



中央宣传部 新闻出版总署 农业部
推荐“三农”优秀图书

全方位养殖技术丛书

优质牛奶

刘强 主编

生产技术



中国农业大学出版社

中央宣传部 新闻出版总署 农业部
推荐“三农”优秀图书

全方位养殖技术丛书

优质牛奶生产技术

刘 强 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

优质牛奶生产技术/刘强主编. —北京:中国农业大学出版社, 2003. 1

(全方位养殖技术丛书)

ISBN 7-81066-614-2/S · 410

I. 优… II. 刘… III. 乳制品-食品加工 IV. TS252.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 096066 号

出版 中国农业大学出版社
发行
经销 新华书店
印刷 北京时代华都印刷有限公司
版次 2003 年 1 月第 1 版
印次 2006 年 11 月第 2 次印刷
开本 32 12.5 印张 308 千字
规格 850×1 168
定价 17.00 元

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电话 010-62732633 网址 www.cau.edu.cn/caup

前 言

我国人均每年牛奶及乳制品的消费量仅为发达国家的2.5%，世界平均水平的7%。随着国家“一杯奶强壮一个民族”、学生奶计划、部队奶计划的实施，我国牛奶的消费量将高速增长。国内乳品企业争先扩大产能，以控制奶源为焦点的竞争日趋激烈，奶源紧张的局面难以缓解。

加入WTO，我国农业受到较大的冲击，而畜牧业是劳动密集型产业，畜产品国内外差价较大，是我国农业产业中最具潜在竞争力的产业之一。尤其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倾斜产业。

随着经济的发展，人们的生活水平不断提高，消费者越来越对生鲜牛乳及乳制品的质量提出了更高的要求。当前制约我国乳品市场竞争力的主要因素是乳品的质量问题，在扩大奶牛业养殖规模的同时，依靠科技进步高效高质量地产业化生产，是我国养牛业发展的关键。只有充分考虑奶牛的生物学特点，了解影响牛奶生产的因素及其危害，掌握科学饲养管理技术，才能有效预防疾病，实现增产与高质的双赢，促进奶牛养殖业健康发展。

我们根据多年的教学、科研、咨询服务的实践经验，参阅有关文献资料，编写了这本书。全书共分为十一章：第一、二章由黄应祥负责编写，第三、四章由刘强、李红玉负责编写，第五章由王永新负责编写，第六、七章由王聪负责编写，第八章由黄应祥、刘强负责编写，第九章由张拴林、曹福存负责编写，第十章由王永新、王志武负责编写，第十一章由王聪负责编写。黄应祥教授对全书作了统稿。

编写时力求通俗易懂、实用。

由于编者水平和掌握资料有限,书中难免出现缺点、错误、不妥,诚请广大读者和同仁指正。

编著者

2002 年 9 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 世界奶牛业发展趋势	(1)
第二节 我国乳业发展趋势	(5)
第二章 牛的乳房与泌乳	(9)
第一节 牛乳的营养价值与特点	(9)
第二节 乳房的结构	(17)
第三节 乳的分泌	(19)
第四节 泌乳的神经调节	(21)
第五节 乳房的生长发育	(23)
第三章 牛种和品种与牛奶质量	(25)
第一节 牛种、品种与牛奶产量及质量的关系	(25)
第二节 牛的体型外貌与产奶的关系	(31)
第三节 繁育与产奶的关系	(43)
第四章 营养与优质牛奶	(69)
第一节 日粮能量对牛奶产量质量的影响	(70)
第二节 日粮蛋白质对牛奶产量质量的影响	(72)
第三节 日粮矿物质与牛奶产量质量的影响	(78)
第四节 日粮维生素与牛奶产量质量的影响	(88)
第五节 日粮粗纤维与牛奶产量质量的影响	(91)
第六节 奶牛日粮配合	(92)
第五章 饲料质量与优质牛奶	(134)
第一节 粗饲料	(134)
第二节 精饲料质量与产奶	(149)
第三节 日粮精粗比与产奶	(170)
第六章 饲养管理与优质牛奶	(173)
第一节 饲养管理对牛奶产量质量的影响	(173)

第二节	犊牛的饲养管理	(175)
第三节	育成牛的饲养管理	(191)
第四节	成年乳牛的饲养管理	(200)
第七章	挤奶与牛奶产量质量	(216)
第一节	挤奶对牛奶产量质量的影响	(216)
第二节	挤奶准备	(218)
第三节	挤奶方法	(221)
第八章	鲜奶初加工、贮存与乳制品质量	(232)
第一节	加工与贮存对牛乳质量的影响	(232)
第二节	牛乳的验收	(232)
第三节	牛乳的过滤与净化	(237)
第四节	乳的冷却、贮存与运输	(240)
第九章	疾病与牛奶产量质量	(246)
第一节	疾病对牛奶产量质量的影响	(246)
第二节	影响牛奶产量质量的常见疾病	(246)
第三节	驱虫	(274)
第四节	建立防疫体系	(277)
第十章	厩舍环境与牛奶产量、质量	(286)
第一节	厩舍环境与优质牛奶的关系	(286)
第二节	厩舍环境的卫生管理	(295)
第三节	奶牛厩舍建筑	(305)
第十一章	优质饲料的加工与调制	(320)
第一节	干草	(320)
第二节	青贮	(331)
第三节	碱化、氨化和复合处理农作物秸秆	(344)
第四节	秸秆的物理加工	(350)
第五节	栽培牧草	(351)
第六节	奶牛精料加工	(355)
附录	无公害食品生鲜牛乳	(381)
参考文献		(387)

第一章 绪 论

第一节 世界奶牛业发展趋势

一、乳业的经济意义

(一)乳与乳制品可促进人类健康 乳与乳制品是人类食物中营养最丰富的食品。以鲜牛奶为例,可以说是人类接近完美的食物之一。

鲜牛奶中含有酪蛋白与乳清蛋白等蛋白质,其总含量约占干物质的 29%。这些蛋白质易被人类消化吸收,并且容易被人体利用作为组织构成的原料,含有人体必需的各种必需氨基酸,并且各种必需氨基酸的比例十分接近人类的营养需要。

鲜牛奶干物质中约含有 27%的脂肪,这些脂肪易为人类消化吸收,并含有丰富的 14 碳以下的脂肪酸,这是其他食品所欠缺的,乳中含有丰富的磷脂,有利于脑神经组织的发育与保健,并含有抑制低密度脂蛋白形成的因子,所以常吃乳的人群心血管病发病率远低于不常吃乳的人群。

鲜牛奶干物质中含有 6%左右的矿物质,包括人必需的常量元素和微量元素,这些矿物元素多是以“有机”状态存在,极易被人类消化吸收,例如钙,每 100 mL 鲜牛奶中含钙约 120 mg,大多为有机钙,其消化率可较无机钙提高近 20 个百分点。所以,处于生长发育阶段的儿童和青少年常吃乳可促进骨骼发育,妇女常吃乳可减免由于妊娠消耗所造成的钙代谢失调,老年人常吃乳可减轻或避免缺钙佝偻,并且常吃乳可促进肺结核病人的病灶钙化痊愈。又

如,奶中所含的有机锌能更有效的促进儿童、青少年的智力发育。

鲜牛奶中含有丰富的维生素 A 和胡萝卜素,所以常吃乳的人群由于各组织器官上皮的功能健全,使抗病能力和各种劳动效率均能得到较好的发挥。牛乳中还含有较丰富的各种 B 族维生素,这是其他食物所缺乏的,常吃乳的人群,很少发生由于维生素 B 缺乏的疾病。

牛奶干物质中含有约 38% 乳糖。大约有 20% 的成年人的消化液中缺乏乳糖酶,这些人吃乳后,由于乳糖不能被消化而在后消化道中发酵、产气,造成腹部不适、恶心或腹泻,但若接种乳酸菌使牛乳发酵,把乳糖大部分转化成乳酸,则可解决这些人吃乳产生的负面影响。此外,用乳酸菌发酵的酸乳,由于乳酸及乳酸菌的作用,可调节人类结肠中寄生的菌群,抑制有害微生物,减少结肠内容物发酵产生对人有毒害的物质。因此,发酵酸乳又是人类的保健食品。

以乳为主要原料的食品均具有上述相应的营养意义和功能,所以在发达国家乳与乳制品早已成为人类生活的必需品。

(二)乳牛业是“节粮型”养殖业 牛是反刍动物,其消化器官适合消化人类不能利用或单胃畜禽利用率极低的,含纤维素高的青粗饲料,乳牛日粮中平均近 50% 是青粗饲料,假如青粗饲料质量好时,不补充配合饲料也能每头每年提供 2 000~3 000 kg 奶,所以被誉为非竞争性畜牧业(即可以不与人类争食物的畜牧业)。牛把日粮中的能量和蛋白质转化到牛奶中,成为人可吃物质的效率,也在当今饲养的畜禽中的前列(表 1-1),与鸡、猪相比,其能量和蛋白质来源,相当部分来自青粗饲料,因此,乳牛业的成本低,效益高。

表 1-1 主要畜禽将日粮中能量和蛋白质转化为畜禽产品的效率(%)

项目	奶牛	肉牛	绵羊	蛋鸡	肉鸡	猪
能量	17.2	5	4.5	18	11	14
蛋白	33.6	10.5	9	26	23	12.7

(三)奶牛是生产力极高的畜种。牛是生产人类可食干物质的单位产量最高的畜种;以年产乳 5 000 kg(中等偏低)的奶牛为例,每年从所产的奶中可获得人可食的、营养丰富的干物质约 620 kg,是其他畜禽所望尘莫及的(表 1-2);易于管理和实现机械化,使每工时生产可食干物质数量超过其他畜禽;疾病少,要求生活条件低,使成本较低而综合效益较高。

表 1-2 生产 620 kg 可食干物质所需饲养畜禽数

畜禽种类	头数	产量或体重	总鲜品量(kg)
乳牛	1	5 000 kg/(头·年)	鲜奶牛 5 000
强度育肥牛	5	400 kg/(头·年)	净肉 1 040
猪	16	105 kg/(头·9个月)	带皮净肉 1 000
育肥绵羊	35	60 kg/(头·年)	净肉 1 040
肉鸡	1 300	1.6	净肉 2 070
蛋鸡	210	11.1	蛋清蛋黄 2 300

(四)乳牛业以及草食畜禽业,是生态农业中重要一环。乳牛与草食畜禽一样,可以把人类不能利用的农副产品、牧草和树叶所含的有效营养物质转化为人类的优质有机肥料,有利于改良土壤,维持土壤良好的结构和肥力;避免焚烧秸秆、枯草和树叶所造成的空气污染,减少农副产品、枯草、落叶等在自然腐败分解中产生破坏大气臭氧层的甲烷等物质的数量。

二、世界乳牛业发展趋势

(一)乳牛业发展趋势 从联合国粮农组织(FAO)近 20 年资料可知,1998 年全世界养牛总数为 15 亿头(包括普通牛 13.37 亿头和水牛 1.63 亿头),其中乳用牛 2.31 亿头。1980—1998 年,养牛总数(包括水牛)提高了 12.7%,其中乳用牛只增加 4%。发达国家乳牛饲养为负增长,发展国家却飞速增长(表 1-3)。其原因是:

由于饲养乳用牛有良好的经济效益和社会效益(见前述),使乳牛业在发达国家中获得优先发展,最早达到饱和;并且由于反刍动物营养研究成果、育种技术的提高、冷冻精液技术普及、疫病和代谢病研究成果及胚胎移植、基因工程等生物技术成果大量在乳牛业中得到应用,使乳用牛单产获得极大提高(表 1-4),所以发达国家虽然近 20 年来减少乳牛饲养头数 28.9%,但总产量却增加了 3.5%,满足了市场的需求。

表 1-3 1980—1998 年乳牛业发展概况

项目	发达国家		发展中国家		中国	
	数量 (万头)	较 1980 年 增长(%)	数量 (万头)	较 1980 年 增长(%)	数量 (万头)	较 1980 年 增长(%)
1980	11 325.5		10 731.7		64.1	
1990	10 021.5	-11.49	12 755.4	18.86	269.1	319.81
1998	8 043.7	-28.98	15 044.0	40.18	439.7	585.96

表 1-4 1980—1998 年世界乳牛年产量奶量的变化

项目	发达国家		发展中国家		中国
	单产 (kg/头)	较 1980 年 增加(%)	单产 (kg/头)	较 1980 年 增加(%)	单产 (kg/头)*
1980	3 153		679		1 780
1990	3 765	19.4	798	17.5	1 506
1998	4 177	32.5	945	39.2	1 753

* 中国乳牛从 1980 年统计中,包括大量农村改良牛在内,所以单产下降,但城市(以北京、上海为例)则单产水平已达 7 000 kg 以上。

今后,发达国家乳牛业大发展仍为提高单产,提高牛奶质量,并随着人类生活水平的提高,对牛乳的安全性(无公害)更为重视。所饲养的乳牛品种逐步趋于单一化,目前荷斯坦牛已约占乳牛饲养量的 90%。

发展中国家吸收发达国家的经验,乳牛饲养业得到重视。近

20 年来饲养数量猛增,并将从增加饲养量转为提高生产力。通过品种改良和科学饲养管理、近代育种和繁殖技术的使用,乳牛群的单产将飞速增加,并将随着生活水平的提高从着重乳产量逐渐转移到重视质量及对人类的安全性。集约化、规模化、现代化等生产模式将与发达国家相近。

随着世界人口膨胀,最终乳牛业和其他草食畜牧业将成为人类取得高营养食物的主要源泉。

(二)乳与乳制品加工业发展趋势 乳与乳制品在发达国家中有数千种之多,是这些国家人民生活不可缺少的必需品,随着生活水平的提高,对乳品及乳制品的要求日渐严格,即已从数量需求转向质量要求。除适口性、花式之外,更着重赋予这类制品的营养强化,尤其逐步侧重制品对人类的安全性。为了达到目的,首先对原料奶提出更高的卫生标准和质量标准,利用现代营养学技术,改变乳的成分,使其对人类更具营养性和安全性。例如通过“过瘤胃技术”增加牛乳脂肪中多不饱和和脂肪酸比例;利用微量元素螯合物(如锌、硒等)增加牛消化吸收量,使乳中含量适当增加到更合适不同生长发育人群的需要。

在加工工艺方面,从减少或停用防腐剂,降低和避免加工过程中各种营养素的损失,保持并提高风味等方面着手,逐步改进工艺流程和设备,以满足市场的需求。总之,从营养性、保健性、安全性和多花式,食用方便等方面改进。这样对原料乳的需求也从此提高。

第二节 我国乳业发展趋势

一、我国乳业的现状

我国历史上驯养牛为家畜并不晚于欧洲,但封建社会持续过

长,压抑了生产力的发展和工业化的进程,加之人口增长过快,使牛从役畜转为乳肉畜的过程严重滞后,使近代我国大多数人没有享用牛乳和牛肉的机会。中国近代乳牛是19世纪末到20世纪初由西方传教士引入,到新中国成立时全国乳用牛不足12万头,主要分布在黑龙江省和沿海各大中城市周围,年产乳总量仅为20万吨。

新中国成立以来,由于政府重视,乳牛业得到发展,尤其普及农业机械化之后,人民生活水平与营养知识水平的提高,市场对乳及乳制品的需求量增长很快,特别是最近20年,增加到439.7万头,激增58.6倍,牛乳产量从1980年的114.1万吨猛增到1998年的761万吨,尽管如此,1998年我国人均鲜乳低于发达国家人均256.87 kg的水平。目前,我国人均养牛头数、养乳牛头数及人均占有鲜乳数,均远低于发达国家和全世界平均值,甚至连发展中国家的平均水平还远未达到,因此欧美国家的乳制品充斥我国市场。

我国饲草资源丰富,仅农作物秸秆,每年即有6亿~7亿吨,还有大量野生牧草与树叶资源,农业产业结构的调整,退耕还林还草政策的实施,均是发展草食家畜的坚实基础,即使养牛数量成倍增长,也不存在饲草短缺问题,其中增加乳牛饲养量,势在必行。

目前我国平均乳牛年产乳量偏低,鲜乳质量较差,但饲养条件好的大城市,如北京、上海、天津等,平均单产乳量已超过7 000 kg,有数十万头牛的产奶量在5 000 kg以上。从1980年以来,我国大量从加拿大、美国等乳牛业发达国家引进冷冻精液、胚胎和种公牛,至今,大中城市周边所饲养的乳牛,基本上已更新血液。但广大农村由于缺乏育种常识(自留公牛,近亲繁殖)和科学饲养管理知识,造成牛群质量退化,生产性能降低。政府加强科技普及,推行学生奶计划以及农村产业化改革等为乳牛业的大发展造就良好的氛围。

我国大中城市周边乳牛的产奶量虽然不低,但乳质量较差,这是由于粗饲料单纯依赖秸秆青贮,品种单调,质量差,造成过多依赖精料,配合料不完善以及精粗比例失调等因素造成,但其遗传基因型已具有极深厚的增产、提质的潜力。

我国乳与乳制品工业相当滞后,尽管原来以提供生奶(未消毒的原料奶)和奶粉为主,现在已普及软包装保鲜奶、长时期保质奶、发酵型酸奶系列、奶饮料系列等数以百计的花式和品种,但与发达国家差距还是很大。乳品加工机械制造业也是近 20 年才逐步发展起来,因此机械设备的性能尚难以与欧美相比,并且难以配套成完善的生产线,引进设备价格又太昂贵,使得目前市场上乳及乳制品花式品种单调,质量不如人意,尚需努力改善。

二、加入 WTO(世界贸易组织)对我国乳业的影响

加入 WTO,对我国乳业喜忧参半。可喜的是引进发达国家的种畜、精液、胚胎,引进饲养管理技术以及先进的乳品加工设备和工艺会日趋容易,价格下降;并且我国没有疯牛病,从这个角度出发,很有希望把乳品打入国际市场,从而使我国乳牛业和乳品加工业均得到发展。忧的是欧美国家的乳与乳制品市场早已饱和,近 10 年来由于疯牛病在欧洲严重蔓延,造成牛肉、牛乳的市场萎缩(因怕乳、肉及其制品污染疯牛病原),剩余乳品泛滥,低价往外销售,冲击我国市场,打击我国乳品加工业和养牛业。

三、今后发展预测

随着消费者对乳及乳制品的认识加深,食物结构的改善,我国乳业具有广阔的前途。目前,人均占有牛乳仅为 6.7 kg,要达到世界平均水平,则要增加产乳量 12 倍,即年产乳 9 100 万吨,相当于目前世界总产量的 20%;要赶上目前发达国家的水平则要增加乳产量 38 倍,即年产乳量达到 29 200 万吨,相当于目前世界总产奶

量的 62%，哪个国家、哪个地区均供应不起这个数量，所以从长远看来，我国乳业前景广阔。

目前我国饲养乳牛（包括用于挤奶的改良牛）已有 450 余万头，通过普及优秀公牛的利用，引进优良种畜和利用胚胎移植技术扩大优良母牛的比例；同时改进饲养管理，预计在 20 年内平均单产可达 5 000 kg。同时随着饲养量的增加，总产乳量和人均占有乳量均可超过发展中国家目前的平均水平，接近世界平均水平。并借鉴发达国家的经验和技术，更早期地把乳和乳制品的安全性、质量等达到发达国家的水平，为此必须着手开展以下几个方面的工作：

(1) 尽快普及科学饲养乳牛、生产无公害乳的基本理论和技术，健全科技下乡服务体系。使乳牛的遗传潜力得以发挥，乳品质量得以提高。

(2) 完善疫病防治体系，严格进口各种有关牛羊肉、乳制品、生物制品、医药制品及动物性饲料的检疫，防止疯牛病等严重传染病传入我国。

(3) 普及牛的育种常识，避免乳牛生产能力退化，加快生产能力的提高。

(4) 理顺配合饲料生产环节，杜绝发霉和被污染等劣质饲料进入市场，保证生产无公害乳的物质条件。

(5) 整顿乳品加工业，改造现有企业，扶持优秀企业，逐步杜绝劣质乳及乳制品进入市场，使乳及乳制品的花式、品种、质量和安全性达到世界先进水平。

第二章 牛的乳房与泌乳

只有了解奶牛乳房的结构,充分认识泌乳的的发动、维持及排乳过程,掌握泌乳的内分泌与神经调节机理,才能正确维护奶牛乳房的卫生,较好地把握恰当的挤奶时机,培育高产奶牛群,促进奶牛高效生产。

第一节 牛乳的营养价值与特点

牛乳是牛为哺乳幼犊从乳腺分泌的一种白色或稍带微黄色的不透明液体。它含有幼犊生长发育所需要的各种营养成分。在泌乳期中,由于泌乳时期、生理、病理和其他因素的影响,乳的成分发生变化。通常按这种变化情况将乳分为“初乳”、“常乳”、“末乳”和“异常乳”4种。

一、初乳

初乳是指奶牛产犊后7天以内所产的乳,色黄、浓厚,有特殊气味,稍微带苦味,干物质含量较高(表2-1)。干物质中以蛋白质和盐类为高,尤以白蛋白质、球蛋白更高,但乳糖含量较低。

初乳中尿素、肌酐、磷脂、胆固醇等的含量很高。又因干物质含量较多,黏度也高,用普通的分离机很不容易将稀奶油分离出来。如果用水加以稀释,可以将稀奶油分离出来制成奶油,但性质与普通奶油不同。初乳中的脂肪球比常乳大得多,性质也有很大的变化,熔点低,容易氧化。

酪蛋白的含量与白蛋白及球蛋白相比,则显得很低。通常白蛋白为常乳的3倍,球蛋白为常乳的10倍,但随品种而有差异(表

2-2)。

表 2-1 分娩后 1 周内的初乳组成

天数	比重	氯化物 (%)	酸度	冰点 (℃)	酪蛋白 (%)	白蛋白及球 蛋白(%)	乳糖 (%)	脂肪 (%)
0	1.067	0.153	0.41	-0.605	5.08	11.35	2.19	5.1
1	1.034	0.156	0.24	-0.575	2.76	1.48	3.98	3.4
2	1.032	0.149	0.22	-0.580	2.63	0.99	3.97	2.8
3	1.033	0.137	0.23	-0.575	2.70	0.97	4.37	3.1
4	1.034	0.135	0.21	-0.555	2.68	0.82	4.72	2.8
5	1.033	0.131	0.19	-0.575	2.68	0.87	4.76	3.75
7	1.032	0.113	0.20	-0.570	2.42	0.69	4.96	3.45

表 2-2 第一次初乳和常乳营养含量的比较

项 目	初乳	常乳	初乳/常乳(%)
干物质(%)	22.6	12.4	182
脂肪(%)	3.6	3.6	100
蛋白质(%)	14.0	3.5	400
球蛋白(%)	6.8	0.5	1360
乳糖(%)	3.0	4.5	66.7
胡萝卜素(mg/kg)	900~1620	72~144	1200
维生素 A(IU/kg)	5040~5760	648~720	800
维生素 D(IU/kg)	32.4~64.8	10.8~21.6	300
维生素 E(ug/kg)	3600~5400	504~756	700
钙(g/kg)	2~8	1~8	156
磷(g/kg)	4.0	2.0	200
镁(g/kg)	40.0	10.0	400
酸度	48.4	20.0	242

初乳的酸度比正常乳大,进入幼犊的消化道能抑制肠胃有害微生物的活动。

初乳含有丰富的维生素,尤其富含维生素 A 和维生素 D,而