



GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

• 高等职业教育教材 •

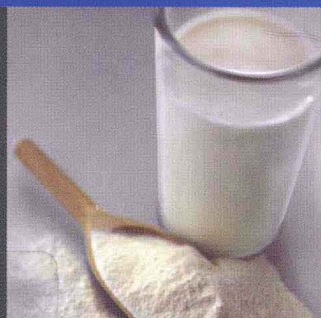
乳品加工业职业技能培训教材

国家示范性高职院校建设项目成果

现代乳制品加工技术

主编 马兆瑞 秦立虎

MODERN DAIRY TECHNOLOGY



中国轻工业出版社

高等职业教育教材
乳品加工业职业技能培训教材
国家示范性高职院校建设项目成果

现代乳制品加工技术

主 编 马兆瑞 秦立虎
副主编 闫庆标 唐丽丽

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代乳制品加工技术 / 马兆瑞, 秦立虎主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2010. 6

高等职业教育教材

ISBN 978-7-5019-7566-2

I. ①现… II. ①马…②秦… III. ①乳制品 - 食品加工 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①TS252. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 052330 号

责任编辑: 白洁

策划编辑: 白洁 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男 责任校对: 李靖 责任监印: 马金路

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: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经销: 各地新华书店

版次: 2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 23

字数: 548 千字

书号: ISBN 978-7-5019-7566-2 定价: 40.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 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邮购联系调换

060237J2X101ZBW

近十年来,中国的产乳量已由世界排名二十位左右上升至第三、四位,国内乳业的发展速度在今后相当长的时期内还会保持一个相当高的水平。乳业的高速发展,大大促进了乳品加工业的快速发展,与此同时,也对从事乳品加工业的产业人员提出更高的要求。正是在这一背景下,我们编写了这本《现代乳制品加工技术》教材,以满足国内对乳品加工高技能人才培养的需要。

为了使教材的教学内容与我国乳品企业生产实际相结合,我们成立了以杨凌职业技术学院食品生物技术专业骨干教师和陕西省内外知名乳品企业技术负责人为主体的教材建设团队,还邀请了国内相关职业技术学院的本课程负责人共同参与教材建设。教材建设之初,团队成员根据生产实际,进行了乳品行业职业岗位核心能力调研与分析,制定出符合行业需求和职业资格证书要求的课程标准。在此基础上,对教材内容进行了认真筛选,根据乳制品产品形式将教材内容按不同产品进行项目化设计,强调教学围绕培养学生的技术应用能力而进行,同时提供相应的基本理论知识,并考虑培养学生的可持续发展能力。最终,建立起符合“工学结合”要求的《现代乳制品加工技术》教材建设方案。

一本好的高职教材应该是有助于培养学生的职业能力,还应该便于教师组织教学,本教材在这方面作了一定尝试,其主要体现在以下几方面:一是教材内容排列顺序符合“热爱—动手—思考”的模式,每一项目开篇的小问题会使学生对该项目内容充满期待,技能训练部分则能让学生有亲自动手做的欲望,在动手做的过程中学生难免会产生一些疑问,随后的理论知识部分会解答这些问题,最后的复习自测题对学生检测自己的学习成果有一定帮助,对于任课教师我们还提供了教学设计建议;二是按照乳品行业标准、国家职业资格证书要求以及毕业生面向职业岗位的具体要求选择教材内容,充分体现教材内容与生产实际相融通,与岗位技术标准相对接,增强了实用性;三是在国内首次提出并建立了乳品新产品开发设计的科学理论体系,通过该部分的学习可以为学生毕业后从事新产品的开发与管理工作的奠定相应的理论基础。

本教材建设团体的主要成员均长期在高职院校教学一线和乳品加工企业一线从事教学和技术管理工作,教材涉及内容紧贴生产实际,因此它不仅可以作为大专院校的实训和理论教材,而且也可以用作企业员工的培训教材。

本教材的编者及具体承担任务为：杨凌职业技术学院马兆瑞和祝战斌负责全书的框架结构及统稿任务，写成项目一、二、三、四；西安东方乳业有限公司研发中心主任、西安市乳业协会副秘书长兼乳品技术专业委员会主任秦立虎召集企业方面的参编人员，完成项目九；洛阳巨尔乳业有限公司研发处处长（高级畜牧师）闫庆标协助主编完成全书统稿任务，完成项目五；西安康桥乳业有限公司副总经理（乳品感官评鉴师）杜管利、日照职业技术学院黄莉共同完成项目六；西安光明乳业股份有限公司技术中心工程师任江红、河南漯河职业技术学院崔惠玲共同完成项目七；天宁香料（江苏）有限公司工程师徐军、河南农业大学柳燕霞共同完成项目八；杨凌职业技术学院唐丽丽、程春全、龙明华、张鹏完成全书技能训练部分的编写任务；杨凌职业技术学院姚瑞祺、王智民对部分实训内容进行了验证和试做。

最后，需要特别说明的是在教材建设过程中，杨凌职业技术学院生物工程系主任张宏辉，西部乳业发展协作会副理事长、西安东方乳业有限公司董事长杨林伟和西部乳业发展协作会秘书长王伟民为教材的编写提出了许多极具建设性的意见，在此表示衷心感谢。

编者

- 1 项目一 原料乳生产基础知识
- 2 技能训练
- 2 实验实训 参观乳畜养殖场
- 3 理论知识
- 4 模块一 乳用家畜种类及品种
- 7 模块二 牛乳的分泌
- 9 模块三 乳牛场牛乳的生产
- 14 复习自测题
- 15 项目二 牛乳的化学组成及理化特性
- 16 技能训练
- 16 实验实训一 牛乳脂肪含量的测定
- 18 实验实训二 乳及乳制品中蛋白质含量的测定（凯氏定氮法）
- 23 实验实训三 乳粉中乳糖和蔗糖的测定
- 27 实验实训四 用酸碱滴定法测定牛乳的酸度
- 28 实验实训五 抗生素残留检验
- 31 实验实训六 牛乳密度和相对密度的测定
- 32 实验实训七 牛乳冰点及掺水量的测定
- 34 理论知识
- 34 模块一 牛乳的化学组成及特性
- 58 模块二 牛乳的物理性质
- 60 复习自测题
- 63 项目三 乳中的微生物
- 64 技能训练
- 64 实验实训一 原料乳及乳制品中菌落总数的测定
- 68 实验实训二 大肠菌群计数

- 74 实验实训三 ATP 荧光法检测技术
- 76 实验实训四 耐热菌和芽孢数的检验
- 78 理论知识
- 78 模块一 原料乳中微生物的来源
- 79 模块二 乳中的微生物及其控制
- 87 复习自测题
- 89 项目四 原料乳的验收和贮存
- 90 技能训练
- 91 实验实训一 乳及乳制品取样
- 94 实验实训二 牛乳全乳固体的测定
- 95 实验实训三 酒精试验
- 96 实验实训四 牛乳体细胞数检测
- 98 实验实训五 乳成分测定仪的操作
- 101 实验实训六 乳掺假的快速检验方法
- 105 实验实训七 高效液相色谱法 (HPLC) 检测原料乳与乳制品中三聚氰胺
- 108 实验实训八 美蓝还原试验
- 109 实验实训九 PX207 型净乳机操作与维护
- 111 实验实训十 贮乳罐操作与维护
- 113 实验实训十一 氨压缩冷凝机组的操作与维护
- 116 理论知识
- 116 模块一 乳的收集与运输
- 117 模块二 原料乳的质量标准及检验
- 124 模块三 乳的接收和贮存
- 132 复习自测题
- 134 项目五 液态乳制品加工技术
- 135 技能训练
- 135 实验实训一 参观乳品加工厂
- 136 实验实训二 牛乳中酶的测定
- 137 实验实训三 牛乳均质效果测定
- 138 实验实训四 纸层剥离实验——检测无菌利乐枕横封
- 139 实验实训五 生产环节卫生抽样检验
- 141 实验实训六 巧克力风味乳加工
- 143 实验实训七 果味乳饮料
- 144 实验实训八 乳脂离心分离机的使用与维护
- 147 实验实训九 均质机的操作与维护

- 153 实验实训十 板式换热器的操作与控制
- 155 理论知识
- 155 模块一 巴氏杀菌乳加工技术
- 171 模块二 灭菌乳加工技术
- 202 模块三 设备清洗与环境卫生
- 209 复习自测题
- 210 项目六 乳粉加工技术
- 211 技能训练
- 211 实验实训一 全脂乳粉溶解度的测定
- 213 实验实训二 全脂乳粉的感官评定
- 214 实验实训三 双效降膜式蒸发器的使用
- 221 实验实训四 压力喷雾干燥设备的使用
- 224 实验实训五 乳的浓缩和干燥
- 225 理论知识
- 225 模块一 乳粉概述
- 239 模块二 乳粉生产工艺
- 248 模块三 婴幼儿乳粉的调配原则及加工技术
- 254 模块四 乳粉常见的质量缺陷及产生原因
- 258 复习自测题
- 260 项目七 酸乳加工技术
- 261 技能训练
- 261 实验实训一 凝固型酸乳加工
- 263 实验实训二 搅拌型酸乳加工
- 264 实验实训三 乳酸菌饮料的生产
- 265 实验实训四 乳制品中酵母和霉菌数的检验
- 266 实验实训五 乳制品加工过程中重要微生物检验
- 269 理论知识
- 269 模块一 酸乳概述
- 271 模块二 酸乳发酵剂
- 277 模块三 加工酸乳的主要设备
- 279 模块四 酸乳生产技术
- 286 模块五 HACCP 在酸乳质量控制中的应用
- 293 复习自测题
- 295 项目八 冰淇淋加工技术
- 296 技能训练

- 296 实验实训一 参观冰淇淋加工厂
- 297 实验实训二 冰淇淋膨胀率的测定
- 298 实验实训三 冰淇淋加工
- 300 实验实训四 膨化雪糕加工
- 302 理论知识
 - 302 模块一 冰淇淋的定义和分类
 - 304 模块二 冰淇淋生产主要原辅料
 - 317 模块三 冰淇淋配方设计
 - 323 模块四 生产冰淇淋的主要设备
 - 328 模块五 冰淇淋生产技术
- 333 复习自测题
- 335 项目九 乳品新产品开发设计
 - 336 技能训练
 - 336 实验实训一 参观超市
 - 337 实验实训二 开发红枣牛奶饮品
 - 338 理论知识
 - 339 模块一 开发设计基础知识
 - 343 模块二 乳品新产品开发设计
 - 348 模块三 乳品新产品开发设计实例
 - 354 复习自测题
 - 355 参考文献

项目一

原料乳生产基础知识

1. 世界上哪个品种的乳牛是产乳冠军？
2. 一头高产乳牛一年能产多少千克乳，一天能产多少千克乳？
3. 一头乳牛正常情况下能产几年乳？
4. 牛乳的分泌过程是怎么样的？
5. 怎么样挤乳和贮存乳？



有关岗位及其主要任务

1.挤乳工：负责挤乳，清洁挤乳机械及场所，协助观察母牛发情工作。机械化挤乳程度高的乳牛场，每人每日负责挤乳50~80头，手工挤乳的乳牛场16~18头。

2.原料乳处理工：负责原料乳冷却、贮存，清洗盛乳器，发送原料乳，每日处理600kg牛乳，乳汁损耗低于2.5%。

技能训练

技能训练目标

1. 了解当地主要的乳用家畜种类及品种，了解它们的外部形态和产乳量；
2. 了解乳畜养殖场的一般布局，观察它们的卫生和防疫设施；
3. 熟悉一般挤乳过程，了解所用的挤乳设备及其清洗方法。

实验实训 参观乳畜养殖场

一、实训内容

通过现场参观了解有关乳用家畜养殖的一些基本知识，为以后原料乳的收集和检验工作奠定基础。

1. 准备工作

用具：笔、笔记本、资料、调查表格、照相机或摄像机。

2. 调查项目

- (1) 养殖场内的乳用家畜种类及品种，了解它们的外部形态和产乳量；
- (2) 乳畜养殖场的布局及其卫生和防疫设施；
- (3) 挤乳过程和操作要点；
- (4) 挤乳设备及其清洗方法。

3. 观察与思考

- (1) 记录好调查项目和内容；
- (2) 画出乳畜养殖场的布局简图；
- (3) 试述挤乳过程和挤乳设备的清洗方法与原料乳质量的关系；
- (4) 对你感兴趣的问题进行询问和分析。

二、实训报告基本格式要求

实训题目：

实训时间： 年 月 日

实训地点：

调查小组及成员：

能力目标：

调查项目和结果：

调查中遇到的问题：

实训收获：

三、实训考核标准

实训考核标准见表 1-1。

表 1-1

实训考核标准

班级		小组		姓名		日期						
序号	考核项目	考核标准				等级分值						
		A	B	C	D	A	B	C	D			
1	实训态度	实训认真,积极主动,调查仔细,记录完整				较好	一般	较差	10	8	6	4
2	调查能力	能力强,有针对性和实用性,团队协作好				较好	一般	较差	20	16	12	8
3	调查过程	能够分析调查过程中遇到的问题,遵守纪律				较好	一般	较差	30	24	18	12
4	实训报告	格式规范,内容完整、真实,结果分析到位,独立按时完成				较好	一般	较差	20	16	12	8
5	创新能力	表现突出,立意创新,师生认可				较好	一般	较差	20	16	12	8
实训考核成绩(合计分)												

理论知识

知识学习目标

1. 能识别乳用家畜的常见种类和品种,重点掌握中国荷斯坦牛的品种形成、外貌特征和生产性能;
2. 能说明牛乳的泌乳周期,解释牛乳房构造及其泌乳机理;
3. 对挤乳方法有所了解,了解常用的挤乳设备及其清洗方法。

模块一 乳用家畜种类及品种

一、乳牛

(一) 黑白花牛 (Black and White)

黑白花牛原产于荷兰，原称荷兰弗里斯兰牛 (Holland Friesian)，由于德国北部荷斯坦省也有分布，也简称荷斯坦牛 (Holstein)。因其毛色为黑白花片，故通称黑白花牛。黑白花牛是目前世界上产乳量最高、数量最多、分布最广的乳用品种。由于各国对黑白花乳牛选育方向不同，育成了乳用型黑白花牛和乳肉兼用型黑白花牛。

1. 乳用型黑白花牛

美国、加拿大等国的黑白花乳牛属此类型。乳用型黑白花牛体格高大，结构匀称，皮薄骨细，皮下脂肪少，乳房特别硕大，乳静脉明显，后躯较前驱发达，侧望、俯视和从后面看体躯均呈楔形，具有典型的乳用型外貌。毛色为明显的黑白花片，腹下、肢端及尾帚为白色。乳用型黑白花牛产乳量为各种乳牛之冠，一般年平均产乳量为 6500 ~ 7500kg，乳脂率为 3.6% ~ 3.7%。

2. 乳肉兼用型黑白花牛

以原产地荷兰为代表的欧洲国家，如德国、法国、丹麦等国家所饲养的黑白花牛多属此型。乳肉兼用型黑白花牛的毛色与乳用型黑白花牛相同。其特点是体格偏小，头宽颈粗，体躯宽深，乳房发育良好，胸宽而深，全身肌肉较乳用型丰满，有较好的产肉性能，但体格较矮，体重较乳用型小，故在我国习惯上称为小荷兰牛。乳肉兼用型黑白花牛年产乳量一般平均为 5000 ~ 6500kg，乳脂率 3.8% ~ 4.1%。产肉性能较好，经育肥后屠宰率可达 55% ~ 60%。

3. 中国黑白花牛

中国黑白花乳牛又称中国荷斯坦牛，如图 1-1，系纯种黑白花公牛与本地黄牛杂交，其后代经过长期相互交配选育而成。中国黑白花乳牛具有明显的乳用特征，毛色呈黑白花。中国黑白花乳牛平均年产乳量一般为 6000 ~ 7000kg，平均乳脂率为 3.3% ~ 3.4%，脂肪球小，宜作鲜乳或制作干酪。

(二) 娟姗牛 (Jersey)

娟姗牛原产于英国的娟姗岛，是比较古老的乳用牛品种，如图 1-2。本品种以乳脂率高、乳房形状良好而闻名。娟姗牛体格较小，毛色深浅不一，由银灰至黑色，以栗褐色毛最多。鼻镜、舌与尾帚为黑色，鼻镜上部有灰色圈，一般公牛毛色比母牛深。娟姗牛体型清秀，乳房发育良好。平均年产乳量 3000 ~ 3500kg，乳脂率高，平均为 5.3%，是乳用品种中的高脂品种。乳脂呈黄色，脂肪球大，适于制造黄油。

(三) 西门塔尔牛 (Simmental)

西门塔尔牛原产于瑞士西部的西门塔尔平原和萨能平原，目前是世界上分布最广的



图 1-1 中国黑白花牛

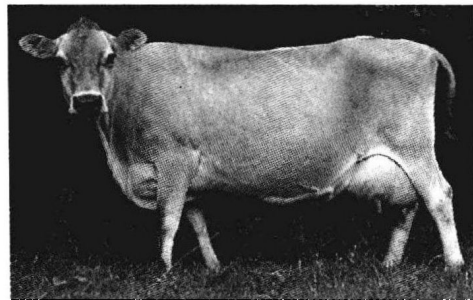


图 1-2 娟珊牛

乳、肉、役兼用品种之一，如图 1-3。该牛毛色为黄白花或淡红白花，头、胸、腹下、四肢及尾帚多为白色，皮肤为粉红色，头较长，面宽；角较细而向外上方弯曲，尖端稍向上。颈长中等，体躯长，呈圆筒状，肌肉丰满；前躯较后躯发育好，胸深，尻宽平，四肢结实，大腿肌肉发达。

西门塔尔牛乳、肉用性能均较好，平均产奶量为 4070kg，乳脂率 3.9%。

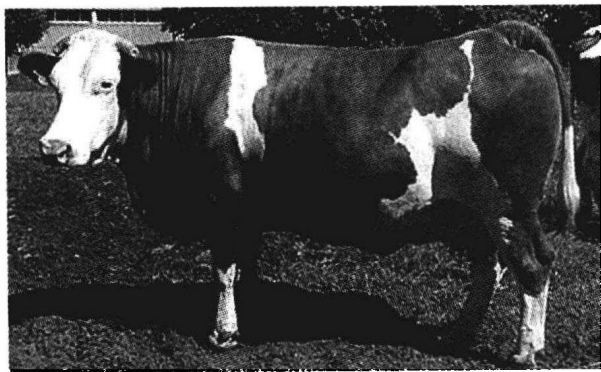


图 1-3 西门塔尔牛

二、水牛

水牛 (Buffalo) 分沼泽型和江河型两种类型。我国和东南亚一带的水牛属于沼泽型，印度的摩拉水牛、巴基斯坦的尼里-瑞菲水牛属于江河型。两种类型在体型外貌、生活习性等方面均有着明显差别。

(一) 摩拉水牛 (Murrah)

摩拉水牛是世界上著名的乳用水牛品种，如图 1-4。原产于印度雅么纳 (Yamuna) 河西部地区，用以生产鲜乳和奶油。摩拉水牛素以产乳性能高而著称，在原产地的年产乳量一般为 1400 ~ 2000kg，优秀者达 4500kg，乳脂率为 7.0% ~ 7.5%，泌乳期 8 ~ 10 个月。

(二) 尼里 - 瑞菲水牛 (Nili - Ravi)

尼里 - 瑞菲水牛简称尼里水牛, 是巴基斯坦较好的乳用水牛品种。泌乳期 305d, 平均年产乳量 2000 ~ 2700kg, 最高达 3200 ~ 4000kg, 乳脂率为 6.9%。

(三) 温州水牛

温州水牛是比较好的役乳兼用水牛, 产于我国浙江省温州一带, 如图 1-5。温州水牛具有较好的泌乳性能, 耐粗饲, 抗病力强。一个泌乳期最高可产 1250kg, 乳脂率为 9%, 干物质为 21.0%。

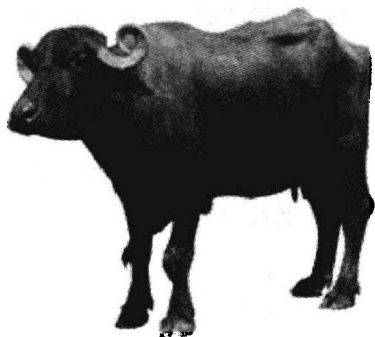


图 1-4 摩拉水牛

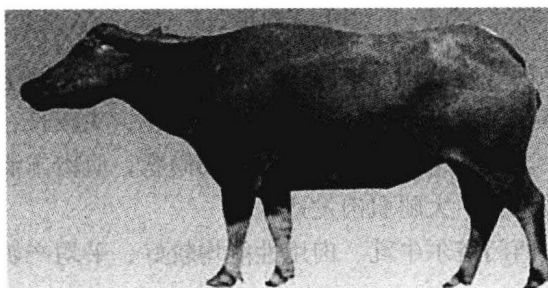


图 1-5 温州水牛

三、奶山羊

奶山羊是仅次于乳牛的主要乳畜, 在各国历来被誉为“农家的乳牛”。世界上有 60 多个奶山羊品种, 其中萨能奶山羊 (Saanen)、吐根堡奶山羊 (Togenburg)、奴比亚奶山羊 (Nubian) 以数量多、分布广、产乳量高而闻名于世界。本书主要介绍我国常见品种。

(一) 萨能奶山羊 (Saanen)

萨能奶山羊是世界著名的奶山羊品种之一, 几乎遍布世界各国。萨能奶山羊原产于瑞士柏龙县萨能山谷, 故名萨能羊。萨能奶山羊泌乳期 300d, 年平均产乳量为 600 ~ 1200kg, 高者可达 3000kg。乳脂率 3.3% ~ 4.4%, 乳蛋白 3.3%, 乳糖 3.9%, 干物质 11.28% ~ 12.38%, 乳中膻味重。

(二) 关中奶山羊

关中奶山羊主要产于陕西关中平原地区, 如图 1-6。是由萨能奶山羊与当地山羊杂交培育而成, 分布于陕西关中平原的渭南、咸阳、宝鸡、西安等地。关中奶山羊年产乳量一般为 500 ~ 600kg, 乳脂率为 3.6% ~ 3.8%, 蛋白质 3.53%, 乳糖 4.31%, 干物质 12.8%。

(三) 崂山奶山羊

崂山奶山羊产于山东省胶东半岛, 主要分布在青岛、烟台等黄海和渤海之滨的平原, 丘陵与山地也有分布。崂山奶山羊泌乳期 8 ~ 9 个月, 年产乳量 450 ~ 700kg, 乳脂率 3.5% ~ 4.0%。

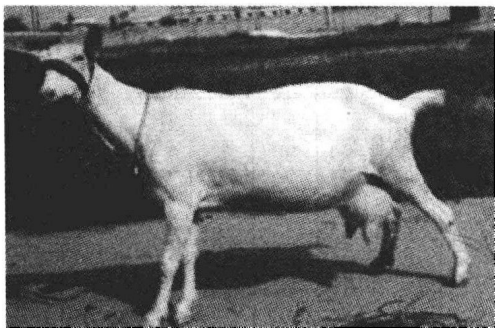


图 1-6 关中奶山羊

模块二 牛乳的分泌

牛乳是我国乳品加工业的主要原料，因此本书的研究对象重点放在牛乳上。乳是哺乳动物生命初期唯一的食物。乳中的物质不仅提供了能量而且为幼畜生长提供了结构物质，初乳中还含有能防止幼年哺乳动物发生感染的抗体。一头犊牛的生长期约需 1000L 乳，这是母牛本来为每头犊牛所生产的乳量。但现在由于人工育种，一头乳牛的年产乳量平均可达 6000L，最高可达 10000L。

一、泌乳周期

一头母牛 7~8 个月时可达到性成熟，但一般到 15~18 个月才能受精。怀孕时间为 265~300d，所以母牛的第一次产乳年龄应为 2.5 岁。一头牛的正常泌乳时间为 5~7 年，一般不超过 10 年，第一年的产乳量较低。

母牛的泌乳过程在临近分娩前就开始了，这样犊牛出生后几乎可以立即有奶吃。以后母牛持续泌乳约 300d，这个时期叫泌乳期。

母牛产犊后 7d 内所分泌的乳汁被称为牛初乳，分娩后牛乳成分的变化如图 1-7。牛初乳色泽呈棕黄色，有特殊气味和咸味。牛初乳的一个明显特征是乳清蛋白的含量高达 11%，其中相当大比例是免疫球蛋白，而正常牛乳中只有 0.65%。在牛犊自己的免疫系统建立之前，饮用初乳可使其免受外界感染。另外与常乳相比，初乳乳糖含量低，过氧化物酶和过氧化氢酶含量较高。因初乳所含营养物质丰富、全面、合理，而且含有多量各种生长因子（含铁量是常乳的 10~17 倍），尤其是富含免疫球蛋白（含量约为常乳的 60 倍）等物质，许多乳品加工企业将牛初乳作为新产品开发。初乳中的特殊成分含量会随着泌乳时间的推移而急剧下降，以前 3 天内含量为最高。因此按照中国乳制品工业协会公布的行业规范，用于加工的牛初乳要求是健康无乳腺炎的母牛产犊后 3d 内的乳汁。从加工角度来说，因为牛初乳中乳清蛋白含量较高，而这些乳清蛋白的变性温度在 60~70℃，乳清蛋白的变性一方面会导致初乳凝聚形成沉淀，另一方面导致其生物活性丧失，因此牛初乳不适合进行高温加工，并且在普通牛乳进行加工时也严禁混入牛初乳。牛初乳与正常乳的成分比较见表 1-2。

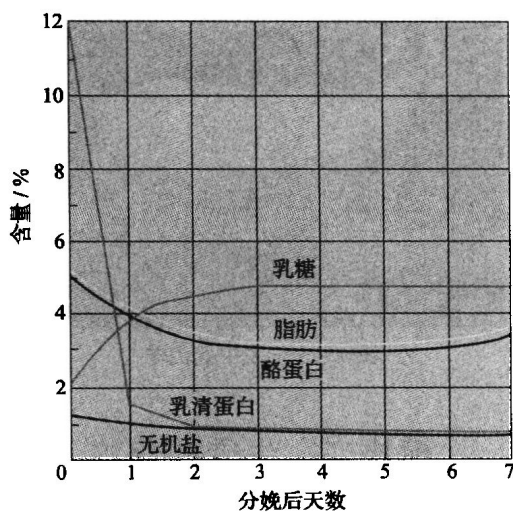


图 1-7 分娩后牛乳成分的变化

表 1-2 牛初乳与正常乳的成分比较

项 目	正 常 乳	产后初挤乳	产后第六次挤乳
非脂乳固体含量/%	8.8	16.7	9.5
免疫球蛋白含量/%	0.09	6.0	0.15
总蛋白质含量/%	3.1	14.0	4.7
IgG 含量/ (g/L)	0.6	30	0.8
铁含量/ (mg/L)	0.5	7.0	2.0
锌含量/ (mg/L)	3.0	12.2	4.0
锰含量/ (mg/L)	0.04	0.2	0.1
维生素 A 含量/ (μg/L)	340	2950	700
维生素 E 含量/ (μg/g 脂肪)	15	84	30
维生素 B ₂ 含量/ (μg/mL)	1.47	4.83	1.73
维生素 B ₁₂ 含量/ (μg/L)	6.0	49	20
叶酸含量/ (μg/L)	2	8	2
胆碱含量/ (μg/mL)	0.13	0.70	0.15

正常情况下，母牛分娩后 1~2 个月就发情，以后每隔 3 周发情一次。为了下一年继续产奶，一般在分娩后须进行配种。随着胎儿在母体内生长，它所需要的营养物质越来越多，因而产乳量递减，直到泌乳期末。牛犊出生前 6~9 周泌乳暂停，进入干乳期。

干乳期前两周产的乳被称之为末乳，一般为产犊 8 个月以后，泌乳量显著减少，1d 的泌乳量在 0.5kg 以下者。末乳的化学成分与常乳比有显著异常。泌乳末期乳的酸度降