



校企双元合作开发“互联网+教育”新形态一体化系列教材

乳制品加工技术

主 编 刘 静



汕頭大學出版社



校企双元合作开发“互联网+教育”新形态一体化系列教材

乳制品加工技术



主 编 刘 静
副主编 张开屏 刘海英 张海芳
参 编 张怀珠 王林山 乔胜利

汕頭大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

乳制品加工技术 / 刘静主编. -- 汕头 : 汕头大学
出版社, 2024. 8. -- ISBN 978-7-5658-5403-3
I. TS252.4
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024B8P968 号

乳制品加工技术

RUZHIPIN JIAGONG JISHU

主 编: 刘 静

责任编辑: 郑舜钦

责任技编: 黄东生

封面设计: 易 帅

出版发行: 汕头大学出版社

广东省汕头市大学路 243 号汕头大学校园内 邮政编码: 515063

电 话: 0754-82904613

印 刷: 天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.25

字 数: 310 千字

版 次: 2024 年 8 月第 1 版

印 次: 2024 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 44.00 元

ISBN 978-7-5658-5403-3

版权所有, 翻版必究

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系退换

随着经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们对食品的营养与健康越来越重视,乳制品作为人类食品中不可或缺的一部分,其重要性日益凸显。乳制品行业在我国乃至全球都呈现出蓬勃的发展态势。随着科技的不断进步和消费者需求的日益多样化,乳制品加工技术正面临着前所未有的发展机遇和挑战。

伴随着行业的扩张与进步,对乳制品加工技术人才的需求也在日益增加。高等职业教育作为培养专业技术人才的重要基地,有责任不断更新教育内容,以适应行业发展的需要,为乳制品行业输送更多高素质的技术型人才。本教材以应用型人才的职业需求为出发点,以培养乳制品加工技术应用能力为主线,按照高等职业教育教学的全新理念进行编写,旨在使学生掌握乳制品加工的基本理论知识和操作技能、了解乳制品行业的发展趋势和市场需求、培养解决实际问题的能力、提高创新思维和实践能力、增强食品安全意识,从而能在今后的工作中确保乳制品加工过程的卫生与安全。

本教材从基础知识入手,逐步深入到加工技术的核心,涵盖了从原料乳的采集、处理到各种乳制品的加工工艺以及质量控制等多个方面。在编写过程中,我们特别注重理论与实践的结合,力求使教材内容既有深度,又易于理解和应用。本教材包括绪论和九个项目,每个项目从项目导读入手,再明确知识目标、技能目标、思政目标与职业素养等学习目标,旨在让学生学习有方向。项目一至项目八后配有任务实施和项目考核,鼓励学生将所学知识应用于实际操作中,培养解决实际问题的能力。本教材在继承前人经验的基础上,更新了数据资料,吸纳了行业最新标准。

本教材编写人员及分工如下:内蒙古商贸职业学院刘静编写项目一、项目二;内蒙古化工职业学院张海芳编写项目三;漯河职业技术学院王林山编写项目四;内蒙古商贸职业学院张开屏编写项目五、项目六;内蒙古商贸职业学院刘海英编写项目七;甘肃农业职业技术学院张怀珠编写项目八;内蒙古商贸职业学院刘静与内蒙古奥特尔乳业有限责任公司乔胜利共同编写项目九。全书由刘静统稿。

本教材不仅适用于食品智能加工技术、食品检验检测技术等相关专业的学生使用,也适合作为食品行业从业人员的培训资料。

在编写教材的过程中,我们得到了许多专家学者和行业同仁的大力支持和宝贵意见。在此,向所有参与和支持本教材编写工作的人员表示衷心的感谢。同时,也期待读者的宝贵意见和建议,以便我们不断完善教材内容。

编 者

绪论	1
项目一 乳的基本知识	3
任务一 认识乳的组成	4
任务二 认识乳中的微生物	11
任务三 认识异常乳	13
项目二 原料乳的验收与预处理	19
任务一 原料乳的验收	20
任务二 原料乳的预处理	38
项目三 液态乳加工技术	47
任务一 巴氏杀菌乳加工技术	48
任务二 超高温灭菌乳加工技术	55
任务三 调制乳加工技术	64
项目四 乳粉加工技术	77
任务一 认识乳粉	78
任务二 全脂乳粉加工技术	81
任务三 脱脂乳粉加工技术	92
任务四 速溶乳粉加工技术	93
任务五 调制乳粉加工技术	96
项目五 发酵乳加工技术	107
任务一 认识发酵乳	108
任务二 发酵剂制备技术	112
任务三 发酵乳加工技术	120
任务四 乳酸菌发酵饮料加工技术	129

任务五 其他发酵乳加工技术·····	135
项目六 干酪加工技术 ·····	143
任务一 认识干酪·····	144
任务二 干酪发酵剂及凝乳酶制备技术·····	148
任务三 天然干酪加工技术·····	153
任务四 再制干酪加工技术·····	163
项目七 冷冻饮品加工技术 ·····	171
任务一 认识冷冻饮品·····	172
任务二 冰淇淋加工技术·····	176
任务三 雪糕加工技术·····	184
项目八 奶油加工技术 ·····	191
任务一 认识奶油·····	192
任务二 奶油的一般加工技术·····	194
任务三 其他奶油加工技术·····	201
项目九 传统乳制品加工技术 ·····	211
参考文献 ·····	220

绪论

一、乳及乳制品的概念

乳是乳畜产犊(羔)后,由乳腺分泌出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微黄色,不透明,味微甜并具有特有香气。乳汁含有幼小动物生长发育所必需的全部营养成分,所以它是哺乳动物出生后赖以生长发育、最易于消化吸收的全价食物。

乳制品是指以生鲜牛(羊等)乳及其制品为主要原料,经加工而成的各种产品。

在人类众多的动植物食品中,乳占有特殊的地位。它不仅是人类(也包括所有哺乳动物)出生后在生命的最初阶段赖以生存、发育的唯一食品,也是其他人群平衡膳食中的重要组成部分,具有营养、能量、免疫、调节等多种功能。乳及乳制品被誉为“最接近于完善的食物”,具有极高的营养价值。乳品行业是改善国民营养、增强民族体质的朝阳产业,其发展可带动饲料、机械、包装、运输及商业等相关产业的发展。

二、乳及乳制品的分类

(一)乳的分类

(1)按乳的来源可将乳分为牛乳、羊乳、马乳、驼乳等。

(2)按乳的加工性质将乳分为常乳和异常乳。常乳是指产犊 7 天以后至干奶期开始之前 1 周所产的乳。常乳的成分及性质基本趋于稳定,为乳制品的加工原料乳。异常乳是指在泌乳期由于各种因素的影响,乳的成分与性质发生变化的乳。

(3)按乳的分泌时间将乳分为初乳、常乳和末乳。初乳为产犊后 7 天以内的乳。末乳也称老乳,即干奶期前 1 周所产的乳。由于初乳和末乳的成分发生了改变,不适宜用作加工原料。因此,初乳和末乳也属于异常乳。

(二)乳制品的分类

从产品类型上,乳制品加工后的产品可分为液态乳制品和干乳制品,如图 0-1 所示。其

中,液态乳制品主要包括白奶、酸奶、含乳饮料等常温奶,以及鲜奶、低温酸奶等低温奶两个细分品类;干乳制品包括炼乳、乳粉、干酪、奶油、冷冻饮品等。

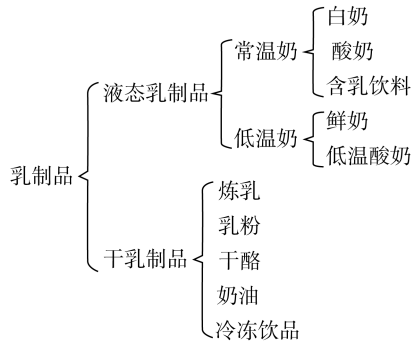


图 0-1 乳制品的分类

根据中国乳制品工业协会发布的《乳制品企业生产技术管理规则》,乳制品共分为液体乳类、乳粉类、炼乳类、乳脂肪类、干酪类、乳冰淇淋类、其他乳制品类七大类。

三、乳制品加工技术的内容和学习方法

乳制品加工技术是一门实践性很强的应用技术学科,主要包括乳组成,原料乳的验收、预处理,以及各种乳制品的加工工艺和技术要点等内容。

本课程的学习,需要在掌握乳的基本知识的基础上与食品生物化学、食品微生物学、食品检验检测技术、食品机械、营养学等专业知识融会贯通,对乳的性质及乳的各种制品加工工艺有较为深入的了解。通过查阅、阅读有关的文献报道,了解乳制品的新品种、新工艺、新设备,再配合实训,掌握有关乳制品加工的基本技能,提高动手能力,更好地掌握本课程的知识与技能。

项目一 乳的基本知识

项目导读

乳制品是以生鲜乳为主要原料加工而成的。乳的成分十分复杂,主要由水、蛋白质、脂肪、乳糖、无机盐、维生素等组成。掌握乳的组成及性质,对于乳及乳制品的加工、原料及产成品的检验有着重要的意义。

学习目标

一、知识目标

- (1)熟悉掌握乳的组成及性质。
- (2)熟悉原料乳中微生物的种类及来源。
- (3)熟悉并掌握常乳与异常乳的概念及区别。

二、技能目标

- (1)对乳有感官认识。
- (2)能够识别正常乳、异常乳。

三、思政目标与职业素养

通过对乳的组成的学习,了解乳的营养价值,认识到乳制品是人们生活必需品。使学生认识发展乳制品工业对于改善城乡居民膳食结构、提高国民身体素质、丰富城乡市场、提高人民生活水平的重要意义,从而增强社会责任感和使命感。

背景资料

2022年版《中国居民膳食指南》将乳及乳制品的推荐摄入量从每人每天不少于300g,更加明确为每人每天300~500g,建议人们多食用乳及乳制品。提高乳制品的推荐摄入量,说明了乳制品的重要性。当前,大多数公众对乳制品的定位仍是“营养品”,对“乳制品是每日膳食必需品”的概念尚未达成普遍共识。长期以来,我国居民乳制品的摄入量均偏低。中国的人均乳制品消费量还不到发达国家的10%。因此,多种形式积极宣传乳制品知识,应让大家养成“每日饮奶”的健康习惯,科学摄入乳制品。

相关知识

任务一 认识乳的组成

一、乳的基本组成

乳的化学成分超过 100 种,主要由水、脂肪、蛋白质、乳糖、盐类、维生素、酶类等组成。全乳中除了水分以外的主要成分称为乳固体,除了脂肪以外的乳固体称为非脂乳固体。牛乳的组成如图 1-1 所示,牛乳的主要成分及其含量见表 1-1。

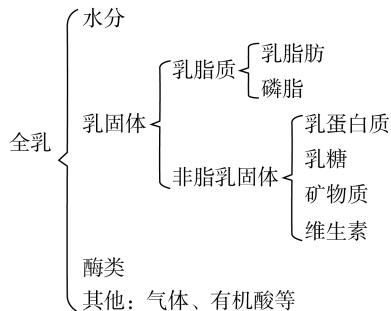


图 1-1 牛乳的组成

表 1-1 牛乳的主要成分及其含量

成分	水分	乳固体	乳脂肪	乳蛋白质	乳糖	矿物质
变化范围/%	85.5~89.5	10.5~14.5	2.5~5.5	2.9~4.5	3.6~5.5	0.6~0.9
平均值/%	87.5	12.5	3.8	3.4	4.6	0.7

(一) 水分

水分是牛乳的主要成分之一,平均为 87.5%,乳中水分可分为游离水、结合水(氢键形式)和结晶水。

1. 游离水

游离水占绝大部分,约占乳中水分含量的 96%。是有机物、无机盐和气体等的分散介质。许多理化过程和生物学过程均与游离水有关,可被微生物利用。游离水在加工过程中容易被除去。

2. 结合水

结合水约占 2%~3%,它与乳中蛋白质、乳糖及某些盐类结合存在,没有溶解其他物质的特性。在通常水的冰点温度下不冻结(通常在一 40℃ 以下才结冰),在沸点时也不蒸发。

乳粉生产中也不能脱掉该部分水。

由于结合水的存在,在乳粉生产中无法得到绝对干燥产品,因此乳粉中经常要保留 3% 左右的水分。只有加热到 150~160 °C 或长时间保持在 100~105 °C 的恒温下才能去除这些水分。但乳粉若受长时间高温处理,会产生蛋白质变性、溶解度降低、乳糖焦糖化、脂肪氧化的现象。

3. 结晶水

结晶水存在于结晶性水合物中,在乳糖、乳粉及炼乳中,均含有 1 分子结晶水的乳糖晶粒。

(二) 乳脂质

乳脂质是乳中主要的能量物质和重要营养成分,乳脂质是乳中脂肪和类脂的总称,其中有 97%~99% 的成分是乳脂肪,还有约 1% 的磷脂和少量甾醇、游离脂肪酸、脂溶性维生素等。

乳脂肪属中性脂肪,是牛乳的主要成分之一,具有良好的风味和消化性,在牛乳中平均含量为 2.5%~5.5%。乳脂肪不溶于水,呈微球状分散于乳浆中,形成乳浊液。脂肪球直径通常为 0.1~20 μm,其中以 2~5 μm 居多。乳脂肪的相对密度为 0.93。

乳脂肪中的脂肪酸多达 100 余种,有 20 种左右的脂肪酸含量较高,而其他动植物油脂中脂肪酸种类仅为 5~7 种。乳中低级脂肪酸占乳脂肪的 80% 以上。乳脂肪的不饱和脂肪酸主要是油酸,约占不饱和脂肪酸总量的 70%。

乳脂肪易在解脂酶及微生物作用下发生水解,使酸度升高,产生的低级脂肪酸可导致牛乳产生不愉快的刺激性气味,即所谓的脂肪分解味。不过,通过添加特别的解脂酶和微生物可产生独特风味的干酪产品。

(三) 乳蛋白质

乳蛋白质是乳中最有价值的部分。正常牛乳蛋白质含量为 2.9%~4.5%,乳中主要的蛋白质是酪蛋白,还有乳清蛋白及少量的脂肪球膜蛋白,如图 1-2 所示。在乳制品生产中,乳蛋白质的性质对牛乳的处理、浓缩和乳粉制造等都有很重要的意义。

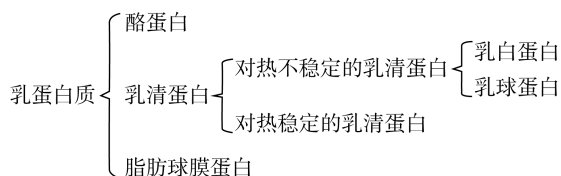


图 1-2 乳蛋白质的组成

1. 酪蛋白

在 20 °C 调节脱脂乳的 pH 至 4.6 时沉淀的一类蛋白质称为酪蛋白,大约占乳中蛋白质总量的 80%。酪蛋白是以含磷蛋白质为主体的几种蛋白质的复合体。

纯酪蛋白白色无味,无臭,不溶于水、醇及有机溶剂而溶于碱液,属于两性电解质。相对

于乳清蛋白,酪蛋白热稳定性比较高。

(1)酪蛋白的存在形式。牛乳中的酪蛋白以酪蛋白胶束状态存在,一部分钙与酪蛋白结合成酪蛋白酸钙,再与磷酸钙形成“酪蛋白酸钙—磷酸钙复合体”。此外,还结合着柠檬酸、镁等物质,形成胶体颗粒,以胶体悬浮液的状态存在于牛乳中。酪蛋白不是单一的蛋白质,而是一种复合蛋白质,有 α_s -酪蛋白、 β -酪蛋白、 γ -酪蛋白、 κ -酪蛋白。

牛乳中钙和磷的含量直接影响酪蛋白胶粒的大小,大的胶粒含有较多的钙和磷。正常的牛乳酪蛋白胶粒呈稳定状态是基于钙和磷处于平衡状态存在的,如果牛乳中钙离子过剩,使钙和磷的平衡受到破坏,在加热时就会发生凝固现象。

(2)酪蛋白的应用。酪蛋白胶粒对pH的变化很敏感,当pH达到等电点时,游离的酪蛋白凝固而沉淀,工业上利用酪蛋白的这种性质制造干酪素。牛乳中的乳糖在乳酸菌的作用下可生成乳酸,使酪蛋白形成凝块,用于生产酸乳制品。

牛乳中的酪蛋白在皱胃酶等凝乳酶的作用下形成不溶性的凝块。利用酪蛋白这种酶凝固的原理可用于生产干酪。

2. 乳清蛋白

乳清蛋白是指牛乳在20℃、pH 4.6的条件下沉淀酪蛋白后分离出的乳清中的蛋白质的统称,占乳蛋白质的18%~20%。乳清蛋白可分为对热不稳定和对热稳定两大部分。

当乳清煮沸20分钟,pH调至4.6~4.7时沉淀的蛋白质属于对热不稳定的乳清蛋白,约占乳清蛋白质的81%,其中包括乳白蛋白和乳球蛋白,可通过盐析方法区别。乳清在中性状态下加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 或 MgSO_4 盐析时,呈溶解状态的为乳白蛋白,能析出而呈不溶解状态的为乳球蛋白。

当乳清煮沸20分钟,pH调至4.6~4.7时仍溶解于乳中的乳清蛋白为对热稳定的乳清蛋白,约占整个乳清蛋白的19%。

(四)乳糖

乳糖是哺乳动物乳腺分泌的特有产物,在动物的其他器官中不存在。乳糖属双糖,水解后生成葡萄糖和半乳糖。生乳中乳糖含量约为4.6%。

1. 乳糖的存在形式

乳的甜味主要来自于乳糖,乳糖在乳中全部呈溶解状态,其甜度是蔗糖的1/5。乳糖在水中的溶解度比蔗糖差。乳糖可分为 α -乳糖和 β -乳糖两种,其中 α -乳糖又可以与1分子水结合成为 α -乳糖水合物。所以实际上乳糖可以分为三种异构体,即 α -乳糖水合物($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$)、 α -乳糖无水物和 β -乳糖。

乳糖在甜炼乳中大部分呈结晶状态,结晶的大小直接影响炼乳的口感,而结晶的大小可根据乳糖的溶解度与温度的关系加以控制。

2. 乳糖不耐症

婴儿出生时体内乳糖酶的活性达到顶点,1年以后多数人的乳糖酶活性均会迅速下降。成年时,人体内乳糖酶活力仅是其刚出生时的1/10。有些人肠道内乳糖酶的活力低下,对

乳糖不能充分消化吸收,从而产生消化不良、腹胀、腹痛、肠鸣、呕吐、急性腹泻等非感染性临床症状,即乳糖不耐症。全世界大多数人均存在不同程度的乳糖酶缺乏现象,以东方人情况最严重,发生率为80%~100%,乳糖不耐症人群的分布与种族、家族遗传和饮食习惯等有密切的关系。

在乳品工业中,利用乳糖酶或乳酸菌将乳糖部分分解,生产低乳糖乳制品或发酵乳,可预防“乳糖不耐症”。因此对于乳糖不耐症的人,可饮用发酵乳制品或在乳及乳制品中直接添加乳糖酶的乳制品。

(五)矿物质

矿物质也称为无机物,平均含量为0.6%~0.9%。牛乳中主要的无机物有磷、钙、镁、氯、钠、钾、铁、硫等,此外还含有近20种微量元素。

乳中的无机物大部分以可溶性的盐类存在,主要包括钾、钠、钙、镁的磷酸盐、柠檬酸盐、盐酸盐、硫酸盐、碳酸盐和碳酸氢盐,其中最主要的是以无机磷酸盐及有机柠檬酸盐的状态存在。无机成分中钠、钾大部分是以氯化物、磷酸盐及柠檬酸盐的可溶状态存在,钙、镁则与酪蛋白、磷酸及柠檬酸结合,一部分呈胶体状态,一部分呈溶解状态存在。

乳中无机成分的含量虽然很少,但对乳制品加工,尤其是对于乳的热稳定性起着重要的作用。牛乳中钙、镁与磷酸盐、柠檬酸盐之间保持适当的平衡,对于牛乳的稳定性具有非常重要的意义。当牛乳因季节、饲料、生理或病理等方面原因打破上述平衡关系时,牛乳中的蛋白质易发生沉淀。

牛乳中 Ca^{2+} 增高时酒精容易凝固,造成有时原料乳的酸度合格而酒精试验不合格(呈阳性),即所谓“低酸度酒精阳性乳”。

(六)维生素

牛乳中含有人体营养所必需的各种维生素,种类比较齐全。尤其是维生素 B_2 含量丰富,维生素D含量不多。乳中维生素的含量受多种因素影响,包括营养、遗传、哺乳阶段、季节等,其中营养因素是最主要的,即维生素主要从乳牛的饲料中转移而来。同时,乳中维生素也受乳牛的饲养管理、杀菌及其他加工处理的影响,乳制品中的维生素在贮存、运输、销售等环节中也会受包装、环境、光照等因素的影响而损失。

(七)酶类

牛乳中酶有两个来源:一部分是牛乳中固有的,即由乳腺细胞的白细胞崩坏而移入到乳中的酶,其中也包括乳腺正常分泌的酶;另一部分是在挤乳过程中落入乳汁中的微生物代谢而产生的。牛乳中的酶种类很多,但与乳品生产有密切关系的主要为水解酶类和氧化还原酶类两大类。

1. 水解酶类

(1)脂酶。脂酶水解乳脂肪产生游离脂肪酸而使脂肪有分解味,使牛乳酸败,巴氏杀菌可使其失活。

牛乳中至少有两种脂酶,一种是吸附于脂肪球膜上的膜脂酶,另一种是存在于脱脂乳中的和酪蛋白结合存在的乳浆脂酶。脂酶来自乳腺的少,主要来自外来微生物的污染。因此,在生产乳制品时,应严格控制微生物指标,对提高乳制品质量意义很大。

(2)磷酸酶。牛乳中的磷酸酶有两种,一种是存在于乳清中的酸性磷酸酶,另一种是吸附于脂肪球膜处的碱性磷酸酶。磷酸酶将有机磷酸酯分解成磷酸和相应的醇。

(3)蛋白酶。牛乳中的蛋白酶存在于 α -酪蛋白中,蛋白酶能分解蛋白质生成氨基酸。细菌性的蛋白酶使蛋白质水解后形成蛋白胨、多肽及氨基酸,是干酪成熟的主要因素。蛋白酶多属细菌性酶,其中由乳酸菌形成的蛋白酶在乳中特别是在干酪中具有非常重要的意义。

2. 氧化还原酶类

(1)过氧化氢酶。牛乳中的过氧化氢酶主要来自白细胞的细胞成分,特别在初乳和乳房炎乳中含量较多。所以,利用对过氧化氢酶的测定可判定牛乳是否为异常乳或乳房炎乳。

(2)过氧化物酶。过氧化物酶能促使过氧化氢分解产生活泼的新生态氧,从而使乳中的多元酚、芳香胺及某些化合物氧化。过氧化物酶主要来自白细胞的细胞成分,其数量与细菌无关,是乳中固有的酶。通过测定过氧化物酶的活性可以判断牛乳是否经过热处理或判断热处理的程度。

(3)还原酶。还原酶是微生物进入乳与乳制品中后,在乳中生产繁殖而分泌的一种具有还原作用的酶。还原酶能使亚甲基蓝(美蓝)还原为无色。乳中的还原酶的量与微生物的污染程度成正比,因此可通过测定还原酶的活力来判断牛乳的新鲜程度。

(八)其他成分

1. 乳中的有机酸

乳中主要的有机酸是柠檬酸,此外还有微量的乳酸、丙酮酸及马尿酸等有机酸。在酸败乳中,乳酸的含量由于乳酸菌的活动而增高。而在发酵乳或干酪中,在乳酸菌的作用下,马尿酸可转化生成苯甲酸。

2. 乳中的细胞成分

乳中所含细胞成分是白血球和一些乳房分泌组织的上皮细胞,也有少量红血球。牛乳中的细胞数(体细胞)是衡量乳房健康状况及牛乳卫生质量的标志之一。一般正常乳中细胞数不超过50万个/mL,平均为26万个/mL。

3. 乳中的气体

牛乳挤出时,100 mL乳中大约有7 mL的气体,其中主要是 CO_2 ,其次是 N_2 和 O_2 。在储存与处理过程中 CO_2 因逸散而减少,而 O_2 、 N_2 则因与大气接触而增多。牛乳中 O_2 的存在将导致维生素的氧化与脂肪的变质,所以牛乳在输送、储存处理过程中应尽量在密闭的容器及管路内进行,特别是应避免在敞口的容器内加热。

二、乳成分的变化及影响因素

正常牛的泌乳期可持续300天左右,干乳期60~65天,整个泌乳期可产乳5 000 L左

右,个别良种达 10 000 L。泌乳期长短及产奶量的多少,会因乳牛品种、个体健康状况、乳牛年龄及饲养管理情况而不同,同时也影响牛乳的化学成分。正常牛乳中各种成分的组成大体上是稳定的,但牛乳成分受到乳牛本身和各种外界因素影响而产生差异。其中变化最大是乳脂肪,其次是乳蛋白质,乳糖及灰分则比较稳定。影响乳成分的因素主要包括乳牛的个体因素、环境因素和管理因素等方面。

(一)乳牛的个体因素

1. 品种

不同品种的乳牛所产乳汁的组成成分有较大的差异。乳牛中黑白花牛的乳最稀薄,娟姗牛的乳最浓厚。我国的水牛、牦牛所产乳的乳固体含量要高得多。

2. 个体与体型

即使同一品种,不同个体间的产乳量及乳汁成分也是有差异的。一般随着年龄的增长,母牛体重增加,体型大的母牛比体型小的母牛产乳多。但体型大小几乎不影响乳脂率,而且产乳量并不是与体重成正比。

3. 年龄和胎次

母牛产乳量受年龄与胎次的影响较大。随着胎次的增加,泌乳量逐渐增加,一般第 7 胎次达到产乳量高峰,以后逐渐下降。而乳汁成分与此相反,其中乳脂率与非乳脂固体、全乳固体随着年龄、胎次的增长而略有下降。

4. 泌乳期

母牛分娩后开始进入泌乳期。在泌乳期的不同阶段,乳的成分发生不同的变化。

5. 营养状况

乳牛长期营养不良,不仅产乳量下降,而且非脂乳固体含量也减少。当恢复营养后,乳中的大部分成分可以恢复到原有水平,但乳蛋白质很不容易完全恢复。

(二)环境因素

1. 环境温度

对乳牛最适宜的温度是 10~15 ℃,高于或低于这一温度,其泌乳量都会减少,牛乳的成分也会起变化。乳脂肪和非脂乳固体一般在冬季最高,夏季最低。

2. 噪声、日照及空气污染

噪声及突发事件能引起乳牛神经过敏,使泌乳量降低。最常见的是相同间隔时间内,处于白天的乳牛产乳量低于夜晚的产乳量,这是夜间安静而白天嘈杂所致。

日照射时间的长短对泌乳量及牛乳的成分有一定的影响。因日照原因,舍饲乳牛比放牧乳牛个体乳脂百分数可相差 1%。乳牛在环境被污染的地区饲养,如受尘埃及亚硫酸毒气影响,比在未受污染地区饲养的乳牛,每头牛每天的产乳量要减少 5%~10%。

(三)管理因素

1. 挤乳次数和间隔时间

一般情况下,乳牛挤乳次数越多,泌乳量越多。但多次挤乳,牛受到过分干扰,不得安静,且多次挤乳劳务费用也大,影响经济效益。挤乳间隔时间越长,泌乳量就越多,但单位时间获得的乳量减少,乳脂率会降低。

2. 挤乳时长

通常大多数乳牛的挤乳时间为 5~6 分钟,可得到最大泌乳量。

3. 配种与产犊季节

一般在产后 80~120 天内配种受孕为好,乳牛分娩前 50~60 天停止挤乳(干乳)给予休息,不论是更长或更短的挤乳期都会使下一泌乳期产乳量减少。乳牛妊娠第 5 个月起泌乳量开始下降,而乳脂肪、乳蛋白质迅速增长,但乳糖量减少。

4. 疾病与药物

乳牛一旦患病泌乳量即减少,牛乳的成分也起变化,受影响程度因疾病种类不同而不同。应用抗生素、激素、杀虫剂治疗乳牛疾病,药物能进入乳中。这样的乳应该废弃,以防药物在食品中的残留。国家规定应用抗生素期间和休药期间的乳汁不应用作生乳。

5. 饲料

饲料也是影响牛乳产量和成分组成的重要因素。在饲料给量不足与饲料的配合不恰当时,都会引起乳产量下降和乳成分的变化,特别是对非脂乳固体影响明显。

三、乳的营养价值

牛乳中含有蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和矿物质等人体生长发育及代谢所必需的全部营养成分,且容易消化吸收、适口性好,被公认为是迄今为止的一种比较理想的完全食品,被称为“白色血液”。

牛乳经杀菌后可直接供人饮用,不需任何调理,几乎可全部被人体消化吸收。牛乳中几乎含有人类生长发育和维持健康水平所必需的全部营养成分,且各营养成分的比例基本适合人体生理需要。

牛乳蛋白质是优质蛋白,生物价为 85。乳蛋白质的消化率高,一般可达 95%。

牛乳中脂肪被人体利用价值的高低取决于脂肪的熔点,牛乳脂肪为短链和中链脂肪酸,熔点低于人的体温,且具备很好的乳化状态,所以易消化吸收。

牛乳中的碳水化合物主要是乳糖。乳糖能提供热量,1 分子乳糖分解可得 1 分子葡萄糖和 1 分子半乳糖,半乳糖能促进脑苷脂类和黏多糖类的生成,对于幼儿智力发育非常重要。乳糖能促进金属离子(如钙、镁、铁、锌等)的吸收,尤其是钙的代谢。人体中钙的吸收程度与乳糖数量成正比,所以在食物中增加乳制品有利于钙的吸收,有利于预防小儿佝偻病和中老年人骨质疏松。此外,乳糖还能促进人类肠道内有益乳酸菌的生长,抑制肠内异常发酵造成

的中毒,保证肠道健康。

牛乳中的矿物质种类非常丰富,除主要包括钙外,还有磷、铁、锌、铜、锰、钼等,钙、磷比例合理,吸收率高。因此,牛乳是人体钙的最佳来源。

牛乳中含有人类所需的各种维生素,尤其是维生素 A 和维生素 B₂ 含量较高。

任务二 认识乳中的微生物

乳与乳制品营养丰富,是各种微生物良好的培养基。如果在生产与加工过程中受到微生物的污染,这些微生物在适宜条件下,就会迅速繁殖,影响乳与乳制品的质量。乳中常见的微生物主要是细菌、酵母菌和霉菌。

一、乳中微生物的来源

(一)内源性污染

内源性污染是指污染微生物来自于牛体内部,即牛体乳腺患病或污染有菌体、泌乳牛体患有某种传染性疾病或局部感染,使病原体通过泌乳排出到乳中造成的污染,如布氏杆菌、结核杆菌、放线菌、口蹄疫病等病原体。

在一般健康乳牛的乳房内,乳汁中含有 500~1 000 个/mL 的细菌是比较普遍的。当乳牛患有乳房炎等疾病的情况下,细菌数会增加到 5×10^5 个/mL 以上。

能导致乳腺炎的病原微生物常包括金黄色葡萄球菌、酿脓链球菌、停乳链球菌、大肠杆菌等,因此对人体健康具有一定的危险性。

(二)外源性污染

原料乳外源性污染主要来自乳牛体表、牛舍中饲料、牛的粪便、挤乳器具和盛乳容器,以及冷却设备和奶罐车运输等的污染。

1. 来源于牛体的污染

乳房周围和牛体皮肤表面,由于常与空气接触,很容易被附着在尘埃上的微生物污染。因此,挤乳前必须用温水清洗乳房和腹部,以尽量减少对乳的污染。

2. 来源于牛舍的污染

牛舍中的饲料、粪便、地面土壤、空气中尘埃等,都是牛乳污染的主要来源。一般牧场中都是在挤乳后才进行饲喂和清扫,挤乳前也要给地面洒水、通空气,尽量减少空气中尘埃及微生物的数量,减轻因乳与空气接触而造成的污染。

3. 来源于挤乳用具及工作人员的污染

挤乳用具如盛乳桶、挤乳器、输乳管、过滤布等,在挤乳前如果不进行清洗消毒,也会对

乳造成污染。一般在挤乳前均要对挤乳时所用的各种器具进行清洗杀菌,挤乳完成后也要用热碱水进行清洗。挤乳工作人员的手、工作衣帽及其健康状况,都有可能对乳造成污染。

4. 来源于储藏运输过程中的污染

牛乳挤出后,在未消毒加工之前的这一阶段中,如果储藏运输方法不当、器械不清洁也会对乳造成污染。

二、乳中微生物的种类

(一)细菌

1. 乳酸菌

分解乳糖产生乳酸的细菌称为乳酸菌。乳酸菌是牛乳中最常见且数量最多的一类微生物。

2. 丙酸菌

丙酸菌可将乳糖及其他碳水化合物分解为丙酸、醋酸、酪酸和二氧化碳,丙酸菌广泛存在于牛乳、干酪及其他食品中,可使干酪具有气孔和特殊的风味。

3. 肠道杆菌

肠道杆菌是有害菌种,是评定乳品污染程度的指标之一。其中主要为大肠菌群和沙门氏菌。大肠菌群中典型的是大肠埃希氏菌和产气杆菌,它们来源于粪便、饲料、土壤和水等。污染牛乳后可使乳凝固变质,并产生大量气泡,可导致干酪的早期膨胀。巴氏杀菌可以将大肠菌群杀灭,如果在消毒后的乳和管道中发现大肠菌群,则表示清洗、杀菌方法需改进。沙门氏菌典型的有伤寒菌、副伤寒菌和痢疾菌等,这些菌混入乳制品中都可引起食物中毒。

4. 产碱杆菌

产碱杆菌主要有粪产碱杆菌和稠乳产碱杆菌,可分解牛乳中的有机盐产生碳酸盐,也具有较强分解脂肪和蛋白质的能力。

5. 芽孢杆菌

芽孢杆菌分为好氧性芽孢杆菌与厌氧性梭状芽孢杆菌两种。好氧性芽孢杆菌常见的有枯草杆菌、巨大芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌和凝结芽孢杆菌,此类细菌能产生凝乳酶和蛋白酶,在牛乳、干酪和稀奶油中都有存在。其能分解蛋白质,可使牛乳酸败、异臭和苦味,也可使杀菌乳、浓缩乳在较长时间的贮存过程中发生凝固。厌氧性梭状芽孢杆菌常见的有肉毒梭状芽孢杆菌、腐败梭状芽孢杆菌等病原性细菌,能使糖类发酵产生丁酸等产物。乳和乳制品中如存在此类细菌,会造成严重的后果。干酪被丁酸菌污染后,会产生刺激性的丁酸味和气体。

6. 球菌类

在牛乳中常见的有微球菌与葡萄球菌,其耐热性较强,无显著的致病性。微球菌(如溶

乳微球菌)具有较强的蛋白分解能力,此菌在牛乳和干酪中均存在,可使干酪表面形成被膜。葡萄球菌主要包括金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌等,广泛存在于土壤、水、饲草及乳牛体表、上呼吸道、乳房管腔等,葡萄球菌是乳房炎、食物中毒和皮肤炎的主要病原菌。

7. 低温菌

低温菌是在 0~20℃ 的温度下能够生长的细菌,乳品中常见的有假单胞菌和醋酸杆菌两类。假单胞菌具有较强的分解脂肪和蛋白质的能力,使牛乳脓化,产生哈喇味,是低温冷藏乳制品腐败的主要原因之一。醋酸杆菌能使酒精等有机物氧化,生成有机酸和各种氧化物,导致乳和乳制品氧化酸败。

8. 耐热性细菌

耐热性细菌是指 40℃ 以上时能正常发育的菌群,其中嗜热链球菌、保加利亚乳杆菌等为发酵乳中常用的菌种。而耐热性芽孢杆菌在 63℃、30 分钟杀菌条件下不能被杀灭,超高温灭菌可将其杀灭。奶粉和干酪中有耐热性细菌存在。

(二) 酵母菌

酵母菌是以单细胞为主,以芽殖为主要繁殖方式的真菌。乳品中常见的酵母有脆壁酵母菌、洪氏球拟酵母菌、高加索乳酒球拟酵母菌、球拟酵母菌、汉逊氏酵母菌等。酵母菌大部分是由于在产品包装贮藏过程形成二次污染而进入乳制品中的。一些酵母菌能造成酸乳、干酪和酸性稀奶油表面产生菌膜;能使蛋白质和脂肪被分解;能使乳糖发酵,产生气体和酵母味;使产品产生气泡、分层、膨胀和异味。但也有一些酵母菌应用于表面成熟的软质和半硬质干酪、开菲尔乳和马乳酒等乳制品的生产中,在这些制品中酵母菌因发酵糖类产生乙醇和二氧化碳,从而有利于产品芳香气味的形成。

(三) 霉菌

在牛乳和乳制品中关系较大的霉菌种类主要是结核菌类、子囊菌类及半知菌类的真菌。其中根霉菌及毛霉菌等真菌常出现于乳酪和乳房炎乳中,其危害较大。

曲霉菌属和青霉菌属中与发酵工业有关的菌株较多,有些菌株应用于乙醇、酒精饮料及柠檬酸的生成,也应用于干酪的制造,如利用米曲霉的蛋白质分解作用制造特殊风味的干酪。但对牛乳及乳制品来说,引起腐败变质的菌株也较多。根霉菌属的黑根霉常污染奶油和干酪,在其表面形成污点。干酪等乳制品也易受霉菌污染而生长产生毒素。

任务三 认识异常乳

一、异常乳的种类

成分与性质正常的乳称为常乳。乳牛产犊 7 天以后挤出的乳,其性质与成分基本稳定,

从这时开始一直持续到乳牛下一次产犊的泌乳期前所产的乳,就是常乳。在泌乳期中,由于生理、病理或其他因素的影响,乳的成分与性质发生变化,这种成分与性质发生了变化的乳,称为异常乳。一般情况下,异常乳是不宜于加工使用的。异常乳可分为生理异常乳、化学异常乳、微生物污染乳和病理异常乳等几大类,如图 1-3 所示。

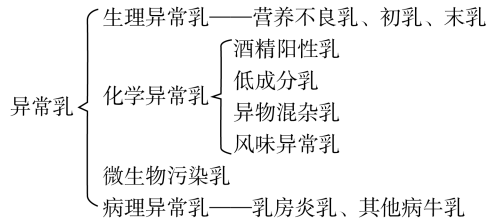


图 1-3 异常乳的种类

二、异常乳的产生原因和性质

(一)生理异常乳

生理异常乳主要是指营养不良乳、初乳和末乳。

1. 营养不良乳

饲料不足、营养不良的乳牛所产生的乳,皱胃酶作用几乎不凝固,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,牛乳即可恢复皱胃酶的凝固特性。

2. 初乳

初乳为产犊后 7 天以内的乳,色黄、浓厚并有特殊气味,黏度大。初乳中脂肪、蛋白质,特别是乳清蛋白(球蛋白和白蛋白)含量高,乳糖含量低,灰分高,特别是钠和氯含量高。初乳中维生素 A、维生素 D、维生素 E 含量较常乳多,水溶性维生素含量一般也较常乳中含量高。初乳中含铁量约为常乳的 3~5 倍,含铜量约为常乳的 6 倍。初乳中还含有大量的免疫球蛋白,为幼儿生长所必需。由于初乳的成分与常乳显著不同,因而其物理性质也与常乳差别很大,尤其对热的稳定性差,加热时容易凝固,故不适于作为一般乳制品生产用的原料乳。但其营养丰富、含有大量免疫体和活性物质,可作为特殊乳制品的原料。

3. 末乳

末乳是干奶期前 1 周所产的乳。其成分除脂肪外,均较常乳高;有苦而微咸的味道;含脂酶多,常有油脂氧化味,且末乳中微生物数量比常乳高,不适宜用作加工原料。

(二)化学异常乳

化学异常乳包括酒精阳性乳、低成分乳、异物混杂乳及风味异常乳,其成分或理化性质都有了异常的变化。

1. 酒精阳性乳

乳制品厂检验原料乳时,一般用 68%、70% 或 72% 的酒精(羊乳最好采用加热试验,不

宜用酒精试验)与等量乳混合,若产生絮状凝块的乳称为酒精阳性乳。酒精阳性乳主要包括高酸度酒精阳性乳、低酸度酒精阳性乳和冻结乳。

(1)高酸度酒精阳性乳。挤乳后鲜乳的贮存温度太高时,或鲜乳未经冷却而远距离运送时,途中会造成乳中的乳酸菌大量生长繁殖,产生乳酸和其他有机酸,导致牛乳酸度升高而呈酒精试验阳性。一般酸度在 24°T 以上的乳酒精试验均为阳性。挤乳时的卫生条件不合格也会造成酸度升高。因此,要预防高酸度酒精阳性乳,必须注意挤乳时的卫生条件并将挤出的鲜乳保存在适当的温度条件下,以免造成微生物污染和繁殖。

(2)低酸度酒精阳性乳。低酸度酒精阳性乳是指牛乳滴定酸度低于 16°T ,加70%等量酒精可产生细小凝块的乳。这种乳加热后不出现凝固现象,其特征是刚刚从乳房内挤出后即表现为酒精阳性。

低酸度酒精阳性乳与正常牛乳相比,其钙、氯、镁及乳酸含量高,尤其以钙含量增高明显,钠较少;蛋白质、脂肪及乳糖等含量与正常乳几乎没有差别,但蛋白质成分变异大,尤其是 α_2 -酪蛋白含量增高,蛋白质不稳定,从而导致乳的稳定性降低;在温度超过 120°C 时易发生凝固,不利于加工,降低了其利用价值。

低酸度酒精阳性乳的产生是一个极其复杂的现象,一些研究表明环境因素、饲养管理、生理机能、气象因素等都会对低酸度酒精阳性乳的产生造成影响。

(3)冻结乳。冬季因气候和运输的影响,鲜乳产生冻结现象,这时乳中一部分酪蛋白变性。同时,在处理时因温度和时间的影响,酸度相应升高,以致表现为酒精试验阳性。但冻结乳的耐热性要比由其他原因引起的酒精阳性乳高。

2. 低成分乳

由于乳牛品种、饲养管理、营养素配比、高温多湿及病理等因素的影响而产生的乳固体含量过低的牛乳,称为低成分乳。

3. 异物混杂乳

异物混杂乳中含有随摄取饲料而经机体转移到乳中的污染物质或有意识地掺杂到原料乳中的物质。经机体转移到乳中的污染物需要依靠卫生管理与“三废”控制进行综合防治;至于其他异物混杂问题,只要加强乳品与卫生管理工作,是容易解决的。

4. 风味异常乳

风味异常主要包括生理异常风味、脂肪分解味、氧化味、日光味、蒸煮味、苦味、杂菌污染产生麦芽味,以及不洁味、机械设备清洗不严格产生的石蜡味、肥皂味和消毒味等。为解决风味异常问题,主要应改善牛舍与牛体卫生,保持空气新鲜畅通,注意防止微生物等的污染。

(三)微生物污染乳

由于挤乳前后的污染、不及时冷却和器具的洗涤杀菌不完全等原因,使鲜乳被微生物污染,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,这种乳称为微生物污染乳。

(四)病理异常乳

1. 乳房炎乳

乳房炎是乳房组织内产生炎症而引起的疾病,主要由细菌引起。临床性乳房炎使乳产量剧减且牛乳性状有显著变化,因此不能作为加工用。

2. 其他病牛乳

其他病牛乳主要是指由患口蹄疫、布氏杆菌病等的乳牛所产的乳,乳的质量变化大致与乳房炎乳相类似。另外,患酮体过剩、肝机能障碍、繁殖障碍等的乳牛易分泌酒精阳性乳。



任务实施

(1)参观当地一家牧场,对其奶牛的品种、数量、产奶量、挤乳方式等进行考察,并填写表 1-2。

表 1-2 牧场情况调查表

奶牛数量(头)	品种	挤乳方式	年产量	其他

(2)生乳感官评价。

收集正常生乳对其进行感官评价。

方法:取适量乳样置于 50 mL 烧杯中,在自然光下观察色泽和组织状态,闻其气味,用温开水漱口,品尝滋味。将结果填写在表 1-3 中。

表 1-3 生乳感官评价表

状况	色泽	组织状态	气味	滋味
牛乳				

项目考核

一、填空题

1. 牛乳中含量最高的蛋白质是()。
2. 含水量为 88% 的牛奶中,乳脂肪含量为 3.5%。其非脂乳固体含量为()。
3. 哺乳动物乳汁中主要的糖类是()。
4. “乳糖不耐症”是因为人体肠道中缺乏()。
5. 一般每毫升正常乳中细胞个数不超过()万个。

二、单项选择题

1. 牛乳中的()可促进钙和铁等无机物的吸收。
A. 脂肪 B. 蛋白质 C. 乳糖 D. 维生素

2. 热、酸和凝乳酶能影响()凝固。

A. 乳脂肪 B. 酪蛋白 C. 乳清蛋白 D. 乳糖

3. 初乳属于()乳。

A. 正常 B. 异常 C. 优质 D. 高干物质

4. 末乳的特点之一是()。

A. 营养成分高 B. 细菌数少 C. 颜色好 D. 有苦咸味

二、简答题

1. 影响牛乳成分的因素有哪些?

2. 简述异常乳的概念和种类。