

★ 国家示范性高等职业院校建设项目特色教材 ★

乳制品

加工与检测技术

李晓红 主编

冯永谦 主审

RUZHIPIN
JIAGONG YU JIANCE JISHU



化学工业出版社

★国家示范性高等职业院校建设项目特色教材★

乳制品

加工与检测技术

李晓红 主编

冯永谦 主审

RUZHIPIN
JIAGONG YU JIANCE JISHU



化学工业出版社

·北京·

本教材基于乳制品加工与检测的工作过程,融食品加工原理、分析检测、加工技术于一体,针对乳制品加工过程的岗位需要,以培养学生具备原料乳验收、乳制品加工以及乳制品成品品质分析的综合岗位能力为目标,依据典型产品确立了原料乳的验收及预处理、液态乳的加工及检测、乳粉的加工及检测、酸奶的加工及检测、冷饮的加工及检测、奶油的加工及检测、炼乳的加工及检测、干酪的加工及检测、干酪素的加工及检测 9 个工作项目,并依据不同的生产工艺设计了 20 个工作任务。本教材所涉及的加工过程与企业的加工工艺流程和技术要求相一致,并融合了部分国内外先进技术;依据国家标准确定乳制品检测内容,按照标准规定的检测项目和方法设计工作任务。

本书适用于高职食品加工技术、农畜特产品加工、食品分析与检验等专业,亦可作为食品生产企业、食品科研机构有关人员的培训教材和参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

乳制品加工与检测技术/李晓红主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 10
国家示范性高等职业院校建设项目特色教材
ISBN 978-7-122-12556-9

I. 乳… II. 李… III. ①乳制品-食品加工-高等职业教育-教材②乳制品-食品检验-高等职业教育-教材
IV. TS252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 209677 号

责任编辑: 李植峰
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 李 瑾
装帧设计: 史利平

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13 1/2 字数 331 千字 2012 年 1 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: 27.00 元

版权所有 违者必究

黑龙江农业经济职业学院 国家示范性高等职业院校建设项目特色教材编审委员会

主 任 孙绍年

副主任 张季中 姜桂娟

委 员 孙绍年（黑龙江农业经济职业学院）
张季中（黑龙江农业经济职业学院）
姜桂娟（黑龙江农业经济职业学院）
杜广平（黑龙江农业经济职业学院）
李国政（黑龙江农业经济职业学院）
冯永谦（黑龙江农业经济职业学院）
王久田（北大荒集团海林农场）
柴永山（黑龙江省农科院牡丹江分院）
于桂萍（黑龙江农业经济职业学院）
张春风（黑龙江农业经济职业学院）
徐 军（黑龙江农业经济职业学院）
潘长胜（牡丹江市农业技术推广总站）
栾居科（黑龙江九三油脂集团）
胡宝坤（黑龙江农业经济职业学院）
薛永三（黑龙江农业经济职业学院）
计国胜（黑龙江省完达山乳业股份有限公司）
闫瑞涛（黑龙江农业经济职业学院）
韩瑞亭（黑龙江农业经济职业学院）

《乳制品加工与检测技术》编写人员

主 编 李晓红

副 主 编 杨 静 王菲菲 隋春光

编写人员 (按姓名汉语拼音排列)

迟 涛 (黑龙江省乳品技术开发中心)

郭庆峰 (上海市光明奶酪黄油有限公司)

李晓红 (黑龙江农业经济职业学院)

隋春光 (黑龙江农业经济职业学院)

王菲菲 (黑龙江农业经济职业学院)

杨 静 (黑龙江农业经济职业学院)

主 审 冯永谦 (黑龙江农业经济职业学院)

编写说明

黑龙江农业经济职业学院 2008 年被教育部、财政部确立为国家示范性高等职业院校立项建设单位。学院紧紧围绕黑龙江省农业强省和社会主义新农村建设需要,围绕农业生产(种植、养殖)→农产品加工→农产品销售链条,以作物生产技术、畜牧兽医、食品加工技术、农业经济管理 4 个重点建设专业为引领,着力打造种植、养殖、农产品加工、农业经济管理四大专业集群,从种子入土到餐桌消费、从生产者到消费者、从资本投入到资本增值,全程培养具有爱农情怀、吃苦耐劳、务实创新的农业生产和服务第一线高技能人才。

四个重点建设专业遵循“融入多方资源,实行合作办学、融入行业企业标准,对接前沿技术、融入岗位需求,突出能力培养、融入企业文化,强化素质教育”的人才培养模式改革思路和“携手农企(场)、瞄准一线、贴近前沿;基于过程、实战育人、服务三农”的专业建设思路,与农业企业、农业技术推广部门和农业科研院所实施联合共建:共同设计人才培养方案、共同确立课程体系、共同开发核心课程、共同培育农业高职人才;实行基地共建共享、开展师资员工交互培训、联合开展技术攻关、联合打造社会服务平台。

专业核心课程按照“针对职业岗位需要、切合区域特点、融入行业标准、源于生产活动、高于生产要求”的原则构建教学内容,选取典型产品、典型项目、典型任务和典型生产过程,采取“教师承担项目、项目对接课程、学生参与管理、生产实训同步”的管理模式,依托校内外生产性实训基地,实施项目教学、现场教学和任务驱动等行动导向的教学模式,让学生“带着任务去学习、按照标准去操作、履行职责去体验”,将“学、教、做”有机融为一体,有效培植学生的应聘岗位职业能力和素质。

学院成立了示范院校建设项目特色教材编审委员会,编写《果树栽培技术》、《山特产品加工与检测技术》、《农村经济》、《猪生产与疾病防治》等 4 个系列 20 门核心课程特色教材,固化核心课程教学改革成果,与兄弟院校共同分享我们课程建设的收获。系列教材编写突出了以下三个特点:一是编写主线清晰,紧紧围绕职业能力和素质培养设计编写项目;二是内容有效整合,种植类教材融土壤肥料、植物保护、农业机械、栽培技术于一体,食品类教材融加工与检测于一体,养殖类教材融养、防、治于一体;三是编写体例创新,设计了能力目标、任务布置、知识准备、技能训练、学生自测等板块,便于任务驱动、现场教学模式的实施开展。

黑龙江农业经济职业学院
国家示范性高等职业院校建设项目特色教材编审委员会
2010 年 11 月

前 言

乳制品是除母乳外营养最为均衡的食品，其中包含了人体生长发育和保持健康的几乎全部营养成分。人均乳制品消费量是衡量一个国家人民生活水平的主要指标之一。我国乳制品工业改革开放后飞速发展，是增长最快的重要产业之一，也是推动第一、第二、第三产业协调发展的重要战略产业。黑龙江省作为畜牧业大省，为乳制品工业的发展提供了充足的原料。

乳制品加工与检测技术是国家示范性高等职业院校建设项目重点建设专业食品加工技术专业的核心课程。本课程基于乳制品加工与检测的工作过程，融食品加工原理、分析检测、加工技术于一体，针对乳制品加工过程的岗位需要，以培养学生具备原料乳验收、乳制品加工以及乳制品成品品质分析的综合岗位能力为目标。按照“以岗位定能力、以能力定内容、以内容定教法、以流程定环节”的课程设计思路，探索出了“课堂、车间、实训室一体化”教学模式。

本书由黑龙江农业经济职业学院专任教师和企业技术人员共同编写完成。在调研分析的基础上，根据黑龙江省乳制品加工企业所生产各类乳制品的数量，对不同种类的乳制品进行排序，依据典型产品确立了9个工作项目，并依据不同的生产工艺设计了20个工作任务。本教材所涉及的加工过程与企业的加工工艺流程和技术要求相一致，并融合了部分国内外先进技术；依据国家标准确定乳制品检测内容，按照标准规定的检测项目和方法设计工作任务。考虑到学生毕业后可以作为参考书使用，本书内容略多一些，教师可在教学过程中根据实际情况和教学学时数进行取舍，部分内容可作为拓展项目，用于学生自学。本书适用于高职食品加工技术、农畜特产品加工、食品分析与检验等专业，亦可作为食品生产企业、食品科研机构有关人员的培训教材和参考书。

本教材由李晓红担任主编，杨静、王菲菲、隋春光担任副主编，郭庆峰和迟涛作为本书的技术顾问，也参与了部分内容的编写。具体编写分工为：杨静编写项目一、项目二，李晓红编写项目三、项目七、项目八，隋春光编写项目四、项目五，王菲菲编写项目六、项目九。全书由李晓红统稿，由冯永谦教授主审。在编写过程中，本书涉及的外文数据及资料得到了黑龙江农业经济职业学院基础部外语教研室陈冠男老师的帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编写人员的水平和经验有限，书中疏漏之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2011年8月

目 录

项目一 原料乳的验收及预处理	1
任务一 牛乳收购现场检验	1
任务二 牛乳的实验室检验	9
任务三 原料乳预处理过程	30
项目二 液态乳的加工及检测	38
任务一 巴氏消毒乳的加工及检测	39
任务二 UHT 奶的加工及检测	59
项目三 乳粉的加工及检测	70
任务一 全脂加糖乳粉的加工及检测	70
任务二 婴儿配方乳粉的加工及检测	85
任务三 速溶乳粉的加工及检测	93
项目四 酸奶的加工及检测	99
任务一 搅拌型酸奶的加工及检测	99
任务二 凝固型酸奶的加工及检测	110
项目五 冷饮的加工及检测	114
任务一 奶油冰淇淋的加工及检测	114
任务二 雪糕的加工及检测	132
项目六 奶油的加工及检测	136
任务一 新鲜奶油的加工及检测	136
任务二 酸性奶油的加工及检测	150
任务三 重制奶油的加工及检测	153
项目七 炼乳的加工及检测	157
任务一 甜炼乳的加工及检测	157
任务二 淡炼乳的加工及检测	171
项目八 干酪的加工及检测	178
任务一 天然干酪的加工及检测	178
任务二 融化干酪的加工	194
项目九 干酪素的加工及检测	202
任务 盐酸干酪素的加工及检测	202
参考文献	207

项目一 原料乳的验收及预处理

乳制品作为一种营养丰富、全面理想的食品，在许多国家占有十分重要的地位，国际上也往往把乳制品的消耗量作为衡量一个国家人民生活水平高低的指标，对乳制品的消费给予高度的评价，并加以引导和鼓励。在我国，乳业是一个新兴的产业，随着国民经济的发展，人民生活水平的提高，乳制品逐渐成为人民生活必需的食品。随着畜牧业技术的引进和推广，乳业获得了很快的发展。乳制品的加工和销售都具有相当的基础和规模，对于满足市场供应、向人们提供营养丰富的保健食品和促进畜牧业的发展都起到了越来越重要的作用。

我国乳制品消费的主要品种是液态乳、酸乳和乳粉，此外还有少量的干酪、奶油、冰淇淋、雪糕、炼乳等乳制品。在品牌、品种和花色等方面也有了长足的进步，乳制品市场越来越丰富，广大消费者的选择余地越来越大。乳制品的市场与过去相比有了很大的发展，而生产乳制品的原料乳（在乳品工业上将未经任何处理的生鲜牛乳称为原料乳）的质量将直接影响其产品的质量，只有优质的原料乳才能保证生产出优质的产品。为了保证原料乳的质量，必须准确地掌握原料乳的质量标准和验收方法，了解影响原料乳质量的因素。如果原料乳的质量控制不当，很有可能在生产过程中或者加工后产品贮藏过程中出现严重的质量问题。因此，原料乳的验收、分析原料乳的品质就显得特别重要。原料乳主要有感官检验、理化指标检验、微生物检验三个方面。

原料乳经过验收后需经预处理，预处理的目的是：①除去乳中的机械杂质并减少微生物；②降低温度，抑制细菌的繁殖。

任务一 牛乳收购现场检验

牛乳是一种营养价值较高的食品，也非常适合于各种微生物的繁殖。制造优质的乳制品，必须选用优质原料。因此，为了获得优质的原料乳，保证乳制品的质量，对原料乳进行现场检验是非常重要的，是保证乳制品质量的关键步骤。我国原料乳的现场检验是以感官检验为主，辅以部分理化检验，如相对密度、酒精试验等。



能力目标

1. 学会牛乳现场检验的理论和检验操作知识。
2. 能掌握牛乳收购现场感官检验及部分理化检验操作技术。
3. 能根据现场检验的结果进行牛乳品质的正确判断。
4. 能根据相关的知识处理在牛乳现场收购中出现的问题并提出解决方案。



知识目标

1. 能够掌握牛乳的相关基础理论知识。

2. 熟练掌握牛乳现场收购检验的操作程序及操作方法。
3. 掌握牛乳质量检测的理论知识。
4. 掌握牛乳现场检验步骤的操作要点。



知识准备

一、乳的定义和分类

(一) 乳的定义

乳是哺乳动物分娩后由乳腺分泌的一种具有胶体特性、均匀的生物学液体。其色泽呈乳白色或稍带有微黄色,不透明,味微甜并具有香气。牛乳含有牛犊生长发育所必需的全部营养成分,它是牛犊赖以生长发育的最易于消化吸收的完全食物。

收购的生鲜牛乳系指从正常饲养的、无传染病和乳房炎的健康母牛乳房内挤出的常乳。

(二) 乳及异常乳的定义和分类

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两大类。

乳牛产犊后 7d 至干奶期前所分泌的乳汁称为常乳。通常,乳牛产后要 30d 左右乳成分才趋于稳定。常乳通常是用来加工乳制品的原料乳。

异常乳是当牛受到饲养管理、疾病、气温以及其他各种因素的影响时,乳的成分和性质往往发生变化,这时与常乳的性质有所不同,也不适用于加工优质的产品,这种乳称为异常乳。

异常乳分为生理异常乳、化学异常乳、微生物污染乳及病理异常乳等几类。

化学异常乳是指由于乳的化学性质发生变化而形成的异常乳。包括酒精阳性乳、低成分乳、风味异常乳、混入杂质乳等。

生理异常乳是由于生理因素的影响,而使乳的成分和性质发生改变。主要有初乳、末乳以及营养不良乳。

初乳是指乳牛分娩 7d 内采集的乳汁。初乳中干物质含量较高,脂肪、蛋白质特别是乳清蛋白质含量高,乳糖含量少,灰分含量高。初乳中含铁量为常乳的 3~5 倍,铜含量约为常乳的 6 倍。

末乳是指乳牛一个泌乳期结束前 1 周所分泌的乳。末乳的成分与常乳也有明显的差别。末乳中除脂肪外,其他成分均比常乳高,略带苦而微咸味,酸度降低,因其中脂酶含量增高,所以带有油脂氧化味。末乳 pH 达 7.0 左右,细菌数达 $250 \times 10^4/\text{mL}$,氯浓度为 0.16% 左右。这种乳不适合作为乳制品的原料乳。

营养不良乳是指饲料不足、营养不良的乳牛所产的乳,这种乳对皱胃酶几乎不凝固,所以这种乳不能制造干酪。当喂以充足的饲料、加强营养之后,牛乳即可恢复正常,对皱胃酶即可凝固。

微生物污染乳是指原料乳被微生物严重污染产生异常变化的乳。由于挤乳前后的污染、器具的洗涤杀菌不完全或不及时冷却等原因,使鲜乳被大量微生物污染,导致鲜乳中的细菌数大幅度增加,以致不能用作加工乳制品的原料,而造成浪费和损失。另外,即使有冷冻设备的工厂,贮乳罐的材料、结构(洗涤的难易)、冷却的性能(例如从 32℃ 的鲜乳冷却到 4℃ 的时间和这一期间质量的变化)、搅拌性能(脂肪率的分布情况)、耐久性、倾斜度也对贮藏期间的乳质有很大影响。尤其要重视的是低温菌,微生物的繁殖对乳质量的影响很大。

微生物污染乳中酸败乳是由乳酸菌、丙酸菌、大肠杆菌、小球菌等造成的,导致牛乳酸

度增加,稳定性降低;黏质乳是嗜冷、明串珠菌属等造成,常导致牛乳黏质化、蛋白质分解;着色乳是嗜冷菌、球菌类、红色酵母引起,使乳色泽黄变、赤变、蓝变;异常凝固分解乳由蛋白质分解菌、脂肪分解菌、嗜冷菌、芽孢杆菌引起,导致乳脓化、碱化和脂肪分解臭及苦味的产生;细菌性异常风味乳由蛋白质分解菌、脂肪分解菌、嗜冷菌、大肠菌引起,导致乳产生异臭、异味;噬菌体污染乳由噬菌体引起,主要是乳酸菌噬菌体,常导致乳中菌体溶解、细菌数减少。

二、乳的物理性质

乳的物理性质是鉴定牛乳品质的重要指标,也是合理安排乳制品加工工艺流程的重要依据。主要包括乳的色泽、相对密度、酸度、冰点和沸点、滋味和气味等。

(一) 色泽

新鲜正常的牛乳呈不透明的白色并稍呈淡黄色,这是乳的基本色调。乳的色泽是乳中酪蛋白胶粒及脂肪球对光的不规则反射的结果。

在波长为 578nm 时,牛乳的反射光量约 70%,较脱脂乳少,较均质乳多,透射的有效深度为 24mm,在该深度内受到照射的维生素 B₂、维生素 B₆、维生素 C 等会有损失。

牛乳的折射率由于有溶质的存在而比水的折射率大,因此在全乳脂肪球的不规则反射影响下,不易正确测定。由脱脂乳测得的较准确的折射率为 $n_D^{20} = 1.344 \sim 1.348$,此值与乳固体的含量有一定比例关系,以此可判定牛乳是否掺水。

(二) 滋味和气味

乳中含有挥发性脂肪酸及其他挥发性物质,所以牛乳带有特殊的香味,这些物质是牛乳滋味、气味的主要构成成分。这种香味随温度的高低而异,乳经加热后香味强烈,冷却后减弱。牛乳除固有的香味之外,还很容易吸收外界的各种气味。所以,挤出的牛乳如在牛舍中放置时间太久,会带有牛粪味或饲料味;与鱼虾放在一起会有鱼虾味;贮存器不良时则产生金属味;消毒温度过高则产生焦糖味。所以每一个处理过程都必须保持周围环境的清洁,以避免各种因素的影响。

新鲜纯净的乳滋味稍甜,这是由于乳中含有乳糖。因乳中含有氯离子而稍带咸味;常乳中的咸味因受乳糖、脂肪、蛋白质等调和而不易觉察,但异常乳如乳房炎乳中氯的含量较高,故有浓厚的咸味。

三、牛乳现场验收

为了保证原料乳的质量,必须准确地掌握原料乳的质量标准和验收方法,了解影响原料乳质量的因素。我国牛乳的现场检验以感官检验为主,辅以部分理化检验,如相对密度、酒精度、掺假检验等。方法要求快速。

(一) 乳的取样

乳的取样是指从大型容器或小型容器中,取得具有代表性样品的生乳及消毒乳取样的方法。样品的采取必须由公认的、具有一定技术的代理人进行。该代理人必须无传染性疾病。样品应附有负责取样者签名的报告书,该报告书应详细记载取样的场所、货主、日期、时间、取样者和到场者的姓名及职称,必要时还应包括包装形式、大气温度、湿度、取样器具的灭菌方法、样品防腐剂添加与否及有关的特殊情况。

各样品必须贴上标签并密封之,必要时还要写明样品的重量。样品采取后必须 24h 内,迅速送往试验室进行检验。检验细菌的样品采样后应立即于 4℃ 下冷藏,并于 18h 内送到试验室进行检验;如无冷藏设备,必须于采样后 2h 内进行检验。

化学分析用样品采样所用器具及样品容器都必须清洁干燥。细菌检验用的取样器具必须清洁灭菌,灭菌方法应根据不同材质容器,采用不同的灭菌法。在 170℃ 高温热气中保持 2h (能在无菌条件下放置更好)。在 120℃ 蒸汽 (高压锅) 中保持 15~20min (能在无菌条件下放置更好)。在 100℃ 开水中浸泡 1min (器具立即使用)。在 70% 酒精中浸泡,使用之前再用火焰烧去酒精。取样容器以玻璃材料、不锈钢和某些塑料制品为好,须配合合适的橡胶塞、塑料塞或螺旋塞盖紧。使用橡胶塞时,须用不吸附的无臭物质 (例如某种塑料) 套好盖在容器上,也可用合适的塑料袋。

小型容器取样,应该用密封完整的容器的内容物作为样品。化学分析的鲜乳样品,可加适量对分析没有影响的防腐剂,并在标签和报告中注明。细菌和感官检验用的样品不得使用防腐剂,但必须保存在 0~5℃ 冷藏容器中,运输途中也不可超过 10℃,并须防止日光直射。

大容器取样前,应上、下持续搅拌 25 次以上,直至充分混匀,然后直接用长柄匙取样。检验前,无论是理化质量检验或卫生质量检验,所有生奶及消毒奶样品由冷藏处取出后均须升温至 40℃,剧烈颠倒上下摇荡,使内部脂肪完全融化并混合均匀后,再降温至 20℃,用吸管取样进行检验。

(二) 感官检验

食品感官检验是通过人的感觉器官,即味觉、嗅觉、视觉、触觉,以语言、文字、符号作为分析数据对食品的色泽、风味、气味、组织状态、硬度等外部特征进行评价的方法。其目的是为了评价食品的可接受性和鉴别食品的质量。感官检验是与仪器分析并行的重要检测手段。

按感官检验时所利用的感觉器官不同,感官检验可分为视觉检验、嗅觉检验、味觉检验和触觉检验。

① 视觉检验不宜在灯光下进行,因为灯光会给食品造成假象,给视觉检验带来错觉。

② 嗅觉是辨别各种气味的基本感觉,人的嗅觉非常灵敏,有的用一般方法和仪器不能检测出来的轻微变化,用嗅觉检验可以发现。气味是食品中散发出来的挥发性物质,它受温度的影响较大,温度低时挥发慢,气味轻;反之则气味浓。因此在进行嗅觉检验时,可把样品稍加热,或取少量样品放在洁净的手掌上摩擦,再嗅觉检验。嗅觉器官长时间受气味浓的物质刺激会疲倦,灵敏度降低,因此,检验时应按轻气味到浓气味的顺序进行,检验一段时间后,休息一会儿。

③ 味觉检验的最佳温度为 20~40℃。味觉检验前不要吸烟或吃刺激性较强的食物,以免降低感觉器官的灵敏度。检验时取少量被检验食品放入口中,细心品尝,然后吐出 (不要咽下),用温水漱口,若连续检验几种样品,应先检验味淡的,后检验味浓的食品,且每品尝一种样品后,都要用温开水漱口,以减少相互影响。对已有腐败迹象的食品,不要进行味觉检验。

④ 触觉检验主要借助于手、皮肤等器官的触觉神经来检验某些食品的弹性、韧性、紧密度、稠度等,以鉴别其质量。

进行感官检验时,通常先进行视觉检验,在进行嗅觉检验,然后进行味觉检验及触觉检验。

(三) 乳的密度与相对密度

乳的密度是指一定温度下单位体积的质量,而乳的相对密度主要有两种表示方法:①以 15℃ 为标准,指在 15℃ 时一定容积牛乳的质量与同容积、同温度水的质量之比 d_{15}^{15} ,正常乳

的比值平均为 $d_{15}^{15}=1.032$ ；②指乳在 20°C 时的质量与同容积水在 4°C 时的质量之比 d_4^{20} ，正常值平均为 $d_4^{20}=1.030$ 。两种比值在同温度下，其绝对值相差甚微，后者较前者小 0.002。乳品生产中常以 0.002 的差数进行换算。

乳的相对密度在挤乳后 1h 内最低，其后逐渐上升，最后可大约升高 0.001，这是由于气体的逸散、蛋白质的水合作用及脂肪的凝固使容积发生变化的结果。故不宜在挤乳后立即测试相对密度。

测定牛乳的相对密度通常采取比重计（或称乳稠计、乳汁计）。测定范围为 1.015～1.045。在乳稠计上刻有 15～45 的刻度，以度来表示。如刻度读数为 30，即相当于相对密度 1.030。乳稠计有两种：一种为 $15^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ 乳稠计（又称为比重乳稠计），另一种是 $20^{\circ}\text{C}/4^{\circ}\text{C}$ 乳稠计（又称密度乳稠计），如将后者读数换算为前者读数，则在后者读数上加 2 即得。

相对密度与密度乳稠计的读数两者之间可用下式表示：

$$X=(d_4^{20}-1.000)\times 1000$$

式中 X ——密度乳稠计的读数；

d_4^{20} ——相对密度。

乳稠计具体操作与比重计使用方法相同，要注意向量筒倒牛乳时防止产生气泡，将乳稠计放入量筒中要静止 1～3min，稳定后读取牛乳液面上的刻度。但要注意牛乳温度不是 20°C 时，要校正，需要用温度计量取牛乳的温度，如果温度比 20°C 高出 1° ，要在得出的乳稠计读数上加 0.2° ，如果牛乳温度低于 20°C 时，每低 1° ，需减去乳稠剂读数 0.2° ，也可以查表得出。

例：温度 16°C 时测得密度乳稠计读数为 31° ，则 20°C 时的相对密度应该为多少？

解： 20°C 密度乳稠计的读数 $X=31^{\circ}-0.2(20-16)=32-0.8=30.2^{\circ}$

$$20^{\circ}\text{C} \text{ 的密度 } d_4^{20}=1+30.2/1000=1.0302 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

对于读出的乳稠计数值不是整数时，可查表。查表时要注意，有 15°C 时的度数换算表，也有 20°C 时的度数换算表，因为前面讲过 $20^{\circ}\text{C}/4^{\circ}\text{C}$ 测出的数值比 $15^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ 低 2° ，所以查表时应注意温度。



质量标准及检验

将学生进行随机分组，以组为单位进行，分工合作共同完成任务。每小组在课前自主完成相关知识准备，课上按照任务实施方案完成工作任务。牛乳收购现场检验的质量标准及检验方法如下。

一、感官检验

按表 1-1 进行。

表 1-1 感官要求

项目	要 求	检 验 方 法
色泽	呈乳白色或微黄色	取适量试样置于 50mL 烧杯中，在自然光下观察色泽和组织状态。闻气味，用温开水漱口，品尝滋味
滋味、气味	具有乳固有的香味，无异味	
组织状态	呈均匀一致液体，无凝块、无沉淀、无正常视力可见异物	

二、相对密度的测定

指标要求和检验方法参照表 1-2。

表 1-2 相对密度要求

项 目	指 标	检 验 方 法
相对密度	≥ 1.027	GB 5413.33

(一) 仪器和设备

(1) 密度计 (乳稠计) 20℃/4℃。

(2) 玻璃圆筒或 200~250mL 量筒 量筒高度应大于密度计的长度, 其直径大小应使在沉入密度计时其周边和圆筒内壁的距离不得小于 5mm。

(3) 温度计 0~100℃。

(二) 分析步骤

将牛乳样品升温至 40℃, 上下颠倒摇荡, 混合均匀后, 并调节温度为 10~25℃ 的试样, 小心地注入玻璃量筒中, 勿使其产生气泡并测量试样温度。小心将密度计放入试样中到相当刻度 30° 处, 然后让其自然浮动, 但不能使它与量筒壁接触。等乳稠计静止 2~3min 后, 眼睛平视生乳液面的高度, 读取数值。由于牛乳表面与乳稠计接触处形成新月形, 读取弯月面上缘处的数字, 即密度的数值。如测得温度不是标准温度, 应对测得值加以校正。乳稠计的使用见图 1-1。

(三) 分析结果表述

$$d_4^{20} = \frac{X}{1000} + 1.000$$

式中 X——密度乳稠计的读数;

 d_4^{20} ——相对密度。

注: 对于乳稠计, 在 10~25℃ 范围内温度每升高 1℃ 乳稠计读数平均下降 0.2°, 每降低 1℃ 乳稠计的读数就升高 0.2°。因此, 要加上或减去相应的数值。

三、牛乳的酒精试验

指标要求和检验方法参照表 1-3。

表 1-3 酒精指标要求

酒精浓度(v/v)	不出现絮片的酸度指标	检 验 方 法
72%	18°T 以下	GB/T 6914—86
70%	19°T 以下	
68%	18°T 以下	

(一) 原理

通过酒精的脱水作用, 确定酪蛋白的稳定性。新鲜牛乳对酒精的作用表现出相对稳定; 而不新鲜的牛乳, 其中蛋白质胶粒已呈不稳定状态, 当受到酒精的脱水作用时, 则加速其聚沉。

(二) 仪器和试剂

(1) 仪器 试管, 移液管。

(2) 试剂 3.68% (v/v) 中性酒精, 4.70% (v/v) 中性酒精, 5.72% (v/v) 中性酒精。

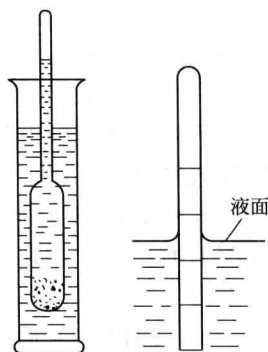


图 1-1 乳稠计的使用

中性酒精的制备：在乙醇中加入 3 滴酚酞，然后用 0.1mol/L NaOH 滴定液滴定，至酚酞显示淡粉色，即为中性酒精。

（三）分析步骤

取等量的乙醇（中性）与牛乳混合（一般用 1~2mL 等量混合），振摇后不出现絮片的牛乳符合表 1-3 酸度标准，出现絮片的牛乳为酒精试验阳性乳，表示其酸度较高。

四、牛乳的掺假检验

（一）牛乳掺豆浆的检验

1. 原理

豆浆中含有皂素，皂素可溶于热水或热酒精，并可与 KOH 反应生成黄色物质。

2. 仪器和试剂

（1）仪器 50mL 三角瓶，20mL 量筒，5mL 移液管。

（2）试剂 25%氢氧化钠，乙醇-乙醚（1：1）混合液。

3. 分析步骤

取被检乳样 20mL，放入 50mL 三角瓶中，加乙醇-乙醚（1：1）混合液 3mL，混匀后加入 25%氢氧化钠溶液 5mL，摇匀。

同时做空白对照试验。试样呈微黄色，表示有豆浆掺入。本法灵敏度不高，当豆浆掺入量大于 10%时才呈阳性反应。

4. 结果分析（见表 1-4、表 1-5）

表 1-4 牛乳掺豆浆实验结果判定

现 象	结果判断	现 象	结果判断
微黄或黄色	有豆浆掺入	正常牛乳色	无豆浆掺入

表 1-5 牛乳掺豆浆实验结果记录

样 品	现 象	结 果 判 断
空白		
试样 1		
试样 1		

（二）牛乳中掺食盐的检验

1. 原理

在一定量牛乳样品中，硝酸盐与铬酸钾发生红色反应。如牛乳中氧离子含量超过了天然乳，全部生成氧化银沉淀，呈现黄色反应。

2. 仪器和试剂

（1）仪器 试管，5mL 移液管，1mL 移液管。

（2）试剂 0.01mol/L 硝酸银溶液，10%铬酸钾溶液。

3. 分析步骤

取 5mL 0.01mol/L 硝酸银溶液和 2 滴 10%铬酸钾溶液，于试管中混匀；加入待检乳样 1mL，充分混匀，如果牛乳呈黄色，说明其中 Cl^- 的含量大于 0.14%（天然乳中 Cl^- 含量为 0.09%~0.12%）。

4. 结果记录（见表 1-6）

表 1-6 牛乳中食盐实验结果记录

项 目	牛乳呈黄色, $\text{Cl}^- > 0.14\%$	结 果 判 断
试样 1		
试样 2		

(三) 牛乳中掺碱的检验

1. 原理

制成玫瑰红酸的 pH 值范围是 6.9~8.0, 遇到加强碱弱酸盐而呈碱性的乳, 其颜色会由棕黄色变成玫瑰红色。

2. 仪器和试剂

(1) 仪器 5mL 移液管, 100mL 量筒, 试管。

(2) 试剂 0.04% 溴麝香草酚蓝酒精溶液: 溶解 0.04g 溴麝香草酚蓝酸于 100mL 95% 酒精中。

3. 分析步骤

取被检牛乳 5mL 于试管中, 将试管呈倾斜位, 沿管壁小心加入 5 滴 0.05% 溴麝香草酚蓝酒精溶液, 小心斜转 3 次, 然后垂直, 2min 后观察其颜色反应。同时做正常乳试验。

4. 判断

两液界面呈绿色→青色为掺碱, 正常乳为黄色, 详见表 1-7。结果记录填入表 1-8。

表 1-7 不同掺碱浓度的乳颜色特点

乳中掺碱的浓度/%	界面环层颜色特点	乳中掺碱的浓度/%	界面环层颜色特点
无	黄色	0.5	青绿色
0.03	黄绿色	0.7	淡青色
0.05	浅绿色	1.0	青色
0.1	绿色	1.5	深青色
0.3	深绿色		

表 1-8 牛乳中掺碱实验结果记录

项 目	现 象	结 果 判 断
空白(正常乳)试验		
试样 1		
试样 2		

(四) 牛乳中掺淀粉的检验

1. 原理

淀粉遇碘变蓝。

2. 仪器和试剂

(1) 仪器 5mL 移液管, 100mL 容量瓶。

(2) 试剂 碘液: 用蒸馏水溶解碘化钾 4g、碘 2g, 移入 100mL 容量瓶中, 加蒸馏水至刻度。

3. 分析步骤

取被检牛乳 5mL 于试管中, 稍煮沸, 加入数滴碘液, 如有淀粉掺入, 则出现蓝色或蓝

青色反应。

4. 结果记录 (见表 1-9)

表 1-9 牛乳中掺淀粉实验结果记录

项 目	现 象	结 果 判 断
试样 1		
试样 2		



任务总结

本任务阐述了乳的概念、分类和物理性质,其中乳的概念、异常乳的概念和酸度、密度的表示要重点掌握。

原料乳收购现场的检验对于乳制品的品质来说至关重要,直接影响到乳制品的质量。所有的乳制品的加工中,原料乳的验收是第一工序。其中牛乳的取样,是现场检验的一个关键步骤,必须采取具有足够代表性的“平均样品”,否则不代表本批样品的质量,分析的方法再正确也得不到正确的结论。通过本任务的学习和实践,学生能够掌握原料乳的现场验收操作技能。



知识考核

一、填空题

1. 在乳品工业上通常按乳的加工性质将乳分为_____和异常乳两大类。
2. 异常乳分为_____、化学异常乳、微生物异常乳及病理异常乳等几类。

二、选择题

1. 在我国 GB 6914 生鲜牛乳收购理化指标规定中,要求密度(20℃/4℃)含量()。
 - A. ≥ 1.028
 - B. $\geq 1.106\%$
 - C. $\geq 1.068\%$
 - D. 2.028
2. 在我国 GB 6914 生鲜牛乳收购指标规定中,酒精(72°)实验,不出现絮片时,牛乳酸度为()。
 - A. 18°T 以下
 - B. 19°T 以下
 - C. 20°T 以下
 - D. 12°T 以下
3. 味觉检验的最佳温度为()。
 - A. 20~30℃
 - B. 20~40℃
 - C. 30~40℃
 - D. 25~40℃

任务二 牛乳的实验室检验

牛乳经现场验收合格后,为了保证乳的质量,需要进一步进行实验室的检验以确保牛乳的质量。这是保证产品质量的有效措施,为牛乳的进一步加工提供可靠的理论依据。

我国原料乳的现场检验以感官检验为主,辅助以部分理化检验,如相对密度测定、煮沸试验、酒精试验、掺假检验,一般不做微生物检验。原料乳的实验室检验是按照国家生乳的收购指标要求进行的详细理化指标检验和微生物指标检验。



能力目标

1. 能够进行牛乳实验室检测的准备工作。