

NAINIUSIYANG JISHU ZHINAN

奶牛饲养技术指南

营养和饲喂

[美] 米歇尔·瓦提欧 著 石燕 施福顺 译



中国农业大学出版社

威斯康星大学贝比考克奶牛发展国际研究所

5823-7
67
奶牛饲养技术指南

营养和饲喂

[美] 米歇尔·瓦提欧 著

石 燕 施福顺 译

中国农业大学出版社
威斯康星大学贝比考克奶牛发展国际研究所

图书在版编目(CIP)数据

营养和饲喂/[美]米歇尔·瓦提欧著;石燕,施福顺译.

—北京:中国农业大学出版社,2004.2

(奶牛饲养技术指南)

ISBN 7-81066-631-2/S·480

I. 营… II. ①米…②石…③施… III. ①乳牛-合理营养②乳牛-饲养管理
IV. S823.95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 033728 号

著作权合同登记图字:01-2002-2754

原版 ISBN 1-59215-034-9

出 版 中国农业大学出版社
发 行
经 销 新华书店
印 刷 北京农大印刷厂
版 次 2004 年 2 月第 1 版
印 次 2004 年 2 月第 1 次印刷
开 本 16 印张 8 千字 181
规 格 787×1 092
印 数 1~4 050
定 价 12.00 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 010-62892633 网址 www.cau.edu.cn/caup/

致 谢

奶牛饲养技术指南是由贝比考克奶牛发展国际研究所出版。贝比考克研究所是在威斯康星大学农业生物生命科学学院、兽医学院以及威大对外协作部的合作下设立的。

作者米歇尔·瓦提欧(Michel Wattiaux)博士是贝比考克奶牛发展国际研究所副研究员兼所长。协助本书写作的还有威大农业生物学院的特瑞·霍华德(Dr. Terry Howard)博士。微克特丽亚·瓦提欧(Victoria Wattiaux)女士和凯伦·尼尔森(Karen Nielsen)女士为本书的英文排版和编辑做了大量工作。

此书的出版是由美国农业部特别基金9234266-7304和美国奶牛遗传协会赞助。

版权说明

1994年初版的和1998年再版的《营养和饲喂》一书均受版权保护。本书的主编简·胡曼(Dr. Jane Homan)、米歇尔·瓦提欧博士(Dr. Michel Wattiaux),是原始版权持有者,授予贝比考克奶牛发展国际研究所(The Babcock Institute for International Dairy Research and Development, University of Wisconsin-Madison)处理与版权保护有关的事宜。

该研究所授权中国农业大学出版社在中国境内出版发行此书的中文版本。

未得到版权所有者以及作者签名的书面许可,任何单位、机构都不得翻印、复制和颁发此书。未经允许,不得将此书中的任何章节在电子杂志上传播和转载。

若希望了解更多贝比考克奶牛发展国际研究所有关奶牛饲养基础的系列出版物,可在万维网上查阅(<http://Babcock.cals.wisc.edu>)。

本书由贝比考克奶牛发展国际研究所原始出版并继续印刷。

240 Agriculture Hall, 1450 Linden Drive, Madison, WI53706-1562 USA。电话:608-265-4169,传真:608-265-8852,E-mail:babcock @ cal.s.wisc.edu.

有关商业出版事项请通过中国农业大学出版社或直接与米歇尔·瓦提欧博士(Michel Wattiaux)联系。

前言

奶牛饲养技术指南系列丛书包括：

- 营养和饲喂
- 繁殖与遗传选择
- 泌乳与挤奶
- 饲养小母牛
- 奶牛场经营管理

这一系列丛书的主要目的是为读者提供一套科学管理奶牛以及成功经营奶牛场的实用信息指南。这一系列丛书围绕奶牛和小母牛侧重介绍各种生产管理系统,而不强调某一特定地区的奶牛饲养特点。

编写出版这一系列丛书的宗旨是为世界各地奶牛饲养者提供一套奶牛饲养管理实用丛书。良好的管理主要取决于饲养者是否了解当地的特殊环境。例如,许多因素如气候、饲料来源、价格等都受当地条件的影响。因而,不同国家甚至同一国家不同地区奶牛饲养者所处的环境都不一样。对某一地区饲养者有利的因素,在另一地区并不一定可行。

虽然各地区生产者对饲喂、繁殖、泌乳、育种和小母牛饲养均有各自特点,然而基本原理和概念对所有品种和不同地区的牧场均适用。从实用角度阐明这些原理和概念是这套丛书的侧重点。这套丛书在帮助读者了解认识奶牛和牛奶生产、回答奶牛饲养有关问题以及帮助世界各地奶牛饲养者更有效地利用土地均有实际指导作用。

营养和饲喂是这套丛书中的第一本。内容涉及奶牛营养需求、饲料来源及组成特征以及配制营养平衡日粮的原理和概念。

我们希望这套系列丛书能够成为世界各地奶牛生产者、奶牛饲养技术咨询工作者、教育工作者以及学生的实用参考资料。

米歇尔·瓦提欧博士(Dr. Michel Wattiaux)

威斯康星麦迪逊市

1996年7月

译者附言:由于我们水平有限且时间紧迫,编译定会有缺点错误,敬请指正。

目 录

第一章 奶牛消化系统	1
消化系统概述.....	1
引言.....	1
结构和功能.....	1
各器官的功能.....	3
唇、舌和牙齿	3
唾液腺和食道.....	3
瘤-网胃	3
瓣胃.....	4
皱胃.....	5
小肠.....	5
大肠.....	5
消化过程.....	5
什么是消化.....	5
消化场所.....	6
咀嚼作用.....	7
唾液的作用.....	7
反刍作用.....	7
瘤胃发酵作用.....	8
皱胃和小肠消化.....	9
肠道吸收.....	9
粪和尿.....	9
小结	10
第二章 饲料营养成分	11
引言	11
水	11
含能量营养物质	12

碳水化合物	13
单糖	13
碳水化合物(淀粉类)	13
结构性碳水化合物(纤维素和半纤维素)	13
脂	15
蛋白质作为能量	15
含氮营养物质	16
蛋白质	16
非蛋白氮	16
维生素	16
水溶性维生素	17
B 族维生素	17
维生素 C	17
脂溶性维生素	17
维生素 A	17
维生素 D	18
维生素 E	18
维生素 K	19
矿物质	19
常量元素	20
钙	20
磷	21
钙、磷关系	21
镁	21
盐:钠和氯	22
钾	22
硫	22
微量元素	23
钴	23
铜	23
碘	24
铁	25
锰	25
钼	26
硒	26
锌	26
微量元素缺乏症小结	26
营养拮抗物质	28

小结	28
第三章 能量和蛋白质代谢	29
细菌和奶牛如何从饲料中获取能量	29
呼吸和发酵	29
碳水化合物作为能量物质	29
纤维素和半纤维素	29
淀粉	30
单糖	30
瘤胃内生成的挥发性脂肪酸在牛奶生成中的重要性	30
精饲料对瘤胃中挥发性脂肪酸生成、奶产量以及牛奶构成	
成分的影响	31
控制瘤胃酸度	33
饲喂方法对瘤胃环境的影响	33
脂肪作为能量物质和碳源	35
蛋白质作为能量物质	35
奶牛怎样利用饲料中的能量	35
瘤胃微生物是奶牛优良蛋白质来源	37
小结	38
第四章 奶牛饲料	39
可用来喂牛的饲料	39
粗饲料	40
牧草和豆科作物	41
形态	41
生长阶段	42
牧草和豆科作物的营养价值	43
饲料营养价值随作物成熟而改变	44
牧草收获或放牧的最佳时期	45
怎样减少因牧草成熟造成的粗饲料营养价值损失	45
玉米和高粱青贮	46
饲喂价值低的作物秸秆和工业副产品	47
甜菜叶和甜菜渣	47
谷物干草	48
甘蔗渣	48
精饲料	48
谷物籽粒及其加工副产品	49
谷物籽粒	49
谷物深加工(磨粉)副产品	50
谷物酿酒副产品	51

根和块茎	51
制糖工业副产品	52
油籽	53
油籽饼粉	54
豆科作物种子	54
动物脂肪和植物油	55
动物蛋白	55
禽类、家畜和海产加工副产品	56
奶品加工副产品	56
矿物质	57
钙	57
粗饲料中的钙	58
精饲料中的钙	58
钙添加剂来源	58
磷	58
粗饲料中的磷	58
磷添加剂来源	59
小结	59
附录 饲料成分表	60
第五章 日粮配方	67
营养平衡日粮	67
什么是营养平衡日粮	67
为什么营养平衡日粮非常重要	67
评价日粮营养比例是否平衡的标准	68
日粮中的能量和蛋白质来源	71
奶牛的营养需求	72
水的需求量	72
维持基础代谢和产奶所需营养量	72
一头产奶 10 千克奶牛的营养需求量	74
营养需求随牛奶产量上升而改变	75
干物质摄入量的正常范围(奶牛的胃口)	75
日粮配方中各种营养成分比例	77
怎样配制经济且营养平衡的日粮	78
实践应用	79
第一步 营养要求:首先了解奶牛	81
第二步 确定粗饲料摄入量	82
第三步 计算粗饲料和其他混合饲料中的营养含量	82
第四步 计算精饲料混合物中应含的营养量	82

第五步 根据对能量的需求确定所需精饲料量	82
第六步 精饲料中蛋白质、钙和磷应含的百分比	83
第七步 计算配制蛋白平衡混合饲料时所需添加的蛋白质量	83
第八步 计算使日粮达到钙磷平衡时精饲料混合物中所需矿物质添加量 ..	84
第九步 将干物质质量换算为实际饲喂饲料量	85
第十步 核对可被利用的全部干物质质量并确定水的需求量	85
其他好的饲喂方法	86
群饲法	86
何时及如何调整泌乳奶牛群组	86
完全混合日粮	87
精粗饲料分开饲喂	87
小结	87
附表 日粮配方中各营养成分的含量	88
第六章 饲喂指南	90
粗饲料和精饲料的饲喂	90
日粮粗精比例和能量	90
日粮粗精比例和饲料体积	91
调节采食量	92
根据能量需求调节采食量	92
根据瘤胃容积调节采食量	92
粗精比不同对奶牛适口性的影响	93
奶产量对日粮精粗比的要求	93
粗饲料质量对日粮精粗比的影响	94
粗饲料饲喂指南	95
精饲料饲喂量	95
精饲料混合物中蛋白质比例	97
日粮粗精比对泌乳性能的影响	98
泌乳期奶牛饲喂	100
阶段一 能量负平衡和产奶高峰期	100
泌乳早期奶牛粗饲料和精饲料饲喂量	102
泌乳早期奶牛日粮营养平衡的重要性	103
阶段二 能量平衡和干物质摄入量高峰期	103
阶段三 能量正平衡和泌乳中晚期	104
阶段四 干乳期:产犊前 45~60 天	105
小结	106
附录 术语解释	107

第一章

奶牛消化系统

消化系统概述

引言

消化是指食物在消化道内转化成简单化合物的一系列过程。吸收是指这些简单化合物通过消化道表面细胞输送到血液中的过程。身体各种组织器官可利用这些吸收的营养物质进行新陈代谢、生长和牛奶合成。

奶牛、绵羊和山羊是四个胃的食草动物(又称复胃动物)。而人、猪、老鼠和马是一个胃的动物(又称单胃动物)。许多食草动物又属反刍动物,它们的生命活动和生长与其体内瘤胃微生物群系密切相关。反刍动物与瘤胃微生物的关系是共生关系,因为两者在这种互为依赖的关系中都获益。一方面,反刍动物为微生物的生长和繁殖提供了充满丰富食物的适当环境。另一方面,生活在反刍动物瘤胃中的微生物使得反刍动物能够消化非反刍动物所不能消化的纤维性类复杂碳水化合物(植物中的主要成分)和非蛋白氮化合物(NPN)如氨和尿素。除瘤胃内微生物发酵外,反刍动物消化道内的其他消化过程基本与单胃动物相似。

因而,生存在反刍动物网-瘤胃内的微生物不仅使得反刍动物能够利用纤维性类饲料,而且能够将作物秸秆、工业副产品转化为人类可消耗的高营养可口食物如牛奶、牛肉。

结构和功能

图 1-1 和图 1-2 阐明了奶牛的消化器官及所摄入饲料的消化途径。表 1-1 说明了整个消化道各器官所含的消化物及其干物质百分比。

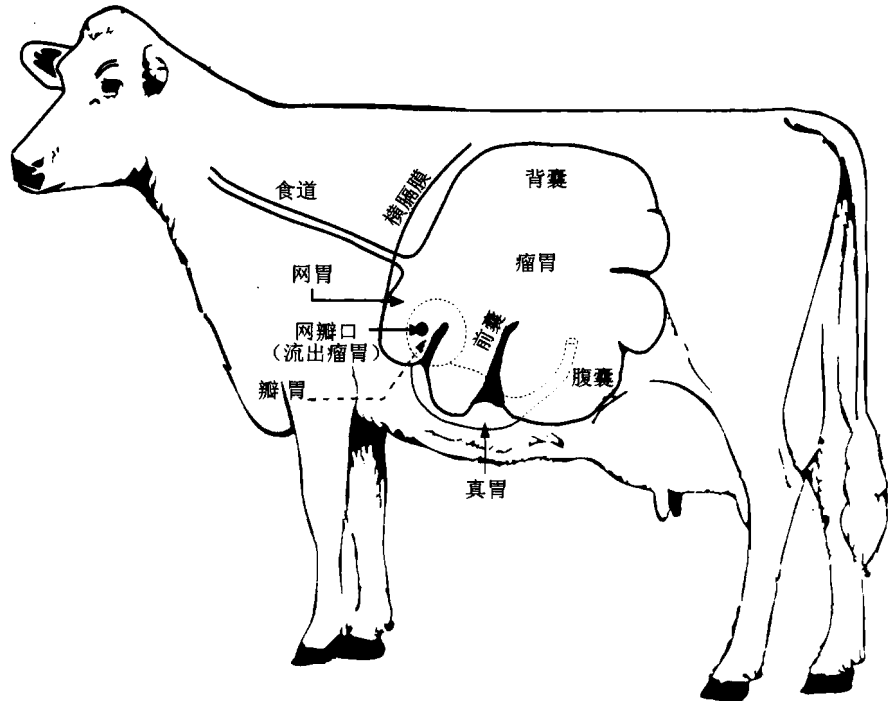


图 1-1 成年奶牛瘤-网胃左侧示意图
虚线标出的器官(瓣胃和真胃)位于牛的右侧

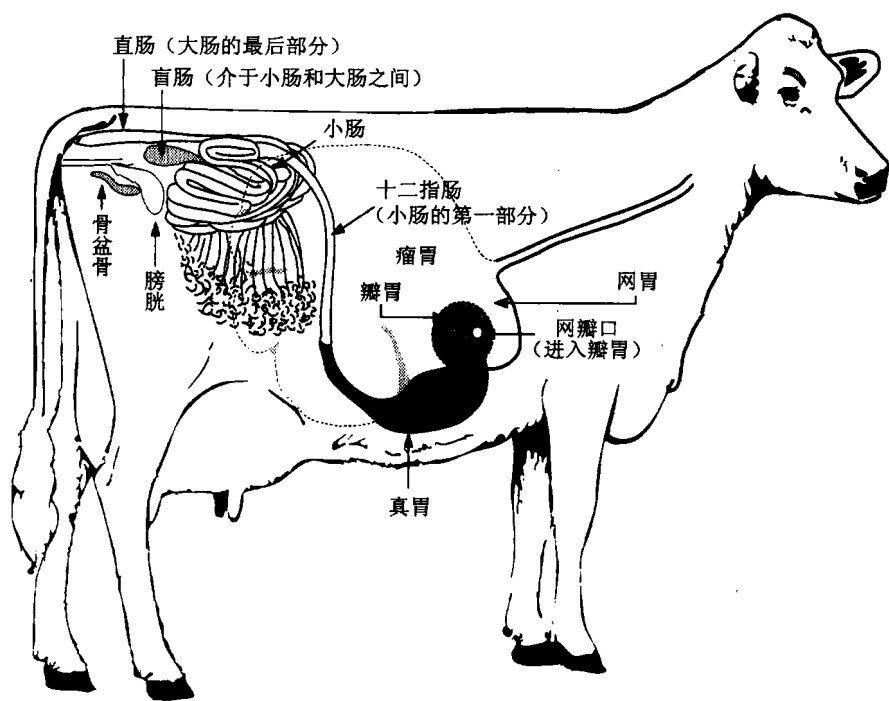


图 1-2 奶牛胃肠道右侧示意图(瓣胃和真胃)
位于左侧的瘤胃用虚线表示

表 1-1 成年奶牛消化道各器官内消化物的相对百分比及重量

消化道器官	容积		长度 (米)
	% ^①	千克 ^②	
网瘤胃	67	± 100	—
瓣胃	5	± 11	—
真胃	4	± 14	—
小肠	21	± 45	± 46.0
盲肠	—	± 7	± 0.9
大肠	13 ^③	± 21	± 10.0
总计	100	198	—

①胃肠道内消化物干物质占总消化物的百分比。

②湿消化物的重量。

③这一估计值包括盲肠的消化物干物质。

瘤-网胃是反刍动物容量最大的消化器官,整个消化道内 67% 的消化物存在于瘤-网胃中。瘤胃本身(不含任何消化物)的重量占整个消化道重量的 44%。

各器官的功能

唇、舌和牙齿

舌是口腔中主要感觉器官。舌将饲料卷入口腔内。反刍动物没有犬齿和上门齿,而是由坚硬的牙床代替上门齿并与下门齿咬合以咀嚼草料。此外,由于上颌比下颌宽使得反刍动物每次只能使用一侧臼齿咀嚼。长期单侧咀嚼,臼齿形成凿状磨面从而提高了反刍过程中咀嚼的有效性。

唾液腺和食道

口腔内不同唾液腺分泌的唾液成分不同。食道有 1 米长。食物在口腔内与唾液混合后经食道进入瘤胃。反刍时瘤胃内含物又经食道返回到口腔中进一步咀嚼。

瘤-网胃

由于这两个胃的相似性和其内含物的相互交换,反刍动物的第一和第二胃通常又称为瘤-网胃(图 1-3)。瘤-网胃占了腹腔内的绝大部分容积。瘤胃或称前胃是由前囊、腹囊和背囊组成,中间由肌肉形成的脊隔开。瘤胃壁由平滑肌组成其内含物占整个消化道内含物的 2/3。此外,饲料在瘤胃内停留 20~48 小时,相当于整个消化过程的一半时间(饲料在消化道内停留的总时间为 40~70 小时)。瘤胃每 50~60 秒收缩一次。瘤胃内壁有上千个指状突起称乳头状突起。这些乳头状突起增加了瘤胃对发酵终产物(挥发性脂肪酸和氨)的吸收。瘤胃和其他消化器官可比喻成一条小河(食道和肠道)从一个大湖(瘤胃)的一角穿过(图 1-2)。容积大的瘤-网胃使纤维性饲料滞留较长时间,因而为微生物发酵提供了机会。

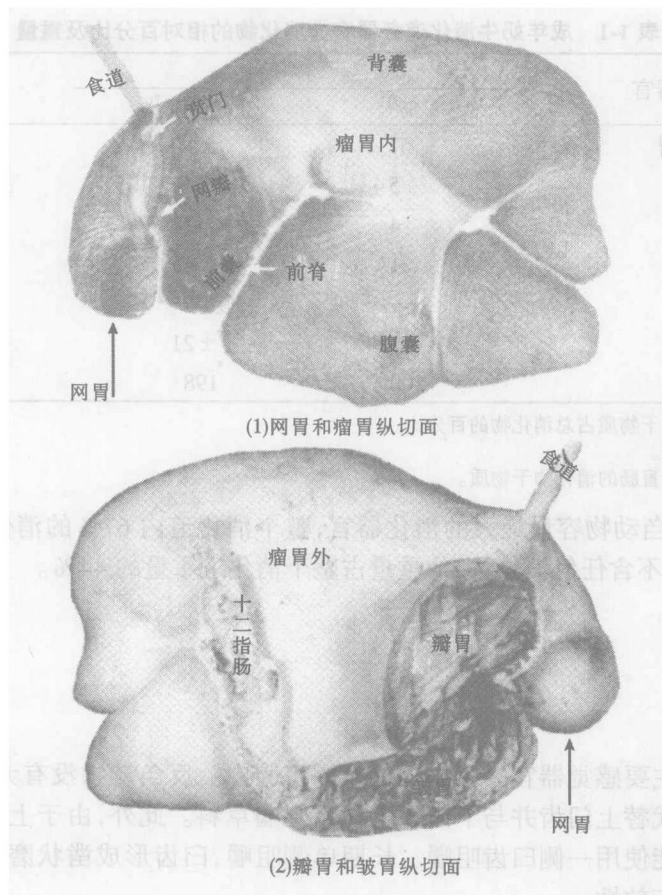


图 1-3 奶牛的四个胃

网胃是位于瘤胃前方的一个囊状消化器官,内壁呈蜂巢状。贲门(食道和瘤胃背囊交界外)和瘤网皱折(位于腹囊内)将网胃和瘤胃隔开。随着网胃的有力收缩瘤网皱折移位从而将网胃内的消化物推向上方进入瘤胃,这一过程随瘤胃肌肉收缩反复。同时,在这一过程中网瓣口打开,细小浓稠的消化物流入瓣胃(第三胃)。而粗大稀疏的消化物返流回瘤胃的腹囊中。消化物流出瘤-网胃之前,网胃的收缩起了分类过筛的主要作用。

瘤胃使反刍动物能够利用植物细胞壁。非反刍动物不能利用植物细胞壁中的能量物质。

贲门和网瓣口分别形成了瘤-网胃的进出口。通过食道沟相连的这两个进出口交替开闭。当小牛吸吮牛奶时,食道沟合拢形成管状结构使牛奶从口经食道(避过瘤胃)直接流入皱胃(第四胃)。成年牛食道沟不再具有此功能。

瓣胃

瓣胃是由许多肌肉形成的叶片状结构组成。虽然瓣胃本身(不含内含物)相当大,瓣

胃内含物干物质仅占全部消化道内含物干物质的 5% (表 1-1)。成年奶牛的瓣胃与一个篮球大小相当。瓣胃的实际功能还不是很清楚。消化物通过瓣胃中的叶片结构后变的很干。瓣胃吸收了从瘤胃进来的水分和矿物质如钠(Na)和碳酸(H_2CO_3)。其结果是避免稀释皱胃(真胃)所分泌的酸。而矿物质可经唾液重新被利用。

皱胃

皱胃是反刍动物的第四个胃。它相当于单胃动物的胃。皱胃分泌消化酶和盐酸(HCl)。皱胃内壁的多皱折结构极大地增加了这一器官的分泌面积。皱胃有两个独特的结构。其基底主要分泌盐酸和酶以维持皱胃酸性环境。消化物进入十二指肠之前在幽门区被聚集成小团。

小肠

小肠是一条细长管道,可分为三部分:十二指肠、空肠和回肠。之所以称为小肠是因为直径比其长度要小得多。成年动物小肠盘绕在腹腔内长达 46 米,而直径仅有 1.0~4.5 厘米。胰腺和小肠壁分泌的酶可消化和降解蛋白质、碳水化合物和脂肪。肝脏分泌的胆汁由胆管排入十二指肠。胆汁有助于脂肪的消化和吸收。

小肠壁表面微小的乳头状凸起极大地增加了小肠的吸收面积。小肠是吸收消化终产物的主要场所。小肠还含有一些体内最活跃的细胞。实验证明小肠细胞仅需一天即可合成完整蛋白,而骨骼肌则需要一个月。

大肠

盲肠是大肠的第一部分。像瘤胃一样,盲肠像位于消化道主道边上的一个“水库”。盲肠是微生物消化的另一场所,食物经过皱胃酸消化和小肠酶消化后进入盲肠。有些动物(如马、兔)盲肠的微生物发酵很重要。然而,成年牛盲肠的微生物发酵消化没有瘤-网胃重要。盲肠后面的结肠对消化和吸收不是很重要。结肠是粪便形成的部位,结肠壁缺乏乳头状突起,可吸收水分和矿物质。直肠是大肠的最后一段,粪便排出之前在直肠存储。

消化过程

什么是消化

从营养角度出发,摄入的饲料并不直接进入体内,营养物质通过消化道吸收经血液进入体内。消化的主要功能是将高度复杂的营养成分转化成能被瘤胃壁或小肠壁吸收的简单化合物。例如,纤维素是一种复杂的碳水化合物,它不能被动物体内细胞直接利用,但是瘤胃发酵可将纤维素转化成挥发性脂肪酸。经血液吸收后挥发性脂肪酸可作为能源或者作为合成奶脂或乳糖的前身物。

一般来讲,饲料成分并不能完全被消化。不能消化的部分经粪便排出。另外,饲料中

的一部分是由小分子化合物组成,这些化合物不经消化直接被吸收入体内(如单糖、氨基酸)。通常,这些化合物都是可溶性的(如喝咖啡或茶时所加的糖)。但是牛不能直接吸收这些简单化合物,而被瘤胃内的微生物首先利用。

消化场所

图 1-4 概述了消化道各器官的消化过程。食物经舌卷入并通过食道进入瘤胃,瘤胃内的微生物立即开始发酵。大的纤维颗粒又回流到口中进一步咀嚼(称为反刍),然后再吞咽。发酵产物通过瘤-网壁被吸收进入血液如挥发性脂肪酸和氨。消化物在瘤-网胃内停留的时间长短相差极大。消化物的液体部分在瘤胃内仅停留 10~12 小时,而纤维性物质可滞留 20~48 小时。流出网瘤胃进入瓣胃和皱胃的消化物含有大量被细菌发酵后的小颗粒物质以及细菌蛋白。瘤胃内细菌靠发酵饲料生长。消化物通过网瓣口排入叶片状的瓣胃然后进入皱胃。皱胃内的强酸环境抑制了所有微生物的活性并降解饲料颗粒成分这一过程称为酸消化。在皱胃内消化几小时后,消化物经幽门进入小肠的第一部分即十二指肠。这些消化物与胰腺分泌的消化酶和肝脏分泌的胆汁相混合后进入十二指肠,这一步消化是酶消化又称为化学消化。

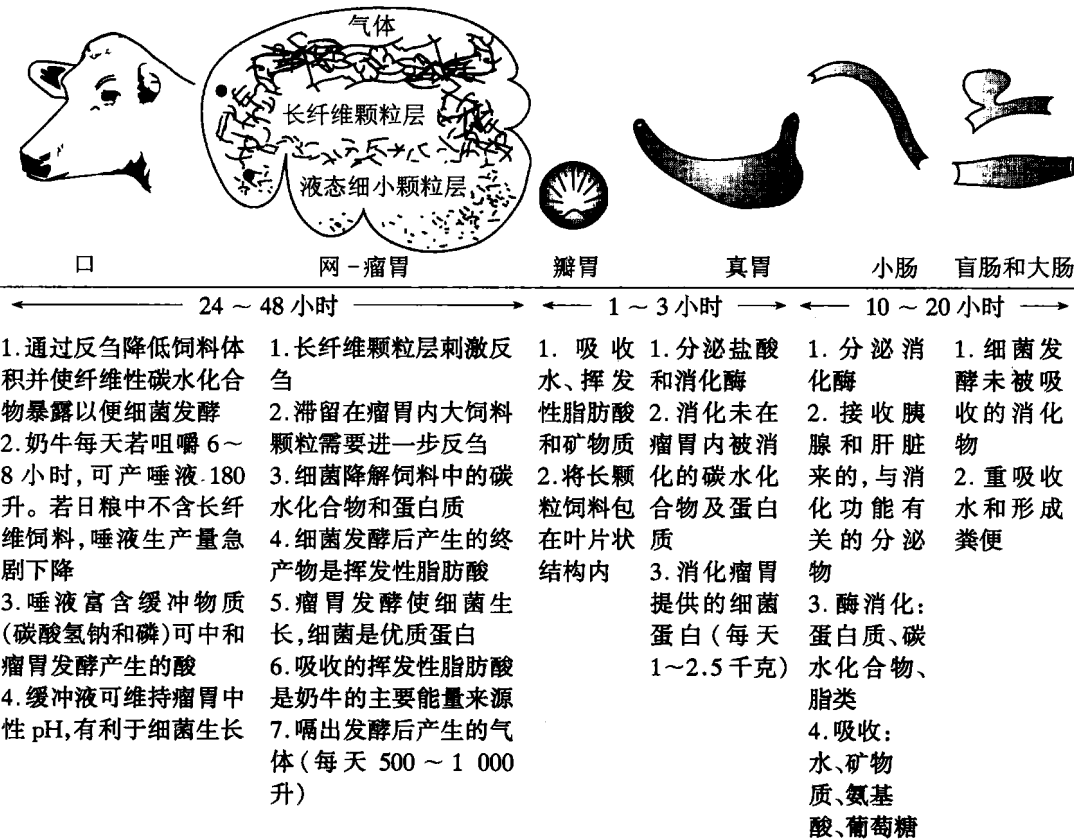


图 1-4 成年奶牛饲料消化所需步骤、器官和时间示意图