

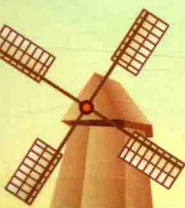
YOUZHI NIUNAI
ANQUAN SHENGCHAN JISHU

优质牛奶

安全生产技术

第2版

张克春 孙卫东 主编



化学工业出版社

YOUZHI NIUNAI
ANQUAN SHENGCHAN JISHU

优质牛奶 安全生产技术

第2版

张克春 孙卫东 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书详细论述了牛奶的品质和质量,牛奶生产概述,奶牛育种与牛奶质量、奶牛营养和饲养管理与牛奶质量、奶牛保健与牛奶质量、奶牛福利与牛奶质量的关系,挤奶工艺与生奶储运,牛奶质量的监管等核心内容;同时书中还以全国知名牛奶生产企业为案例,介绍了其生产优质牛奶的做法和经验。

全书技术实用,具有较好的指导性,是奶企负责人、技术人员,牛奶加工企业,以及农业院校畜牧养殖、畜产品加工等专业师生的良好参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

优质牛奶安全生产技术/张克春,孙卫东主编.

—2版.—北京:化学工业出版社,2018.1

ISBN 978-7-122-31117-7

I. ①优… II. ①张…②孙… III. ①牛奶-食品加工-安全生产-基本知识 IV. ①TS252.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第297991号

责任编辑:邵桂林

装帧设计:韩飞

责任校对:王静

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:北京京华铭诚工贸有限公司

装订:北京瑞隆泰达装订有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数256千字

2018年3月北京第2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:45.00元

版权所有 违者必究

优质牛奶安全生产技术

前言

本书的第1版2012年3月出版后，适逢我国奶业整顿和振兴规划全面实施以及奶牛规模化发展的良好机遇，为相关奶牛养殖企业和奶牛养殖者学习优质牛奶的生产以及奶牛疾病的防控技术提供了理论与实践相结合的支持，受到广大读者的好评和欢迎，迄今已5年过去了，我国奶牛养殖业在广大养殖者和奶牛从业人员共同努力下，又有了一些新的发展，为适应形势发展的需要，对其进行了修订。

这次修订，主要是在原版的基础上删旧增新。具体体现在以下几个方面：一是充实了编写队伍，增加了一些动物卫生监督和动物疫病防控方面的专家为编者；二是针对近年来人们对动物福利的关注，增加了“奶牛福利与牛奶质量”这一章，同时对可能影响到奶牛健康和牛奶品质的每一个疾病的文字描述做了全面的修改，尤其是在防治部分将临床实践中经常遇到的且易于被大家忽视的问题作了说明，以引起奶牛养殖者的注意；三是对优质牛奶生产按流程进行了重新编排，并增加了一些近年来采用的新理论、新技术、新方法，对国内外优质牛奶的总体发展概况以表格的形式列出，让读者一目了然。本次修订版充分展示了优质牛奶生产以及奶牛疾病防控的先进且实用的技术，相信对奶牛养殖企业和奶牛养殖者有更大的帮助。

在修订的过程中，得到了化学工业出版社和全体编者的大力支持，本书又引用了一些作者已经公开发表的最新文献资料，在此一

并表示衷心的感谢。

尽管编者作了很大的努力，但仍可能存在许多疏漏和不尽如人意之处，恳请各位前辈、广大读者和同行专家对不妥之处给予批评指正。

张克春

2018年1月于上海市奶牛研究所

优质牛奶安全生产技术

第一版前言

随着改革开放的日益深入，我国人民生活正在向高水平小康社会迈进，食物结构也正由温饱型向营养型转变，对优质牛奶及其奶产品的需求越来越多，牛奶已成为城乡居民每天必备的重要营养品之一。同时由于奶牛业是不与人类争粮食的黄金产业，能有效利用大量饲草和农作物秸秆，是国家产业结构调整的重点产业，是我国农业产业中最具潜在竞争力的产业之一。近年来随着大规模的学生奶计划、部队奶计划等的实施，我国的牛奶消费量将高速增长，消费者越来越对生鲜牛奶及奶制品的质量提出了更高的要求。

而高质量的原料奶生产一直是制约我国奶业发展的瓶颈之一，这一方面与我国目前小规模奶牛养殖场在原料奶的供给上占重要的比重有关，这些农户由于缺乏专业的养殖技术和专业化的技术服务，使其在饲料配合比例、奶牛的健康程度等方面存在差异，这也就造成原料奶质量存在一定程度差异。另一方面，奶牛养殖面临疾病增多，尤其是生产中所遇到的以乳腺炎等为代表的疾病的不正确用药，给食品安全带来了潜在的隐患，导致食品安全事故的频发。“三鹿奶粉”事件之后，国家及相关部门先后出台了《奶业整顿和振兴规划纲要》（2008）、《奶牛标准化规模养殖生产技术规范》（2008）、《奶牛乳腺炎防治指南》（2010）、《中国奶牛群体遗传改良计划（2008—2020）》，启动了“国家奶牛产业技术体系”，使业界认识到只有充分考虑奶牛的生物学特性，了解影响牛奶生产的因素及其危害，掌握科学的饲养管理技术，实行严格的养殖和操作规范，才能实现增产和高质的双赢，促进奶牛业的健康可持续发展。为此我们组织了上海市奶牛研究所、南京农业大学动物医

学院、浙江大学动物科技学院等单位具有多年的教学、科研、咨询服务、奶牛生产及奶制品加工实践经验的专家、学者和技术人员，借鉴了国内外相关最新文献和资料，结合上海市奶牛研究所多年的研究和生产实践成果，编写了本书。

本书内容涉及：牛奶的品质和质量，优质牛奶生产，牛奶质量的监管，挤奶工艺与生奶储运，奶牛的饲料、饲养与牛奶质量，奶牛健康与牛奶质量，乳蛋白的影响因素及其改进措施，乳脂的影响因素及其改进措施，改善牛奶中其他成分的途径，改善生鲜奶卫生指标的途径，特种原料奶的生产等。在编写过程中力求语言通俗易懂，简明扼要，既注重普及，又兼顾提高，更注重实用性和可操作性。让广大奶牛养殖者一看就懂，一学就会，用后见效。本书可供奶牛场饲养者、牛场技术服务人员、牛奶收集及加工人员阅读参考，亦可作为奶牛教学、科研人员的参考资料。

在编写本书时，编者虽然百般努力，力求广采博取，但由于水平所限，仍难免挂一漏万。在此，笔者除向为本书提供资料、支持本书编写的同仁深表感谢外，还望各位前辈、广大读者和同行们对不妥之处给予指正，以便以后有重印或再版机会时予以修订补充。

张克春

2012年3月于上海市奶牛研究所

优质牛奶安全生产技术

目 录

第一章 牛奶的品质和质量	1
第一节 奶牛与牛奶	1
一、奶牛	1
二、牛奶	1
第二节 牛奶的物理性质与感官指标	2
一、物理性质	2
二、感官指标	4
第三节 牛奶的组成成分	5
一、水分	5
二、蛋白质	5
三、脂肪	7
四、乳糖	7
五、酶类	8
六、维生素	8
七、矿物质	8
八、其他	9
第四节 牛奶中的微生物	9
第五节 牛奶的保健功能	10
一、防癌抗癌作用	10
二、有益心脏、降血压	11
三、对胃肠有较好的保护作用	11

四、预防脑中风	11
五、抗衰老、延年益寿	12
六、预防胆结石	12
七、牛奶镇定催眠	12
八、预防儿童佝偻病	13
九、酸奶预防肠道疾病	13
十、防止骨钙流失	13

第二章 牛奶生产概述 14

第一节 牛奶相关的概念 14

一、合格乳	14
二、优质乳	17
三、有机乳	17
四、免疫乳	18
五、高共轭亚油酸乳	20
六、富硒乳	22

第二节 奶牛乳房的结构与泌乳调节 23

一、乳房的结构	23
二、乳房的发育	24
三、泌乳与调节	26
四、泌乳期与干奶、泌乳季节的科学安排 ...	29

第三章 奶牛育种与牛奶质量 30

第一节 奶牛品种及特点 30

第二节 奶牛选育手段 32

一、奶牛生产性能测定	32
二、奶牛外貌线性评分	35
三、基因组测定	37
四、优质冻精使用	39
五、胚胎移植	39

第三节 育种工作的开展	40
一、奶牛识别与牛只档案的建立	40
二、开展 DHI 测定	42
三、组建高产核心群	42
四、组织严格的后裔测定工作	43

第四章 奶牛营养和饲养管理与牛奶质量 44

第一节 奶牛的营养需要	44
一、能量	44
二、蛋白质	45
三、结构性碳水化合物	46
四、矿物质元素	47
五、维生素	51
六、水	53
第二节 奶牛的饲料与日粮	53
一、优质饲料的充足供应	54
二、饲料的合理搭配	61
三、奶牛干物质采食量 (DMI) 与全混合日粮 (TMR) ...	62
四、提高乳脂、乳蛋白的营养调控	66
五、饲料的防霉与防污染	69
第三节 奶牛的饲养与管理	71
一、合理分群与饲养管理	71
二、体况评分	81
三、粪便评分	85
四、肢蹄评分	88
五、步态评分	90
六、乳房卫生评分	93

第五章 奶牛保健与牛奶质量 94

第一节 保持奶牛健康的策略	95
一、奶牛疾病的预防	95

二、奶牛疾病的诊断与检测	96
三、奶牛疾病的治疗	97
第二节 奶牛乳腺炎与牛奶质量	98
一、奶牛乳腺炎对牛奶质量的影响	98
二、奶牛乳腺炎发生的种类与特点	100
三、奶牛乳腺炎的防控	101
第三节 中毒病与牛奶质量	103
一、概述	103
二、中毒病的原因与特点	103
三、奶牛常见的主要中毒病	104
四、奶牛中毒病的防治要点	110
第四节 奶牛营养代谢病与牛奶质量	110
一、概述	110
二、奶牛营养代谢病的种类与特点	110
三、奶牛的重要营养代谢病	111
第五节 奶牛传染病、寄生虫病与牛奶质量	125
一、奶牛疫病与牛奶质量	125
二、常见奶牛疫病	126
三、奶牛疫病防控体系的建立要点	142

第六章 奶牛福利与牛奶质量 150

第一节 构建舒适的奶牛环境	150
一、卧栏	151
二、地面	157
三、有害气体	159
四、活动空间	160
五、饮水福利	161
六、采食福利	163
七、牛体清洁与刷拭	164
第二节 减少应激	165
一、热应激	166
二、冷应激	170
三、其他应激	178

第七章 挤奶工艺与生奶储运

180

第一节 挤奶方法	180
一、手工挤奶	180
二、机器挤奶	182
第二节 挤奶前的准备	184
一、挤奶场所与人员卫生	184
二、挤奶器具、消毒水、药浴液的准备	184
三、检查挤奶机器性能	184
第三节 规范的挤奶操作	185
一、乳房乳头的清洁、消毒	185
二、头三把奶的废弃及挤前药浴	185
三、套奶杯、挤奶	186
四、卸杯及挤后药浴	186
五、挤奶顺序	186
第四节 挤奶设备的维护和保养	187
一、挤奶杯组	187
二、真空系统	189
三、脉动系统	192
四、接收系统	196
五、控制系统	198
六、影响挤奶机性能的因素	201
第五节 生奶的处理与储运	203
一、生奶的净化与过滤	203
二、生奶的快速制冷	204
三、生奶的储运要求	205

第八章 牛奶质量的监管

207

第一节 当前中国的原料奶质量的概况	207
一、当前奶业稳定发展质量安全稳步提高	207
二、原料奶生产中存在的质量问题	210
三、奶业发达国家的牛奶质量	211

第二节 牛奶质量的检测	212
一、检测机构、运作及标准、质量认证 体系、DHI 实验室	212
二、生鲜牛乳的采样、封存及检测	213
三、检测项目	214
第三节 原料奶收购的按质论价	221
一、建立原料奶第三方检测制度	221
二、上海加强第三方检测、提高原料奶质量的具体做法	221
三、欧洲的按质论价体系	228
第四节 国内外优质牛奶生产的监控	232
一、国内大型奶牛养殖企业	232
二、国外乳业发达国家	237
第五节 优质牛奶安全保障体系的建立	242
一、牛奶安全保障体系概述	242
二、国内优质牛奶安全保障体系的建立	247

附录 253

一、原料奶的营养、卫生标准	253
二、国内外近年来各国奶牛存栏数量与 产量情况	254
三、上海牛奶集团生鲜乳采样操作 技术规范	255
四、上海牛奶集团牧场挤奶及储奶设备清洗消毒 技术规范	265
五、上海牛奶集团原料牛奶质量管理员职责与 操作流程	270
六、上海牛奶集团生乳质量内部标准	281
七、常用检测试剂盒及生产厂商	285

参考文献 289



第一节 奶牛与牛奶

一、奶牛

世界上奶牛品种近百种，其中著名的除荷斯坦奶牛外，还有娟姗牛、更赛牛、爱尔夏牛等。在世界现代奶牛品种中，荷兰荷斯坦牛占绝对多数，即通常所说的黑白花奶牛，在全世界有1亿头以上。该奶牛品种适应性强、分布范围广、产奶量高、耐粗饲。我国引入荷兰黑白花牛较早，有一百多年的历史。纯种的黑白花牛在我国经不断驯化和培育，或与各地黄牛进行杂交并经长期选育而逐渐形成中国黑白花奶牛，也叫中国荷斯坦奶牛。其主要特征包括：头部轮廓清晰，略长；颈部有皱褶；皮薄，毛细短，皮下脂肪少，全身结构匀称，细致紧凑，棱角清晰；后躯较前躯发达，乳房庞大，重可达11~28kg，乳静脉明显。中国荷斯坦奶牛年平均产奶量较高，在饲养条件好、育种水平较高的京、沪等地区，一些高产奶牛场成年乳牛年平均单产已达10000kg以上，乳脂率3.66%，有的达4%以上。

二、牛奶

牛奶是母牛产犊后从乳腺内分泌出来的一种白色或稍带微黄色的不透明胶体性液体，是人们日常生活中经常食用的一种食品。它含有几乎人类身体需要的所有营养，且易于人体吸收，有“白色血

液”之称。除强身健体的作用外，牛奶还有延年益寿、预防多种疾病等功能。

第二节 牛奶的物理性质与感官指标

一、物理性质

1. 密度、相对密度、冰点

牛奶的密度是指单位体积的牛奶的质量，牛奶在 20°C 时的密度约为 $1030\text{kg}/\text{m}^3$ 。牛奶的相对密度（比重）是指牛奶在 20°C 时的质量与同体积水在 4°C 时的质量之比。正常牛奶的相对密度平均 $D_4^{20}=1.030$ 。新的食品安全国家标准（GB 5009.2—2016）已规定牛奶的相对密度为牛奶在 20°C 时的质量与同温度同体积水的质量之比。

牛奶的冰点通常为 -0.54°C 。奶中的乳糖和无机盐含量越高，冰点越低。乳中掺水，常用的比较准确而经典的方法就是通过测得其冰点增高来检出。牛奶中掺水 1%，冰点可升高 0.0054°C ，牛奶中掺入淀粉、豆浆、CMC 等使其冰点上升，而掺入电解质、尿素等可溶性有机物，则使其冰点下降。

2. 牛奶的光学性质

光照在牛奶上时，在紫外区（ $200\sim380\text{nm}$ ）、可见光区（ $380\sim760\text{nm}$ ）和红外区（ $760\sim2500\text{nm}$ ）均可产生吸收、散射或激发产生荧光。

新鲜正常的牛奶呈不透明的白色，并稍呈淡黄色，这是牛奶的基本色调。牛奶的色泽是牛奶中酪蛋白胶粒及脂肪球对光的不规则反射的结果。脂溶性胡萝卜素和叶黄素使牛奶略带淡黄色，水溶性的核黄素使得乳清呈荧光性黄绿色。

3. 牛奶的酸度和 pH

牛奶酸度的表示方法：以吉尔涅尔度（Thomet degrees）（ $^{\circ}\text{T}$ ）表示，即以酚酞为指示剂，滴定中和 100mL 牛奶所消耗的 0.1mol/L NaOH 的体积（ mL ）。正常牛奶的酸度为 $12\sim18^{\circ}\text{T}$ ；也可以乳酸



百分率表示，一般新鲜牛奶的乳酸百分率为 $0.11\% \sim 0.17\%$ 。

刚挤出的新鲜牛奶的酸度称为固有酸度或自然酸度。自然酸度主要由牛奶中的蛋白质($3 \sim 50^{\circ}\text{T}$)、二氧化碳($1 \sim 20^{\circ}\text{T}$)、柠檬酸盐及磷酸盐($10 \sim 120^{\circ}\text{T}$)等酸性物质所构成。挤出后的牛奶在微生物的作用下发生乳酸发酵，导致牛奶的酸度逐渐升高，这部分酸度称为发酵酸度。固有酸度和发酵酸度之和称为总酸度，简称酸度。

酸度是反映牛奶新鲜度和热稳定性的一项重要指标。正常牛奶的 pH 为 $6.5 \sim 6.7$ ，乳腺炎乳低酸度奶在 6.7 以上，酸败奶及初乳在 6.5 以下。

4. 牛奶的黏度与表面张力

① 牛奶的黏度。牛奶的黏度是表示牛奶主要流变特性的物理参数之一，牛奶大致可认为属于牛顿流体，正常奶的黏度为 $0.0015 \sim 0.0020 \text{Pa} \cdot \text{s}$ ，牛奶的黏度随温度升高而降低。在乳的成分中，脂肪及蛋白质对黏度的影响最显著，乳脂率、乳固体的含量增高，黏度也增高。初乳、末乳的黏度都比正常乳高。在加工中，黏度受脱脂、杀菌、均质等操作的影响。

② 牛奶的表面张力。在液体表面，分子所受作用力是不对称的，存在指向内部的引力，因此，液体表面存在缩成最小的趋势，这种使液体表面积减少的力被称为表面张力。牛乳的表面张力与牛乳的起泡性、乳浊状态、微生物的生长发育、热处理、均质作用及风味等有密切关系。测定表面张力的目的是为了鉴别乳中是否混有其他添加物。牛乳表面张力在 20°C 时为 $0.04 \sim 0.06 \text{N}/\text{cm}^2$ 。牛乳的表面张力随温度上升而降低，随含脂率下降而增大。经均质处理，牛奶中脂肪球表面积增大，由于表面活性物质吸附于脂肪球界面处，从而增加了表面张力。但如果不将脂酶先经加热处理而使其钝化，均质处理会使脂肪酶活性增加，使乳脂水解生成游离脂肪酸，使表面张力降低。表面张力与乳的起泡性有关。加工冰淇淋或搅打发泡稀奶油时希望有浓厚而稳定的泡沫形成，但运送乳、净化乳、稀奶油分离和杀菌时则不希望形成泡沫。

5. 牛奶的依数系

将一非挥发性物质溶于水时，溶液的冰点将比水的冰点有所降



低，沸点有所升高，在溶液和水之间若有半透膜隔开将会产生渗透压。这里的“冰点”、“沸点”和“渗透压”等数值仅与溶液中溶质的质点数有关，与溶质的性质无关，因此称为“依数系”。

6. 牛奶的热学性质

牛奶的比热一般为 $3.89\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，其比热是牛奶中各成分的比热之和。牛奶中主要成分比热分别是乳脂肪 $4.09\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、乳蛋白质 $2.42\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、乳糖 $1.25\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、盐类 $2.93\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

7. 牛奶的电学性质

牛奶中含有盐类，因此具有导电性，可以通过测定导电率来检测奶牛中的体细胞数和乳腺炎发病情况。

8. 牛奶的声学性质

牛奶中含有许多不溶解的胶性颗粒，这种颗粒具有一定的大小，超声波在牛奶传播时声波的速度等会发生变化，通过测量这些声学量，可以了解牛奶中的特性和成分变化，分析其品质。目前，研究较多的热门课题是超声波在乳品工业中的应用。

二、感官指标

1. 色泽和质地

正常牛奶呈不透明的乳白色或微淡黄色，质地为均匀的胶态流体，无沉淀、无凝块、无杂质、无肉眼可见的杂质和其他异物。

2. 气味和滋味

具有令人愉快的新鲜牛奶固有的香味和纯净的甜味（来源于乳糖），略带微咸味，由氯离子（含量仅 $0.06\% \sim 0.12\%$ ）引起的咸味常被香味所掩盖。正常牛奶有时能稍微品出一些苦味，这与其中含有的某些氨基酸、肽及解脂酶有关，但牛奶不允许有浓重的苦味。

3. 香味牛奶

最近，日本某草地试验场发现了几种香草，用少量香草喂泌乳牛，其所产牛奶具有特殊的香草味和甜味，比普通牛奶好喝，成为市场的新宠。这种香味牛奶及其制法，已经申请了专利，并进行了