

奶牛全方位养殖技术丛书

奶牛饲养 与繁殖技术指南

李建国 主编

中国农业大学出版社

奶牛饲养与繁殖技术指南

李建国 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

奶牛饲养与繁殖技术指南/李建国主编. —北京: 中国农业
大学出版社, 2003.1

(奶牛全方位养殖技术丛书)

ISBN 7-81066-547-2/S·404

I. 奶… II. 李… III. ①乳牛-饲养管理②乳牛-繁殖
IV. S823.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 096441 号

出 版 中国农业大学出版社
发 行 新华书店
经 销 涿州星河印刷厂
印 刷 2003 年 1 月第 1 版
版 次 2003 年 1 月第 1 次印刷
印 次 32 印张 16 千字 396
开 本 850×1 168
规 格 1~5 500
印 数 20.00 元
定 价

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 010-62892633 网址 www.cau.edu.cn/caup/

前 言

奶牛是将粗饲料转化为动物性蛋白质效率最高的草食家畜。发展奶牛业是实现畜牧业节粮、优质、高效和畜牧业生产结构调整的重要内容。“九五”以来，我国牛奶产量年增长率达到8%~9%。随着国民经济的发展、城乡居民经济收入的增长、健康意识的增强以及人们奶产品消费意识的提高，奶类消费量将大幅度提高，奶产业在我国存在广阔的市场前景，孕育着极大的产业潜力。预计2000—2005年和2005—2015年的奶类增长率将分别为8%和10%，2005年、2015年和2030年人均消费量将分别达到10 kg、18 kg和25 kg。虽然我国的奶业发展较快，但目前我国奶业发展水平还比较低，奶业的进一步发展还存在一些重大制约因素，突出表现为：良种奶牛数量不足，单产水平低，我国成年奶牛的平均单产约3 000 kg/头，远低于世界平均单产5 500 kg/头的水平；饲养技术落后，饲料配方不完善，饲料利用率低，特别是粗饲料普遍存在质次量少。奶牛饲养及生产工艺落后，日粮营养分缺乏。有些高产牛营养负平衡，体况差，生理机能下降，造成营养代谢障碍。奶牛不孕症居高不下，乳房炎和肢蹄病发病率较高，既影响牛奶产量，又影响牛奶质量。原料奶质量差，机械挤奶程度有待提高。总之，要使我国奶业健康、快速发展，成为农业乃至国民经济的支柱产业，就必须利用现代科学技术，加快良种奶牛的繁殖、育种和推广，进一步提高奶牛的饲养管理水平，逐步实现以机械化、自动化为核心的生产集约化。为此，我们编写了《奶牛饲养与繁殖技术指南》一书。内容包括奶牛的品种、营养与饲料、饲养管理技术、泌乳与挤乳、卫生保健与疾病防治、牛场建设与规划、奶牛的选育、繁殖与繁殖调控以及胚胎

生物工程。

在本书编写过程中，作者结合自己的工作实践，总结了在科研、教学和生产中的部分成果与经验。同时广泛参阅了国内外众多学者的有关著作及文献的相关内容，在此一并致谢！

因作者水平所限，书中缺点和不足之处敬请读者批评、指正。

编著者

2002年9月

目 录

第一章 奶牛品种.....	(1)
第一节 我国的奶牛品种.....	(1)
第二节 国外奶牛品种.....	(4)
第二章 奶牛的营养.....	(8)
第一节 奶牛的消化生理.....	(8)
第二节 能量营养	(29)
第三节 粗纤维营养	(34)
第四节 蛋白质营养	(35)
第五节 矿物质营养	(37)
第六节 维生素营养	(44)
第七节 干物质营养	(47)
第八节 水的营养	(48)
第九节 奶牛的营养需要	(49)
第三章 奶牛的饲料	(79)
第一节 奶牛常用饲料种类及营养特性	(79)
第二节 饲料的加工调制	(98)
第三节 配合饲料与日粮配合.....	(128)
第四章 奶牛的饲养管理.....	(137)
第一节 犍牛的饲养管理.....	(138)
第二节 育成牛的饲养管理.....	(154)
第三节 青年母牛的饲养管理.....	(157)
第四节 泌乳牛的饲养管理.....	(159)
第五节 妊娠干奶牛的饲养管理.....	(182)

第五章 泌乳与挤乳	(192)
第一节 泌乳生理	(192)
第二节 挤乳	(200)
第六章 牛群的保健与疾病防治	(213)
第一节 奶牛场的卫生防疫措施	(213)
第二节 常见传染病的防治	(220)
第三节 消化系统疾病的防治	(231)
第四节 产科疾病的防治	(238)
第五节 中毒病的防治	(257)
第六节 寄生虫病的防治	(259)
第七节 犍牛疾病的防治	(263)
第八节 奶牛场兽医室常用设备和药品	(275)
第七章 奶牛场的建设	(276)
第一节 场址的选择	(276)
第二节 牛场的布局	(277)
第三节 奶牛舍建筑	(281)
第四节 奶牛场的附属设施	(297)
第八章 奶牛的选育	(302)
第一节 奶牛的性状及其遗传规律	(303)
第二节 奶牛的选种	(314)
第三节 奶牛的选配	(349)
第四节 奶牛的育种方法	(353)
第五节 育种计划及生产性能监测	(361)
第九章 奶牛的繁殖	(381)
第一节 生殖器官与生殖功能	(381)
第二节 生殖激素	(389)
第三节 母牛的发情及其发情鉴定	(399)
第四节 奶牛的配种技术与人工授精	(403)

第五节 受精、妊娠与分娩·····	(427)
第六节 提高奶牛繁殖力的措施·····	(436)
第十章 奶牛繁殖调控与胚胎生物工程·····	(444)
第一节 同期发情·····	(444)
第二节 超数排卵·····	(449)
第三节 诱发分娩·····	(452)
第四节 体外受精·····	(456)
第五节 性别控制·····	(466)
第六节 胚胎分割·····	(472)
第七节 胚胎冷冻·····	(474)
第八节 胚胎移植·····	(478)
第九节 克隆·····	(488)
第十节 转基因·····	(492)
参考文献·····	(496)

第一章 奶牛品种

第一节 我国的奶牛品种

一、中国荷斯坦牛

中国荷斯坦牛，原称中国黑白花牛，是从国外引进的纯种荷斯坦牛与我国黄牛杂交，经长期选育而成，是我国惟一的乳用品种。

(一) 外貌特征 毛色为黑白花，花片分明，额部多有白斑，角尖黑色，腹底、四肢下部及尾梢为白色。体格高大，结构匀称，头清秀狭长，眼大突出，颈瘦长而多皱褶，垂皮不发达。前躯较浅窄，肋骨开张弯曲，间隙宽大。背腰平直，腰角宽大，尻长、平、宽，尾细长。被毛细致，皮薄，弹性好。乳房大、附着好，乳头大小适中、分布均匀，乳静脉粗大弯曲，乳井大而深。肢势端正，蹄质坚实。成年公牛体重 1 020 kg，体高 150 cm，成年母牛体重 500~650 kg，犊牛初生重 35~45 kg。在正常饲养管理条件下，母牛在各生长发育阶段的体尺与体重见表 1-1。

表 1-1 中国荷斯坦牛母牛的体尺、体重

生长阶段	体高 (cm)	体斜长 (cm)	胸围 (cm)	体重 (kg)
初生	73.1	70.1	78.3	38.9
6 月龄	99.6	109.3	127.2	166.9
12 月龄	113.9	130.4	155.9	289.8
18 月龄	124.1	142.7	173.0	400.7
1 胎	130.0	156.4	188.3	517.8
2 胎	132.9	161.4	197.2	575.0
3 胎	133.2	162.2	200.0	590.8

(二) 生产性能

1. 泌乳性能 据对 21 905 头品种登记牛的统计, 305 天各胎次平均产乳量为 6 359 kg, 平均乳脂率为 3.56%。北京市北郊农场奶牛公司一分场, 610 头成年母牛, 头年均产奶量 8 667 kg, 乳脂率 3.4%。北京东郊农场崔各庄牛场的 71089 号母牛, 305 天产奶量 16 090 kg, 创全国产奶量最高记录。改良本地黄牛, 效果明显。杂种后代体格高大, 体型改善, 产奶量大幅度提高。根据农业部畜牧兽医司普查结果, 中国荷斯坦牛与本地黄牛杂交后代(简称荷本杂交)产奶性能比较见表 1-2。

表 1-2 中国荷斯坦牛与本地黄牛杂交后代产奶性能

类别	胎次	头数	泌乳天数	产奶量(kg)	乳脂率(%)
杂交一代	一	825	184.0	1 417.4	4.1
	三	343	203.8	1 628.2	4.2
	五	275	211.2	1 932.6	4.1
杂交二代	一	326	221.3	2 082.3	4.0
	三	257	236.2	2 513.5	4.0
	五	234	237.0	2 628.4	4.0
杂交三代	一	355	240.9	2 721.1	3.7
	三	328	265.9	3 347.9	3.7
	五	292	278.7	3 550.4	3.6
黄牛		1 492	—	644	—
荷斯坦牛	一	5 818	305	5 693	3.6
	三	3 576	305	6 915	3.6
	五	1 930	305	7 151	3.6

2. 繁殖性能 中国荷斯坦牛性成熟早, 具有良好的繁殖性能。据调查, 全国年平均受胎率为 88.8%, 情期受胎率为 48.9%, 繁殖率为 89.1%。

3. 产肉性能 据测定, 未经育肥的淘汰母牛屠宰率为 49.5%~63.5%, 净肉率 40.3%~44.4%。经肥育 24 月龄的公牛犊屠宰率为 57%, 净肉率为 43.2%。6 月龄、9 月龄和 12 月龄牛屠宰率分别为 44.2%、56.7% 和 64.3%。

中国荷斯坦牛适应性强, 饲料利用率高, 性情温顺, 易于管理, 但耐冷不耐热。当气温上升到 28℃ 时, 其产奶量明显下降, 7—8 月份发情受胎率最低。

二、中国西门塔尔牛

我国自 20 世纪 40 年代开始从前苏联、德国、法国、奥地利、瑞士等国引进西门塔尔牛, 历经多年繁殖、改良和选育而成, 是乳肉兼用品种。

(一) 外貌特征 毛色为黄白花或红白花, 但头、胸、腹下和尾帚多为白色。体型中等, 蹄质坚实, 乳房发育良好, 耐粗饲, 抗病力强。成年公牛活重平均 800~1 200 kg, 母牛 600 kg 左右。

(二) 生产性能

1. 泌乳性能 据对 1 110 头核心群母牛统计, 305 天平均产奶量达到 4 000 kg 以上, 乳脂率 4% 以上, 其中 408 头育种核心群平均产奶量达到 5 200 kg 以上, 乳脂率 4% 以上。新疆呼图壁种牛场 118 头西门塔尔牛平均产奶量达到 6 300 kg, 其中 900302 号母牛第 2 胎 305 天产奶量达到 11 740 kg。

2. 繁殖性能 5 年资料统计, 中国西门塔尔牛平均配种受胎率 92%, 情期受胎率 51.4%, 产犊间隔 407 天。

3. 产肉性能 据 50 头育肥牛实验结果, 18~22 月龄宰前活重 575.4 kg, 屠宰率 60.9%, 净肉率 49.5%, 其中牛柳 5.2 kg, 西冷 12.4 kg, 肉眼 11.0 kg。

第二节 国外奶牛品种

一、荷斯坦牛

原产于荷兰北部西弗里斯省和北荷兰省，故称荷兰牛。由于德国北部荷尔斯坦省也有分布，故也称荷尔斯坦弗里斯牛。因其毛色为黑白花片，因此，又称黑白花牛。目前荷斯坦牛分布于世界各国，由于被输入国经过多年的培育，各国荷兰牛出现了一定的差异，所以，许多国家的黑白花牛常冠以本国名称。如美国黑白花牛（或美国荷斯坦牛）、英国黑白花牛、日本黑白花牛等。

（一）外貌特征 乳用型荷斯坦牛体格高大，结构匀称，后躯发达，侧望体躯呈楔形。毛色大部分为黑白花，额部有白星，髻甲和十字部有白带，腹部、尾帚、四肢下部均为白色。骨骼细致而结实，肌肉欠丰满。皮薄而有弹性，皮下脂肪少。被毛短而柔软。头狭长，清秀，额部微凹；角细短而致密，向上方弯曲。十字部比髻甲部稍高，腹部发育良好。四肢长而强壮。乳房特别庞大，乳腺发育良好，乳静脉粗而多弯曲，乳井深大。尾细长。公牛体重一般为 900~1 200 kg，母牛 650~750 kg，犊牛初生重 40~50 kg。公牛平均体高 145 cm，体长 190 cm，胸围 226 cm，管围 23 cm。母牛体高 135 cm，体长 170 cm，胸围 195 cm，管围 19 cm。美国、加拿大和日本等国的黑白花牛属此类型。

乳肉兼用型荷斯坦牛的体型较小。母牛体躯发育匀称，体躯较低，呈矩形。毛色与乳用型相同，但花片更加整齐美观。骨骼细而坚实，肌肉丰满。皮稍厚，但柔软，被毛细短。头短、宽，颈粗，长度适中。髻甲宽厚，胸宽且深，背腰宽平，尻部方正，臀部肌肉丰满。乳房附着良好，前伸后展，发育匀称，呈方形，乳头大小适中，乳静脉发达。其体重比乳用型略小，公牛一

般体重为 900~1 100 kg, 母牛 550~700 kg。犊牛初生重一般为 35~45 kg。母牛体高 126.4 cm, 体长 156.1 cm, 胸围 197.1 cm, 管围 19.1 cm。德国、法国、丹麦、瑞典、挪威等国的黑白花牛属此类型。

(二) 生产性能 荷斯坦牛比其他任何品种生产更多的奶、乳蛋白和乳脂。它以产奶量极高、形态理想、饲料利用率高、适应环境的能力强及产犊价值高著称于世。一般母牛年平均产奶量为 6 500~7 500 kg, 乳脂率为 3.6%~3.7%。1979 年美国荷斯坦牛协会登记的 128 570 头荷斯坦牛的平均产奶量为 8 096 kg, 乳脂率 3.64%。加里福尼亚州某农场饲养 192 头成母牛, 平均头年产奶量达 12 475.5 kg, 乳脂率 3.8%。创世界个体产奶量最高记录者, 是 1997 年美国一头名叫“Muranda Oscar Lucinda ET”的成年母牛, 40 月龄, 365 天(每日 2 次挤奶)产奶 30 833 kg, 乳脂率 3.3%, 乳蛋白率 3.3%。

在美国有 90% 的奶牛是荷斯坦牛, 有 100 多个国家从美国引进荷斯坦牛、精液或胚胎。以色列荷斯坦牛以高产抗热闻名于世, 我国南京农大种公牛站于 2000 年已引入以色列血统荷斯坦牛。加拿大荷斯坦牛, 以高产长寿而著称于世, 305 天泌乳期(每日挤奶 2 次)的产奶量为 7 200 kg, 乳脂率 3.7%, 乳蛋白率 3.2%。目前, 世界许多国家都从美国、加拿大引进乳用型黑白花牛, 以提高本国黑白花牛的产奶量, 均取得良好效果。

兼用型黑白花牛的平均产奶量比乳用型黑白花牛低。据原产地荷兰 1978 年统计, 年平均个体产奶量为 5 094 kg, 高者可达 10 000 多千克, 乳脂率为 2.8%~4.0%。丹麦兼用型黑白花牛 305 天平均个体产奶量为 5 255 kg, 乳脂率为 3.97%。兼用型黑白花牛的产肉性能颇好, 肥育后可产多汁的呈大理石状的牛肉, 屠宰率可达 55%~60%, 14~18 月龄活重可达 500 kg, 平均日增重 900~1 200 g。

二、娟姗牛

它原产于英国的英吉利海峡娟姗岛, 19 世纪已被欧美各国引入, 目前广泛分布于新西兰、澳大利亚、美国、加拿大等国。

(一) 外貌特征 属小型乳用品种。中躯长, 后躯较前躯发达, 体型呈楔形。头小而轻, 额部凹陷, 两眼突出, 轮廓清晰。角中等大小, 向前弯曲, 色黄, 尖端为黑色。颈细长, 有皱褶, 颈垂发达。鬐甲狭窄, 胸深宽, 背腰平直。腹围大, 尻长平宽, 尾帚发达。四肢骨骼较细, 左右肢间距宽, 蹄小。乳房发育良好, 质地柔软, 乳静脉粗大而弯曲, 乳头略小。皮薄而有弹性, 毛短细而有光泽。毛色以灰褐色为最多, 黑褐色次之, 也有少数黄褐、银褐等, 腹下及四肢内侧毛色较淡, 鼻镜及舌为黑色, 口、眼周围有浅色毛环, 尾帚为黑色。成年公牛体重为 650~750 kg, 母牛为 340~450 kg, 犊牛初生重 23~27 kg。成年母牛体高 113.5 cm, 体长 133 cm, 胸围 154 cm, 管围 15 cm, 而美国、丹麦的娟姗牛个体稍大。

(二) 生产性能 娟姗牛以乳脂率高著称于世, 用以改良提高低乳脂品种牛的乳脂量, 取得明显效果。平均乳脂率为 5.5%~6.0%, 个别牛高达 8%, 并且乳脂肪球大, 乳脂黄色, 适于制作黄油。乳蛋白 4%。年平均产奶量 3 000~3 500 kg, 个体年产奶量的最高记录为 18 929.3 kg。娟姗牛被公认为效率最好的乳牛品种, 其每千克体重的产奶量超过其他品种, 同时奶的风味极佳, 所含乳蛋白、矿物质、干物质和其他重要营养物质都超过了其他品种奶牛。娟姗牛能适应广泛的气候和地理条件, 耐热力强。

娟姗牛性成熟早, 耐热, 适应于热带气候饲养。

三、爱尔夏牛

爱尔夏牛原产于英国苏格兰西南部埃尔郡, 是英国古老的乳

用品种之一。

(一) 外貌特征 毛色为红白花，红色深浅变化不一，眼圈和鼻镜为浅红色，尾梢白色。体格中等，结构匀称，角细长，角色白，角尖黑色。乳房良好，肢蹄健壮。爱尔夏公牛体重 800 kg，母牛 550 kg，犊牛初生重为 30~40 kg。

(二) 生产性能 爱尔夏牛平均产奶量 4 000~5 000 kg，乳脂率 4%~5%，美国爱尔夏牛的平均产奶量 8 181 kg，乳脂率 4%，乳蛋白 3.5%。

第二章 奶牛的营养

第一节 奶牛的消化生理

奶牛是反刍动物，在消化道结构与消化生理方面和单胃动物相比有明显的不同，奶牛有其独特的能力，它可把低等的非食用的饲草饲料转化为高品质的奶，这种独特能力与其解剖生理学、营养学的特点密切相关。

一、奶牛消化道的结构特点

牛的消化道起于口腔，经咽、食管、胃（瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃）、小肠（包括十二指肠、空肠和回肠）、大肠（包括盲肠、结肠和直肠），止于肛门。附属消化器官有唾液腺、肝脏、胰腺、胃腺和肠腺。

（一）口、舌和牙齿 牛的唇不灵活，不利于采食草料，它的主要采食器官是舌。牛的舌长、坚韧、灵活，舌面粗糙，适宜卷食草料，很易被下颚门齿和上腭齿垫切断而进入口腔。

（二）唾液腺和食道 唾液腺位于口腔，分泌唾液。牛的唾液腺有腮腺、颌下腺、舌下腺、咽腺、舌腺、颊腺、唇腺等。反刍动物唾液分泌的数量很大。据统计，每日每头牛的唾液分泌量为 100~200 L，唾液分泌具有两种生理功能，其一是促进形成食糜；其二是对瘤胃发酵具有巨大的调控作用。唾液中含有大量的盐类，特别是碳酸氢钠和磷酸氢钠，这些盐类担负着缓冲剂的作用，使瘤胃 pH 值稳定在 6.0~7.0 之间，为瘤胃发酵创造良好条件。同时，唾液中含有大量内源性尿素，对反刍动物蛋白质代谢的稳态控制、氮素利用效率的提高起着十分重要的作用。

食道系自咽通至瘤胃的管道，成年牛长约 1.1 m，草料与唾液在口腔内混合后通过食道进入瘤胃，瘤胃内容物又定期地经过食道反刍回到口腔，经细嚼后再行咽下。

(三) 复胃结构 牛的胃为复胃，包括瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃 4 个室。前 3 个室的黏膜没有腺体分布，相当于单胃的无腺区，总称为前胃。皱胃黏膜内分布有消化腺，机能与单胃相同，所以又称之为真胃。4 个胃室的相对容积和机能随牛的年龄变化而发生很大变化。初生犊牛皱胃约占整个胃容积的 80% 或以上，前两胃很小，而且结构很不完善，瘤胃黏膜乳头短小且软，微生物区系还未建立，此时瘤胃还没有消化作用，乳汁的消化靠皱胃和小肠。随着日龄的增长，犊牛开始采食部分饲料，瘤胃和网胃迅速发育，而皱胃生长较慢。正常饲养条件下，3 月龄牛瘤、网胃的容积显著增加，比初生时增加约 10 倍，是皱胃的 2 倍；6 月龄牛瘤、网胃的容积是皱胃的 4 倍左右；成年时可达皱胃的 7~10 倍。瘤胃黏膜乳头也逐渐增长变硬，并建立起较完善的微生物区系，3~6 月龄时已能较好地消化植物饲料。

1. 瘤胃 瘤胃由柱状肌肉带分成 4 个部分：1 个背囊、1 个复囊和 2 个后囊。肌肉柱的作用在于迫使瘤胃中草料作旋转方式运动，使之与瘤胃液体充分混合。许多指状突起、乳头状小突起布满于瘤胃壁，这样就大大地增加了从瘤胃吸收营养物质的面积。瘤胃容积最大，通常占据整个腹腔的左半部分，为 4 个胃总容积的 78%~85%，是暂时贮存饲料的场所。瘤胃虽不能分泌消化液，但胃壁强大的纵形肌环能够强有力地收缩和松弛，进行节律性蠕动，以搅拌食物。胃黏膜表面有无数密集的角度化乳头，尤其是瘤胃背囊部“黏膜乳头”特别发达，有利于增加食糜与胃壁的接触面积和揉磨。瘤胃内存在大量微生物，对食物分解和营养物质合成起着极其重要的作用，从而使瘤胃成为牛机体的一个庞大的、高度自动化的“饲料发酵罐”。