

马爱平 张敏红 韩爱云 ■ 编

Niusiliao Yingyang Peifang 7Ritong

- 精品书系 着力打造
- 专题内容 7日7讲
- 科学实用 重点突出
- 养殖领域科普必备之首选

牛饲料营养配方

7日通



养殖 7 日通丛书

牛饲料营养配方 7 日通

马爱平 张敏红 韩爱云 编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

牛饲料营养配方 7 日通/马爱平, 张敏红, 韩爱云编
—北京: 中国农业出版社, 2012. 2

(养殖 7 日通丛书)

ISBN 978 - 7 - 109 - 16338 - 6

I. ①牛… II. ①马…②张…③韩… III. ①牛—饲料—配制 IV. ①S823. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 251163 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张玲玲

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7.125

字数: 178 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 16.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

7日通

前言

我国养牛历史悠久，全国养牛业发展迅速，已经成为农村发展经济的支柱产业。养牛具有成本低、见效快、饲料来源广泛、易饲养、易管理等优点，很多地方把养牛作为畜牧业产业化调整的优势产业来发展。目前，养牛生产已经由传统的粗放饲养向规模化、集约化、现代化的养牛业转变，饲养方式和生产水平发生着显著变化，养牛业的科技含量和养殖效益有了明显提高。

伴随着养牛规模化程度的不断提高，很多地方饲养场还缺乏科学饲养管理技术，特别是饲料资源匮乏，同时对饲草饲料的利用不合理造成饲料资源的巨大浪费，结果造成养殖场生产成本提高，严重制约了养殖场饲养规模的继续扩大。为了普及科学养牛知识，进一步提高我国的养牛水平，我们编写了《牛饲料营养配方7日通》一书。

本书在编写过程中，力求科学性、综合性和实用性，根据现代养牛饲料配方技术，以讲座的形式，将动物营养与饲料科学理论用通俗易懂的语言讲述出来，理论联系实际，力求对我国养牛业生产发展有一定的指导作用。本书包括牛的消化生理、牛的动物营养基础、牛的饲料原料、饲料添加剂、饲料安全生产与加工

调制、牛的日粮配合、常用饲料配方软件介绍等7个方面的内容，基本覆盖了饲料生产的各个方面。

本书适合专业技术人员及基层畜牧兽医工作者和广大养牛场工作人员参考应用。由于作者水平有限，时间紧迫，缺点和错误之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编 者

2012年1月

7日通

目 录

前言

第一讲 牛的消化生理	1
第一节 牛的消化道结构	1
一、口腔	1
二、胃	1
三、肠道	2
第二节 牛的采食与反刍	3
一、采食	3
二、反刍	3
三、暖气	4
第三节 牛的瘤胃消化生理特点	5
一、瘤胃环境及微生物	5
二、瘤胃微生物的生长条件	6
三、瘤胃微生物的主要机能	6
第二讲 牛的动物营养基础	10
第一节 营养学、饲料学的基本术语	10
一、营养	10
二、饲料原料	11
三、饲料产品	11

四、饲料的形状分类	12
第二节 奶牛的营养需要	13
一、干物质采食量	13
二、能量需要	15
三、蛋白质需要	17
四、矿物质需要	18
五、维生素、微量元素需要	19
六、奶牛的营养需要量	21
第三节 肉牛的营养需要	36
一、生长育肥牛干物质采食量	36
二、生长育肥牛净能需要量	36
三、生长育肥牛蛋白质的需要	37
四、生长育肥牛对矿物元素需要量	38
第三讲 牛的饲料原料	51
第一节 饲料的分类	51
一、饲料的分类	51
二、饲料的使用	54
第二节 常见饲料原料营养特点	54
一、粗饲料	54
二、青绿饲料	55
三、青贮饲料	59
四、能量饲料	63
五、蛋白质饲料	87
六、矿物质饲料	110
七、维生素饲料	117
第四讲 牛的饲料添加剂	123
第一节 常用饲料添加剂及其功效	123



一、抗生素	124
二、酶制剂	126
三、益生菌	127
四、益生元	128
五、酸化剂	129
六、缓冲剂	130
七、离子载体和甲烷抑制剂	130
八、离子交换化合物	131
九、瘤胃发酵调控制剂	131
第二节 新型饲料添加剂的应用	132
一、壳聚糖	132
二、植物提取物	133
第五讲 饲料安全生产与加工调制	137
第一节 精饲料的加工调制	137
一、物理加工	138
二、生物学处理	141
第二节 青粗饲料的加工调制	142
一、青干草的制作	142
二、青贮的制作	145
三、优质青贮玉米的制作	148
第三节 绿色、无公害饲料的生产	150
一、概述	150
二、绿色无公害饲料生产的关键技术	152
三、绿色无公害饲料生产的相关保证措施	152
第四节 牛饲料的贮藏	153
一、基本贮藏条件	153
二、影响饲料贮藏的其他因素	153
三、饲料的贮藏方法	154

第六讲 牛的日粮配合	157
第一节 饲料配方设计	157
一、日粮配合的有关术语	157
二、饲料配方设计的原则	158
三、饲料配方设计的方法与步骤	162
第二节 饲料配方制作	165
一、复合预混合饲料配制技术	165
二、复合维生素预混合饲料配方的制作	166
三、复合微量元素配方的制作	168
四、复合预混合饲料配方的制作	170
五、日粮配方的制作	172
六、浓缩料配方的制作	175
第三节 牛的饲料配方实例	176
一、奶牛饲料配方实例	177
二、肉牛育肥期精料饲料配方实例	180
第七讲 常用饲料配方软件介绍	182
第一节 常用饲料配方软件介绍	182
一、电子表格饲料配方	182
二、百瑞尔 (Brill) 饲料配方软件	183
三、资源配方师	183
四、金牧饲料配方软件 VF123	184
第二节 配方软件操作示例	185
一、利用 VF123 计算单胃动物饲料配方的基本步骤	185
二、利用 VF123 软件计算牛羊的饲料配方	188
三、使用配方软件注意事项	191
附录 1 饲料和饲料添加剂管理条例	192



附录 2 饲料添加剂品种目录 (2008)	210
参考文献	218

7日通——第一讲

牛的消化生理



本讲目的

通过对牛的采食与反刍、牛的消化道生理特点及牛的瘤胃消化机理的讲解，使读者熟悉牛的基本消化生理结构、特点及作用，为饲料配方的设计等奠定基础。

□□□□

第一节 牛的消化道结构

一、口腔

牛的口腔中没有上切齿和犬齿，在采食时依靠其舌伸卷及上颌的肉质牙床和下颌的切齿与唇的协同动作将食物摄入口腔。

牛的唾液量很大，成年牛一天可分泌 50~60 毫升。唾液中含氮、磷和钠，为瘤胃微生物提供了大量养分和缓冲物，对维持瘤胃内 pH 有重要意义。

二、胃

牛是反刍动物，其消化器官在构造上最突出的特点，是牛的胃是由瘤胃（俗称毛肚）、网胃（俗称蜂巢胃）、瓣胃（俗称重瓣胃或百叶肚）和皱胃（真胃）四部分组成。其中以瘤胃和网胃的容量最大，成年的大型牛胃可达 200 升，小型牛胃 50 升。这个

体积相当于皱胃体积的8~10倍。牛胃占据了腹腔的绝大多数空间，能容纳150~227升饲料。牛胃中内容物约占整个消化道的68%~80%。

牛胃的每个部分在饲料的消化过程中都有特殊的功能。

1. 瘤胃 体积最大，是细菌发酵饲料的主要场所，有“发酵罐”之称。容积因牛大小而异，一般可容纳饲料100~120千克。瘤胃是由肌肉囊组成，通过蠕动而使食团按规律流动。纤维颗粒通常在瘤胃滞留20~48小时，而易消化的食糜在瘤胃停留的时间较短。

2. 网胃 靠近瘤胃、功能同瘤胃。还能帮助食团逆呕和排出胃内的发酵气体（暖气）。但当饲料混入金属异物时，易在网胃底沉积和刺入心包。

3. 瓣胃 占整个牛胃容积的7%。其功能是榨干食糜中的水分和吸收少量营养。

4. 皱胃 产生并容纳胃液及胃酸，也是菌体蛋白质和过瘤胃蛋白质被消化的部位。食糜经幽门进入小肠，消化后的营养物质通过肠壁吸收入血液。

犊牛的瘤胃自1月龄开始有功能，3月龄能反刍消化，6月龄能较好地采食粗饲料时才可断奶。

三、肠道

牛的肠道包括：小肠、盲肠、结肠。

小肠分为三段：十二指肠、空肠和回肠。小肠的表面布满大量绒毛，呈手指状突起，形成网状系统。绒毛表面还具有大量的微绒毛，极大地扩展了食物吸食的表面积。小肠的终端为回盲瓣，是控制食物由小肠流向盲肠和大肠的括约肌组织，防止食物回流。

盲肠和结肠由多层肌肉组成。盲肠位于结肠的近端，是一个盲带，消化作用不大，能吸收一些挥发性脂肪酸。结肠以环形肌



为基础，是形成肠蠕动的根本。在结肠段有一连串的息肉或囊带，经消化吸收后的食物在纳入袋状结构时部分水分被吸收后排出。结肠中还有无数能分泌黏液的高脚杯细胞。因此正常情况下牛排出的粪便为层叠状。

第二节 牛的采食与反刍

一、采食

将食物摄入口腔称作采食。依靠舌、唇和牙齿的协作，将食物撕裂、磨碎、润湿并拌成食团，再由颊部的唾液掺入酶等进行消化的过程称作咀嚼，完成咀嚼的食团由舌推送到口腔的后部，接触到咽部时，在随意与不随意动作反射作用下关闭咽部呼吸道，将食物推入食道。

牛一天的采食时间约为 6~8 小时，放牧比舍饲长。牛的采食约 $\frac{2}{3}$ 在白天， $\frac{1}{3}$ 在夜间。采食最多的是在黄昏和黎明，夜间 9 时到半夜 4 时，无采食行为。

牛采食快，容易将铁钉、铁丝、玻璃碴等异物食入瘤胃，再转移到网胃，可能造成创伤性心包炎或其他创伤。所以，喂牛时应仔细检查草料。

牛采食还有一种独特的现象，体积大而蓬松的饲料，在瘤胃内停留时间长，采食量小；而经过切碎或粉碎（不宜过细）的粗饲料，在瘤胃内停留时间短，采食量大。因此，搞好粗饲料的加工调制，以增加采食量，是提高奶牛、肉牛生产性能的有效办法之一。

二、反刍

反刍也叫倒沫或倒嚼，是指草食动物在食物消化前把食团经瘤胃逆呕到口中，再经咀嚼和吞咽的活动。每一口倒沫的食团咀嚼约 1 分钟又咽下，通常牛每天反刍需 8 个小时，采食的粗饲料

比例越高，反刍的时间越长。反刍不能直接提高消化率，但是饲料经过反刍咀嚼颗粒变小后，才能通过瘤胃消化吸收。反刍可分4个阶段，即逆呕、再咀嚼、再混唾液和再吞咽。其机制为饲草刺激网胃、瘤胃前庭和食管沟的黏膜，反射性引起逆呕。反刍可对饲料进一步磨碎，同时使瘤胃保持厌氧、恒温（39~40℃）、pH 恒定（5.5~7.5）的环境，有利于瘤胃微生物共存、繁殖和进行消化活动。

牛如果患病、过度疲劳或兴奋都可使反刍停止。如果这样，未消化的食物便会停留在胃内发酵和腐败，食物滞留在瘤胃内，产生大量气体排不出去，引起膨胀病。

三、暖气

在瘤胃微生物细菌的发酵作用下，产生大量的二氧化碳、甲烷和少量氢、氧、硫化氢等气体，在暖气时可以排出，牛每小时暖气4~10次。

在微生物的强烈发酵过程中，不断地产生大量气体，其中二氧化碳占50%~70%，甲烷占20%~45%，以及少量的氢气、氧气、氮气和硫化氢等。日粮组成、饲喂时间及饲料加工调制会影响气体的产生和组成。犊牛的瘤胃气体以甲烷占优势，随着日粮中纤维素含量增加，二氧化碳量增多。健康成年牛瘤胃中二氧化碳量比甲烷多，当臌气或饥饿时甲烷量大大超过二氧化碳量。二氧化碳主要来源于微生物发酵的终产物，其次来自唾液及经瘤胃壁透入的碳酸氢盐所释放。甲烷是瘤胃内发酵的主要终产物，由二氧化碳还原或由甲酸产生。这些气体约有1/4被吸收进入血液后经肺排出，一部分为瘤胃内微生物所利用，其余由暖气排出。

暖气是一种反射动作，反射中枢位于延髓，由增多的瘤胃气体刺激瘤胃的感受器所引起。暖气时瘤胃后的背盲囊开始收缩，由后向前推进，压迫气体移向瘤胃前庭。贲门也随之舒张，气体



被驱入食管，整段食管几乎同时收缩，这时由于鼻咽括约肌闭合，一部分暖气经过开张的声门进入呼吸系统，并通过肺毛细血管吸收进入血液，另一部分暖气经口腔逸出。如果不能正常排出，就会引发瘤胃膨胀病，甚至引起血液循环上的疾病或死亡。

第三节 牛的瘤胃消化生理特点

一、瘤胃环境及微生物

瘤胃为微生物的生长和繁殖提供了十分有利的环境。在正常情况下瘤胃 pH 保持在 5.5~7，其内部温度（39~41℃）对于许多酶的正常活性的保持是非常有利的，瘤胃对微生物的营养供给是持续不断的，胃的收缩使刚进入的食团与微生物充分混合和接触，同时一些对于瘤胃发酵不利的终产物也可以通过胃的吸收和排出作用而被清除掉。

由于这些有利的条件，才使得大量的细菌和纤毛原虫在瘤胃中繁衍了起来。有人估计（Warner, 1962）瘤胃液中，细菌及原虫的数量可占到 10% 左右。瘤胃内容物每毫升约含 10¹ 个细菌和 10 个原虫（主要是纤毛原虫），另外还有少量的厌氧真菌（如酵母菌）和噬菌体（phage）。如 1 头 300 千克体重的肉牛，其瘤胃内容物约 40 升，其中含有 40 万个原虫和 400 万个细菌（Hungate, 1981）。

瘤胃中的细菌主要是无芽孢的厌氧型细菌。

瘤胃微生物依靠饲料中所提供的可消化糖和淀粉（转化为 ATP）作为能量，并吸收饲料中的蛋白前体物、限制性氨基酸（如赖氨酸、蛋氨酸、组氨酸等）以及必需的微量元素（Mn、Co、S、Fe 等）和维生素而进行生长和繁殖；然后细菌再利用饲料中的纤维素、非蛋白含氮物（NPN）生成挥发性脂肪酸（VFA）、各种气体以及细菌的菌体蛋白质，以供牛体利用。

二、瘤胃微生物的生长条件

一般情况下，瘤胃微生物的生长环境均处于动态。当瘤胃微生物的外流速度与微生物的繁殖速度一致时，则微生物的产量高，而且微生物的能量利用效率也最高。在一定范围内，微生物的产量随着瘤胃稀释率的增加而增加。瘤胃中碳水化合物经发酵后，产生 ATP（三磷酸腺苷），对微生物的维持和生长具有重要作用。在生产实践中，常用可消化有机物质或能量来估算微生物蛋白产量。

充足的瘤胃氮源供给，是保证瘤胃微生物最大生长的条件之一，硫也是保证瘤胃微生物最佳生长的重要成分。瘤胃微生物的含硫氨基酸在比例上比较稳定，瘤胃微生物所需要的硫可以用其与氮的比例来表示， $N:S \approx 12 \sim 15:1$ 。

日粮类型与瘤胃微生物种类和发酵类型相适应。当组成日粮的饲料改变时，瘤胃微生物的种类和数量也随之改变。如饲料由粗料型突然转变为精料型，乳酸发酵菌不能很快活跃起来将乳酸转变为丙酸，乳酸就会积蓄起来，使瘤胃 pH 下降。乳酸通过瘤胃壁进入血液，使血液 pH 降低，以致发生“乳酸中毒”，严重时可危及生命。因此，饲草饲料的变更要逐步过渡，避免日粮突然改变。

此外，瘤胃内环境条件的变化也会影响瘤胃微生物生长。

三、瘤胃微生物的主要机能

1. 碳水化合物饲料的发酵，特别是单胃动物难以消化的纤维素，经过丙酮酸阶段最后形成挥发性脂肪酸（VFA），这是反刍动物的主要能源，合成体脂肪及乳脂肪的原料。饲喂不同种类及数量的饲料对牛瘤胃液中 VFA 的总量及比例有重要的影响。

2. 能利用低品质的蛋白质饲料和尿素等非蛋白质含氮物（NPN），合成动物机体需要的高品质菌体蛋白质。



饲料中的蛋白质在瘤胃微生物的作用下，降解为多肽及氨基酸，其中的一些氨基酸进一步降解为有机酸、氨及二氧化碳。所生成的氨和一些小分子的多肽以及自由氨基酸通过瘤胃微生物再合成微生物蛋白质。当这些微生物到达真胃及十二指肠以后，它们的菌体蛋白质被消化和吸收。

微生物蛋白质中既含有非必需氨基酸，也含有必需氨基酸。因此宿主动物所获得的蛋白质与以前日粮中的蛋白质品质关系不大。在瘤胃胃液中氨的浓度对于蛋白质的降解和细菌蛋白质的合成起很重要的作用。如果饲料中的蛋白质不足，或蛋白质不能很充分地被降解，那么瘤胃内氨的浓度就会很低（低于 50 毫克/升），瘤胃内细菌的生长就会变慢，其结果是碳水化合物的分解就会受到影响。反之，如果蛋白质的降解比合成快，氨将会在瘤胃液中积累，并超出适当的浓度范围。在这种情况下，多余的氨被吸收进入血液，然后进入肝脏并转化为尿素。其中一些尿素通过唾液再循环进入瘤胃（亦可以直接进入瘤胃壁），大部分尿素进入尿，作为废物排出体外。

氨在瘤胃液中的适宜浓度范围很大，从 85 毫克/升到 300 毫克/升以上。氨在瘤胃中的浓度最好用可发酵有机物质的数量表示。已知每千克可发酵有机物质，瘤胃细菌大约可以摄取 30 克氮作为合成蛋白质和核酸的原料。如果饲料蛋白质的供给不足，氨的浓度很低，那么从血液中以尿素的形式返回到瘤胃中的氮量就可能超过从瘤胃中以氨的形式所吸收的氮量。由于这些“再循环”氮的增加而使微生物蛋白质的产量有所增加。这就是说，到达小肠中的蛋白质数量有超过饲料中的蛋白质数量的可能。这时，动物就会把一部分本来要从尿中排出的氮保存下来，并返回瘤胃。由此可见，瘤胃微生物对于宿主动物的蛋白质供应起了一个“平衡”作用。即在饲料中的蛋白质供给不足时，它可以从数量及质量上给予补充；而对高蛋白质的精料却有“降效”作用。为了兴利除弊，实践上可以通过添加尿素等 NPN 来充分利用瘤