

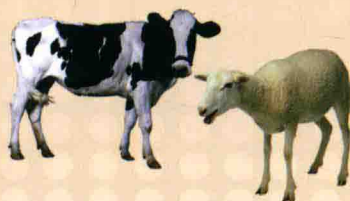
甘肃草原技术丛书

俞联平◎主编

CAOSHI JIACHU
YINGYANG
JI SILIAO JIAGONG
TIAOZHI JISHU

草食家畜

营养及饲料加工调制技术



 甘肃科学技术出版社

草食家畜营养及饲料加工调制技术

主 编 俞联平

 甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

草食家畜营养及饲料加工调制技术 / 俞联平主编
-- 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2014.5
ISBN 978-7-5424-1972-9

I. ①草… II. ①俞… III. ①家畜营养学②畜禽—饲料加工 IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 062621 号

出 版 人 吉西平
责任编辑 张 荣
封面设计 黄 伟
出版发行 甘肃科学技术出版社(兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)
印 刷 兰州万易印务有限责任公司
开 本 710mm×1020mm 1/16
印 张 8
字 数 148 千
版 次 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷
印 数 1~1 500
书 号 ISBN 978-7-5424-1972-9
定 价 28.00 元

编 委 会

主 任:韩天虎

委 员:赵庆平 王立耕 王心灵 王汝富 张 榕

主 编:俞联平

副主编:王汝富

编写人员:俞联平 王汝富 李新媛 王国生 杨红梅

高占琪 陈兴荣 喻文虎 任 越 席文娣

徐正辉 王历宽 杨 浩 马爱霞 张万祥

张 林

序

甘肃省草原技术推广总站组织人员编写了甘肃草原技术丛书,并将陆续出版,看后感到无比欣喜。

草原是我国最大的陆地生态系统,也是我省最重要的生态屏障。草原不仅具有重要的生态功能,而且具有重要的经济、社会和文化功能。甘肃地处祖国的大西北,区位十分重要,有广袤的草原,是全国六大牧区之一。草原牧区也是广大少数民族聚居区,草原是他们的家园,是牧民的生产资料,是少数民族传统文化的传承区和草原生态文化的衍生发展区,是汉族和少数民族、农耕文明与草原牧区文明交流传播之地。甘肃的草原大多地处黄河、长江上游,是黄河、长江两大水系的重要水源补给区。河西走廊既是内地与西北各地互联互通的交通大走廊、经济大动脉、丝路文化传播的通道,更是阻挡其北部和西部风沙南侵的生态大屏障。保护和建设好全省的草原生态,对涵养和补给黄河长江水源,减少黄河长江泥沙量,阻止风沙南侵,维护西部地区生态平衡,保障国家生态安全,都具有十分重要的意义。

随着我国改革开放的不断深入和科学发展观的贯彻落实,草原的生态功能和重要作用日益得到人们的认识。党的十八大确立了全面推进政治、经济、文化、社会和生态文明“五位一体”建设的总体布局,把生态文明建设提高到了空前重要的地位。国家采取了一系列政策和工程建设措施,对草原保护建设的力度在逐年加大,草原保护和建设取得了良好的成效。近年来,甘肃省草原技术推广总站按照省委省政府的各项决策部署,组织全省草原技术推广部门开展了草原科学利用、草原植物保护、草原资源与生态监测、人工草地建设、农作物秸秆饲料化利用等方面的技术研究和推广工作,取得了显著的成绩,为改善全省草原生态环境和发展农牧业经济发挥了重要作用。他们在实践中总结了一些工作经验,研究和集成了一批先进技术和发展模式,将这些经验和技術整理出版,具有重要的现实意义。一是

可以满足基层广大草原工作者学习和借鉴应用的需要。这套丛书利用了现代数字影像技术,采用了图文并茂的设计方式,总结了多年在当地试验探索的实用技术和经验,吸纳了国内外最新技术成果,文字通俗易懂,图片直观形象,改变了以前此类图书既缺乏前瞻性、又缺少实际操作性的缺憾,为广大草原工作者提供了一套简捷实用的工具书。二是丰富了农牧民培训教材。对农牧民进行技术培训是各级农牧技术推广部门的职责。各级农牧技术推广部门在开展技术培训时,这套丛书既可以直接用于基层农牧技术骨干人员的培训,也可以为农牧民技术培训教材编写工作提供基础内容。三是为广大众众提供了解草原知识的科普读物。这套丛书不仅对传统成熟草原技术和甘肃草业近年来取得的科技成果进行了深入浅出的叙述,更可贵的是还将目光关注到当代草原生态的现状和发展上,拓展到广泛的草原知识领域,增强了丛书的可读性,使丛书成为广大众众了解草原知识、增强草原生态环境保护意识的良师益友。

党的十八大提出了构建生态文明的宏伟蓝图,为草原生态保护和建设开辟了广阔的前景,为这一伟大的历史进程提供一套集基础理论、草原知识、业务指导和技术普及于一身的丛书,必将发挥良好的作用。

我作为一名草原行政管理者,每次踏上草原,看到草原宽广无垠、天蓝云高、丰润柔美、滋养万物、育草孕泉的美好景象,不由地感到陶醉;凝望草原,顿感草原雄伟壮阔、浑厚久远,内心感到被净化,心灵得到升华。但令人惋惜的是,草原还在退化,草原生态至今仍处于“局部好转、总体恶化”的趋势,这使我们深刻地认识到,草原保护建设还任重道远。在加快经济建设的同时,一定要保护好青山绿水,一定要以崭新的理念、先进的科学技术,保护和建设好草原,因为草原是我们共同的家园,保护好草原是每个人义不容辞的责任。

是为序!



2014年3月5日于兰州

前 言

近年来,随着人们膳食结构的改善,对安全性绿色畜产品的追求,国家产业结构的调整和对草食家畜饲养业的大力扶持,我国草食家畜饲养业呈现了前所未有的发展势头。伴随畜牧业规模化、商品化生产的发展和兽药、饲料添加剂的广泛应用,许多与环境质量、食品安全和畜牧业安全生产有关的质量安全问题日益显现,不仅关乎畜牧业生产的健康发展,而且直接影响着人类健康和生态环境的改善,也制约着我国牛羊肉制品比较优势的发挥和市场竞争力的进一步提高。建立“优质、高效、安全、环保”的反刍动物饲料生产技术体系,推动草食畜牧业向规模化、产业化和生态型的方向发展势在必行。

目前国内反刍家畜饲养业普遍采用精粗分饲的饲养制度,大多采用“秸秆+谷物”这一简单的饲料组合,不适应现代畜牧业集约化规模生产和产业化发展的需要。由于营养与饲料技术的整体缺乏,我国草食动物养殖仍处于较低水平,牛羊生长缓慢、饲养周期长、生产成本低,商品化程度低且产品质量差,肉牛、肉羊养殖在出栏率、产肉率等方面均明显低于世界平均水平。针对当前我省草食家畜饲草料生产体系落后于草食家畜饲养业发展的实际,结合当前草畜业转型发展对优质饲草料配套生产技术体系的需求,从平衡牛羊营养供应,提高精粗饲料利用率等目的出发,我们结合生产及养殖场(户)需求,编写了《草食家畜营养及饲料加工调制技术》培训教材。

《草食家畜营养及饲料加工调制技术》共分5章。第一章介绍了水、能量、蛋白质、碳水化合物、脂肪、矿物质、维生素等饲料营养成分及作用,饲料中的抗营养因子及消除方法;第二章介绍了草食家畜的消化生理特点,包括反刍动物瘤胃及其微生物,牛、羊和马、兔等草食家畜消化生理特点;第三章简要介绍

了饲料分类及常用饲料的营养特点;第四章介绍了配合饲料的种类及特点,饲料配方设计的原则和方法,配合饲料的加工及合理利用,以及配合饲料的质量管理等;第五章简要介绍了饲草的加工调制,包括青干草调制、青贮饲料及氨化饲料制作、草颗粒和草块等草产品加工等。

由于时间仓促,加之作者水平有限,书中错误、疏漏之处定有不少,竭诚希望读者予以批评指正。

作 者

2014 年 2 月于兰州

目 录

第一章 饲料营养成分及作用	1
第一节 饲料中的营养物质	1
第二节 水的性质和作用	2
第三节 能量与家畜营养	4
第四节 蛋白质与家畜营养	6
第五节 碳水化合物与家畜营养	10
第六节 脂肪与家畜营养	12
第七节 矿物质与家畜营养	14
第八节 维生素与家畜营养	18
第九节 饲料中的抗营养因子及消除方法	21
第二章 草食家畜的消化生理特点	25
第一节 瘤胃微生物与瘤胃内容物	25
第二节 牛的消化系统	35
第三节 羊的消化系统	39
第四节 兔的消化系统	41
第五节 马(驴、骡)的消化系统	43
第三章 饲料的概念与分类	46
第一节 传统的饲料分类方法	46





第二节	国际饲料分类法	48
第三节	中国饲料分类方法	49
第四节	常用饲料原料的营养特点	53
第四章	家畜配合饲料	55
第一节	配合饲料及其种类	55
第二节	饲料配方设计的原则、依据及方法	58
第三节	配合饲料加工	66
第四节	配合饲料产品的特点及合理利用	75
第五节	配合饲料质量管理	79
第五章	饲草加工与调制	85
第一节	青干草	85
第二节	青贮饲料	94
第三节	氨化饲料	100
第四节	草产品加工	105
附 件		115

第一章 饲料营养成分及作用

第一节 饲料中的营养物质

家畜在其生长过程中,必须摄取饲草料以供应其所需的能量、蛋白质、维生素和矿物元素等营养物质或养分,满足其生长发育和生产需要。饲料的种类很多,但饲料的营养成分主要是水、碳水化合物、脂肪、蛋白质、维生素、矿物质等六个方面。近几十年来,畜禽营养研究取得了一系列重大突破,不仅对畜禽的生长、繁殖、泌乳、产蛋、使役等所需营养成分有了较深入的了解,同时对上述各类营养物质的作用及这些养分之间的互补、拮抗等方面也有了日益深刻的了解。饲料中所含的各种化学成分如下图所示:

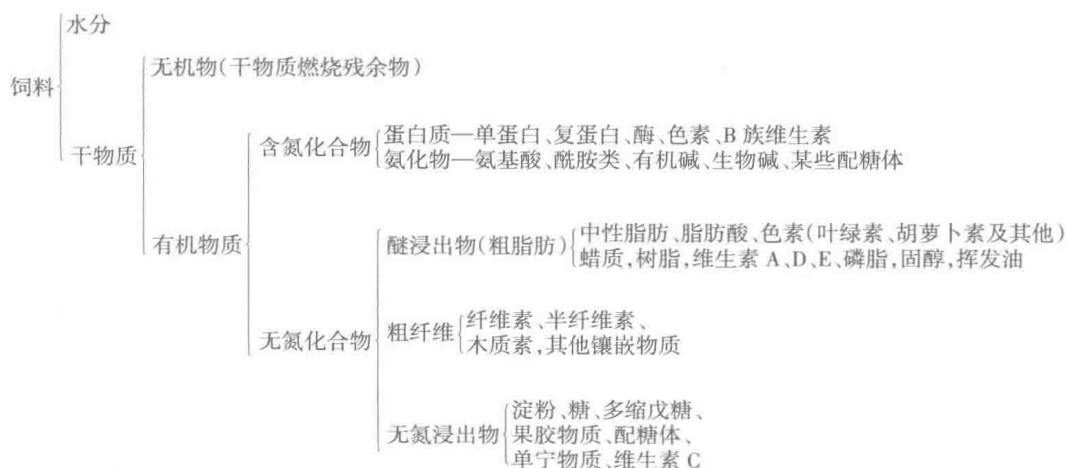


图 1-1 饲料干物质成分



第二节 水的性质和作用

水是生物生存所必须的营养成分,无论动物、植物或微生物,没有水都不能存活。因此,充分认识水的营养生理作用,保证动物水的供给和饮水卫生,对动物的健康和生产具有十分重要的意义。

一、水的生理作用

1. 水是动物机体的主要组成成分

水是动物机体细胞的一种主要结构物质。早期发育的胎儿,含水高达 90% 以上,初生幼畜 80% 左右,成年动物 50%~60%。一般规律是随年龄和体重的增加而减少。

2. 水是一种理想的溶剂

因水有很高的电解常数,很多化合物容易在水中电解,以离子形式存在,动物体内水的代谢与电解质的代谢紧密结合。此外,水在胃肠道中作为转运半固体状食糜的中间媒介,还作为血液、组织液、细胞及分泌物、排泄物等的载体。所以,体内各种营养物质的吸收、转运和代谢废物的排出必须溶于水后才能进行。

3. 水是一切化学反应的介质

水的离解较弱,属于惰性物质。但是,由于动物体内酶的作用,使水参与很多生物化学反应,如水解、水合、氧化还原、有机化合物的合成和细胞的呼吸过程等。动物体内所有聚合和解聚合作用都伴有水的结合或释放。

4. 调节体温

水的比热大、导热性好、蒸发热高,所以水能贮蓄热能、迅速传递热能和蒸发散失热能,有利于恒温动物体温的调节。血液循环中血液的快速流动,喘气和出汗,冷应激时限制血液流经体表等,都有助于动物保持体温恒定。水的导热性比其它液体好,有助于深部组织热量的散失。如动物肌肉连续活动 20 分钟,无水散热,其温度可使蛋白质凝固。水的蒸发散热对具有汗腺的动物更为重要。

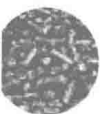
5. 润滑作用

动物体关节囊内、体腔内和各器官间的组织液中的水,可以减少关节和器官间的摩擦力,起到润滑作用。

二、水的来源

1. 饮水

饮水是动物水的重要来源。动物饮水的多少与动物种类、生理状态、生产水平、饲料或饲粮构成成分、环境温度等有关。



2. 饲料水

饲料含水量变动于 10%~95%，也是动物获取水的另一个重要来源。动物采食不同性质的饲料，获取水分的多少各异。成熟的牧草或干草，水分可低到 5%~7%；幼嫩青绿多汁饲料水分可高达 90%以上；配合饲料水分含量一般在 10%~14%以内。

3. 代谢水

又称内源水，是动物体细胞中有机物质氧化分解或合成过程中所产生的水。

三、家畜的需水量

动物的需水量因动物种类、生产目的、日粮组成(蛋白质、矿物质和粗纤维的含量)和气温等不同而有差异。各种动物的需水量(不包括代谢水)通常按其采食饲料干物质的量来计算，如表 1-1。

表 1-1 各种畜禽的需水量

种 类	总需水量(千克/天)	
	平均	范围
马	40	25~50
牛	60	45~90
绵羊	7	3~11
山羊	6	2~10

四、动物水分散失和缺水后果

动物体内水分主要经粪、尿排出，呼吸、出汗等多种形式散失。

动物在生活过程中需要充足的水，若得不到水分比得不到食物更难维持生命。处于饥饿的家畜可以消耗全部的体脂和半数以上的蛋白，以维持生命，但缺水达到体重的 20%，则会致死。长期饮水不足的家畜，健康受到危害，首先表现食欲减退，消化作用减弱，时间一长，导致血液粘稠。缺水使动物生长缓慢，母畜泌乳力下降，母鸡产蛋下降，而且蛋重变轻，蛋壳变薄。因此，对家畜饮水要特别注意。

五、水源质量的重要性

为了保证畜禽的健康，需确保畜禽饮水的清洁和卫生，在建养殖场时必须对水质进行检测。



第三节 能量与家畜营养

动物机体的生命活动或生产,机体每个系统正常地相互协调,各司其职,所有的这些活动都需要能量。供给充足的能量是动物维持生命、完成各种生命活动的前提。因此,动物必须从日粮中获得足够的能量,才能维持机体组织的正常生命活动。在动物体内,少量的能量以糖元形式贮存于肝脏和肌肉内,大多数能量以脂肪形式贮存于体内。动物采食饲料量低或日粮能量浓度低都能引起动物能量摄入不足,导致生长缓慢,体脂肪减少。

一、能量来源

饲料能量主要来源于碳水化合物、脂肪和蛋白质。在三大养分的化学键中贮存着动物所需要的化学能。动物采食饲料后,三大养分经消化吸收进入体内,在糖酵解、三羧酸循环或氧化磷酸化过程中释放出能量,最终以 ATP 的形式满足机体需要。在动物体内,能量转换和物质代谢密不可分。动物只有通过降解三大养分才能获得能量,并且只有利用这些能量才能实现物质合成。哺乳动物和禽类饲料能量的最主要来源是碳水化合物。因为,碳水化合物在常用植物性饲料中含量最高,来源丰富。脂肪的有效能值约为碳水化合物的 2.25 倍,但在饲料中含量较少,不是主要的能量来源;蛋白质用作能源的利用效率比较低,并且蛋白质在动物体内不能完全氧化,氨基酸脱氨产生的氨过多,对动物机体有害。此外,当动物处于绝食、饥饿、产奶、产蛋等状态时,饲料来源的能量难以满足需要时,也可依次动用体内贮存的糖元、脂肪和蛋白质来供能,以应一时之需。但是,这种由体组织先合成后降解的供能方式,其效率低于直接用饲料供能。

二、能量单位

饲料能量含量只能通过在特定条件下,将能量从一种形式转化成另一种形式来测定。在营养学上,饲料能量基于养分在氧化过程中释放的热量来测定,并以热量单位来表示,传统的热量单位为“卡”(cal)或“焦耳(J)”。

现在国内外都采用“焦耳”(J)。卡与焦耳可以相互换算,换算关系如下:

1 卡(Cal)=4.184 焦耳(J);1 千卡(KCal)=4.184 千焦耳(kJ);1 兆卡(MCal)=4.184 兆焦耳(MJ)

三、饲料能量

动物摄入的饲料能量伴随着养分的消化代谢,发生一系列转化,饲料能量可相应划分成若干部分,如图 1-2 所示。每部分的能值可根据能量守恒和转化定律进行测定和计算。

1. 总能(GE)

是指饲料中有机物质完全氧化燃烧生成二氧化碳、水和其他氧化物释放的全部能量,主要为碳水化合物、粗蛋白质和粗脂肪能量的总和。总能反映饲料中所含的能量,不能表示被动物利用的程度。

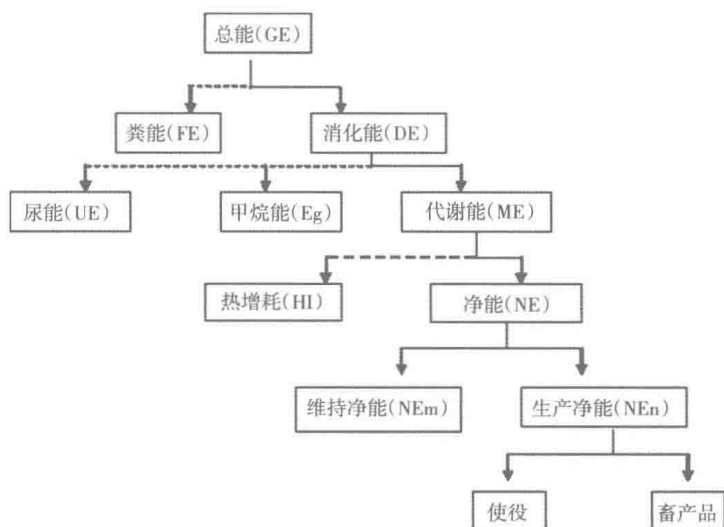


图 1-2 饲料能量在动物体内的分配

-----表示不可用能量 ——表示可用能量 -----表示在冷应激情况下可用

2. 消化能(DE)

是饲料可消化养分所含的能量,即动物摄入饲料的总能与粪能之差。即:
消化能(DE)=总能(GE)-粪能(FE)

粪能(FE) 粪中养分所含的能,正常情况下,主要包括未被消化吸收的饲料养分、消化道微生物及其代谢产物、消化道分泌物和经消化道排泄的代谢产物以及消化道粘膜脱落细胞等。消化能的多少既受饲料原料本身的影响,也受动物种类的影响。

消化能又分为表观消化能(ADE)和真消化能(TDE)。

真消化能=总能-(粪能-粪中内源能)

粪中内源能(FEe),包括残余消化液、消化道代谢产物等的能量。

表观消化能的公式与一般意义上的消化能相同;而真消化能包括残余消化液、消化道代谢产物等的能量。

影响饲料消化率的因素均影响消化能值。正常情况下,粪能是饲料能量中损失最大的部分,粪能占总能的比例因动物种类和饲料类型不同而异,吮乳幼龄动



物不到 10%;马约 40%;猪约 20%;反刍动物采食精料时为 20%~30%,采食粗饲料时为 40%~50%,采食低质粗料时可达 60%。

3. 代谢能(ME) 指饲料消化能减去尿能(UE)及消化道可燃气体的能量(如反刍动物产生的甲烷)(E_g)后剩余的能量。

代谢能=消化能-(尿能+甲烷能)=总能-粪能-尿能-甲烷能

尿能是尿中有机物所含的总能,主要来自于蛋白质的代谢产物,如尿素、尿酸、肌酐等。尿氮在哺乳动物中主要来源于尿素,禽类主要来源于尿酸。每克尿氮的能值为:反刍动物 31 千焦,猪 28 千焦,禽类 34 千焦。

消化道气体能来自动物消化道微生物发酵产生的气体,主要是甲烷。这些气体经肛门、口腔和鼻孔排出。非反刍动物的大肠中虽然也有发酵,但产生的气体较少,通常可以忽略不计。反刍动物消化道(主要是瘤胃)微生物发酵产生的气体量大,含能量可达饲料总能的 3%~10%。故代谢能应按单胃动物和反刍动物分别计算。微生物发酵产气的同时,也产生部分热能,在冷环境条件下,具有参与维持体温的作用。

4. 净能(NE)

是饲料中用于动物维持生命和生产产品的能量,即饲料的代谢能扣去饲料在体内的热增耗(HI)后剩余的那部分能量。

净能=代谢能-体内热增耗=总能-消化能-尿能-甲烷能-体内热增耗

按照净能在体内的作用,净能可以分为维持净能(NEm)和生产净能(NE_p)。NEm 指饲料能量用于维持生命活动、适度随意运动和维持体温恒定部分。这部分能量最终以热的形式散失掉。NE_p 指饲料能量用于沉积到产品中的部分,也包括用于劳役做功的能量。因动物种类和饲养目的不同,生产净能的表现形式也不同,包括:增重净能、产奶净能、产毛净能、产蛋净能和使役净能等。反刍动物的营养价值评定目前普遍采用净能体系。

第四节 蛋白质与家畜营养

一、粗蛋白的概念

粗蛋白是饲料中含氮物质的总称。粗蛋白中除了纯蛋白质外,还包括一些氮化物。氮化物是一类非蛋白质含氮物,主要包括:未结合成蛋白质分子的游离氨基酸,植物体中无机氮合成蛋白质的中间产物;植物蛋白质经酶类和细菌分解后的产物等。



二、蛋白质的构成

蛋白质的主要组成元素是碳、氢、氧、氮,大多数的蛋白质还含有硫,少数含有磷、铁、铜和碘等元素。各种蛋白质的含氮量虽不完全相等,但差异不大。一般蛋白质的含氮量按 16% 计。动物组织和饲料中真蛋白质含氮量的测定比较困难,通常只测定其中的总含氮量,并以粗蛋白表示。

蛋白质是氨基酸的聚合物。由于构成蛋白质的氨基酸的数量、种类和排列顺序不同而形成了各种各样的蛋白质。因此可以说蛋白质的营养实际上是氨基酸的营养。目前,各种生物体中发现的氨基酸已有 180 多种,但常见的构成动植物体蛋白质的氨基酸只有 20 种。氨基酸按其结构可分为脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸和杂环氨基酸三大类。脂肪族氨基酸又可分为中性氨基酸、酸性氨基酸、碱性氨基酸及含硫氨基酸等几十类。蛋白质分子中氨基酸不同的连结方式和空间构型,形成不同的蛋白质结构。

三、蛋白质的营养功能

蛋白质是一切生命现象的物质基础。它在动物体生命活动中具有特殊作用。主要生理功能如下:

1. 维持畜体新陈代谢的正常进行。畜体内蛋白质在不断地进行着新陈代谢,畜体中的蛋白质约经 6~7 个月,就有半数为新蛋白质所更替。这些新蛋白质的形成,必须以饲料中含氮物质为原料。同时,机体在正常的生理活动过程中,也对蛋白质有所依赖。例如肌肉中的蛋白质能使肌肉收缩;毛发、皮肤和蹄爪中的蛋白质,由于它们的不溶解性,所以具有保护作用;蛋白质又可使血管壁具有弹性,能扩张和收缩,维持正常的血液循环;蛋白质还能为骨骼和牙齿的矿物质提供坚硬的构架等等。

2. 畜体及畜产品的组成物。畜体的各器官、组织以及肌肉、神经、骨骼、皮肤、血液、淋巴液、乳、蛋等均以蛋白质为主要原料构成的。

3. 生命必需的物质。蛋白质在畜体内是组成生命过程中所必需的物质——酶、激素、免疫体等的原料。

4. 必要时可供能源使用。当动物日粮中能量供应不足时,可将蛋白质作为能量来源。

5. 家畜日粮中蛋白质的数量与品质是影响日粮消化性和饲养效果的重要因素。由此可见,给动物提供足够数量的蛋白质,是搞好畜牧业生产必不可少的条件。

常用饲料中都含有粗蛋白质,但含量变化很大,受饲料种类、品种,生长阶段,以及饲料的收、贮、加工、调制等影响。