



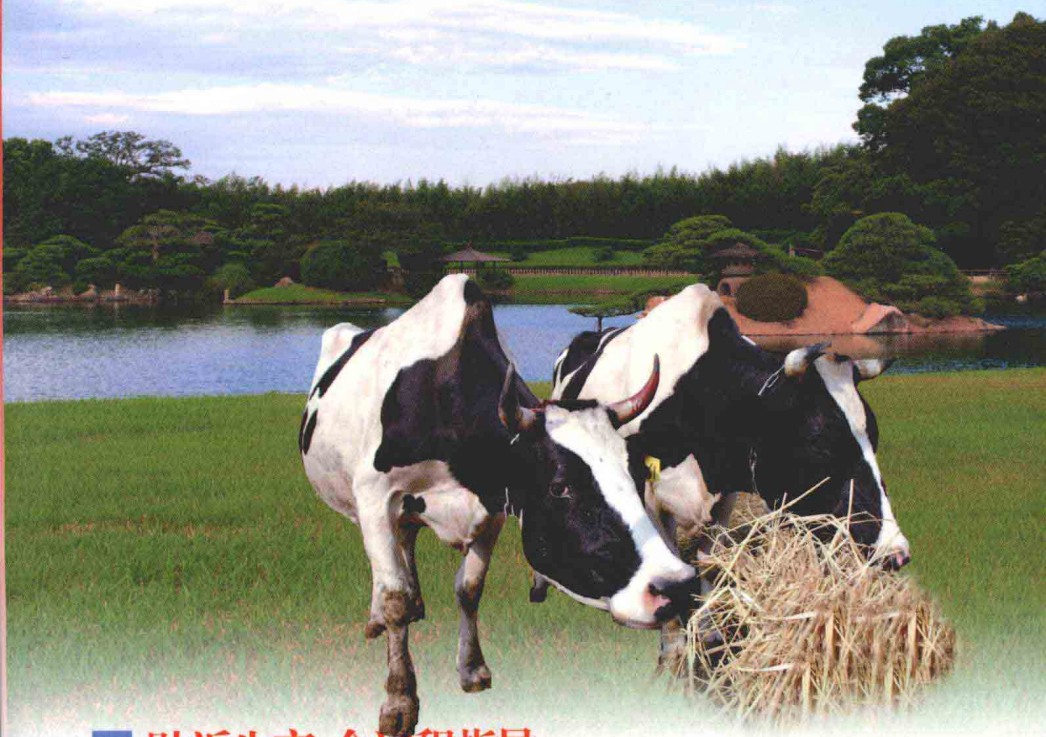
中央宣传部 新闻出版总署 农业部
推荐“三农”优秀图书

无公害农产品高效生产技术丛书

中国农业大学出版社

牛饲料

刘 强 主编



■ 贴近生产 全过程指导

■ 规范操作 无公害保障

无公害农产品高效生产技术丛书

牛 饲 料

刘 强 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

牛饲料/刘强主编. —北京:中国农业大学出版社,2007.12
ISBN 978-7-81117-353-6

I. 牛… II. 刘… III. 牛-饲料 IV. S823.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 150231 号

书 名 牛饲料

作 者 刘 强 主 编

策划编辑 赵 中

责任编辑 冯雪梅

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

规 格 890×1 240 32 开本 14.5 印张 360 千字

印 数 1~3 000

定 价 20.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主编 刘 强(山西农业大学动物科技学院)

参编 黄应祥(山西农业大学动物科技学院)

李建国(河北农业大学动物科技学院)

王中华(山东农业大学动物科技学院)

高腾云(河南农业大学动物科技学院)

王 聪(山西农业大学动物科技学院)

王树彬(山西省阳城县畜牧局)

张 平(国营山西大同原种场)

黄虎平(山西农业科学研究院)

佟莉蓉(山西农业大学动物科技学院)

王 浩(山西农业大学动物科技学院)

董 洁(山西农业大学动物科技学院)

王 康(山西农业大学动物科技学院)

刘 曦(山西农业大学太原畜牧兽医学院)

蒋桂梅(山西农业大学动物科技学院)

目 录

第一章 牛的消化生理	(1)
第一节 牛的消化系统	(1)
第二节 牛的消化生理特点	(10)
第三节 牛瘤胃的营养特点	(20)
第二章 牛的营养需要	(36)
第一节 奶牛的营养需要	(36)
第二节 肉牛的营养需要	(57)
第三章 能量饲料	(70)
第一节 谷实类饲料	(70)
第二节 糠麸类饲料	(82)
第三节 块根块茎类能量饲料	(88)
第四节 高能量饲料	(90)
第五节 能量饲料的加工调制	(94)
第四章 蛋白质饲料	(103)
第一节 植物性蛋白质饲料	(103)
第二节 单细胞蛋白质饲料	(125)
第三节 非蛋白氮饲料	(130)
第四节 氨基酸饲料添加剂	(138)
第五节 蛋白质饲料的加工调制	(140)
第五章 青绿饲料	(147)
第一节 天然牧草	(147)
第二节 栽培牧草	(150)
第三节 青饲作物	(163)



第四节 多汁类	(167)
第五节 树叶类	(171)
第六节 青绿饲料的利用	(175)
第六章 青贮饲料	(184)
第一节 青贮饲料原理	(184)
第二节 青贮饲料容器	(190)
第三节 青贮饲料的制作方法	(196)
第四节 青贮饲料添加剂	(207)
第五节 青贮饲料的品质鉴别	(213)
第六节 青贮饲料的利用	(218)
第七章 粗饲料	(223)
第一节 青干草	(223)
第二节 农作物副产品	(239)
第三节 糟渣类	(247)
第四节 粗饲料的加工调制	(251)
第八章 矿物质饲料	(263)
第一节 常量矿物质饲料	(263)
第二节 微量矿物质饲料	(275)
第三节 天然矿物质饲料	(291)
第四节 矿物质饲料的加工利用	(295)
第九章 维生素饲料	(301)
第一节 脂溶性维生素	(301)
第二节 水溶性维生素	(312)
第三节 维生素饲料的加工利用	(324)
第十章 饲料添加剂	(329)
第一节 酶制剂	(329)
第二节 益生菌	(334)
第三节 瘤胃发酵调控添加剂	(337)



第四节	其他添加剂	(344)
第五节	允许使用及违禁添加剂目录	(358)
第十一章	饲养标准与饲料营养价值	(362)
第一节	奶牛的饲养标准	(363)
第二节	肉牛的饲养标准	(364)
第三节	饲料营养成分价值表	(366)
第十二章	日粮配合	(422)
第一节	日粮配方设计	(422)
第二节	预混合饲料配制技术	(425)
第三节	浓缩饲料配制技术	(432)
第四节	精料补充料配制技术	(437)
第五节	全混合日粮(TMR)的应用	(444)
参考文献		(449)



第一章

牛的消化生理

牛必须不断地从外界摄食营养物质,作为机体活动、组织生长及生产的物质和能量来源。牛所需要的营养物质有蛋白质、糖类、脂肪、水、维生素和无机盐等。这些物质存在于牛所采食的饲料中,但饲料一般都是难溶解的大分子物质,构造极为复杂,饲料进入消化道后,必须经过物理、化学和微生物消化,使饲料转变为结构简单的可溶性小分子物质,经过消化道吸收后供牛生长发育、产肉、产奶等需要。因此,掌握牛的消化生理特点对提高其生产性能至关重要。

第一节 牛的消化系统

牛的消化系统主要由口腔、食道、胃(瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃)、小肠(十二指肠、空肠和回肠)、大肠(盲肠、结肠和直肠)、肛门和消化腺(唾液腺、胃腺、胰腺及肠腺等)组成。见图 1-1。

一、口腔

口腔主要由唇、齿、舌和唾液腺组成,牛的口腔是吞食、咀嚼、混涎

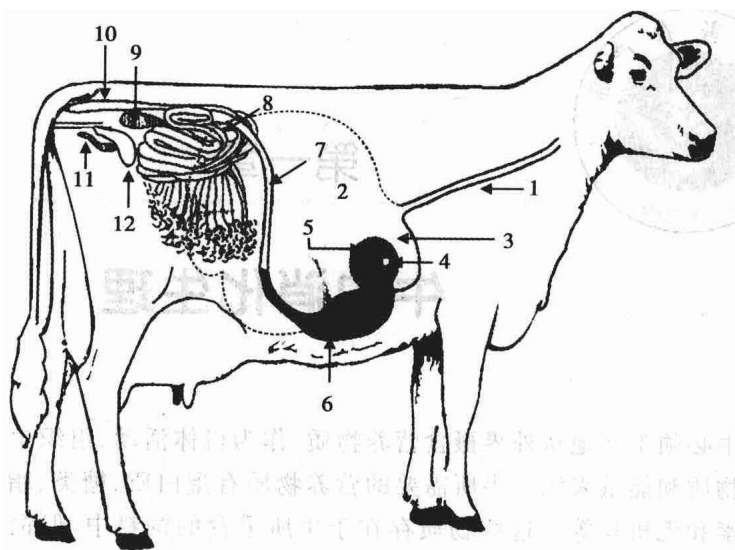


图 1-1 中消化器官位置示意图

1. 食管 2. 瘤胃 3. 网胃 4. 网瓣口 5. 瓣胃 6. 皱胃
7. 十二指肠 8. 小肠 9. 盲肠 10. 直肠 11. 骨盆骨 12. 膀胱

和进行反刍的器官；唇、齿、舌是主要的摄食器官；唾液腺可产生唾液，帮助消化食物。

(一)唇

牛的嘴唇特别肥厚且不灵活，嘴叉浅，嘴张不大，不利于采食草料，所以放牧时牛采食不高于 8 cm 的野草。只有当采食鲜嫩的青草、颗粒饲料或谷物时，唇才能发挥较为重要的采食作用。

(二)齿

牛无上门齿（切齿和犬齿）。上门齿的位置是一块角质化的硬组织——齿板，为下切齿提供了相对的压力面，所以把草截断的能力不如骡、马和兔。牙齿的功能主要是咀嚼和磨碎饲料。在咀嚼动作完成的



过程中,牛与非草食动物不同。非草食动物的咀嚼主要是靠下颌骨沿垂直方向上下移动来完成的,而牛是通过下颌骨的横向运动,将植物纤维磨碎成一定大小并形成食团后进行吞咽来完成咀嚼过程的。另外,牛上颌比下颌宽,只使用两侧的臼齿轮换磨碎饲料,而不能同时进行,其牙齿表面凹凸不平,比较粗糙,有利于磨碎纤维性食物。正因为牛的臼齿磨面不平整,因此咀嚼效率非常高。

(三)舌

牛的舌头是采食时把食物卷入口腔的主要器官。牛舌长、坚实、肥厚、肌肉发达、有力但不灵活。口腔窄小,舌头在其中转动不灵。舌头上表面长有角质化尖端朝里的小刺,上腭有横向角质化硬皮突起,游离端朝里,舌头与上腭的结构相辅相成,使进入口腔的食物难以吐出口腔外(见图 1-2)。草料进入口腔后,与口腔分泌的唾液混合,将食物软化,然后经咽部送入食道。

(四)唾液腺及唾液

牛的唾液腺主要由腮腺、颌下腺和舌下腺组成。唾液腺可分泌唾液,唾液具有湿润饲料、溶解食物、杀菌和保护口腔的作用。牛的唾液中含有淀粉酶,但含有大量的碳酸氢盐和磷酸盐。腮腺每天可分泌含 0.7%碳酸氢盐的唾液 50 L,相当于分泌碳酸氢钠 300~500 g。高产奶牛分泌唾液可达 250 L,所含碳酸氢盐更多。大量的缓冲物质可中和瘤胃发酵产生的有机酸,以维持瘤胃内的酸碱平衡。

牛在生后哺乳阶段中有一种独特的脂肪酶,这种酶可将短链三酰甘油分解为甘油和脂肪酸,以利于胃肠对脂肪的进一步消化,这种酶叫做舌脂酶,对乳脂的消化有着重要意义。

此外,牛口腔唾液中还含有较高浓度的黏蛋白质、尿素和矿物质(如磷、镁、氯等),可以连续为瘤胃微生物提供容易被吸收的营养物质。

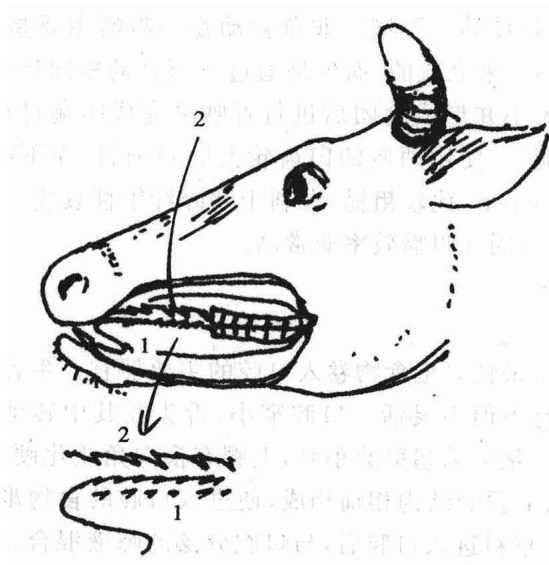


图 1-2 牛嘴切开示意图

1. 舌头, 上表面生长尖端朝里的角质化小刺
2. 上腭, 长着游离端朝里的角质化横道

二、食道

食道是咽通至瘤胃的管道, 成年牛长约 1.1 m, 全部由横纹肌构成, 有很强的逆蠕动功能。草料与唾液在口腔内混合后通过食道进入瘤胃, 瘤胃内容物在真胃空虚、瘤胃前庭接受粗饲料强烈刺激时又经过食道逆蠕动被反刍回到口腔, 经过咀嚼后再咽下。

三、食管沟

在牛消化道内有一食管沟, 它从贲门开始到瓣胃结束, 由 2 片肌肉皱褶构成。当肌肉皱褶关闭时, 形成一个管沟, 可使食物直接由食道进



入真胃,避开瘤胃发酵。食管沟是犊牛吮吸奶时把奶直接送入皱胃的通道,它可使吮吸的奶中营养物质避开瘤胃发酵,直接进入皱胃和小肠,被机体利用。这种功能随犊牛年龄的增长而减退,到成年时只留下一痕迹,闭合不全。

四、复胃

牛进食饲草饲料速度快,一般饲料不经充分咀嚼便匆匆到达胃中。因此对牛胃要求与猪、马、兔等家畜的胃不同,不仅要容积大,而且构造和功能也要与单胃家畜的胃不同。牛胃正是适应了这种特点,它由瘤胃(俗称“草包”)、网胃(又叫“蜂巢胃”)、瓣胃(俗称“百叶肚”)、皱胃(又称真胃或腺胃)4部分组成。前3个胃无腺体组织分布,不分泌胃液,主要起贮存食物、水和发酵分解粗纤维的作用,一般统称为前胃。皱胃内有腺体分布,可分泌胃液,与前胃对照,称为后胃。牛口腔内摄入的饲料经初步咀嚼后由咽进入瘤胃,饲料先在瘤胃内和水及唾液混合,被揉磨、浸泡、软化、发酵,然后再进入后胃。

(一)瘤胃

瘤胃呈椭圆形,是成年牛4个胃室中最大的一个,占据整个腹腔的左半侧和右侧下半部。瘤胃前后稍长,左右稍扁,前端与后端有凹陷的前沟和后沟,左右侧面有较浅的纵沟,在瘤胃壁内面与这些沟对应部位为肌柱围成环状,将瘤胃分成背囊和腹囊两大部分。背囊和腹囊前后两端,由于前后沟很深,这样就形成了4个囊区:前背盲囊、前腹盲囊、后背盲囊、后腹盲囊。

饲料在瘤胃中停留20~48 h,相当于整个消化过程的1/2时间(饲料在消化道停留的总时间为40~70 h)。瘤胃每50~60 s收缩一次。

瘤胃壁由黏膜层、肌肉层及浆膜层构成,黏膜表面有无数个指状突起,称乳头状突起。这些乳头状突起增加了胃壁与食糜的接触面积和对发酵终产物(挥发性脂肪酸和氨)的吸收。瘤胃使牛能够大量利用植



物细胞壁。

(二)网胃

网胃是位于膈顶后方与瘤胃前方的一个囊状消化器官。贲门(食道和瘤胃背囊交界处)和瘤-网胃皱褶(位于腹囊内)将网胃与瘤胃隔开。网胃约占4胃总容积的5%，胃壁黏膜形成许多网格状皱褶，形似蜂巢，并布满角质化乳头，又称蜂巢胃。

随着网胃的有力收缩，瘤-网皱褶移位，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。而粗大稀疏的消化物流回瘤胃腹囊。消化物流出瘤-网胃之前，网胃的收缩起了分类与过筛的主要作用(图 1-3)。

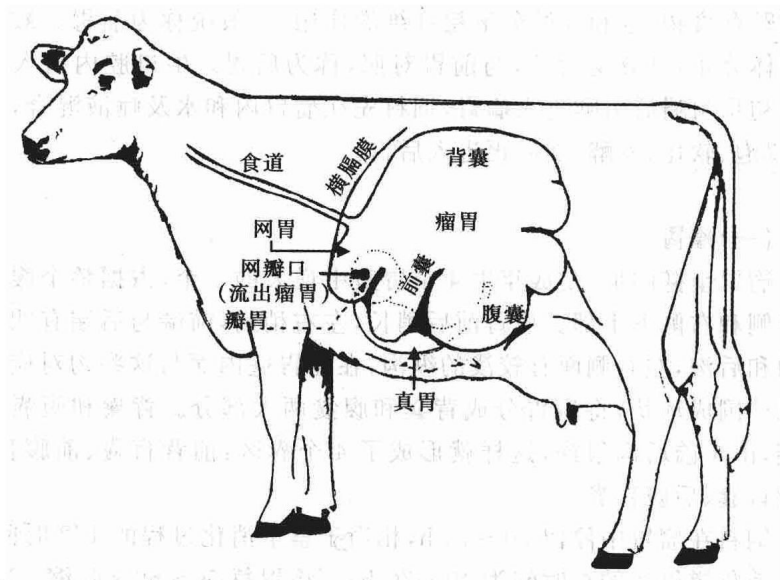


图 1-3 成年牛左侧瘤—网胃示意图

贲门和网-瓣口分别形成了瘤-网胃的进出口。通过食管沟相连的这两个进出口交替开闭。当犊牛吮吸牛奶时，食管沟合拢形成管状结



构使牛奶从口经食道(避开瘤胃)直接进入皱胃。成年牛的食管沟不再具有此功能。

网胃是吸入水分的贮存库,同时能帮助食团逆呕和排出胃内的发酵气体。容积大的瘤-网胃使纤维性饲料滞留较长时间,为微生物发酵提供了机会。

(三)瓣胃

瓣胃位于网胃的内侧面,占4个胃总容积的7%~8%。瓣胃是由许多肌肉形成的叶片状结构组成。叶片状结构(星月状瓣页),大小不一,长短也不同,总计有80~100片,故瓣胃又称“百页肚”。

瓣胃通过网-瓣胃间孔和瓣-皱胃孔将网胃和皱胃连通起来。初生犊牛的网胃沟(或称食管沟)起着将乳汁自食管输往瓣胃沟和皱胃的通道作用。

虽然瓣胃本身相当大,瓣胃内含物的干物质仅占全部消化道内含物的干物质的5%。对于成年牛,瓣胃如同一个过滤器,通过收缩把食物稀软部分送入皱胃,把粗糙部分留在瓣叶间,在此还大量吸收了从瘤胃进来的水分、矿物质,如钠和碳酸。其结果是避免稀释皱胃(真胃)分泌的酸。而矿物质可经唾液重新被利用。

(四)皱胃

皱胃是牛的第4个胃。因其有消化腺,可分泌消化酶和盐酸,又称真胃。皱胃内壁的多皱褶结构极大地增加了这一器官的分泌面积。皱胃基底主要分泌盐酸和酶以维持皱胃的酸性环境。消化物进入十二指肠之前在幽门区被聚集成小团。

皱胃是连接瓣胃与小肠的管状器官,也是部分菌体蛋白质和过瘤胃蛋白质被消化的部位,其功能与单胃动物的胃基本相同。

(五)复胃的生长发育

牛出生后1周时瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃的容积比例为25%、5%、



10%和60%，到3~4月龄时为65%、5%、10%和20%，成年后为80%、5%、7%~8%和7%~8%。可见在3月龄前瘤胃功能未发育完善，4月龄后功能基本齐备(图1-4)。因此，在饲养管理中应该注意根据其瘤胃发育特点加强犊牛阶段的饲养与管理，例如可以通过开食调教，让犊牛早吃草料，促进其瘤胃发育；也可以通过瘤胃微生物接种，即将正在反刍的成年牛口腔中的食团拿出塞进犊牛嘴中，让其食入，尽快让犊牛建立瘤胃微生物区系，这些方法都可使犊牛瘤胃功能完善进度加快。

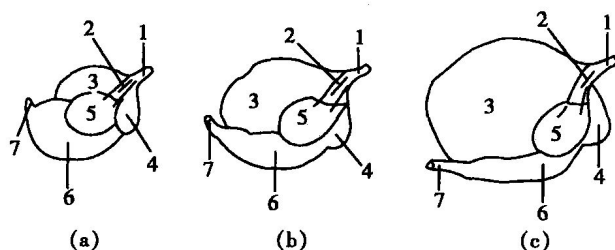


图1-4 牛胃生长发育示意图

(a)出生后1周 (b)3~4月龄 (c)成年

1. 贲门 2. 食管沟 3. 瘤胃 4. 网胃 5. 瓣胃 6. 皱胃 7. 幽门

五、小肠

小肠是一条细长管道，可分为3部分，即十二指肠、空肠和回肠。之所以称为小肠是因为其直径比长度要小得多。成年牛小肠盘绕在腹腔长达46 m，而直径仅有1.0~4.5 cm。

整个小肠均分布有消化腺，分泌的消化液与胰腺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进入十二指肠，胆汁有利于脂肪的消化和吸收。所有的分泌物一起进入肠管，共同对食物起消化作用。

小肠是吸收消化终产物的主要场所。小肠壁表面微小的乳头状突起极大地增加了小肠的吸收面积，能将已消化的营养物质吸收入血液，



送至肝脏。小肠还含有一些体内活跃的细胞。实验证明小肠细胞仅需1天即可合成完整蛋白,而骨骼肌需要1个月。

六、大肠

大肠可分为3部分,即盲肠、结肠和直肠。由小肠进入大肠的营养物质,主要由随食糜进入大肠的酶和存在于大肠的微生物作用进行消化。

盲肠是大肠的第一个部分,像瘤胃一样,盲肠是微生物消化的另一个场所,食物经过皱胃酸消化和小肠酶消化后进入盲肠。有些动物,如马和兔,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。

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。

七、肛门

肛门是消化道的最末段。食物由口腔进入,经胃肠消化吸收,其代谢产物由肛门排出体外。



第二节 牛的消化生理特点

一、采食

(一)采食特点

由于牛嘴的结构特点,牛采食时十分粗糙,对进嘴的食物并不细嚼,即咽下,加上舌头表面的倒刺状乳头使进了嘴的东西难以吐出,所以常见把不能吃的金属丝、块、钉子、碎玻璃等咽入胃中,导致创伤性胃炎和心包炎;把农膜、塑料薄膜、食物袋食入,造成瘤胃堵塞、网—瓣口梗阻等严重疾病,甚至死亡;半大不小的块根块茎和落果,牛常咬不碎就咽下,造成食道梗阻。所以必须针对这些特点,清除饲料、副料中的异物,把块根块茎和落果等切碎,并防止塑料膜、塑料袋、合成织物落入牛圈和运动场。

通常牛一天采食十余次,但一般有4个采食高潮(采食时间长而快),总采食时间约6 h,所以在牛的饲养管理中采取定时上槽时也应给牛采食时间不少于6 h。也不必过于延长,延长也不会增加采食量,反而影响牛的休息,使饲喂效果下降。

牛的鼻唇镜(俗称鼻头)黏液腺十分发达,不停地分泌黏液,这是牛健康的标志之一。采食时分泌量较大,饲草料粘上这种黏液过多,牛就不爱吃,所以饲喂时少添(每次添的量少些)、勤添(增加添的次数),可减少饲草的浪费。