




“十二五”普通高等教育规划教材

乳与乳制品工艺学

RU YU RUZHIPIN GONGYIXUE

● 张志胜 李灿鹏 毛学英 主编



 中国质检出版社
中国标准出版社

乳与乳制品工艺学

RU YU RUZHIPIN GONGYIXUE



“十二五”普通高等教育规划教材 (

- 《食品标准与法规》
- 《食品安全与卫生》
- 《食品加工和物流安全控制》
- 《食品微生物检验》
- 《食品添加剂法规及应用技术》
- 《食品风味化学》
- 《功能性食品学》
- 《农作物生产安全控制》
- 《动物养殖安全控制》
- 《食品微生物学》
- 《水产食品生产安全控制》
- 《发酵食品》
- 《食品质量安全管理》
- 《食品工艺学实验指导》
- 《食品新产品开发》
- 《食品生物化学》
- 《仪器分析》
- 《营养生物化学》
- 《乳与乳制品工艺学》
- 《蛋品科学与技术》
- 《食品科研方法与论文写作技巧》
- 《发酵工艺学原理》
- 《食品质量安全指纹技术》
- 《食品物流学》
- 《食品分析与检验》
- 《食品质量管理》
- 《食品原料学》
- 《食品贮藏保鲜》
- 《食品工艺学》
- 《食品营养学》
- 《食品安全概论》
- 《食品专业英语》
- 《食品安全与卫生(双语教材)》
- 《食品科学导论》
- 《食品毒理学》
- 《食品微生物检验实验指导》
- 《食品安全快速检测技术与仪器》
- 《食品质量与安全实验技术》
- 《食品感官鉴评》
- 《食品化学》
- 《功能性食品研发原理与应用》
- 《烹饪化学》
- 《果蔬食品工艺学》
- 《现代食品检测技术》
- 《肉与肉制品工艺学》
- 《食品微生物检验实验技术》
- 《食品加工原理》
- 《食品安全信息化监管技术》

策划编辑: 李保忠
责任编辑: 李保忠 李茜
封面设计: 周雨霏



中国质检出版社



中国标准在线服务网

ISBN 978-7-5026-3992-1



定价: 39.00 元

销售分类建议: 教材



“十二五”普通高等教育规划教材

Ru Yu Ruzhipin Gongyixue

乳与乳制品工艺学

张志胜 李灿鹏 毛学英 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

乳与乳制品工艺学/张志胜,李灿鹏,毛学英主编. —北京:中国质检出版社,2014.6
“十二五”普通高等教育规划教材
ISBN 978-7-5026-3992-1

I. ①乳… II. ①张… ②李… ③毛… III. ①乳制品—食品加工 IV. ①TS252.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 049588 号

内 容 提 要

乳与乳制品工艺学是主要阐明原料乳和乳制品的性质、生产理论、工艺技术及产品质量变化规律的一门应用技术学科,其内涵包括乳品科学和乳制品加工两部分,外延则涉及乳业生产全过程。本书内容包括:乳的概念及乳的形成;乳的化学成分及性质;乳中的微生物;乳制品生产常用的加工处理;乳制品生产的辅助原料;鲜乳的处理;液态乳的加工;发酵乳及酸乳饮料的加工;炼乳的加工;乳粉的生产;奶油的生产;干酪的加工;冰淇淋和雪糕的生产;乳品质量与安全。安全管理。

本教材适于高等院校食品科学与工程类专业和畜产品加工类专业的教师与学生使用,同时,对从事乳与乳制品生产与研究的科技人员也有重要的参考价值。

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www. spc. net. cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18.5 字数 469 千字

2014年6月第一版 2014年6月第一次印刷

*

定价: 39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68510107

— 审 定 委 员 会 —

陈宗道 (西南大学)

谢明勇 (南昌大学)

殷涌光 (吉林大学)

李云飞 (上海交通大学)

何国庆 (浙江大学)

王锡昌 (上海海洋大学)

林 洪 (中国海洋大学)

徐幸莲 (南京农业大学)

吉鹤立 (上海市食品添加剂行业协会)

巢强国 (上海市质量技术监督局)

— 本 书 编 委 会 —

主 编 张志胜 (河北农业大学)
李灿鹏 (云南大学)
毛学英 (中国农业大学)

副 主 编 张海莲 (河北农业大学)
王稳航 (天津科技大学)
张建友 (浙江工业大学)
高海燕 (河南科技学院)
刘 媛 (河北北方学院)

编写人员 张秋会 (河南农业大学)
赵丛枝 (河北农业大学)
王 健 (河北北方学院)
刘会平 (天津科技大学)
谷春涛 (东北农业大学)
滕安国 (天津科技大学)
霍艳荣 (浙江林业大学)
牛生洋 (河南科技学院)
淑 英 (河北农业大学)

序 言

近年来，人们对食品安全的关注度日益增强，食品行业已成为支撑国民经济的重要产业和社会的敏感领域。随着食品产业的进一步发展，食品安全问题层出不穷，对整个社会的发展造成了一定的不利影响。为了保障食品安全，规制食品产业的有序发展，近期国家对食品安全的监管和整治力度不断加强。经过各相关主管部门的不懈努力，我国已基本形成并明确了卫生与农业部门实施食品原材料监管、质监部门承担食品生产环节监管、工商部门从事食品流通环节监管的制度完善的食品安全监管体系。

在整个食品行业快速发展的同时，行业自身的结构性调整也不断深化，这种调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更高的要求，而与此相关的高等教育正是对食品科学与工程各项理论的实际应用层面培养专业人才的重要渠道，因此，近年来教育部对食品类各专业的高等教育发展日益重视，并连年加大投入以提高教育质量，以期向社会提供更加适应经济发展的应用型技术人才。为此，教育部对高等院校食品类各专业的具体设置和教材目录也多次进行了相应的调整，使高等教育逐步从偏重基础理论的教育模式中脱离出来，使其真正成为为国家培养应用型的高级技术人才的专业教育，“十二五”期间，这种转化将加速推进并最终得以完善。为适应这一特点，编写高等院校食品类各专业所需的教材势在必行。

针对以上变化与调整，由中国质检出版社牵头组织了“十二五”普通高等教育规划教材（食品类）的编写与出版工作，该套教材主要适用于高等院校的食品类各相关专业。由于该领域各专业的技术应用性强、知识结构更新快，因此，我们有针对性地组织了西南大学、南昌大学、上海交通大学、浙江大学、上海海洋大学、中国海洋大学、南京农业大学、华中农业大学以及河北农业大学等40多所相关高校、科研院所以及行业协会中兼具丰富工程实践和教学经验的专家学者担当各教材的主编与主审，从而为我们成功推出该套框架好、内容

新、适应面广的好教材提供了必要的保障，以此来满足食品类各专业普通高等教育的不断发展和当前全社会范围内对建立食品安全体系的迫切需要；这也对培养素质全面、适应性强、有创新能力的应用型技术人才，进一步提高食品类各专业高等教育教材的编写水平起到了积极的推动作用。

针对应用型人才培养院校食品类各专业的实际教学需要，本系列教材的编写尤其注重了理论与实践的深度融合，不仅将食品科学与工程领域科技发展的新理论合理融入教材中，使读者通过对教材的学习，可以深入把握食品行业发展的全貌，而且也将食品行业的新知识、新技术、新工艺、新材料编入教材中，使读者掌握最先进的知识和技能，这对我国 21 世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的成功推出，必将会推动我国食品类高等教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家的 21 世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材审定委员会

2014 年 2 月

前 言

• FOREWORD •

食品工业是国民经济的重要支柱产业，关系国计民生。乳业属于食品工业及大农业范畴，它是包括奶畜饲养繁殖、品种改良、乳品生产加工及市场销售在内的系统工程。乳既是食品又是食品工业原料。乳制品是世界公认的可以显著改善国民体质的最佳食品，它对保障国民健康、增强国民身体素质具有特殊的意义。很多国家乳的生产、加工、销售已形成巨大的行业，成为食品工业的一大支柱，在国民经济中占有重要地位。

人们对乳品营养价值认识的深化和消费观念的转变，特别是国务院在《中国食物与营养发展纲要（2001—2010年）》中把“奶类产业”作为优先发展的重点领域，以及“学生奶饮用计划”、“军需奶计划”等项目的实施，推动了我国乳业的快速发展。目前，我国奶类总产量已居世界第三位，人年均奶类消费26千克，为世界平均水平的1/4。乳制品已经形成一个庞大的产业，与人民群众生活关系密切。但是，与国外发达国家的乳业相比，中国乳业所处的产业地位仍然很低，其产业前端的乳业发展水平也低于国际水平。在当今全球乳业都在围绕人类健康的新需求，加紧技术与产业创新，使传统乳制品富含更多的营养价值，并在增进人体健康方面起到一举多得的作用的新时期，中国乳业发展怎样更好地与人类营养健康的新需求良好结合，适应食品工业的快速发展和日益

发展的国际贸易的需要,学习和掌握乳与乳制品工艺学的知识十分必要,在此基础上还必须加快乳制品的研制、开发和生产,以满足日益发展的食品工业的需要。

我们编写《乳与乳制品工艺学》一书是为了适应我国食品工业的发展和高等院校食品专业教育的需要。本书结合我国乳与乳制品的加工现状,重点介绍了乳的定义、化学成分及性质,乳制品生产的辅助原料及常用的加工处理,以及主要种类乳制品的生产加工情况,同时也介绍了国内外乳品质量控制与安全管理现状。

本书由全国10余所高校的多年从事食品学科教学与科研工作的教师合力编写,由张志胜、李灿鹏和毛学英任主编,张海莲、王稳航、张建友、高海燕和刘媛任副主编。绪论由河北农业大学食品科技学院张志胜编写,第一章和第二章由云南大学化学科学与工程学院李灿鹏编写,第三章和第四章由天津科技大学食品学院王稳航和东北农业大学食品学院谷春涛等编写,第五章和第十四章由河北北方学院食品科学系刘媛、王健编写,第六章由河北农业大学海洋学院张海莲编写,第七章、第八章和第十二章由中国农业大学食品学院毛学英和河北农业大学赵丛枝、淑英编写,第九章和第十章由浙江工业大学张建友编写,第十一章和第十三章由河南科技学院食品学院高海燕、牛生洋和河南农业大学食品学院张秋会编写。

在《乳与乳制品工艺学》编写过程中曾得到许多业内专家的热心帮助和指导,在此深表谢意。此外,由于编写人员业务水平有限,书中内容难免有不妥之处,敬请读者批评指正,更希望与我们进行探讨与交流。本书可以作为农林、轻工、水产、商业及综合院校食品科学与工程类专业和畜产品加工类专业本科生、研究生的教材或参考用书,也可供食品工业、乳与乳制品行业从事科研开发的工程技术人员和质量技术监督部门的同志参考使用。

编者

2014年2月

目 录

• CONTENTS •

| | |
|-------------------------|------|
| 绪 论 | (1) |
| 第一章 乳的概念及乳的形成 | (3) |
| 第一节 乳的概念 | (3) |
| 第二节 乳的形成 | (6) |
| 第二章 乳的化学成分及性质 | (14) |
| 第一节 乳中各成分的分散状态 | (14) |
| 第二节 牛乳中各种成分的含量 | (15) |
| 第三节 牛乳成分的化学性质 | (18) |
| 第四节 影响原料乳品质的因素 | (42) |
| 第五节 乳的物理性质 | (45) |
| 第三章 乳中的微生物 | (54) |
| 第一节 乳中微生物的种类和来源 | (54) |
| 第二节 鲜乳中微生物的性状 | (69) |
| 第三节 微生物的生长引起的乳品变质 | (70) |
| 第四章 乳制品生产常用的加工处理 | (72) |
| 第一节 乳的离心分离 | (72) |
| 第二节 乳的真空脱气 | (73) |
| 第三节 乳的热处理 | (74) |
| 第四节 冷冻对乳的影响 | (78) |
| 第五节 乳的均质 | (79) |
| 第六节 乳的浓缩 | (82) |

| | | |
|------------|--------------------|--------------|
| 第七节 | 乳的冷处理设备和清洗设备 | (84) |
| 第五章 | 乳制品生产的辅助原料 | (88) |
| 第一节 | 主要辅料的种类、性质及应用 | (88) |
| 第二节 | 辅料的质量标准和卫生要求 | (91) |
| 第三节 | 乳制品生产的包装材料 | (96) |
| 第六章 | 鲜乳的处理 | (107) |
| 第一节 | 鲜乳的质量标准和初步加工 | (107) |
| 第二节 | 取乳卫生 | (118) |
| 第三节 | 鲜乳设备的清洗杀菌 | (120) |
| 第七章 | 液态乳的加工 | (136) |
| 第一节 | 液态乳及一般生产工艺 | (136) |
| 第二节 | 巴氏杀菌乳 | (137) |
| 第三节 | 延长货架期乳 (ESL 乳) | (144) |
| 第四节 | 超高温灭菌乳 | (146) |
| 第五节 | 保持式灭菌乳的生产 | (150) |
| 第六节 | 再制乳的加工 | (153) |
| 第七节 | 调味乳及含乳饮料 | (157) |
| 第八节 | 稀奶油 | (160) |
| 第八章 | 发酵乳及酸乳饮料的加工 | (166) |
| 第一节 | 发酵乳概述 | (166) |
| 第二节 | 发酵剂的选择与制备 | (169) |
| 第三节 | 酸乳生产 | (177) |
| 第四节 | 其他发酵乳 | (187) |
| 第五节 | 酸乳饮料 | (191) |
| 第九章 | 炼乳的加工 | (196) |
| 第一节 | 甜炼乳的加工 | (196) |
| 第二节 | 淡炼乳的生产 | (206) |
| 第十章 | 乳粉的生产 | (213) |
| 第一节 | 概述 | (213) |
| 第二节 | 乳粉的生产工艺 | (216) |
| 第三节 | 速溶奶粉 | (221) |

| | | |
|-------------|--------------------------|--------------|
| 第四节 | 配制奶粉的生产 | (224) |
| 第十一章 | 奶油的生产 | (228) |
| 第一节 | 乳的分离 | (228) |
| 第二节 | 奶油生产工艺 | (229) |
| 第十二章 | 干酪的加工 | (237) |
| 第一节 | 干酪的概述 | (237) |
| 第二节 | 天然干酪的一般加工工艺及质量控制 | (239) |
| 第三节 | 干酪加工新技术 | (241) |
| 第十三章 | 冰淇淋和雪糕的生产 | (248) |
| 第一节 | 冰淇淋的生产 | (248) |
| 第二节 | 雪糕的生产 | (261) |
| 第十四章 | 乳品质量与安全管理 | (264) |
| 第一节 | 乳品质量管理体系概述 | (264) |
| 第二节 | 其他生产管理体系 | (271) |
| 第三节 | HACCP 与其他质量保证系统的关系 | (274) |
| 第四节 | HACCP 体系在乳品工业中的应用 | (277) |
| 参考文献 | | (283) |

绪 论

一、乳在人类食品中的地位

民以食为天,食以乳为先。乳是哺乳动物从乳腺中分泌出来的白色不透明液体。乳中的乳糖、乳脂肪、矿物质和水组成乳浊液,蛋白质以胶体状态悬浮其中。乳中所含的各种组成足以供给幼小动物生长发育的全部营养需要,是一种完全食品。以乳为原料可以加工制成各种乳制食品。动物乳是人类最佳的天然食物,尤其是其中乳蛋白和乳钙对于改善我国人民现有的不合理膳食结构,提高体质都是不可多得的。

动物乳自古以来就被人类饮用,牛乳在公元前 6000 年成为古印度人的重要食品,继而为了食用安全,提高其利用价值、改善其营养价值,经历了漫长的改良。如在 1200 年出现了早期的冰淇淋,17 世纪牛乳巴氏杀菌法被企业应用,19 世纪初制造了炼乳、乳粉等制品。随着社会的不断发展,科学技术的不断创新,对乳的处理、加工方法和技术水平不断提高,形成了数以万计的乳制品。乳制品加工业占食品业的比重美国为 12%,德国为 19%,法国为 22%。

目前,在发达国家各种家畜乳 80% 以上进入加工领域,形成了强大的乳制品加工产业。在农业发达国家,乳业占农业产值的 40% 以上。乳业对农业产业结构调整、增加农民收入、改善人们膳食结构和营养水平发挥着重要作用,其总体水平已经成为一个国家畜牧业发展程度的重要标志。

二、国内外乳业发展现状

1. 国外乳制品市场

由于牛奶鲜活易腐,需要及时冷却、收集和储运,产、加、销任何环节的不协调都会影响鲜奶及其制品的质量。产业链的整合与协调,减少与消除了产、加、销各方面的利益冲突,可以提高整个乳业的效率和效益,增强其市场竞争力。因此,在国际乳品工业界,出现了规模扩张的趋势,致使现有大公司的规模变得更大,跨国扩张的比率正在上升。这一切不仅发生在欧盟内部,世界的其他地区情况也如此。例如:在荷兰,现有 22 家乳品厂中有 13 家是产加销一体化的合作社,其中包括供应本国 80% 牛奶及其制品的三家最大的加工厂;在芬兰,以股份制形式组成的全国联社性质的一体化乳业公司瓦利奥公司,吸收全国 25600 个奶牛户(占全国 80%)参加,在全国设立 33 个加工厂,加工量占全国原奶产量的 77%;在美国,实行一体化的比例也非常高,250 家乳业合作社供应全国约 80% 的牛奶及其制品;在印度,乳业合作社渗透到每一个村(society),在村合作社的基础上设立合作社联合会(unino),在联合会的基础上又设立合作中心(distriectnecter),合作中心的联合组织就是全印度乳业发展局。通过合作社的形式,印度农民不仅从牛奶的生产环节获得利润,也可以从加工、销售环节得到利润。有些发达国家已开始将一体化经营向股份制经营形式发展,即奶农成为股东成员,开始全面关心乳业发展,这种发展趋势具有积极作用。

此外,为充分满足市场的不同需求,发达国家乳产品品种多达 2000 多种,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。

2. 国内乳制品市场

我国乳品消费的总量及人均消费量都呈大幅度增长态势,在乳品消费量快速增长的同时,对乳品品质和种类的要求也不断提高,乳品市场细分将不断强化,如婴儿奶粉一、二、三段,儿童成长奶粉,孕妇奶粉,女士奶粉,中老年舒睡全营养奶粉,减肥奶粉,降脂奶粉等,针对不同地区、不同民族、不同习惯、不同收入、不同爱好、不同身体状况,还将进一步细分市场。同时以质量、信誉和服务为核心的品牌竞争将日益激烈,品牌效应将得到最大限度的发挥。如在液态奶市场,伊利、光明、三元、蒙牛属于领先品牌;在奶粉中低档市场,已打造出了完达山、伊利等全国性品牌。随着市场竞争的日益加剧,乳品加工业的整体实力将不断增强,乳业国际化程度不断提高,中国必将打造出具有国际竞争力的强势品牌。

我国乳制品企业数量众多,但普遍规模偏小,所有企业的总销售额不足美国雀巢一家公司的销售额,在激烈的市场竞争中,无法与国外大公司相抗衡。随着伊利、三元、光明、蒙牛等乳制品企业走上了集团化、规模化的经营道路,拉开了我国乳制品企业兼并重组,向规模化经营发展的序幕。乳制品企业规模化、产业化经营将是我国乳制品业不断发展壮大、走向国际市场的必由之路。

三、乳品科学与技术的概念与范畴

乳品科学与技术(dairy science and technology)是以家畜乳为原料研究其物理、化学性质及各种乳制品加工工艺的一门学科,是食品科学与工程专业中畜产品加工方向的一门重要专业课,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应用技术科学。

乳品科学与技术属于食品科学和工程学范畴,涉及的学科较多,在形成自己的理论体系和学科过程中,与其他学科有着密切的关系。主要包括乳品原料学、乳品化学、乳品加工技术和乳品质量管理等四方面的知识。它是建立在食品化学、食品微生物学、物理化学、工程原理、食品机械、食品分析、营养学等专业基础课知识之上,为学习者能够在乳品加工企业从事乳源管理、乳品检验分析、乳品工艺技术管理、乳品新产品开发、质量安全控制、乳品机械保养与维修等打下良好的理论和操作基础。



复习思考题

1. 乳品科学和技术的概念及范畴。
2. 乳在人类食品中的地位。
3. 国内外乳业发展现状如何?

第一章 乳的概念及乳的形成

第一节 乳的概念

乳是哺乳动物产仔后由乳腺分泌的一种具有胶体特性、均匀的生物学液体,其色泽呈白色或略带黄色,不透明、味微甜、具有特殊香气,它是哺乳动物出生后赖以生长发育的营养丰富、易于消化吸收的完全食物。乳有多种分类方法,在乳品工业上通常按乳的加工性质将乳分为常乳和异常乳2大类。

一、常乳

常乳(normal milk)是指奶牛产犊7天后至干奶期来到之前的乳。它的成分与性质正常,是乳制品生产的原料。

二、异常乳

异常乳(abnormal milk)是指性质不同于常乳的乳,也就是奶牛在泌乳期中,因生理、病理的原因以及其他因素的影响,造成牛乳成分和性质与常乳相异的称为异常乳。

异常乳按生产原因可以分为生理异常乳、化学性异常乳和微生物异常乳等。乳制品质量的关键在于原料乳,异常乳不宜加工使用。异常乳的具体分类如表1-1所示。

表1-1 异常乳分类

| 异常乳的种类 | 异常乳的具体分类 |
|--------|------------|
| 生理异常乳 | 初乳 |
| | 末乳 |
| | 营养不良乳 |
| 化学性异常乳 | 酒精试验阳性异常乳 |
| | 低酸度酒精试验阳性乳 |
| | 冻结乳 |
| | 低成分乳 |
| | 风味异常乳 |
| | 异物混杂乳 |
| | 污染物乳 |
| 微生物异常乳 | 乳房炎乳 |
| | 酸败乳 |
| | 其他致病细菌污染乳 |