



GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

• 高等职业教育教材 •

乳与乳制品检测技术

RU YU RUZHIPIN JIANCE JISHU

翁鸿珍 主编 高宇萍 袁静宇 副主编



中国轻工业出版社

高等职业教育教材

乳与乳制品检测技术

翁鸿珍 主编

高宇萍 袁静宇 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

乳与乳制品检测技术/翁鸿珍主编. —北京: 中国轻
工业出版社, 2007.9
高等职业教育教材
ISBN 978-7-5019-5340-0

I. 乳... II. 翁... III. ①鲜乳-食品检验-高等
学校: 技术学校-教材 ②乳制品-食品检验-高等学
校: 技术学校-教材 IV. TS252.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 026820 号

责任编辑: 马 妍 责任终审: 滕炎福 封面设计: 刘 鹏
版式设计: 马金路 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵

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: 利森达印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 9 月第 1 版第 2 次印刷

开 本: 720×1000 1/16 印张: 18.5

字 数: 352 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-5340-0/TS·3113

定 价: 30.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 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读者服务部联系调换

70840J4C102ZBW

序

翁鸿珍教授邀我为她的《乳与乳制品检测技术》一书作序,我欣然应约。说心里话,我从事乳品职业技术教育二十几年,手头专业技术书籍真还不少,就乳与乳制品检测技术的资料而言,除了国家颁布的最新标准,真正适用于现代乳品企业检验技术人员使用的系统的指导性文献几乎未见,同事们早有著书的想法,终于在翁教授的带领下完成了心愿,真是可喜可贺!

大凡读书人都爱书,一爱它的装帧,二爱它的内容。我之所以推荐这本书给从事本专业的教师、学生和企业技术人员,是因为它把知识、技术、技能与职业相联系,突出了当今职业类教科书的适用功能。我归纳它的特点主要有:

- 体系完整。知识点、线编排循序渐进,符合认知规律,语言通俗易懂,具有较强的可读性。
- 资料详实。取材来源于典型的现代乳品企业实用技术,引用最新国家标准,贴近生产实际,具有现实指导性和手册的工具性。
- 重视技能。内容选择上考虑了劳动部职业技能鉴定的应知应会要求,实验项目确定与劳动部职业技能鉴定相融通,体现了很强的职业性。

由此可见,作者不但具有扎实的专业功底,还深谙书籍的传道功能。我被他们的辛勤劳动所感动,被他们的敬业精神所感染,由此而序与同行读者共勉,愿作者的妙笔能够点化更多后来者的心灵!

侯建平

2006年元月于塞外包头

前 言

随着乳品行业的蓬勃发展,乳与乳制品的加工已经成为食品行业中非常重要的一项产业,占有越来越重要的地位。根据市场的需要,全国各大、中专及职业院校纷纷开设了乳品专业,培养具有专业技能的人员以适应企业的需要。但与本专业配套的教科书较少,给教师授课及学生学习带来一定的困难,因此编写了本教材。

本教材的编写,实际上是对自己多年来在教学思想、教学内容和教学方法等方面的一次探索性总结。本书以乳与乳制品的检测为主线,从物理、化学、微生物三个角度去讲清概念、理顺脉络、阐述方法,突出“重点、难点、要点”;以国家标准为基础,注意联系实际,对其中重要的内容尽量以自行设计或精选的简明、直观和形象化的图示、表格等形式来表达,从而达到学生加深理解,增强记忆和乐于自学等目的。

本书宜作高等职业院校、高等专科学校的教学用书,也可作为生产一线技术人员的培训教材,一般应将它安排在分析化学课以后学习,考虑到本教材除应具有较强的系统性、先进性、通用性和稳定性外,还应具有较强的独立性,本书除对乳与乳制品的各项检测技术进行阐述外,还加入了乳制品生产中原辅料及食品添加剂的检测技术。希望在选用时视具体情况加以取舍。对于若干描述性的内容,可放手让学生们自学。

本教材在编写过程中,得到了武建新、雒亚洲教授的大力支持和帮助,也得到了蒙牛乳业集团、伊利乳业集团、中国轻工业出版社等有关人员的积极帮助,在此表示衷心感谢,并对引用内容和图片的公开出版书籍的作者表示感谢。

限于编者的学识和水平,书中难免存在不足和错误,望广大师生和同行随时指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一节 乳与乳制品检测技术的内容和作用	(1)
一、乳与乳制品检测技术的内容	(1)
二、乳与乳制品检测技术的作用	(1)
第二节 乳与乳制品检测技术的分析手段及学习方法	(2)
一、感官检验	(2)
二、理化检验	(3)
三、微生物检验	(3)
第三节 乳与乳制品检测技术的发展前景	(4)
第一章 检验的基础知识	(6)
第一节 实验室管理及安全守则	(6)
一、实验室管理	(6)
二、实验室安全守则	(7)
第二节 检验人员的配备及素质要求	(7)
一、检验人员的基本条件	(7)
二、化验室人员的构成	(8)
三、检验人员的素质要求	(9)
第三节 样品的制备	(9)
一、采样	(9)
二、样品的预处理	(12)
复习题	(13)
第二章 乳与乳制品概论	(15)
第一节 生鲜乳的基础知识	(15)
一、乳的概念	(15)
二、乳的分类	(15)
三、乳的物理性质	(16)
四、乳的成分	(19)
五、乳的营养	(24)
第二节 乳制品的分类	(25)
一、消毒乳	(25)

二、酸奶	(26)
三、乳酸菌饮料	(27)
四、干酪	(27)
五、炼乳	(27)
六、乳粉	(27)
七、奶油	(28)
八、冰淇淋	(29)
九、雪糕	(29)
十、雪泥	(30)
复习题	(30)
第三章 乳与乳制品的感官检验	(31)
第一节 感官检验的内容和方法	(31)
一、感官鉴别的优点	(31)
二、感官检验的内容	(32)
三、感官检验中的注意事项	(33)
四、感官鉴别应遵循的原则	(33)
第二节 乳与乳制品的感官检验	(34)
一、乳与乳制品的感官鉴别要点	(35)
二、乳与乳制品的使用原则	(39)
三、影响乳与乳制品质量的因素	(40)
复习题	(41)
第四章 乳与乳制品的理化检验	(42)
第一节 酸度的测定	(42)
一、酸碱滴定法	(43)
二、酒精试验(生鲜牛乳)	(44)
三、煮沸试验(生鲜牛乳)	(45)
第二节 脂肪的测定	(45)
一、哥特里-罗紫法	(45)
二、盖勃氏法	(47)
三、巴布考克法	(48)
四、索泰(HT)抽提法	(48)
第三节 蛋白质的测定	(50)
一、凯氏定氮法测蛋白质(微量凯氏定氮法)	(50)
二、全量凯氏定氮法	(54)
第四节 乳粉中乳糖、蔗糖和总糖测定	(55)

一、乳粉中乳糖的测定(莱因-艾农氏法)	(55)
二、蔗糖的测定	(58)
三、总糖的测定	(60)
第五节 相对密度的测定	(61)
一、仪器	(61)
二、操作方法	(61)
三、计算	(62)
第六节 乳粉水分的测定	(63)
一、测定原理	(63)
二、仪器	(63)
三、操作步骤	(64)
第七节 溶解度的测定	(65)
一、原理	(65)
二、仪器及设备	(65)
三、操作方法	(65)
四、计算公式	(66)
五、注意事项	(66)
第八节 杂质度的测定	(66)
一、原理	(67)
二、仪器及试剂	(67)
三、操作方法	(68)
四、注意事项	(68)
第九节 牛乳掺假检验	(68)
一、牛乳冰点下降的测定	(69)
二、碱性物质的检验	(73)
三、食盐的检测	(75)
四、蔗糖的检验	(75)
五、牛乳中豆浆、豆饼水的检出	(76)
六、人、畜尿的检验	(77)
七、米汤、淀粉类的检验	(77)
八、硝酸盐的检验	(77)
九、亚硝酸盐的检验	(78)
十、牛乳中掺尿素(化肥)的检验	(78)
十一、牛乳中掺洗衣粉的检验	(79)
十二、牛乳中掺石灰水的检验	(79)

十三、小常识	(79)
第十节 灰分的检验	(79)
一、原理	(80)
二、仪器	(80)
三、操作步骤	(80)
四、结果表示	(80)
五、允许差	(80)
第十一节 抗生素的检验	(81)
一、Charm 7600 分析仪测定法	(82)
二、ROSA Tests 法(免疫胶体金检测法)	(83)
三、Copan Test 抗生素检测法(芽孢杆菌试剂盒法)	(89)
四、Beta star 25 抗生素的检测	(91)
五、TTC 法	(92)
复习题	(94)
第五章 乳与乳制品的微生物检验	(95)
第一节 微生物检验的基础知识	(95)
一、接种	(95)
二、分离纯化	(97)
三、培养	(99)
四、消毒灭菌	(101)
五、相关仪器的使用	(105)
第二节 乳中微生物的种类	(107)
一、细菌	(107)
二、酵母	(109)
三、霉菌	(109)
四、噬菌体	(109)
五、体细胞数	(109)
第三节 乳中微生物的来源及存放期间微生物的变化	(110)
一、乳中微生物的来源	(110)
二、鲜乳存放期间微生物的变化	(111)
第四节 大肠菌群检验	(114)
一、相关介绍	(114)
二、设备和材料	(115)
三、培养基和试剂	(115)
四、操作程序	(117)

第五节 菌落总数的测定	(120)
一、菌落总数	(120)
二、设备和材料	(121)
三、培养基和试剂	(121)
四、操作步骤(检验程序)	(121)
五、注意事项	(124)
第六节 芽孢、嗜热芽孢的检验	(124)
一、芽孢总数测定	(124)
二、嗜热芽孢总数测定	(125)
三、嗜冷菌的测定	(126)
第七节 乳酸菌的检验	(127)
一、设备和材料	(127)
二、培养基和试剂	(127)
三、乳酸菌菌落总数的测定	(130)
四、乳酸菌鉴定	(131)
第八节 霉菌、酵母菌的检验	(132)
一、设备和材料	(132)
二、培养基和试剂	(133)
三、检验程序	(133)
四、操作步骤	(134)
五、计算方法	(134)
六、报告	(134)
第九节 沙门氏菌的检验	(135)
一、设备和材料	(135)
二、培养基和试剂	(135)
三、操作步骤	(143)
第十节 志贺氏菌的检验	(155)
一、设备和仪器	(155)
二、培养基和试剂	(155)
三、操作步骤	(157)
第十一节 金黄色葡萄球菌的检验	(160)
一、设备和材料	(160)
二、培养基和试剂	(161)
三、操作步骤	(162)
第十二节 涂沫检验	(164)

一、涂抹操作规程	(164)
二、细菌总数的测定	(164)
三、大肠菌群的测定	(164)
四、芽孢、耐热芽孢检验	(164)
第十三节 商业无菌的检验	(165)
一、设备和仪器	(165)
二、培养基和试剂	(165)
三、检验步骤	(166)
四、结果判定	(168)
复习题	(168)
第六章 仪器分析	(169)
第一节 紫外-可见吸光光度法	(170)
一、紫外-可见吸光光度法概论	(170)
二、光的吸收定律——朗伯-比耳定律	(172)
三、偏离比耳定律的原因	(174)
四、紫外-可见吸光光度计	(175)
五、分光光度计的类型	(179)
六、几种常用的分光光度计	(179)
七、应用实例——乳与乳制品中维生素 B ₁ 的快速测定	(191)
第二节 色谱法	(192)
一、色谱法的基础知识	(192)
二、气相色谱法	(195)
三、高效液相色谱	(204)
第三节 原子吸收光谱法	(210)
一、基本原理	(210)
二、定量分析方法	(214)
三、应用实例——食品中锌的测定	(214)
第四节 电位分析法	(216)
一、电位法(pH计)	(217)
二、电位滴定法	(219)
第五节 全自动乳成分分析仪	(221)
一、测定原理(以银河全自动乳成分分析仪为例)	(223)
二、样品的要求与准备	(223)
三、检测操作步骤	(223)
四、仪器的清洗	(224)

五、仪器的维护	(225)
复习题	(226)
第七章 有害物质的检验	(227)
第一节 汞的测定	(227)
一、原理	(227)
二、试剂	(227)
三、仪器	(228)
四、操作方法	(228)
第二节 铅的测定	(229)
一、火焰原子吸收光谱法(第一法)	(230)
二、二硫脲比色法(第二法)	(231)
第三节 硝酸盐、亚硝酸盐的测定	(234)
一、原理	(234)
二、试剂	(235)
三、仪器	(236)
四、操作步骤	(236)
五、结果表述	(239)
第四节 农药残留的测定	(240)
一、原理	(240)
二、仪器	(240)
三、试剂	(240)
四、操作步骤	(240)
五、注意事项	(240)
复习题	(241)
第八章 乳制品中使用的原辅料及食品添加剂的检验	(242)
第一节 酸味剂的检验	(242)
一、乳酸的检测	(243)
二、柠檬酸的检测	(244)
三、苹果酸含量的检测	(245)
第二节 甜味剂的检验	(246)
一、白砂糖的检测	(246)
二、天门冬酰苯丙氨酸甲酯的检测	(250)
三、安赛蜜的检测	(250)
四、麦芽饴糖的检测	(250)
第三节 增稠剂的检验	(252)

一、海藻酸钠的检测·····	(252)
二、羧甲基纤维素钠的检测·····	(255)
三、小麦粉的测定·····	(256)
第四节 香精的检验·····	(258)
一、水溶性香精的检验·····	(259)
二、油溶性香精的检验·····	(259)
三、乳化香精的检验·····	(259)
四、水油两用香精的检验·····	(260)
第五节 其它原辅料的检验·····	(260)
一、食用玉米淀粉的检测·····	(260)
二、糊精检测·····	(263)
三、大豆色拉油的检测·····	(265)
四、棕榈油的检测(精制羊油和玉米胚芽油测定方法与棕榈油相同)·····	(271)
五、可可粉的检测·····	(276)
六、人造奶油的检测·····	(279)
七、山梨醇的检测·····	(280)
复习题·····	(281)
参考文献·····	(282)

绪 论

基本要求:

1. 了解乳与乳制品检测技术的内容;
2. 了解乳与乳制品检测技术的发展前景。

第一节 乳与乳制品检测技术的内容和作用

乳与乳制品检测技术是乳品工艺与检验专业的一门专业课,它是在学生学习了普通化学、有机化学、分析化学、微生物学之后开设的。本课程是一门理论与实践相结合的课程,主要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、成品进行感官检验和理化检验,使学生较熟练地掌握基本实验操作技能及方法,提高学生的动手能力,并培养学生分析问题、解决问题的能力。

一、乳与乳制品检测技术的内容

(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检测技术的主要内容。

(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。就其性质而言,这些污染物可分为两类:一类是生物性污染,如霉菌毒素;另一类是化学性污染,主要是环境污染。

(3) 乳品中食品添加剂的检测 是指在生产、加工或保存过程中,添加到食品中、期望达到某种目的的物质。食品添加剂本身通常不作为食品来食用,也不一定具有营养价值,但加入后能起到防止食品腐败变质,增强食品色、香、味的作用,因而在乳品加工中作用十分广泛。

二、乳与乳制品检测技术的作用

(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、制酸奶时乳糖的转化率等的计算都直接或间接的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。

第二节 乳与乳制品检测技术的分析手段及学习方法

不同的乳制品含有的成分不一样,检测的项目不一样,而且要求的各项指标也不一样,所以,我们必须针对不同的乳制品选择正确的方法,这样才能得到准确的数据,才能真实的反映结果。乳与乳制品检测技术作为一种具体食品的检验,主要包含感官检验、理化检验、微生物检验三个方面。

一、感 官 检 验

感官检验主要从视觉、嗅觉、味觉、听觉和触觉五个方面进行检验。

(1) 视觉检验 通过观察乳品的外观形态、颜色光泽、组织状态等,来评价产品的品质(如新鲜程度,有无不良改变)。

(2) 嗅觉检验 通过人的嗅觉感官检验乳品的风味,进而评价产品质量的方法。

(3) 味觉检验 利用人的味觉器官,通过品尝样品的滋味和风味,从而鉴别产品品质优劣的方法,是用来识别是否酸败、发酵的重要手段。

(4) 听觉检验 凭借人体的听觉器官对声音的反应来检验产品品质的方法。

(5) 触觉检验 通过被检样作用于鉴定者的触觉器官所产生的反应来评价产品品质的一种方法。

感官检验方法简单、实用,且多数情况下不受时间地点的限制。但判断的准确性与检验者的感觉器官的敏感程度和实践经验密切相关。

二、理化检验

根据测定的原理操作方法等的不同,理化检验又可分为物理分析、化学分析、仪器分析三类。

1. 物理分析法

通过对被检测样品的某些物理性质如温度、折射率、旋光度、沸点、透明度等的测定,可间接求出样品中某种成分的含量,进而判断被检样品的纯度和品质。

2. 化学分析法

化学分析法是以物质的化学反应为基础的分析方法,主要包括重量分析法和滴定分析法两大类。化学分析法适于常量组分的测定,所用仪器设备简单,测定结果较为准确,是乳与乳制品检测技术中应用最广泛的方法。重量分析法包括气化法、萃取法、沉淀法和电解法;滴定分析法包括酸碱滴定、配位滴定、沉淀滴定和氧化还原滴定。

3. 仪器分析法

仪器分析法是以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法。这类方法需要借助较特殊的仪器。常用的方法有下面几种:

(1) 光学分析法 根据物质的光学性质所建立的分析方法,主要包括吸收光谱法、发射光谱法、原子吸收分光光度法和荧光分析法。

(2) 电化学分析法 根据物质的电化学性质所建立的分析方法,主要包括电位分析法、电导分析法、电流滴定法、库仑分析法、伏安法和极谱法。

(3) 色谱分析法 是一种重要的分离富集方法,可用于多组分混合物的分离和分析,主要包括气相色谱法、液相色谱法及离子色谱法。

三、微生物检验

微生物检验主要是对乳与乳制品在生产过程中污染微生物的情况进行检测与监测,以保证乳与乳制品的可食用性和安全性。

目前最常用的微生物分析的方法主要是传统的微生物分析检测方法,传统的分析方法由于需要培养过程,所以整个检测的过程耗时较长。但随着社会的进步与分析手段的改进,微生物的分析方法以从传统的分析方法向专用仪器分析的方向发展。如新型生物细胞分析仪器的成功研制,改变了传统的微生物分析检测方法,可广泛用于细胞活性测定、菌种筛选与菌种的质量评估分析等。对提高产品质量和效益有着重要的意义。如利用生物发光法研制的新型微生物数量检测技术,是利用 APT 生物发光技术测出 APT 含量后,即可推算出样品中的含菌量,整个过程仅为十几分钟。由于生物发光法无需

培养过程,操作简便,灵敏度高,在短时间内即可得到检测结果,因此具有其它微生物检测方法无可比拟的优势。传统方法检测食品中的大肠杆菌既耗时又费事。而一种能快速检测食品中致病大肠杆菌的手持检测装置的出现为大肠杆菌的检测提供了方便且快速的分析方法。这种装置可在 10min 内令致病大肠杆菌“原形毕露”,在浓度为每毫升 4 个大肠杆菌细胞的食物样本中仍能发现“目标”。灵敏度高且使用方便,消费者能借助它轻松了解食品安全性。

第三节 乳与乳制品检测技术的发展前景

随着科学技术的进步与发展,乳与乳制品检测技术越来越多地借助于各类精密仪器对乳及乳制品进行全方位、多项目的检测,既节省了人力又提高了精准度。现代分析仪器的基本组成可概括为四个单元:样品处理单元、组分分离单元、组分检测单元、检测信号处理和显示单元,其中分离技术和检测方式是影响分析仪器发展的两个关键问题。一方面科技领域对分析仪器不断提出更高的要求;另一方面随着科学技术的发展,又大大推动了分析仪器的快速更新,分析仪器的发展趋势主要有以下几点。

1. 向多功能、自动化、智能化方向发展

以色谱仪为例,当前气相色谱仪的制作工艺已达全新水平,由于微机的使用,仪器对温度、压力、流量的控制已全部实现自动化,由计算机键盘输入操作参数,仪器就可正常运行。如气相色谱仪、高压液相色谱仪、质谱仪等,可以同时测定多种有机组分,如酒精、双乙酰等,原子吸收分光光度计可以测定多种金属或非金属的含量,且准确度高,分析迅速快捷,但仪器的价格高。

2. 向专用型、小型化方向发展

在牛乳的原乳检测中使用的全乳分析仪,可以一次分析样品中的多种成分,如蛋白质、脂肪、水分、非脂乳固体等。每个样品分析速度仅需 45s~3min,准确度很高。

3. 向多维分离仪器方向发展

气相色谱仪、高效液相色谱仪、超临界流体色谱仪和毛细血管电泳仪已在相对分子质量、沸点、热稳定性中发挥了重要作用,但随着分析任务复杂性的增加,只用一种分离方法已不能完全分离。从 20 世纪 70 年代中期首先出现了二维气相色谱技术,它可再进行一次色谱分析的过程,获得双重分析信息。在 80 年代中期又发展了二维高效液相色谱和二维超临界流体色谱技术,他们都显示出超强的分离能力。

4. 向联用分析仪器方向发展