、高达干酪	275
三、农家干酪	276
四、荷兰圆形干酪	277
五、夸克干酪	278
第六节 融化干酪的加工工艺及质量控制	280
一、特点	280
二、工艺流程及工艺要求	280
三、质量及控制	282
四、干酪制品的开发	283
第九章 冰淇淋和雪糕的生产	284
第一节 冰淇淋的生产	284
一、组成及种类	284
二、原料和辅料	285
三、生产工艺	288
四、质量标准及质量缺陷	298
第二节 雪糕的生产	302
一、工艺流程和配方	303
二、膨化雪糕的生产	307
三、雪糕和冰棒缺陷	307
第十章 奶油的生产	309
第一节 稀奶油的生产	309
一、生产工艺	310
二、加工要点	310
第二节 甜性和酸性奶油的生产	312
一、工艺流程	312
二、加工工艺要点	314
三、奶油的连续化生产	325
四、重制奶油	326
第三节 无水乳脂的生产	327

一、种类	327
二、特性	327
三、生产	328
第四节 奶油的缺陷及其预防	332
一、影响奶油性质的因素	332
二、奶油常见的缺陷	333
第十一章 炼乳的生产	335
第一节 甜炼乳生产工艺	335
一、特点	335
二、加工工艺	336
三、质量标准	343
四、质量控制	345
五、特殊加糖浓缩乳	348
第二节 淡炼乳的生产工艺	351
一、生产工艺	351
二、质量标准	355
三、质量控制	356
第十二章 其他乳制品的生产	358
第一节 干酪素	358
一、生产工艺	358
二、质量及其影响因素	362
三、用途	363
第二节 乳糖	363
一、种类及溶解度	363
二、生产工艺	365
三、质量标准	367
四、乳糖及其水解制品的应用	368
第三节 乳清粉和乳清蛋白制品	369
一、种类和质量标准	370
二、普通乳清粉和脱盐乳清粉的生产工艺	372
三、乳清蛋白制品的生产工艺	373
四、乳清蛋白的营养特性和应用	373
第十三章 乳中生物活性物质及功能性乳制品	375
第一节 乳中生物活性物质	375
一、免疫球蛋白	375

二、乳铁蛋白	377
三、生物活性肽	380
四、生物活性酶类	384
五、细胞因子	386
六、多不饱和脂肪酸及磷脂	387
第二节 功能性乳制品	388
一、免疫乳	388
二、双歧杆菌及其制品	391
三、LGG 菌	392
四、牛初乳功能性食品	393
第十四章 乳品生产中质量与安全控制体系	395
第一节 乳品质量管理体系概述	395
一、质量保证的定义、范围、作用	396
二、质量控制、质量保证与全面质量管理的关系	396
三、ISO9000 族质量管理体系	397
第二节 HACCP 安全体系及在乳品生产中的应用	400
一、HACCP 基本原理	401
二、HACCP 计划的必备程序	402
三、HACCP 与 ISO9000 的关系	406
四、HACCP 体系在乳品加工业中的应用实例	407
第十五章 乳品厂设备的清洗消毒	422
第一节 清洗概述	422
一、清洗的定义和目的	422
二、常用清洗剂的种类	423
三、清洗的几个要素	424
四、清洗用水的供应	426
五、清洗的作用机理	427
第二节 就地清洗	428
一、清洗程序的选择	429
二、就地清洗系统的设计	431
三、清洗效果的检验	436
参考文献	438

绪 论

乳与乳制品是最接近完善的食品,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。随着国民经济的增长,其地位日益提高,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,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。

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。

学生通过学习此专业的内容,可以使他们对微生物学、食品工程学、仪器分析、营养学等专业基础学科做到融会贯通,对乳的性质及乳的各种制品加工工艺有较为深入的掌握。如果再配合实验的实际操作,可以使读者初步掌握有关乳制品加工的基本技能,提高动手能力,并以此促进对所学理论知识的掌握。

在乳品科学方面,主要内容包括:乳的成分、理化性质、营养价值和微生物学性质等,重点在乳的各组成成分的化学性质和与加工过程密切相关的乳的微生物学,如乳酸菌的生物学特性;在乳中存在的种类;对生产有益的乳酸菌种类的使用;酵母菌在乳制品中的应用等。

在乳制品加工方面,主要内容包括:原料乳的处理和乳制品的加工工艺及生产过程中易出现的问题等。重点内容在于掌握乳加工原理,加工处理过程的设备工艺状况,以及产品易出现问题的解决方法。主要介绍的乳品有酸乳制品、奶粉、干酪和消毒乳等。

一、世界乳业的发展概况

1. 奶畜数及单产水平

2000 年全世界有乳牛 2.85 亿头,其中 7 个乳业大国的乳牛头数之和占全世界乳牛头数的 26.15%,见表 0-1。

1998 年,世界成年乳牛平均年产奶量为 5 500kg,而美国为 7 412kg,荷兰为 6 378kg。到 2001 年平均产奶量又有大幅度增加,世界奶牛平均泌乳量前 10 名的国家见表 0-2。

2. 原料乳总产量

从 20 世纪 90 年代开始世界牛乳产量增长速度非常平缓(图 0-1),1998 年和

1999 年的增长率分别是 1.2% 和 1.9%，2000 年原料乳产量同 90 年代的最低水平

表 0-1 世界乳业大国乳牛存栏数

序 号	国 别	存栏数/万头	所占比例/%
1	印度	2 700.0	9.47
2	巴西	1 604.0	5.63
3	俄罗斯	1 270.0	4.46
4	美国	921.0	3.23
5	中国	489.0	1.72
6	阿根廷	250.0	0.88
7	澳大利亚	217.0	0.76
8	7 国合计	7451	26.15
9	其他国家	21 049.0	73.86
10	全球	28 500.0	100.00

资料来源：程广燕，安晓宁. 世界乳业发展的特点与经验.《世界农业》，2002(10)

表 0-2 世界奶牛平均泌乳量前 10 名的国家

排 名	国 别	乳牛存栏数/万头	305d 泌乳量/(kg/头)	脂肪量/%	蛋白质质量/%
1	以色列	10	10 086	3.35	3.17
2	美国	910	9 216	3.65	3.21
3	日本	120	8 602	3.86	3.18
4	加拿大	120	8 289	3.67	3.21
5	意大利	210	8 212	3.53	3.17
6	荷兰	160	7 957	4.41	3.46
7	丹麦	70	7 769	4.16	3.39
8	西班牙	130	7 755	3.63	3.11
9	匈牙利	40	7 639	3.59	3.33
10	立陶宛	10	7 618	3.95	3.06

资料来源：孔宪臣. 美国乳牛业现状与黑龙江乳牛业发展的思考.《中国乳业》，2002(1)

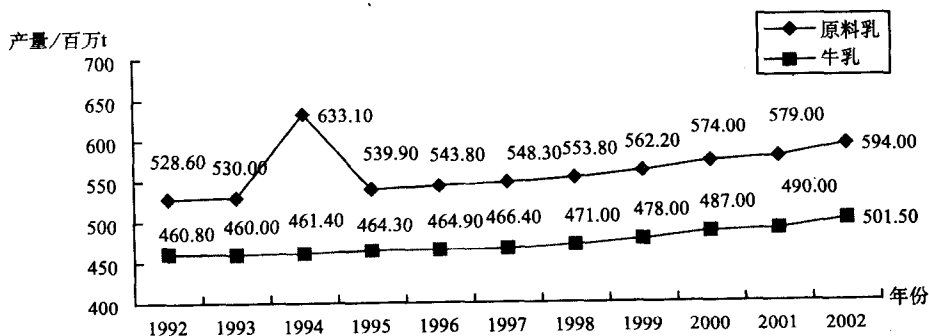


图 0-1 全球乳产量变化情况图

资料来源：1992~1999 年、2002 年数据来自 ZMP, 联合国粮农组织, IDF 国家委员会及其他国际组织。2000 年、2001 年数据来自：2001 年世界乳业状况.《中国乳品工业》，2002(3)

1992 年相比,增长 4 700 万 t(增长 9%)。到 2001 年全世界乳总产量为 5.79 亿 t,比 1999 年增加近 1 680 万 t,年均增长 1.5%,增长缓慢。在原料乳中牛乳为 4.9 亿 t,水牛乳为 6700 万 t,山羊乳 1225 万 t,绵羊乳 820 万 t,其他乳约 150 万 t,其中牛乳占总乳量的 84.8%。

根据 2002 年统计数据,在世界原料乳总产量中,欧洲占 32.8%,北美洲占 19.5%(表 0-3),世界产乳量排名前 10 位的国家除印度外都是欧美国家。

表 0-3 世界原料乳区域构成表

年份	世界总产量/t	亚洲		北美洲		欧洲		大洋洲	
		总产量 /万 t	占世界百 分数/%	总产量 /万 t	占世界百 分数/%	总产量 /万 t	占世界百 分数/%	总产量 /万 t	占世界百 分数/%
1970	36 641	2 780	7.6	6 683	18.2	14,787	40.4	1 351	3.7
1980	42 716	3 702	8.7	7 652	17.9	17,774	41.6	1 240	2.9
1985	46 190	4 333	9.4	8 366	18.1	18,436	40.0	1 414	3.1
1990	47 551	5 432	11.4	8 475	17.8	17,090	35.9	1 432	3.0
1995	46 351	6 882	14.8	9 029	19.5	15,377	33.2	1 623	3.5
2000	48 810	6 600	13.5	9 370	19.2	15,970	32.7	2 390	4.9
2001	49 000	6 900	14.1	9 320	19.0	15,980	32.6	2 420	4.9
2002	49 000	7 050	14.4	9 540	19.5	16,090	32.8	2 470	5.0

资料来源:《国际统计年鉴》,1996 年

另外,从表 0-3 还可看出,自 20 世纪 80 年代以来,北美洲、欧洲、大洋洲一些发达国家的乳业发展非常平缓,其中欧洲从 80 年代中期开始,乳类总产量逐年下降。而同期发展中国家乳业发展迅速,乳产量逐年增加,亚洲发展中国家的增长速度更快。

3. 年人均原料乳占有量

表 0-4 给出了世界及部分国家的年人均原料乳占有量的变化情况。从中可以看出:

表 0-4 世界及部分国家的年人均原料乳占有量 单位:kg/(人·年)

原料乳占有区域	1988~1990	1995~1997	1998	1999	2000	2001
世界	71.5	94.8	92.0	93.7	95.1	—
发达国家	199.2	199.3	199.5	199.8	200.0	—
发展中国家	35.9	36.7	36.7	36.9	40.1	—
美国	247.0	260.0	271.4	280.6	289.1	260.2
日本	65.2	69.1	68.5	67.6	67.9	64.7
印度	54.2	76.0	79.5	84.0	86.7	80.6
俄罗斯	—	229.9	224.0	217.8	215.5	220.6
中国	4.2	5.4	6.0	6.5	7.3	8.76

资料来源:《中国统计年鉴》和《中国轻工业年鉴》

(1) 世界人均原料乳占有量在有稍微波动情况下,总体呈增加趋势,2000 年达到 95.1 kg,相当于每人每天 0.26 kg。

(2) 发达国家人均原料乳占有量最多,人均 200kg 左右,相当每天每人 0.54 kg。

(3) 发展中国家人均原料乳占有量在稳中略有增加,到 2000 年达到 40.1kg。

(4) 中国人均原料乳近些年虽有明显增加,但与世界相比人均占有量很少,2000 年仅为世界平均水平的 7.7%,发达国家的 3.65%,发展中国家的 18.2%。

4. 乳产品品种与产量

为充分满足市场的不同需求,发达国家乳产品品种多达 2 000 多种,其中 2001 年酸乳上市新品就有 900 种,干酪 500 种。2001 年全世界乳制品产量(不包括液态乳)为 2 975 万 t,液态乳产量一直维持在 1.25 亿 t。在目前 2 975 万 t 乳制品中,奶油产量为 410 万 t,占乳制品产量的 13.8%;干酪 1 490 万 t,占 50.1%;脱脂乳粉产量 290 万 t,占 9.7%;全脂乳粉和半脱脂乳粉产量 300 万 t,占 10.1%;甜炼乳产量为 200 万 t,占 6.7%;乳清粉产量为 200 万 t,占 6.7%;干酪素和酪蛋白酸盐产量 25 万 t,占 0.8%;乳糖产量估计为 60 万 t,占 2.0%。在液体乳产品中,主要以生产巴氏杀菌奶为主,以及各种风味的功能性液态乳、果汁乳、蔬菜乳等。

5. 世界乳品消费量

据英国《国际乳品工业》报道,1995 年世界乳品总产量达 5.28 亿 t,人均年消费量 104kg 左右。欧美许多国家的乳消费量在 20 世纪 50 年代已达到 200kg;近年来,日本、新加坡、香港特区也达 70kg 左右。而我国大陆地区目前人均年消费量只有 8kg 左右。世界及部分国家的人均乳消费量与世界部分国家乳品消费量的增长量见表 0-5、表 0-6。

表 0-5 世界及部分国家的人均乳消费量 单位:kg/(人·年)

消费区域	1969~1971	1979~1981	1986~1988	1988~1990	1995~1997
世界	74.0	74.1	75.6	75.1	104.0
发达国家	188.8	193.4	199.6	199.2	199.3
发展中国家	26.6	31.4	35.2	35.9	36.7
美国	246.6	233.4	246.6	247.0	260.0
法国	231.3	251.2	279.3	277.0	418.0
前苏联	191.5	171.2	171.2	175.4	—
日本	45.0	55.9	61.4	65.2	70.0
印度	33.6	38.6	50.9	54.2	58.3
中国	—	1.0	3.2	4.2	5.4

表 0-6 世界及部分国家乳品消费量的增长量

消费区域	1995 年消费量 /(亿 t, 相当于乳)	平均年变化情况	
		1991~1995	1996~2005(估计)
世界	5.39	0.0%	1%~2%
发达国家	2.25	0.1%	0~0.5%
欧盟	1.22	-0.3%	0~0.5%
美国	0.70	0.9%	0~1%
日本	0.10	0.3%	0~1%
发展中国家	3.14	0.7%	2%~3%
中欧和东欧	1.04	-5.0%	1%~2%
南亚	0.88	3.9%	3%~4%
拉美和加勒比	0.58	5.2%	3%~4%
中东和北非	0.28	0.2%	0~0.5%
东亚和太平洋	0.18	5.7%	4%~5%
非洲撒哈拉	0.18	1.0%	0~0.5%

6. 质量标准体系与质量控制情况

国际乳品联合会(IDF)成立于 1903 年,是乳品行业唯一的世界性组织。它代表世界乳品工业参与国际活动。其标准化的活动领域包括:乳品生产、卫生和质量,乳品工艺和工程,乳品行业经济销售和管理,乳品行业法规、成分标准、分类和术语,乳与乳制品的实验室技术和分析标准,乳品行业科学、营养和教育。到目前为止,IDF 共发行标准 180 个,其中分析方法标准 166 个,产品标准 8 个,乳品设备及综合性标准 6 个。

美国乳制品协会制定了 50 多项标准,美国联邦食品与药品管理局发布了有关食品的法规共 700~800 项。据不完全统计,日本农业协会发布的法规和指令有 200 余项。1952 年制定了牛乳及牛乳制品类标准中的“原料牛乳标准”、“无糖炼乳标准”、“加糖炼乳标准”、“脱脂加糖炼乳标准”、“加糖乳粉标准”、“脱脂乳粉标准”。

二、我国乳业的发展概况

1. 奶畜数及单产水平

1990 年以来,我国奶牛头数增长情况如图 0-2 所示。从图 0-2 中可见 2002 年我国饲养奶牛 687.3 万头,比 2001 年 566.2 万头增长 21.4%。我国 2000 年的 489 万头奶牛中,荷斯坦牛(黑白花牛)为 316.6 万头,占 64.7%,三河牛 22 万头,新疆褐牛 52 万头,草原红牛 28 万头,西门塔尔改良牛 70.4 万。另外,我国还有大约 350 万只奶山羊。