



Analysis of Milk and Dairy-products

乳品分析与检验

李 春 主编



化学工业出版社



乳品分析与检验

李 春 主 编



• 北 京 •

《乳品分析与检验》是根据食品安全和乳品卫生分析与检验的要求编写的。本书作为乳品专业本科教学辅助用书,同时也可作为乳品检验员的培训教材。书中参考了大量的食品和乳品的分析和检测方面专业书籍和期刊,寻求较新的、实用的乳品检测技术和方法,使其内容满足企业实际需要,成为沟通理论与实践的桥梁。本书重点介绍了原料乳及乳制品检测和成分分析的方法,使读者能够系统地掌握常规检测方法和技术,为企业生产和科研打下良好的基础,具有广泛的理论意义和实践指导价值。

全书内容包括三大部分。一是乳品基础知识,包括乳样的采集、保存和分析与检验中的材料、原料乳和乳制品概况,SPSS 统计分析软件的应用。二是乳和乳制品的理化、感官、微生物分析与检验,包括乳和乳制品感官评价、液态乳制品质量分析检验、固态乳制品质量分析与检验、乳制品生产原辅料成分分析与检验、乳和乳制品微生物分析与检验、乳制品中营养成分分析检验、乳和乳制品中重金属及农药残留分析检验、功能乳制品中活性成分分析与检验。三是影响原料乳质量因素和现代乳品检测技术。

本书适合食品工程、发酵工程、生化工程等相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

乳品分析与检验/李春主编. —北京: 化学工业出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-122-01625-6

I. 乳… II. 李… III. ①乳制品-食品分析-高等学校-教材②乳制品-食品检验-高等学校-教材
IV. TS252.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 185756 号

责任编辑: 张彦

文字编辑: 焦欣渝

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 张辉

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)

印刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市前程装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 12½ 字数 278 千字

2008 年 2 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

《乳品分析与检验》

编写人员名单

主 编 李 春

参编人员（按汉语拼音排序）

杜 鹏 韩建春 侯俊财

姜瞻梅 刘丽波 马春丽

田 波 郑冬梅

主 审 刘 宁

前 言

乳品工业是食品工业的重要组成部分。牛乳是“最接近完善的食品”，其制品在食品工业中占有重要的地位。世界乳业大国的乳品工业产值均占其食品工业产值 10% 以上，其中美国为 12.4%、法国为 21.9%、德国为 19.1%、英国为 11.8%。乳牛每日需挤乳多次，并且由于牛乳具有鲜活易腐的自然属性，所以需要及时冷却、收集、储运，生产和销售中任何一个环节的不协调都将影响乳及其制品的质量安全。因此，乳制品的安全与质量一直是全球食品行业最为密切关注的公共卫生关键问题之一。

我国目前的乳业与乳制品加工业的产品质量和卫生状况不容乐观。乳中掺假、疫情控制、卫生管理方面的诸多问题，使得乳类食物安全性存在重大隐患。同时，由于缺乏有效的控制和检测技术，乳制品质量安全事件屡屡发生，如空壳奶粉、回收奶、形形色色的掺假乳制品，这些事件严重伤害了消费者对乳制品安全的信任，大大削弱了市场需求。因此，快速制定乳品质量检验检测标准，建立完善的乳品质量安全检测方法，是确保我国乳品行业可持续发展的强制实施手段。

《乳品分析与检验》是根据食品安全和乳品卫生分析及检验的要求编写的。本书可作为乳品专业本科教学辅助用书，同时也可作为乳品检验员的培训教材。书中参考了大量的食品和乳品的分析和检测方面专业书籍和期刊，寻求较新的、实用的乳品检测技术和方法，使其内容满足企业实际需要，成为沟通理论与实践的桥梁。本书重点介绍了原料乳及乳制品检测和成分分析的方法，使读者能够系统地掌握常规检测方法和技术，为企业生产和科研打下良好的基础，具有广泛的理论意义和实践指导价值。

全书内容包括三大部分。一是乳品基础知识,包括乳样的采集、保存和分析与检验中的材料,原料乳和乳制品概况,SPSS 统计分析软件的应用。二是乳和乳制品的理化、感官、微生物分析与检验,包括乳和乳制品感官评价、液态乳制品质量分析检验、固态乳制品质量分析与检验、乳制品生产原辅料成分分析与检验、乳和乳制品微生物分析与检验、乳制品中营养成分分析检验、乳和乳制品中重金属及农药残留分析检验、功能乳制品中活性成分分析与检验。三是影响原料乳质量因素和现代乳品检测技术。

本书共分 11 章,由李春任主编,刘宁教授任主审。参加编写人员分工如下:第一章第一、二、三节由郑冬梅、田波、侯俊财编写;第一章第四节、第二章由侯俊财编写;第三章、第六章由李春编写;第四章、第八章由姜瞻梅编写;第五章、附录由杜鹏编写;第七章由韩建春编写;第九章由马春丽编写;第十章、第十一章由刘丽波编写。李春负责全书的统稿定稿。刘宁教授审阅了编写大纲和内容,提出修改意见,对此表示衷心的感谢!

本书涉及内容繁杂,编写中难免存在缺点,敬请同行专家批评指正,以便使本书在使用中不断完善和提高。

编 者

2008 年 1 月

目 录

第一章 乳品分析与检验基础知识与要求	1
第一节 绪论	1
一、乳品分析与检验的重要性、目的和任务	1
二、乳品分析与检验的方法	3
第二节 乳样的采集、保存和分析与检验材料	5
一、乳样的采集、保存	5
二、分析与检验材料	8
三、分析与检验人员要求	14
第三节 原料乳和乳制品概况	14
一、原料乳基础知识	14
二、热处理对乳的影响	28
三、冷冻对乳的影响	30
四、各乳制品加工工艺	31
第四节 SPSS在乳品分析与检验中应用	54
一、统计分析在乳品分析和检验中的重要意义	54
二、SPSS在乳品上应用实例	55
第二章 影响乳和乳制品质量的因素	65
第一节 牛乳中微生物的污染来源及途径	65
第二节 原料乳中毒素和抗生素	67
一、原料乳中可能被污染的毒素及来源	67
二、牛乳中抗生素残留来源和危害	73
第三节 牛乳房炎与原料奶质量	79
一、乳房炎概述	79
二、目前乳房炎发病情况	80

三、引起乳房炎的因素	80
四、乳房炎诊断方法	81
五、乳房炎的危害	86
第三章 乳和乳制品感官评价	90
第一节 感官评价内容和方法	90
一、视觉与视觉评价	90
二、听觉与听觉评价	91
三、嗅觉与嗅觉评价	92
四、味觉与味觉评价	93
五、触觉与触觉的评价	94
六、口感评价	95
七、感官评价基本要求	95
第二节 原料乳感官评价方法和标准	96
第三节 灭菌乳感官评价方法和标准	97
第四节 巴氏杀菌乳感官评价方法和标准	101
第五节 酸乳感官评价方法和标准	103
第六节 乳粉感官评价方法和标准	104
第七节 炼乳感官评价方法和标准	107
第八节 奶油感官评价方法和标准	110
第九节 硬质干酪感官评价方法和标准	112
第十节 冰淇淋感官评价方法和标准	113
第四章 乳制品生产原辅料成分分析与检验	116
第一节 乳制品添加剂的分析	116
一、甜味剂分析	116
二、酸味剂分析	120
三、防腐剂分析	122
四、增稠剂分析	126
五、着色剂分析	129
六、乳化剂分析	135

七、抗氧化剂分析	140
第二节 乳制品包装材料检验	142
一、包装用塑料成型品的检验	142
二、成型品浸泡液蒸发残渣	144
三、重金属定性分析	144
四、成型品的脱色试验	145
五、包装容器用氯乙烯内壁涂料分析与检验	145
六、包装用纸重金属含量和荧光物质的分析	147
七、陶瓷容器镉含量的分析与检验	149
 第五章 乳和乳制品微生物检验	 151
第一节 乳品中微生物菌落总数的测定	151
第二节 大肠菌群的检验	154
第三节 乳制品中酵母菌和霉菌菌落总数的测定	160
第四节 乳及乳制品中金黄色葡萄球菌的检验	162
第五节 沙门菌属的检验	165
第六节 乳及乳制品中致病性大肠埃希菌的检验	172
第七节 志贺菌属的检验	177
第八节 婴儿乳粉中阪崎肠杆菌的检测	180
第九节 原料乳中黄曲霉毒素的检测	184
第十节 乳及乳制品中芽孢总数及耐热芽孢菌的检测	187
第十一节 乳及乳制品中嗜冷菌的检测	190
第十二节 酸乳中乳酸菌的测定	193
 第六章 乳制品中营养成分分析与检验	 195
第一节 氨基酸的分析	195
一、HPLC 法测定多种氨基酸	195
二、苯丙氨酸的测定	200
第二节 脂肪酸的检验	201
一、HPLC 法	201
二、GC 法	203

第三节 维生素测定	204
一、维生素 A、维生素 C、维生素 E 含量的测定	204
二、维生素 D 含量的测定	211
三、维生素 B ₁ 的测定	212
四、维生素 B ₂ 的测定	215
五、维生素 B ₆ 的测定	217
六、烟酸和烟酰胺的测定	218
七、泛酸的测定	220
第四节 矿物元素的测定	222
一、高锰酸钾滴定法测定钙	222
二、硫氰酸盐光度法测定铁	224
三、二硫脲光度法测定锌	226
四、二乙基二硫代氨基甲酸钠光度法测定铜	228
五、锡的测定	230
六、原子吸收光谱法测定钙、铁、锌、钠、钾、镁、铜和锰 ..	232
七、磷的测定	235
 第七章 乳和乳制品中重金属及农药残留分析与检验	 238
第一节 铅的测定	238
一、二硫脲光度法	238
二、原子吸收光谱法	241
第二节 砷的测定	242
一、砷斑法	242
二、二乙基二硫代氨基甲酸银比色法	244
第三节 汞的检测	246
一、二硫脲光度法	246
二、冷原子吸收法	249
第四节 亚硝酸盐和硝酸盐含量测定	250
一、亚硝酸盐的测定	250
二、镉柱法测定硝酸盐	252
第五节 农药残留量的测定	255

一、气相色谱法测定有机氯残留	255
二、气相色谱法测定有机磷残留	258
第六节 抗生素检测	261
一、TTC 试验	261
二、滤纸圆片法	263
第八章 功能乳制品中活性成分分析与检验	266
第一节 低聚糖的检测	266
一、高效液相色谱法测定乳制品中的低聚果糖含量	266
二、乳制品中乳酮糖的测定	267
第二节 活性脂分析	269
一、总磷脂含量的测定方法	269
二、气相色谱法测定乳粉中的花生四烯酸含量	272
三、EPA 和 DHA 的测定分析	274
第三节 活性蛋白质和活性肽分析	277
一、免疫球蛋白 G(IgG) 含量的测定	277
二、乳铁蛋白含量测定	280
三、乳源降血压肽活性的分析	282
第四节 其他活性成分分析	286
一、牛磺酸含量的测定	286
二、乳酸链球菌素分析	290
第九章 现代乳品分析检验技术	292
第一节 紫外-可见分光光度法	292
第二节 色谱法	297
第三节 原子吸收光谱法	302
第四节 PCR 技术	305
第五节 毛细管电泳技术	309
第十章 液态乳制品质量分析与检验	313
第一节 原料乳质量分析与检验	313

一、感官评价	313
二、新鲜度试验	313
三、乳密度和相对密度的测定	316
四、脂肪的测定	317
五、乳中杂质度的测定	321
六、乳中细菌污染度的测定	323
七、乳中过氧化物酶及磷酸酶试验	324
八、全脂干物质的测定	327
九、微量凯氏定氮法测定蛋白质	328
十、灰分含量的测定	330
十一、异常乳的检测	331
十二、农药残留检测	335
十三、重金属检测	335
十四、黄曲霉毒素 M_1 检测	335
十五、总菌数和致病菌检测	335
第二节 灭菌乳、巴氏杀菌乳与酸乳质量分析与检验	336
一、感官评价	336
二、全脂干物质的测定	336
三、脂肪的测定	336
四、乳糖和蔗糖的测定 (莱因-埃农法)	336
五、蛋白质的测定	341
六、酸度的测定	341
七、重金属的测定	341
八、农药残留的测定	342
九、乳酸菌和总菌数测定	342
第三节 甜炼乳质量分析与检验	342
一、感官评价	342
二、全脂干物质测定	342
三、脂肪的测定	342
四、酸度的测定	342
五、乳糖结晶大小的测定	342

六、蛋白质的测定	343
七、乳糖和蔗糖的测定	343
八、黏度的测定	343
九、粘盖厚度的测定	343
十、钙盐沉淀物(小白点)的测定	344
十一、维生素 A、维生素 B ₁ 、维生素 D 的测定	345
十二、铜、锡、铅的测定	345
十三、农药残留的测定	345
十四、黄曲霉毒素 M ₁ 的测定	346
第四节 淡炼乳质量分析与检验	346
一、感官评价	346
二、脂肪的测定	346
三、乳糖的测定	346
四、全脂干物质的测定	346
五、蛋白质的测定	346
六、酸度的测定	346
七、铜、锡、铅、汞的测定	346
八、农药残留的测定	347
九、黄曲霉毒素 M ₁ 的测定	347
 第十一章 固态乳制品质量分析与检验	 348
第一节 乳粉质量分析与检验	348
一、感官评价	348
二、铁罐密封性的检验	348
三、净重的测定	348
四、水分的测定	349
五、脂肪的测定	349
六、灰分的测定	349
七、蛋白质的测定	349
八、含糖乳粉中糖分测定	350
九、酸度的测定	350

十、溶解度的测定	350
十一、杂质度的测定	351
十二、铅、锌、汞的测定	351
十三、农药残留的测定	352
十四、葡萄糖氧化酶法测定葡萄糖	352
第二节 硬质干酪质量分析与检验	354
一、感官评价	354
二、水分的测定	354
三、脂肪的测定	354
四、蛋白质的测定	354
五、食盐的测定	354
六、农药残留的测定	355
七、汞的测定	355
第三节 冰淇淋质量分析与检验	355
一、感官评价	355
二、全脂干物质的测定	356
三、脂肪的测定	356
四、蛋白质的测定	357
五、酸度的测定	357
六、糖含量的测定	357
七、膨胀率的测定	359
八、砷、铅、铜的测定	360
九、大肠杆菌群的测定	360
第四节 奶油质量分析与检验	360
一、感官评价	360
二、水分的测定	360
三、非脂肪固体的测定	361
四、胆固醇的测定	361
五、酸度的测定	362
六、盐分的测定	363
七、脂肪的测定	363

八、丁酸、乙酸的测定	363
九、汞的测定	365
十、农药残留的测定	365
附录 培养基配方	366
一、细菌、放线菌培养基	366
二、乳酸菌培养基	366
三、酵母菌、霉菌培养基	368
四、食品中微生物检测用培养基	369
五、食品中致病菌检验用培养基	371
六、常用染色液的配制	379
参考文献	381

第一章

乳品分析与检验基础知识与要求

第一节 绪 论

一、乳品分析与检验的重要性、目的和任务

(一) 乳品分析与检验的重要性

随着我国国民经济的不断发展,人民生活水平正在由温饱型向小康型过渡。人们富足的主要标志是生活水平和健康水平的提高,而乳制品的消费水平亦是生活水平提高的重要标志之一。鲜乳富含蛋白质、脂肪、糖类、矿物质、维生素及其他成分,所以它不仅是新生儿天然的全营养食品,也是男女老少皆宜的营养食物。为强壮全民族的身体素质,“十五”期间,国家投入巨资发展乳业。从2001年开始,政府以低息贷款和补贴的方式,投入24亿元扶持液态乳的发展,极大促进我国奶业的发展。从2002年起,科技部又设立了奶业重大专项,用于资助奶业共性关键技术研究及奶业生产技术的集成与示范。2007年,我国开始对养牛户实施饲养补助,这些举措无疑将对我国奶业发展起到关键性作用。

从目前国内奶业的生产与加工情况看,我国奶牛饲养的卫生状况与乳制品加工安全不容乐观。畜禽养殖场的环境条件普遍较差,严重依赖使用抗生素。同时,我国乳牛的农场化养殖水平较低,大部分原料乳(约占80%)是来自众多的乳牛散养户,导致乳质量波动性很大,同时乳中掺假、疫情控制、卫生管理方面存在诸多问题,使得乳类食物安全性存在重大隐患。在乳品安全检测上,乳品

分析与检验具有以下功能：

(1) 严格控制原辅料质量，保证食品质量与安全 原辅料质量好坏直接影响生产和产品质量。要保证原辅料质量符合生产要求，除了经验判断外，必须从原辅料中抽取具有代表性的样品进行分析检验，以保证生产的正常进行和产品质量的安全性。

(2) 掌握生产过程情况和决定工艺条件的依据 生产是否正常，工艺条件是否合适，往往要由分析检验的数据来确定。

(3) 控制产品质量，把好出口关 各类产品都有相应的国家质量标准，产品是否符合质量要求，必须通过分析测定。产品质量的高低，也是一个生产企业技术水平、工艺过程、设备条件好坏的综合标志之一。

(4) 进行经济核算的依据 原辅料的利用率、制酸乳时乳糖的转化率等的计算都直接或间接地需要分析检验的数据。

(5) 进行科学研究工作的手段 为了不断发展产品，探讨新工艺和提高产品质量，生产中需要进行经常性的科学实验，分析检验工作是科学实验中必不可少的手段。通过分析检验，判断产品质量提高的情况，评价新工艺、新设备的使用效果，为新产品的开发提供依据。

(二) 乳品分析与检验的目的和任务

乳品分析和检验是乳品专业的一门专业课，涉及普通化学、有机化学、分析化学、微生物学等基础课程，是一门理论与实践相结合的课程，主要目的和任务是运用分析化学的基础理论、基础知识和基本实验操作技能，对乳与乳制品的原辅料、半成品、成品进行感官评价和理化分析，保证半成品和终产品的卫生符合产品标准，保证消费者的权益。主要通过以下几方面来实现此目的：

(1) 乳品中营养成分的检测 乳品中含有丰富的营养成分，如蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和矿物质元素等。对这些成分的检测是乳与乳制品分析与检验的主要内容。

(2) 乳品中污染物的检测 乳品污染物是指乳品中原有的或加工、贮藏时由于污染混入的、对人体有急性或慢性危害的物质。就