



全国农业高职院校“十二五”规划教材

乳品工艺技术

R_{upin}
Gongyi Jishu

姜旭德 任丽哲 主编



NLIC2970862697



中国轻工业出版社

全国农业高职院校“十二五”规划教材

乳品 R 工艺技术

Rupin Gongyi Jishu

姜旭德 任丽哲 主编



NLIC2970862697



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

乳品工艺技术/姜旭德, 任丽哲主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2013. 1

全国农业高职院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-9048-1

I. ①乳… II. ①姜… ②任… III. ①乳制品—食品加工—高等职业教育—教材 IV. ①TS252. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 246814 号

责任编辑: 李亦兵 张 磊

策划编辑: 李亦兵 王 珩 责任终审: 唐是雯

整体设计: 锋尚设计 责任校对: 晋 洁 责任监印: 张 可

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: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 720 × 1000 1/16 印张: 23.75

字 数: 476 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-9048-1 定价: 42.00 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

120181J2X101ZBW

全国农业高职院校“十二五”规划教材 食品类系列教材编委会

(按姓氏拼音顺序)

主 任 姜旭德 黑龙江民族职业学院

副主任 耿明杰 黑龙江农业工程职业学院
桂向东 黑龙江农垦科技职业学院
隋继学 郑州牧业工程高等专科学校
魏为民 黑龙江生物科技学院
于海涛 黑龙江农垦职业学院

委 员 曹凤云 车云波 陈淑范 付 丽 关 力 胡瑞君
华海霞 李威娜 任丽哲 任静波 尚丽娟 田 辉
王丽娜 王 娜 王 琪 吴汉东 杨 静 于瑞洪
查恩辉 张 玲 赵百忠

顾 问 丁岚峰 黑龙江民族职业学院
付兴国 河北科技师范学院
王 丹 国家乳业工程技术研究中心培训部
徐建成 黑龙江民族职业学院

本书编写人员

- 主 编** 姜旭德（黑龙江民族职业学院）
任丽哲（黑龙江职业学院）
- 副 主 编** 车云波（黑龙江生物科技职业学院）
申晓琳（郑州牧业工程高等专科学校）
- 参 编** 姚春艳（黑龙江职业学院）
李木子（黑龙江生物科技职业学院）
李冰心（湖北生物科技职业学院）
夏元军（大庆乳业）
- 主 审** 骆承庠（东北农业大学）
王 丹（国家乳业工程技术研究中心）

前言

FOREWORD

为认真贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出“加大课程建设与改革的力度，增强学生的职业能力”的要求，适应我国职业教育课程改革的趋势，我们根据乳品企业各技术领域和职业岗位（群）的任职要求，以“工学结合”为切入点，以真实生产任务和工作过程为导向，以相关职业资格标准基本工作要求为依据，重新构建了职业技能和职业素质基础知识培养两大课程体系。在不断总结近年来课程建设与改革经验的基础上，组织编写了高等职业教育《乳品工艺技术》教材，以满足各院校食品类专业建设和相关课程改革的需要，提高课程教学质量。

本教材是根据全国高职高专食品加工类专业课程中设置的主干课乳品工艺技术课程标准的基本要求，结合乳品生产企业的岗位标准、操作规程、职业资格标准，通过校企合作编写完成的高职高专“十二五”规划教材。本教材在编写过程中严格按照教育部颁布的教育改革文件精神，把能力为本位作为教育教学的指导思想，重点培养学生的职业能力、实践能力和创新能力。

本教材由黑龙江民族职业学院姜旭德主编、统稿并编写了项目三（液态乳的加工）和项目六（乳粉、加工）。绪论由大庆乳业夏元军和黑龙江职业学院任丽哲编写。项目四（发酵乳加工）、项目八（干酪的加工）由黑龙江职业学院任丽哲编写。项目一（原料乳验收与检验）和项目九（其他乳制品的加工）由黑龙江生物科技职业学院车云波编写。项目五（炼乳的加工）和项目七（奶油的加工）由郑州牧业工程高等专科学校申晓琳编写。项目二（原料乳的预处理）由黑龙江职业学院姚春艳编写。项目十（冷冻饮品的加工）由湖北生物科技职业学院李冰心编写。附录（职业技能鉴定工种）由黑龙江生物科技职业学院李木子编写。

本教材由东北农业大学骆承庠教授和国家乳业工程技术研究中心王丹研究员担任主审，经全国农业高等职业院校规划教材编审委员会组织审定。教材在编写过程中，得到了中国轻工业出版社、完达山乳业股份有限公司及大庆乳业集团和相关高等院校等单位的大力支持和帮助，并参考了许多文献资料，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中的错误和不足之处敬请读者批评指正。

编者

CONTENTS

项目一 原料乳验收与检验..... 10

1

项目二 原料乳的预处理 62

【知识目标】 62

【技能目标】 62

【必备知识】 62

一、标准化的原理与计算方法 62

二、乳离心的原理 65

三、乳均质的原理 65

【项目实施】 66

任务一 原料乳的标准化 66

任务二 原料乳的过滤、离心与净化 69

任务三 原料乳的脱气与均质 74

任务四 原料乳的收集、运输与接收 80

任务五 原料乳的冷却与贮存 84

任务六 乳的灌装 90

【项目思考】 94

项目三 液态乳的加工 96

【知识目标】 96

【技能目标】 96

【必备知识】 96

一、乳的热处理 97

二、杀菌与杀菌技术 101

三、热处理设备 105

【项目实施】 110

任务一 巴氏杀菌乳的加工 110

任务二 灭菌乳的加工 112

任务三 再制乳的加工 120

【项目思考】 124

项目四 发酵乳的加工 125

【知识目标】 125

【技能目标】 125

【必备知识】	125
一、发酵乳制品的种类	126
二、发酵乳制品的营养与功能特性	126
【项目实施】	128
任务一 发酵剂的制备与乳酸菌制剂的加工	128
任务二 酸乳的生产原料与发酵剂的制备	149
任务三 凝固型酸乳的加工	156
任务四 搅拌型酸乳的加工	164
任务五 其他发酵乳的加工	169
【项目思考】	173
项目五 炼乳的加工	174
【知识目标】	174
【技能目标】	174
【必备知识】	174
一、炼乳的种类	174
二、炼乳的质量标准	175
【项目实施】	176
任务一 淡炼乳的加工	176
任务二 甜炼乳的加工	183
【项目思考】	194
项目六 乳粉的加工	195
【知识目标】	195
【技能目标】	195
【必备知识】	195
一、浓缩	195
二、干燥	208
三、乳粉的分类与理化性质	223
【项目实施】	232
任务一 全脂乳粉的加工	232
任务二 脱脂乳粉的加工	236
任务三 速溶乳粉的加工	238
任务四 配方乳粉的加工	242

【项目思考】	250
项目七 奶油的加工	251
【知识目标】	251
【技能目标】	251
【必备知识】	251
一、奶油的概念与分类	251
二、奶油分离机构造	253
三、影响分离因素	255
【项目实施】	257
任务一 稀奶油的加工	257
任务二 甜性、酸性奶油的加工	259
任务三 无水奶油的加工	269
任务四 重制奶油的加工	273
【项目思考】	274
项目八 干酪的加工	275
【知识目标】	275
【技能目标】	275
【必备知识】	275
一、干酪的分类	275
二、干酪的营养价值	279
【项目实施】	279
任务一 天然干酪的一般加工技术	279
任务二 常见干酪的制作工艺	301
【项目思考】	312
项目九 其他乳制品的加工	313
【知识目标】	313
【技能目标】	313
【必备知识】	313
一、干酪素的制取方法与用途	313
二、乳糖的制取及其溶解度与应用	315

三、乳清蛋白的功能与应用	316
【项目实施】	320
任务一 干酪素的加工	320
任务二 乳糖的加工	324
任务三 乳清粉的加工	329
【项目思考】	333
项目十 冷冻饮品的加工	334
【知识目标】	334
【技能目标】	334
【必备知识】	334
一、冷冻饮品的原料和辅料	335
二、配方比例	337
【项目实施】	340
任务一 冰淇淋的加工	340
任务二 雪糕的加工	346
【项目思考】	347
附录 职业技能鉴定工种	348
一、职业技能和职业技能鉴定体系	348
二、职业技能鉴定申报条件及鉴定方式	348
工种 I 乳品预处理工	349
工种 II 乳品加工工	351
工种 III 乳品检验员	353
工种 IV 制冷工	358
参考文献	363

绪论



2008年世界乳业大国生产量对比

目录

民以食为天，食以乳为先。乳与乳制品含有丰富的高质量蛋白质、乳脂肪、糖类、维生素、矿物质、免疫活性因子等营养成分。乳的生物学价值为 85%、消化率为 98%，营养全面且易被吸收，乳与乳制品被认为是“接近完善的食品”。世界各国都大力提倡乳与乳制品的消费，在发达国家，乳与乳制品已成为人们日常膳食的重要组成部分，发展中国家其消费量也随着人们收入的增加而逐年提高。

乳业在国民经济中占有重要地位，世界乳业产值占农业总产值的平均比重约为 20%。乳业发展水平是现代农业特别是畜牧业发展水平的重要标志，欧美及大洋洲各国乳业产值一般占畜牧业总产值的 1/3 左右，如美国、丹麦、德国等发达国家的乳类总产量占其畜牧业主要产品总产量的比重都在 60% 以上。欧洲、北美洲和大洋洲是世界上人均占有牛乳产量最高的地区，世界乳产量排名前 15 位的国家也主要集中在这些地区。

当前世界乳业生产的基本格局是欧美发达国家主导市场，乳及乳制品的数量和质量都居世界前列，这些国家无论是原乳的生产还是乳制品的加工水平都处于世界领先地位。发展中国家特别是亚洲国家把发展乳业作为提高国民营养水平、民族素质和促进经济发展的重要措施，从 20 世纪 80 年代中后期开始，发达国家乳类总产量开始出现下降，发展中国家则以 30% 的增长率快速增长。

一、世界乳业发展概况

现今，发展中国家乳业发展水平与发达国家还有很大的差距，从生产环节看，发展中国家乳品生产普遍存在单产水平低且产品单一的特点，主要的生产方式还是粗放型的；从市场环节看，发展中国家一方面在国际市场上缺乏竞争力，

以产品进口为主，另一方面在国内市场上存在过度竞争和无序竞争；从消费环节看，发展中国家乳品人均占有水平远远低于发达国家，而且高度集中在大中城市，过低的消费水平不利于乳业的长远发展。

1. 原料乳生产

(1) 乳畜数及单产乳水平 世界乳业发展逐渐从增加奶牛头数转向提高奶牛单产乳水平。发达国家的乳业从 20 世纪 70 年代开始实行减少奶牛饲养头数，提高奶牛单产乳水平，保持乳产量稳步增长的措施。发展中国家由于乳业生产力水平低，以粗放经营为主，乳产量增长主要依赖于奶牛头数的增加。但亚洲一些乳业大国，如印度和中国已逐渐重视乳业的集约经营，在奶牛头数增加的同时，不断提高奶牛单产乳水平。

全球的奶牛头数从 2000 年 22137.7 万头到 2009 年 24782.4 万头，年均增长 1.3%。2009 年世界各地区和乳业大国的奶牛分布见表 1。

表 1 2009 年世界各地区及乳业大国奶牛头数

地区	奶牛数/万头	国家	奶牛数/万头
亚洲	9346.8	印度	3850.0
欧盟	2379.8	巴西	2183.3
南美	3441.6	中国	1260.7
北美	1018.0	巴基斯坦	974.0
非洲	5717.9	俄罗斯	900.0
大洋洲	629.8	美国	920.1
中美洲	537.6	新西兰	459.7
加勒比地区	110.6	澳大利亚	165.0
全球	24782.4	阿根廷	210.0

1998 年，世界成年奶牛平均年产乳量为 5500kg，而美国为 7412kg，荷兰为 6378kg，该数据到 2009 年又有大幅增加，详情见表 2。

表 2 2009 年世界奶牛平均泌乳量前 10 名的国家

排名	国别	奶牛存栏数/万头	305d 泌乳量/ (kg/头)	脂肪/%	蛋白质/%
1	以色列	10	10 086	3.35	3.17
2	美国	910	9216	3.65	3.21
3	日本	120	8602	3.86	3.18
4	加拿大	120	8289	3.67	3.21
5	意大利	210	8212	3.53	3.17
6	荷兰	160	7957	4.41	3.46

续表

排名	国别	奶牛存栏数/万头	305d 泌乳量/(kg/头)	脂肪/%	蛋白质/%
7	丹麦	70	7769	4.16	3.39
8	西班牙	130	7755	3.63	3.11
9	匈牙利	40	7639	3.59	3.33
10	立陶宛	10	7618	3.95	3.06

(2) 原料乳总产量 世界原乳生产主要集中在发达国家。1997 年世界牛乳产量为 47116.3 万 t, 发达国家占 71.7%, 其中, 欧盟国家的产量占 35.6%、美国占 21.3%。2009 年全球乳产量增长放缓, 相比 2008 年仅增长了 0.8%, 达到 70335.0 万 t。该增长率低于 2008 年的 2%, 更低于 2000-2009 年间的 2.1% 年均增长率。2009 年乳产量的增长还低于当年的全球人口增长率 (1.4%)。2009 年世界各地及乳业大国的牛乳产量见表 3。

表 3 2009 年世界各地及乳业大国的牛乳产量

地区	牛乳产量/万 t	国家	牛乳产量/万 t
亚洲	15436.8	美国	8587.4
欧盟	14787.0	印度	4810.2
北美	9429.7	中国	3518.8
南美	5980.9	俄罗斯	3259.2
非洲	2722.3	巴西	2798.3
大洋洲	2631.5	新西兰	1695.5
中美洲	1432.2	巴基斯坦	1243.7
加勒比地区	159.8	阿根廷	1034.0
全球	58744.6	澳大利亚	929.4

牛乳: 牛乳产量占全球乳产量的 84%。从 2000 年 49194.8 万 t 至 2009 年 58744.6 万 t, 年均增长率为 2%。而 2009 年的增长率为 0.6%, 是自 1997 年以来的最低值。

水牛乳: 2009 年水牛乳产量的增长速度要快于牛乳产量, 全球的水牛乳产量近 9000 万 t, 同 1990 年占世界乳品总产量 8% 相比, 达到了 13%。水牛乳仅在少数国家有生产, 超过 90% 的产量来自于印度和巴基斯坦, 除此之外, 埃及、中国、伊朗和意大利也有少量产出。

绵羊、山羊及其他动物乳: 山羊乳占总乳产量的 2.2% 左右, 绵羊乳占 1.3%, 骆驼乳为 0.2%。山羊乳主产区在亚洲 (占全球产量 59%)、非洲 (21%) 以及欧洲 (16%), 而绵羊乳主产区为亚洲 (46%) 和欧洲 (34%), 骆驼乳主产区在非洲 (89%)。详情见表 4。

表 4 2007 ~2009 年全球各类乳畜的乳产量

乳畜类型	2007 年产量/万 t	2008 年产量/万 t	2009 年产量/万 t
牛乳	57248.7	54816.4	58744.6
水牛乳	8538.8	8729.1	8996.0
山羊乳	1500.6	1541.2	1533.3
绵羊乳	919.1	907.0	897.5
其他	161.8	163.6	163.6
全球总乳产量	68369.0	69757.3	70335.0

2. 乳品消费

(1) 人均占有乳量 2000 年人均原料乳产量最高的国家是新西兰 (3180kg)，其次为澳大利亚 (584kg)、北美洲 (312kg) 和欧洲 (284kg)，最低的地区是亚洲，人均原料乳产量只有 25kg。世界人均原料乳占有量虽稍微有波动，但总体呈增加趋势，2000 年达到 95.1kg，相当于每人每天 0.26kg。发达国家人均原料乳占有量最多，人均 200kg 左右，相当于每人每天 0.54kg。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。

2009 年全球生产和消费原料乳达到了 7.03 亿 t，同 2000 年的 1.22 亿 t 相比，年均增长 21%；2009 年全球人口 68.3 亿，则人均牛乳消费量为 103kg。由于全球人口的持续增长，2000 - 2009 年间全球人均牛乳消费增长了不到 8% (8.0kg)。2009 年世界主要乳业大国的乳业生产概况，包括人口、乳产量、奶牛头数及人均乳制品消费情况见表 5。

表 5 2009 年世界乳业大国 (地区) 的乳业相关项目表

国别 (地区)	乳畜头数/万头		原料乳产量/万 t		占世界总 乳产量/%	人口	消费/ (kg/人)		
	奶牛	水牛	牛乳	水牛乳			液态乳	黄油	干酪
中国	1260.7		3518.8		6	13.35 亿	11.2	0.1	—
印度	3850.0	3810.0	4656.5	5796.1	8	11.7 亿	38.6	3.3	—
以色列	11.4		125.6		0.2	740 万	56.8	0.8	16.4
巴基斯坦	974.0	1120.0	1243.7	2227.9	2.1	1.762 亿	—	—	—
欧盟	2379.8		14787.0		25.2	4.997 亿	64.5	3.5	16.6
美国	920.1		8587.4		14.6	3.072 亿	81.9	2.3	14.8
俄罗斯	900.0		3259.2		5.5	1.418 亿	70	2.5	5.6
阿根廷	210.0		1034.0		1.8	4010 万	42.2	1.3	11.3
巴西	2183.3		2798.3		4.8	1.931 亿	56.5	0.4	3.2
澳大利亚	165.0		929.4		1.6	2220 万	106	3.9	12
新西兰	459.7		1696.6		2.9	430 万	77.6	3.7	6

为充分满足市场的不同需求,发达国家乳产品品种多达 2000 余种,其中 2001 年酸乳上市新品就有 900 余种,干酪 500 余种。2009 年全球乳制品品种与产量见表 6。

表 6 2009 年全球乳制品品种与产量

品种	液态乳	乳饮料及 发酵乳	奶油	干酪	全脂及半脱 脂乳粉	脱脂乳粉	乳清粉
产量/万 t	15331.4	3775.3	1102.0	2539.4	462.9	479.6	409.2

(2) 乳品消费量 发达国家仍是世界乳品消费的主体,但其乳品消费量已趋向饱和,因此乳品消费进一步扩大的空间十分有限。发达国家乳品消费的变化主要表现在乳品结构和种类上,即液态乳、全脂乳粉和黄油的消费量下降,干酪、脱脂乳粉的消费量逐渐上升。人们更加关注乳品中脂肪的含量,在 1994—2004 年全脂乳和半脱脂乳的消费量分别下降了 14% 和 12%,低脂乳的消费量却上升了 14% 以上。

发展中国家乳品消费的增长空间很大,对乳品的消费需求表现出更快的增长趋势。这种趋势首先源自人口的增长,其次是发展中国家经济状况的改善和居民收入水平的提高。最后,一些国家城市化的发展,以及饮食习惯的改变也对乳品消费增长产生积极的影响。

国际乳品贸易仅占世界乳品总产量很小一部分,仅为 6%。液态乳的贸易量较小,黄油和乳粉国际贸易量占产量的比重分别为 12% 和 30%。西欧、澳大利亚和新西兰是世界上主要乳品输出地区。

3. 质量标准体系与质量控制情况

乳业是一个比较特殊的行业,产业链长,环节多,从奶牛养殖、原料乳采购,到制成中间产品以及最终产品,涉及第一产业(农牧业)、第二产业(食品加工)和第三产业(分销、物流等),任何一个环节出现问题都会影响乳制品的质量安全,并最终影响到消费者的食用安全。乳业已经在生产、加工、销售等诸多环节中,形成生产、科研、推广应用体系,建立和完善了法律制度,制定和执行乳制品质量卫生标准和质量检测体系,规范乳制品质量安全管理监督检查机制,从而保证了乳及乳制品的安全、卫生和质量。

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,代表世界乳品工业参与国际活动。IDF 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。发行标准 180 个,包括分析方法标准、产品标准、乳品设备及综合性标准。

二、中国乳业发展概况

随着社会经济的发展,中国人开始注重对乳与乳制品的消费,有力地推动了乳品行业的发展。乳品行业成为我国新兴而又极具发展潜力的食品行业,乳品企业的建立与快速发展,使中国乳类生产的增长幅度高于世界平均水平。

中国的乳业作为一个产业已基本形成,至2006年中国已成为世界上第三个产乳大国。乳品业已经成为产品结构齐全、技术装备先进、产品品种较为齐全、初具规模的现代化食品制造业。但与世界乳业先进水平相比,中国乳业在人均消费量、产品结构及质量管理上还有一定的差距。中国乳业正处于快速增长时期,逐步以乳源建设为基础,用现代的营销观念建立市场化、法制化、规范化的中国乳品产业链。

1. 原料乳生产

(1) 乳畜数及单产水平 中国奶牛存栏约占全球奶牛总量的8%。2000年我国奶牛存栏489万头,其中,荷斯坦奶牛(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70.4万头,还有大约350万只奶山羊。2009年奶牛存栏1218.50万头,2010年为1260.7万头。

中国虽是产乳大国,但还不是产乳强国。我国乳畜发展的重点品种是产乳量高的荷斯坦奶牛,大型标准化牧场的荷斯坦奶牛年平均单产量达到5000~7000kg,全国奶牛平均单产仅3500kg,如2000年按存栏量计算,中国奶牛的平均单产水平为1715kg/头;按成乳牛数量计算,中国奶牛的平均单产水平约为3500kg/头。

(2) 原料乳总产量 中国的乳产量约占世界总乳量的6%左右,居世界第三位,为我国成为世界乳业大国奠定了基础。我国原料乳组成主要是牛乳占90%左右,其次还有小部分山羊乳和水牛乳,约占10%左右,而绵羊乳、牦牛乳用于加工的量更小。

牛乳:中国原料乳,2000年的总产量为879.5万t,其中牛乳的总产量为842.0万t,占原料乳总量的98.73%。2007年的牛乳产量为3525.0万t,2008年的牛乳产量为3555.8万t,增长3.6%;2009年牛乳产量3518.8万t,下降1.1%;2010年的牛乳产量为3575万t,较2009年仅增长1.6%。

其他乳类:水牛乳量从2000年265.0万t平稳增至2009年300.0万t,平均年增长1.43%。

中国骆驼乳产量一直很平稳,为世界第九,亚洲第二。2005年骆驼乳产量14400t,占世界总产量的1.10%;1996年达到最高产量16000t。骆驼乳的营养成分接近人乳初乳,维生素C含量是牛乳的三倍,100mL骆驼乳和牛乳含维生