

养殖 7日通 丛书 致富好帮手


左晓磊 张敏红 ■ 编

Yangsiliao 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

羊饲料营养配方

7日通

 中国农业出版社

猪饲料营养配方7日通
牛饲料营养配方7日通
羊饲料营养配方7日通
鸡饲料营养配方7日通
高产养鳊7日通
黄腊丁高效养殖7日通
泥鳅高效养殖7日通
淡水虾高效养殖7日通
河蟹高效养殖7日通
高效养鸭7日通 第二版
高效养鹅7日通 第二版

养殖7日通丛书

蛋鸡高效饲养7日通 第二版
肉鸡高效饲养7日通 第二版
种猪高效繁育7日通 第二版
瘦肉猪高效饲养7日通 第二版
肉牛高效养殖7日通 第二版
肉羊高效养殖7日通 第二版
猪病科学防治7日通 第二版
羊病科学防治7日通
禽病防制7日通 第二版
鸡病科学防治7日通 第二版
动物安全用药7日通 第二版
特禽高效饲养与疾病防治7日通
药用动物高效养殖7日通 第二版
兽医操作技术7日通 第二版
畜禽舍建造与管理7日通
蜂产品与健康7日通 第二版

Yangsiliao Yingyang
Peifang 7Ritong



上架建议：畜牧·饲料

ISBN 978-7-109-16641-7

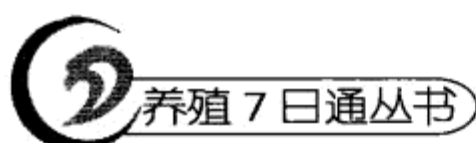


9 787109 166417 >

定价：19.00元

Geoeffect design 直曲·视觉
138 1050 9329
DESIGNER ■ 刘亚宁

PDG



养殖 7 日通丛书

羊饲料营养配方 7 日通

寇晓磊 张敏红 编

中国农业出版社

PDG

图书在版编目 (CIP) 数据

羊饲料营养配方 7 日通/左晓磊, 张敏红编. —北京: 中国农业出版社, 2012. 6
(养殖 7 日通丛书)
ISBN 978 - 7 - 109 - 16641 - 7

I. ①羊… II. ①左…②张… III. ①羊—饲料—配制 IV. ①S826.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 062384 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 7 月第 1 版 2012 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.25

字数: 206 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 19.00 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

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

伴随着养羊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，同时因饲草饲料的利用不合理而造成饲料资源的巨大浪费，致使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。为了普及科学养羊知识，进一步提高我国的养羊水平，我们编写了《羊饲料营养配方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，根据现代养羊饲料配方技术，以讲座的形式，将动物营养与饲料科学理论用通俗易懂的文字表述出来，理论联系实际，力求对我国养羊业生产发展有一定的指导作用。本书内容包括羊的消化生理、羊

的营养基础、饲养标准及饲料营养价值、羊的饲料原料、饲料安全生产及加工调制、羊的日粮配合、常用饲料配方软件介绍七个方面的内容，基本涵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羊场工作人员参考应用。由于作者水平有限，缺点和错误在所难免，希望广大读者批评指正。

编 者

2012年3月

新到
品种

PDG (2)

7日通

目录

前言

第一讲 羊的消化生理	1
第一节 羊的采食与反刍	1
一、羊的采食特点	1
二、羊的反刍与嗝气	2
第二节 羊的消化生理及特点	3
一、羊的消化道结构	3
二、羊的消化生理	5
第三节 羊的瘤胃消化生理	8
一、瘤胃内环境	8
二、瘤胃微生物的生长条件	10
三、瘤胃微生物及其作用	10
四、瘤胃内的消化代谢过程	12
第二讲 羊的营养基础	15
第一节 营养学、饲料学的基本知识及术语	15
一、营养物质的组成	15
二、营养学基本术语	19
第二节 羊的营养需要	23
一、蛋白质的营养需要	23

二、碳水化合物的营养需要	25
三、脂肪的营养需要	27
四、维生素的营养需要	29
五、矿物质的营养需要	34
六、能量的营养需要	43
七、水的作用	44
第三节 羊的营养研究进展	47
一、饲料的互作效应	47
二、营养、环境与产品品质	50
三、羊瘤胃发酵调控	52
第三讲 饲养标准及饲料营养价值	54
第一节 羊的营养需要及饲养标准	54
一、维持需要	55
二、生产需要	56
第二节 羊的饲养标准	68
一、中国美利奴羊的饲养标准	69
二、美国 NRC (1985) 建议的绵羊饲养标准	75
三、美国 NRC (1981) 推荐的山羊饲养标准	79
四、法国 AEC 建议的奶山羊的饲养标准	82
五、山羊对矿物质、微量元素的需要量	83
第三节 羊常用饲料营养成分表	84
第四讲 羊的饲料原料	90
第一节 饲料的分类	90
一、饲料的分类	90
二、饲料的使用	92
第二节 常见饲料原料营养特点	93
一、粗饲料	93



二、青绿饲料	95
三、青贮饲料	97
四、能量饲料	100
五、蛋白质饲料	109
六、矿物质饲料	116
七、维生素饲料	122
八、饲料添加剂	125
第三节 新型饲料原料的应用	130
一、油脂饲料	130
二、植物提取物	133
第五讲 饲料安全生产及加工调制	135
第一节 精饲料的加工调制	135
一、精饲料的加工调制方法	135
二、常用精饲料的加工调制	141
第二节 青粗饲料的加工调制	143
一、青粗饲料的加工调制方法	143
二、常用青粗饲料的加工调制	151
第三节 羊饲料的贮藏	163
一、贮藏方法	163
二、常用饲料的贮藏	166
第六讲 羊的日粮配合	176
第一节 日粮配方设计	176
一、日粮配合的有关术语	176
二、日粮配合的原则	178
三、日粮配合的方法与步骤	180
第二节 饲料的配方技术	186
一、预混合饲料配方技术	186

二、精料补充料配方技术	191
三、浓缩饲料配方技术	193
四、全混合日粮 (TMR) 的应用	195
第三节 羊的饲料配方实例	198
一、绵羊饲料配方实例	198
二、山羊饲料配方实例	205
第七讲 常用饲料配方软件介绍	208
第一节 常用饲料配方软件介绍	208
一、电子表格饲料配方	209
二、百瑞尔 (Brill) 饲料配方软件	209
三、资源配方师	210
四、三新饲料配方系统	211
第二节 配方软件操作示例	212
附录 1 饲料和饲料添加剂管理条例	224
附录 2 饲料添加剂品种目录 (2008)	242
参考文献	250



7日通——第一讲

羊的消化生理



本讲目的

通过对羊的采食与反刍、羊的消化道生理特点及羊的瘤胃消化机理的讲解，使读者认识羊的基本消化生理结构、消化过程及消化特点，了解羊的消化生理特征的作用，为饲料配方的设计等奠定基础。

□□□□

第一节 羊的采食与反刍

一、羊的采食特点

羊嘴尖齿利，唇薄灵活，上下颌有力，门齿向外有一定的倾斜度，有利于啃食低矮的牧草和灌木枝叶。羊啃食能力强，采食的植物种类广泛，天然牧草、灌木和树叶、藤蔓、农副产品都可以作为羊的饲料。山羊采食范围比绵羊广泛，除采食各种杂草外，还喜欢灌木枝叶和树果、树皮。

羊喜欢采食含蛋白质多、粗纤维少的豆科牧草，能够依据牧草的外表和气味，识别不同的植物，如牧草青嫩，则采食时间长、反刍时间短，若是粗纤维含量高的青草或干草，则采食时间短、反刍时间长。

羊喜爱清洁，对有异味的草料及受粪尿污染的水源拒食。羊

采食前先用鼻子闻，然后再吃，带有异味、粘有粪便或腐败变质的饲草、饲料，或经践踏过的牧草羊都不会采食。补饲牧草、精料时要在饲槽中进行，并且要经常打扫饲槽，更换饮水，保证水、草、用具清洁。

二、羊的反刍与暖气

1. 羊的反刍 反刍是指草食动物在食物消化前把食团经瘤胃逆呕到口中，经再咀嚼和再吞咽的活动。羊采食时，饲料一般不经充分咀嚼就匆匆吞咽，进入瘤胃，羊每分钟可采食60~70口草，在休息时把草逆呕到口腔再仔细咀嚼后咽下，这种独特的消化活动即为反刍。反刍可分四个阶段，即逆呕、再咀嚼、再混唾液和再吞咽。反刍可使饲料进一步磨碎，同时使瘤胃保持厌氧、恒温、pH恒定的环境，有利于瘤胃微生物共存、繁殖和进行消化活动。当羊患病、过度疲劳或受外界强刺激时，都可引起反刍和瘤胃机能减弱或完全停止。反刍一旦停止，食物滞留在瘤胃内，发酵产生的气体往往排不出去，从而引起瘤胃臌胀。

2. 暖气 在微生物的强烈发酵过程中，不断产生大量气体，其中二氧化碳占50%~70%，甲烷占20%~45%，以及少量的氢、氧、氮和硫化氢等。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。羔羊瘤胃中的气体以甲烷居多，随着日粮中纤维素含量增加，二氧化碳含量增多。健康成年羊瘤胃中二氧化碳含量比甲烷多，当臌气或饥饿时甲烷量则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。

第二节 羊的消化生理及特点

由口腔到肛门之间的一条长的食物通道称为消化道，将消化道以及与消化道有关的附属器官统称为消化系统。消化道起于口腔，经咽、食管、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），止于肛门。附属消化器官有唾液腺、肝脏、胰腺、胃腺和肠腺。

一、羊的消化道结构

1. 口腔 口腔为消化道的起始部，有采食、吸吮、咀嚼、尝味、吞咽和泌涎等机能。口腔的前壁和侧壁为唇颊；顶壁为硬腭；底为下颌骨和舌，前经口裂与外界相通，后与咽相通，内面衬有粉红色的黏膜。口腔内有舌和齿等重要器官。

2. 咽和软腭 咽位于口腔和鼻腔的后方、喉的前上方。咽的前端经两鼻后孔和舌腭弓分别与鼻腔及口腔相通，后端经食管口和喉口分别与食管及喉腔相通，两侧壁各有一咽鼓管，咽口经咽鼓管与中耳相通。咽是呼吸道和消化管相交叉的部分。

软腭位于鼻咽部和口咽部之间。软腭与舌根之间的空隙为咽峡。咽外侧壁在舌腭弓和咽腭弓之间的部分凹陷，称为扁桃体窝，内为腭扁桃体。软腭在吞咽过程中起活瓣作用。平时软腭下垂，使鼻后孔与咽直接相通；吞咽时，软腭被肌肉上提，关闭鼻后孔，咽峡扩大，食团被挤入咽腔。

3. 食管 食管为食物通过的管道，连接于咽和胃之间，可分颈、胸、腹三段。颈段始于喉与气管的背侧，至颈中部渐渐偏至气管的左侧，经胸前口进入胸腔。食管胸段位于纵隔内，又转至气管背侧继续向后伸延，然后穿过膈的食管裂孔进入腹腔。食管腹段很短，与胃的贲门相接。

4. 胃 羊的胃为复胃，分瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃四个室。

前三个胃无腺体分布，主要起贮存食物和发酵、分解粗纤维的作用，通常称为前胃。皱胃黏膜内分布有消化腺，又称真胃。成年羊瘤胃容积最大，网胃和皱胃次之，瓣胃最小，羔羊皱胃最大。

(1) 瘤胃 羊的瘤胃占据腹腔的左半部，瘤胃下半部伸到腹腔的右侧。瘤胃呈前后稍长、左右略扁的椭圆形，瘤胃的前端与第7~8肋间隙相对，后端达骨盆前口。前后两端分别有较深的前沟和后沟，左、右两侧面分别有较浅的左纵沟和右纵沟。这些沟将瘤胃分为瘤胃背囊和瘤胃腹囊上下两部分。纵沟又向背侧和腹侧分出背、腹侧冠状沟，从背囊和腹囊分出后背盲囊和后腹盲囊。羊无右背侧冠状沟，后背盲囊不明显。在瘤胃壁的内面，有与表面各沟相对应的肉柱。瘤胃的出口是其前端通向网胃的瘤网口，入口为贲门，与食管相接。在贲门附近，瘤胃和网胃无明显分界，形成一个穹窿，称为瘤胃前庭。

(2) 网胃 呈前后稍扁的梨形，位于瘤胃背囊前下方与膈之间。网胃的壁面凸，与膈、肝相接触，脏面平，与瘤胃背囊贴连。网胃上端有大的瘤网口，右下方有通瓣胃的网瓣口。网胃壁内面有食管沟，食管沟又称网胃沟，起自贲门，沿瘤胃前庭和网胃右侧壁向下伸延到网瓣口，沟两侧的黏膜褶称食管沟唇，沟呈螺旋状扭转。未断奶羔羊的食管沟发达，机能完善，吮乳时可闭合成管，乳汁可直接由贲门经食管沟和瓣胃沟到达皱胃。成年羊的食管沟闭合不严。

(3) 瓣胃 呈两侧稍扁的球形，很坚实，位于右季肋部，在网胃和瘤胃交界处的右侧。壁面隔着小网膜与膈、肝等接触，脏面与瘤胃、网胃、皱胃等贴连。上部与网胃相连接的部分称为瓣胃颈。瓣胃有大小弯，小弯的上下端有网瓣口和瓣皱口，分别通网胃和皱胃。瓣胃的底壁沿小弯有一瓣胃沟，沟底无瓣叶，有一些小的皱褶和乳头。瓣胃沟连接网瓣口和瓣皱口，液体和细粒饲料可由网胃经瓣胃沟直接进入皱胃。

(4) 皱胃 为一端粗一端细的长囊，位于右季肋部和剑状软



骨部，在网胃和瘤胃腹囊的右侧、瓣胃的腹侧和后方，大部分与腹腔底壁紧贴。皱胃前端粗大，称胃底，与瓣胃相连，后端狭窄，称幽门，与十二指肠相接。小弯凹而向上，与瓣胃接触，大弯凸而向下，与腹腔底壁接触。皱胃黏膜光滑柔软，在胃的前部形成螺旋形的大皱襞。黏膜内含有腺体，可分为贲门腺区、幽门腺区、胃底腺区。

5. 肠 肠起于幽门，止于肛门，可分为小肠和大肠两部分。

(1) 小肠 羊小肠较长，包括十二指肠、空肠和回肠。十二指肠位于右季肋部和腰部，具有短的十二指肠系膜。十二指肠后部有与结肠相连的十二指肠结肠韧带，常作为十二指肠与空肠的分界标志。空肠大部分位于右季肋部、右髂部和右腹股沟部，卷成很多肠圈，由短的空肠系膜悬挂于结肠盘上，形似花环，位置较为固定。回肠较短，不卷成肠圈，从空肠末端起向前向上伸至盲肠腹侧，并以回盲韧带与盲肠相连，以回肠口开口于盲肠与结肠交界处的腹侧。

(2) 大肠 比小肠略粗，分为盲肠、结肠和直肠三部分。羊的盲肠呈圆筒状，位于最后肋与髻结节之间的腹腔右侧，盲端常伸入骨盆腔内，盲端游离，可以移动。自回盲口向前，盲肠直接转为结肠。结肠起始部的口径与盲肠相似，往后逐渐变细。结肠可分初襻、旋襻和终襻三段。直肠在骨盆腔背侧，较短而细，没有直肠壶腹。其后部周围有较多的脂肪。

二、羊的消化生理

1. 口腔消化

(1) 咀嚼 咀嚼是指在咀嚼肌的收缩和舌、颊的配合动作下，食物在口腔内被牙齿压碎、磨碎和混合唾液的过程，是消化过程的第一步。咀嚼能够碎裂粗大食物，增加食物的表面积，能破坏植物细胞的纤维素壁，暴露其内容物；饲料咀嚼后便于与唾液混合和达到湿润、润滑，以利于形成食团，便于吞咽；反射性

引起消化腺分泌和胃肠道运动，为随后的消化做好准备。咀嚼消耗大量能量，对饲料进行适当加工如切短、磨碎等，可减少咀嚼，不仅节省能量，还可提高饲料利用效率。

(2) 唾液腺 唾液腺位于口腔，分泌唾液。羊的唾液腺有腮腺、颌下腺、舌下腺、咽腺、舌腺、颊腺、唇腺等。唾液能润湿口腔和饲料，促进形成食糜，溶解食物某些物质，引起味觉；唾液对瘤胃发酵具有调控作用。唾液中含有大量的盐类，特别是碳酸氢盐和磷酸盐，这些盐类起着缓冲剂的作用，使瘤胃 pH 稳定在 6.0~7.0，为瘤胃发酵创造良好条件；唾液中含有的大量内源性尿素经唾液进入瘤胃，对反刍动物蛋白质代谢的平衡控制、提高氮素利用效率起着十分重要的作用。

2. 复胃的消化 羊具有庞大的复胃。复胃的前三室瘤胃、网胃和瓣胃合称前胃。前胃的黏膜没有胃腺，而复胃第四室皱胃具有分泌胃液的功能。复胃消化与单胃消化的区别主要在前胃，除了特有的反刍、食管沟反射和瘤胃运动外，主要是在前胃内进行的微生物消化。

(1) 瘤胃和网胃的消化 瘤胃与网胃的内容物可自由混杂，瘤胃与网胃常称为瘤网胃。瘤胃容积最大，是暂时贮存饲料的场所。瘤胃不能分泌消化液，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。瘤胃内存在大量微生物，对食物的分解和营养物质的合成起着极其重要的作用。网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，又称网胃为蜂巢胃。

(2) 瓣胃的消化 瓣胃内容物含水量比瘤胃和网胃少，颗粒也较小。瓣胃接受来自网胃的流体食糜，这类食糜含有许多微生物和细碎的饲料以及微生物发酵的产物。当这些食糜通过瓣胃的叶片之间时，大量水分被移去，因此，瓣胃起过滤作用。瓣胃内约消化 20% 纤维素，约吸收 70% 食糜的挥发性脂肪酸。



(3) 皱胃的消化 皱胃是反刍动物胃的有腺部分，分胃底和幽门两部分分泌消化液。胃底腺分泌的胃液为水样透明液体，含有盐酸、胃蛋白酶和凝乳酶，并有少量黏液。幽门腺分泌量很少，并呈中性或弱碱性反应，含少量胃蛋白酶原。与单胃动物比较，皱胃胃液的盐酸浓度较低，凝乳酶含量较多。皱胃胃液呈酸性，不断地杀死来自瘤胃的微生物，微生物蛋白质被皱胃的蛋白酶初步分解。

3. 小肠的消化 小肠食糜中的营养物质在消化酶作用下，逐步分解，变成可被肠壁吸收的物质。饲料中的糖类主要是纤维素、淀粉等多糖以及蔗糖、乳糖等双糖。在小肠前段的肠腔消化期，淀粉的 α -1、4键被胰 α -淀粉酶水解产生 α -糊精、麦芽二糖和麦芽三糖。在膜消化期，这些淀粉的分解产物在上皮细胞纹状缘表面，分别被各自的特异性酶分解为葡萄糖。同时，蔗糖和乳糖也被各自对应的酶分解为单糖而被吸收。经胃液初步作用的饲料蛋白质和内源蛋白质主要在小肠前段被消化。在肠腔消化期，胰腺分泌的内切酶（胰蛋白酶、糜蛋白酶和胰脂酶）与外切酶（羧基肽酶A和B）在将蛋白质水解为小肽和氨基酸的过程中起主要作用。一部分小肽在黏膜细胞纹状缘表面被进一步分解为氨基酸。脂肪在肠腔内主要是靠胰脂酶和胆汁的共同作用进行消化的。

4. 大肠的吸收和排粪 反刍动物的盲肠和前结肠有明显的蠕动，每分钟4~10次。前结肠的逆蠕动把食糜送入盲肠，盲肠的蠕动又将食糜推入结肠。食糜就在盲肠和前结肠间来回移动，使食糜能在大肠中停留较长时间，增进吸收，创造微生物活动的良好条件。

食糜经消化和吸收后，其中的残余部分进入大肠的后段。水分被大量吸收，大肠的内容物逐渐浓缩而形成粪便。饲料在羊消化管内停留的时间最长，一般需要7~8天甚至十几天的时间才能将饲料残余物排尽。

第三节 羊的瘤胃消化生理

一、瘤胃内环境

1. 瘤胃的水平衡 瘤胃内水的来源，除饲料水和饮水外，还有唾液和瘤胃壁渗透的水。瘤胃内水的平衡情况，瘤胃液约占羊机体总水量的15%，而每天以唾液形式进入瘤胃的水分占机体总水量的30%，同时瘤胃液又以占机体总水量30%左右的比例进入瓣胃，经过瓣胃的水分60%~70%被吸收。此外，瘤胃内水分还通过双向扩散作用与血液交流。瘤胃可以看作体内的蓄水库和水的转运站。

2. 瘤胃内容物的干物质 瘤胃内容物含干物质10%~15%，含水分85%~90%。羊采食摄入的精料，大部分沉入瘤胃底部或进入网胃。草料的颗粒较粗，主要分布于瘤胃背囊。在饲喂干草量不同的情况下，不同部位的内容物干物质含量有明显差异，不同饲养水平对同一部位的干物质含量也有一定影响。

3. 瘤胃 pH 瘤胃 pH 变动范围为5.0~7.5。瘤胃 pH 易受日粮性质、采食后测定时间和环境温度的影响。喂低质草料时，瘤胃 pH 较高；喂苜蓿草和压扁的玉米时，瘤胃 pH 降至5.2~5.45；大量喂淀粉或可溶性碳水化合物可使瘤胃 pH 明显下降。采食青贮饲料时，pH 通常降低。饲后2~6小时，瘤胃 pH 降低。背囊和网胃内 pH 较瘤胃其他部位略高。

4. 瘤胃温度 瘤胃正常温度为39~41℃。与肛温相比，瘤胃温度易受饲料、饮水等因素影响。采食易发酵饲料时，可使瘤胃温度高达41℃；饮用水的温度较低时，比如饮用25℃的水时，会使瘤胃温度下降5~10℃，经2小时后才能恢复到瘤胃正常温度。瘤胃部位不同，温度亦有差异，一般腹侧温度高于背侧温度。

5. 渗透压 一般情况下，瘤胃内渗透压比较稳定。饲喂前



渗透压一般比血浆低，而饲喂数小时后转为高于血浆，然后又逐渐转变为饲喂前水平。饮水会导致瘤胃渗透压下降，数小时后恢复正常。

6. 缓冲能力 瘤胃有比较稳定的缓冲系统，与饲料、唾液数量及成分、瘤胃内酸类及二氧化碳浓度、食糜的外流速度和瘤胃壁的分泌有密切关系。瘤胃 pH 在 6.8~7.8 时，缓冲能力良好，超出这个范围则缓冲能力显著降低。在正常的瘤胃 pH 范围内，最重要的缓冲物质是碳酸氢盐和磷酸盐。当 pH 小于 6 和瘤胃发酵活动强烈时，磷酸盐相对比较重要。

7. 氧化还原电位 瘤胃内经常活动的菌群，主要是厌氧性菌群，使瘤胃内氧化还原电位保持在 -450~-250 毫伏，负值表示还原作用较强，瘤胃处于厌氧状态；正值表示氧化作用强或瘤胃处于需氧状态。在瘤胃内，二氧化碳占 50%~70%，甲烷占 20%~45% 以及少量的氢气、氮气、硫化氢等，几乎没有氧气的存在。甲烷是反刍动物瘤胃发酵的主要产物，甲烷生成是消耗瘤胃发酵过程中产生的氢气的重要途径。瘤胃气体中含 0.5%~1% 的氧气，主要是随饲料和饮水带入的。少量好氧菌能利用瘤胃内的氧气，使瘤胃内仍能保持很好的厌氧条件和还原性，保证厌氧性微生物持续生存和发挥作用。

8. 表面张力 通常瘤胃液的表面张力为 $(50\sim60) \times 10^{-5}$ 牛/厘米²。饮水和表面活性剂例如洗涤剂、硅、脂肪等可降低瘤胃液的表面张力。表面张力和黏度都增高时会产生气泡，造成瘤胃的气泡性臌气，饲喂精饲料和小颗粒饲料，可使瘤胃内容物黏度增高，表面张力增大，在 pH 为 5.5~5.8 和 7.5~8.5 时黏度最大。

影响瘤胃内环境的因素很多，反刍动物可通过唾液分泌和反刍、瘤胃的周期性收缩、内源性营养物质进入瘤胃、营养物质从瘤胃中吸收、食糜的排空、嗝气和有效的缓冲体系等，使瘤胃内微生态环境始终保持相对稳定，为羊瘤胃内物质代谢和能量转化

提供了条件。

二、瘤胃微生物的生长条件

一般情况下，瘤胃微生物的生长处于动态平衡。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，产生三磷酸腺苷（ATP），对微生物的维持和生长具有重要作用。

充足的瘤胃氮源供给，是保证瘤胃微生物最佳生长的条件，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，氮与硫的比例约为 12 : 1 到 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，避免日粮的突然改变。

此外，瘤胃内环境条件变化也会影响瘤胃微生物的生长。

三、瘤胃微生物及其作用

瘤胃微生物种类众多，主要为厌氧性纤毛虫、细菌和真菌，并随饲料种类、饲喂方式及动物年龄等因素的不同而变化。1 克瘤胃内容物中，含细菌 150 亿~250 亿和纤毛虫 60 万~180 万，总体积约占瘤胃液的 3.6%，其中细菌和纤毛虫各占约一半。瘤胃内大量繁殖的微生物随食糜进入皱胃后，被消化液分解，为羊的生长提供了大量优质的单细胞蛋白营养成分。



1. 纤毛虫 在瘤胃微生物中，至少有 30 种以上的纤毛虫，均为专性厌氧微生物。瘤胃的纤毛虫分为全毛与贫毛两类，均为严格厌氧，能发酵糖类产生乙酸、丁酸和乳酸、二氧化碳、氢气或少量丙酸。全毛虫主要通过分解淀粉等糖类产生乳酸和少量挥发性脂肪酸，并合成支链淀粉储存于其体内。贫毛虫分为两类，一类以分解淀粉为主，另一类能发酵果胶、半纤维素和纤维素。由于纤毛虫具有分解多种营养物的能力，并有一些细菌在其体内共生，所以有“微型反刍动物”之称。

当瘤胃纤毛虫长期暴露于空气中或处于其他不良条件下时则不能生存。出生羔羊瘤胃内没有纤毛虫，因此，羔羊主要通过与其他成年羊直接接触获得天然的接种来源。用成年羊的反刍食团饲喂羔羊进行人工接种，羔羊瘤胃内可提前有纤毛虫繁殖。

2. 细菌 瘤胃中最主要的微生物是细菌。瘤胃细菌不仅数量较大，而且种类较多。按其功能瘤胃细菌可分为糖类分解菌、淀粉分解菌、纤维素分解菌、半纤维素分解菌、蛋白质分解菌、脂肪分解菌、产氨菌、产甲烷菌以及蛋白质合成菌和维生素合成菌等，一种细菌往往兼有多种功能。

纤维素分解细菌约占瘤胃内活菌的 1/4，包括厌氧拟杆菌属、梭菌属和球虫属等。这类细菌能分解纤维素、纤维二糖及果胶等，产生甲酸、乙酸、丁酸等。纤维素的分解活性与蛋白质合成之间有内在联系，瘤胃内含有多种兼能利用尿素与分解纤维素的细菌。粗纤维饲料补加适量尿素，可使粗纤维的消化率显著提高。在一些糖类发酵菌和产甲烷菌的协同作用下，纤维素最终分解产生乙酸、丙酸、丁酸、二氧化碳、甲烷等。产甲烷菌能利用其他细菌所产生的氢气或甲酸，使二氧化碳还原为甲烷，从而获取提供生长的能量。

3. 瘤胃厌氧真菌 瘤胃厌氧真菌是瘤胃微生态系统的重要组成部分。在瘤胃内，厌氧真菌主要附着于纤维类植物表面，参与复杂碳水化合物的初步降解。它约占瘤胃微生物总量的 8%。

其中最重要的一类厌氧真菌是藻红真菌属真菌。厌氧真菌的功能在于它首先侵袭植物纤维结构，从内部使木质纤维强度降低，使其易于在动物反刍时破碎，这样就为瘤胃纤维分解菌在这些碎粒上生长、繁殖创造了条件。瘤胃真菌含有纤维素酶、水聚糖酶、糖苷酶、半乳糖醛酸酶和蛋白酶等，对纤维素有强大的分解能力。如饲喂的饲草含硫量丰富时，真菌的数量和消化力都增加。

4. 瘤胃微生物的相互作用 瘤胃内微生物与宿主羊之间存在着共生关系，而且微生物之间也存在相互制约的共生关系。在瘤胃内一类细菌发酵饲料中的主要养分，而另一类细菌则是发酵前者的产物。同时，有其他许多细菌，虽然不能直接分解纤维素，但能够发酵纤维素降解后的代谢产物，从而有助于纤维素的持续分解。此外，纤维分解菌的生长与繁殖所需的简单含氮物也是靠其他微生物的代谢产物所提供。瘤胃内菌群之间的这种协同作用，使瘤胃内的营养物质的消化代谢得以正常进行。

在瘤胃中，细菌与原虫之间存在拮抗和协同两种关系。当瘤胃中原虫完全消失时，细菌数量明显增加；而接种原虫后，细菌数减少。瘤胃真菌与产甲烷菌之间也存在密切的共生关系，两者混合培养时，纤维素降解率显著提高。

四、瘤胃内的消化代谢过程

在瘤胃微生物作用下，饲料在瘤胃内会发生一系列复杂的消化过程。

1. 碳水化合物的分解和利用 对于大多数谷物，90%以上的淀粉通常是在瘤胃中发酵，大约 70% 玉米是在瘤胃中发酵。淀粉的结构和组成影响淀粉的降解和消化。淀粉在瘤胃内降解是由于瘤胃微生物分解的淀粉酶和糖化酶的作用。纤维素、半纤维素等在瘤胃的降解是由于瘤胃真菌可产生纤维素分解酶、半纤维素分解酶和木聚糖酶等酶的作用。瘤胃中复杂碳水化合物的降解与代谢需要 4 种功能菌群的协同作用，这些菌群包括初级发酵细



菌、次级发酵细菌，以及氢营养古菌和乙酸降解古菌两种产甲烷古菌。

饲料中的淀粉和可溶性糖也由微生物酶分解利用。瘤胃微生物分解淀粉、葡萄糖和其他糖类能产生低级脂肪酸、二氧化碳和甲烷等，同时能利用饲料分解所产生的单糖和双糖合成糖原，并储存于其细胞内，当进入小肠后，微生物糖原再被动物所消化利用，成为反刍动物机体的葡萄糖来源之一。

2. 蛋白质的分解和合成 反刍动物能同时利用饲料的蛋白质和非蛋白质氮，构成微生物蛋白质供机体利用。

瘤胃内蛋白质的分解和氨的产生：瘤胃内的蛋白质有30%~50%未被分解而进入后段消化道，其余50%~70%在瘤胃内被微生物蛋白酶分解为肽、氨基酸。氨基酸在微生物脱氨基酶作用下，很快脱去氨基而生成氨、二氧化碳和有机酸。因此，瘤胃液中游离的氨基酸很少。将饲料蛋白质应用甲醛溶液或加热法等进行预处理后饲喂羊，可以保护蛋白质，避免瘤胃微生物的分解，从而提高日粮蛋白质的利用效率。饲料中的非蛋白质含氮物，如尿素、铵盐、酰胺等被微生物分解后也产生氨。一部分氨被微生物利用，另一部分则被瘤胃壁代谢和吸收，其余则进入瓣胃。瘤胃液中氨的浓度是上述几方面平衡的结果，一般变动于20~500毫克/升。

(1) 瘤胃内微生物对氨的利用 瘤胃微生物能直接利用氨基酸合成蛋白质或先利用氨合成氨基酸后，再转变成微生物蛋白质。当利用氨合成氨基酸时，还需要碳链和能量。糖类、挥发性脂肪酸和二氧化碳都是碳链的来源，而糖类还是能量的主要供给者。因此，瘤胃合成微生物蛋白过程中，氮代谢和糖代谢是密切相互联系的。

在养羊生产中，尿素可用来代替日粮中约30%的蛋白质。尿素在瘤胃内脲酶作用下迅速被分解，产生氨的速度约为微生物利用速度的4倍，添加尿素时必须降低尿素的分解速度，以免瘤

胃内氨蓄积过多发生氨中毒，同时提高尿素利用率。目前除了通过抑制脲酶活性、制成胶凝淀粉尿素或尿素衍生物使释放氨的速度延缓外，日粮中供给易消化糖类，使微生物能更多利用氨合成蛋白质也是一种必要手段。

(2) 尿素再循环 瘤胃内的氨除了被微生物利用外，其余一部分被吸收运送至肝，在肝内经鸟氨酸循环变为尿素。这种内源尿素一部分经血液分泌于唾液内，随唾液重新进入瘤胃，另一部分通过瘤胃上皮扩散到瘤胃内，其余随尿排出。进入瘤胃的尿素，又可被微生物利用。在低蛋白日粮情况下，反刍动物靠尿素再循环以节约氮的消耗，保证瘤胃内适宜的氨浓度，以利微生物蛋白质合成。

3. 维生素合成 瘤胃微生物能合成某些 B 族维生素（包括硫胺素、核黄素、生物素、吡哆醇、泛酸和维生素 B₁₂）及维生素 K。在一般情况下，即使日粮中缺乏这类维生素，也不影响反刍动物的健康。

羔羊因瘤胃还没有完全发育，微生物区系没有充分建立，可能会患 B 族维生素缺乏症。当日粮中钴的含量不足时，成年羊瘤胃微生物不能完全合成维生素 B₁₂（氰基钴维生素），会出现食欲抑制，羔羊生长不良。



重点难点提示

本讲的重点是羊的采食与反刍、羊的消化道生理特点及羊的瘤胃消化机理，其中难点为羊的消化道生理特点和瘤胃消化机理，这些生理生化过程是羊的营养特点及饲料配方设计的基础，必须给予足够的认识。

7日通——第二讲

羊的营养基础



本讲目的

通过对营养学、饲料学等基本术语及羊对蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、微量元素、能量、水等营养需要的认识，为合理配制饲料提供理论基础。

□□□□

第一节 营养学、饲料学的基本知识及术语

一、营养物质的组成

动物的饲料，除少数来自动物、矿物质及人工合成外，绝大多数来源于植物。

1. 动植物的化学元素组成 已知的 100 多种化学元素中，在动植物体内约含 60 种。按照其在动物体内含量的不同分为常量元素和微量元素两大类。含量不低于 0.01% 为常量元素，如碳、氢、氧、氮、钙、磷、钾、钠、氯、镁和硫等。含量低于 0.01% 的元素称为微量元素，如铁、铜、钴、锰、锌、硒、碘、钼、铬和氟等。其中，碳、氢、氧、氮这 4 种元素所占比例最大，在植物体中约占 95%，在动物体中约占 91%。饲料与动物体中的元素，绝大部分是互相结合为复杂的无机化合物或有机化

合物，构成各种组织器官。

2. 饲料的营养物质组成及影响因素 植物性饲料一般都含有水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、碳水化合物和维生素 6 种营养物质。饲料中水分含量越高，干物质越少，饲料的营养价值越低，且高水分不利于饲料的保存和运输。饲料中粗蛋白质含量越高，营养价值越高。粗纤维含量越高，饲料的消化率越低，因此高纤维饲料的营养价值较低。饲料中粗灰分是混合物，其含量不能表明饲料的营养价值，而对于有机饲料，粗灰分含量过高，营养价值下降。油脂的能值很高，粗脂肪含量越高，饲料的能量越高。

受饲料的种类与品种等因素的影响，饲料中所含六种营养物质的数量与质量都有所差异。植物性饲料中的营养物质组成也并非固定不变，受多种因素的影响。

(1) 饲料的种类与品种 不同种类的饲料营养物质的组成差异很大，如青绿饲料的特点是水分含量高，幼嫩多汁，富含动物所需要的多种维生素，是供给动物维生素营养的最佳饲料。蛋白质饲料中的豆饼、鱼粉等，蛋白质含量高，品质较好，是动物蛋白质营养的主要来源。禾本科籽实中的玉米等含有大量的淀粉，主要作用是供给动物所需要的能量。同一种饲料，其营养物质组成因品种不同而异。例如黄玉米中富含胡萝卜素，白玉米中则缺乏。

(2) 收获期 植物在不同生长阶段，养分含量不同。随着植物的逐渐成熟，蛋白质、矿物质、胡萝卜素的含量递减，而粗纤维含量递增（表 2-1）。

因此，牧草的收获期十分重要。一般来说，青草的最佳收获期是在开花初期，最迟不超过开花盛期。

(3) 饲料作物部位 饲料作物因部位不同，养分含量也不同。植物叶中营养丰富，远超茎秆。例如苜蓿草的叶子中，粗蛋白质的含量占总量的 70%~80%，脂肪、钙的含量比茎秆高 2.5 倍以上，磷的含量高 0.5 倍，而粗纤维含量仅为茎秆的 1/3。因



此，收获、晒制、贮存、饲用饲料的过程中，应尽量避免叶片的损失。

表 2-1 不同收获期的苜蓿草养分含量 (%)

收割期	干物质	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分
孕蕾前期	88.33	23.25	2.69	21.04	40.30	12.6
花蕾期	89.37	19.87	3.00	26.50	40.06	10.6
开花期	89.13	19.00	2.41	30.39	37.33	10.9

(4) 贮存时间 收割后的饲料，经长期贮存，养分含量会有很大变化。如在良好贮存条件下，马铃薯在整个冬季可失重 8%~10%，且损失的主要是淀粉。而蝶形花科在晒制干草过程中，营养物质的损失可达 50% 以上。籽实类在一般条件下贮存 6 个月，维生素 E 损失 30%~50%。

(5) 土壤 土壤是植物性营养物质的主要来源。肥沃的土壤，可生产出优质的饲料，贫瘠和结构不良的土壤生产的饲料，产量和营养价值都较低。土壤化学元素含量对饲料作物化学组成的影响也较大，如土壤中缺少铜、硒、碘，则该地区生产的饲料作物也相应地缺少这几种元素，从而引起动物患地方性矿物质缺乏症。土壤中含有过多的氟、钼、硒等元素，也容易引起动物的氟、钼、硒的中毒症。

(6) 施肥 施用肥料，既可提高饲料作物产量，又能提高饲料中营养物质的含量。施用氮肥，可提高作物产量和粗蛋白质含量。牧草在收割前 10~20 天施加氮肥，能有效提高其中粗蛋白质含量，所增加的大部分是非蛋白质含氮物。由于施肥后植物茎叶繁茂浓绿，胡萝卜素含量显著提高，但有可能减少饲料作物含磷量；施用磷肥，可提高饲料的磷和粗蛋白质的含量；施用钾肥，可增加饲料中粗蛋白质、粗灰分和钾的含量，减少含钙量。

(7) 气候条件 气温、光照及雨量分布等气候条件，对生长期植物饲料的养分组成有很大影响。寒冷气候条件下生长的植物，

比温热条件下生长的植物含粗纤维多，而粗蛋白质和粗脂肪的含量较少，气候干旱可使植物中磷的含量减少一半。生长在阳光充足的阳坡地的植物，粗蛋白质含量显著高于阴坡地的植物。

3. 动物体与饲料营养成分的异同点及相互关系 动物体与植物性饲料组成上有相同之处，即都由水分、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、碳水化合物和维生素六种营养物质组成。但两者的营养物质在成分上又有明显的区别：

(1) 植物体中干物质主要为碳水化合物，而动物体则主要为蛋白质。

(2) 植物体的碳水化合物，包括无氮浸出物（主要是淀粉）和粗纤维。而动物体中没有粗纤维，只含有少量的葡萄糖、低级羧酸和糖原。

(3) 植物体内蛋白质含量比动物少，并以多种氮化物的形式存在。而动物体中除含蛋白质外，仅含有一些游离氨基酸和激素。

(4) 植物体的粗脂肪中，除了中性脂肪、脂肪酸、脂溶性维生素和磷脂外，还有树脂和蜡质。而动物体脂肪中，不含树脂和蜡质。

动物体与植物体各种成分的含量及变化幅度也不一致，并且植物性饲料养分含量变化幅度明显高于动物体（表 2-2）。

表 2-2 植物性饲料和动物体成分比较（%）

营养成分 类别	植物性饲料				动物体			
	玉米	豆饼	南瓜	干草	肥猪	马	犍牛	中肥绵羊
水分	13.9	13.0	75.3	14.0	44.0	61.9	73.0	54.0
粗蛋白质	8.1	42.0	1.8	10.0	13.0	18.2	18.0	19.0
粗脂肪	3.7	2.9	1.1	3.0	39.0	14.1	4.0	22.0
粗纤维	0.9	6.4	2.4	23.0	—	—	—	—
无氮浸出物	71.8	25.0	12.8	41.0	1*	1*	1*	1*
粗灰分	1.6	5.2	1.6	6.0	3.0	4.7	4.0	4.0

* 动物体中糖原及葡萄糖含量小于 1%。



二、营养学基本术语

1. 饲料 (feed) 能提供饲养动物所需养分, 保证健康, 促进生长和生产, 且在合理使用下不发生有害作用的可饲物质。

2. 饲料组分 (feed ingredient) 组成配合饲料的单一饲料或饲料添加剂。

3. 饲料原料 (单一饲料) (feedstuff, single feed) 仅以一种动物、植物、微生物或矿物质为来源的饲料。

4. 干物质 (dry matter, DM) 从饲料中扣除水分后的物质。以每千克含多少克 (克/千克) 或以百分率 (%) 表示。

5. 粗蛋白质 (crude protein, CP) 饲料中含氮量乘以 6.25。粗蛋白质是饲料中含氮物质的总称, 包括真蛋白质和非蛋白氮, 非蛋白氮主要包括游离氨基酸、硝酸盐、氨等。

6. 粗脂肪 (crude fat, ether extract, EE) 饲料中可溶于乙醚的物质的总称。乙醚浸提物中, 除真脂肪和类脂 (磷脂、固醇) 外, 还含有可溶于乙醚的其他有机物质, 如脂溶性维生素、胡萝卜素、叶绿素、有机酸、蜡质等。

7. 粗灰分 (crude ash) 饲料经灼烧后的残渣。饲料在 550℃ 高温炉中烧灼成灰, 使其中有机物质全部氧化, 所剩残渣主要是氧化物或盐类等无机物质及少量沙土等杂质。

8. 碳水化合物 (carbohydrate) 由碳、氢和氧 3 种元素组成, 氢氧原子比为 2:1, 与水中所含氢氧比例相同, 故称碳水化合物。包括糖、淀粉、纤维素、半纤维素、木质素、果胶及黏多糖等物质, 是动物体最主要的供能物质。

9. 粗纤维 (crude fiber, CF) 饲料经稀酸、稀碱处理, 脱脂后的有机物 (纤维素、半纤维素、木质素等) 的总称。

10. 无氮浸出物 (nitrogen free extract, NFE) 是多糖、双糖、单糖等物质的总称, 通常由物质总量减去粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维和粗灰分求得。

11. 总能 (gross energy, GE) 饲料完全燃烧所释放的热量。通常以兆焦 1 千克表示。

12. 消化能 (digestible energy, DE) 从饲料总能中减去粪能后的能值, 亦称表观消化能。

13. 代谢能 (metabolizable energy, ME) 从饲料总能中减去粪能和尿能 (对反刍动物还要减去甲烷能) 后的能值, 亦称表观代谢能。

14. 净能 (net energy, NE) 从饲料的代谢能中减去热增耗后的能值。

15. 日粮 (ration) 一个个体饲养动物在一昼夜 (24 小时) 内所采食的总饲料组分的数量。

16. 饲粮 (diet) 按日粮中各种饲料组分比例配制的饲料。

17. 饲料转化比 (饲料报酬) (feed conversion ratio) 生产每单位动物产品所消耗的饲料量。

18. 能量饲料 (energy feed) 干物质中粗纤维含量低于 18%, 粗蛋白含量低于 20% 的饲料。一般每千克饲料干物质含消化能 10.16 兆焦以上的饲料均属能量饲料。包括谷实、糠麸以及干的淀粉块根、块茎等, 其主要功能是为家畜供给能量。

19. 蛋白质饲料 (protein feed) 干物质中粗纤维含量低于 18%, 粗蛋白质含量不低于 20% 的饲料。蛋白质饲料可用来补充其他短缺蛋白质的能量饲料以组成平衡的日粮。包括植物性蛋白质饲料, 如各种豆类籽实、油饼类等; 动物性蛋白质饲料, 如鱼粉、肉骨粉、血粉等肉联厂加工副产品, 蚕蛹等; 单细胞蛋白质饲料, 如各种酵母饲料、甲醇蛋白、蓝藻类等; 以及非蛋白氮饲料, 如尿素、双缩脲、铵盐等。

20. 非蛋白氮 (non protein nitrogen, NPN) 非蛋白态的含氮化合物。指非蛋白质形态的含氮化合物, 它包括游离氨基酸及其他蛋白质降解的含氮产物, 以及氨、尿素、铵盐等简单



含氮化合物。因此，它们是粗蛋白质中扣除真蛋白质以外的成分。

21. 单细胞蛋白 (single-cell protein, SCP) 由酵母菌、细菌、霉菌、藻类等所生成的蛋白质。

22. 粗饲料 (roughage, forage) 天然水分含量在 60% 以下，干物质中粗纤维含量不低于 18% 的饲料。

23. 配合饲料 (formula feed) 根据饲养动物营养需要，将多种饲料原料按饲料配方经工业生产的饲料。

24. 全价配合饲料 (complete formula feed) 应能完全满足饲养动物营养需要 (除水分外) 的配合饲料。

25. 浓缩饲料 (concentrate) 由蛋白质饲料、矿物质饲料和添加剂预混料按一定比例配制的均匀混合物。

26. 混合饲料 (mixed feed) 有两种以上饲料原料按一定比例配制，但还不能完全满足饲养动物营养需要的饲料。

27. 精料补充料 (concentrate supplement) 为补充以粗饲料、青绿饲料、青贮饲料为基础饲料的草食饲养动物的营养，用多种饲料原料按一定比例配制的饲料。

28. 添加剂预混料 (additive premix) 由一种或多种饲料添加剂与载体或稀释剂按一定比例配制的均匀混合物。

29. 饲料添加剂 (feed additive) 为满足特殊需要而加入饲料中的少量或微量物质。

30. 营养性添加剂 (nutritive additive) 用于补充饲料不足营养素的添加剂。

31. 非营养性添加剂 (non-nutritive additive) 为保证或改善饲料品质，促进饲养动物生产，保障饲养动物健康，提高饲料利用率而掺入饲料的少量和微量物质。

32. 促生长剂 (growth promoting agent) 为促进饲养动物生长而掺入饲料的添加剂。

33. 驱虫保健剂 (vermifuge) 用于控制饲养动物体内和体

外寄生虫的添加剂。

34. 抗氧化剂 (antioxidant) 为防止饲料中某些活性成分被氧化变质而掺入饲料的添加剂。

35. 防腐剂 (preservative) 为延缓或阻止饲料发酵、腐败而掺入的添加剂。

36. 防霉剂 (mould inhibitor) 为防止饲料中霉菌繁殖而掺入饲料中的添加剂。

37. 调味剂 (flavor enhancement) 用于改善饲料适口性, 增进饲养动物食欲的添加剂。

38. 着色剂 (colour and pigment) 为改善动物产品或饲料色泽而掺入饲料的添加剂。

39. 黏合剂 (binder) 为提高粉状饲料成型以及增加颗粒饲料的凝聚力而掺入饲料的添加剂。

40. 稀释剂 (diluent) 与高浓度组分混合以降低其浓度的可饲物质。

41. 载体 (carrier) 能够承载活性成分, 改善其分散性, 并有良好的化学稳定性和吸附性的可饲物质。

42. 加药饲料 (medicated feed) 指掺有预防、治疗动物疾病、影响动物机体结构或某种生理功能作用的药物的饲料。

43. 微量元素预混料 (trace mineral premix) 一种或多种微量矿物元素化合物与载体或稀释剂按一定比例配制的均匀混合物。

44. 维生素预混料 (vitamin premix) 一种或多种维生素与载体或稀释剂按一定比例配制的均匀混合物。

45. 加药预混料 (medicated premix) 加有一种或多种药物的添加剂预混料。

46. 复合预混料 (compound premix) 由微量元素、维生素、氨基酸和非营养性添加剂中任何两类或两类以上的组分与载体或稀释剂按一定比例配制的均匀混合物。



第二节 羊的营养需要

一、蛋白质的营养需要

蛋白质是细胞的重要组成成分，是三大营养物质中唯一能为羊提供体内氮素的物质，在生命过程中起着重要的作用。蛋白质是由氨基酸组成的一类数量庞大的物质的总称。蛋白质的营养其实是氨基酸的营养。

1. 蛋白质的组成 蛋白质主要由碳、氢、氧、氮组成，大多数的蛋白质还含有硫，有些还含有少量磷、铁、锌、铜和碘等。常规饲料分析测得的蛋白质包括真蛋白质和氮化物，通常称粗蛋白质，其数值等于样品总含氮量乘以 6.25。蛋白质是氨基酸的聚合物，由氨基酸数量、种类和排列顺序的变化组成各种不同的蛋白质。氨基酸有 L 型和 D 型两种异构体。天然饲料中仅含易被利用的 L 型氨基酸。微生物能合成 L 和 D 型氨基酸的混合物。

2. 蛋白质的性质和分类 蛋白质具有易变性，在紫外线照射、加热处理以及用强酸、强碱、重金属盐和有机溶剂处理蛋白质时，可使蛋白质发生若干理化和生物学性质改变引起的变性；蛋白质具有缓冲性，氨基酸的弱碱或弱酸性，使蛋白质具有很好的缓冲性，在维持蛋白质溶液形成的渗透压中起着重要的作用。

3. 蛋白质的营养生理作用

(1) 蛋白质是维持正常生命活动，建造机体组织、器官的重要物质。羊的肌肉、皮肤、血液、神经、结缔组织、腺体、精液等，都以蛋白质为其主要成分，起着传导、运输、支持、保护、连接、运动等多种作用。

(2) 蛋白质是机体内功能物质的主要成分。在动物的生命和代谢活动中起催化作用的酶，起调节作用的激素，具有免疫和防御功能的免疫体和抗体，都是以蛋白质为主体构成的。蛋白质在

维持体内的渗透压和水分的正常分布方面也都起着重要作用。

(3) 蛋白质可供能和转化为糖、脂肪。在机体营养不足时，蛋白质可分解供能，维持机体的代谢活动。当摄入蛋白质过多时，也可能转化成糖、脂肪或分解产热供机体代谢用。

(4) 蛋白质是组织更新、修补的主要原料。在动物的新陈代谢过程中，组织和器官的蛋白质不断在更新，损伤组织也需修补。全身蛋白质 6~7 个月可更新一半。

(5) 蛋白质是形成羊产品的重要物质。当日粮中缺乏蛋白质时，羔羊生长缓慢或停止，体重减轻；成年羊体重下降。长期缺乏蛋白质，羊还会发生血红蛋白减少的贫血症；当血液中免疫球蛋白数量不足时，羊抗病力减弱，发病率增加；蛋白质不足还会影响羊的繁殖机能，如母羊发情不明显，不排卵，受胎率降低，胎儿发育不良，公羊精液品质下降。蛋白质过多时，其代谢产物的排泄加重了肝、肾的负担，可导致中毒。蛋白质水平过高对繁殖也有不利影响，公羊表现为精子发育不正常，精子的活力及受精能力降低，母羊则表现为不易形成受精卵或胚胎的活力下降。

4. 非蛋白质含氮物的营养作用 除蛋白质外，动植物中还存在许多其他的含氮化合物，这类化合物不是蛋白质，即不是由氨基酸组成，但它们都含有氮元素，其结构不同，功能各异，统称之为非蛋白氮。非蛋白氮对羊有很重要的营养作用，饲料中非蛋白氮除嘌呤、嘧啶外，起主要营养作用的是酰胺和氨基酸。饲料中的非蛋白氮可充分地被瘤胃机能发育完善的羊所利用，合成微生物蛋白，满足羊体蛋白质的部分需要，降低饲养成本。

5. 蛋白质、氨基酸的营养问题 蛋白质营养问题实质上是氨基酸的营养，蛋白质品质的好坏取决于其中各种氨基酸的含量和比例。构成动物体的蛋白质含有 20 多种氨基酸，羊至少需要 9 种必需氨基酸，这些氨基酸能由瘤胃微生物合成。羔羊由于瘤胃内没有微生物或微生物合成功能不完善，需提供必需氨基酸。在必需氨基酸中，与需要量相比，含量低且因其含量限制了其他



氨基酸的利用者称为限制性氨基酸。在羊日粮中，蛋氨酸为第一限制性氨基酸，其次为赖氨酸和苯丙氨酸。羊由小肠吸收的氨基酸来源于四个方面——瘤胃微生物蛋白质、过瘤胃蛋白质、过瘤胃氨基酸和内源氮。

二、碳水化合物的营养需要

碳水化合物是植物性饲料中最主要的组成部分，约占其干物质重量的 3/4。碳水化合物可分为粗纤维和无氮浸出物两大类。粗纤维由纤维素、半纤维素、多缩戊糖及镶嵌物质所组成，是植物细胞壁的主要成分。无氮浸出物是指从饲料干物质重量中减去水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、粗灰分后剩余部分的含量，包括单糖、双糖、淀粉和糖原。在动物体内碳水化合物含量极少，主要是葡萄糖和糖原。

1. 碳水化合物的组成 碳水化合物是一类有机化合物的总称，由碳、氢、氧 3 种元素组成。个别糖的衍生物还含有少量其他如氮、硫等元素。动物营养中把木质素也包括在碳水化合物中。

2. 碳水化合物的性质和分类

(1) 碳水化合物的性质 碳水化合物易溶于水，有利于动物消化吸收，具有改善消化生理功能的重要作用。碳水化合物的异构变化特性是动物消化吸收不同种类碳水化合物后能经共同代谢途径利用的基础，也是动物利用多种糖类作为营养的理论根据。

(2) 碳水化合物分类 单糖包括丙糖、丁糖、戊糖、己糖、庚糖、衍生糖；低聚糖（2~10 个糖单位）包括二糖、三糖、四糖、五糖、六糖。多聚糖（10 个糖单位以上）包括同质多糖、糖原、淀粉、纤维素、木聚糖、半乳聚糖、甘露聚糖、杂多糖、半纤维素、阿拉伯树胶、菊糖、果胶、黏多糖、透明质酸；其他化合物包括几丁质、木质素、硫酸软骨素。

(3) 植物饲料中的碳水化合物 甘蔗、甜菜等蔗糖含量特别

高，豆类种子中棉籽糖、水苏糖含量较高。某些块根块茎和禾谷类种子中营养性多糖含量可高达80%以上。在木质化程度很高的茎叶、秕壳中可溶性碳水化合物含量较低。

(4) 动物体内的碳水化合物 羊体内3~9碳糖均不同程度存在。三碳糖是葡萄糖代谢的中间产物，九碳糖中唾液酸具有生理意义。五碳糖中核糖和脱氧核糖是遗传物质的组成成分。六碳糖中葡萄糖是最重要的一种，葡萄糖醛酸是细胞膜和分泌物中多糖的基本组成成分。果糖在羊精子中，浓度达0.5%。甘露糖和岩藻糖是奶和一些黏膜分泌物中糖蛋白和其他多糖的组成成分。羊体内低聚多糖种类和数量都有限。常见的是奶中的乳三糖、乳六糖等。含10个糖单位以上的杂多糖主要有黏多糖、糖蛋白、糖脂。糖原是体内最重要的同质多糖。肌糖原占肌肉鲜重的0.5%~1%，占总糖原的80%；肝糖原占肝鲜重的2%~8%，占总糖原的15%；其他组织中糖原约占5%。肝、肾是体内葡萄糖的贮存库，肌肉和其他组织则是利用器官。

3. 碳水化合物的营养生理作用

(1) 碳水化合物是羊体生命活动能量的主要来源 葡萄糖是大脑神经系统、肌肉、脂肪组织、胎儿生长发育、乳腺等代谢的唯一能源。葡萄糖供给不足会使羊产生妊娠毒血症，严重时会导致死亡。体内代谢活动需要的葡萄糖来源有两方面，一是从胃肠道吸收，二是体内生糖物质的转化。羊体葡萄糖的来源主要是后者，其中肝是主要生糖器官，约占总生糖量的85%，其次是肾，约占15%。

(2) 碳水化合物是形成体组织的成分之一 五碳糖是细胞核酸的组成成分，半乳糖与类脂肪是神经组织的必需物质，许多糖类与蛋白质化合而成糖蛋白，低级核酸与氨基化合形成氨基酸。黏多糖是保证多种生理功能实现的重要物质。透明质酸具有高度黏性，对润滑关节、保护机体在受到强烈震动时不致影响正常功能方面起重要作用。硫酸软骨素在软骨中起结构支持作用。肝素



的抗凝血作用对保证正常血液循环、营养物质转运起重要作用。

(3) 碳水化合物在动物产品形成中的作用 葡萄糖参与羊奶蛋白非必需氨基酸的形成。在肉羊育肥中，碳水化合物转变为体脂肪，提高增重，并能改善肉的品质。

(4) 碳水化合物可作为能源利用 碳水化合物可转变成肝糖原和肌糖原，储备起来，以备不时之需。胎儿在妊娠后期能贮积大量糖原和脂肪供出生后作能源利用。

4. 粗纤维利用 羊对粗纤维的利用主要是利用微生物酶的分解产物或微生物的代谢产物。植物细胞壁越成熟，角质成分含量越高，越不易被微生物消化。这是羊利用粗纤维的一大限制因素。

(1) 粗纤维的作用 对于羊，粗纤维是必需的营养物质，它除为羊提供能量及作为合成葡萄糖和乳脂的原料外，也是维持羊消化机能正常所必需的。粗纤维性质稳定，不易消化，容积大，吸水性强，能充填消化道给动物以饱感。它还能刺激消化道黏膜，促进消化道蠕动，促进未消化物质的排出，保证消化道的正常机能。

(2) 影响羊对粗纤维消化率的因素 高质量的牧草或未成熟的粗饲料中，纤维素的消化率可达90%，粗饲料经化学或物理方法处理，可使纤维素消化率大幅度提高；要保持瘤胃内环境接近中性或微碱性，饲喂粗料型日粮时，瘤胃处于中性环境，分解纤维素的微生物最活跃，对粗纤维素的消化率最高，当饲喂精料型日粮时，瘤胃pH下降，纤维素分解菌的活动受抑制，消化率降低；日粮纤维水平低于或高于适宜范围，都不利于能量利用或可能对羊产生不良影响。

三、脂肪的营养需要

与单胃动物相比，羊体脂中含较多的硬脂酸。乳脂中还含有相当数量的反式不饱和脂肪酸和少量支链脂肪酸。

1. 脂肪的组成和分类 羊体和各种饲料都含有脂肪，一般由碳、氢、氧3种元素组成，包括中性脂肪和类脂肪两大类。中性脂肪是由1分子甘油和3分子脂肪酸构成的甘油三酯，其脂肪酸部分按含氢原子数可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。类脂肪包括磷脂（脑磷脂、卵磷脂、神经磷脂）、糖脂（如青草中的半乳糖脂等）和固醇（如动物的胆固醇、植物的麦角固醇）等。

2. 脂肪的主要性质

(1) 脂肪的水解特性 脂肪可在稀酸强碱溶液中水解，微生物产生的脂肪酶也可催化脂类水解。

(2) 脂肪酸氢化 在催化剂或酶作用下不饱和脂肪酸的双键可得到氢变成饱和脂肪酸，使脂肪硬度增加，不易氧化酸败。

(3) 脂肪氧化酸败 分为自动氧化和微生物氧化。氧化酸败既降低了脂类营养价值，也产生不适宜气味。在饲料工业中常因脂肪氧化而增加饲料中抗氧化作用物质。

3. 脂肪的营养生理作用

(1) 脂肪是能量来源和贮存的最好方式 脂肪是含能最高的营养素。直接来自饲料或体内代谢产生的游离脂肪酸、甘油酯，都是羊维持和生产的重要能量来源。生产中常用补充脂肪的高能日粮的方法提高生产效率。

(2) 脂肪是组成羊体组织细胞的重要成分 神经、肌肉、血液等均含有脂肪。脂肪也参与细胞内某些代谢调节物质合成。

(3) 脂肪是脂溶性维生素的溶剂 饲料中维生素A、维生素D、维生素E、维生素K必须溶解在脂肪中才能被羊体消化吸收。

(4) 脂肪为动物提供必需脂肪酸 羔羊在生长发育过程中，必须从饲料中获得必需脂肪酸。必需脂肪酸中亚油酸最为重要。

(5) 脂肪是构成羊产品（乳、肉等）的组成成分。

4. 必需脂肪酸 凡是体内不能合成，必须由日粮供给，或能通过体内特定先体物形成，对机体正常机能和健康具有重要保



护作用的脂肪酸都叫必需脂肪酸，亚油酸、亚麻油酸、花生油酸都属必需脂肪酸。羊缺乏必需脂肪酸时，皮肤损害，出现角质鳞片。体内水分经皮肤损失增加，毛细管变得脆弱。免疫力下降，生长受阻，繁殖力下降，甚至死亡。在正常饲养条件下，成年羊由于瘤胃微生物能合成必需脂肪酸，能满足需要而不会产生必需脂肪酸缺乏。但羔羊必须从饲料中获得所需要的必需脂肪酸。

四、维生素的营养需要

维生素是羊健康、生长发育、繁殖后代和维持生命所必需的重要营养物质，主要以辅酶和催化剂的形式广泛参与体内代谢的多种化学反应，从而保证机体组织器官的细胞结构和功能的正常，以维持动物正常健康和各种生产活动。体内一般不能合成维生素（维生素C、烟酸除外），羊瘤胃微生物能合成机体所需的B族维生素和维生素K。目前已确定的维生素有14种，按照溶解性将其分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。

（一）脂溶性维生素

脂溶性维生素是指不溶于水，可溶于脂肪及其他脂溶性溶剂中的维生素。脂溶性维生素有维生素A（视黄醇）、维生素D（麦角固醇 D_2 和胆钙化醇 D_3 ）、维生素E（ α -生育酚）和维生素K（甲萘醌）。

1. 维生素A 维生素A有视黄醇、视黄醛和视黄酸3种衍生物。维生素A只存在于动物性饲料中，植物中含有维生素A原——类胡萝卜素，以 β -胡萝卜素活性最强。维生素A可在肝脏中大量贮存。

（1）维生素A的生理功能 维持视觉，维持骨骼的生长发育，促进幼龄动物的生长，与动物繁殖有关，增强机体免疫力和抗感染能力。

（2）维生素A的缺乏与过量 维生素A缺乏时，有下列症状：①对弱光的敏感度降低而引起夜盲症，视力减弱，甚至全

盲；②羊因骨变形从而影响肌肉和神经，导致运动不协调、步态蹒跚、麻痹和痉挛等；③影响体蛋白合成及骨组织的发育，造成羔羊精神不振，食欲减退，生长发育受阻；④可使羊生殖腺上皮细胞角化，母羊的胚胎畸形，受胎率下降等，公羊睾丸精细管变性；⑤增强机体免疫力和抗感染能力。

长期摄入过量或突然摄入过量的维生素 A 均有可能引起动物中毒。维生素 A 过多引起的中毒症状一般是器官变性，生长缓慢和失重，特异性症状为骨折、胚胎畸形、痉挛、麻痹甚至死亡等。

2. 维生素 D 维生素 D 主要包括存在于植物中的维生素 D₂ 和维生素 D₃。维生素 D₂ 的先体是来自植物的 D₂ 原（麦角固醇）经紫外线照射而成。维生素 D₃ 来自动物的 D₃ 原（7-脱氢胆固醇）经紫外线照射后的产物。

（1）维生素 D 的生理功能 促进肠道钙和磷的吸收，提高血液钙磷水平，它是促进骨骼正常钙化所必需的。

（2）维生素 D 的缺乏与过量 维生素 D 缺乏时，会造成羔羊的佝偻病和成年羊的软骨病，使动物的免疫力下降。维生素 D 过多会产生许多不良影响，主要病变是软组织普遍钙化，长时间的过量摄入还会干扰软骨的生长，还会产生厌食、失重、血钙升高和血磷酸盐降低等症状。

3. 维生素 E 维生素 E 是一种化学结构近似酚类的化合物。天然存在的共有 8 种，其中以 α -生育酚分布最广，活性最强，它本身是一种很好的生物抗氧化剂。

（1）维生素 E 的生理功能 抗氧化作用；可促进性腺发育，调节性功能；具有抗应激作用，不仅能增强机体的体液免疫反应，而且能提高细胞免疫功能和中性粒细胞的功能；能提高羊肉贮藏期间的稳定性，延缓颜色变化，使产品的稳定性提高。

（2）维生素 E 的缺乏与过量 缺乏时其症状与硒的缺乏相似，主要有桑椹心、肌肉营养不良、肝坏死、渗出性素质病、贫



血、繁殖机能下降、神经系统失调、运动器官麻痹、动物产品酸败和羔羊的白肌病等。脂肪组织褪色、肌肉营养障碍以及免疫力下降等。羊能耐受 100 倍于维生素 E 需要量的剂量。

4. 维生素 K 天然存在的维生素 K 中活性物质有 2 种，维生素 K₁（叶绿醌）和维生素 K₂（甲基萘醌），维生素 K₃（ α -甲基萘醌）和维生素 K₄ 是人工合成的。维生素 K 耐热，不溶于水，但易被碱、强酸、光和辐射等分解。

（1）维生素 K 的生理功能 维生素 K 主要参与凝血，催化肝脏中凝血酶原和凝血因子 II、凝血因子 VII、凝血因子 IX 和凝血因子 X 的形成，通过凝血因子的作用使血液凝固。

（2）维生素 K 的缺乏与过量 当维生素 K 缺乏时，血液凝固的正常速度将显著降低，从而引起出血。羊的瘤胃能合成维生素 K，因此一般很少缺乏。天然的维生素 K₁ 和维生素 K₂ 是无毒的。大剂量维生素 K₃ 使红细胞不稳定而溶血、引发正铁血红蛋白尿和卟啉尿症。

（二）水溶性维生素

水溶性维生素包括整个 B 族维生素和维生素 C（抗坏血酸）。B 族维生素有维生素 B₁（硫胺素）、维生素 B₂（核黄素）、维生素 B₆（包括吡哆醇，吡哆醛，吡哆胺）、维生素 B₁₂（氰钴胺素）、烟酸（尼克酸）、泛酸、叶酸、生物素和胆碱。B 族维生素主要作为辅酶，催化碳水化合物、脂肪和蛋白质代谢中的各种反应。羊的机能正常时，瘤胃微生物能合成足够其所需的 B 族维生素，一般不需日粮提供，但瘤胃功能不健全的羔羊除外。羊在体内能合成一定数量的维生素 C，在高温、运输、疾病等逆境情况下，对维生素 C 需要量增大。

1. 维生素 B₁ 由 1 分子嘧啶和 1 分子噻唑通过 1 个甲基桥结合而成，含有硫和氨基，故称硫胺素。维生素 B₁ 极易溶于水，受热、遇碱迅速破坏。维生素 B₁ 构成许多细胞酶的辅酶成分，以二磷酸硫胺素的活性形式参与代谢过程中丙酮酸的氧化脱羧反

应。维生素 B₁ 作为神经介质和细胞膜的组成成分，参与脂肪酸、胆固醇和神经介质乙酰胆碱的合成，影响神经节细胞膜离子的转移，降低磷酸戊糖途径中转酮酶的活性而影响神经系统的能量代谢和脂肪酸的合成。

2. 维生素 B₂ 由 1 个二甲基异咯嗪核和 1 个核醇结合而成。它是橙黄色的结晶，微溶于水，耐热，对自然光和紫外线很敏感，极易被破坏。维生素 B₂ 是构成生物氧化过程中所必需的两个辅酶（黄素腺嘌呤二核苷酸和黄素单核苷酸）的成分，参与碳水化合物、脂肪及蛋白质的氧化与代谢，在氧化过程中起着传递氢的作用，同时与视觉有关，为生长和组织修复所必需。

3. 维生素 B₆ 包括吡哆醇、吡哆醛和吡哆胺 3 种吡啶衍生物。对热、酸和碱稳定，对光敏感而易破坏。强氧化剂很容易使吡哆醛变成生物学上无活性的 4-吡哆酸，合成的吡哆醇是白色结晶。维生素 B₆ 是氨基酸脱羧酶、转氨酶等的辅酶成分，参与动物体内的许多代谢反应，包括氨基酸代谢、碳水化合物代谢和脂肪代谢，主要通过转氨基作用、无氧化脱氨基作用、脱羧基作用和氨基酸的脱硫作用而发挥作用。维生素 B₆ 的拮抗物有羟基嘧啶、脱氧吡哆醇和异烟肼。

4. 维生素 B₁₂ 维生素 B₁₂ 是结构最复杂的、唯一含有金属元素钴的维生素，有多种生物活性形式，呈暗红色结晶，易吸湿，可被氧化剂、还原剂、醛类、抗坏血酸、二价铁盐等破坏。维生素 B₁₂ 是数种辅酶的组成成分，主要以二脱氧腺苷钴胺素和甲钴胺素两种辅酶的形式参与多种代谢活动，如嘌呤和嘧啶的合成、甲基的转移、由氨基酸合成蛋白质的过程以及碳水化合物和脂肪的代谢。同时可使机体的造血机能处于正常状态，促进红细胞的发育和成熟。

5. 尼克酸 尼克酸是嘧啶的衍生物，很容易转变为尼克酰胺。尼克酸和尼克酰胺都是白色、无味的针状结晶，溶于水，耐热。是维生素中结构最简单、理化特性最稳定的一种。尼克酸主



要是辅酶Ⅰ和辅酶Ⅱ的组成成分，是促进机体脂肪、碳水化合物和蛋白质代谢所必需，还参与蛋白质、DNA的合成及修补等生物反应。

羊瘤胃微生物能合成尼克酸。但饲喂高营养浓度日粮的肉羊，日粮中亮氨酸、精氨酸和甘氨酸的过量，色氨酸的不足，高的能量浓度，含有腐败的脂肪和使用某些可使尼克酸利用率降低的饲料等，都会增加羊对尼克酸的需要。

6. 泛酸 泛酸是由 β -丙氨酸借肽键与2,4-二羟-3,3-二甲基丁酸缩合而成的一种酸性物质。游离的泛酸是一种黏滞性的油状物，不稳定，易吸湿，也易被酸、碱和热破坏。泛酸主要作为辅酶A (CoA) 和酰基载体蛋白 (ACP) 的组成成分，辅酶A是碳水化合物、脂肪和氨基酸代谢中许多乙酰化反应的重要辅酶，在细胞内的许多反应中起重要作用。酰基载体蛋白在脂肪酸碳链的合成中能代替辅酶A起作用。

7. 生物素 生物素有8种异构体，常规条件下很稳定，腐败的脂肪和胆碱能使它失去活性，紫外线照射可使其缓慢破坏。生物素主要功能是在脱羧反应、羧化反应和脱氨反应中充当辅酶，参与碳水化合物、脂肪和蛋白质的代谢。此外，生物素还与溶菌酶活性及皮脂腺的功能有关。

8. 叶酸 叶酸由一个喋形环、对氨基苯甲酸和谷氨酸结合而成，也叫喋酰谷氨酸。它是橙黄色的结晶粉末，无臭无味。叶酸有多种生物活性形式。对热稳定，遇光分解，能被酸、碱、氧化剂和还原剂破坏。叶酸主要以四氢叶酸的形式作为辅酶参与一碳基团的转移，在嘌呤、嘧啶、胆碱及蛋白质合成中发挥作用，叶酸的缺乏会影响到神经缺陷，也影响动物的免疫功能。

9. 胆碱 胆碱是 β -羟基乙酸三甲基胺羟化物，无色具黏滞性的碱性较强的液体，易吸潮，溶于水。胆碱作为结构物质发挥作用，形成卵磷脂和神经磷脂，在肝脏脂肪的代谢中起重要作用，

能防止脂肪肝的形成，是乙酰胆碱的重要组成部分，同时也是一个不固定的甲基来源。缺乏胆碱时，精神不振，食欲丧失，生长发育缓慢，贫血，衰竭无力，关节肿胀，运动失调，消化不良等。

10. 维生素 C 维生素 C 是己糖衍生物，以能防治坏血病而得名抗坏血酸 (ascorbic acid)。它是一种白色带黄的结晶粉末，不存在于干燥的食物中，加热很容易破坏。结晶的抗坏血酸在干燥的空气中比较稳定，但少量的金属离子可加速它的破坏。

维生素 C 广泛参与机体多种生化反应，具有可逆的氧化还原特性。抗氧化作用和间接的抗应激特性，增强动物的免疫功能和抗病力；参与胶原蛋白和黏多糖等物质的合成，促进结缔组织、骨骼、牙齿和血管细胞间质的形成和维持它们的正常机能；维持体内许多羟酶的活性，参与脯氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸等的羟基化反应；在动物消化道中还原 Fe^{3+} 为 Fe^{2+} ，维持其还原状态，并促进肠道对铁的吸收和铁在体内的转运和利用；促进肉毒碱的合成，减少甘油三酯在血浆中的积累，防止坏血病和生理病变；在叶酸还原成四氢叶酸过程中起作用，影响叶酸在体内的贮存，防止贫血。

羊一般都能合成维生素 C，在妊娠、泌乳和甲状腺机能亢进情况下，维生素 C 吸收减少和排泄增加，在高温、寒冷、运输等逆境和应激状态下以及日粮能量、蛋白、维生素 E、硒和铁等不足时，羊对维生素 C 的需要大大增加。

五、矿物质的营养需要

矿物质是动物生命活动所必需的众多营养素之一，在羊体内含量很低（表 2-3），但是羊生长、繁殖、泌乳、育肥、健康中不可缺少的营养物质。它的作用有参与体内各种生命活动，构成羊体组织器官，调节体内渗透压和酸碱平衡，参与三大有机物质代谢，维持细胞膜渗透性及神经肌肉的兴奋性等。



表 2-3 绵羊体内和不同组织器官中矿物质元素含量

	钙	磷	钠	钾	氯	硫	镁	铁	锌	铜	锰	碘	硒	钴
	(%)							(毫克/千克)						
体内	2.00	1.10	0.13	0.17	0.11	0.10	0.06	78	26	5.3	0.4	0.2	—	0.01
肌肉	0.004	0.18	0.10	0.30	0.07	0.13	0.02	31	41	0.1	0.4	0.01	—	0.01
骨骼	16.70	8.60	0.40	0.20	0.10	0.20	0.03	93	65	8	0.3	—	—	0.03
红细胞	0.006	0.06	0.07	0.30	0.20	0.20	0.04	1 594	9	0.9	0.08	—	—	0.003
肝脏	0.005	0.30	0.08	0.30	0.20	0.20	0.20	233	44	105	4	0.20	—	0.13

(一) 常量元素

常量元素即体内含量不低于 0.01% 的元素，此类元素有钙、磷、钠、钾、氯、镁、硫 7 种。钠、钾是机体细胞内液的主要阳离子，在保持体液的酸碱平衡和渗透压方面起重要作用。镁是骨骼和牙齿的重要组成成分之一，机体的所有组织都含有镁，其作用主要是与钾、钠协同维持肌肉和神经兴奋性。硫是动物体内含硫氨基酸的组成成分，在动物被毛、角、爪中含量丰富。

1. 钙和磷

(1) 钙、磷的体内分布 钙、磷是羊体内含量最多的矿物质元素，平均占体重的 1%~2%，占体内矿物质总量的 65%~70%，其中 99% 的钙、80% 的磷构成骨骼和牙齿，其余存在于软组织和体液中。

(2) 钙、磷的生理功能 钙是骨骼和牙齿的重要成分，参与支持结构物质的组成，起支持保护作用；参与血液凝固，维持血液 pH 以及肌肉和神经的正常功能，调节神经兴奋性，改变细胞膜通透性，激活多种酶的活性；促进胰岛素、儿茶酚胺、肾上腺皮质固醇甚至唾液等分泌。磷除参与骨、齿构成外，主要以磷酸根形式参与许多物质代谢。

(3) 钙、磷缺乏症 常见缺乏症表现是生长减慢，生产力下降，食欲差，异食癖，饲料利用率低，骨生长发育异常，羔羊生

长停滞，发生佝偻病和骨软化症。缺钙可导致难产、胎衣不下和子宫脱出。母羊发情无规律、乏情、卵巢萎缩、卵巢囊肿及受胎率低，或发生流产，产下生活力很弱的羔羊。

(4) 钙、磷过量 过量钙与其他营养素之间的相互作用则可造成有害影响，高钙与磷、镁、铁、碘、锌、锰等相互作用可影响这些元素吸收利用，而出现缺乏症。因影响瘤胃微生物区系的活动而降低日粮中有机物质消化率等。高磷使血钙降低，继而刺激副甲状腺分泌增加引起副甲状腺机能亢进。

2. 镁

(1) 镁的体内分布 羊体含镁约占体重的 0.05%，其中 60%~70%存在于骨骼中，其余存在于软组织中。

(2) 镁的生理功能 镁作为骨骼和牙齿的成分，为骨骼正常发育所必需；作为磷酸酶、氧化酶、激酶、肽酶、精氨酸酶等多种酶的活化因子，在碳水化合物、蛋白质和脂肪代谢中起重要作用，参与遗传物质 DNA、RNA 和蛋白质合成；或直接参与酶组成，调节神经肌肉兴奋性，保证神经肌肉的正常功能。

(3) 镁缺乏和过量 反刍动物需镁量高，一般是非反刍动物的 4 倍左右，饲料中镁含量变化大、吸收率低会使羊出现镁缺乏症，又称“草痉挛”。其主要表现为神经过敏，肌肉发抖，呼吸弱，心跳过速，抽搐，死亡。镁过量可使羊中毒，主要表现为昏睡，运动失调，腹泻，采食量下降，生产力降低，甚至死亡。实际生产中使用含镁添加剂混合不均时可能导致中毒。

3. 钠、钾、氯

(1) 钠、钾、氯的体内分布 钠大部分分布于体液中，其次为肾和骨骼，皮肤、肺及脑中的含量也丰富。钾主要分布于细胞内液。各组织器官中含量以肾、肝中最高，皮肤和骨骼中最少。氯主要分布于体细胞外液中，肾脏中氯含量最高，其他器官较少。

(2) 钠、钾、氯的生理功能 体内钠、钾、氯的主要作用是



作为电解质维持渗透压，调节酸碱平衡，控制水的代谢。钠对传导神经冲动和营养物质吸收起重要作用。细胞内钾参与糖和蛋白质的代谢，钾离子还影响神经肌肉的兴奋性。

(3) 钠、钾、氯缺乏与过量 缺乏钠、钾和氯，表现为食欲下降，生长缓慢，减重，皮毛粗糙，繁殖机能降低，饲料利用率低，生产力下降。三种元素中缺乏任何一种均可能使羊表现生长缓慢或失重，食欲差。羊缺钠初期表现异食癖，对食盐特别有食欲。缺钠进一步发展则产生厌食，被毛粗糙，体重减轻。羔羊缺钾，食欲明显变差。高钾日粮会影响镁和钠的吸收。育肥羊日粮精料或非蛋白氮物质比例过高或大量使用玉米青贮等饲料可能出现缺钾症。日粮中补充食盐能满足钠和氯的需要。

4. 硫

(1) 硫的体内分布 少量以硫酸盐形式存在于血液中，大部分以有机形式存在于蛋氨酸、胱氨酸及半胱氨酸等含硫氨基酸中。维生素中的硫胺素、生物素中也含硫。羊毛含硫量高达4%左右。

(2) 硫的生理功能 含硫氨基酸可合成体蛋白质、被毛以及许多种激素，还可合成软骨素基质、牛黄酸等。硫是能量代谢中起重要作用的辅酶A的成分；是碳水化合物代谢中起重要作用的硫胺素的成分；硫作为黏多糖的成分参与胶原和结缔组织的代谢等。羊还能利用无机硫合成黏多糖。

(3) 硫的缺乏与过量 羊缺硫时表现消瘦，生长缓慢，利用纤维素的能力降低，采食量下降。产毛绵羊的饲粮中需较高的硫。硫过量时，可产生厌食、失重、便秘、腹泻、抑郁等毒性反应，甚至死亡。

(二) 微量元素

微量元素即体内含量低于0.01%的元素。目前查明的有20种，包括铁、锌、铜、锰、碘、硒、钴、钼、氟、铬、镉、硅、矾、镍、锡、砷、铅、锂、硼、溴。后10种是已知必需元素中

需要量最低者，实际生产中基本上不出现缺乏症。

1. 铁

(1) 铁的体内分布 绵羊体内铁含量高达 80 毫克/千克，羊体内的铁 60%~70% 存在于血红蛋白中，2%~20% 分布于肌红蛋白中，0.1%~0.4% 分布在细胞色素中，约 1% 存在于转运载体化合物和酶系统中。肝、脾、骨髓是主要的贮铁器官。

(2) 铁的生理功能 铁是血红蛋白和肌红蛋白的重要组成成分；铁直接参与细胞色素氧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶、黄嘌呤氧化酶等的组成，催化各种生化反应，参与体内物质代谢；铁还具有预防机体感染疾病的作用。

(3) 铁的缺乏和过量 缺铁的主要表现是小红细胞性贫血。长期喂奶的羔羊常出现缺铁，发生小细胞低色素性贫血，皮肤和黏膜苍白，食欲减退，生长缓慢，体重下降，舌乳头萎缩，呼吸频率增加，抗病力弱，严重时死亡率升高。绵羊对日粮中铁的耐受量为 500 毫克/千克，过量饲喂也会引起中毒，表现为瘤胃弛缓、腹泻及肾功能障碍，严重时死亡。

2. 锌

(1) 锌的体内分布 广泛存在于各组织器官中，骨骼是含锌的主要器官。骨骼肌中锌的含量占体内总锌的 50%~60%，骨骼中约占 30%，羊毛、羊皮中锌含量也较多，其他组织器官含锌较少。

(2) 锌的生理功能 在不同的酶中，锌起着催化分解、合成，稳定酶蛋白四级结构，调节酶活性等多种生化作用；参与脱氨酸和黏多糖的正常代谢，维持上皮细胞和羊毛的正常形态、生长和健康；锌参与激素的形成、贮存、分泌，维持激素的正常功能；维持生物膜的正常结构和功能；锌对生物膜中正常受体机能具有保护作用，防止生物膜遭受氧化损害和结构变形。

(3) 锌的缺乏和过量 羊缺锌，生长慢，采食量下降，食欲差，繁殖机能受损，鼻黏膜和口腔黏膜发炎，出血，皮肤变厚，



被毛粗糙，关节变僵，肢端肿大。羔羊缺锌，眼和蹄上部出现皮肤不完全角化症。有角羊角环结构消失。踝关节可能肿大。锌过量使用也会引起中毒，表现为食欲不振和贫血。症状为剧烈呕吐、腹泻、疝痛不安。

3. 铜

(1) 铜的体内分布 主要分布于肝、脑、肾、心脏和羊毛中，其中约一半在肌肉组织中。羊体贮存的铜主要集中在肝，含量高达 100~400 毫克/千克。

(2) 铜的生理功能 铜能催化铁参与血红蛋白的形成，有利于血红蛋白合成和红细胞成熟；作为金属酶组成部分，直接参与体内代谢；铜对骨细胞、胶原和弹性蛋白形成都不可缺少，参与骨形成；参与羊毛色素沉着和角质化过程，参与与酶有关的含铜蛋白质的形成。

(3) 铜的缺乏和过量 缺铜会降低含铜金属酶在铁代谢中的作用，表现为贫血，血铜水平下降。羔羊表现为低色素小红细胞性贫血，母羊可表现出低色素和大红细胞性贫血。缺铜羊常患骨质疏松，引起骨折或骨畸形，羔羊或胎儿缺铜可表现出成骨细胞形成减慢或停止，共济运动失调，骨骼形成受阻，生长受阻，骨关节异常，腿关节软弱无力，飞节松弛，前肢弯曲，也可能引起腹泻，毛发色素褪色。肝内铜聚积出现黄疸症，引起肝坏死和肾功能障碍，大量铜转移到血液中会使红细胞溶解，发生血红蛋白尿和黄疸，使组织坏死，动物迅速死亡。

4. 锰

(1) 锰的体内分布 锰分布于所有的体组织中，以骨、肝、肾、胰腺中含量最高，骨中锰含量约占锰总量的 25%，主要沉积在骨的无机物中。肝脏中锰的含量比较稳定。

(2) 锰的生理功能 骨骼中的锰参与形成软骨素，是骨骼中软骨的必需成分。锰是参与碳水化合物、脂类、蛋白质和胆固醇代谢的一些酶类的组成成分。与生长繁殖有关，预防骨短粗症、

形成正常骨骼所必需，参与铜的造血功能。锰还是维持大脑正常代谢功能必需的。

(3) 锰的缺乏和过量 羊缺锰时采食量下降，饲料利用率低，生长发育受阻，骨骼形成缺陷，繁殖机能受损，导致神经系统机能紊乱。骨异常是典型的表现，绵羊表现站立和行走困难，关节疼痛，不能保持平衡。山羊出现跗骨小瘤，腿变形。锰过量时可干扰其他元素的吸收，如出现钙、磷和铁的缺乏症。锰中毒者较少见，锰中毒时，羊生长受阻、贫血和胃肠道损害，有时出现神经症状。

5. 硒

(1) 硒的体内分布 存在于羊体所有细胞中，体内含硒 0.05~0.2 毫克/千克。肌肉中硒含量最多，肾、肝中硒浓度最高，体内硒一般与蛋白质结合存在。

(2) 硒的生理功能 硒是谷胱甘肽过氧化物酶的组成成分。对体内氢或脂过氧化物有较强的还原作用，可减少脂类的过氧化反应，保持细胞膜结构完整和功能正常，延长细胞膜的生命。与动物的免疫机能有着密切的关系，能刺激免疫球蛋白及抗体的生成，提高机体体液免疫活性；参与谷胱甘肽过氧化物酶组成，对体内氢或脂过氧化物有较强的还原作用，维持细胞膜结构完整和功能正常。

(3) 硒的缺乏和过量 羊缺硒主要表现为白肌病，肌肉表面可见明显白色条纹。羔羊易发生。羊缺硒引发骨骼肌和心肌变性，出现生长缓慢，消瘦，影响繁殖性能，造成母羊不育或死胎。慢性中毒症状表现为肌肉衰退、行动失调、视力减退、消瘦、贫血、关节僵直、脱蹄、脱毛和影响繁殖等；急性中毒症表现为腹泻、体温升高、脉搏加快、衰竭、组织大量出血和水肿，由于呼吸困难，导致死亡。

6. 碘

(1) 碘的体内分布 碘分布于全身组织细胞中，羊体内含碘



很少，70%~80%存在于甲状腺内，是单个微量元素在单一组织器官中浓度最高的元素。血中碘以甲状腺素形式存在，主要与蛋白质结合，少量游离存在于血浆中。

(2) 碘的生理功能 主要功能是参与甲状腺素组成，构成甲状腺球蛋白 T_3 、 T_4 。碘在体内的主要功能是通过甲状腺素完成，甲状腺素几乎参与所有的物质代谢过程。维持体内热平衡，对繁殖、生长、发育、红细胞生成和血液循环等起调控作用。体内一些特殊蛋白质的代谢和胡萝卜素转变成维生素 A 的过程都离不开甲状腺素。

(3) 碘的缺乏和过量 羊缺碘可导致甲状腺肿大，生长发育停滞，皮肤、被毛及性腺发育不良，繁殖力下降。妊娠羊缺碘可导致胎儿死亡，产出死胎或新生胎儿无毛、体弱、重量轻、生长慢和成活率低。羔羊缺碘时甲状腺明显肿大。缺碘动物血液中甲状腺素浓度下降，细胞氧化能力下降，基础代谢率降低。饲料中含碘量过高时，饲料适口性下降，采食量下降。中毒动物症状为皮肤角化症、流涎、呕吐、腹泻、抽搐、昏迷、死亡。

7. 钴

(1) 钴的体内分布 以肝脏、肾脏、脾脏及胰脏中含量最多。羊摄入的钴主要贮积于肝中。

(2) 钴的生理功能 主要参与维生素 B_{12} 的合成，参与机体造血过程，并激活许多酶，同蛋白质及碳水化合物代谢有关。还可用于合成瘤胃微生物的其他生长因子，钴还可增强瘤胃微生物分解纤维素的活性。

(3) 钴的缺乏与过量 羊缺钴表现食欲差，生长慢或失重，异食癖，被毛粗糙，消瘦，生产性能下降，肝脏脂肪变性。肝、肾中维生素 B_{12} 浓度下降，瘤胃中钴和维生素 B_{12} 低于正常水平，血清维生素 B_{12} 含量显著下降。临床缺钴，一般表现生长不良，羔羊出生体弱，成活率低等。羊对钴的耐受力较强，生产中钴中毒的可能性很小，钴中毒是一种毒性较低的中毒症。过量使用时

出现厌食，体重下降，贫血。

8. 钼

(1) 钼的体内分布 钼主要储存于骨骼、肝脏和肌肉中。日粮低钼低硫，血液中钼主要存在于红细胞内；日粮高钼高硫，钼则主要在血浆中以铜钼蛋白存在。

(2) 钼的生理功能 钼作为黄嘌呤氧化或脱氢酶、醛氧化酶、亚硫酸盐氧化酶等的组成，在嘌呤代谢中具有重要作用，参加体内氧化还原反应。钼还是硝酸盐还原酶和细菌脱氢酶的组成成分。对刺激羔羊瘤胃微生物活动、提高粗纤维消化等起重要作用。

(3) 钼的缺乏与过量 羊缺钼表现生长受阻，繁殖力下降，流产等。绵羊对钼的耐受敏感，钼中毒表现严重腹泻、失重、贫血、形态憔悴等，最后引起死亡。

9. 氟

(1) 氟的体内分布 体内 95%以上的氟以氟磷灰石的形式沉积于骨和齿中。

(2) 氟的生理功能 保护牙齿健康及抑制牙齿表面酶和酸细菌代谢的作用，增加牙齿强度和骨强度，预防成年羊产生骨松症。氟能降低钙在主动脉的沉积。

(3) 氟的缺乏与过量 动物在低氟摄入条件下，可通过肾脏的重吸收作用和骨对氟的亲合力，减少其排泄，以保证体内需要。氟中毒是一种累积性的慢性中毒。骨有积蓄大量氟的能力，只有摄入的氟超过沉积能力，才会进入软组织引起生理代谢紊乱或功能异常。骨骼病变较牙齿病变早。氟中毒的主要表现是软骨生长减慢，类骨质过度生长，骨膜肥厚，钙化程度降低；牙齿变色，齿形态变化，永久齿可能脱落；血氟含量明显增加。

10. 铬

(1) 铬的体内分布 动物体内的铬浓度很低，主要是毒性低的三价铬，分布于肝、脾及肾中，血液、皮肤、骨骼中含量较



少。随着羊年龄增加，体内铬含量减少。

(2) 铬的生理功能 与尼克酸、甘氨酸、谷氨酸、胱氨酸形成有机螯合物。对调节碳水化合物、脂类、蛋白质代谢有重要作用，促进许多酶的活化，铬是胰岛素的辅助因子，铬和胰岛素相互作用使血糖变为能量或以糖原和脂肪的形式贮存。有助于动物体内代谢，抵抗应激影响。

(3) 铬的缺乏与过量 饲料中缺铬时葡萄糖在血液中的运转速度仅为正常时的一半，使机体不能有效利用糖，胆固醇或血糖浓度相对升高，动脉粥样硬化，生长不良，繁殖性能下降，甚至表现出神经症状。铬中毒则表现接触性皮炎，鼻中隔溃疡或穿孔，甚至可能导致肺癌。急性中毒主要表现是瘤胃或皱胃产生溃疡。

六、能量的营养需要

能量是物质做功的能力，以热能、光能、机械能、电能和化学能等不同形式表现出来。储存于饲料营养物质分子化学键中的化学能是羊可以利用的唯一能量形式。

(一) 羊体所需能量的来源

羊体所需的能量来源于碳水化合物、脂肪和蛋白质三大类营养物质。最重要的能量是从挥发性脂肪酸中取得的。脂肪和脂肪酸提供的能量约为碳水化合物的 2.25 倍。碳水化合物可分为非结构性碳水化合物和结构性碳水化合物两大类，其中非结构性碳水化合物存在于细胞内容物中，结构性碳水化合物存在于细胞壁中。

(二) 能量的作用

饲料中的营养物质进入机体以后，经过氧化分解后大部分以热量的形式表现。羊生命过程中的全部机体活动，如维持体温、消化吸收、营养物质的代谢，以及生长、繁殖、泌乳等均需消耗能量才能完成。当能量水平不能满足羊体需要时，生产力下降，

健康状况恶化，饲料能量的利用率降低。能量营养过剩则可造成机体能量大量沉积，繁殖力下降。

（三）饲料能量在体内的转化

饲料能量并不能全部被羊体所利用，在体内转化过程中有相当一部分会损失掉。

羊对饲料能量的利用效率可分为总效率和净效率两种：

总效率 = 产品能 / 食入有效能

净效率 = 产品能 / (食入有效能 - 维持能)

饲料总能是饲料中营养物质在氧弹式测热器中经完全燃烧时释放出的能量，它不能被羊体全部利用。粪能是在消化过程中以粪便的形式损失的部分能量，总能减去粪能就是可消化能。代谢能是指饲料总能减去粪能、尿能及消化道中发酵产生的甲烷气体能所剩余的生理有效能。净能是指代谢能减去热增耗后的能量，即羊维持生命所需的和存在于奶、肉等产品中的能量。热增耗是指羊食入饲料后额外增加的产热，即由于消化、吸收活动及中间代谢过程所造成的能量损失。

七、水的作用

水对维持羊的生命活动极其重要。构成羊机体的成分中水分最多。初生羔羊身体含水 80% 左右，成年羊含水 50%。动物失去全部脂肪、半数蛋白质或失去 40% 的体重时仍能存活，但若脱水 5% 则食欲减退，脱水 10% 则生理失常、代谢紊乱，脱水 20% 就会死亡。

（一）羊体内水的来源

羊体内的水来源于 3 个方面：饮水、饲料水和代谢水。

1. 饮水 饮水是动物体内水的主要来源。羊饮水量的多少与羊的生产时期、饲料和日粮结构、环境温度等有关。

2. 饲料水 饲料水是动物体内水的另一重要来源，饲料中水分含量在 5%~95%（表 2-4）。饲料水中含有很多易吸收的



营养物质，品质优良的牧草和多汁饲料常有一定的催乳作用。羊采食的饲料性质不同，获取水分的多少也不同，如果饲料来源的水分少，羊饮水即增多。

表 2-4 部分饲料中水分含量 (%)

饲料	水分	饲料	水分
鲜酒糟	64~75	籽实饲料	12~15
青绿多汁料	75~85	干粗料	5~12
青贮料	80	配合饲料	10~15

3. 代谢水 是指 3 大有机物质在动物体内氧化分解或合成过程中产生的水。代谢水只能提供羊需水量的 5%~10%。

(二) 羊体内水的排泄

羊体内的水完成复杂的代谢过程后，通过粪、尿的排泄，肺的呼吸作用和皮肤的蒸发，以及乳汁分泌等途径排出体外，保持体内水的平衡。

1. 通过粪和尿的排泄 羊的排尿量受总摄水量、饲料性质、动物活动量以及环境温度等多种因素影响。随尿液排出的水可占总排水量的一半左右。饮水量越少，环境温度越高，动物的活动量越大，由尿排出的水就越少。羊粪中水分受饲料性质和饮水量的影响。

2. 通过肺的呼吸作用和皮肤的蒸发 肺以水蒸气呼出的水量，随环境温度的升高和动物活动量的增加而增加。皮肤表面失水一方面是由于血管和皮肤的体液中的水简单扩散到皮肤表面而蒸发，另一方面是通过排汗失水，皮肤出汗和散发体热与体温调节密切相关。

3. 经动物产品排泄 泌乳动物泌乳也是排出水的重要途径。羊的泌乳主要指奶羊所产的乳，羊奶中含水量高达 87% 左右。

(三) 水的营养生理功能

动物体内不含化学意义上的纯水。细胞外和细胞内体液中的

水，作为无机物和有机物的溶剂，称自由水。在胶体体系中与蛋白质结合的水，或者存在于细胞内的水合离子和与纤维分子之间封闭起来的水称结合水。

1. 水是动物体的主要组成成分 水的表面张力较高，动物体内的水大部分与蛋白质结合形成胶体，使组织细胞具有一定的形态、硬度和弹性，以利于完成各自的功能。

2. 水是一种理想的溶剂 很多化合物易在水中电解。动物体内水的代谢与电解质的代谢紧密结合。体内各种营养物质的吸收、运送和代谢废物的排出都必须溶于水后才能进行。

3. 水是化学反应的介质 水参与很多生物化学反应，不但参与蛋白质、脂肪和碳水化合物的水解过程，而且与许多需要加入或释放水的中间代谢反应有关。有机体内所有聚合作用和解聚合作用都伴有水的结合或释放。

4. 水对体温的调节起重要作用 水能够储蓄热能、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。体内产热量过多时，热能由水吸收而不使体温升高。天热时羊通过喘息和出汗使水分蒸发散热，以保持体温恒定。

5. 水是一种润滑剂 含大量水分的唾液使羊能顺利地吞咽食物。关节囊液、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，起到润滑作用。

(四) 影响羊需水量的因素

羊的需水量受其种类、年龄、生产力、饲料性质以及气候条件等因素影响很大。泌乳羊需水量较多；饲料中粗纤维、蛋白质、矿物质含量高及气温高时，羊需水量较多。

1. 羊的种类 不同种类的羊需水量不同，如奶羊较育肥羊需水量多。

2. 日粮组成 日粮中蛋白质、矿物质盐和粗纤维的含量是影响需水量的重要因素。为排出多余的矿物盐和蛋白质代谢废物，需要较多的水加以稀释及溶解；粗纤维的发酵及未消化残渣



的排泄也需较多的水。所以羊如果采食矿物盐、蛋白质、粗纤维较多，需水量将会增加。

3. 生产性能 生产性能是决定需水量的重要因素。高产奶羊比同类的低产奶羊需水量多。

4. 气温 气温对羊需水量影响显著。一般气温高于 30°C 时，羊需水量明显增加；气温低于 10°C 时，羊需水量明显减少。

第三节 羊的营养研究进展

一、饲料的互作效应

各种营养物质在参与机体的生理活动的同时，它们之间还存在着相互转化、相互配合、相互制约的复杂关系，从而维持了生理平衡，保证了畜体健康。

饲料间的互作效应使得某一种饲料或日粮的采食量或利用率提高或降低，不同饲料的营养物质之间的整体互作效应即日粮配合的组合效应。这种组合效应实质上指的是不同饲料来源的营养性物质、非营养性物质及抗营养性物质间的整体效应。组合效应通常有 3 种情况，即正组合效应、负组合效应、零组合效应。衡量组合效应常用的指标有动物对日粮或日粮中某种饲料的采食量以及包括能量物质在内的所有营养物质的消化率与利用率。

（一）碳水化合物、脂肪和蛋白质的营养关系

1. 提供能量 羊体内所需要的能量主要由碳水化合物提供。当饲料中的碳水化合物不足时，机体就要动用储备的脂肪提供能量。当摄入的蛋白质数量超过实际需要或饲料中能量不足且机体储备脂肪耗尽时，机体可将多余的蛋白质或体蛋白转化为能源物质。

2. 相互转化 在畜体内，碳水化合物代谢中生成的磷酸甘油，可进一步转化为脂肪。糖类可转化为组成蛋白质的非必需氨基酸，脂肪组成中的甘油可转化为碳水化合物，也可经氨基转换

作用或氨基化作用转化为非必需氨基酸。组成蛋白质的各种氨基酸除亮氨酸外均可转变成糖类，然后转变成脂肪。

3. 相互影响 在碳水化合物、脂肪和蛋白质三者之间的关系中，最突出的就是碳水化合物和脂肪对蛋白质的节约作用。供给充足的碳水化合物或脂肪，可保证机体对能量的需要，从而减少蛋白质作为能源物质的分解代谢。当能量供给不足时，只提高日粮中的蛋白质水平会造成蛋白质的浪费。因此，饲料必须保持能量物质和蛋白质的比例适当，才能较好地发挥饲料的营养作用。

（二）能量物质与维生素的营养关系

脂肪是脂溶性维生素的溶剂，当饲料中缺乏脂肪时，可影响脂溶性维生素的吸收和在体内的运转；但高脂肪的饲料可使核黄素的用量显著增加。维生素也可影响碳水化合物的正常代谢。当维生素 A 不足时，糖原的合成速度显著减缓；当硫胺素不足时，可影响糖类的氧化供能，或导致辅酶的合成不能正常进行。

（三）氨基酸之间的营养关系

1. 协同关系 在机体代谢过程中，某些氨基酸之间存在着协同关系。可表现在 3 个方面，一是增加一种氨基酸可避免另一种氨基酸的缺乏，如胱氨酸可转化为蛋氨酸；酪氨酸可转化为苯丙氨酸。二是某些氨基酸可消除另一种氨基酸因过量产生的有害作用，如赖氨酸过量可严重阻碍幼畜的生长，若增加精氨酸或苏氨酸的摄入量可缓解赖氨酸过量的有害作用。三是多种氨基酸同时添加效果更好，如赖氨酸和蛋氨酸均为限制性氨基酸时，单补其中一种则效果不佳。

2. 拮抗关系 某些氨基酸之间的竞争所引起的对抗关系，如赖氨酸与精氨酸、蛋氨酸与甘氨酸、苯丙氨酸与苏氨酸、亮氨酸与异亮氨酸、异亮氨酸与缬氨酸或苯丙氨酸等。两种相互对抗的氨基酸，过量的一方取代了不足的一方在物质代谢中的地位。

3. 氨基酸平衡 饲料中各种必需氨基酸的数量及其相互间



的比例必须与动物的实际需要相符合，称“氨基酸平衡”。若饲料的氨基酸组成中有一种或几种氨基酸的数量过多或过少，则会造成氨基酸的平衡失调，使蛋白质的合成过程受到限制，从而降低了羊的生产性能。只有按家畜的饲养标准将各种氨基酸的数量调整到平衡状态，才能更有效地发挥蛋白质的营养作用。

（四）钙、磷比例与维生素 D 的营养关系

钙、磷比例是影响钙吸收的重要因素。无论钙或磷哪一方的比例偏高，均会使难溶性的磷酸盐数量增多，从而影响钙的吸收。钙或磷的不足则会影响钙在骨骼中的沉积。因此，一般认为饲料中的钙磷比例以 1 : 1 到 2 : 1 为宜。维生素 D 能调节钙、磷代谢，促进钙的吸收和在骨骼中的沉积。

（五）电解质的平衡关系

饲料的电解质平衡主要影响瘤胃的内环境。当给羊大量饲喂碳水化合物饲料时，会使乳酸在瘤胃内蓄积而造成酸中毒。因此，当饲料中混合精料的比例大于 60% 时，应添加 1% ~ 2% 的小苏打，或 1% 的小苏打和 0.8% 的氧化镁，使饲料由酸性变为碱性，以维持瘤胃内的电解质平衡。

（六）乙酸、丙酸比例对组合效应的影响

大量饲喂以低质粗饲料为主的日粮条件下，反刍动物从消化道内吸收的葡萄糖很少，机体每天所需要的 90% 以上的葡萄糖要靠糖原异生在体内合成来提供。糖原异生作用的主要前体物——丙酸在瘤胃发酵过程中所产生的数量和比例都很小，饲喂秸秆的羊和冬春季节放牧的羊很难上膘，甚至严重掉膘，母畜泌乳量下降，并出现代谢病等一系列生产问题。同时还会导致机体蛋白质代谢更加恶化，动物不得不动用饲料和体内的氨基酸合成葡萄糖。这样就会导致蛋白质沉积下降，氮平衡趋于负平衡，血液中生酮氨基酸的浓度升高，整体蛋白质代谢状况不断恶化。

（七）生糖前体物质对组合效应的影响及其调控

饲喂以甘蔗渣为基础日粮的肉羊添补尿素和蛋白质，要比添

补玉米增重快，饲料利用率高。但补给与玉米等能值的糖蜜时会降低饲料利用率。饲料间的互作效应是正还是负取决于所添补碳水化合物化合物的组成。添补玉米会出现正互作效应，玉米淀粉不易被瘤胃微生物所降解，只有一部分能够通过瘤胃在小肠水解成葡萄糖为畜体吸收利用。添补糖蜜会出现负互作效应，可能与添补糖蜜不能增加生糖前体物质有关。因为糖蜜极易为瘤胃微生物所降解，很少能够通过瘤胃在小肠水解成葡萄糖为畜体吸收利用。通过分别给仅饲喂干草（生糖能力低）以及干草与精料混合物（生糖能力高）的肉羊瘤胃灌注乙酸来调控日粮能量的沉积力，发现饲喂高生糖日粮的肉牛其所灌注的乙酸在组织中所贮存的能量要高于饲喂低生糖日粮的肉羊。

（八）瘤胃液 pH 改变引起的负组合效应

当瘤胃内环境改变特别是 pH 改变时，会对纤维物质的消化产生显著的影响。在以青、粗饲料为基础的日粮中补充较高比例的淀粉类精料时，随着日粮精料水平的提高，可发酵碳水化合物含量的上升，常会导致纤维消化率的显著下降，产生负的饲料组合效应。养殖实践中常通过营养调控来提高或控制瘤胃 pH，以缓解或消除这种添加精料所引起的负组合效应。

二、营养、环境与产品品质

影响肉羊产品品质的因素主要包括 3 个方面：遗传、营养、环境。肉质特性包括感官特性、加工品质、营养价值和卫生质量四个方面。

（一）能量、蛋白质水平

日粮蛋白质水平影响脂肪沉积，对肉品质有一定影响，脂肪沉积来源于饲料和由肝脏合成的脂肪。体脂沉积包括脂肪细胞素体脂增加和脂肪容积的扩大。饲喂高蛋白水平饲料的胴体脂肪减少，肌肉含量升高。降低蛋白质的摄入量，能导致胴体脂肪含量提高，随着蛋白质或氨基酸水平增加，瘦肉率显著增加但肉的嫩



度下降。日粮氨基酸的平衡状况对肉质也有影响。由于必需氨基酸水平与其平衡状况对饲料的摄入量影响较大，因此也就影响了体增重和胴体组成。赖氨酸对肌肉纤维类型没有影响，但能增加某些肌肉体积和肌纤维直径，增加背最长肌面积，降低嫩度。羔羊断奶后血浆中谷氨酸会下降，断奶时需短期补充谷氨酸，以提高生长育肥期的生产性能和胴体品质。添加色氨酸可有效解决与屠宰前应激有关的 PSE 肉（肉苍白、柔软、多汁）。生产中要使能量与蛋白质达到最佳平衡状态，日粮脂肪类型直接影响胴体脂肪类型。

（二）脂肪及其来源

不同来源的脂肪对体脂肪的组成有很大影响。日粮中添加玉米胚芽油，可使肌组织中不饱和脂肪酸含量升高，饱和脂肪酸含量下降。日粮中添加葵花籽油、亚麻油和鱼油，均能使腹脂中不饱和脂肪酸含量升高，而添加牛油则起相反作用。由于以上各种植物油和鱼油的饱和度很低，可见低饱和度油脂可增加胴体不饱和脂肪酸含量。另外，不饱和脂肪酸的形态对肉质的影响也不同。

（三）维生素

1. 维生素 E 维生素 E 主要通过它的抗氧化作用实现对动物产品品质的改善。维生素 E 的改善作用主要有：改善肉色，延缓宰后失色；减少滴水损失；影响肉的风味。日粮中添加维生素 E 能有效抑制鲜肉中高铁血红蛋白的形成，增强氧化血红蛋白稳定性，延长鲜肉保存时间。添加维生素 E 能改善肌肉风味和鲜度，在肉味评分上存在差异，肌肉味道更鲜。

2. 其他维生素 饲料中其他维生素（维生素 A、维生素 D、烟酸、泛酸、吡哆醇、生物素、叶酸、胆碱、维生素 C）均直接或间接地对肉品质产生不同程度的影响。维生素 C 具有抗氧化性，可防止脂肪氧化，另外还有缓解屠宰应激的作用。 β -胡萝卜素可防止脂肪过氧化，保持肉的风味，延长贮存时间。

(四) 矿物元素

1. 常量矿物元素 一些常量矿物元素对肉质有影响。高镁可提高肌肉的初始 pH，降低糖酵解速度，减缓 pH 下降，从而延缓应激，提高肉质。

2. 其他微量元素 通过补铬可降低肌肉糖原消耗，从而减少乳酸生成，减轻屠宰前应激，防止 PSE 肉产生。补铬可增加肌肉产量和瘦肉率，降低脂肪总量和脂肪率。饲料中添加硒及一定量维生素 E 和维生素 C，可降低背腰最长肌的滴水损失。由于有机砷饲料添加剂具有增强同化作用和兴奋神经系统、活跃造血机能的功效，因而可以促进红细胞和血红蛋白的新生，改善机体色素的形成，使皮肤红润、有光泽，从而促进屠体品质评级的提高。提高饲料中铜和铁的添加量，可增强肌肉中超氧歧化酶的活性，减少自由基对肉品质的损害，从而改善肉质。日粮中添加无机锗或有机锗均能明显改善胴体性状，提高屠宰率，且有机锗优于无机锗。添加矾可抑制肝脏内胆固醇的合成，并降低肝脏内磷脂和胆固醇的含量。

(五) 非常规饲料添加剂

L-肉碱能参与体内脂肪的氧化分解，生成三磷酸腺苷(ATP)，增加肉的鲜味。甜菜碱可通过增加动物体内肉碱合成而改善肉质。糖萜素具有清除自由基和抗氧化的作用。在饲料中广泛使用菜籽饼粉和胆碱会使禽蛋禽肉产生腥臭味。畜产品的风味、鲜嫩度等可通过改变日粮中各种营养素含量而得到改善。

三、羊瘤胃发酵调控

(一) 瘤胃发酵调控剂

瘤胃发酵是指瘤胃内微生物活动的综合过程，包括分解和合成两个方面。饲料中 70%~80% 的可消化干物质和 50% 的粗纤维在瘤胃中发酵。瘤胃发酵及胃肠道消化生理调控添加剂就是添加在饲料中、能合理控制瘤胃发酵及胃肠道消化生理过程的物



质。瘤胃发酵调控剂包括脲酶抑制剂、瘤胃代谢控制剂和缓冲剂等。

（二）抗生素饲料添加剂

所谓抗生素饲料添加剂是指那些在健康动物饲料中添加的，以改善动物营养状况和促生长为目的，具有抗菌活性的微生物代谢产物。由于抗生素饲料添加剂会干扰成年羊瘤胃微生物的生长，一般不在成年羊中使用，只应用于羔羊。到目前为止，在畜牧生产中作为饲料添加剂广泛使用的主要有四环素类、大环内酯类、多肽类、氨基糖苷类、聚醚类等。

（三）益生菌添加剂

益生菌又称活菌制剂或微生物制剂，用来解决由应激、疾病或者使用抗生素而引起的肠道内微生物平衡失调。益生菌包含活的微生物，通过在口腔、胃肠道、呼吸道或泌尿生殖道内发挥作用而改善羊的健康。益生菌是向动物消化道内导入对动物有益的活菌，帮助动物建立有利于宿主的肠道微生物群系，达到预防疾病和促生长的目的，与抗生素相比，其具有无毒、无抗药性、无残留、无副作用的特点。



重点难点提示

本讲的重点是羊对蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、微量元素、能量、水等的营养需要，主要是各种营养素的作用、消化吸收及代谢规律等，难点是羊的瘤胃发酵调控，需要对其调控机制准确了解。

7日通——第三讲

饲养标准及饲料营养价值



本讲目的

了解当前国内外绵羊、山羊的饲养标准及养羊常用的饲料营养成分价值，为在设计饲料配方时能够快速准确地选择合适的饲养标准提供理论支持。

□□□□

第一节 羊的营养需要及饲养标准

羊的饲养标准又叫羊的营养需要量，它是绵羊和山羊维持生命活动和从事生产（乳、肉、毛、繁殖等）对能量和各种营养物质的需要量。营养需要可分为维持需要和生产需要两类。羊对各种营养物质的需要量，因年龄、生长发育阶段、妊娠、泌乳等生理状态及生产目的的不同而差别较大。在饲养过程中，应根据其生理状态的特点，合理配合日粮，进行科学饲养，各种营养物质的需要，不仅要数量充足，而且要比例恰当，以满足羊对各种营养物质的需要。饲养标准就是反映绵羊和山羊在不同发育阶段、不同生理状况、不同生产方向和生产水平下对能量、蛋白质、矿物质和维生素等的需要量。

维持需要是指健康的羊体重不增不减，不进行任何生产（不生长、不繁殖、不产奶、不育肥、不产毛等），处于休闲或逍遥



状态，体内各种养分处于收支平衡时的营养需要，即维持基本生命活动所需的营养物质，表现在维持羊的正常消化、呼吸、循环、体温等正常的生命活动。如果这种需要得不到满足，就得动用体内原有贮存的养分，从而出现体重减轻等其他不良后果。

羊摄食的营养首先满足其维持需要，剩余的部分才用于生产，即生长、繁殖、泌乳、长肉、产毛和繁殖等生产活动，摄食营养的总量减去维持需要后的剩余部分即生产需要。由于绵羊、山羊的生产用途、年龄、生长发育阶段等不同，所需营养物质的数量和质量也是不同的。

在生产实际中，羊的生产需要具有重要的意义。生产需要占总营养需要量的比例越高，饲料的转化率就越高，饲养效果就越好。科学的日粮配合和良好的饲养管理措施可降低维持需要，提高饲料的利用率和养羊的经济效益。

一、维持需要

羊在维持饲养阶段仍进行生理活动，需要供给一定的碳水化合物，经代谢产生热能，维持最低的营养和消耗。羊需要的热能与活动程度有关，放牧羊比舍饲羊多消耗 50%~100% 的热量。羊体内各种酶的生成、内分泌活动、各组织器官的细胞更新均需要蛋白质。为维持羊体内各组织器官的正常活动，还需要一定量的维生素和矿物质。成年绵羊的维持需要见表 3-1。

表 3-1 成年绵羊的维持营养需要

体重 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
30	7.52	36	1.8	1.4	3.6	3.0
35	8.36	40	2.2	1.6	4.0	3.5
40	9.20	44	2.4	1.8	4.4	4.0
45	10.03	48	2.6	2.0	4.8	4.5

(续)

体重 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
50	10.87	52	2.8	2.2	5.2	5.0
60	12.54	60	3.2	2.5	6.0	6.0
70	14.21	68	3.6	2.7	6.8	7.0
80	15.47	74	4.0	3.0	7.4	8.0
90	17.14	82	4.4	3.3	8.2	9.0
100	18.39	88	4.7	3.6	8.8	10.0

山羊神经类型敏感，一般山羊的维持需要比绵羊高。

二、生产需要

(一) 育成生长的营养需要及饲养标准

1. 育成的生长需要 羊的生长，实际上是肌肉、羊毛、骨骼及各器官组织的增长，其中主要是蛋白质和矿物质的增加。从出生到8月龄，是羊一生中发育最快的时期。羊从出生到哺乳，从哺乳到1.5岁开始配种，经过哺乳期和断乳后育成期两个显著不同的生长发育阶段。在体重增长速度上，前期快于后期，公羊快于母羊。

羔羊在哺乳前期主要以母乳供给营养，而后期则以采食饲料为主，哺乳为辅，断乳后则单纯靠饲料供给营养。整个哺乳期的特点是：生长发育快，日增重可达200~300克；毛生长快，断乳时细毛羊的毛长可达4~5厘米；对蛋白质的需要量很高，每增长1单位体重，大致消耗5单位的母乳。羔羊哺乳期一般为3~4个月。从断乳到配种的这一时期（1.5岁）称为育成期。育成期主要靠草料来摄取营养，此期增重不如哺乳期快，但在8月龄前如营养条件好，日增重仍可达到150~200克。羊体躯各部分的生长发育强度并不一致。羔羊在育成阶段的营养充足与否，



直接影响其体重与体型。营养水平先好后坏，则四肢较长、体躯单薄、胸窄而浅、后躯短小；营养水平先坏后好，则影响其长度的生长，体型不匀称。因此，应根据羔羊生长强度的变化而调整营养水平，按生长需要供给营养物质。

哺乳期羔羊及育成前期羊的增重主要是蛋白质的增加，育成后期的增重主要是脂肪的增长，在体重 30 千克时，体内蛋白质占增重的 35%，而在体重 50~60 千克时则下降为 10%，脂肪比例上升到首位。羊在哺乳期和育成期生长发育较快，应满足钙、磷及维生素 A、维生素 D 的需要。哺乳期（2~4 月龄）羔羊，每只每天需可消化蛋白质 70~100 克，钙 3~5 克，磷 1.6~3.3 克。育成期羊每只每天需可消化蛋白质 100~140 克，钙 5.0~7.0 克，磷 3.0~4.0 克。

羊在育成期，骨骼仍在强烈生长，钙、磷需要量很大。如长期缺乏钙、磷或比例失调，就会使羊食欲减退、生长迟缓、增重减慢、饲料利用率降低。生长中的羊对维生素 A 和维生素 D 的需要仍很迫切。维生素 A 不足，则出现皮肤组织角质化、神经系统退化、性机能不良、易感染疾病等。维生素 D 不足，则生长不良或出现佝偻病。羊在育成期如营养不良，不仅影响当年的育成率，成熟期也将推迟，不能按时配种，而且还直接降低个体品质，体型不良、体质变弱、体小毛少、毛质不佳，严重时失去种用价值。

育成羊在第一个越冬期间，仍处于生长发育的旺盛时期，若饲养条件良好，仍有很高的增重潜力。公、母羊对营养条件的需求不同。公羊一般生长发育较快，生理上需要精料多，育成羊在越冬期间，除坚持放牧外，还要保持足够的青干草和青贮料来补饲，对种用小公羊，每天还应补喂混合精料。在整个育成时期，公羊的营养供给量要比母羊多些，精料比例也应高些。

2. 育成羊及空怀母羊的饲养标准 育成羊是指由断乳至初

配阶段，即4~18月龄时的羊。为了使育成母羊在秋季配种时达到中等以上的营养水平，在配种前5~6周应加强营养，同时掌握好放牧技术、增加放牧时间，在青草期抓好膘。空怀母羊的生理状态、营养需要与育成母羊相近，在制订饲养标准时，育成母羊与空怀母羊可共用一个饲养标准，见表3-2。

表3-2 育成母羊及空怀母羊的饲养标准

月龄	体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
4~6	25~30	1.2	10.9~13.4	70~90	3~4	2~3	5~8	5~8
6~8	30~36	1.3	12.6~14.6	72~95	4~5	3~3.2	6~9	6~8
8~10	36~42	1.4	14.6~16.7	73~95	4~5.5	3~3.5	7~10	6~8
10~12	37~45	1.5	14.6~17.2	75~100	5.2~6	3~3.6	8~11	7~9
12~18	42~50	1.6	14.6~17.2	75~95	6~6.5	3~3.6	8~11	7~9

育成公羊的饲养如没有得到足够重视，育成期达不到营养需要标准，种用性能得不到正常发挥。公羊在出售前进行特别培育，以超出饲养标准2~3倍供给营养，结果能暂时表现出优良性状，其后代并不一定表现出较好的生产性能。因此，育成公羊的饲养标准更为重要。表3-3为育成公羊饲养标准。

表3-3 育成公羊的饲养标准

月龄	体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
4~6	30~40	1.4	14.6~16.7	90~100	4.0~5.0	2.5~3.8	6~12	5~10
6~8	37~42	1.6	16.7~18.8	95~115	5.0~6.3	3.0~4.0	6~12	5~10
8~10	42~48	1.8	16.7~20.9	100~125	5.5~6.5	3.5~4.3	6~12	5~10
10~12	46~53	2.0	20.1~23.0	110~135	6.0~7.0	4.0~4.5	6~12	5~10
12~18	53~70	2.2	20.1~23.4	120~140	6.5~7.2	4.5~5.0	6~12	5~10



(二) 育肥的营养需要及饲养标准

1. 育肥的营养需要 羊的育肥分为羔羊育肥和成年羊育肥。育肥的目的是增加羊体的肌肉和脂肪部分，改善肉的品质。成年羊育肥主要是脂肪的蓄积，应喂给富含碳水化合物饲料。羔羊育肥则包括肌肉的生长和脂肪量的增加，需要较多的蛋白质和矿物质。增加的脂肪，主要蓄积在皮下结缔组织、腹腔（肠网膜）和肌肉。脂肪组织热能高，含水量为肌肉的 $1/4 \sim 1/3$ ，每增长 1 千克脂肪的能量需要相当于增长 2.6 千克肌肉的需要量，因此，羔羊育肥具有良好的胴体品质和较高的瘦肉率，也具有相对较高的经济价值。

羔羊或成年羊育肥所供给的营养，必须超过本身维持需要所需的营养物，才有可能在体内增长肌肉和沉积脂肪。肥育羔羊体重的增加，包括生长和肥育两部分，生长是肌肉组织（主要是蛋白质）和骨骼（主要由钙、磷构成）的增加；肥育则是脂肪的增加（主要由碳水化合物转化）。成年羊体重的增加，则主要是脂肪的增加。从蛋白质需要来看以肥育羔羊较多，从肥育效果来看也以肥育羔羊较好。羔羊增重快，饲料利用率高。同样肥育 40 千克体重的羔羊和成年羊，后者日需纯蛋白 100~120 克，饲料单位 1.2~1.4 千克；前者日需纯蛋白 75~100 克，饲料单位 1.1~1.5 千克。

羊的育肥方法可分为放牧育肥、舍饲育肥和混合育肥 3 种。放牧育肥属于低投入、低产出的育肥方法。放牧育肥羊所生产的肉脂，比舍饲育肥羊的细嫩芳香，膻味也较小。但因草场条件不同，育肥效果也有较大差异。舍饲育肥主要特点是不放牧，通过舍饲人为地投给饲草饲料进行育肥。育肥效果以幼龄羊为好，因其增重快。舍饲育肥时间通常为 75~100 天，在良好的饲料条件下可增重 10~15 千克。混合育肥是在秋末草枯后，对尚未抓膘的羊，特别是还有很大增重潜力的当年公羔羊，再延长一段育肥时间，在舍内补饲一些精料，可进一步提高胴体体重和肉脂的

品质，同时能够减轻草原压力。混合育肥投入少，见效快。

2. 育肥的饲养标准 为了使6~7月龄羔羊达到屠宰体重(40~45千克)，必须采取强度育肥。同时也需要加强哺乳母羊的饲养，以争取较高的羔羊断奶体重。羔羊断奶后，在加强放牧的同时，适当给予补饲，使其在放牧结束时，体重达到45~50千克。表3-4和表3-5为育肥羔羊和成年羊育肥的饲养标准。

表3-4 育肥羔羊的饲养标准

月龄	体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
3	25	1.2	10.5~14.6	80~100	1.5~2	0.5~1	3~5	2~4
4	30	1.4	14.6~16.7	90~150	2~3	1~2	4~8	3~5
5	40	1.7	16.7~18.8	90~140	3~4	2~3	5~9	4~8
6	45	1.8	18.8~20.9	90~130	4~5	3~4	6~9	5~8

表3-5 成年育肥羊的饲养标准

体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
40	1.5	15.9~19.2	90~100	3~4	2~2.5	5~10	5~10
50	1.8	16.7~23.0	100~120	4~5	2.5~3	5~10	5~10
60	2.0	20.9~27.2	110~130	5~6	3~3.5	5~10	5~10
70	2.2	23.0~29.3	120~140	6~7	3~4	5~10	5~10
80	2.4	27.2~33.5	130~160	7~8	4~4.5	5~10	5~10

(三) 繁殖的营养需要及饲养标准

1. 繁殖的营养需要 繁殖一般包括公羊的性成熟、精液的产生和交配，母羊的卵细胞形成、受胎妊娠、分娩及泌乳等过程。营养水平对公、母羊繁殖能力至关重要，它能影响内分泌腺激素的合成与释放、母羊的受胎及产羔率、公羊的精液品质等。配种前和配种期的营养水平对母羊受胎率和双羔率的差异也有一



定影响。亚麻油酸、次亚麻油酸、花生油酸等不饱和脂肪酸，是合成性激素的必需品，这些物质不足，也会使公、母羊的繁殖力受到影响。

母羊配种前应进行短期优饲，适当提高其营养水平，有利于母羊的发情和受胎。公羊在配种期需要的营养物质比非配种期要高。为了使公、母羊有较高的繁殖能力，应供给足量的蛋白质。公羊每产生1毫升精液，所消耗的营养物质约等于50克可消化粗蛋白质。精液中含有清蛋白、球蛋白、核蛋白和黏液蛋白等高质量的蛋白质。配种期公羊的热能需要一般比非配种期增加15%~20%，蛋白质需要增加50%~60%。例如：100千克体重的种羊，每日需要营养物2.5~3.0千克，消化能26.8~33.8兆焦，可消化粗蛋白质220~270克，钙11.0~13.0克，磷8.5~9.5克，胡萝卜素20~30毫克。维生素A、维生素D、维生素E及矿物质钙、磷不足，均会影响公、母羊繁殖性能。维生素A不足时，公羊精液品质变差，性欲下降，母羊则出现阴道、子宫、胎盘的角质化，影响受胎或早期流产。维生素D不足，可引起母羊和胚胎钙、磷代谢障碍。维生素E不足，生殖上皮和精子发生病理变化，母羊早期流产。B族维生素虽能在瘤胃内合成，但不足时也可使公羊睾丸萎缩，母羊停止繁殖。饲料中钙、磷缺乏，可使母羊不孕或流产，公羊精子形成受到影响。

母羊妊娠前3个月胎儿发育缓慢，饲料的质量要高，妊娠后期胚胎发育较快，对能量、蛋白质、矿物质、维生素需要量增大。妊娠后期母羊的能量代谢比空怀母羊高出20%~30%，蛋白质需要增加15%~20%，矿物质、维生素需要也相应增加。如50千克重的妊娠后期母羊，日需钙7.0~8.0克，磷4.0~4.5克，胡萝卜素10~12克，维生素A 4 000~4 500国际单位，维生素D 680~750国际单位，还应注意维生素E和硒的补给，以预防羔羊发生白肌病；维生素E对维持正常的妊娠、胎儿发育及公羊精液品质有重要作用。

(1) 繁殖公羊的营养需要 种公羊在配种前期就应注意蛋白质、矿物质和维生素的充分供给。对体重 80~90 千克的种公羊,在配种预备期(配种前 1~1.5 个月)开始补喂精料,饲喂量为配种期标准的 60%~70%。一般日补给精料 500 克、干草 3 千克、胡萝卜 0.5 千克、骨粉 5 克,然后逐渐增加到配种期的饲养标准。

配种时期,体重 80~90 千克的种公羊,每天需要 2 千克以上的饲料单位,250 克以上的可消化粗蛋白质,并随采精次数的多少,相应地调整标准喂量及其他特殊需要的饲料(牛奶、鸡蛋等)。日粮可按混合精料 1.2~1.4 千克、青干草 2 千克、胡萝卜 0.5~1.5 千克、骨粉 5~10 克饲喂。燕麦是配种期的最好饲料。黏米可改善性腺活动,提高精液品质。谷类、豆粕与麸皮混合喂饲,比单独饲喂效果更好。维生素 E 对公羊性腺活动有良好的作用,饲料中含量不足时应给予补充。

公羊在配种前 1 个月开始,在精料中添加二氢吡啶,日给量为 100 毫克,每天喂给一次,直至配种结束,可提高射精量和精液品质。配种期间如发生射精量减少和精液品质差时,可在精料中添加大蒜,切碎后混在精料中,每天喂 100 克左右。同时应增加胡萝卜给量,运动对公羊配种能力和精液品质有较大影响,每天早晨应保证半小时的运动量。配种期结束后,要继续加强种公羊的饲养。日粮标准和饲养制度要逐渐过渡,不能变化太大。要增加放牧时间,尽快使种公羊增膘复壮。

(2) 繁殖母羊的营养需要 由羔羊断乳到开始配种大约 3 个月的时间,是母羊的配种准备期。此期是母羊抓膘复壮,为配种妊娠贮备营养的时期。抓好母羊膘情,才能达到按时发情配种和妊娠。母羊配种前适当补饲,提高营养水平,能显著提高发情期受胎率。

营养、体重与排卵率之间有密切关系。配种前母羊每增重 1 千克,产羔率可增加 2.1%,而且发情整齐,产羔集中。在配种



前1~1.5个月的时间里，对配种母羊要加强放牧及抓膘，对部分膘情不好的母羊，还要进行短期优饲。

2. 繁殖的饲养标准 配种前母羊饲养标准按空怀期或育成期饲养标准即可，只需在配种准备期注意抓膘。种公羊全年都应该保持良好的体况，在非配种期，应保持中等以上的营养水平；在配种期，应保证较好的营养。从配种前1.5~2个月就逐步喂给配种期日粮。

表3-6 种公羊的饲养标准（每只每日）

体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	胡萝卜素 (毫克)
非配种期						
70	1.8~2.1	16.7~20.5	110~140	5.0~6.0	2.5~3.0	15~20
80	1.9~2.2	18.0~21.8	120~150	6.0~7.0	3.0~4.0	15~20
90	2.0~2.2	19.2~23.0	130~160	7.0~8.0	4.0~5.0	15~20
100	2.1~2.5	20.5~25.1	140~170	8.0~9.0	5.0~6.0	15~20
配种期（配种2~3次）						
70	2.2~2.6	23.0~27.2	190~240	9.0~10	7.0~7.5	20~30
80	2.3~2.7	24.3~29.3	200~250	9.0~11	7.5~8.0	20~30
90	2.4~2.8	25.8~31.0	210~260	10~12	8.0~9.0	20~30
100	2.5~3.0	26.8~31.8	220~270	11~13	8.5~9.5	20~30
配种期（配种4~5次）						
70	2.4~2.8	25.9~31.0	260~370	13~14	9~10	30~40
80	2.6~3.0	28.5~33.5	280~380	14~15	10~11	30~40
90	2.7~3.1	29.7~34.7	290~390	15~16	11~12	30~40
100	2.8~3.2	31.0~36.0	310~400	16~17	12~13	30~40

（四）母羊妊娠的营养需要及饲养标准

1. 妊娠的营养需要 母羊在妊娠期一方面供给胎儿生长发育所必需的营养，另一方面母羊自身也需要储备一定的营养为分

娩后泌乳做准备。妊娠前期营养不足常造成胚胎被母体吸收或流产；妊娠后期营养不足可造成胎儿某些部位的发育受阻，即使以后改善营养也难纠正，这是因为各部位的发育有其阶段性和不平衡性。

羊的胚胎发育进程为第一个月重1克，第二个月重80克，第三个月重900克，第四个月重2.9~3.0千克，第五个月重4.5~5.0千克。妊娠前期的胚胎发育很慢，后期则发育加快。在正常饲养下，胎儿和母羊共增重7~8千克，怀双羔或三羔的母羊增重可达15~20千克，其中蛋白质总蓄积量可达1.8~2.4千克（80%是妊娠后期蓄积的）。此期间对蛋白质的需求量很大，50千克体重的成年母羊，每天需要可消化粗蛋白质90~120克。

母羊妊娠后期的能量代谢比空怀期高出15%~20%。对钙、磷的需要也相应增加，50千克体重的成年母羊，钙的供给量每天应增加到8.8克，磷应增加到4克。维生素A和维生素D更不能缺乏，因其与钙、磷配合起作用；否则羔羊生后体质弱，抗病力差，母羊泌乳不足。妊娠期胡萝卜素给量不应少于18毫克。土壤缺硒的地区，还应注意维生素E和微量元素硒的补充，防止羔羊患白肌病。

母羊在妊娠前期的3个月中，胎儿发育比较缓慢，所需营养并不显著增多，但要求母羊能继续保持良好的膘情，此时应考虑适当补饲。日粮可由50%苜蓿、30%干草、15%玉米青贮和5%的精料组成。在此期间，母羊应避免吃霜草和霉烂饲料，不饮冰碴水，防止早期隐性流产。在妊娠后期的两个月中，胎儿生长发育很快，90%的体重在此期间完成。此期如营养不足，就会带来一系列不良后果。如羔羊出生体重极小，有的仅1.4千克，有的则刚露毛尖，都是因营养不足、毛囊发育不良所致。妊娠时间虽然同样是150天左右，但生理成熟仅相当于120~140日龄的发育程度，等于早产，吮吸反射推迟，抵抗力弱，极易发病死亡。母羊本身也出现脱毛现象，分娩时出现体力衰竭，泌乳减少。



母羊妊娠后期应增加营养供给，但不能超出饲养标准的20%，否则造成浪费，也易使母羊过肥，造成分娩无力，发生难产，泌乳机能下降，乳量减少，影响羔羊发育和羔羊成活率。在妊娠最后的5~6周内，怀单羔母羊在维持饲养基础上增加10%~15%，怀双羔母羊则增加15%~20%。这样可提高羔羊初生体重和母羊泌乳量，可促进胎儿的次级毛囊发育，因毛囊发育主要发生在胎儿115~135天，可改善后代的腹毛着生状况。

日粮组成可在妊娠前期增加5%精料的基础上，产前6周增加到18%，产前3周增加到30%。

2. 妊娠的饲养标准 妊娠前期（1~3个月）母羊应保持良好的体况，如母羊膘情欠佳，应在前期营养需要量的基础上增加20%~30%。妊娠后期（4~5个月），应将能量需要量增加30%~40%，可消化粗蛋白质增加40%~50%，以及更多的钙、磷。

表 3-7 妊娠母羊的饲养标准（每只每日）

体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
妊娠前期							
40	1.6	12.6~15.9	70~80	3~4	2~2.5	8~10	8~10
50	1.8	14.2~17.6	70~80	3~4	2.5~3	8~10	8~10
60	2.0	15.9~18.4	75~90	4~5	3~4	8~10	8~10
70	2.3	16.7~19.2	80~95	4~5	4~4.5	8~10	8~10
妊娠后期							
40	1.8	15.1~18.8	80~110	6~7	3.5~4	8~10	10~12
50	2.0	18.4~21.3	90~120	7~8	4~4.5	8~10	10~12
60	2.2	20.1~21.8	95~130	8~9	4~5	9~10	10~12
70	2.4	21.8~23.4	100~140	8~9.5	4~4.5	9~10	10~12

(五) 泌乳的营养需要及饲养标准

1. 泌乳的营养需要 母羊每昼夜的泌乳量，泌乳前半期为 1.2~1.5 千克，后半期为 0.6~1 千克，带双羔母羊约高出 20%~30%。每昼夜所产乳汁中，含有干物质 150~250 克，其中脂肪、蛋白质和乳糖各 60~80 克。羊奶中含有乳酪素、清蛋白、乳糖、乳脂、常量矿物质、微量元素及维生素，这些成分经乳腺细胞合成分泌而来，母羊饲料中应含有足够的营养，如日粮所提供的蛋白质、碳水化合物、矿物质和维生素不足，都会直接影响羊乳的产量和质量。

泌乳是一个高消耗性的过程。母羊在最高泌乳时期的营养需要，约为空怀母羊的 3 倍。羔羊每增重 100 克需母乳 500 克，而生产 500 克乳需要 3 000 焦的净能、33 克蛋白质、1.8 克钙和 1.2 克磷。饲料中供给的蛋白质须高出乳中所含蛋白质的 1.4~1.6 倍。如蛋白质供给不足，不但影响产奶量，还会降低乳脂的含量，同时母羊的体况也下降。乳酪素和清蛋白，是生物学价值最高的蛋白质。乳中的矿物质以钙、磷、钾、氯为主，1 千克绵羊乳中含钙 1.74 克，磷 1.29 克，氯 1.3 克，钾 0.8 克，同时还含有钠、铁、镁等。因此，饲料中也必须供给相应的矿物质，供给量应为乳中矿物质含量的 1 倍左右。饲料中还必须含有足量的维生素 A 和维生素 D，维生素 D 缺乏会影响羔羊的生长发育，尤其影响羔羊体内钙、磷的沉积，易造成软骨症。

(1) 哺乳前期的营养需要 哺乳前期的 2 个月中，母乳是羔羊营养的主要来源。母乳转化为羔羊增重的效率约为每千克鲜乳增重 0.176 千克。为满足羔羊生长发育的需要，就需要提高母羊的泌乳量。牧区产冬羔的，在哺乳期正值牧草枯黄季节，因母羊处于哺乳时期，应在精料给量上比妊娠后期略增加一些。饲料上应尽可能多喂优质干草、青贮料和多汁料。

在产后 1~3 天内，对膘好的母羊不必补饲精料，以防发生消化不良和乳房炎。精料增加时，瘤胃产酸过多，对消化功能和



哺乳都造成损害。母羊泌乳一般在产后 20~30 天时达到最高峰,在此期间营养的充足供应至关重要。营养不良时,母羊体重下降,有的羊被毛出现饥饿痕或脱毛现象,对断乳后恢复膘情不利。在泌乳开始的前 25 天内,平均每天产乳量热能约为 6.9 兆焦,日产乳量可使羔羊日增重 300 克。

(2) 哺乳后期的营养需要 在哺乳后期的 2 个月中,母羊泌乳能力渐渐下降,即使加强补饲,供给充足营养,也很难达到哺乳前期的泌乳水平。在哺乳后期,羔羊已能采食大量精料和干草,对母乳的依赖程度减少,母乳仅能满足羔羊本身生长发育所需营养的 5%~10%。因此,在哺乳后期对母羊可降低或取消精料的补饲。另外,在哺乳后期已进入青草返青期,母羊饲养可转为以放牧为主。

2. 泌乳的饲养标准 哺乳母羊的营养需要,取决于母羊的泌乳量。母羊的泌乳量越高,羔羊的平均日增重越大。因此,根据初生羔羊 20~25 天哺乳的日增重,可以确定母羊的营养需要量,制定哺乳期的饲养标准。

哺乳母羊钙和磷的需要量是根据乳中钙、磷的含量和羊对饲料中钙、磷的利用率提出的。在哺乳期喂给低钙日粮,骨中钙、磷减少,骨变脆、易折,产乳量下降,但乳中含钙、磷并不减少,是因为母羊动用了自身的钙、磷贮存。哺乳母羊从饲料中采食过多的钙无副作用。

表 3-8 哺乳母羊的饲养标准 (每只每日)

体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
单羔或保证羔羊日增重 200~250 克							
40	2.0	18.0~23.4	100~150	7~8	4~5	10~12	6~8
50	2.2	19.2~24.7	110~190	7~8.5	4~5.5	12~14	8~10
60	2.4	23.4~25.9	120~200	8~9	4~5	13~15	8~12
70	2.6	24.3~27.2	120~200	8~9.5	5~5.8	13~15	9~15

(续)

体重 (千克)	风干饲料 (千克)	消化能 (兆焦)	可消化粗 蛋白质(克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	胡萝卜素 (毫克)
双羔或保证羔羊日增重 300~400 克							
40	2.8	21.8~28.5	150~200	8~10	5.5~6	13~15	8~10
50	3.0	23.4~29.7	180~220	9~11	6~6.5	14~16	9~12
60	3.0	24.7~31.0	190~230	9~11	6~7	15~7	10~13
70	3.2	29.5~33.5	200~240	10~12	6~7.5	15~17	12~15

(六) 产毛的营养需要

毛纤维是由蛋白质组成的,其中存在含硫氨基酸,如胱氨酸。胱氨酸在羊毛角质蛋白中占9%~14%,而常用牧草中只有1.1%~1.5%。一般生产1吨羊毛,需消耗8~10吨植物性蛋白质。在总可消化营养物质中,可消化粗蛋白质达到18%才能满足羊的产毛需要,羊体沉积的蛋白质用于形成羊毛的比例很小。羊用于产毛的能量需要也较少,一只50千克体重的绵羊,每天需要约4602千焦净能,其中用于产毛的只有418千焦,产毛的能量需要只占维持需要的10%左右。

矿物质对羊毛品质有明显影响,其中以硫和铜比较重要。在毛囊发生的角质化过程中,有机硫是一种重要的刺激因子,既可增加羊毛产量,也可改善于毛的弹性和手感。饲料中硫和氮的比例一般以1:10为宜,但会因品种和生产方向的不同而不同。缺铜时,毛囊内代谢受阻,毛的弯曲减少,毛色素的形成也受影响。严重缺铜时,还能引起铁的代谢紊乱,造成贫血,产毛量也下降。

第二节 羊的饲养标准

目前,世界各国几乎均有自己的绵羊饲养标准,我国进行



羊的营养需要研究起步比较晚，目前已完成湖羊、中国美利奴羊、大小尾寒羊、新疆细毛羊、内蒙古细毛羊、萨能奶山羊的饲养标准制定工作。而大部分绵羊品种的饲养标准正在制定中。另外，国外饲养标准中被普遍接受和广泛使用的是美国NRC标准。

一、中国美利奴羊的饲养标准

中国美利奴羊饲养标准，运用析因法原理，采用消化代谢试验、比较屠宰试验和呼吸面具测热法等相配合的方法，制定出中国美利奴羊不同生理阶段和生产情况下的饲养标准。

表 3-9 中国美利奴羊妊娠母羊的饲养标准

体重 (千克)	干物质 (千克)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 D (国际单位)	β -胡萝卜素 (微克)	维生素 E (国际单位)
妊娠前期 (妊娠 1~15 周)								
40	1.2	8.8	122	5.3	2.8	222	276	18.0
45	1.3	9.6	134	5.7	3.0	250	311	19.5
50	1.4	10.5	145	6.2	3.2	278	345	21.0
55	1.5	11.3	156	6.6	3.6	305	380	22.5
60	1.6	11.7	166	7.0	3.7	333	414	24.0
妊娠后期 (妊娠最后 6 周)								
40	1.4	12.1	151	8.8	4.9	222	5 000	21.0
45	1.5	13.4	165	9.5	5.3	250	5 625	22.5
50	1.7	14.2	179	10.7	6.0	278	6 250	25.5
55	1.8	15.5	201	11.3	6.3	305	6 875	27.3
60	1.9	16.3	205	12.0	6.7	333	7 500	28.5
65	2.0	17.6	217	12.6	7.0	361	8 125	30.0

表 3-10 中国美利奴羊泌乳前期母羊的饲养标准

体重 (千克)	泌乳量 (千克)	干物质 (千克)	代谢能 (兆焦)		粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 D (国际单位)	β-胡萝卜素 (微克)	维生素 E (国际单位)
			ΔW* =0	ΔW** =50	ΔW =0	ΔW =50					
40	0.8		13.8	15.1	214	222	11.9	6.5	222	5 000	26
	1.0	1.70	15.1	16.3	232	241	11.9	6.5	222	5 000	26
	1.2		16.3	17.6	251	259	11.9	6.5	222	5 000	26
45	0.8		14.6	15.9	225	235	12.6	6.8	250	5 625	27
	1.0	1.80	15.9	17.2	244	253	12.6	6.8	250	5 625	27
	1.2		17.2	18.4	263	272	12.6	6.8	250	5 625	27
50	0.8		15.5	16.7	234	243	13.2	7.2	278	6 520	29
	1.0	1.90	16.7	18.0	251	259	13.2	7.2	278	6 520	29
	1.2		18.0	19.3	269	278	13.2	7.2	278	6 520	29
55	0.8		15.9	17.2	242	251	14.0	7.6	305	6 875	30
	1.0	2.00	17.2	18.4	261	270	14.0	7.6	305	6 875	30
	1.2		18.8	20.1	280	289	14.0	7.6	305	6 875	30
60	0.8		16.7	18.0	250	259	14.7	8.0	333	7 500	32
	1.0		18.0	19.3	269	278	14.7	8.0	333	7 500	32
	1.2	2.10	19.3	20.5	288	296	14.7	8.0	333	7 500	32
	1.4		20.9	22.2	306	315	14.7	8.0	333	7 500	32
	1.6		22.2	23.4	325	334	14.7	8.0	333	7 500	32
65	0.8		17.6	18.8	259	268	15.4	8.4	361	8 125	33
	1.0		18.8	20.1	278	287	15.4	8.4	361	8 125	33
	1.2	2.20	20.1	21.3	297	305	15.4	8.4	361	8 125	33
	1.4		21.3	22.6	315	324	15.4	8.4	361	8 125	33
	1.6		22.6	24.8	334	343	15.4	8.4	361	8 125	33

* ΔW=0 表示不增重；

** ΔW=50 表示增重 50 克。



表 3-11 中国美利奴羊育成母羊的饲养标准

体重 (千克)	日增重 (克)	干物质 (千克)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 D (国际单位)	β -胡萝卜素 (微克)	维生素 E (国际单位)
	50	0.8	6.4	65	2.4	1.1	111	1 380	12
20	100	0.7	7.7	80	3.3	1.5	111	1 380	11
	150	0.9	9.7	94	4.3	2.0	111	1 380	14
	50	0.9	7.2	72	2.8	1.3	139	1 725	14
25	100	0.8	8.7	86	3.7	1.7	139	1 725	12
	150	1.0	10.8	101	4.6	2.1	139	1 725	15
	50	1.0	8.1	77	3.2	1.4	167	2 070	15
30	100	0.9	9.6	92	4.1	1.9	167	2 070	14
	150	1.1	11.8	116	5.0	2.3	167	2 070	17
	50	1.1	8.9	83	3.5	1.6	194	2 415	17
35	100	1.0	10.5	98	4.5	2.0	194	2 415	15
	150	1.2	12.7	112	5.4	2.5	194	2 415	18
	50	1.2	9.7	88	3.9	1.8	222	2 760	18
40	100	1.1	11.3	103	4.8	2.2	222	2 760	16
	150	1.3	13.7	117	5.7	2.6	222	2 760	20
	50	1.3	10.5	94	4.3	1.9	250	3 105	20
45	100	1.2	12.2	108	5.2	2.4	250	3 105	17
	150	1.4	14.7	129	6.1	2.9	250	3 105	21
	50	1.4	11.3	99	4.7	2.1	278	3 450	21
50	100	1.2	13.1	113	5.6	2.5	278	3 450	19
	150	1.5	15.7	128	6.5	3.0	278	3 450	22

表 3-12 中国美利奴羊育成公羊的饲养标准

体重 (千克)	日增重 (克)	干物质 (千克)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 D (国际单位)	β -胡萝卜素 (微克)	维生素 E (国际单位)
20	50	0.9	6.7	95	2.4	1.1	111	1 380	13
	100	0.8	8.0	114	3.3	1.5	111	1 380	12
	150	1.0	10.0	132	4.3	2.0	111	1 380	14
25	50	0.9	7.2	105	2.8	1.3	139	1 725	14
	100	0.9	9.0	123	3.7	1.7	139	1 725	13
	150	1.1	11.1	142	4.6	2.1	139	1 725	16
30	50	1.1	8.5	114	3.2	1.4	167	2 070	16
	100	1.0	10.0	132	4.1	1.9	167	2 070	14
	150	1.2	12.1	150	5.0	2.3	167	2 070	17
35	50	1.2	9.3	122	3.5	1.6	194	2 415	18
	100	1.0	10.9	140	4.5	2.0	194	2 415	16
	150	1.3	13.2	159	5.4	2.5	194	2 415	19
40	50	1.3	10.2	130	3.9	1.8	222	2 760	19
	100	1.1	11.8	149	4.8	2.2	222	2 760	17
	150	1.4	14.2	167	5.8	2.6	222	2 760	20
45	50	1.4	11.1	138	4.3	1.9	250	3 105	21
	100	1.2	12.7	156	5.2	2.9	250	3 105	18
	150	1.5	15.3	175	6.1	2.8	250	3 105	22
50	50	1.5	11.8	146	4.7	2.1	278	3 450	22
	100	1.3	13.6	165	5.6	2.5	278	3 450	20
	150	1.6	16.2	182	6.5	3.0	278	3 450	23
60	50	1.7	13.4	161	5.4	2.4	333	4 140	25
	100	1.5	15.4	179	6.3	2.9	333	4 140	22
	150	1.7	18.2	198	7.3	3.3	333	4 140	26
65	50	1.7	14.2	168	5.7	2.6	361	4 485	25
	100	1.6	16.3	187	6.7	3.0	361	4 485	23
	150	1.8	19.3	205	7.6	3.4	361	4 485	28
70	50	1.9	15.0	175	6.2	2.8	389	4 830	28
	100	1.6	17.1	194	7.1	3.2	389	4 830	25
	150	1.9	20.3	212	8.0	3.6	389	4 830	29



表 3-13 中国美利奴羊种公羊的饲养标准

体重 (千克)	干物质 (千克)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	食盐 (克)	维生素 D (国际单位)	β -胡萝卜素 (微克)	维生素 E (国际单位)
非配种期									
70	1.7	15.5	225	9.5	6.0	10	500	17	51
80	1.9	17.2	249	10.0	6.4	11	540	19	54
90	2.0	18.8	272	11.0	6.8	12	580	21	57
100	2.2	20.1	294	11.5	7.2	13	615	23	60
110	2.4	21.8	316	11.5	7.6	14	650	25	63
120	2.5	23.4	337	12.0	8.0	15	680	27	66
配种期									
70	1.8	18.4	339	12.1	9.0	15	780	17	63
80	2.0	20.1	375	12.6	9.5	16	820	32	66
90	2.2	22.2	409	13.2	9.9	17	860	37	72
100	2.4	23.8	443	13.8	10.5	18	900	42	75
110	2.6	25.9	476	14.4	10.8	19	940	47	78
120	2.7	27.6	508	15.0	11.3	20	980	52	81

表 3-14 中国美利奴羊妊娠母羊矿物质需要量

元素名称	需要量 (占干物质的%)	元素名称	饲料干物质需要量 (毫克/千克)
食盐	精料的 1 或日粮的 0.5	铁	30~50
	妊娠前 15 周 0.44	铜	7~11
钙	妊娠最后 6 周 0.63	钴	0.1~0.2
	妊娠前 15 周 0.23	锰	20~40
磷	妊娠最后 6 周 0.35	锌	20~33
硫	0.14~0.26	钼	0.5
镁	0.12~0.18	硒	0.1~0.2
钾	0.50~0.80	碘	0.1~0.8

表 3-15 中国美利奴羊种公羊微量元素需要量

体重 (千克)	铜 (毫克)	锌 (毫克)	钴 (毫克)	锰 (毫克)	碘 (毫克)	硒 (毫克)
非配种期						
70	12	49	0.6	65	0.5	0.28
80	13	54	0.7	70	0.5	0.30
90	14	57	0.7	74	0.6	0.32
100	14	60	0.7	78	0.6	0.32
110	15	64	0.8	84	0.7	0.35
120	16	67	0.8	87	0.7	0.36
配种期						
70	15	64	0.8	84	0.7	0.30
80	16	67	0.8	84	0.7	0.34
90	17	70	0.8	91	0.7	0.36
100	18	73	0.9	95	0.8	0.41
110	19	75	0.9	95	0.8	0.45
120	20	80	1.0	105	0.8	0.48

表 3-16 中国美利奴羊羔羊肥育饲养标准

体重 (千克)	日增重 (克/天)	干物质 (千克)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)
20	100	0.9	5.82	126
	150	0.9	6.32	139
	200	0.9	6.81	154
25	100	1.1	8.88	159
	150	1.1	9.38	173
	200	1.1	9.88	186
30	100	1.3	11.93	192
	150	1.3	12.43	206
	200	1.3	12.90	219
35	100	1.5	14.90	224
	150	1.5	15.45	238
	200	1.5	15.95	252

注：表 3-9 至表 3-16 摘自《中国美利奴羊营养需要量及饲料营养价值》(1992)。



二、美国 NRC (1985) 建议的绵羊饲养标准

NRC (1985) 修订的绵羊饲养标准, 规定了各类绵羊不同体重所需要的干物质、总消化养分、消化能、代谢能、粗蛋白质、钙、磷、有效维生素 A、维生素 E 的需要量。

表 3-17 美国 NRC (1985) 建议的绵羊的饲养标准

体重 (千克)	日增重 (克/天)	采食量 (千克)	消化能 (兆焦)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 E (国际单位)
成年母羊维持									
50	10	1.0	10.05	8.37	95	2.0	1.8	2 350	15
60	10	1.1	11.29	9.20	104	2.3	2.1	2 820	16
70	10	1.2	12.13	10.04	113	2.5	2.4	3 290	18
80	10	1.3	13.38	10.87	122	2.7	2.8	3 760	20
90	10	1.4	14.22	11.71	131	2.9	3.1	4 230	21
催情补饲 (配种前 2 周至配种后 3 周)									
50	100	1.6	17.15	14.22	150	5.3	2.6	2 350	24
60	100	1.7	18.40	15.06	157	5.5	2.9	2 820	26
70	100	1.8	19.66	15.89	164	5.7	3.2	3 290	27
80	100	1.9	20.49	16.73	171	5.9	3.3	3 760	28
90	100	2.0	21.33	17.56	177	6.1	3.9	4 230	30
非泌乳期 (妊娠前 15 周)									
50	30	1.2	12.55	10.04	112	2.9	2.1	2 350	18
60	30	1.3	13.38	10.87	121	3.2	2.5	2 820	20
70	30	1.4	14.22	11.71	130	3.5	2.9	3 290	21
80	30	1.5	15.06	12.55	139	3.8	3.3	3 760	22
90	30	1.6	15.89	13.38	148	4.1	3.6	4 230	24
妊娠最后 4 周 (预产羔羊率为 130%~150%) 或哺乳羔羊泌乳后 4~6 周									
50	180	1.6	17.15	14.22	175	5.9	4.8	4 250	24
60	180	1.7	18.40	15.06	184	6.0	5.2	5 100	26

(续)

体重 (千克)	日增重 (克/天)	采食量 (千克)	消化能 (兆焦)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 E (国际单位)
70	180	1.8	19.66	15.89	193	6.2	5.6	5 950	27
80	180	1.9	20.49	16.73	202	6.3	6.1	6 800	28
90	180	2.0	21.33	17.56	212	6.4	6.5	7 650	30
妊娠最后 4 周 (预计产羔率为 180%~225%)									
50	225	1.7	20.07	16.73	196	6.2	3.4	4 250	26
60	225	1.8	21.33	17.56	205	6.9	4.0	5 100	27
70	225	1.9	22.58	18.40	214	7.6	4.5	5 950	28
80	225	2.0	23.84	19.66	223	8.3	5.1	6 800	30
90	225	2.1	25.09	20.91	232	8.9	5.7	7 650	32
哺乳单羔前 6~8 周 (哺乳双羔 4~6 周)									
50	-25 (90)	2.1	25.09	20.49	304	8.9	6.1	4 250	32
60	-25 (90)	2.3	27.60	22.58	319	9.1	6.6	5 100	34
70	-25 (90)	2.5	30.11	24.67	334	9.3	7.0	5 950	38
80	-25 (90)	2.6	30.95	25.51	344	9.5	7.4	6 800	39
90	-25 (90)	2.7	31.78	26.35	353	9.6	7.8	7 650	40
哺乳双羔前 6~8 周									
50	-60	2.4	28.86	23.42	389	10.5	7.3	5 000	36
60	-60	2.6	30.95	25.51	405	10.7	7.7	6 000	39
70	-60	2.8	33.46	27.60	420	11.0	8.1	7 000	42
80	-60	3.0	35.97	29.27	435	11.2	8.6	8 000	45
90	-60	3.2	38.47	31.37	450	11.4	9.0	9 000	48
青年母羊妊娠前 15 周									
40	160	1.4	15.06	13.38	156	5.5	3.0	1 880	21
50	135	1.5	16.30	12.54	159	5.2	3.1	2 350	22
60	135	1.6	17.15	14.22	161	5.5	3.4	2 820	24
70	125	1.7	18.40	15.06	164	5.5	3.7	3 290	26



(续)

体重 (千克)	日增重 (克/天)	采食量 (千克)	消化能 (兆焦)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 E (国际单位)
妊娠后 4 周 (预计产羔率为 100%~120%)									
40	180	1.5	17.15	14.22	187	6.4	3.1	3 400	22
50	160	1.6	18.40	15.06	189	6.3	3.4	4 250	24
60	160	1.7	19.66	16.31	192	6.6	3.8	5 100	26
70	160	1.8	20.91	17.15	194	6.8	4.2	5 950	27
妊娠后 4 周 (预计产羔率为 130%~175%)									
40	225	1.5	18.40	15.06	202	7.4	3.5	3 400	22
50	225	1.6	19.66	15.89	204	7.8	3.9	4 250	24
60	225	1.7	20.49	16.73	207	8.1	4.3	5 100	26
70	225	1.8	20.91	17.15	210	8.2	4.7	5 900	27
哺乳单羔前 6~8 周 (羔羊 8 周断奶)									
40	-50	1.7	20.49	16.73	257	6.0	4.3	3 400	26
50	-50	2.1	25.51	20.91	282	6.5	4.7	4 250	32
60	-50	2.3	28.02	23.00	295	6.8	5.1	5 100	34
70	-50	2.5	30.53	25.09	301	7.1	5.6	5 400	38
哺乳双羔前 6~8 周 (羔羊 8 周断奶)									
40	-100	2.1	26.76	21.75	306	8.4	5.6	4 000	32
50	-100	2.3	29.27	23.84	321	8.7	6.0	5 000	34
60	-100	2.5	31.87	25.93	336	9.0	6.4	6 000	38
70	-100	2.7	34.29	27.60	351	9.3	6.9	7 000	40
育成母羊									
30	227	1.2	14.22	11.71	185	6.4	2.6	1 410	18
40	182	1.4	16.73	13.80	176	5.9	2.6	1 880	21
50	120	1.5	16.31	13.38	136	4.8	2.4	2 350	22
60	100	1.5	16.31	13.38	134	4.5	2.5	2 820	22
70	100	1.5	16.31	13.38	132	4.6	2.8	3 290	22

(续)

体重 (千克)	日增重 (克/天)	采食量 (千克)	消化能 (兆焦)	代谢能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 E (国际单位)
育成公羊									
40	330	1.8	20.91	17.15	243	7.8	3.7	1 880	24
60	320	2.4	28.02	23.00	263	8.4	4.2	2 820	26
80	290	2.8	32.62	26.76	268	8.5	4.6	3 760	28
100	250	3.0	35.13	28.86	264	8.2	4.8	4 700	30
育肥幼羊 (4~7 月龄)									
30	295	1.6	17.15	14.22	191	6.6	3.2	1 410	20
40	275	1.6	22.58	18.40	185	6.6	3.3	1 880	24
50	205	1.6	22.58	18.40	160	5.6	3.0	2 350	24
早期断奶羔羊 (生长潜力中等)									
10	200	0.5	7.53	5.85	127	4.0	1.9	470	10
20	250	1.0	14.64	12.13	167	5.4	2.5	940	20
30	300	1.3	18.40	15.06	191	6.7	3.2	1 410	20
40	345	1.5	21.33	17.56	202	7.7	3.9	1 880	22
50	300	1.5	21.33	17.56	181	7.0	3.8	2 350	22
早期断奶羔羊 (生长潜力高)									
10	250	0.6	8.78	7.11	157	4.9	2.2	470	12
20	300	1.2	16.72	13.79	205	6.5	2.9	940	24
30	325	1.4	20.06	16.72	216	7.2	3.4	1 410	21
40	400	1.5	20.90	17.14	234	8.6	4.3	1 880	22
50	425	1.7	23.83	19.65	240	9.4	4.8	2 350	25
60	350	1.7	23.83	19.65	240	8.2	4.5	2 820	25



表 3-18 美国 NRC 推荐的绵羊矿物质、微量元素需要量

元素名称	需要量 (占日粮干物质的%)	元素名称	需要量 (毫克/千克日粮干物质)	最大耐受水平 (毫克/千克日粮干物质)
食盐	0.09~0.18	铁	30~50	500
钙	0.20~0.82	铜	7~11	25
磷	0.16~0.38	钼	0.5	10
镁	0.12~0.18	钴	0.1~0.2	10
钾	0.50~0.80	锰	20~40	1 000
硫	0.14~0.26	锌	20~33	750
		硒	0.1~0.2	2
		碘	0.10~0.80	50
		氟	—	60~150

相对绵羊来说,各国对山羊的营养研究较少,重视程度较低,因此,山羊的饲养标准较粗糙。

三、美国 NRC (1981) 推荐的山羊饲养标准

表 3-19 山羊维持饲养标准

体重 (千克)	干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
	A	B			TP	DP				
10	0.28	0.24	2.38	1.34	22	15	1	0.7	400	84
20	0.48	0.40	4.02	2.26	38	26	1	0.7	700	144
30	0.65	0.54	5.43	3.05	51	35	2	1.4	900	195
40	0.18	0.67	6.73	3.81	63	43	2	1.4	1 200	243
50	0.95	0.79	7.98	4.52	75	51	3	2.1	1 400	285
60	1.09	0.91	9.115	5.15	86	59	3	2.1	1 600	327
70	1.23	1.02	10.24	5.77	96	66	4	2.8	1 800	369
80	1.26	1.13	11.33	6.40	106	73	4	2.8	1 800	357
90	1.48	1.23	12.37	6.99	116	80	5	2.8	2 200	444
100	1.60	1.34	13.42	7.57	126	86	5	3.5	2 400	480

注: 1. 本标准适用于舍饲、活动少及早期妊娠母羊。

2. A: 当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量; B: 当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP: 总蛋白; DP: 可消化蛋白。

表 3-20 山羊维持+低活动量饲养标准

体重 (千克)	干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
	A	B			TP	DP				
10	0.36	0.30	2.97	1.67	27	19	1	0.7	500	108
20	0.60	0.50	5.02	2.85	46	32	2	1.4	900	180
30	0.81	0.67	6.78	3.85	62	43	2	1.4	1 200	243
40	1.01	0.84	8.45	4.77	77	54	3	2.1	1 500	303
50	1.19	0.99	9.96	5.61	91	63	4	2.8	2 000	408
60	1.36	1.14	11.42	6.44	105	73	4	2.8	2 000	408
70	1.54	1.28	12.84	7.24	118	82	5	3.5	2 300	462
80	1.70	1.41	14.18	7.99	130	90	5	3.5	2 600	510
90	1.85	1.54	15.48	8.74	142	99	6	4.2	2 800	555
100	2.00	1.67	16.78	9.46	153	107	6	4.2	3 000	600

注：1. 本标准适用于在集约化草场放牧或热带气候条件下及早期妊娠母羊。

2. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。

表 3-21 山羊维持+中度活动量饲养标准

体重 (千克)	干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
	A	B			TP	DP				
10	0.43	0.36	3.60	2.01	33	23	1	0.7	600	129
20	0.72	0.60	6.02	3.39	55	38	2	1.4	1 100	216
30	0.98	0.81	8.16	4.60	74	52	3	2.1	1 500	294
40	1.21	1.01	10.13	5.69	93	64	4	2.8	1 800	363
50	1.43	1.19	11.97	6.78	110	76	4	2.8	2 100	429
60	1.64	1.37	13.72	7.70	126	87	5	3.5	2 500	492
70	1.84	1.53	15.40	8.66	141	98	6	4.2	2 800	552
80	2.03	1.69	16.99	8.62	156	108	6	4.2	3 000	609
90	2.22	1.85	18.58	10.46	170	118	7	4.9	3 300	666
100	2.41	2.01	20.17	11.38	184	128	7	4.9	3 600	723

注：1. 本标准适用于半干旱地区、缓坡丘陵地区及早期妊娠母羊。

2. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。



表 3-22 山羊维持+高度活动量饲养标准

体重 (千克)	干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
	A	B			TP	DP				
10	0.50	0.42	4.18	2.34	38	26	2	1.4	800	150
20	0.84	0.70	7.03	3.93	64	45	2	1.4	1 300	252
30	1.14	0.95	9.54	5.35	87	60	3	2.1	1 700	342
40	1.41	1.18	11.80	6.65	108	75	4	2.8	2 100	423
50	1.67	1.39	13.97	7.90	128	89	5	3.5	2 500	501
60	1.92	1.60	16.02	8.99	146	102	6	4.2	2 900	576
70	2.14	1.79	17.95	10.12	165	114	6	4.2	3 200	642
80	2.37	1.98	19.83	11.20	182	126	7	4.9	3 600	510
90	2.59	2.16	21.56	12.22	198	138	8	5.6	3 900	777
100	2.81	1.34	23.51	13.25	215	150	8	5.6	4 200	843

注：1. 本标准适用于干旱地区、植被稀疏地区及山区、早期妊娠母羊。

2. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。

表 3-23 山羊妊娠单羔所需额外营养物质

干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
A	B			TP	DP				
0.71	0.59	5.94	3.34	82	57	2	1.4	1 100	213

注：1. 本标准适用于不同体重范围的山羊。

2. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。

表 3-24 山羊不同日增重所需额外营养物质

日增重 (千克)	干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
	A	B			TP	DP				
50	0.48	0.15	1.51	0.84	14	10	1	0.7	300	54
100	0.36	0.30	3.01	1.67	28	20	1	0.7	500	108
150	0.54	0.45	4.52	2.51	42	30	2	1.4	800	162

注：1. 本标准适用于不同体重范围的山羊。

2. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。

表 3-25 产 1 千克不同乳脂率奶所需额外营养物质

乳脂率 (%)	干物质采食量 (千克)		代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)		钙 (克)	磷 (克)	维生素 A (国际单位)	维生素 D (国际单位)
	A	B			TP	DP				
2.5	0.61	0.51	5.02	2.85	59	42	2	1.4	3 800	760
3.0	0.61	0.51	5.06	2.85	64	45	2	1.4	3 800	760
3.5	0.62	0.51	5.15	2.89	68	48	2	1.4	3 800	760
4.0	0.63	0.52	5.23	2.93	72	51	3	2.1	3 800	760
4.5	0.64	0.53	5.27	2.97	77	54	3	2.1	3 800	760
5.0	0.64	0.54	5.36	3.01	82	57	3	2.1	3 800	760
5.5	0.65	0.54	5.40	3.05	86	60	3	2.1	3 800	760
6.0	0.65	0.55	5.48	3.10	90	63	3	2.1	3 800	760

注：1. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

2. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。

表 3-26 不同产毛量所需额外营养物质

产毛量 (千克/年)	代谢能 (兆焦)	净能 (兆焦)	粗蛋白质 (克)	
			TP	DP
2	0.25	0.13	9	6
3	0.50	0.29	17	12
4	0.75	0.42	26	18
5	1.00	0.59	34	24

注：1. 本标准适用于马海毛和山羊绒。

2. A：当饲料能量浓度为 8.4 兆焦/千克时的采食量；B：当饲料能量浓度为 10 兆焦/千克时的采食量。

3. TP：总蛋白；DP：可消化蛋白。

四、法国 AEC 建议的奶山羊的饲养标准

表 3-27 法国 AEC (1993) 推荐的奶山羊的饲养标准

标准乳产量 (千克)	建议养分量					
	产奶饲料 单位	可消化养分 (千克)	可消化粗蛋白质 (克)	小肠可消化粗 蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)
1	1.22	0.95	102	95	8.5	5.0
2	1.62	1.29	158	142	12.5	6.5



(续)

标准乳产量 (千克)	建议养分量					钙 (克)	磷 (克)
	产奶饲料 单位	可消化养分 (千克)	可消化粗蛋白质 (克)	小肠可消化粗 蛋白质(克)	蛋白质(克)		
3	2.03	1.63	214	189		16.0	8.0
4	2.43	1.98	270	237		19.5	9.0
5	2.84	2.32	326	284		23.0	10.5
6	3.24	2.66	382	331		26.5	12.0

注：1. 资料来源于张宏福等（1998）。

2. 本标准建议的奶山羊的生产性能为产奶量 600 千克，乳脂率 3.5% 和乳蛋白含量为 3.0%。

五、山羊对矿物质、微量元素的需要量

表 3-28 山羊对矿物质及微量元素的需要量

矿物元素	不同用途羊			最大耐受量
	幼龄羊	种公羊	种母羊	
食盐 [克/ (天·只)]	7~12	10~17	10~16	
钙 [克/ (天·只)]	4~6	6~11	4~9	2%
磷 [克/ (天·只)]	2~4	4~7	3~6	0.6%
镁 [克/ (天·只)]	0.4~0.8	0.6~1.0	0.5~0.9	0.5%
硫 [克/ (天·只)]	1.8~3.5	3.0~5.7	2.4~5.1	0.4%
铁 [毫克/ (天·只)]	45~75	40~85	43~88	500 (每千克干物质毫克数)
铜 [毫克/ (天·只)]	8~13	7~15	9~15	25 (每千克干物质毫克数)
锌 [毫克/ (天·只)]	33~58	30~70	32~88	300 (每千克干物质毫克数)
钴 [毫克/ (天·只)]	0.4~0.6	0.4~0.8	0.4~0.9	10 (每千克干物质毫克数)
锰 [毫克/ (天·只)]	45~76	40~85	48~88	1 000 (每千克干物质毫克数)
碘 [毫克/ (天·只)]	0.3~0.4	0.2~0.3	0.4~0.7	50 (每千克干物质毫克数)

注：来源于李英等（1993）。

第三节 羊常用饲料营养成分表

表 3-29 绵羊、山羊常用饲料营养成分及营养价值表

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
米糠饲料							
谷糠	91.4	10.38	6.5	26.3	0.71	0.21	57
高粱糠	87.5	13.47	10.9	3.2	0.10	0.84	62
糟渣饲料							
豆腐渣	15.0	2.55	4.6	3.3	0.08	0.05	40
粉渣	18.5	2.72	2.3	8.0	0.13	0.13	0
酒糟	45.1	2.51	5.8	15.8	0.14	0.26	35
甜菜渣	10.4	1.42	1.0	2.3	0.05	0.01	6
粗饲料							
甘薯蔓	92.2	8.83	8.5	30.2	1.69	0.06	33
谷草	90.07	7.32	4.5	32.6	0.34	0.03	17
小麦秕壳	90.7	7.24	7.3	28.2	0.50	0.71	28
狗尾草	91.5	11.06	17.3	24.3	0.69	0.25	130
羊草	88.3	6.53	7.8	32.5	0.25	0.18	16
沙打旺	92.4	10.46	15.7	25.8	0.36	0.18	118
野干草	90.6	7.99	8.9	33.7	0.54	0.09	53
槐树叶	88.0	10.84	21.4	10.9	—	0.26	141
柳树叶	86.5	7.61	16.4	16.2	—	—	64
杨树叶	92.6	7.03	23.3	22.8	—	—	92
榆树叶	88.0	8.58	15.3	9.7	—	—	96
青饲料							
狗尾草	30.0	2.76	4.4	8.0	0.54	0.17	35



(续)

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
苜蓿草	25.0	2.68	5.2	7.9	0.52	0.06	37
紫云英	13.0	1.78	2.9	2.5	0.18	0.07	21
野青草	34.5	2.25	3.2	5.7	0.14	0.11	22
胡萝卜	10.3	1.63	1.4	1.1	0.08	0.06	8
青贮干草蔓	31.0	2.51	2.7	11.6	0.63	0.07	11
青贮胡萝卜秧	19.7	4.18	3.1	5.7	0.35	0.03	20
青贮玉米	22.7	11.07	1.6	6.9	0.10	0.06	8

表 3-30 奶山羊常用饲料营养成分及营养价值表

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
粗饲料							
畜牧草(优)	90.0	5.05	16.6	26.1	2.18	0.26	119
	100	5.61	18.4	29.0	2.42	0.29	132
苜蓿草(中)	89.0	4.25	15.0	37.5	1.42	0.24	109
	100	4.77	16.9	42.1	1.59	0.27	123
畜牧草(劣)	91.0	4.11	11.9	44.4	1.27	0.40	86
	100	4.52	13.1	48.8	1.40	0.44	95
羊草	91.6	4.21	7.4	29.4	0.37	0.18	37
	100	4.60	8.1	32.1	0.40	0.20	40
秋白草	85.2	3.35	6.8	27.5	0.41	0.31	43
	100	3.93	8.0	32.3	0.48	0.36	50
稻草	90.3	2.56	6.2	27.0	0.56	0.17	16
	100	2.84	6.9	29.9	0.62	0.19	18
甘薯蔓	90.0	4.37	7.6	30.7	1.63	0.08	30

(续)

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
	100	4.86	8.4	34.1	1.81	0.09	33
小麦秸	89.6	3.23	5.6	31.9	0.05	0.06	8
	100	3.60	6.3	35.6	0.06	0.07	9
玉米秸	93.3	5.97	7.8	22.4	0.59	0.23	26
	100	6.40	8.4	24.0	0.63	0.25	28
槐树叶	86.8	6.16	17.4	11.4	3.60	0.23	140
	100	7.10	20.1	13.1	4.15	0.27	161
杨树叶	92.6	3.77	23.5	22.8	—	—	92
	100	4.07	25.4	24.6	—	—	99
紫穗槐叶	90.2	6.01	23.2	10.7	—	—	152
	100	6.66	25.7	11.9	—	—	169
青绿、青贮饲料							
青割大麦	15.7	0.92	2.0	4.7	—	—	14
	100	5.86	12.7	29.9	—	—	89
甘薯蔓	13.0	0.70	2.1	2.5	0.20	0.05	14
	100	5.36	16.2	19.2	1.53	0.38	105
黑麦草	16.3	1.06	3.5	3.4	0.10	0.04	26
	100	6.49	21.5	20.9	0.61	0.25	159
聚合草	10.0	0.52	1.8	1.2	0.24	0.01	11
	100	5.19	17.8	11.9	2.37	0.08	107
苜蓿草	20.2	1.39	3.6	6.5	0.47	0.06	28
	100	6.89	17.8	32.2	2.33	0.30	139
三叶草	19.7	1.24	3.3	5.7	0.26	0.07	21
	100	6.28	16.8	28.9	1.32	0.33	107
沙打旺	14.9	0.94	3.5	2.3	0.20	0.05	26



(续)

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
	100	6.28	23.5	15.4	1.34	0.34	174
青割燕麦	19.7	1.42	2.9	5.4	0.11	0.07	21
	100	7.19	14.7	27.4	0.56	0.36	106
野青草	34.5	1.59	3.8	10.3	0.14	0.11	23
	100	4.60	11.0	29.9	0.41	0.32	68
青割玉米	16.9	1.24	1.3	3.0	0.05	0.05	9
	100	7.36	7.8	17.8	0.30	0.30	54
青贮玉米秸	25.0	0.59	1.4	8.9	0.10	0.02	3
	100	2.34	5.6	35.6	0.40	0.08	11
青贮全株玉米	22.7	1.15	1.4	7.0	0.09	0.02	6.8
	100	5.06	6.0	30.8	0.40	0.08	30
胡萝卜	12.0	1.12	1.1	1.2	0.15	0.09	8
	100	9.37	9.2	10.0	1.25	0.75	67
能量饲料							
高粱	88.4	7.65	8.6	2.2	0.09	0.27	50
	100	8.66	9.7	2.5	0.10	0.31	56
玉米	89.3	8.74	11.4	2.1	0.15	0.33	60
	100	9.79	12.8	2.3	0.17	0.37	67
小麦	91.8	8.83	12.1	2.4	0.11	0.36	95
	100	9.62	13.2	2.6	0.12	0.39	103
大麦	88.8	6.69	10.8	4.7	0.12	0.29	79
	100	7.54	12.2	5.3	0.14	0.33	89
米糠	90.2	6.75	12.1	9.2	0.14	1.04	87
	100	7.49	13.4	10.2	0.16	1.15	97
小麦麸	88.6	6.52	14.4	9.2	0.18	0.78	110

(续)

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
	100	7.36	16.3	10.4	0.20	0.88	124
玉米皮	88.2	5.79	9.7	9.1	0.28	0.35	55
	100	6.57	11.0	10.3	0.32	0.40	63
蛋白质饲料							
大豆	88.1	8.67	37.0	5.1	0.27	0.48	333
	100	9.84	42.0	5.8	0.31	0.55	378
大豆饼	90.6	8.31	43.0	5.7	0.32	0.50	365
	100	9.17	47.5	6.3	0.35	0.55	403
菜籽饼	92.2	7.64	36.4	10.7	0.73	0.95	313
	100	8.29	39.5	11.6	0.79	1.03	340
胡麻饼	92.4	7.73	31.9	8.3	0.74	0.74	281
	100	8.37	34.5	9.0	0.80	0.80	304
花生饼	89.9	8.50	46.4	5.8	0.24	0.52	410
	100	9.46	51.6	6.5	0.27	0.58	456
棉籽饼	89.6	7.36	32.5	10.7	0.27	0.31	263
	100	8.21	36.3	11.9	0.30	0.90	294
向日葵饼	91.0	6.71	45.3	11.6	0.52	0.52	403
	100	7.37	49.8	12.7	0.57	0.57	443
玉米胚芽饼	90.0	7.08	16.9	14.4	0.04	0.48	107
	100	7.87	18.8	16.0	0.05	0.53	119
糟渣饲料							
豆腐渣	10.1	0.90	3.1	2.4	0.05	0.03	26
	100	8.88	30.7	23.8	0.50	0.30	261
粉渣	15.0	1.22	1.8	1.4	0.02	0.02	15
	100	8.16	12.0	9.3	0.13	0.13	103



(续)

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/ 千克)	粗蛋 白质 (%)	粗纤维 (%)	钙 (%)	磷 (%)	可消化粗 蛋白质 (克/千克)
甜菜渣	15.2	0.95	1.3	2.8	0.11	0.02	6
	100	6.24	8.6	18.4	0.72	0.13	43
啤酒糟	13.6	0.86	3.6	2.3	0.06	0.08	26
	100	6.23	26.5	16.9	0.44	0.59	193



重点难点提示

本讲的重点是国内外绵羊、山羊的饲养标准及养羊常用的饲料营养价值,根据当前饲料状况快速准确地选择合适的饲养标准。

7日通——第四讲

羊的饲料原料



本讲目的

通过讲述各类饲料包括青绿饲料、青贮饲料、粗饲料、能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料、维生素饲料、饲料添加剂的营养、特点及用法，为在设计饲料配方时选择适宜的饲料原料提供理论支持。

□□□□

第一节 饲料的分类

一、饲料的分类

饲料是畜牧业的物质基础。动物产品如肉、奶、蛋、皮、毛以及役用动物的劳役等，都是动物采食饲料中的养分经体内转化而产生的。凡能被动物采食又能提供给动物某种或多种营养素的物质，称为饲料。

按照饲料的营养特性，我国将饲料分成 8 大类：粗饲料、青绿饲料、青贮饲料、能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料、维生素饲料、饲料添加剂。同时分为 16 亚类：01—青绿饲料类、02—树叶类、03—青贮饲料类、04—块根、块茎、瓜果类、05—干草类、06—农副产品类、07—谷实类、08—糠麸类、09—豆类、10—饼粕类、11—糟渣类、12—草籽、树实类、13—动物性



饲料类、14—矿物质饲料类、15—维生素饲料类、16—添加剂及其他饲料类。每种饲料均有一个标准的编号，编号包括6个数字，6个数字分为3节。第一节1位数，代表8大类饲料；第二节2位数字，代表16亚类饲料；第三节3位数，代表某大类某亚类的某号饲料。我国饲料数据库分类系统归纳如表4-1、表4-2。

表4-1 我国和国际饲料分类依据(%)

饲料类别	饲料类名	自然含水量	划分依据	
			干物质中 粗纤维含量	干物质中 粗蛋白质含量
1	粗饲料	<45.0	≥18.0	
2	青绿饲料	≥45.0		
3	青贮饲料	≥45.0		
4	能量饲料	<45.0	<18.0	<20.0
5	蛋白质饲料	<45.0	<18.0	≥20.0
6	矿物质饲料			
7	维生素饲料			
8	饲料添加剂			

表4-2 中国现行饲料分类编码

亚类序号	饲料种类	前三位编码的可能形式	分类依据条件
01	青绿饲料类	2-01	自然水分含量
02	树叶类	1-02、2-02、5-02、4-02	水、纤维、蛋白质
03	青贮饲料类	3-03	水、加工方法
04	根茎瓜果类	2-04、4-04	水、纤维、蛋白质
05	干草类	1-05、4-05、5-05	水、纤维、蛋白质
06	农副产品类	1-06、4-06、5-06	水、纤维
07	谷实类	4-07	水、纤维、蛋白质

(续)

亚类序号	饲料种类	前三位编码的可能形式	分类依据条件
08	糠麸类	4-08、1-08	水、纤维、蛋白质
09	豆类	5-09、4-09	水、纤维、蛋白质
10	饼粕类	1-10、4-10、1-10	水、纤维、蛋白质
11	糟渣类	1-11、4-11、5-11	纤维、蛋白质
12	草籽、树实类	1-12、4-12、5-12	水、纤维、蛋白质
13	动物性饲料类	4-13、5-13、6-13	来源
14	矿物质饲料类	6-14	来源、性质
15	维生素饲料类	7-15	来源、性质
16	添加剂及其他饲料类	8-16	性质

在我国养羊生产中，习惯将羊饲料分为精饲料和粗饲料。精饲料是能量饲料和蛋白质饲料的总称。粗饲料主要指各种牧草、秸秆、野草、藤蔓、蔬菜以及用其制作的青贮料、干草等。糟渣类饲料常被称作副料，包括酒糟、粉渣、豆腐渣、玉米淀粉渣等。养羊所用的饲料来源广泛，上述 8 大类、16 亚类饲料几乎都是肉羊的必备饲料。

二、饲料的使用

不同种类的饲料都有其独特的营养价值，例如，“能量之王”的玉米，主要是为动物提供能量，豆饼、豆粕和鱼粉主要是为动物提供各种氨基酸，贝壳粉和石粉可提供钙，磷酸氢钙和骨粉等可提供钙和磷。单种饲料的营养价值是不全面的，不能完全满足动物的生长或生产需要，用单种饲料饲喂动物很难获得较高的生产性能和生产效益，有时甚至会产生副作用。因此，必须根据各类饲料的营养特性、动物的消化生理特点及动物的营养需要进行合理搭配，才能最大限度地发挥动物和饲料的潜力。



第二节 常见饲料原料营养特点

一、粗饲料

粗饲料是指天然水分含量在45%以下，绝干物质中粗纤维含量在18%及以上的饲料。这类饲料体积大、难消化，可利用养分少，营养价值低。粗饲料主要包括干草类、农副产品类、树叶类、糟渣类和某些草籽树实类。

1. 干草 干草是青绿饲料植物在尚未结籽以前刈割，经过日晒或人工干燥而制成的，是羊的重要饲料。可以制成干草的有苜蓿、羊草、天然牧草、红豆草和小冠花等。优质干草叶多，适口性好，蛋白质含量较高，胡萝卜素、维生素D、维生素E及矿物质含量丰富。

青干草是养羊最基本、最主要的饲料，还可作为贮备调节青饲料供应的季节性，缓解枯草季节青饲料的不足。发霉腐烂、含有有毒植物的干草不可饲喂羊。

2. 秸秆和高纤维糟渣类 秸秆和秕壳是农作物脱谷收获籽实后所得的副产品，秸秆主要由茎秆和经脱粒剩下的叶子组成，秕壳是从籽粒上脱落下的小碎片和小的、破碎的颗粒。秸秆中粗纤维含量高，容积大，适口性差，消化率低，有效能低。秕壳类营养价值因作物种类、采集方法而有较大差异。稻壳灰分中含有大量的硅酸盐，难以消化。带芒的麦糠作饲料易损伤动物口腔黏膜，使用前应进行适当的加工调制。

单独饲喂秸秆时，羊瘤胃中微生物生长繁殖受阻，影响饲料的发酵，不能给宿主提供必需的微生物蛋白质和挥发性脂肪酸，难以满足羊对能量和蛋白质的需要。秸秆中无氮浸出物含量低，此外还缺乏一些必需的微量元素，并且利用率很低。除维生素D外，其他维生素也很缺乏。

表 4-3 秸秆和秕壳及高纤维糟渣类的营养成分

品种	干物质 (DM, %)	产奶净能 (NEL, 兆焦/千克)	奶牛能量 单位(NND, 兆焦/千克)	粗蛋白质 (CP, %)	粗纤维 (CF, %)	钙 (Ca, %)	磷 (P, %)
玉米秸	91.3	6.07	1.93	9.3	26.2	0.43	0.25
小麦秸	91.6	2.34	0.74	3.1	44.7	0.28	0.03
大麦秸	88.4	2.97	0.94	5.5	38.2	0.06	0.07
粟秸	90.7	4.27	1.36	5.0	35.9	0.37	0.03
稻草	92.2	3.47	1.11	3.5	35.5	0.16	0.04
大豆秸	89.7	3.22	1.03	3.6	52.1	0.68	0.03
豌豆秸	87.0	4.23	1.35	8.9	39.4	1.31	0.40
蚕豆秸	93.1	4.10	1.31	16.4	35.4	—	—
花生秸	91.3	5.02	1.60	12.0	32.4	2.69	0.04
甘薯藤	88.0	4.60	1.47	9.2	32.4	1.76	0.13
甘蔗渣	—	1.88	0.60	1.2	51.9	—	—
甜菜干粕	88.6	6.99	2.23	8.2	22.1	0.74	0.08
蚕豆粉渣	15.0	5.33	1.70	14.7	35.3	0.74	0.07

(1) 玉米秸 玉米秸中粗蛋白质含量为 6% 左右；粗纤维含量为 25% 左右，同一株玉米秸的营养价值，上部比下部高，叶片较茎秆高。玉米穗苞叶和玉米芯营养价值很低。

(2) 麦秸 粗纤维含量可达 40%，能量低，粗蛋白含量 3% 左右，消化率低，适口性差。小麦秸在麦秸中数量最多，但蛋白质含量低于大麦秸，春小麦比冬小麦好，燕麦秸的饲用价值最高。

(3) 稻草 是我国南方地区的主要粗饲料来源。粗蛋白质含量为 2.6%~3.2%，粗纤维含量 21%~33%。能值低于玉米秸、谷草，优于小麦秸。灰分含量高，主要是不可利用的硅酸盐。稻草中钙、磷含量均低。

(4) 谷草 在禾本科秸秆中，谷草品质最好。质地柔软、可



消化粗蛋白质和可消化总养分均较高，与干草混饲效果较好。

(5) 豆秸 指豆科秸秆。大豆秸木质素含量高达 20%~23%，消化率极低。蚕豆秸和豌豆秸品质较好。由于豆秸质地坚硬，应粉碎后饲喂，以保证充分利用。

(6) 秕壳籽实 脱离时分离出的夹皮和外皮等。营养价值略高于同一作物的秸秆，但稻壳和花生壳质量较差。

(7) 豆荚 粗蛋白质、无氮浸出物含量丰富，适于喂羊。大豆豆类几乎不含木质素，消化率高。

(8) 谷类皮壳 包括小麦壳、大麦壳、高粱壳、稻壳和谷壳等。

(9) 棉籽壳 棉籽壳含棉酚：饲喂要适量，以防棉酚中毒。

3. 树叶和其他饲用林产品 大多数树木的叶子及其嫩枝和果实，可用作养羊饲料，例如苹果叶、杏树叶、桃树叶、桑叶等。树叶的营养成分随产地、品种、季节、部位和调制方法不同而异，一般鲜叶、嫩叶营养价值最高，其次为干草叶粉，青落叶、枯黄干叶营养价值较差。有些树叶含有单宁，具有涩味，必须加工调制后再喂。有的树木有毒，如夹竹桃等，严禁饲喂。

二、青绿饲料

青绿饲料指天然水分含量 45% 及以上的青绿植物性饲料，主要是供给羊饲用的青绿的植株、茎叶或叶片等，因富含叶绿素，颜色青绿。青绿饲料幼嫩、柔软和多汁，适口性好，还含有多种酶、激素和有机酸，易于消化吸收。青绿饲料是一种营养相对平衡的饲料，但干物质中的消化能较低。青绿饲料主要包括天然牧草、人工栽培牧草、叶菜类、非淀粉质茎根瓜果类和水生植物等。

1. 营养特性 青绿饲料中干物质少，能值含量低。青绿饲料含有酶、激素、有机酸，有助于羊的消化。青绿饲料中粗蛋白质含量丰富，非蛋白氮大部分是游离氨基酸、酰胺以及硝酸盐

等，利于羊瘤胃内微生物合成菌体蛋白。青绿饲料中无氮浸出物含量高，粗纤维含量低，木质素含量低。矿物质中钙、磷含量丰富，比例适宜，还含有铁、锰、锌、铜、硒等必需的微量元素。青绿饲料含有丰富的维生素，特别是维生素A原，青绿饲料中B族维生素、维生素C、维生素E和维生素K的含量也较丰富，维生素B₆很少，维生素D缺乏。青绿饲料幼嫩，柔软多汁，营养丰富，适口性好，还具有轻泄、保健作用。

2. 常见的青绿饲料

(1) 天然草地牧草 按植物分类，主要有禾本科、豆科、菊科和莎草科4大类。4类牧草中豆科牧草营养价值最高。禾本科牧草营养价值较低，但产量高、再生力强、耐牧、幼嫩可口。菊科牧草多具特殊气味，羊不喜采食。

(2) 青饲作物 主要有青刈玉米、高粱、大麦、燕麦、大豆苗、豌豆苗和蚕豆苗等。青饲作物一般柔嫩多汁，适口性好。

(3) 栽培牧草 栽培牧草是指人工播种栽培的各种牧草，主要分为豆科和禾本科两大类。豆科牧草中植物蛋白质、钙和镁含量比禾本科植物高，但可溶性碳水化合物、锰和锌的含量比禾本科低，主要有紫花苜蓿、草木樨、苕子、紫云英、沙打旺等。常见的禾本科牧草有黑麦草、雀麦草和羊草等。

(4) 叶菜类及非淀粉质根茎类饲料 叶菜类作为饲料栽培的除苦苣菜、聚合草、甘蓝、牛皮菜等外，还包括蔬菜及甜菜茎叶、萝卜缨、冬瓜叶、南瓜蔓等。非淀粉根茎类及瓜类，主要包括胡萝卜、灰萝卜、菊芋、蕉藕等。

(5) 水生饲料 主要指水浮莲、水葫芦、水花生、红萍、水芹菜和水竹叶等。水生饲料质地柔软、生长快、产量高、利用时间长，但营养价值相对较低，生喂易感染寄生虫病，饲喂时应注意消毒和合理搭配，以提高其营养价值。

3. 青绿饲料饲喂应注意的问题

(1) 在最佳营养期收割饲喂 禾本科牧草喂羊时应在初穗期



收割，豆科牧草喂羊时宜在初花期收割，叶菜类牧草应在叶簇期收割。

(2) 多样搭配，营养互补 青绿饲料是一种成本低、来源广、效果较好的肉羊的基本饲料，但干物质和能量含量低，应注意与能量饲料、蛋白质饲料和其他牧草配合使用。另外，青绿饲草中粗纤维、木质素含量少，不利于反刍，用于喂羊等反刍家畜时应适当补饲优质青干草，对水分较大的牧草如鲁梅克斯、菊苣等，应晾晒将水分降到60%以下再喂，否则易引起羊腹泻。

(3) 注意训饲 对有些适口性差、有异味的牧草，如鲁梅克斯、串叶松香草、俄罗斯饲料菜等，初次饲喂时应进行训饲。先让羊停食1~2顿，将这些牧草切碎后与羊喜食的其他牧草和精料掺在一起饲喂，首次混合量在20%左右，以后逐渐增多，一般经3~5天训饲，羊能够适应时足量投喂。

(4) 注意加工方法 用于喂羊可切得较长，以3~10厘米为宜。

(5) 喂量要适当 一般适宜喂量为：绵羊每日10千克，山羊每日8~9千克。

(6) 注意防中毒 一要防止亚硝酸盐中毒；二要防止氢氰酸和氰化物中毒；三是防止草木樨中毒；四是防止有机磷农药中毒；五是注意加工调制。

三、青贮饲料

指将新鲜的青刈饲料作物、牧草或收获籽实后的玉米秸等青绿多汁饲料直接或经适当的处理后，切碎、压实、密封于青贮窖、塔、壕或堆袋中，在厌氧环境下，通过乳酸菌发酵，或采用化学制剂调制，或降低水分，以抑制植物细胞呼吸及其附着微生物的发酵损失，使青饲料养分得以保存。青贮饲料基本上保持了青绿饲料原有的一些特点，有“草罐头”之称。青贮方法包括一

般青贮、半干青贮和外加添加剂青贮。

1. 青贮饲料的营养特点 青贮饲料能够有效地保存青绿饲料的营养特性，养分损失较小。饲料青贮后，碳水化合物含量减少，特别是可溶性糖被植物细胞呼吸和微生物发酵耗用，淀粉等多糖损失较小，大部分淀粉和糖类分解为乳酸。纤维素和木质素在青贮时分解较少而比例相对增加。青贮饲料中蛋白态氮下降，而非蛋白氮增加。粗蛋白质主要是由非蛋白氮组成，且酰胺和氨基酸的比例较高，可为羊提供充分的非蛋白氮。粗纤维质地变软，酸香可口，具有轻泻作用。胡萝卜素含量丰富，损失较小，微生物发酵还可产生少量的B族维生素。在饲喂时，应与碳水化合物含量丰富的饲料搭配使用，以提高瘤胃微生物对氮素的利用率。

半干青贮与同时收割的一般青贮饲料相比，羊从半干青贮中所得到的干物质及净饲料价值多；半干青贮与晒制干草相比，叶片脱落少，遭受雨淋机会较少，能比较完好的保存营养物质。青贮玉米秸在我国应用较普遍，玉米籽实收获后，秸秆鲜绿，营养丰富，属优质的青绿饲料资源。

外加添加剂青贮使用的添加剂主要有促进乳酸菌发酵的添加剂、抑制不良发酵的添加剂及改善青贮饲料营养价值的添加物。促进乳酸菌发酵的添加剂有糖蜜、麸皮、甜菜渣和乳酸菌制剂或酶制剂等。抑制不良发酵的添加剂主要有甲酸、丙酸、甲醛和其他防霉抑菌剂等，其作用主要为防霉抑菌和改善饲料风味，提高饲料营养价值，减少有害微生物活动。改善青贮饲料营养价值的添加物主要有非蛋白氮，即尿素和氨水等，还有矿物质添加物等。

2. 青贮饲料的优越性

(1) 能保存青绿饲料中大部分的养分 饲料在贮存过程中有一定的养分损耗，贮存的方式不同，养分损失的种类与数量也不同。干草调制过程中养分损失达30%~40%，而调制的青贮饲



料，由于不受日晒、雨淋的影响，养分损失较少，一般为10%~15%。

表 4-4 几种青贮料营养成分

项 目	苜蓿青贮	全株玉米青贮	燕麦草青贮	黑麦草青贮	甘薯茎叶青贮	马铃薯茎叶青贮
干物质 (%)	28.3	23.2	32.4	27.6	2.1	14.8
粗灰分 (%)	2.6	1.4	2.7	2.2	1.4	2.8
粗纤维 (%)	9.1	5.9	11.5	10.2	3.5	3.4
粗脂肪 (%)	0.9	0.8	1.0	0.9	0.5	0.5
无氮浸出物 (%)	10.5	14.1	14.3	11.5	5.1	5.7
粗蛋白质 (%)	5.1	2.0	2.9	2.9	1.6	2.3
可消化粗蛋白质 (牛)	3.4	0.9	1.6	1.6	1.0	1.5
消化能 (牛) (兆焦/千克)	2.93	3.01	3.51	2.84	1.17	1.59
总消化养分 (牛) (%)	15.9	16.3	19.0	15.3	6.3	8.7
钙 (%)	0.40	—	—	—	—	0.3
磷 (%)	0.10	—	—	—	—	0.30
胡萝卜素 (毫克/千克)	34.4	11.0	—	—	—	—

注：“—”表示未测定。

(2) 能延长青饲季节 采用青贮的办法，可以弥补青绿饲料在利用时间上的缺陷，利用青贮方法调制饲料，有利于营养物质的全年均衡供应。

(3) 适口性好，易消化 在青贮过程中产生大量乳酸，气味芳香，柔软多汁，适口性好，各种家畜都喜食，且有刺激家畜消化腺分泌的作用，青贮能提高家畜对饲料的消化率。

(4) 调制方便，耐久藏 青贮饲料调制方便，一次贮备，长久利用，而且在调制过程中受气候条件的限制较小。青贮饲料制成后，只要不漏气，长期保存也不会变质。

(5) 可以扩大饲料资源 菊科类植物及马铃薯茎叶经青贮之

后，气味改善，柔软多汁，提高了适口性。某些收获期很集中的农副产品，收获量大，一时用不完，可调制成青贮饲料，有效扩大饲料资源。块根块茎及瓜类饲料及时切碎，添加适量干草粉进行青贮，可有效保存。

3. 青贮饲料的使用技术 青贮饲料在调制后 30 天左右即可开窖使用。取用时应逐层或逐段、从上往下分层取用，每天按畜禽实际采食量取出，切勿全面打开或掏洞取用，以防霉烂变质。取毕后及时盖以草帘或席片。已经发霉的青贮饲料不能饲用，结冰的青贮饲料慎喂。

青贮饲料适口性好，但多汁轻泄，应与干草类、秸秆类和精料类饲料搭配使用。开始饲喂青贮饲料时，要有一个适应过程，喂量应由少到多逐渐增加。

四、能量饲料

能量饲料指在绝干物质中粗纤维含量小于 13%，粗蛋白质含量低于 20% 的饲料。能量饲料一般淀粉含量高，消化性好，有效能值高，粗纤维含量除大麦、燕麦等外均低，是配合饲料中常用的供能饲料。能量饲料主要包括谷物籽实类、糠麸类、块根块茎类、瓜果类及油脂、糖蜜、乳清粉等。

1. 谷实类饲料 谷实类饲料大多是禾本科植物成熟的种子，主要包括玉米、大麦、高粱、燕麦、稻谷、小麦、谷子等。谷实类饲料的主要特点是无氮浸出物含量高，其中主要是淀粉，消化能很高，粗纤维含量低，适口性好，可利用能量高，蛋白质和必需氨基酸含量不足，赖氨酸不足，蛋氨酸较少。矿物质方面缺钙而多植酸磷。维生素方面，黄色玉米维生素 A 原较为丰富，谷实类饲料富含维生素 B₁ 和维生素 E，但含维生素 B₂、维生素 C 和维生素 D 少，所有谷实类饲料均不含维生素 B₁₂。钙、磷比例不当，粗脂肪主要是不饱和脂肪酸，亚油酸和亚麻酸的比例较高。

表 4-5 一些谷实饲料中常规成分(%)

饲料名称	饲料描述	干物质	粗蛋 白质	粗脂肪	粗纤维	无氮 浸出物	粗灰分	中性洗 涤纤维	酸性洗 涤纤维	钙	总磷	有效磷
玉米	成熟, GB/T 17890—1999. 1 级	86.0	8.7	3.6	1.6	70.7	1.4	9.3	2.7	0.02	0.27	0.11
玉米	成熟, GB/T 17890—1999. 2 级	86.0	7.8	3.5	1.6	71.8	1.3	7.9	2.6	0.02	0.27	0.11
高粱	成熟, NY/T 1 级	86.0	9.0	3.4	1.4	70.4	1.8	17.4	8.0	0.13	0.36	0.12
小麦	混合小麦, 成熟 NY/T 2 级	87.0	13.9	1.7	1.9	67.6	1.9	13.3	3.9	0.17	0.41	0.13
大麦(裸)	裸大麦, 成熟 NY/T 2 级	87.0	13.0	2.1	2.0	67.7	2.2	10.0	2.2	0.04	0.39	0.13
大麦(皮)	皮大麦, 成熟 NY/T 1 级	87.0	11.0	1.7	4.8	67.1	2.4	18.4	6.8	0.09	0.33	0.12
黑麦	籽粒, 进口	88.0	11.0	1.5	2.2	71.5	1.8	12.3	4.6	0.05	0.30	0.11
稻谷	成熟, 晒干 NY/T 2 级	86.0	7.8	1.6	8.2	63.8	4.6	27.4	28.7	0.03	0.36	0.15
糙米	良, 成熟, 未去米糠	87.0	8.8	2.0	0.7	74.2	1.3	1.6	0.8	0.03	0.35	0.13
碎米	良, 加工精米后的副产品	88.0	10.4	2.2	1.1	72.7	1.6	0.8	0.6	0.06	0.35	0.12
粟(谷子)	合格, 带壳, 成熟	86.5	9.7	2.3	6.8	65.0	2.7	15.2	13.3	0.12	0.30	0.09

来源: 中国饲料成分及营养价值表(2011 年第 22 版)。

表 4-6 一些谷实饲料中有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
玉米	成熟, GB/T 17890—1999.1 级	3.41	14.27
玉米	成熟, GB/T 17890—1999.2 级	3.38	14.14
高粱	成熟, NY/T1 级	3.12	13.05
小麦	混合小麦, 成熟 NY/T 2 级	3.40	14.23
大麦(裸)	裸大麦, 成熟 NY/T 2 级	3.21	13.43
大麦(皮)	皮大麦, 成熟 NY/T 1 级	3.16	13.22
黑麦	籽粒, 进口	3.39	14.18
稻谷	成熟, 晒干 NY/T 2 级	3.02	12.64
糙米	良, 成熟, 未去米糠	3.41	14.27
碎米	良, 加工精米后的副产品	3.43	14.35
粟(谷子)	合格, 带壳, 成熟	3.00	12.55

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

(1) 玉米 玉米有效能值最高, 被称为“能量之王”, 在配合饲料中占的比例很大。玉米中无氮浸出物主要是易消化的淀粉。蛋白质含量低, 且品质不佳, 缺乏赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸以及胱氨酸。玉米中不饱和脂肪酸含量较高, 其中主要是油酸和亚油酸等。玉米脂肪含量高, 粉碎的玉米粉易霉变。玉米钙、磷含量较少, 且比例不合适, 是一种养分不平衡的高能饲料。黄玉米中维生素 A 原含量丰富。玉米在瘤胃中的降解率低, 是一种理想的过瘤胃淀粉来源。玉米可大量用于肉羊的精料补充料中, 但应与蛋白质饲料和容积大的饲料搭配使用。



表 4-7 我国饲料用玉米质量要求 (GB/T 17890—2008)

指标	杂质 (%)	粗蛋白质 (干基) (%)	生霉粒 (%)	水分 (%)	色泽、气味
要求	≤1.0	8.0	≤2.0	≤14.0	正常

表 4-8 饲料用玉米等级质量指标 (GB/T 17890—2008)

质量等级	容重 (克/升)	不完善粒 (%)
1	≥710	≤5.0
2	≥685	≤6.5
3	≥660	≤8.0

(2) 小麦 与玉米相比能量较低, 蛋白质及维生素含量较高, 缺乏赖氨酸, 所含 B 族维生素及维生素 E 较多, 维生素 A、维生素 C、维生素 D、维生素 K 则较少, 钙、磷、铜、锰、锌等矿物元素含量较玉米高。小麦的过瘤胃淀粉具有黏滞性, 羊饲料中的用量以不超过 40% 为宜, 不能整粒饲喂或粉碎得过细。小麦的能值略低于玉米, 粗蛋白质含量居谷实类之首, 必需氨基酸缺乏尤其是赖氨酸不足。小麦中非淀粉多糖含量较多。

表 4-9 饲料用小麦的质量标准 (%) (NY/T 117—1989)

质量等级	粗蛋白质	粗纤维	粗灰分
1	≥14.0	<2.0	<2.0
2	≥12.0	<3.0	<2.0
3	≥10.0	<3.5	<3.0

表 4-10 饲料用次粉的质量标准 (%) (NY/T 211—1992)

质量等级	粗蛋白质	粗纤维	粗灰分
1	≥14.0	<3.5	<2.0
2	≥12.0	<5.5	<3.0
3	≥10.0	<7.5	<4.0

(3) 大麦 蛋白质含量高于玉米，品质好，赖氨酸、色氨酸和异亮氨酸含量均高于玉米；粗纤维含量较玉米多，能值低于玉米，无氮浸出物和脂肪含量也低于玉米；主要矿物质是钾和磷；富含B族维生素，缺乏维生素A、维生素D、维生素K及维生素B₁₂。

(4) 高粱 能量仅次于玉米，蛋白质含量略高于玉米。粗脂肪含量约为3.4%，亚油酸含量达1.13%，粗纤维低，可消化总养分较高。高粱在瘤胃中的降解率低，因含有单宁，适口性差。与玉米配合使用效果增强，可提高饲料的利用率。

(5) 燕麦 粗纤维含量在10%以上，营养价值较低。燕麦含脂肪比其他谷物高，且不饱和脂肪酸含量较高。因不饱和脂肪酸含量较大，燕麦不宜久存。燕麦蛋白质含量高于玉米。富含B族维生素，脂溶性维生素和矿物质含量均低。燕麦脱壳后，适口性和营养价值增加。

(6) 荞麦 籽实有一层粗糙的外壳，占籽实重30%，粗纤维含量达12%左右。荞麦中含有一种光敏物质，动物采食后，会发生皮肤过敏，严重时影响生长育肥效果。

2. 糠麸类饲料 糠麸类饲料为谷实类饲料的加工副产品，主要包括麸皮和稻糠以及其他糠麸。除无氮浸出物含量较少外，糠麸类的粗纤维、粗脂肪、粗蛋白质、矿物质和维生素等含量均较其原料高。有效能值低，含钙少而磷多，含有丰富的B族维生素，胡萝卜素及维生素E含量较少。

(1) 麸皮 包括小麦麸和大麦麸等。其营养价值因麦类品种不同和出粉率的高低而不同。小麦麸粗蛋白质含量一般为12%~17%，氨基酸组成较佳，赖氨酸含量可达0.6%左右，但蛋氨酸含量少。小麦麸粗纤维含量较高。B族维生素和维生素E含量高，粗纤维含量较高，属于低能饲料。小麦麸矿物质含量丰富，钙磷比例不适宜，磷多属植酸磷。小麦麸中铁、锰、锌较多。大麦麸在能量、蛋白质、粗纤维含量上均优于小麦麸。具有轻泻作



用，质地膨松，适口性较好。

表 4-11 饲料用小麦麸的质量标准 (%) (NY/T 119—1989)

质量等级	粗蛋白质	粗纤维	粗灰分
1	≥15.0	<9.0	<6.0
2	≥13.0	<10.0	<6.0
3	≥11.0	<11.0	<6.0

(2) 米糠 为糙米加工时分离出的果皮、种皮、糊粉层及胚组成。粗蛋白质含量在 13% 左右，氨基酸的含量与一般谷物相似，赖氨酸、粗脂肪含量高，脂肪酸多属不饱和脂肪酸，易在微生物及酶的作用下发生酸败。米糠的粗纤维含量较多，质地疏松，容重较轻。无氮浸出物含量一般在 50% 以下。矿物质中钙少磷多且比例极不平衡，但 80% 以上的磷为植酸磷，B 族维生素和维生素 E 含量丰富。米糠中含有多种抗营养因子，植酸含量高；含胰蛋白酶抑制因子；含阿拉伯木聚糖、果胶、葡聚糖等非淀粉多糖。脱脂生产米糠饼可使米糠便于保存，经榨油后的米糠饼脂肪和维生素减少。

表 4-12 饲料用米糠质量标准 (%) (NY/T 122—1989)

质量等级	粗蛋白质	粗纤维	粗灰分
1	≥13.0	<6.0	<8.0
2	≥12.0	<7.0	<9.0
3	≥11.0	<8.0	<10.0

表 4-13 饲料用米糠饼质量标准 (%) (NY/T 123—1989)

质量等级	粗蛋白质	粗纤维	粗灰分
1	≥14.0	<8.0	<9.0
2	≥13.0	<10.0	<10.0
3	≥12.0	<12.0	<12.0

表 4-14 饲料用米糠粕质量标准 (%) (NY/T 124—1989)

质量等级	粗蛋白质	粗纤维	粗灰分
1	≥15.0	<8.0	<9.0
2	≥14.0	<10.0	<10.0
3	≥13.0	<12.0	<12.0

表 4-15 米糠的中常规成分 (%)

饲料名称	饲料描述	干物质	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	钙	总磷	有效磷
米糠	新鲜,不脱脂 NY/T 2 级	87.0	12.8	16.5	5.7	44.5	7.5	22.9	13.4	0.07	1.43	0.20
米糠饼	未脱脂,机榨 NY/T 1 级	88.0	14.7	9.0	7.4	48.2	8.7	27.7	11.6	0.14	1.69	0.24
米糠粕	浸提或预压浸提, NY/T 1 级	87.0	15.1	2.0	7.5	53.6	8.8	23.3	10.9	0.15	1.82	0.25

来源:中国饲料成分及营养价值表(2011年第22版)。

表 4-16 米糠的有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
米糠	新鲜,不脱脂 NY/T 2 级	3.29	13.77
米糠饼	未脱脂,机榨 NY/T 1 级	2.85	11.92
米糠粕	浸提或预压浸提, NY/T 1 级	2.39	10.00

(3) 玉米皮 玉米加工淀粉时的副产品,由玉米皮、玉米胚芽和胚乳组成。蛋白质和粗纤维含量高于玉米,能量低于玉米,适口性比麸皮好,在肉羊生产中可代替日粮中的麸皮。

(4) 小米糠 小米糠的营养价值最高,粗纤维含量约为 8%,蛋白质含量稍高,约为 11%,含 B 族维生素较多,尤其是维生素 B₁ 和维生素 B₂,粗脂肪含量也较高。

(5) 高粱糠 高粱糠的消化能和代谢能较高,但因含有单



宁，适口性差，易引起便秘，应限制使用。

3. 块根、块茎及瓜果类饲料 主要包括胡萝卜、甘薯、马铃薯、木薯、饲用甜菜、芜菁甘蓝、菊芋块茎、南瓜及番瓜等。自然的块根、块茎和瓜果类饲料干物质含量都很低。以干物质计，此类饲料的粗纤维含量较低，无氮浸出物含量高，多是易消化的糖分和戊聚糖。蛋白质含量低，大部分是非蛋白氮。一些主要矿物质和B族维生素含量也较低。此类饲料富含钾。

(1) 甘薯 又称红薯、白薯、地瓜、山芋。富含淀粉，粗纤维含量少，有效能值高，粗蛋白质及钙含量低，多汁味甜，适口性好，生熟均可饲喂。甘薯如有黑斑病，有毒性，采食可导致羊腹痛，并有喘气症状，严重者甚至死亡。

(2) 马铃薯 又称土豆。干物质含量25%，淀粉占干物质的80%左右。含非蛋白氮很多，约占粗蛋白质的一半。与蛋白质饲料、谷实饲料混喂效果较好。马铃薯贮存不当发芽时，在其青绿皮上、芽眼及芽中含有龙葵素，采食过量会导致羊中毒。

(3) 胡萝卜 水分含量高，容积大，冬季青饲料缺乏时，在干草和秸秆比重大的日粮中添加一些胡萝卜，可以改善日粮口味，调节消化机能。

(4) 瓜类 主要是南瓜，南瓜干物质中无氮浸出物占60%~70%，有效能值与薯类相似，肉质南瓜富含胡萝卜素。

(5) 甜菜及甜菜渣 各类甜菜所含有的无氮浸出物主要为蔗糖，但也含有少量的淀粉与果胶物质，甜菜渣中粗纤维含量高，消化率达80%左右。

4. 其他加工副产品

(1) 油脂 油脂类饲料可提供大量的脂肪酸，特别是必需脂肪酸。油脂的能量很高，容易被动物利用。油脂能够减少饲料加工过程中因粉尘导致的损失及动物呼吸道疾病，减少应激带来的危害，提高粗纤维的使用价值，提高饲料风味，改善饲料外观，提高制粒效果等作用。

表 4-17 部分油脂的脂肪酸组成 (%) 及主要特性

	大豆油	棉籽油	玉米油	棕榈油	猪油	牛油	羊油	鸡油
豆蔻酸 (14:0)		0~3		1~3	3	3		1
棕榈酸 (16:0)	5~12	20~30	7~13	35~48	24	26	25	21
棕榈油酸 (16:1)		0~2			3	6		7
硬脂酸 (18:0)	2~7	1~5	2~5	3~7	18	17	30	6
油酸 (18:1)	20~35	15~30	25~45	37~50	42	43	39	40
亚油酸 (18:2)	50~57	40~52	40~60	7~11	9	4	4	24
亚麻酸 (18:3)	3~8		0~3					1
花生酸 (20:0)		0~1	0~1		1			
熔点 (°C)	液	液	液	27~50	28~48	35~50	44~55	25~35
碘价	114~138	88~121	88~147	43~60	46~70	25~60	31~47	55~77
皂化价	188~196	189~199	187~198	196~210	193~202	190~202	192~198	194~205
不皂化物 (%)	0.2~0.5	0.4~1.6	0.8~2.9	0.2~1.0	0.1~0.4	0.1~0.3		



(2) 糖蜜 甘蔗和甜菜制糖的副产品，干物质中粗蛋白质含量很低，占4%~10%，非蛋白氮比例较大，灰分较高，占干物质的8%~10%。糖蜜具有甜味，适口性较好，但具有轻泄性。

(3) 乳清 生产乳制品后的液体副产品，主要成分是乳糖，残留的乳清蛋白和乳脂所占比例很少。乳清经喷雾干燥后得到的乳清粉是哺乳羔羊的良好调制饲料，是代乳料中不可缺少的部分。

五、蛋白质饲料

蛋白质饲料指干物质中粗纤维含量在18%以下，粗蛋白质含量在20%以上的饲料。这类饲料的粗蛋白质含量高，粗纤维含量低，可消化养分含量高，容重大，是配合饲料的精饲料部分。对于羊主要包括植物性蛋白质饲料、单细胞蛋白质饲料、非蛋白氮饲料等等。禁用动物蛋白质饲料。

1. 植物性蛋白质饲料 主要包括豆类籽实、饼粕类及其他加工副产品。饼粕类饲料是豆科及油料作物籽实制油后的副产品。压榨法制油的副产品称为饼，溶剂浸提法制油后的副产品称为粕。

(1) 豆类籽实 豆类籽实中的油脂和蛋白质含量都很高，无氮浸出物明显低于能量饲料。脂肪多为不饱和脂肪酸，以油酸最多，大豆中赖氨酸含量丰富，油菜籽中赖氨酸和蛋氨酸含量高，而棉籽中精氨酸含量高。豆类的矿物质元素和维生素与谷实类饲料含量相仿，钙含量稍高，但仍低于磷。

全脂油料籽实几乎每种都含有一定的抗营养因子，因此在饲用前都要进行一定的预处理。常见的处理方法有：物理方法，如压扁、磨碎等；化学方法用氢氧化钠、双氧水、甲醛等化学处理；热处理，多用于大豆处理，不仅可以消除其中的抗营养因子，还可以增加过瘤胃的蛋白质量。

(2) 大豆饼粕 大豆饼粕中粗蛋白质含量高，代谢能高，品

质好，必需氨基酸含量高，尤其赖氨酸含量属饼粕类饲料最高，赖氨酸与精氨酸比约为 10 : 13，但蛋氨酸不足。粗纤维含量较低，主要来自大豆皮。无氮浸出物主要是蔗糖、棉籽糖、水苏糖和多糖类，淀粉含量低。矿物质钙少磷多，维生素 A、维生素 D、维生素 B₂ 含量低，其他 B 族维生素含量较高。

表 4-18 大豆与大豆饼粕的常规成分 (%)

饲料名称	饲料描述	干物质	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	钙	总磷	有效磷
全脂大豆	湿法膨化，生大豆为 NY/T 2 级	88.0	35.5	18.7	4.6	25.2	4.0	11.0	6.4	0.32	0.40	0.14
大豆饼	机榨，NY/T 2 级	89.0	41.8	5.8	4.8	30.7	5.9	18.1	15.5	0.31	0.50	0.17
大豆粕	去皮，浸提或预压浸提 NY/T 1 级	89.0	47.9	1.5	3.3	29.7	4.9	8.8	5.3	0.34	0.65	0.22
大豆粕	浸提或预压浸提，NY/T 2 级	89.0	44.2	1.9	5.9	28.3	6.1	13.6	9.6	0.33	0.62	0.21

来源：中国饲料成分及营养价值表（2011 年第 22 版）。

表 4-19 大豆与大豆饼粕的有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
全脂大豆	湿法膨化，生大豆为 NY/T 2 级	3.99	16.99
大豆饼	机榨，NY/T 2 级	3.37	14.10
大豆粕	去皮，浸提或预压浸提，NY/T 1 级	3.42	14.31
大豆粕	浸提或预压浸提，NY/T 2 级	3.41	14.27

来源：中国饲料成分及营养价值表（2011 年第 22 版）。



表 4-20 大豆与大豆饼粕的氨基酸含量 (%)

饲料名称	饲料描述	粗蛋 白质	赖氨 酸	蛋氨 酸	苏氨 酸	色氨 酸
全脂大豆	湿法膨化,生大豆为 NY/T 2 级	35.5	2.37	0.55	1.42	0.49
大豆饼	机榨, NY/T 2 级	41.8	2.43	0.60	1.44	0.64
大豆粕	去皮,浸提或预压浸提, NY/T 1 级	47.9	2.99	0.68	1.85	0.65
大豆粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	44.2	2.68	0.59	1.71	0.57

来源:中国饲料成分及营养价值表(2011年第22版)。

(3) 棉籽饼粕 因棉籽脱壳程度及制油方法不同,营养价值差异很大,棉仁饼粕粗蛋白质含量为 40%~46%,棉籽仁饼粕蛋白质含量为 34%~36%,棉籽饼粕粗蛋白含量为 22%左右,蛋氨酸较低,精氨酸含量较高,赖氨酸不足。磷和维生素 B₁ 含量较高,胡萝卜素和维生素 D 含量较低。粗纤维含量在 10%~20%。棉籽饼中含有游离棉酚,长期大量饲喂会引起中毒。

表 4-21 棉籽饼粕的常规成分 (%)

饲料名称	饲料描述	干物 质	粗蛋 白质	粗脂 肪	粗纤 维	无氮 浸出 物	粗灰 分	中性 洗涤 纤维	酸性 洗涤 纤维	钙	总磷	有效 磷
棉籽 饼	机榨, NY/T 2 级	88.0	36.3	7.4	12.5	26.1	5.7	32.1	22.9	0.21	0.83	0.28
棉籽 粕	浸提或预压浸 提, NY/T 1 级	90.0	47.0	0.5	10.2	26.3	6.0	22.5	15.3	0.25	1.10	0.38
棉籽 粕	浸提或预压浸 提, NY/T 2 级	90.0	43.5	0.5	10.5	28.9	6.6	28.4	19.4	0.28	1.04	0.36

来源:中国饲料成分及营养价值表(2011年第22版)。

表 4-22 棉籽饼粕的有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
棉籽饼	机榨, NY/T 2 级	3.16	13.22
棉籽粕	浸提或预压浸提, NY/T 1 级	3.12	13.05
棉籽粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	2.98	12.47

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

表 4-23 棉籽饼粕的氨基酸含量 (%)

饲料名称	饲料描述	粗蛋 白质	赖氨酸	蛋氨酸	胱氨酸	苏氨酸	色氨酸
棉籽饼	机榨, NY/T 2 级	36.3	1.40	0.41	0.70	1.14	0.39
棉籽粕	浸提或预压浸 提, NY/T 1 级	47.0	2.13	0.56	0.66	1.35	0.54
棉籽粕	浸提或预压浸 提, NY/T 2 级	43.5	1.97	0.58	0.68	1.25	0.51

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

(4) 菜籽饼粕 可利用能较低, 适口性差。粗蛋白质含量在 34%~38%, 氨基酸组成平衡, 蛋氨酸、赖氨酸含量较高, 精氨酸含量低。粗纤维含量较高, 有效能值较低。矿物质中钙和磷的含量均高, 而且硒含量是常用植物性饲料中最高者。维生素中胆碱、叶酸、烟酸、核黄素、硫胺素均比豆饼高, 但胆碱与芥子苷呈结合状态, 不易被肠道吸收。菜籽饼粕中含有硫葡萄糖苷、芥酸等有毒成分, 长期大量饲喂, 会对羊造成危害。

表 4-24 菜籽饼粕的常规成分 (%)

饲料 名称	饲料描述	干物 质	粗蛋 白质	粗脂 肪	粗纤 维	无氮 浸出 物	粗灰 分	中性 洗涤 纤维	酸性 洗涤 纤维	钙	总磷	有效 磷
菜籽 饼	机榨, NY/T 2 级	88.0	35.7	7.4	11.4	26.3	7.2	33.3	26.0	0.59	0.96	0.33
菜籽 粕	浸提或预压 浸提, NY/T 2 级	88.0	38.6	1.4	11.8	28.9	7.3	20.7	16.8	0.65	1.02	0.35

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。



表 4-25 菜籽饼粕的有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
菜籽饼	机榨, NY/T 2 级	3.14	13.14
菜籽粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	2.88	12.05

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

表 4-26 菜籽饼粕的氨基酸含量 (%)

饲料名称	饲料描述	粗蛋 白质	赖氨 酸	蛋氨 酸	胱氨 酸	苏氨 酸	色氨 酸
菜籽饼	机榨, NY/T 2 级	35.7	1.33	0.60	0.82	1.40	0.42
菜籽粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	38.6	1.30	0.63	0.87	1.49	0.43

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

(5) 花生仁饼粕 营养价值较高, 粗蛋白质含量为 38%~48%, 粗纤维含量为 4%~7%, 氨基酸组成不平衡, 赖氨酸、蛋氨酸含量低而精氨酸含量高。花生仁饼粕的有效能值在饼粕类饲料中最高, 无氮浸出物中大多为淀粉、糖分和戊聚糖。脂肪酸以油酸为主, 不饱和脂肪酸含量为 53%~78%。除维生素 A、维生素 D、维生素 C 外, 其他维生素含量丰富。矿物质含量钙少磷多。花生仁饼粕易感染黄曲霉。

表 4-27 花生仁饼粕的常规成分 (%)

饲料 名称	饲料描述	干物 质	粗蛋 白质	粗脂 肪	粗纤 维	无氮 浸出 物	粗灰 分	中性 洗涤 纤维	酸性 洗涤 纤维	钙	总磷	有效 磷
花生 仁饼	机榨, NY/T 2 级	88.0	44.7	7.2	5.9	25.1	5.1	14.0	8.7	0.25	0.53	0.16
花生 仁粕	浸提或预压浸 提, NY/T 2 级	88.0	47.8	1.4	6.2	27.2	5.4	15.5	11.7	0.27	0.56	0.17

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

表 4-28 花生仁饼粕的有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
花生仁饼	机榨, NY/T 2 级	3.44	14.39
花生仁粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	3.24	13.56

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

表 4-29 花生仁饼粕的氨基酸含量 (%)

饲料名称	饲料描述	粗蛋	赖氨	蛋氨	胱氨	苏氨	色氨
		白质	酸	酸	酸	酸	酸
花生仁饼	机榨, NY/T 2 级	44.7	1.32	0.39	0.38	1.05	0.42
花生仁粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	47.8	1.40	0.41	0.40	1.11	0.45

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

(6) 亚麻籽饼粕 粗蛋白质含量一般为 32%~36%。赖氨酸、蛋氨酸缺乏, 富含色氨酸、精氨酸。粗纤维含量也较高, 热能较低, 亚麻酸含量高。亚麻籽饼粕中的胡萝卜素、维生素 D 和维生素 E 含量少, 富含 B 族维生素。矿物质中钙、磷含量均较高, 微量元素中硒的含量高, 是优良的天然硒源之一。亚麻籽饼粕中含有许多有毒物质和抗营养因子, 如亚麻籽胶、植酸、变应原、生氰糖苷、胰蛋白酶抑制因子、抗维生素 B₆ 因子等。特别是生氰糖苷的毒性, 大大地限制了其在动物饲料中的使用量。

表 4-30 亚麻籽饼粕的常规成分含量 (%)

饲料名称	饲料描述	干物质	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分	中性洗涤纤维	酸性洗涤纤维	钙	总磷	有效磷
亚麻仁饼	机榨, NY/T 2 级	88.0	32.2	7.8	7.8	34.0	6.2	29.7	27.1	0.39	0.88	—
亚麻仁粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	88.0	34.8	1.8	8.2	36.6	6.6	21.6	14.4	0.42	0.95	—

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。注: “—”表示未测值。



表 4-31 亚麻籽饼粕的有效能含量

饲料名称	饲料描述	羊消化能	
		兆卡/千克	兆焦/千克
亚麻仁饼	机榨, NY/T 2 级	3.20	13.39
亚麻仁粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	2.99	12.51

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

表 4-32 亚麻籽饼粕的氨基酸含量 (%)

饲料名称	饲料描述	粗蛋	赖氨	蛋氨	胱氨	苏氨	色氨
		白质	酸	酸	酸	酸	酸
亚麻仁饼	机榨, NY/T 2 级	32.2	0.73	0.46	0.48	1.00	0.48
亚麻仁粕	浸提或预压浸提, NY/T 2 级	34.8	1.16	0.55	0.55	1.10	0.70

来源: 中国饲料成分及营养价值表 (2011 年第 22 版)。

另外还有芝麻饼粕、葵花籽饼粕都可以作为肉羊蛋白质补充料。

2. 其他加工副产品 主要指糟渣类, 是酿造、淀粉及豆腐加工行业的副产品。其主要特点是水分含量高, 为 70%~90%, 干物质中蛋白质含量为 25%~33%, B 族维生素丰富, 还含有维生素 B₁₂ 及一些有利于动物生长的未知生长因子。

(1) 玉米蛋白粉 产量为原料玉米的 5%~8%。蛋白质的含量差异很大, 在 25%~60%, 玉米蛋白粉也是有效的着色剂。蛋白质的利用率较高, 蛋氨酸含量高而赖氨酸、色氨酸不足。缺乏矿物质, 维生素 A 含量高而 B 族维生素较少。可以作为部分肉羊的蛋白质饲料, 因其相对密度较大, 应与容积大的饲料配合使用。

(2) 豆腐渣、酱油渣及粉渣 多为豆科籽实类加工副产品, 干物质中粗蛋白质的含量在 20% 以上, 粗纤维含量较高。维生素缺乏, 消化率也较低。这类饲料水分含量高, 一般不宜存放过久, 否则极易被霉菌及腐败菌污染变质。

(3) 酒糟、醋糟 多为禾本科籽实及块根、块茎的加工副产

品，酒糟蛋白质含量一般为19%~30%，酒糟中含有一些残留的酒精，对羊喂量要适宜。

3. 单细胞蛋白质饲料 主要包括酵母、真菌及藻类。以酵母最具有代表性，其粗蛋白质含量40%~50%，赖氨酸含量为5%~7%，蛋氨酸与胱氨酸含量为2%~3%，所含必需氨基酸和鱼粉含量相近，但适口性差。生物学价值较高，在矿物质元素中，富含锌和硒，另含铁量很高，钙少，但磷和钾含量高。B族维生素如烟酸、胆碱、核黄素、泛酸、叶酸含量高。

4. 非蛋白氮饲料 一般指通过化学合成的尿素、缩二脲、铵盐等。羊瘤胃中的微生物可利用这些非蛋白氮合成菌体蛋白，和天然蛋白质一样可以被消化利用。尿素缓释技术是尿素利用及发展的一个方向，是将尿素经过适当的处理或添加某种物质来减缓尿素在瘤胃中的分解速度。尿素缓释技术主要有两种：

(1) 糊化淀粉尿素 利用谷物淀粉与尿素在适合的温度及压力下生成的淀粉与尿素的均匀混合物。糊化淀粉尿素不但减缓了尿素在瘤胃中的分解速度，同时淀粉与尿素的均匀混合，使得淀粉和尿素被微生物同步分解，从而提高了微生物蛋白产量及反刍动物对尿素氮的代谢率和对粗饲料的消化率。

(2) 包衣尿素 包衣尿素又称包被尿素，是用特殊的材料将尿素颗粒或晶粉严密包裹而成。包衣技术不仅控制了尿素的分解速度，提高了尿素氮的利用率，还有防止中毒的作用，而且改善了产品的适口性差、氨味重、易吸湿、性质不稳定等缺点。

六、矿物质饲料

矿物质饲料一般指为羊提供食盐、钙源、磷源的饲料，包括人工合成的，天然单一的和多种混合的矿物质饲料，以及配合有载体或赋形剂的痕量、微量、常量元素补充料。矿物质饲料通常分为常量矿物质饲料、微量矿物质饲料和天然矿物质饲料三大类。



1. 食盐 主要成分是氯化钠, 纯净的食盐约含氯 60.3%, 约含钠 39.7%, 此外还有少量的钙、镁、硫等杂质。用食盐来补充植物性饲料中的钠和氯, 还可以提高饲料的适口性, 增加动物食欲, 促进消化, 具有调味剂的作用。羊的喂量为精料喂量的 1%。

饲料级氯化钠的质量要求见表 4-33 和表 4-34。

表 4-33 饲料级氯化钠理化指标 (GB/T 23880—2009)

项 目	指 标
氯化钠 (以 NaCl 计) (%)	≥ 95.5
水分 (%)	≤ 3.2
水不溶物 (%)	≤ 0.2
白度/度 (%)	≥ 45
粒度 (通过 0.71 毫米的试验筛) (%)	≥ 85

表 4-34 饲料级氯化钠理化卫生指标 (毫克/千克) (GB/T 23880—2009)

项 目	指 标
总砷 (以 As 计)	≥ 0.5
铅 (以 Pb 计)	≤ 2
总汞 (以 Hg 计)	≤ 0.1
氟 (以 F 计)	≥ 2.5
钡 (以 Ba 计)	≥ 15
镉 (以 Cd 计)	≤ 0.5
亚铁氰化钾 (以 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 计)	≤ 10
亚硝酸盐 (以 NaNO_2 计)	≤ 2

2. 石粉、贝壳粉 石粉是天然的碳酸钙 (CaCO_3)，含钙量约为 38%，是补充钙的最廉价、最方便的矿物质原料。按干物质计，石灰石粉的成分与含量如下：灰分 96.9%，其中含钙 35.89%，氯 0.03%，铁 0.35%，锰 0.027%，镁 2.06%。

贝壳粉是各种贝类外壳（蚌壳、牡蛎壳、蛤蜊壳、螺蛳壳等）经加工粉碎而成的粉状或粒状产品，多呈灰白色、灰色、灰褐色。主要成分也为碳酸钙，含钙量不低于 33%。品质好的贝壳粉杂质少，含钙高，呈白色粉状或片状。

3. 含钙饲料、含磷饲料 磷酸氢钙为白色或灰白色的粉末或粒状产品，含磷量 18% 以上，含钙量不低于 23%，磷酸氢钙是目前饲料工业、养殖行业应用最多的磷源饲料。磷酸二氢钙为白色结晶粉末，含磷 21%，钙 20%；由于磷高钙低，在配制饲料时易于调整钙磷平衡。使用磷酸二氢钙时应注意脱氟处理。磷酸钙（磷酸三钙）含磷 20%，钙 39%，是常用的无机磷源饲料。反刍动物禁用骨粉和肉骨粉。

4. 微量元素添加剂 主要用于补充饲料中微量元素的不足。羊饲料中应注意补充铁、铜、锌、锰、钴、碘、硒等微量元素；使用微量元素盐砖是补充反刍动物微量元素的简易方法。反刍动物使用的复合盐，最好是瘤胃中易溶解的微量元素硫酸盐。饲料砖能为瘤胃提供良好的发酵环境，促进瘤胃微生物大量繁殖，增加采食量和促进纤维性饲料的消化、吸收和利用。饲料砖一般有矿物质盐砖、精料补充料砖和驱虫药砖。饲料砖一般可放于羊舍或饲槽内供羊自由舔食，饲喂方法简单，但要防雨水浸泡。

主要微量必需元素的功能及元素含量特性见表 4-35 和表 4-36。



表 4-35 主要微量必需元素的功能

微量 元素	在动物体 内的含量 (毫克/千克)	生理生化功能	缺乏症及过剩
碘(I)	0.3~0.6	动物体合成甲状腺素所必需；甲状腺素控制	缺乏症：甲状腺肿大、幼畜呆小症、成年畜黏液肿；造成死胎、幼畜虚弱；初生仔畜与羔羊无毛；长期慢性采食大量碘会减少甲状腺对碘的吸收
铁(Fe)	20~80	与传递氧有关酶的组分，在细胞内氧化过程中起重要作用；血红蛋白的组成成分	缺乏症：缺铁性贫血；过多的铁可与磷形成不溶性的磷酸盐，干扰磷的吸收
铜(Cu)	1~5	在酶系统中必不可少，毛的发育、色素沉着、骨骼发育、繁殖与泌乳所必需；与铁和维生素 B ₁₂ 一道，为血红蛋白的形成所必需	缺乏症：共济失调（神经症状），跛行，关节肿胀，骨质脆弱；营养性贫血；被毛褪色，生长淡色毛、发状毛；过量铜有毒，铜积累在肝中，可引起死亡
锰(Mn)	0.2~0.5	氧化磷酸化、氨基酸代谢、脂肪合成与胆固醇代谢酶系统的活化剂；骨的正常形成所必需；生长与繁殖必需	缺乏症：羔羊膝关节膨大；家畜生长、繁殖受阻，跛行、腿变短弯、关节肿大
锌(Zn)	10~50	几种酶系统的组分；正常蛋白质合成与代谢所必需；骨、羽发育所必需	缺乏症：角化不全或过度角化、羔羊被毛脱落；动物禽毛羽发育不良、食欲丧失、生长停滞；锌过多会干扰铜的代谢，引起贫血
钴(Co)	0.02~0.1	维生素 B ₁₂ 的组分	缺乏症：牛、羊缺钴产生类似维生素 B ₁₂ 缺乏症，无食欲，生长停滞，消瘦，贫血，甚至死亡
硒(Se)	0.02~0.05	谷胱甘肽过氧化物酶的组成部分，这种酶可将过氧化酯类还原，防止其在体内积累；与维生素 E 共同发挥抗氧化功能	缺乏症：家畜白肌病；体脂变棕褐色，增重缓慢，繁殖力下降；硒过多：消瘦、脱毛、肝硬化或肝萎缩
钼(Mo)	1~4	黄嘌呤氧化酶的组成成分，对尿酸形成十分重要；对瘤胃微生物有激发作用	中毒水平的钼干扰铜代谢，并引起剧烈腹泻，动物体况变坏

表 4-36 微量元素添加剂及其特性 (a 为标准物 100)

化合物	分子式	元素含量 (%)	相对生物效价 (RBV) (%)			特性分析
			禽	猪	反刍动物	
锌 补 充 剂	碳酸锌 ^a	ZnCO ₃	Zn 52.1	100		含 7 个结晶水的硫酸锌和氧化锌常用。硫酸锌、碳酸锌、氧化锌生物学效价相同, 但氧化锌不潮解, 稳定性好
	氧化锌	ZnO	Zn 80.3	100		
	七水硫酸锌	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	Zn 22.7	100		
	一水硫酸锌	ZnSO ₄ · H ₂ O	Zn 36.4	100		
铁 补 充 剂	七水硫酸亚铁 ^a	FeSO ₄ · 7H ₂ O	Fe 20.1	100	100	硫酸亚铁最常用, 生物学效价也最高, 三价铁效价要比二价铁低, 亚铁氧化后效价随之降低
	一水硫酸亚铁	FeSO ₄ · H ₂ O	Fe 32.9	100	92	
	氯化铁	FeCl ₃ · 6H ₂ O	Fe 20.7	44	100	
	碳酸亚铁	FeCO ₃ · H ₂ O	Fe 41.7	2	0~74	
	氧化铁	Fe ₂ O ₃	Fe 57	2	0	
	柠檬酸铁	FeC ₆ H ₅ O ₇	Fe 22.8	73	100	
	氯化亚铁	FeCl ₂	Fe 44.1	98	—	
	硫酸铁	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Fe 27.9	83	—	
铜 补 充 剂	五水硫酸铜 ^a	CuSO ₄ · 5H ₂ O	Cu 25.4	100	100	含 5 个结晶水的硫酸铜最常用。硫酸铜的相对生物学效价要高于氧化铜、氯化铜与碳酸铜, 但易潮解结块
	碳酸铜	CuCO ₃	Cu 51.4	100	<100	
	二水氯化铜	CuCl ₂ · 2H ₂ O	Cu 37.3	—	—	
	氯化铜	CuCl ₂	Cu 64.2	100	100	
	氧化铜	CuO	Cu 79.9	<100	<100	
锰 补 充 剂	一水硫酸锰 ^a	MnSO ₄ · H ₂ O	Mn 32.5	100	100	硫酸锰常用, 且不潮解, 稳定性好, 生物学效价高, 碳酸锰的生物学效价与之接近, 氯化锰较差
	四水硫酸锰	MnSO ₄ · 4H ₂ O	Mn 24.6	100	—	
	二水氯化锰	MnCl ₂ · 2H ₂ O	Mn 33.9	100	—	
	四水氯化锰	MnCl ₂ · 4H ₂ O	Mn 27.8	100	—	
	碳酸锰	MnCO ₃	Mn 47.8	90	100	
	氧化锰	MnO	Mn 77.4	90	100	
	二氧化锰	MnO ₂	Mn 63.2	80	—	



(续)

化合物	分子式	元素 含量 (%)	相对生物效价 (RBV) (%)			特性分析
			禽	猪	反刍 动物	
七水硫酸钴	$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Co 21.3	—	—	~100	硫酸钴、碳酸钴、氯化钴均常用,且三者的生物学效价相似,但硫酸钴、氯化钴贮藏太久易结块。碳酸钴可长期贮存,不易结块
钴 一水硫酸钴	$\text{CoSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Co 33.0	—	—	~100	
补 氯化钴	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Co 24.8	—	—	~100	
充 碳酸钴 ^a	CoCO_3	Co 49.5	100	100	100	
剂 氧化钴	CoO	Co 78.6	—	—	~100	
碘化钠 ^a	NaI	I 84.7	100	100	100	碘化钾、碘酸钾、碘酸钙最常用。碘化钾易潮解,稳定性差,长期暴露在空气中易释放出碘而呈黄色。碘酸钙利用率高且稳定性好
碘 碘化钾	KI	I 76.4	100	100	100	
补 碘酸钙	$\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	I 62.2	100	100	100	
充 碘化亚铜	CuI	I 66.6	100	100	—	
剂 碘酸钾	KIO_3	I 59.3	100	100	100	
亚硒酸钠 ^a	Na_2SeO_3	Se 45.6	100	100	100	硒 硒酸钠
补 硒酸钠	Na_2SeO_4	Se 41.8	58~90	≤100	≤100	
充 硒化钠	Na_2Se	Se 63.2	40	—	—	
剂 硒	Se	Se 100	8	—	—	

5. 天然矿石稀释剂与载体 沸石可在羊的精料混合料中添加4%~6%,它能吸附胃肠道有害气体,并将吸附的铵离子缓慢释放,供羊体合成菌体蛋白,提高羊对饲料养分的利用率,为羊提供多种微量元素;膨润土有较强的离子交换能力,并有提高营养物质利用率的作用,在基础日粮中加补1%膨润土提高育肥羊的生产性能;稀土作为一种添加剂,断奶后在育肥羊日粮中添加0.2%的稀土或每天每只添加硝酸稀土0.5克,可显著提高日增重。

七、维生素饲料

维生素是一类动物代谢所必需而需要量极少的低分子有机化合物，体内一般不能合成，必须由饲料提供，或者提供其前体物。维生素主要以辅酶和催化剂的形式广泛参与体内代谢的多种化学反应，从而保证机体组织器官的细胞结构和功能正常，以维持动物的健康和各种生产活动。维生素缺乏可引起机体代谢紊乱，产生一系列缺乏症，影响动物健康和生产性能，严重时可导致动物死亡。

维生素添加剂按其溶解性可分为脂溶性维生素制剂和水溶性维生素制剂两类。维生素添加剂主要用于对天然饲料中某种维生素的营养补充、提高动物抗病或抗应激能力、促进生长以及改善畜产品的产量和质量等。维生素的主要生理生化作用见表4-37。

表4-37 维生素生理生化作用及缺乏症

维生素名称	最受影响的家畜	生理生化作用	缺乏症
维生素A	各种畜禽	骨的生长需要；暗视觉需要（眼内视紫质形成）；保护上皮组织；维持健康（呼吸道、泌尿生殖道、消化道与皮肤）	生长迟缓，体重减轻，食欲丧失，干眼病，夜盲，神经调节不协调，步态蹒跚。公母畜不育，分娩弱胎儿或死胎，繁殖障碍。母兔生出脑水肿的幼兔。雏鸡步履摇摆。母鸡产蛋率与孵化率降低
维生素D	各种畜禽	有助于钙、磷的同化与利用，为动物体（包括胎儿）正常的骨骼发育所必需	幼畜佝偻病，成畜软骨病。雏禽生长减慢，软骨（佝偻），腿变形。母鸡产薄壳蛋，孵化率低
维生素E	牦牛、绵羊、马、禽、鼠，可能还有其他动物	抗氧化剂；构成肌肉结构，有利繁殖	肌肉营养不良（羔羊僵直病与白肌病），繁殖障碍，雏鸡脑软



(续)

维生素名称	最受影响的家畜	生理生化作用	缺乏症
维生素 K	几乎所有动物	凝血酶的形成与凝血作用所必不可少	延缓血凝时间, 全身出血, 严重时死亡
烟酸、烟酰胺	猪、鸡 (反刍动物与马的消化道中可合成)	辅酶成分; 生物化学反应中运输 H^+	生长迟缓, 食欲减退。猪表现下痢, 呕吐, 皮炎, 被毛零乱, 肠溃疡; 鸡出现羽毛生长不良, 痲性皮炎; 狗表现黑舌病与口腔病
泛酸 (泛酸钙)	猪、鸡、狗 (反刍动物与马消化道中可合成)	能量代谢所需的辅酶 A 的成分	各种动物表现生长迟缓、脱毛与肠炎。幼年反刍动物缺乏时表现被毛粗乱
维生素 B ₆	猪、鸡、狗 (反刍动物与马消化道中可合成)	蛋白质与氮代谢中作为辅酶; 与红细胞形成有关; 在内分泌系统中有重要作用	各种家畜表现抽搐。猪不食, 生长不良。雏鸡生长迟缓, 羽毛不正常。母鸡产蛋减少, 孵化率低
维生素 B ₂	禽、猪、马	促生长, 作为碳水化合物与氨基酸代谢中某些酶系统的组分而发挥作用	大多数动物生长受阻。马为周期性眼炎 (月盲)。成年猪繁殖障碍, 幼猪生长缓慢, 贫血, 下痢, 被毛零乱, 眼不透明, 步态不正常。禽类出现曲爪麻痹
维生素 B ₁	除反刍动物瘤胃中可合成外, 其他动物均需由饲料中供给	能量代谢中的辅酶, 碳水化合物代谢所必需; 促进食欲和正常生活, 有助繁殖	食欲减退, 体重减轻, 心血管功能紊乱, 体温降低。雏鸡多发神经炎 (头向后仰), 母鸡产蛋减少
维生素 C	豚鼠与猴, 其他禽畜需要, 但在体内可合成胶原纤维	形成齿、骨与软组织的细胞间质; 提高动物对传染病的抵抗力	坏血病, 牙龈肿胀、出血、溃疡, 牙齿松动, 骨软
维生素 B ₁₂	猪、禽。在缺乏钴的情况下, 反刍动物消化道中微生物可合成维生素 B ₁₂	几种酶系统中的辅酶; 与叶酸代谢有密切联系	各种家畜生长迟缓。猪的后腿运动不协调, 母猪繁殖障碍。母鸡所生蛋不能孵化

(续)

维生素名称	最受影响的家畜	生理生化作用	缺乏症
生物素	各种动物	多种酶系统中的重要组分	猪表现后腿蹄裂与皮炎，饲料利用效率降低，雏鸡、雏火鸡有皮炎与滑腱症 母鸡产蛋率、孵化率降低
胆碱		有关神经冲动的传导和磷脂的成分；供给甲基	多数动物出现脂肪肝、肾出血。生长猪有不正常步态，成年母猪繁殖不良。雏鸡滑腱症

1. 维生素 A 维生素 A 易受许多因素的影响而失活，所以商品形式为维生素 A 醋酸酯或其他酸酯，然后采用微型胶囊技术或吸附方法作进一步处理。

2. 维生素 D₃ 维生素 D₃ 的生产工艺类似于维生素 A。商品添加剂中，也有把维生素 A 和维生素 D₃ 混在一起的添加剂。

3. 维生素 E 添加剂维生素 E 的中文名为 α -生育酚，商品型维生素 E 粉一般是以 α -生育酚醋酸酯或乙酸酯为原料制成，含量为 50%。

4. 维生素 K₃ 天然饲料中的维生素 K 为脂溶性维生素 K₁，饲料添加剂中使用的是化学合成的水溶性维生素 K₃，它的活性成分为甲萘醌。

5. 维生素 B₁ 维生素 B₁ 添加剂的商品形式一般有盐酸硫胺素（盐酸硫胺）和单硝酸硫胺素（硝酸硫胺）两种，活性成分一般为 96%，也有经过稀释、活性成分只有 5% 的剂型，故使用时应注意其活性成分含量。

6. 维生素 B₂ 维生素 B₂ 添加剂通常含 96% 或 98% 的核黄素，因具有静电作用和附着性，故需进行抗静电处理，以保证混合均匀度。

7. 维生素 B₆ 其商品形式是一种盐酸吡哆醇制剂，活性成分为 98%，也有稀释为其他浓度的制剂。



8. 维生素 B₁₂ 其商品形式常稀释为 0.1%、1% 和 2% 等活性浓度的添加剂。

9. 泛酸 其形式有两种：一为 d-泛酸钙，二为 dL-泛酸钙，只有 d-泛酸钙具有活性。商品添加剂中，活性成分一般为 98%，也有经稀释只含有 66% 或 50% 的剂型。

10. 烟酸 其形式有两种，一是烟酸（尼克酸），另一种是烟酰胺，两者的营养效用相同，但在动物体内被吸收的形式为烟酰胺。商品添加剂的活性成分含量为 98%~99.5%。

11. 生物素（维生素 H） 生物素添加剂的活性成分含量为 1% 或 2%。以 1% 剂型为例，在其标签上标有 H-1 或 H1，也有标为 F-1 或 F1。

12. 叶酸 叶酸添加剂商品活性成分含量一般为 3% 或 4%，也有含量为 95% 的剂型。

13. 胆碱 胆碱用作饲料添加剂的化学形式是其衍生物，即氯化胆碱。氯化胆碱添加剂有两种：液态氯化胆碱（含活性成分 70%）和固态粉粒型氯化胆碱（含活性成分 50%）。

14. 维生素 C 添加剂常用的维生素 C 添加剂有：抗坏血酸钠、抗坏血酸钙以及包被的抗坏血酸等。

15. 其他维生素 类似物有肌醇、对氨基苯甲酸、甜菜碱、肉毒碱等。

八、饲料添加剂

饲料添加剂是指在饲料加工、制作、使用过程中添加到饲料中，能保护饲料中的营养物质、促进营养物质的消化吸收、调节机体代谢、增进动物健康，从而改善营养物质的利用效率、提高动物生产水平、改进动物产品品质的物质的总称。饲料添加剂的作用是完善饲料的营养性，提高饲料的利用率，促进羊的生长和预防疾病，节约饲料成本，减少在贮存期间的营养损失，改善畜产品品质。为了生产标准无公害羊肉，所使用的饲料添加剂按中

中华人民共和国农业部公告第 105 号《允许使用的饲料添加剂品种目录》和农牧发〔2001〕20 号文件《饲料药物添加剂使用规范》严格执行。

饲料添加剂种类很多，包括饲料保护剂（保护饲料中的营养物质，防止其氧化或被微生物破坏），助消化剂（如酶制剂、益生菌、酸化剂、缓冲剂、离子交换化合物、离子载体及甲烷抑制剂、唾液分泌剂、瘤胃原生生物抑制剂、瘤胃防胀剂、异位酸等），代谢调节剂（如激素、营养重分配剂），生长促进剂（如抗生素、化学合成药），动物保健剂（如药物、免疫调节剂、环境改良剂）等。

1. 抗生素添加剂 抗生素（Antibiotics，曾称抗菌素），是微生物的发酵产物，对特异微生物的生长有抑制或杀灭作用。目前所称的抗生素也包括用化学合成法或半合成法生产的具有相同或相似结构或结构不同但功效相同的物质。饲用抗生素是指以亚治疗剂量应用于饲料中，以保证动物健康、促进动物生长与生产、提高饲料利用率的抗生素。

抗生素饲料添加剂会干扰成年羊瘤胃微生物，一般不在成年羊中使用，只应用于羔羊。羔羊常用的抗生素添加剂有以下几种。

（1）杆菌肽锌 杆菌肽锌能抑制病原菌的细胞壁形成，影响其蛋白质合成和某些有害的功能，从而杀灭病原菌；能使肠壁变薄，从而有利于营养吸收；能够预防疾病（如下痢、肠炎等），并能将因病原菌引起碱性磷酸酶降低的浓度恢复到正常水平，使羊正常生长发育，对虚弱羔羊作用更为明显。

（2）硫酸黏杆菌素 又称抗敌素、多黏菌素 E，作为饲料添加剂使用时，可促进生长和提高饲料利用率，对沙门氏菌、大肠杆菌、绿脓杆菌等引起的菌痢具有良好的防治作用。但大量使用可导致肾中毒。硫酸黏杆菌素如果与抗革兰氏阳性菌的抗生素配伍，具有协同作用。



(3) 黄霉素 又名黄磷脂霉素，干扰细胞壁结构物质肽聚糖的生物合成而抑制细菌繁殖，为畜禽专用抗菌促生长药物。抗菌作用主要作用于革兰氏阳性菌，对革兰氏阴性菌作用较小，与其他抗生素不产生交叉耐药性。作为饲料添加剂不仅可防治疾病，还可降低动物肠壁厚度、减轻动物肠壁重量的作用，从而促进营养物质在肠道的吸收，促进动物生长，提高饲料利用率。

(4) 大环内酯类 大环内酯类添加剂是指利用放线杆菌或小单孢菌生产的具有大环状内酯环的抗生素的总称，对革兰氏阳性菌和支原体有较强的抑制作用，可从肠道吸收，能产生交叉抗药性。红霉素、泰乐菌素等抗生素属于此类。

(5) 四环素类 属于人畜共用抗生素，易产生抗药性，属于淘汰型抗生素。此类抗生素在我国产量大、质量好、价格低。目前仍大量使用土霉素钙。

(6) 化学合成抗生素 通过化学方法合成，由于毒副作用大，正被逐渐淘汰。大部分此类药物只允许作兽药，而不作饲料添加剂。磺胺类、喹乙醇及有机砷制剂等属于此类药物。抗生素作为饲料添加剂使用一直存在争议的原因有二：一是病原菌产生抗药性问题；二是抗生素在动物体内和动物产品中的残留问题。

2. 酶制剂 酶是活细胞产生的具有特殊催化能力的蛋白质，是促进生物化学反应的高效物质。现在工业酶制剂主要采用微生物发酵法从细菌、真菌等微生物中提取。参与生物代谢的酶达数千种，作为饲料添加剂的主要是助消化的水解酶。

(1) 酶制剂的作用 酶通过参与生化反应，并提高其反应速度而促进蛋白质、脂肪、淀粉和纤维素的水解，具有促进饲料的消化吸收、提高饲料利用率和促进生长等作用，从而使不能利用或利用不充分的饲料或养分得到较好的利用，有些酶制剂还能提高羊瘤胃内微生物的活性，促进各种养分的消化吸收。

(2) 常用的酶制剂 应用量最大的有非淀粉多糖酶（包括纤维素酶、葡聚糖酶、木聚糖酶、甘露聚糖酶、半乳糖苷酶和果胶

酶)、植酸酶、淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶五类。因羊自身分泌的酶数量有限,适量加入消化酶可提高对饲料的消化吸收。酶制剂主要用于羔羊、患病的羊及处于特殊生产时期的羊。

(3) 酶制剂的使用方法 将酶制剂直接添加到羊的日粮中,将单一酶制剂或复合酶制剂均匀拌入饲料即可使用,此为体内酶解法,选用的酶必须具有对抗胃的酸性环境、瘤胃微生物及真胃小肠蛋白质分解作用的能力。人为控制和调节酶所需条件,在体外使酶与底物充分反应,从而获得可被羊充分利用的产物的方法称为体外酶解法,此法饲养效益明显,但需一定条件与设备。

3. 益生菌添加剂 又称活菌制剂或微生物制剂,指可以直接饲喂动物并通过调节动物肠道微生态平衡达到预防疾病、促进动物生长和提高饲料利用率的活性微生物或其培养物。益生菌添加剂具备以下特性:第一,能够到达小肠并在此繁育;第二,是非病原性的和无毒的;第三,有足够数量的活菌以建立和维持肠道微生物平衡;第四,可被迅速激活并有很高的生长率;第五,在储存和加工条件下有很强的耐受能力。

(1) 益生菌的作用 补充有益菌群,保持或恢复消化道菌群平衡;刺激瘤胃微生物的生长和活性,增加瘤胃微生物菌群数量,并使瘤胃内丙酸量提高,维持瘤胃液 pH 正常。益生菌是良好的免疫激活剂,可提高免疫球蛋白的浓度和巨噬细胞的活性,增强抗病能力。益生菌可改善机体代谢,补充机体营养成分,促进动物生长,并防止有毒物质的积累。

(2) 益生菌的分类 益生菌因依据不同有多种分类方法。根据制剂的用途及作用机制分为微生物生长促进剂和微生态治疗剂;依活菌剂的组成为单一制剂和复合制剂;目前较多使用的分类方法是依据微生物的菌种类型分为乳酸菌制剂、芽孢杆菌制剂、真菌及活酵母类制剂。

(3) 目前用于生产益生菌的菌种 主要有乳酸杆菌属、粪链球菌属、芽孢杆菌属和酵母菌属等。我国批准使用的益生菌有 6



种：芽孢杆菌、乳酸杆菌、粪链球菌、酵母菌、黑曲菌、米曲菌。羊偏重于添加真菌、酵母类制剂，并以曲霉菌效果较好。

4. 氨基酸添加剂 一般来说，通常肉羊瘤胃内微生物合成的菌体蛋白，可提供肉羊必需氨基酸需要量的40%，其余60%来自饲料，它们可以满足中等生产水平的肉羊蛋白质的需要，但不能满足高产性能肉羊的需要，因此需要通过给肉羊饲料中添加过瘤胃氨基酸来提高小肠中可被吸收氨基酸的数量和种类。试验证明，蛋氨酸和赖氨酸是反刍动物的第一、第二限制性氨基酸。对羔羊的研究表明，当饲喂以玉米为基础的日粮时，赖氨酸是第一限制性氨基酸。

5. 瘤胃发酵调控制剂 瘤胃发酵调控制剂包括脲酶抑制剂、瘤胃代谢控制剂、缓冲剂等。

(1) 脲酶抑制剂 是一类能够调控瘤胃微生物脲酶活性，从而控制瘤胃中氨的释放速度，达到提高尿素等利用率的一类添加剂。脲酶抑制剂主要有磷酸钠和氧肟酸盐。

(2) 瘤胃代谢控制剂 瘤胃代谢控制剂可以增加瘤胃内丙酸的产量，减少因甲烷的生成引起的能量损失，减少蛋白质在瘤胃中降解损失，增加瘤胃内蛋白数量。提高干物质和能量表观消化率。减少瘤胃中乳酸的生成和积累，维持瘤胃正常pH，防止乳酸中毒；作为离子载体，促进细胞内外离子交换，增加磷、镁及某些微量元素在体内沉积。目前应用的瘤胃代谢控制剂主要有莫能菌素（瘤胃素）、拉沙里菌素、盐霉素、甲基盐霉素等。

(3) 缓冲剂 瘤胃酸度过高会影响羊的食欲，瘤胃pH下降，并使瘤胃微生物区系受到抑制，饲料消化能力减弱，在高精料日粮中适当添加缓冲剂，可增加瘤胃内碱性蓄积，改变瘤胃发酵，增强食欲，提高养分消化率，防止酸中毒。最常用的缓冲剂为碳酸氢钠和氧化镁。一般在精料补充料中碳酸氢钠用量为1%，氧化镁用量为0.5%，二者同时配合使用效果更好。添加碳酸氢钠，应相应减少食盐的喂量，以免钠食入过多，但应同时

注意补氯。

(4) 酸化剂 能使饲料酸化的物质叫酸化剂。饲料内添加酸化剂可以增加幼龄动物发育不成熟的消化道的酸度，刺激消化酶的活性，提高饲料养分消化率。同时，酸化剂既可杀灭或抑制饲料本身存在的微生物，又可抑制消化道内的有害菌，促进有益菌的生长。目前用作饲料添加剂的酸化剂有三种，一是单一酸化剂，如延胡索酸、柠檬酸；二是以磷酸为基础的复合酸化剂；三是以乳酸为基础的复合酸化剂。

第三节 新型饲料原料的应用

一、油脂饲料

油脂是油与脂的总称，按照一般习惯，在室温下呈液态的称为“油”，呈固态的称为“脂”。油脂来自于动植物，是家畜重要的营养物质之一，特别是它能提供比任何其他饲料都多的能量，因而就成为配制高热能饲料所不可缺少的原料。

1. 油脂的组成 油脂是脂肪酸甘油酯的复杂混合物，它可以由1个甘油分子和3个脂肪酸分子化合而成。天然油脂中除甘油三酯外，还含有少量的磷脂、固醇、色素、维生素、游离脂肪酸、脂肪醇、蜡、醛和酮等。

(1) 脂肪酸 油脂的主要成分甘油三酯中，脂肪酸可占整个油脂分子量的94%~96%。天然存在的脂肪酸几乎全部是含有偶数碳原子的直链脂肪酸，包括饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。脂肪酸结构中含有双键的为不饱和脂肪酸，不含双键的为饱和脂肪酸。在不饱和脂肪酸中，通常将含2个或2个以上双键者称为高不饱和脂肪酸或多不饱和脂肪酸。多不饱和脂肪酸中的亚油酸、亚麻酸和花生油酸，由于动物机体不能合成，在营养上称为必需脂肪酸。

(2) 磷脂类 磷脂是一种含磷的类脂物，由甘油与脂肪酸、



磷酸及含氮化合物结合而成。常见的磷脂有卵磷脂和脑磷脂，此外还有一种肌醇磷脂。

(3) 固醇类 固醇是油脂中不皂化物的主要成分。动物脂肪中的特种固醇是胆固醇，植物油中的固醇统称为植物固醇。

(4) 色素 植物油中含有多种色素物质，最常见的脂溶性色素为叶绿素、叶黄素、胡萝卜素及棉酚等。

(5) 维生素 植物油中普遍存在有生育酚，即维生素 E，鱼肝油和奶油中含有大量的天然维生素 A、维生素 D。

2. 饲料用油脂的分类 天然存在的油脂种类很多，分类方法也很多，据产品的来源及状态可将油脂分为以下几类。

(1) 动物性油脂 动物油脂是从哺乳动物或禽类组织的脂肪中提炼而得。一般将熔点在 40°C 以上者称为牛脂或兽脂， 40°C 以下者称为动物油或兽油。

(2) 植物性油脂 植物油脂是从植物种子或果实中提炼的油脂，成分以甘油三酯为主，总脂肪酸含量在 90% 以上，不皂化物含量在 2% 以下，不溶物含量在 1% 以下。大豆油、菜籽油、棕榈油等是这类油脂的代表。植物油脂中的脂肪酸主要为不饱和脂肪酸。

(3) 海产动物油脂 海产油脂包括鱼油、鱼肝油及海中哺乳动物的油脂，主要有鳕鱼油、鲱鱼油、金枪鱼油、沙丁鱼油、鳃鱼肝油及鲸鱼油等。

(4) 饲料级水解油脂 由制取食用油或肥皂等处理脂肪过程所得产品，主要成分为脂肪酸，要求总脂肪酸含量在 85% 以上，不皂化物含量在 6% 以下，不溶物含量在 1% 以下。

(5) 粉末油脂 油脂经过特殊处理使其成粉末状，以利于添加、贮存和运输，但成本较高。

3. 油脂的营养特性与添加目的

(1) 营养特性 油脂是高热能来源，在饲料中添加油脂很容易配制成高能饲料；油脂是必需脂肪酸的重要来源之一，必需脂

肪酸缺乏会造成动物受损，生长抑制，繁殖机能障碍，生产性能下降等；油脂具有额外热效应，添加的油脂与基础日粮中的油，在脂肪酸组成上发生了协同作用，得以互相补充，同时添加油脂能促进非脂类物质的吸收；油脂能促进色素和脂溶性维生素的吸收，饲料中的色素及脂溶性维生素如维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 等均需溶于脂肪后，才能被动物体消化、吸收和利用；油脂的热增耗低，可减轻动物热应激，避免热应激所带来的能量损失。

(2) 添加目的 饲料中添加油脂，除了因为油脂有上述的特性外，还有以下几点好处：改善饲料适口性，增加采食量；提高颗粒饲料的生产效率，减少机械磨损。

4. 油脂的饲用价值 代乳料中需使用足量的高品质油脂，牛油、猪油、椰子油、花生油、棕榈油等均可单独或混合使用。但羔羊对牛油中所含的硬脂酸难于消化，易导致下痢，影响发育。此外，用脂肪酸不饱和度高的大豆油和棉籽油喂羔羊时，容易因脂肪氧化而引起脱毛、生长不良和死亡率高的现象，若经过氢化处理使之成为饱和脂肪酸，或者添加抗氧化剂和维生素 E 则可得到改善。

油脂对瘤胃功能的影响主要是因为其所含的不饱和脂肪酸对微生物具有毒性，保护处理方法主要有：氢化处理，制成硬化油脂以减轻不饱和脂肪酸对瘤胃微生物的毒害；甲醛保护，将油脂封入经甲醛处理过的蛋白质中，使其不受微生物影响，直接在小肠被消化吸收；制成脂肪酸钙，将油脂水解后与钙盐结合，形成钙皂。

5. 油脂的贮存与添加方法 油脂贮存要隔绝空气与湿气，降低温度并避免光照，减少油脂的自动氧化反应。油脂应保存于密闭和不透光的容器中，并放置于低温干燥处。金属离子能诱发油脂变质，故应防止油脂与铜等金属的接触，贮槽、管道和阀门等尽量使用不锈钢材料。而且油脂中要添加适量抗氧化剂，如二



丁基羟基甲苯或丁基羟基茴香醚。

关于油脂的添加方式，过去常采用预拌方式添加，即先用豆粕类等吸附后，再逐步扩大混入饲料中。近年来则多采用直接喷雾法，即先将油脂加热变成液态，再以喷嘴直接喷雾到饲料中。制造颗粒饲料时，若油脂添加过多，饲料会变软而无法成型。可先在原料中加入3%左右，制成颗粒后，剩余的油脂可用喷雾方法直接加入刚从颗粒机出来且热的颗粒状饲料中。这样即使加入12%左右的动物性油脂，也可以制成硬度良好的颗粒饲料。

二、植物提取物

植物提取物又称做植物化学物质、植物次级代谢产物(PSM)。主要分为皂角苷、单宁和植物精油。植物提取物可防止昆虫危害，在植物生长和繁殖过程中起到保护作用。植物次级代谢产物由于具有抗菌活性及对营养物质利用的负面效应，曾被认为是抗营养因子。研究结果证实，植物次级代谢产物可以改善瘤胃发酵如提高蛋白代谢率，降低甲烷产生，减少营养应激（如瘤胃臌气），改善动物健康和生产力等。

1. 皂角苷 皂角苷是一类高分子糖苷，通过类固醇或三萜等糖苷配基与一个或多个糖链相连形成。含有皂角苷的植物提取物可作为抑制原虫的添加剂，利用添加剂或将氢转化到短链脂肪酸或微生物是很有前景的。

2. 单宁 单宁是一类水溶性多酚类化合物，按结构的不同可分为水解单宁和缩合单宁两大类。水解单宁分子中具有酯键，是葡萄糖的没食子酸酯；缩合单宁又可分为原花色素和无色花色素。反刍动物饲料如豆科牧草含有的单宁主要是缩合单宁。

3. 植物精油 植物精油是植物的蒸汽挥发物或有机溶剂提取物，主要从药用植物和香料中提取得到（表4-38）。植物精油是一类脂环烃类化合物及其醇类、醛类及酯类衍生物。

表 4-38 植物精油的活性成分及来源

植物精油的单一成分	来源
麝香草酚	百里香、牛至
丁子香酚	丁香
松萜, 蒎烯	刺柏属丛木
柠檬精油	莳萝
肉桂醛	肉桂
辣椒素	辣椒
不旋松精油	茶树
大蒜素	大蒜
茴香脑	茴香

植物精油对瘤胃的调控作用包括减少淀粉和蛋白质的降解, 以及通过对某种瘤胃微生物的选择性作用抑制氨、氮的降解。

重点难点提示

本讲的重点是青绿饲料、青贮饲料、粗饲料、能量饲料、蛋白质饲料的特点及用法, 难点是矿物质饲料、维生素饲料、饲料添加剂的分类、作用, 每种饲料和添加剂的特点、添加量都要熟悉。

7日通——第五讲

饲料安全生产及加工调制



本讲目的

通过对精饲料和青粗饲料的加工调制方法的描述，了解如何提供适合均衡的供应饲料，重点是青贮饲料的加工调制方法。

□□□□

第一节 精饲料的加工调制

饲料加工调制的目的是提高饲料的营养价值、减少营养损失、增加适口性、提高饲料转化率、长期保持饲料、常年均衡供应饲料等。通过饲料的加工调制，可改变原来饲料的体积和理化性质，便于动物采食，减少浪费；有的调制方法还可改变饲料的化学组成，消除饲料原料中有毒、有害因子，使原来不能利用的野生植物和农副产品经过加工调制后变成羊的饲料，有利于扩大饲料来源。

一、精饲料的加工调制方法

精饲料是相对于粗饲料而言的，其饲料容积小、粗纤维含量少、可消化养分含量多、营养价值丰富。精饲料主要包括农作物的籽实及其加工的副产品，可分为能量饲料和蛋白质饲料两大类。能量饲料的适口性好，可消化养分含量高，但由于籽实类含

有较硬的种皮、颖壳、非淀粉多糖及豆类饼粕中含有抗营养因子，阻碍了饲料中养分的消化利用，因此，需采取适当的加工调制措施，以提高对现有饲料资源的利用。

（一）物理加工

1. 粉碎 粉碎是籽实饲料使用最多的一种加工调制方法。籽实及大颗粒的饼类等，在饲用前都应经过粉碎。粉碎后的饲料表面积增大，进入瘤胃后能够与消化液充分接触，使饲料充分浸润，尤其对小而硬的籽实，可提高动物对饲料的利用率。

饲料磨碎的程度根据饲料的性质、动物种类、年龄、饲喂方式、加工费用等因素来确定。养羊生产中饲料粉碎粒度不能太细，粉碎过细的饲料，羊来不及咀嚼即行吞咽，容易引起消化障碍，特别是小麦粉类含非淀粉较多的饲料，极易糊口，并在消化道中形成不利消化的很黏的面团状物，羊饲料粉碎粒度应在2毫米左右。此外，饲料粉碎后，含脂量高的玉米、燕麦等不易长期保存，一次粉碎不宜过多。

2. 压扁 将玉米、大麦、高粱等去皮并加水，经120℃左右的蒸汽软化，压为片状后干燥冷却而成。此加工过程可改变精料中的营养物质结构，如淀粉糊化、纤维素松软化，可有效提高饲料消化率。

3. 制粒 将饲料粉碎后，经蒸汽加压处理、颗粒机压制成大小、粒度和硬度不同的颗粒。育肥羔羊尤为喜食。制粒后可增加动物采食量，减少浪费，增加了饲料密度，降低了灰尘，并且破坏了部分有毒有害物质。

4. 浸泡与湿润 浸泡多用于坚硬的籽实或油饼的软化，或用来溶去饲料原料中的有毒有害物质。豆类、油饼类、谷类籽实等经水浸泡后，因吸收水分而膨胀，所含有毒物质和异味均可减少，适口性提高，也容易咀嚼，有利于动物的消化。浸泡时的用水量随浸泡饲料的目的不同而异，如以泡软为目的，通常料水比为1: (1~1.5)，即手握饲料指缝浸出水滴为准；



若溶去有毒物质，料水比为 1 : 2 左右，饲喂前应滤去未被饲料吸收的水分。浸泡时间长短也应随环境温度及饲料种类不同而异。湿润一般多用于粉尘较多的饲料，用湿拌料喂羔羊等效果较好。

5. 蒸煮与焙炒 蒸煮或高压蒸煮可进一步提高饲料的适口性。对某些有毒、有害成分及豆类子实，采用蒸煮处理可破坏其有毒成分。例如大豆有豆腥味，适口性不好，经适当热处理，可破坏其中抗胰蛋白酶，提高蛋白质的消化率、适口性和营养价值。对蛋白质含量高的饲料，加热时间不宜过长，一般 130℃ 不超过 20 分钟，否则因温度过高、时间过长引起蛋白质变性、消化性降低、维生素被破坏等不良反应。禾本科籽实蒸煮后反而会降低消化率。

焙炒加工原理与蒸煮基本相似。对谷类子实等饲料，经 130~150℃ 短时间的高温焙炒，可使部分淀粉转化为糊精而产生香味，适口性提高。焙炒时通过高温破坏了某些有毒物质和部分细菌的活性，但也破坏了某些蛋白质和维生素。

6. 膨化 目前饲料膨化技术或热喷技术在饲料加工调制中应用比较广泛。将搅拌、剪切和调制等加工环节结合成完整的工序，恰当地选择并控制膨化条件，可获得较高营养价值的产品。当前主要用干化法膨化谷物和全脂大豆，用湿化法膨化颗粒饲料。

膨化饲料的优点主要有：使淀粉颗粒膨胀并糊精化，提高了饲料的消化率；热处理使蛋白酶抑制因子和其他抗营养因子失活；膨化过程中摩擦作用使细胞壁破碎并释放出油，增加食糜的表面积，提高了消化率；破坏了饲料中的粗纤维。

7. 辐射处理 利用辐射技术可消除饲料中的有害微生物，改善饲料品质，扩大饲料资源。辐射技术适用于消灭动物性饲料中的病原菌和霉菌。在辐射饲料时，采用能杀灭沙门氏菌和大肠杆菌等病原菌的剂量即可，且饲料为粉状时效果最好。

8. 微波热处理 微波热处理是近年来发展起来的一项饲料加工调制技术。将谷物经过长4~6微米的红外线辐射（干热处理），使禾谷类籽实中的淀粉颗粒膨胀，易被酶分解，提高了消化率。经此法处理，玉米、大麦的可消化能值分别能提高4.5%和6.5%；大豆经90秒处理，可使蛋氨酸、胱氨酸的分解酶失活，从而提高蛋白质的利用率。微波处理后的饲料，可提高动物消化率、生长速度和饲料转化率。

（二）生物调制

1. 发芽 发芽是指通过酶的作用，将淀粉转化为麦芽糖，并产生胡萝卜素及其他维生素的过程。对于种羊、泌乳羊来说，在冬春季节缺乏青饲料的情况下，为了使日粮具有青饲料的特性，可适当使用发芽饲料。常用的是大麦发芽饲料，发芽后部分蛋白质分解为氨基酸，而糖分、维生素A原、B族维生素与各种酶增加，纤维素也增加，无氮浸出物减少。

大麦发芽饲料的制作：先将大麦用清水浸泡1~2天，然后撒在能滤水的容器内（最好是平底），厚度不超过5厘米，置于20~25℃的较暗环境中，每天用水冲洗1~2次，经过3~5天开始发芽，当长到3厘米左右时即可饲喂，此为短芽。当继续长到6厘米左右时，麦芽变成绿色，此为长芽，主要以提供维生素为目的。

2. 糖化 将富含淀粉的谷物饲料粉碎后，经饲料本身或麦芽中淀粉酶的作用将饲料中一部分淀粉转变为麦芽糖。蛋白质含量高的豆类籽实和饼类等则不易糖化。谷类籽实糖化后糖的含量可提高8%~12%，同时产生少量的乳酸，具有酸、香、甜的味道，显著改善适口性，提高了消化率。饲料糖化可促进动物的食欲，提高采食量，使动物体内脂肪增加。

糖化饲料的制作方法：经粉碎的谷类籽实与80~85℃的水以1:（2~2.5）的比例分次装入容器，充分搅拌成糊状，再在表面撒一层厚5厘米左右的干料，盖上容器盖，保持温度在60~



65℃，经2~4小时即可完成。可向内加入料重2%的麦芽曲（大麦经3~4天发芽脱水干制粉碎而成），以增加糖化酶，加速糖化过程。糖化饲料存放时间不宜超过10~14小时，否则易发生酸败变质。

3. 发酵 发酵是目前使用较多的一种饲料加工方法，利用酵母菌等菌种的作用，增加饲料中B族维生素、各种酶及酸、醇等芳香性物质，从而提高饲料的适口性和营养价值。发酵的关键是满足酵母菌等菌种的活动需要的环境条件，同时供给充足的富含碳水化合物的原料，以满足其活动需要，促进动物的生产性能和繁殖性能。

籽实类饲料发酵方法：每100千克粉碎的籽实加酵母0.5~1.0千克，用150~200千克的温水（30~40℃）将酵母稀释，一面搅拌，一面倒入饲料，并搅拌均匀，以后每隔30分钟搅拌一次，经6~9小时发酵即可完成。发酵容器内饲料厚度应在30厘米左右，温度保持在20~27℃，并且通气良好。

利用发酵法可提高一些植物性蛋白质饲料的利用率，如将豆粕（粕）、棉籽饼、菜籽饼、血粉、麸皮等按一定比例混合，加上酵母菌、纤维分解菌、白地霉等微生物菌种，在一定温度、湿度、时间条件下完成发酵。

（三）脱毒加工调制

1. 棉籽饼粕的加工调制 我国饲料卫生标准规定，棉籽饼粕中游离棉酚允许量为不高于0.12%，对棉酚含量超0.05%的棉饼粕，应进行脱毒处理，保证饲用安全。

（1）脱毒加工

物理去毒法：主要通过蒸煮、膨化、浸提等形式。蒸煮法，通过加热煮沸，使棉籽饼粕中的游离棉酚与部分水溶性化合物形成结合棉酚而失去毒性，蒸煮后，棉籽饼变成深褐红色或铁锈色，可除掉55%~75%的棉酚；膨化脱毒，又叫热膨脱毒，用膨化机进行膨化处理，可使游离棉酚的脱除率达70%。

化学脱毒法：硫酸亚铁法，一是用硫酸亚铁溶液浸泡，可将硫酸亚铁制成1%的水溶液，浸泡粉碎的饼粕，期间搅拌数次，24小时后即可饲用，二是在榨油工艺的蒸料工序，加入雾化的硫酸亚铁，可达到较好的脱毒效果；**碱处理法**，在饼粕中加入烧碱或纯碱的水溶液、石灰乳等，去毒效果好；硫酸亚铁—石灰水浸泡去毒，石灰水中的钙可使棉酚和铁的复合物从溶液中析出，此外还有加氧化剂脱毒工艺。

生物脱毒法：选择合适的微生物对棉籽饼粕进行处理，通过微生物对棉酚的转化降解以达到去毒的目的。发酵过程中还能生成微生物蛋白和维生素，提高饼粕的营养价值。

(2) 改进棉籽加工工艺

溶剂浸出法：即低温直接浸出法，对赖氨酸破坏小，并且棉酚大部分进入油中，饼粕中残留少，饼粕质量较高。

分离棉籽色素腺体法：利用棉酚集中于色素腺体的特点，采用旋液分离法等将色素腺体完整地分离出去，可得低毒、优质的饼粕。低水分蒸炒，既可减少色素腺体的破裂，又可减少游离棉酚与赖氨酸的结合，从而提高饼粕的蛋氨酸品质。

2. 菜籽饼（粕）的加工调制措施

(1) **物理去毒法 热处理法**，包括干热处理、湿热处理、压热处理和蒸汽处理四种。热处理法的原理是高温可使芥子酶失活，从而不能降解硫葡萄糖苷；**水浸法**，硫葡萄糖苷具有水溶性，浸泡可脱毒；**坑埋法**，选择向阳、干燥、地温较高的地方挖一长方形坑，铺上青草，将菜籽饼粉碎，按饼：水=1：1比例加水拌匀，装进坑内，将口封严，埋置2个月后即可饲用；**热喷法**，又叫膨化处理法，原理同棉籽饼粕的脱毒处理。

(2) **化学脱毒法 硫酸亚铁法**，可直接与硫葡萄糖苷生成无毒的螯合物，还可与其降解产物异硫氰酸酯和恶唑烷硫酮等形成无毒产物；**氨、碱处理法**，氨可与硫葡萄糖苷反应，生成无毒的硫脲；**醇类水溶液处理法**，用乙醇和异丙醇的水溶液来处理，可



很好地提取抑制饼粕中的硫葡萄糖苷和单宁，还能抑制芥子酶的活性。

(3) 生物处理法 某些细菌和真菌可被用来除去硫葡萄糖苷及其降解产物。

二、常用精饲料的加工调制

(一) 饲料舔砖(块)的制作及饲喂方法

饲料舔砖(块)是根据牛、羊等草食家畜的生理特点与营养需要而设计的舔食用块状添加剂，富含可溶性氮、碳水化合物、维生素和矿物质微量元素，将上述营养物质按照一定配方比例混合均匀，经高压制成。动物舔食饲料砖块能为瘤胃提供良好的发酵环境，促进瘤胃微生物大量繁殖，增加采食量和促进纤维性饲料的消化、吸收和利用。饲料砖块一般有矿物质盐砖、精料补充料砖和驱虫药砖。饲料舔砖可放置于羊舍或饲槽内供羊自由舔食，饲喂方法简单，但要防止雨水浸泡。

表 5-1 精料补充料舔砖成分

项 目	高能量 舔砖	高蛋白 舔砖	营养平 衡舔砖	糖蜜尿素舔砖 (%)
能量 (兆焦/千克)	14.3	*	*	尿素蛋白当量 32
粗蛋白质 (%)	12	27	15	粗脂肪 0.94
尿素蛋白当量 (%)	2.8	21	—	碳水化合物 46.29
油脂 (%)	22			粗纤维 3.66
钙 (%)	3	0.9	0.9	钙 5.5
磷 (%)	0.4	0.9	0.9	磷 1.9
镁 (%)	2	6	6	微量元素 13.37
钠 (%)	4	6	6	
钴 (毫克/千克)	12	12	12	

(续)

项 目	高能量 舔砖	高蛋白 舔砖	营养平 衡舔砖	糖蜜尿素舔砖 (%)
碘 (毫克/千克)	60	60	60	
锰 (毫克/千克)	150	150	150	
硒 (毫克/千克)	5	1	1	
锌 (毫克/千克)	110	110	110	
维生素 A (国际单位/千克)	25 000	25 000	25 000	
维生素 D ₃ (国际单位/千克)	6 000	6 000	6 000	
维生素 (国际单位/千克)	400	400	400	

注：“*”为未含有。

(二) 玉米尿素胶化饲料

将尿素、玉米和膨润土按比例混合后，在高温高压条件下加热处理而成，成品为灰黄块粒状，风干后无气味。玉米尿素胶化饲料含粗蛋白质 81.7%，其饲用价值、安全性和应用效果比尿素直接饲喂或氨化饲料优越性明显，可作为一种新型的高蛋白质补充饲料。

玉米尿素胶化饲料只限用于反刍家畜，作为蛋白质平衡饲料用，代替部分甚至大部分油粕类蛋白质饲料，使用时应注意以下事项：应安排预饲期，预饲期不少于 7 天。正式饲喂后，切忌突然中断、改变喂量；饲喂时按量拌匀，最好配成颗粒饲料或配合饲料。成年绵羊最大日喂量为 90 克，允许替代日粮蛋白质 30%~35%；当年羔羊最大日喂量为 80 克，允许替代日粮蛋白质 25%~30%。该种饲料不宜单一投喂，也不宜与液体饲料、糖化饲料、发酵饲料、煮熟饲料混喂；不宜与其他非蛋白氮饲料，如氨化饲料、尿素青贮饲料等混喂；夏季放牧羊群能从牧草中摄入足量蛋白质，这一季节不需要添加玉米尿素胶化饲料；瘦乏、饥饿羊群不宜加喂常量玉米尿素胶化饲料，应先调养复原后再饲喂。



第二节 青粗饲料的加工调制

一、青粗饲料的加工调制方法

青粗饲料的加工调制主要包括两方面：一是青粗饲料的加工调制，目前较为有效的青粗饲料处理方法包括物理处理、化学处理和生物学处理；二是以发挥瘤胃功能为前提而选择适宜数量的补充料。

（一）物理处理

物理处理方法比较简单，能提高饲料的适口性，增加羊的采食量，但不能提高粗饲料的营养价值和消化率。常见的物理处理方法有：

1. 切短 是调制秸秆等粗饲料最简便、重要的方法。秸秆切短可增加饲料与瘤胃微生物的接触面积，便于降解发酵。切短可以减少咀嚼饲料时能量的消耗，减少饲料的浪费，便于与其他饲料配合利用，增加采食量。秸秆切短的程度视动物种类与年龄而异，饲喂成年羊可切成 1.5~2.5 厘米，喂老弱幼畜时可切得稍短些。

2. 粉碎 在羊日粮中使用适当比例粉碎的秸秆，可以提高粗料采食量，以补充粗料中能量的不足。但粉碎过细，动物咀嚼不全，唾液不能充分混合，羊易引起反刍停滞，饲料通过瘤胃的速度加快，粗料在瘤胃停留时间缩短，发酵不全，导致秸秆的消化利用率降低。秸秆经切短和粉碎后，家畜采食量增加 20%~30%，吃净率提高，消化吸收的总养分增加，日增重可增加 20% 左右，秸秆的浪费大大减少。

3. 揉搓 秸秆揉搓主要是使用秸秆揉搓机将秸秆揉搓成短丝条状，其工作原理是将物料送进喂入槽，在锤片和空气流的作用下，秸秆进入揉搓室，受到锤片、定刀、斜齿板及抛送叶片的综合作用，把物料切短、揉搓成丝状，经出料口送出机外。这种

丝状秸秆柔软，适口性好，家畜的吃净率高，减少了秸秆的浪费。该方法代替了切短法，为农区秸秆饲料化提供了有利条件。

4. 制成颗粒或压块 将粗饲料粉碎后直接制成颗粒饲料，或与其他较好的草粉、精饲料混合成平衡饲粮制成颗粒饲料，有利于机械化饲养或自动食槽的使用，并可减少浪费，利于咀嚼，改善适口性。秸秆压粒或压块后密度增加 10 倍以上，贮存和运输更方便，也使贮存和运输过程中的损失减少 20%~30%，家畜采食量增加 30%~50%。王家启（1989）报道压粒的玉米秸秆体外消化率可高达 64%，压粒的大麦秸秆的体外消化率达 70%，压粒的过程中可通过碱处理、高温高压使半纤维素溶解，从而提高消化率。

5. 浸泡 把切碎的秸秆，加水浸湿拌上精料饲喂，是常用的秸秆调制法。以盐水浸泡秸秆喂羊，用 0.3% 左右的食盐水浸泡秸秆 24 小时，用糠麸或精料调味，再加入 10%~20% 优质豆科或禾本科干草粉、酒糟、甜菜渣等效果会更好。

6. 秸秆碾青 将麦秸等秸秆铺在打谷场上，厚度约 30 厘米，然后再铺上 30 厘米左右的青苜蓿，苜蓿上再铺上一层同样厚的麦秸，然后用石碾碾压，苜蓿压扁流出的汁液被麦秸吸收，经压扁的苜蓿在晴天中只需半天到一天的暴晒就可干透。这种方法的好处是可较快制成干草，茎叶干燥速度均匀，叶片脱离损失少，同时还提高了麦秸的适口性和营养价值。

7. 蒸煮和膨化 蒸煮和膨化处理的效果因处理条件不同而异。在压力为 2.06×10^6 帕的条件下处理稻草 1.5 分钟可获得最佳的体外消化率，更高强度的处理会引起饲料干物质损失过多和消化率的下降。在 $4.9 \times 10^5 \sim 8.82 \times 10^5$ 帕的压力下处理 30~60 分钟，秸秆中的细胞壁成分含量下降，而消化率得到显著提高。秸秆在热喷处理过程中，由于热蒸汽的作用，使植物细胞壁的木质素融化，纤维素的结晶度降低，同时发生高分子物质的分解反应，再经高压突放的机械效应，饲料颗粒骤然变小，密度变大，



总表面积增加，从而为提高采食量、消化率、利用率创造有利条件。

8. 蒸汽处理 通过高温水蒸气对秸秆化学键的水解作用，可达到提高消化率的目的。用蒸汽处理玉米秸，可提高能量利用率和有机物消化率，绵羊干物质进食量也得到改善。麦秸经蒸汽处理后，体外降解率达到中等牧草水平。但蒸汽处理耗能太多，在生产中难以推广应用。

9. 辐射处理 小麦秸、稻草、燕麦秸和大麦秸等植物秸秆在一定的射线照射下能提高秸秆的体外或体内消化率，细胞壁的纤维素成分发生改变。用于辐射处理的射线有 γ 射线、X射线。辐射处理对家畜健康有无影响尚需验证。

（二）化学处理

是指使用化学制剂作用于作物秸秆，使秸秆内部结构发生改变，有利于瘤胃微生物的分解，从而达到提高消化率、提高秸秆营养价值的目的。提高作物秸秆消化率的机理如下：第一，切断了秸秆细胞壁中的半纤维素与木质素之间的连接键，增加了木质素部分溶解，使纤维素变得易消化；第二，使秸秆细胞壁膨胀，增加了纤维之间的孔隙度，表面积和吸水能力增加，有利于消化酶的接触和消化；第三，使秸秆细胞壁中酚、醛、酸类物质减少。

用于秸秆处理的化学制剂很多，碱性制剂有氢氧化钠、氢氧化钙、氢氧化钾、氨、尿素等；酸性制剂有甲酸、乙酸、丙酸、丁酸、硫酸等；盐类制剂有碳酸氢铵、碳酸氢钠等；氧化还原剂有氯气及次氯酸盐、双氧水、二氧化硫等。在生产中被广泛应用的是氢氧化钠处理和氨化处理。

按照使用化学试剂的不同可将粗饲料的化学处理分为碱化处理、氨化处理、碱化氨化复合处理、酸化处理、酸碱处理和氧化剂处理6大类。

1. 碱化处理 碱类物质能使饲料纤维物质内部的氢键变弱，

使纤维素分子膨胀，还能皂化糖醛酸和乙酸的酯键，中和游离的糖醛酸，使有用细胞壁成分中的纤维素与木质素间的联系变弱，可溶解半纤维素，有利于反刍动物前胃中的微生物作用。碱处理的主要目的是提高干物质的消化率。用碱性试剂处理秸秆，不仅使木质素溶解或使其与纤维素分离，还可中和秸秆潜在的酸性，通过这些途径来为纤维素分解菌的生命活动创造良好的条件。碱化处理主要包括碱的湿法处理、碱的干法处理及其他处理法。

2. 氨化处理

(1) 氨化处理的意義 秸秆中加入一定比例的氨水、液氨、尿素等，促使木质素与纤维素、半纤维素分离，使纤维素及半纤维素部分分解，细胞膨胀，结构疏松，破坏木质素与纤维素之间的联系，从而提高秸秆的消化率、营养价值和适口性。秸秆消化率可提高 20%~30%，粗蛋白质含量提高 1.5 倍，能够直接饲喂羊，是经济简便实用的秸秆处理方法之一。

(2) 氨化处理的原理 包括氨化作用和中和作用。氨遇到秸秆时，与秸秆中的有机物质发生化学反应，形成氨盐（醋酸铵），可提供反刍家畜蛋白质需要量的 25%~50%，是反刍家畜瘤胃微生物的氮素营养源；氨与秸秆中有机酸结合，消除了醋酸根，中和了秸秆中潜在的酸度。中和作用使瘤胃微生物更活跃，可有效提高消化率，同时氨盐改善了秸秆的适口性，从而提高了家畜的采食量和消化率。

3. 碱化、氨化复合处理 氨化处理的秸秆消化率提高不如氢氧化钠处理的秸秆消化率明显，而且在氨化处理结束后，在开包干燥过程中，所用氮源约有 2/3 会挥发损失掉，且氨氮的损失比例随用量的增加而上升。将碱化处理和氨化处理联合起来能够取得较好的效果。

4. 酸化处理 用甲酸、乙酸、丙酸、丁酸、稀盐酸、稀硫酸及稀磷酸等处理秸秆。利用 1% 的稀硫酸和 1% 的稀盐酸喷洒秸秆，消化率可提高到 65%；用氯化氢蒸汽处理稻草和麦秸，



保持浸润 5 小时，然后风干，室温 30℃ 保持 70 天，消化率可以提高 1 倍；用稀磷酸处理秸秆，可有效提高秸秆的含磷量，满足家畜对磷的需要。酸处理秸秆的原理与碱化处理基本相同，但处理效果不如碱化处理。

5. 酸碱处理 把切碎的秸秆放在桶或水泥池子内，用 3% 氢氧化钠溶液浸透，转入水泥窖或壕内压实，过 12~24 小时取出，仍放回木桶或水泥池子；再用 3% 的盐酸溶液浸泡，随后堆放在滤架上，滤去溶液即可饲喂。经此法处理的秸秆干物质消化率可由 40% 提高到 60%~70%，秸秆利用率可由 30% 提高到 90% 以上。

6. 氧化剂处理 主要是指用二氧化硫 (SO_2)、臭氧 (O_3) 及碱性过氧化氢 (AHP) 处理秸秆的方法。氧化剂能破坏木质素分子间的共价键，溶解部分半纤维素和木质素，使纤维基质中产生较大间隙，从而增加纤维素酶和细胞壁成分的接触面积，提高饲料的消化率。

(三) 生物处理

主要包括青贮、酶解法和微生物处理法，其中应用最广的是青贮和微生物处理法。

1. 青贮

(1) 青贮饲料 青绿饲料在密闭的青贮容器内经乳酸发酵、采用化学制剂调制或降低水分后贮存的饲料。

(2) 青贮饲料的意义 青绿多汁饲料经青贮后，可保存大部分养分，特别是蛋白质和维生素，营养物质损失率仅为 3%~10%；青贮饲料具有青绿饲料营养全面、丰富、易消化和适口性强等特点，可在一年四季保证供给，解决了羊冬季安全越冬的问题，消除季节性营养供给的不平衡；青贮是保存青绿饲料经济安全的方法，青贮饲料贮存时间长、成本低、不怕雨淋，不会发生火灾；青贮可消灭害虫和杂草，将害虫的幼虫杀死，使杂草的种子失去发芽能力；青贮保鲜性好，特别对块茎作物，青贮后不易

霉烂变质，饲料经青贮可提高其适口性。

(3) 青贮的原理 利用微生物的乳酸发酵作用，达到长期保存青绿多汁饲料营养特性的目的。其实质是将新鲜植物紧实地堆积在不透气的容器中，通过乳酸菌等微生物的厌氧发酵，使原料中所含的糖分转化成有机酸——主要是乳酸，当酸度降到 pH 为 3.8~4.0 时，会抑制其他微生物的活动，制止原料中养分被微生物分解破坏，从而将原料中养分很好地保存下来。乳酸发酵过程中产生了大量热能，当青贮原料温度达到 50℃ 时，乳酸菌停止活动，发酵结束。青贮饲料是在密闭和微生物活动停止的条件下贮存的，因此可以长期保存不变质。

(4) 青贮发酵过程

第一阶段——植物细胞呼吸阶段。新鲜植物切碎下窖后，细胞并不会立即死亡，在 3 天内仍在进行呼吸作用，一直到窖内氧气耗尽，形成厌氧环境，植物细胞窒息，好氧性细菌活动减弱，而厌氧性细菌（主要是乳酸菌）迅速增殖。植物细胞的呼吸作用，需消耗青贮窖内残留的氧气和青贮原料中的部分糖类，生成热量并放出二氧化碳。适量的热量可以给乳酸发酵提供有利条件，还可排除青贮料间隙的空气，对减少饲料的氧化损失有重要作用。

第二阶段——微生物竞争阶段。青贮原料本身带有多种微生物，在发酵过程中，由于氧气逐渐减少，好氧性微生物失去适宜的生存条件，逐渐停止活动，厌氧性细菌得到适宜的无氧条件，开始迅速增殖，乳酸菌是厌氧菌，随酸度的增加，抑制了多种微生物的活动而使它们死亡，最后，只剩下较耐酸的乳酸菌，其发酵作用产生大量乳酸，当酸度达到一定程度，乳酸菌也停止活动。

第三阶段——青贮完成阶段。正常情况约经过 1 个月，青贮原料中乳酸菌所产生的乳酸累计达到高峰，pH 为 4.0~4.2 时，乳酸菌活动减弱，甚至完全停止，所有微生物均停止活动，饲料



不再继续发酵变酸，此时青贮基本完成，饲料不会腐败变质。

(5) 青贮饲料品质鉴定的方法

感官鉴定：根据青贮饲料的着色、气味、口味、质地和结构等指标，用感官（捏、看、闻）评定品质好坏。

表 5-2 青贮饲料感官鉴定

品质等级	颜色	气味	酸味	质地、结构
优良	青绿或黄绿，有光泽，近似原来的颜色	近芳香水果、酒酸味，给人以舒适感觉	浓	湿润、紧密，叶脉明显，结构完整
中等	黄褐色或暗褐色	有刺鼻醋酸味，香味淡	中等	茎叶花保持原状，柔软，水分稍多
低劣	黑色、褐色或暗墨绿色	有特殊刺鼻腐臭味或霉味	淡	腐烂、污泥状，黏滑或粘成块，无结构

pH 测定：从被测定的青贮饲料中，取出具有代表性的样品，切断，在烧杯中装入半杯，加入蒸馏水或凉开水，浸没青贮饲料，然后用玻璃棒不断搅拌，使水和青贮饲料混合均匀，放置 15~20 分钟后，将水浸物经滤纸过滤。吸取滤得的浸出液滴加到比色试纸卡上，判断近似的 pH，用以评定青贮饲料的品质。

表 5-3 青贮饲料 pH 测定

品质等级	颜色反应	近似 pH
优良	红、乌红、紫红	3.8~4.4
中等	紫、紫蓝、深蓝	4.6~5.2
低劣	蓝绿、绿、黑	5.4~6.0

氨含量的测定：在粗试管中加 2 毫升盐酸酒精乙醚混合液（密度 1.19 的盐酸、96% 的酒精、乙醚按 1:3:1 的比例混合），取中部有一铁丝的软木塞，铁丝的尖端弯成钩状，钩一块青贮饲料放入试管中，青贮饲料块距离试液 2 厘米，如有氨存在，则生

成氯化氨，在青贮饲料周围出现白雾。青贮饲料中有游离氨存在，说明青贮饲料已有腐败发生。

(6) 青贮饲料的取喂 饲料青贮1个月后，便可开窖取用，但应避开高温和高寒季节，以免二次发酵或冰冻。取用时窖口最好搭棚遮阴，以防日晒雨淋，引起发霉变质。每次取出的数量要依饲喂量而定，随用随取，避免取出过多而变质。圆形青贮窖从上部开始取料，沟型青贮壕从一端开口取料，要一层层地向下取而不要掏洞取料，取料后应随即用草帘或塑料薄膜盖严料面。

2. 微生物处理法 农作物秸秆经机械加工和微生物制剂发酵处理，并将其贮存在一定设施内的技术称为农作物秸秆微生物发酵贮存技术，简称微贮技术。

(1) 微生物处理原理 高效活性微生物复合菌剂，经溶解复活后，加入食盐水，喷洒到作物秸秆上压实，在厌氧条件下繁殖发酵而成。秸秆在微贮过程中，由于秸秆内发酵活干菌的厌氧发酵作用，大量的木质纤维素类物质被降解为易发酵糖类，糖类又经有机酸发酵菌转化为乳酸和挥发性脂肪酸，使贮料 pH 降到 4.5~5.0，抑制丁酸菌、腐败菌等有害微生物的繁殖。

(2) 技术特点

①消化率高。微贮过程中由于高效复合活干菌的作用，木质纤维素类物质大幅度降解，并转化为乳酸和挥发性脂肪酸，加之酶和其他生物活性物质的作用，提高了羊瘤胃微生物区系的纤维素酶和解脂酶活性，干物质体内消化率提高了 24.14%，粗纤维体内消化率提高了 43.77%，有机物体内消化率提高了 29.4%。

②适口性好，采食量高。秸秆经微贮处理，可使粗硬秸秆变软，并具有酸香味，刺激了家畜的食欲，从而提高了采食量。

③秸秆利用率高。稻麦秸秆、青黄玉米秸秆、高粱秆、土豆秧、甘薯秧、甜菜叶、豆秸、无毒野草及青绿水生植物等都可用秸秆发酵活干菌制成优质微贮饲料。

④制作季节长。秸秆发酵活干菌处理秸秆的温度为 10~



40℃，在我国北方地区除冬季外，春、夏、秋三季都可制作，南方大部分地区全年都可制作。

⑤保存期长。秸秆发酵活干菌在秸秆中生长迅速，成酸作用强。由于挥发性脂肪酸中丙酸与醋酸未离解分子的强力抑菌杀菌作用，微贮饲料不易发霉腐败，因而能长期保存。另外，秸秆微贮饲料取用方便，随需随取随喂，不需晾晒。

⑥无毒无害，制作简便。秸秆微贮饲料无毒无害，安全可靠，其制作技术简便，与传统青贮相似，易学易懂，容易普及推广。

二、常用青粗饲料的加工调制

（一）青干草的加工调制

青干草是指用青草或其他青绿饲料作物在未结籽实前收割，经自然或人工干燥制成的饲料，由于它是由青绿饲料植物调制而成，在干制后仍保留一定的青绿颜色。将青饲料调制成千草，具有颜色青绿、叶量丰富、质地较柔软、气味芳香、适口性好的特点，并含有较多的蛋白质、维生素和矿物质，是保存青饲料营养成分的一种有效方法。

干草的调制包括牧草的适时收割、干燥、贮藏和加工等几个环节，成品干草的含水量一般在15%以下。干草调制的过程中，应尽可能缩短饲草的干燥时间，减少因生理生化作用造成的养分损失，减少因雨淋、露水浸湿造成的霉烂。

1. 牧草刈割 牧草生长早期，营养价值高，适口性好，但单位面积产量低，并且含水分较多，难以调制干草。随着牧草的生长，单位面积产草量增加，但到生长后期，蛋白质减少、纤维素增加、适口性降低，牧草刈割时期的早晚，对牧草下一年的产草量也有一定的影响。根据不同的利用目的适时刈割，如为生产蛋白质、维生素含量高的苜蓿干草粉，应在孕蕾期刈割较好，若在开花期刈割，虽产量较高，但牧草质量明显下降，天然割草

地，应以草群中主要牧草的最适刈割时期为准。

(1) 刈割时间 根据牧草各种营养物质的收获量及消化率的变化，一般豆科牧草应在初花期刈割，禾本科牧草应在抽穗期至初花期刈割。在确定适宜的刈割时间时，除考虑当年草地产草量和干草营养价值外，还应考虑刈割时间对下一茬或下一年草地产量的影响。在开花期刈割的牧草，下一茬或下一年能得到最高产量。

表 5-4 几种主要豆科、禾本科牧草的适宜刈割期

名称	刈割时期	备 注
羊草	开花期	一般在 6 月底至 7 月底
无芒雀麦	孕穗期—抽穗期	
黑麦草	抽穗期—初花期	
苜蓿	现蕾期—始花期	
红豆草	现蕾期—开花期	
毛苕子	盛花期—接荚初期	
山豆	初花期	

(2) 刈割高度 刈割高度适宜时，既能获得较高的产草量，又能得到优质的牧草。同时，对于牧草的再生、越冬和以后各年份牧草产量都有益处。一般情况下人工牧草地牧草的刈割高度为 5~6 厘米，粗大牧草、高大的杂类草，刈割高度可提高到离地面 10~15 厘米刈割。

(3) 刈割方式 刈割方式可分为人工割草和机械割草。人工割草可用大镰割草。机械割草时，其速度和效率因机械的性能不同而有所差异。刈割后，牧草一般用搂草机将草搂成草条，而后再集草打捆。

2. 牧草的干燥 牧草的干燥，是生产青干草工作中的一个重要环节。在草地上生长的牧草通过一定时间的干燥，排出牧草中大量的水分，使水分降低到 15%~18%，可以抑制植物酶和



微生物的活动，确保干草的长期保存。

(1) 牧草干燥的过程 牧草刈割后在干燥的过程中，不仅水分蒸发散失，同时还具有生物化学淡化的复杂过程，一般把牧草干燥过程分为植物饥饿代谢阶段和植物体成分自体溶解阶段。

牧草干燥过程中养分的损失减少牧草在干燥过程中养分的损失是成功调制干草的关键，牧草除在植物饥饿代谢阶段和植物体成分自体溶解阶段会造成营养损失外，机械作用、雨淋、微生物活动、代谢作用、光化作用等也会引起营养物质的损失。

(2) 干燥方法 可分为自然干燥法和人工干燥法。自然干燥法不需要特殊的设备，是利用阳光的照射和风力等作用使牧草中的水分散失来制作干草的方法，常用的有田间干燥法、草架干燥法和发酵干燥法，高寒地区还有低温冷冻干燥法。人工干燥法是利用加热、通风的方法调制干草，其特点是干燥时间短，可以减少牧草自然干燥过程中营养物质的损失，使牧草保持较高的营养价值。人工干燥法主要包括常温鼓风干燥、低温烘干和高温快速干燥。

3. 干草的加工

(1) 草捆加工 牧草进行打捆可减少其所占的体积和运输过程中的损失，便于运输和贮存，并能保持干草的芳香气味和色泽。可将牧草打成小方捆、大方捆和大圆柱形草捆。为防止贮藏时发霉变质，应在牧草含水量为 15%~20% 时进行打捆，喷入防腐剂丙酸，可有效防止因叶和花序等柔嫩部分折断而造成的机械损失。

(2) 草粉加工 为了减少饲草的营养物质损失，常将饲草制成草粉。加工草粉的原料主要有优质豆科牧草和禾本科牧草。干草用锤式粉碎机粉碎，制成 1~3 毫米的干草粉。

(3) 草粒加工 将草粉通过制粒机压制成草粒。草粒减少了氧化作用，也可在制粒时加入抗氧化剂，减少胡萝卜素等养分的氧化损失。

4. 干草的品质鉴定

(1) 含水量 干草的含水量应为 15%~18%，含水量较高时不宜贮藏。将干草束握紧或搓揉时无干裂声，干草拧成草辫松开时干草束散开缓慢，并且不完全散开，用手指弯曲茎上部不易折断时干草含水量为适宜含水量。

(2) 颜色 绿色是干草保持蛋白质和维生素接近鲜草水平的重要指标。优质干草呈绿色，绿色越深，其营养物质损失就越小，所含可溶性营养物质、胡萝卜素及其他维生素越多，品质就越好。干草如失去绿色变成黄褐色或暗褐色，则表示收割过晚、调制遇雨、垛后发热、发霉变质、营养物质受损。

(3) 气味 适时刈割制成的干草都具有浓厚的芳香气味。如果干草有霉味或焦灼的气味，说明品质不佳。

(4) 含叶量 干草中叶片的营养价值较高，所含的矿物质、蛋白质比茎秆中多 1~1.5 倍，胡萝卜素多 10~15 倍，纤维素少 1~2 倍，消化率高 40%。干草中的叶量多，品质就好，禾本科牧草的叶片不易脱落，优质豆科牧草的干草中叶量应占干草总重量的 50%以上。

(5) 刈割时期 初花期或初花期前刈割，干草中含有花蕾，叶量也多，茎秆质地柔软，适口性好，品质也佳。若刈割过迟，干草中叶量少，带有成熟或未成熟的枝条量多，茎秆坚硬，适口性、消化率都下降，品质变劣。

(6) 干草品质的好坏 采用化学分析方法，通过测定干草中水分、干物质、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物、粗灰分、维生素和矿物质含量，以及测定各种营养物质消化率来评价干草的品质。在生产实践中往往采用感官判断的方法，主要根据干草的主要物理性质和含水量对其进行品质鉴定和分级工作。

(7) 牧草组分 干草中各种牧草占的比例也是影响干草品质的重要因素，豆科牧草比例大时品质较好，杂草数量多时品质



较差。

(8) 含杂质量 干草中常夹杂枯草、枯枝、树叶、荆棘、灰尘、泥沙等，这些杂质降低了干草的品质，也严重威胁羊的健康，干草中杂质越少越好。

表 5-5 干草品质鉴定标准 (%)

	样品	一等草	二等草	三等草	四等草	五等草
植物学成分	禾本科	>60	59~40	39~20	19~10	<9
	豆科	>20	19~15	14~10	9~5	<4
	莎草科	<1	2~3	4~5	6~7	>8
	杂类草	<1	3	5	7	>9
	毒害草	<0.1	0.3	0.5	0.7	>1
叶量	草本	50~60	49~30	29~20	19~6	<5
颜色	草本	草绿	灰绿	黄绿	黄	褐
收获期	禾本科	开花期	孕穗期	结实期	成熟期	枯黄期
	豆科	现蕾期	开花期	结实期	鼓粒期	成熟期
含水量	草本	15~16	17~18	19~20	21~22	23~25
气味	草本	芳香味	草味	无味	少霉味	腐霉味

5. 青干草的饲用技术 青干草是一种较好的粗饲料，养分含量平衡，蛋白质品质完善，胡萝卜素及钙含量丰富，尤其是幼嫩的青干草，可供各生长阶段的羊大量采食。将干草与青绿饲料或青贮饲料混合使用，可提高羊的采食量，增加维生素 D 的供应；将干草与多汁饲料混合饲喂泌乳山羊，可增加干物质及粗纤维的采食量，保证奶山羊的产奶量和乳脂含量。

(二) 青贮饲料的加工调制

1. 一般青贮饲料的制作

(1) 青贮的条件

①青贮原料：除有毒有害的草类外，可利用全部多汁饲料，也可利用谷物、蔬菜、瓜类及多汁的副产品等。因此，原料来源

广、成本低；原料的含水量要求在60%~67%最好，若含水量超过70%以上，可添加干料来调节。

②青贮设备：主要有青贮窖、青贮壕、青贮塔，另外还有塑料青贮（包括塑料袋青贮、草捆青贮、地面青贮等形式）。挖建青贮窖要选择土质坚硬、干燥向阳、地下水位较低、距羊舍较近的平坦地段；不透气、不漏水，密封性好；建造简便、造价低。塑料青贮要求选用0.8~1.0毫米的无毒塑料薄膜，颜色可用白色、外白内黑塑料、棕色或蓝色塑料等。青贮窖内适宜温度为30℃。

（2）常规青贮制作方法

①青贮设备的准备：旧窖（壕、塔）在使用前要清理出杂物，修补并消毒。也可在使用前选择地下水位低、干燥、土质坚硬的地方挖建青贮窖。窖壁要光滑略倾斜，窖口要略大于底部。

②原料收割：要求尽量保持原料新鲜和青绿，水分含量在70%~75%的情况收割最好。一般专用青贮玉米或兼用玉米多在乳熟期至蜡熟期收割；禾本科牧草在孕穗期至抽穗期；豆科青草可在现蕾期至开花初期收割；薯秧类要收薯或霜前1~2天收割。收割后应尽快加工青贮。

③铡短：铡短有利于踩实、压紧，沉降均匀养分损失少；汁液渗出原料表面，有利于草料发酵时乳酸菌的繁殖。养羊用铡短的长度：一般禾本科和豆科类牧草及叶菜类为2~3厘米；玉米和向日葵等粗茎植物0.5~2.0厘米为宜。

④装填和压实：装窖前在窖底铺一层15~20厘米厚的麦草或其他秸秆，窖壁四周可铺一层塑料薄膜，加强密封，防止透水漏气。菜叶类、水生饲料等含水量大的青贮原料，在装填时要掺入适量的糠麸以调节含水量。装填青贮原料时，应逐层装入，每层装15~20厘米，边装边压实。添加糠麸、谷实等进行混合青贮时，要在压紧前分层混合。小型窖可用人力踩踏，大型长壕可用链轨拖拉机等，同时要压紧窖的边缘和四角。这样层层装填、



压实，直至高出窖口 50~60 厘米为止。

⑤密封和管理：原料装填完毕，要立即密封和覆盖塑料薄膜，以隔绝空气与原料的接触，并防止雨水进入。窖口中间可高一些，并在原料的上面盖一层 10~20 厘米切短的秸秆或牧草，覆上塑料薄膜后再覆上 30~50 厘米的土，踏踩成馒头形。封埋后要随时注意因青贮饲料下沉引起的盖土裂缝或下降，发现后应立即重新压实埋好。

2. 特殊青贮饲料的制作

(1) 低水分青贮 又叫半干青贮，利用控制水分的方法，造成对微生物的生理干燥，使其处于抑制状态，从而使养分保存下来。

半干青贮原理是青饲料刈割后，经风干原料含水量达到 45%~55% 时，植物细胞的渗透压达 557 万~608 万帕。对腐败细菌、丁酸菌及乳酸菌等造成生理干燥状态，生长繁殖受到限制，在高度厌氧的环境下将原料保存下来。青贮过程中，微生物发酵微弱，蛋白质不被分解，有机酸形成数量少，霉菌等在风干植物体上仍可大量繁殖，在切短压实的厌氧条件下，其活动很快停止，这种半干青贮的方式仍需在高高度厌氧条件下进行。半干青贮饲料的特点是具有干草和一般青贮饲料的优点，含水分较少；干物质含量比一般青贮饲料多一倍；有果香味，不含丁酸，味微酸或不酸，适口性好；半干青贮饲料营养损失较少。

(2) 添加剂青贮 在青贮饲料中加入各种饲料添加剂可提高青贮成功率及其营养价值，降低饲喂成本，增加效益。根据青贮饲料添加剂的作用性质，可分为发酵促进剂、发酵抑制剂、二次发酵抑制剂和营养性添加剂，其中发酵促进剂可促进乳酸产生从而调节青贮过程。主要有以下几种：

①乳酸发酵促进剂：发酵抑制剂是通过添加有机酸、无机酸等降低青贮饲料的 pH，达到适宜乳酸菌生长的环境，从而抑制其他有害微生物繁殖，促进乳酸发酵，达到保鲜贮存。常用的发

酵促进剂有富含碳水化合物的原料，例如糖蜜、葡萄糖、蔗糖、甜菜渣、柠檬渣等，另外还有乳酸菌制剂、酶制剂等。

②抑制不良发酵添加剂：目的是减少腐败菌等不利因素的影响，可分为酸类添加剂和其他抑制剂两类。有机酸添加剂主要有甲酸、乙酸、乳酸、柠檬酸、山梨酸等。无机酸添加剂主要有硫酸、盐酸、磷酸等。

③营养性添加剂：主要目的是改善青贮饲料营养价值。常用的是非蛋白氮类添加剂，如尿素、磷酸脲、缩二脲、氨水、硫酸铵、硫酸钠和矿物质等。

④防腐添加剂：主要有甲醛、焦亚硫酸钠、二乙酸钠和苯甲酸。

(3) 草捆青贮 将用捆草机打捆的青刈牧草，码垛堆放、压实，用塑料薄膜密封，或将草捆直接放入塑料袋中密封制作青贮饲料的方法。草捆青贮不需要青贮窖，制作时选择地势较高、平坦的地方，铺一层破旧的塑料薄膜，再将一块完整的、稍大于青贮堆积面积的塑料薄膜铺好，然后将草捆紧实地堆码于塑料薄膜上，将垛顶和四周用一块完整的塑料膜盖严，四周与堆底铺的塑料薄膜重叠，用泥土压住重合的部分，防止空气进入。塑料薄膜的外面再用草帘等对塑料薄膜无损伤的物品覆盖，用以保护、防冻等。

(4) 混合青贮饲料 有些青绿饲料由于含糖量低或水分含量过高或过低，在一般条件下不适合单独青贮，这时可用多种原料混合青贮，以保证青贮成功并提高青贮饲料的品质。豆科牧草、马铃薯茎叶等含糖量少的原料可搭配青贮玉米、禾本科牧草等含糖量多的原料；块根、块茎、瓜类、蔬菜副产品等含水量多的原料可搭配谷糠、草粉等含水量少的原料；质地坚硬的原料可与质地较软的原料混贮。

3. 青贮饲料的饲用技术 羊可有效地利用青贮饲料，但饲喂过程中要注意以下几点：青贮窖打开后，应逐层或逐段从上往



下分层取用，并防止发生二次发酵，已变质的青贮饲料不能喂羊；开始饲喂时，饲喂量不能过多，应逐渐提高饲喂量，防止羊发生腹泻，一般适应期 5~7 天；青贮饲料不能单独饲喂，应与干草或秸秆搭配使用；有轻泻作用，喂妊娠母羊时喂量不宜过多，防止发生流产，一般在产前两周停喂；喂奶山羊时，因其有气味，最好在挤奶后再喂。

（三）氨化饲料的加工调制

氨化饲料制作方法应本着因地制宜、就地取材、经济实用的原则来选用。常见的氨化处理方法有：堆垛氨化法、窖贮氨化法、塑料袋氨化法、缸贮氨化法和抹泥氨化法等。

1. 堆垛氨化法

（1）氨化前的准备 选择新鲜、干净、干燥、色鲜的秸秆。贮藏过的秸秆也可氨化，但应保证干净、干燥。要将切碎的秸秆含水量调整为 20%，再混匀打垛。氨化剂最好使用氨水或无水氨。塑料薄膜选用无毒、抗老化和气密性好的聚乙烯塑料薄膜，厚度不低于 0.2 毫米，严禁使用聚氯乙烯薄膜。氨水或无水氨需用注氨管注入秸秆垛中。用尿素溶液进行氨化作业时，还应配备水桶、喷壶及秤等设备。

（2）氨化步骤 检查塑料薄膜是否有破损，漏气者应及时修补好。对堆垛场地应进行清理、整平，中部微凹陷，以储蓄氨水。将塑料薄膜就地铺好，将长度方向折叠 3/5，置于上风头，余下的 2/5 铺在场地地面上。将秸秆堆垛在用塑料铺底的场地上，薄膜四周各留出 45~75 厘米的边，用于上下折叠压封，用氨水处理时可一次垛到顶，顶部呈凸形或脊形，以防积水。用无水氨处理时，在堆垛过程中将塑料注氨管置放于垛中，以备注氨。如插注氨钢管，可先放置一根木棒，待抽出后插入钢管，用尿素溶液处理。

采用注氨管氨化时，垛好秸秆，上盖薄膜，除上风头一面，另外三面用土压严，把里面的空气压挤出去，氨罐车可停在秸秆

垛的上风头，将注氨管从未封的一面插入麦秸垛内。可同时用三根注氨管插注。盖上塑料薄膜，打开开关注氨。注氨可在半小时内进行完毕。注氨量由氨罐车上的流量计显示。也有压力注氨，氨的流速可以调节。注氨完毕即抽出注氨管，将注氨面上塑料薄膜对好折叠后用湿土压严或用泥抹封严。

氨水的化学反应比较缓慢，又随气温变化而变化。不同温度下的氨贮时间见表 5-6。使用尿素处理，一般需比用氨水延长 5~7 天，而且夏季应在荫蔽条件下进行，防止阳光暴晒直射，避免由于高温限制脲酶活性，不利于尿素的分解。

表 5-6 不同温度下氨水处理的氨贮时间

气温	氨贮天数
>30℃	5~7
20~30℃	7~14
10~20℃	14~28
0~10℃	28~56

在整个氨化过程中，应加强全程管理，防范人畜和冰雹雨雪的破坏。要注意密封，防止漏入雨水。

氨化好的秸秆开垛时有强烈的氨味，放净余氨，氨化秸秆有糊香或酸香味。放氨方法是自然的日晒风吹。开垛放氨要选择晴天，气温越高越好。注意勿使氨化秸秆受到雨水浇淋。

2. 窖贮氨化法 窖贮氨化法是我国目前推广应用较普遍的一种秸秆氨化方法。窖的大小可根据需要确定，通常每立方米贮存切碎的风干秸秆 150 千克左右。窖的形式多种多样，可建在地上、地下或半地上，长方形为好。可在窖的中间砌一隔墙，建成双联窖，双联窖可轮换处理秸秆。用水泥制成的窖进行秸秆氨化，可以节省塑料薄膜的用量，降低氨化成本，容易测定秸秆的重量，便于确定氨源（如尿素）的用量。

操作方法：先将秸秆切成 2 厘米左右，粗硬的秸秆如玉米秸



切得短些，较柔软的可稍长些。每 100 千克秸秆配用 5 千克尿素（或碳铵），40~60 升水。把尿素（或碳铵）溶于水中，搅拌至完全溶化后，分数次喷洒在秸秆上拌匀，入窖前后喷洒均可。如果在入窖前将秸秆摊开喷洒则更为均匀。边装窖边踩实，装满后用塑料薄膜覆盖密封，再用细土压好。氨化所需时间可参考堆垛氨化法。

3. 氨化饲料喂羊要预防氨中毒

(1) 中毒原因 氨化饲料开封后未经散氨而直接饲喂引起羊中毒；未断奶的羊羔因瘤胃中微生物区系尚未形成，进食氨化饲料过多引起中毒；以碳铵、尿素作氨源时，氨化时间过短，碳铵、尿素分解不完全而发生中毒；阴雨天气，饲料中余氨散发不彻底就喂羊而引起中毒。

(2) 中毒症状 羊轻微的氨中毒表现为精神呆滞和沉郁，反刍减少或停止，食欲减退或废绝，唾液分泌过多，步态不稳。严重者表现不安、呻吟、呼吸急促、肌肉震颤、动作失调、腹胀、口吐白沫、出汗不止，倒地直至窒息而死。慢性中毒，羊还表现有肺水肿、肾炎或尿道炎及代谢紊乱，其特征是尿频而疼痛，从尿道排出脓性黏液。

(3) 治疗方法 发现有中毒现象时，要立即停喂氨化饲料，检查分析中毒原因，及时加以防治。消化道受害时，可灌服食醋 1.5 千克，同时灌服 1 升清水或白糖水，并服 1.5 千克生鸡蛋清或 2.5 千克牛奶；对尿素中毒者，可用硫代硫酸钠静脉注射，同时应用高渗葡萄糖、葡萄糖酸钙、水合氯醛等对症治疗，以提高疗效；对慢性中毒者，除选用上述药物外，有炎症的可选用青霉素、链霉素，恢复期可服健胃剂，以利瘤胃微生物生态区系的恢复。

(4) 预防措施 根据当地气候条件，掌握好氨化成熟的时间；采用尿素作氨源时，要使其完全溶解。掌握好散氨的时间，一般晴天在 10 小时以上，阴雨天在 24 小时以上。以饲料稍有氨

味但不刺鼻和眼为度。晾晒的时间过长，会影响氨化效果。氨化窖要建在饲养舍外干燥处，或与饲养舍邻近的房间内。未断奶的羊羔，严禁饲喂氨化饲料。

(四) 微贮饲料的制作技术

1. 制作方法

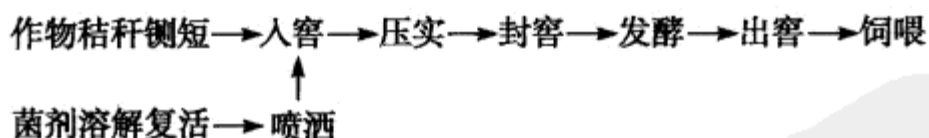
(1) 水泥窖微贮法 窖壁、窖底采用水泥砌筑，农作物秸秆铡切后入窖，按比例喷洒菌液，分层压实，窖口用塑料薄膜盖好，然后覆土密封。这种方法的优点是，一次性投入，经久耐用，窖内不易透气进水，密封性好，适合大中型窖和每年都连续制作微贮的窖。

(2) 土窖微贮法 在窖的底部和四周铺上塑料薄膜，将秸秆铡切入窖，分层喷洒菌液压实，窖口再盖上塑料薄膜覆土密封。这种方法的优点是成本较低，简便易行。

(3) 塑料袋窖内微贮法 根据塑料袋的大小先挖一个圆形的窖，然后把塑料袋放入窖内，再放入秸秆，分层喷洒菌液压实，将塑料袋口扎紧，覆土密封。这种方法适合处理 100~200 千克的秸秆。

(4) 压捆窖内微贮法 秸秆经压捆机打成方捆，喷洒菌液后入窖，填充缝隙，封窖发酵，出窖时揉碎饲喂，这种方法的好处是开窖取料方便。

2. 工艺流程 微贮的工艺流程如下：



主要程序的操作：

(1) 菌种的复活 在处理前，先将菌剂倒入 200 毫升水中充分溶解，然后在常温下放置 1~2 小时，使菌种复活，复活好的菌剂一定要当天用完，不可隔夜使用。



(2) 菌液的配制 将复活好的菌剂倒入充分溶解的 0.8%~1.0%食盐水中拌匀。菌种、食盐和水用量为：处理 1 吨稻麦秸秆，使用秸秆发酵活干菌 3 克，食盐 9~12 克，自来水 1 200~1 400 克；1 吨黄玉米秸，则分别用秸秆发酵活干菌 3 克、食盐 6~8 克和自来水 800~1 000 克。

(3) 玉米秸秆的切短 用于微贮的秸秆一定要切短，一般羊用 3~5 厘米。

(4) 秸秆入窖 在窖底铺放 20~30 厘米厚的秸秆，均匀喷洒菌液水，压实后再铺放 20~30 厘米厚秸秆，再喷洒菌液压实，直到高于窖口 40 厘米再封口。如果窖内当天未装满，可盖上塑料薄膜，第二天装窖时揭开薄膜继续装填。

(5) 封窖 将秸秆分层压实直到高出窖口 30~40 厘米，再充分压实后，在最上面一层均匀撒上食盐粉，再压实后盖上塑料薄膜。食盐的用量为每平方米 250 克，其目的是确保微贮饲料上部不发生糜烂变质。盖上塑料薄膜后，在上面撒 20~30 厘米厚稻、麦秸秆，覆土 15~20 厘米，密封。

3. 使用注意事项 秸秆微贮饲料，一般需在窖内贮存 12~30 天，才能取用。取料时要从一角开始，从上到下逐段取用，每次取出量应以当天能喂完为宜，并且每次取用后必须立即将口封严。微贮饲料由于在制作时加入了食盐，这部分食盐应在饲喂牲畜时从日粮中扣除。

第三节 羊饲料的贮藏

一、贮藏方法

饲料的贮藏方法主要有缺氧贮藏、干燥贮藏、通风贮藏、低温贮藏和化学贮藏。

(一) 缺氧贮藏

密封条件下，饲料因机械脱氧或生物呼吸脱氧的结果，造成

一定的缺氧状态，并随着二氧化碳或其他气体的积累（如氧气置换），从而降低饲料生理活动，抑制微生物和害虫的生长，延缓了品质的劣变，保证了饲料质量的稳定性。

缺氧贮藏方法具有以下优点：

（1）防治贮藏饲料中的害虫 当氧气浓度降到2%左右或二氧化碳浓度增高到40%~50%时，害虫会很快因窒息而死亡。

（2）防霉作用 大多数霉菌都是好氧菌，在缺氧条件下，其生长繁殖受到抑制。即使是耐低氧的霉菌，缺氧时生长速度也降低。密封不仅可以防湿、防潮，而且防止了料堆外微生物的污染。

（3）提高品质及贮藏安全 保证饲料卫生，降低保管费用，减轻劳动强度，而且方法简便。

（二）干燥贮藏

水分是饲料进行生理活动时酶促反应的必要条件。随着水分含量的提高、温度的上升，呼吸作用加强。水分也是各种微生物和害虫生存的条件之一。因此，提高饲料质量的稳定性，降低贮藏饲料的水分含量是有效方法。

干燥贮藏包括饲料的干燥和贮藏仓库的干燥。谷物饲料含水量在14%以下、温度不高于30℃时，微生物的生长繁殖受限，可以长期贮存；当水分含量超过17%时，尽管温度较低，也容易霉变。粉状饲料吸附水分的能力较强，贮存时要求含水量低，仓库比较干燥。脂肪含量高的油饼、米糠类，贮藏要求水分含量也要低。

（三）通风贮藏

通风贮藏是指用干燥低温的空气通过料堆使料温降低，水分散发，改变料堆装气状态，以利于饲料安全贮藏。通风贮藏与空气湿度密切相关，如空气所含水分大于贮藏饲料所含水分，贮料会吸湿不利于贮藏。反之，则散失水分利于贮藏。此外，通风贮藏的效果还与饲料空隙度、吸附性有关。



通风方法有两种：自然通风和机械通风。常见的是自然通风，该方法经济有效、简便易行，但空气交换率小，且受温度和风压的限制；机械通风机动性强、效果好，但要消耗一定能源。

（四）低温贮藏

低温贮藏是将冷却后的饲料采取密闭保冷的方法，使饲料长期处于低温状态，减弱饲料的生理变化，防止微生物和害虫危害，保证贮藏品质，达到安全贮藏饲料的目的。

低温可使籽实饲料处于休眠状态，减弱呼吸作用。一些粉状饲料虽没有呼吸作用，但低温大大限制了微生物和害虫的活动。当含水量较高时，低温对种子发芽有一定影响，但对饲料营养价值一般没有不良影响。低温方法有人工降温 and 自然降温两种。

（五）化学贮藏

化学贮藏是在饲料中加入一定的化学药品，以防止饲料遭受虫害、霉变和氧化酸败等。

（1）化学防治害虫 为防止昆虫和螨类对谷物类饲料原料的侵染，常用熏蒸剂、灭菌剂对其进行化学处理。熏蒸剂应用效果较好。对谷物类饲料原料进行化学处理，要特别注意农药残留量应符合饲料卫生标准要求。

（2）防霉剂 在饲料中加入化学药品以抑制或杀死微生物来达到安全贮藏目的。在配合饲料中常用的防霉剂有丙酸钙、丙酸钠等。

（3）抗氧化 饲料中有较多的脂肪时容易自动氧化分解。一方面产生异味变质，另一方面破坏了溶解于脂肪中的脂溶性的维生素A、维生素D、维生素E、维生素K等，从而降低饲料的营养价值。为了防止脂肪氧化，常在饲料中添加抗氧化剂。天然抗氧化剂有丁香、花椒、茴香等。合成抗氧化剂有乙氧基喹啉、二丁基羟基甲苯（BHT）、丁基羟基茴香醚（BHA）、没食子酸丙酯及抗坏血酸等。一般认为乙氧基喹啉的抗氧化剂效果高于BHA、BHT。

(4) 药剂 药剂使用要注意安全，严格按照国家或行业规范以及使用说明书操作。

二、常用饲料的贮藏

(一) 青贮饲料的贮藏

青贮设备主要有青贮窖（图 5-1）、青贮壕（图 5-2）、青贮塔（图 5-3）和青贮袋等。不论何种青贮设备都要满足以下条件：

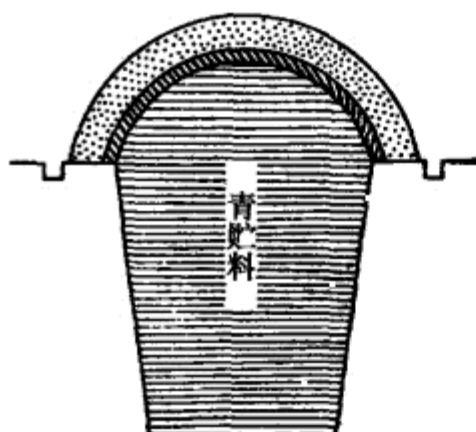


图 5-1 地下式圆形青
贮窖（纵切面）

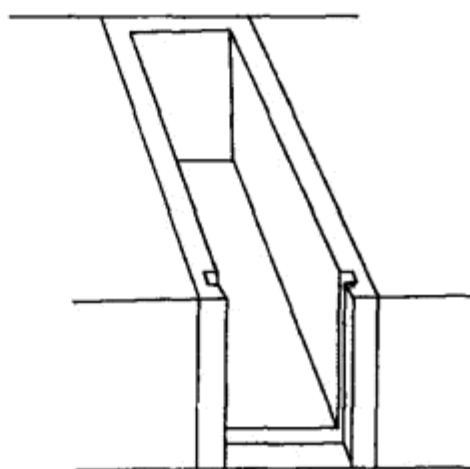


图 5-2 地下式青贮壕（纵切面）

(1) 青贮窖壁必须保证不透气 无论用什么样的建筑材料构筑青贮窖，必须做到窖壁的严密、不透气，这是调制优良青贮饲料的必要条件。一旦空气进入窖内，将导致青贮饲料霉坏或品质降低。用水泥、石灰或其他防水材料填充、涂抹窖壁的缝隙，如能在窖壁内衬一层塑料薄膜效果最好。

(2) 青贮窖壁必须平滑垂直 窖壁平滑垂直，长方形窖的四个角要做成弧形，有利于青贮饲料的下降及压实。上宽下窄

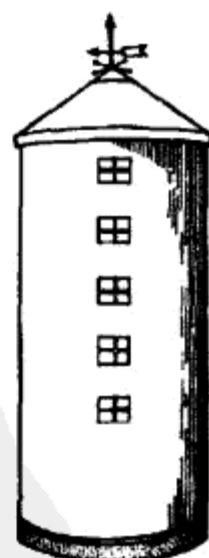


图 5-3 青贮塔外形图



或下宽上窄会阻碍青贮饲料的下降，或形成缝隙而造成青贮饲料的大量霉坏。沟型窖的窖壁，上口的宽度可以稍大于底部的宽度，使窖壁稍具倾斜，以保持窖壁的坚固。

(3) 青贮窖的窖壁不应透水 如水浸入青贮窖内，会使青贮饲料腐败。因此，地下式或半地下式青贮窖的底部，必须高出地下水位 0.5 米，并在窖的四周挖好排水沟，防止地面水流入青贮窖内。

(4) 青贮窖要有一定深度 青贮窖的宽度或直径一般应小于深度，一般宽深比 1: (1.5~2)，以利于青贮饲料借助本身的重量压实。

(5) 青贮塔要具有防冻能力 地上式的青贮塔，必须具有良好的防止青贮饲料冻结的装置。

青贮窖址的选址应靠近畜舍，土壤坚实，地势高燥，背风向阳，地下水位较低，四周有一定空地，远离水源和粪池。

(二) 青干草的贮藏

青干草无论是散干草还是压捆干草，调制完成后，都应及时运到贮草场地贮藏。一般堆垛贮藏的青干草水分含量不应超过 18%，否则容易发霉、腐烂。贮草场应设在取用方便、平坦干燥、排水良好、离居民区较远的地方。贮草场周围应设置围栏或围墙，围栏外边挖深沟。干草可以露天堆垛，也可堆放在干草棚或专用的仓库中。干草贮藏不当，会造成发霉变质，饲用价值降低，完全失去干草调制的目的。贮藏不当还会引起火灾。

1. 散干草的贮藏 散干草体积大，多采用露天堆垛的贮藏方法，垛成圆形或长方形草垛，草垛大小根据干草量的多少而定。堆垛时应选择干燥的地方，以免干草与地面接触而变质。草垛下层用石头、树干、蒿秆等作底，厚度不少于 25 厘米，并在周围设排水沟。垛草时要一层层地进行，并要压紧各层，特别是草垛的中部和顶部。每层由外向内摆放牧草，使之成为外部稍低、中间隆起的弧形，每层厚约 30~60 厘米。水分较高的干草，

一定要堆在草垛的四周靠边处，便于干燥和散热。草垛堆到一定程度后，对其进行调整，直至成圆形。气候潮湿的地方，垛顶应较尖，干旱的地方，垛顶坡度可稍缓。垛顶可用劣草铺盖压紧，垛顶不应有凹陷和裂缝。最后垛顶用树枝或绳索、重物压住，预防风害。

2. 干草捆的贮藏 干草压捆后，体积小、重量大，便于堆藏、运输和取用，操作中损失也少，比散干草的贮藏有很多优点。干草的压捆可用拣拾压捆机在集草的同时进行压捆，也可用固定压捆机对已堆垛的散干草进行压捆。一般压成 35 厘米×45 厘米×85 厘米的长方形干草捆，每捆 30~50 千克，每立方米干草重 210~400 千克。

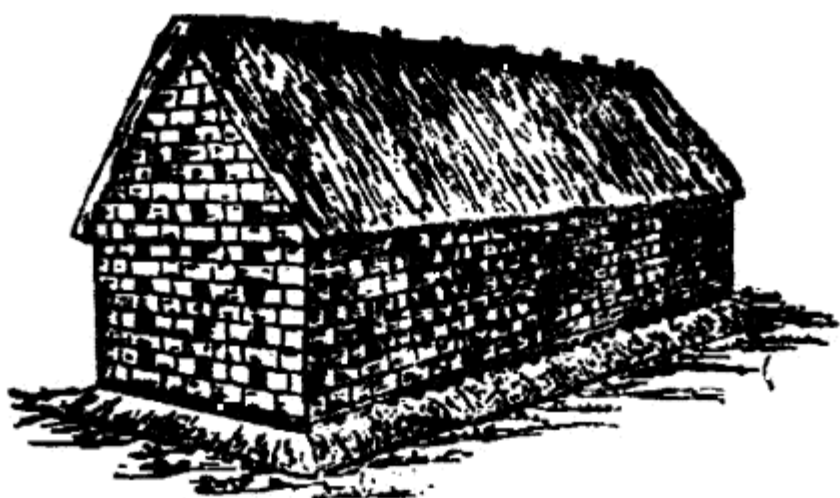


图 5-4 通风道的干草捆草垛

堆垛前要掌握干草的适宜含水量，这是防止和杜绝草垛变质、发霉和腐烂的关键。干草贮藏的标准含水量不得超过 17%，如在 20% 以上则不宜贮藏。在干草贮藏过程中要加强管理，对草垛要定期检查和维护，发现垛形不正和漏缝要及时修整，要做好防火、防雨雪、防畜等工作。干草应贮藏在畜舍附近，这样取运方便。规模较大的贮草场应设在交通方便，平坦干燥，离居民区较远的地方。贮草场周围应设置围栏或围墙。



（三）青草粉的贮藏

青草粉需要贮存的时间较长、运输距离较远，而作为草粉的主要营养成分的维生素很容易被氧化而降低生物学效价。因此，青草粉的包装和贮藏很重要。为了保持质量，可以把青草粉放在惰性气体中贮藏，并用抗氧化剂处理或制成颗粒。粉状青草粉可掺0.5%~1%的可食油脂，避免草粉飞扬而损失。草粉最好压成颗粒或草块，同时避免青草粉中的胡萝卜素受光线照射及高温影响而被破坏，可采用干燥低温贮藏（含水量为13%~14%时，温度要求在15℃以下；含水量为5%左右时，温度在10℃以下）。贮藏青草粉的库房应保持干燥、凉爽、避光、通风，要注意防火、防潮、灭鼠及其他酸碱、农药等污染。

（四）玉米贮藏

玉米称为“饲料之王”，是主要的能量饲料，也是配合饲料中的主要原料。

1. 贮藏特性 玉米的胚所占比例较大，占整粒重量的10%~14%，占整粒体积的30%~35%，胚体疏松，玉米较其他谷籽类饲料呼吸作用强。玉米胚部含脂肪高达35%左右，占整粒玉米所含脂肪总量的70%以上。因此，在温度高、湿度大的情况下，脂肪易被氧化，胚部酸度增加，容易损坏变质。

玉米水分在14%~40%内，水分越高，呼吸作用越强，微生物和害虫繁殖越快。当玉米水分低于14%、温度不超过25℃，或水分在13%内温度不超过30℃时，可安全保存。

2. 玉米的霉变 玉米的霉变与含水量和温度密切相关。当玉米含水量达到14.3%时，黄曲霉等即可生长，含水量达15.6%~20.8%时，青霉可生长。玉米的霉变过程是：开始籽粒表面发生湿润，接着胚部菌丝体变成绿色、灰色，最后呈黑色，霉味增加，带有辛辣味，再继续霉烂则丧失使用价值。一般籽粒从表面湿润到胚部出现菌丝需3~4天，此时发现应立即处理，否则会失去饲用价值。

3. 玉米的害虫 常见害虫有米象、麦蛾、印度谷蛾以及地中海螟蛾等，最严重的是米象以及蛾类害虫。对玉米可采用溜筛除虫，用 0.5~0.6 厘米的单层溜筛，60℃ 的料面，除虫效果可达 97.8%。其次，用低温贮藏或氧化等都能有效防治害虫。

4. 贮藏方法 主要是散装贮藏，一般立筒仓都是散装。水分一般控制在 14% 以下，也可入低温库贮藏或通风贮藏。

5. 玉米粉的贮藏 玉米粉空隙小，通气性差，导热性不良，粉碎后温度较高，如含水量高则易结块、生霉、变苦。刚粉碎的玉米粉应立即通风降温。

（五）麸皮贮藏

麸皮破碎疏松，空隙度较面粉大，吸湿性强，含脂量高达 5%。很容易酸败或生虫、霉变，夏季高温潮湿，更易霉变。新出机的麸皮温度一般能达到 30℃，贮藏前要把温度降到 10~15℃。贮藏期要防止结露、发霉、生虫，防止吸湿。一般贮藏期不宜超过 3 个月。贮藏在 4 个月以上，酸败就会加快。

（六）米糠贮藏

米糠中脂肪含量高，导热不良，吸湿性强，极易发热酸败。贮藏米糠时应避免踩压。入库的米糠要及时检查，勤翻勤倒，注意通风降温。米糠贮藏时稳定性差，不宜长期贮藏，应及时除陈贮新，避免损失。

（七）饼粕贮藏

1. 贮藏特性 饼粕包括大豆饼粕、棉籽饼粕、菜籽饼粕、亚麻仁饼等。这类饲料含蛋白质较多，但由于本身缺乏细胞膜的保护作用，很容易感染虫、菌。如空气相对湿度在 75% 以上，则易发生霉变。害虫主要是锯谷盗和蛾类等。此外，热榨饼还容易自燃。如果油籽饼粕水分低于 5%，在运输时或日光照射下达到一定温度时也容易自燃。

2. 贮藏方法 饼粕贮藏要注意防虫、防潮、防霉。入库前，可用国家允许使用的防虫剂灭虫。仓库铺垫最好用糠做垫底材



料。垫糠要干燥压实，厚度不少于 20 厘米。同时要严格控制水分，最好在 5% 左右。棉籽饼粕和菜籽饼粕含有毒素，可脱毒之后再贮藏。

(八) 维生素及其他添加剂原料贮藏

维生素和其他有关添加剂原料是生产配合饲料的重要原料，用量不多但作用不小。这部分原料特性各异，一般都要求低温、干燥、阴暗的环境，应根据各自的特点分别保管，详见表 5-7。

表 5-7 维生素及其他类添加剂原料的贮藏条件

名 称	贮藏条件	名 称	贮藏条件
维生素 A	装入铝、铁容器内密封、充氮气，在阴凉处保存	泛酸钙	密封，干燥保存
维生素 A、D 溶液	遮光，满装，密封存于阴凉干燥处	氯化胆碱	防潮，密封保存
硫胺素	遮光，密封保存	烟酸	密封保存
核黄素	遮光，密封保存	土霉素	遮光，密封，干燥保存
维生素 B ₆	遮光，密封保存	硫酸亚铁 (含 7 个结晶水)	密封保存
维生素 B ₁₂	遮光，密封保存	硫酸锌 (含 7 个结晶水)	密封保存
维生素 C	遮光，密封保存	硫酸铜 (含 5 个结晶水)	密封，干燥保存
维生素 D ₃	遮光，充氮，密封，冷贮藏	硫酸镁 (含 7 个结晶水)	密封保存
维生素 E	遮光，密封保存		

(九) 配合饲料贮藏

配合饲料的种类很多，但因内容物不一样，贮藏特性也各不相同。料型不同（颗粒料、粉料），贮藏特点也有差异。

1. 颗粒饲料的贮藏 颗粒饲料用蒸汽制粒处理，能杀死绝

大部分微生物和害虫，而且孔隙度大，含水量较低，维生素也容易被光破坏。

2. 粉状饲料的贮藏 粉状配合饲料大部分是谷类，表面积大，孔隙度小，导热性差，容易吸湿发霉。其中的维生素随温度升高而损失加大。维生素之间、维生素与矿物质之间的配合方法不同，其损失情况也有所不同。此外，光照也是造成维生素损失的主要因素，因此粉状饲料一般不宜久放，宜尽快使用。一般存放时间不应超过1个月。

3. 浓缩饲料的贮藏 浓缩饲料富含蛋白质，并含维生素和各種微量元素等营养物质。导热性差，易吸湿，微生物和害虫易繁殖，维生素易受高温、氧化等因素的影响而失效。有条件时，可加入适量抗氧化剂。浓缩饲料贮存时要放在干燥、低温处。

(十) 根茎瓜类饲料的贮藏

根茎瓜类饲料的特点是水分含量高，组织柔软，糖分丰富，易消化。根茎瓜类饲料水分含量高，在贮藏期间生理机能相当旺盛，导致一定养分的损失；组织松软，导致收贮中易受损伤；糖分多，又为微生物的活动创造了条件，易致腐烂。根茎瓜类饲料贮藏既要保持新鲜多汁与适口性，又要尽可能降低它的细胞生理活动过程，以减少养分的损耗。

1. 根茎瓜类饲料贮藏时的生理变化 根茎瓜类饲料在贮藏期间的生理变化，主要是细胞以异化作用为主的新陈代谢，即呼吸作用。呼吸作用使部分淀粉转化为葡萄糖，葡萄糖再分解为水和二氧化碳，并释放出热能。

细胞的呼吸作用，对根茎瓜类饲料贮藏产生的影响主要有以下几方面：一是水分和养分的损失，重量一般会减少6.5%~11%；二是释放的二氧化碳、水分、热能易导致窖内空气的湿度增大、温度升高，有利于微生物的活动，致使饲料发霉腐烂；三是通风不良时，窖内二氧化碳的浓度过高，不仅影响细胞正常生



理活动，甚至可能使人害者发生窒息。

2. 根茎瓜类饲料贮藏的基本要求 根茎作物没有严格的成熟期，只要外界条件适宜，地下的根茎就能持续不断地积累养分。收获过早会影响产量，而且成熟度不够，也不耐贮藏；但收获过晚往往使饲料遭到霜冻，失去贮藏价值。准备贮存的块根块茎，收获期应按照作物种类、各地气候条件而定，一般用作贮存的根茎，以稍提前收获较为有利。

收获根茎瓜类时，要特别注意防止擦伤外皮。对于已经受损伤的、有虫咬的病疤或过小的应严格挑出，直接饲喂。凡是在地里受过水涝的甘薯，也不宜入窖贮藏。留下贮藏的，在保证不致受霜冻的情况下，应清除附着的泥土，稍加风干。不同品种、不同用途以及收获期相差大的块根块茎，应该分开贮藏，以免相互影响。胡萝卜、甜菜等直根类，贮放前，还应把根头削去，以防止贮藏期内茎叶恢复生长。

常用根茎瓜类所需的贮存条件见表 5-8。

表 5-8 常用根茎瓜类所需的贮存条件

种类	贮存温度 (℃)	贮存相对湿度 (%)	贮存中的 通气管理
甘薯	10~13	85~95	入窖第一月，翌年春暖后，应特别注意通风
马铃薯	3~5	90	通风良好，保持黑暗
胡萝卜	1~2	85	通气良好，每月翻堆 1 次
甜菜	0~4	70~80	通气良好，每月翻堆 1 次
南瓜	5~10	干燥	空气新鲜

3. 根茎瓜类饲料的贮藏方法 根茎瓜类体积大，一般多在室外挖窖或壕贮藏。因为土壤导热性小，窖内不易受气温影响。对温度条件要求较高的薯类，以及较寒冷的北方地区，窖藏法较普遍。至于冬季较温暖、地下水位高而潮湿的南方地区，则宜采用大屋窖堆藏。常用的几种贮藏方法如下：

(1) 拱形大窖 拱形大窖即在地面向下挖1米深，用砖砌墙和拱顶，建成一排地下式窖，再在墙的四周和顶部加厚土以保温，各贮藏窖设通风口以利早期降温散热。其优点是坚固耐用，管理方便，贮藏安全。

(2) 高温大屋窖 高温大屋窖的形式和普通房子相似，一侧设有管理室，设有火灶，冷天可以加温，屋内分隔成多个薯仓，仓内设竹制框架，用于堆放甘薯。为了便于加热保温，散热方便，屋顶须厚实，各处要严密，并设对口窗用于通风。

(3) 井窖 井窖是在土层结构坚固、地下水位低的地区使用的贮藏甘薯等的干井。用于贮藏甘薯的窖深度，在保证窖底高于地下水位1米以上时，越深保温性越好。地下3米，冬季土温约 13°C ；地下5米，土温约 15°C 。

(4) 棚窖 棚窖为长方形，深约2米，宽约1.6~2米，长度视贮存量而定；可以全部在地下，也可以部分在地面；顶上架以横木，铺上秸秆；窖的一端或两端留出入口，中间设通风管。根据气温变化，在窖顶盖土保温。这种窖适合南方冬季气温不太低的地区，适宜贮藏各种根茎类。

(5) 长窖 长窖很简单，选地势稍高的地点，挖深1~4米、宽约1.4米的长形窖，长不限。待窖壁晒干后，在底部和四周铺以干草或细沙，然后装填胡萝卜、甜菜等直根类作物，应逐层堆放，在各层之间最好放入3~4厘米厚的干沙以减少相互挤压而引起腐烂。

4. 根茎瓜类饲料贮藏时的管理 根茎瓜类饲料贮藏时的管理，主要是对贮藏窖内温度、湿度及通风的调节，防止腐烂。在各种根茎瓜类中，以甘薯对贮存温度的要求最高，管理工作要求最严。要了解薯堆温度变化，每窖内均应放置温度计。大窖每隔2~2.5米放1支。温度计上的水银球要用棉花包扎，以保证观测的准确性。甘薯入窖后15~20天内每隔2天测记温度1次；温度正常后，每周测记温度1次。在测量温度的同



时,可根据气候与窖温情况,控制窖口的开闭和保温覆盖物的取留。

重点难点提示

本讲的重点是精饲料和青粗饲料的加工调制方法,需对其掌握,难点是青贮饲料的加工调制方法。



7日通——第六讲

羊的日粮配合



本讲目的

通过对饲料配方设计的原则与方法、步骤以及各种饲料的配方技术的讲述，使读者掌握在制作饲料配方时需要注意的基本要点，以便设计出合理的日粮配方。

□□□□

第一节 日粮配方设计

一、日粮配合的有关术语

(一) 配合饲料的概念

配合饲料是指根据动物营养标准及饲料原料的营养特点，结合实际生产情况，按照科学的饲料配方生产出来的由多种饲料原料（包括添加剂）组成的均匀混合物。

日粮是指一头动物一昼夜采食的饲料量。如其中营养物质的种类、数量及比例符合动物的营养需要时，称为平衡日粮或全价日粮。实际生产中，常为相同生产目的的动物群体配合大批的平衡日粮，然后按日分顿饲喂。这种按日粮百分比比例配得的大量混合饲料，称为饲粮或平衡饲粮。平衡日粮和平衡饲粮均属于配合饲料。



(二) 配合饲料的种类

1. 按营养成分和用途分类

(1) 添加剂预混合饲料 简称预混料，一种或多种饲料添加剂在加入到配合饲料前与适当比例的载体或稀释剂配置而成的均匀混合物。预混合饲料是配合饲料的半成品，不能单独作为饲料直接饲喂动物，一般在配合饲料中只占 0.5%~5%，添加剂预混合饲料通过与其他饲料原料配合发挥作用。

(2) 浓缩饲料 是添加剂预混合饲料、蛋白质饲料、钙、磷及食盐等矿物质饲料，按配方制成的均匀混合物。浓缩饲料不能直接饲喂动物，必须与一定比例的能量饲料相混合，制成全价饲料或精料补充料。浓缩饲料一般占全价饲料的 20%~40%。

(3) 全价配合饲料 即通常所说的配合饲料，由浓缩饲料配以能量饲料，是一种可用来直接饲喂单胃动物的营养平衡饲料。

(4) 反刍动物精料补充料 是由浓缩饲料配以能量饲料制成，与全价配合饲料相比，精料补充料是用来饲喂反刍动物的，饲喂反刍动物时要加入大量的青绿饲料、粗饲料，且精料补充料与青粗饲料的比例要适当。反刍动物精料补充料是用以补充反刍动物采食青粗饲料、青贮饲料时的营养不足。

2. 按饲料形状分类 根据饲料形状不同，配合饲料可分为粉料、颗粒饲料、碎粒料、压扁饲料、膨化饲料 5 种主要类型。生产实践中，配合饲料的形状取决于饲料的营养特性、饲喂对象及饲喂环境等。

(1) 粉料 配合饲料最常用的形式，各种配合饲料均可加工为粉料形式。粉料生产加工工艺简单，成本较低，易与其他饲料种类搭配使用，应用广泛；生产粉料粉尘大，损失较大，加工、贮藏和运输等过程中养分易受外界环境的干扰而失活，易引起动物挑食，造成饲料浪费。

(2) 颗粒饲料 是指以粉料为基础经过蒸汽调制、加压处理而制成的颗粒状配合饲料，多为圆柱状。颗粒饲料容量大，适口

性好，可提高动物采食量，避免动物挑食，保证了饲料营养的全价性，饲料报酬高。但加工过程中因加热加压处理，部分维生素、酶等活性受到影响。

(3) 碎粒料 是颗粒饲料的一种特殊形式，将生产好的颗粒饲料经过磨辊式破碎机破碎成2~4毫米大小的碎粒。

(4) 压扁饲料 将籽实类饲料去皮，加入一定量的水，通过蒸汽加热到120℃左右，然后压成片状，经冷却干燥处理，再加入各种所需的饲料添加剂制成的扁状饲料。压扁饲料能提高饲料的消化率和能量利用率，可单独饲喂动物。压扁饲料应用广泛，使用方便。

(5) 膨化饲料 把混合好的粉状配合饲料加水、加温变成糊状，同时在10~20秒内加热到120~180℃，通过高压喷嘴挤压干燥，饲料膨胀，发泡成饼干状，然后切成适当大小的饲料。膨化饲料适口性好，易于消化吸收，是幼龄动物的良好开食饲料，同时膨化饲料密度小，多孔，保水性好。

二、日粮配合的原则

羊的日粮，指一只羊一昼夜所采食的各种饲料的总量。按照饲养标准和饲料的营养价值配制出的完全满足羊在基础代谢和增重、繁殖、产乳、肥育等阶段需要的全价日粮。配制营养全、成本低的日粮是实现高效养羊的基础条件。日粮配合时应掌握以下原则：

(一) 营养性原则

1. 合理地设计饲料配方的营养水平 设计饲料配方的营养水平必须以饲养标准为基础，同时要根据动物生产性能、饲养技术水平与饲养设备、饲养环境条件、市场行情等及时调整饲料的营养水平，还要考虑外界环境与加工条件等对饲料原料中活性成分的影响。设计配方时要特别注意各养分之间的平衡，也就是全价性，重点考虑能量与蛋白质、氨基酸、矿物元素、抗生素及维



生素之间的相互平衡。各养分之间的相对比例比单种养分的绝对含量更重要。

2. 合理选择饲料原料，正确评估和决定饲料原料营养成分含量 饲料配方平衡与否，很大程度上取决于设计时所采用的原料营养成分值。条件允许的情况下，应尽可能多的选择原料种类。原料营养成分值尽量有代表性，要注意原料的规格、等级和品质特性。选择饲料原料时除要考虑其营养成分含量和营养价值，还要考虑原料的适口性、原料对畜产品风味及外观的影响、饲料的消化性及容重等。

3. 正确处理配合饲料配方设计值与配合饲料保证值的关系

配合饲料中的某一养分往往由多种原料共同提供，且各种原料中养分的含量与其真实值之间存在一定的差异，同时饲料加工过程中还存在偏差，生产的配合饲料产品往往有一个合理的贮藏期，贮藏过程中某些营养成分还要受外界各种因素的影响而损失。配合饲料的营养成分设计值通常应略大于配合饲料保证值，保证商品配合饲料营养成分在有效期内不低于产品标签中的标示值。

（二）安全性原则

配合饲料对动物自身必须是安全的，发霉、酸败、污染和未经处理的含毒素等的饲料原料不能使用。动物采食配合饲料而生产的动物产品对人类必须既富营养而又健康安全。设计配方时，某些饲料添加剂（如抗生素等）的使用量和使用期限应符合安全法规。

（三）经济性原则

经济性即经济效益和社会效益。饲料原料种类越多，越能起到饲料原料营养成分的互补作用，有利于配合饲料的营养平衡，但原料种类过多，会增加加工成本。设计配方时，应掌握使用适度的原料种类和数量的方法，同时还要考虑动物废弃物中氮、磷、药物等对人类生存环境的不利影响。

(四) 市场性原则

产品设计必须以市场为目标。配方设计人员须熟悉市场，及时了解市场动态，准确确定产品在市场中的定位（如高、中、低档等），明确用户的特殊要求（如外观、颜色、风味等），设计出各种不同档次的产品，以满足不同用户的需要。同时还要预测产品的市场前景，不断开发新产品，以增强自身的市场竞争力。

三、日粮配合的方法与步骤

羊的日粮是指一只羊在一昼夜内采食的各种饲料的数量总和。实际生产中并不是按一只羊一天所需来配合日粮，而是针对一群羊所需的各种饲料，按一定比例配成一批混合饲料来饲喂。

一般日粮中所用饲料种类越多，选用的营养指标越多，计算过程越复杂，有时甚至难以用手算完成日粮配制。在现代畜牧生产中，借助计算机，通过线性规划原理，可方便快捷地求出营养全价且成本低廉的最优日粮配方。

全价配合饲料配方手工设计法有交叉法、代数法和试差法等，生产中应用最广的是试差法。

(一) 试差法

试差法是根据经验，先初步拟定一个饲料配方，然后计算该配方的营养成分含量，再与饲养标准比较，如某种营养成分含量过多或不足，再适当调整配合饲料配方中饲料原料比例，反复调整，直到所有营养成分含量都满足要求为止。配方中营养成分的浓度可稍高于饲养标准，一般控制在2%以内。

1. 步骤 手算常用试差法，具体步骤如下：

(1) 确定每日每只羊的营养需要量。根据羊群的平均体重、生理状况及外界环境等，计算出各种营养需要量。

(2) 确定各类粗饲料的喂量。根据当地粗饲料的来源、品质



及价格，最大限度地选用粗饲料。一般粗饲料的干物质采食量占体重的2%~3%，其中青绿饲料和青贮饲料可按3千克折合1千克青干草和干秸秆计算。

(3) 计算应由精料提供的养分量。每日的总营养需要与粗饲料所提供的养分之差，即是需精料部分提供的养分量。

(4) 确定混合精料的配方及数量。

(5) 确定日粮配方。在完成粗、精饲料所提供养分及数量计算后，将所有饲料提供的各种养分进行汇总，如果实际提供量与其需要量相差在5%内，说明配方合理。如果超出此范围，应适当调整个别精料的用量，以便充分满足各种养分需要而又不致造成浪费。

2. 举例 为体重35千克，预期日增重200克的生长育肥绵羊配制日粮，可用饲料为玉米秸青贮、野干草、玉米、麸皮、棉子饼、豆饼、磷酸氢钙、食盐。计算步骤如下：

(1) 查肉羊饲养标准与饲料成分表，列出其养分需要量(表6-1、表6-2)

表6-1 体重35千克、日增重200克的生长育肥羊饲养标准

干物质 [千克/ (只·日)]	消化能 [兆焦/ (只·日)]	粗蛋白质 [克/ (只·日)]	钙 [克/ (只·日)]	磷 [克/ (只·日)]	食盐 [克/ (只·日)]
1.05~1.75	16.89	187	4.0	3.3	9

表6-2 供选饲料养分含量

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/千克)	粗蛋白质 (%)	钙 (%)	磷 (%)
玉米秸青贮	26	2.47	2.1	0.18	0.03
野干草	90.6	7.99	8.9	0.54	0.09
玉米	88.4	15.40	8.6	0.04	0.21

(续)

饲料名称	干物质 (%)	消化能 (兆焦/千克)	粗蛋白质 (%)	钙 (%)	磷 (%)
麸皮	88.6	11.09	14.4	0.18	0.78
棉籽饼	92.2	13.72	33.8	0.31	0.64
豆饼	90.6	15.94	43.0	0.32	0.50
磷酸氢钙	—	—	—	23	16

(2) 确定粗饲料采食量 一般羊粗饲料干物质采食量为体重的2%~3%，我们选择2.5%，35千克体重的肉羊需粗饲料干物质为0.875千克，其中1/2为玉米秸青贮 ($0.875 \times 1/2 = 0.44$ 千克)，1/2为干草 (0.44 千克)。计算出粗饲料提供的养分 (表6-3)。

表 6-3 粗饲料提供的养分量

饲料名称	干物质 (千克)	消化能 (兆焦)	粗蛋白 (克)	钙 (克)	磷 (克)
玉米秸青贮	0.44	4.17	35.5	3.04	0.51
野干草	0.44	3.88	43.25	2.62	0.44
合计	0.88	8.05	78.75	5.66	0.95
与标准相比差	0.17~0.87	8.84	108.25	+1.66	-2.35

(3) 试定各种精料用量并计算出养分含量 (表6-4)

表 6-4 试定精料养分含量

饲料种类	用量 (千克)	干物质 (千克)	消化能 (兆焦)	粗蛋白 (克)	钙 (克)	磷 (克)
玉米	0.36	0.32	5.544	30.96	0.14	0.76
麸皮	0.14	0.124	1.553	20.16	0.25	1.09
棉籽饼	0.08	0.07	1.098	27.04	0.25	0.51



(续)

饲料种类	用量 (千克)	干物质 (千克)	消化能 (兆焦)	粗蛋白 (克)	钙 (克)	磷 (克)
豆饼	0.04	0.036	0.638	17.2	0.13	0.20
尿素	0.005	0.005	—	14.40	—	—
食盐	0.009	0.009	—	—	—	—
合计	0.634	0.56	8.832	109.76	0.77	2.56

由上表可见，日粮中的消化能和粗蛋白质已基本符合要求，如果消化能高（或低），应相应减少（或增加）能量饲料，粗蛋白质也是如此，能量和蛋白质符合要求后再看钙和磷的水平，两者都已超出标准，且钙、磷比为 1.78 : 1，属正常范围（1.5 ~ 2） : 1，不必补充相应的饲料。

（4）定出饲料配方 此育肥羊日粮配方为：青贮玉米秸 1.69（0.44/0.26）千克，野干草 0.49（0.44/0.906）千克，玉米 0.36 千克，麸皮 0.14 千克，棉籽饼 0.08 千克，豆饼 0.04 千克，尿素 5 克，食盐 9 克，添加剂、预混料另加。

精料混合料配方（%）：玉米 56.9%，麸皮 22%，棉籽饼 12.6%，豆饼 6.3%，尿素 0.8%，食盐 1.4%，添加剂、预混料另加。

（二）交叉法

交叉法又称方块法、四角法或对角线法或图形法，此法简单易于掌握，适用于饲料原料种类及营养指标较少的情况，也是由浓缩饲料与能量饲料已知的搭配比例推算浓缩饲料配方的设计方法，生产中最适于计算浓缩饲料与能量饲料的比例。

例：用粗蛋白质含量分别为 8% 和 35% 的玉米和豆饼，配制粗蛋白质含量为 14% 的混合饲料。

作正方形：

玉米: 8 21 (份) $21 / (21+6) = 77.78\%$

\ /

14

/ \

豆饼: 35 6 (份) $6 / (21+6) = 22.22\%$

将两种饲料的粗蛋白质含量分别置于正方形的左方上、下角, 所求粗蛋白质含量置于正方形中间, 在两条对角线上分别相减, 则所得结果分别为两种饲料在混合饲料中所占的份数。折合成百分数为: 玉米 77.78%, 豆饼 22.22%。

用 3 种或 3 种以上饲料连续运算时 (并作交叉时), 同一四角两种饲料的养分含量必须分别高于和低于所达数值, 即左列饲料的养分含量按间隔大于和小于所求数值的顺序排列。

(三) 代数法

又称作联立方程法, 即用二元一次方程来计算饲料配方, 适用于由两种饲料原料配制混合饲料。

例: 用含粗蛋白质 8.7% 的玉米, 含粗蛋白质 43% 的豆粕, 配制含粗蛋白质 16% 的混合饲料。

设: 需玉米为 $x\%$, 需豆粕 $y\%$, 则

$$\begin{cases} x+y=100 \\ 0.087x+0.43y=16 \end{cases}$$

解方程组, 得: $x=78.9$, $y=21.1$

因此, 配制含粗蛋白质 16% 的混合饲料配方为: 玉米 78.9%; 豆粕 21.1%。

(四) 计算机法

运用计算机设计全价配合饲料配方的方法较多, 包括线性规划法、多目标规划法、参数规划法、专家系统法等, 目前用得最普遍的是线性规划法。

1. 运用计算机设计饲料配方的优点 运用计算机设计配合饲料配方, 可克服手工法设计饲料配方时指标的局限性、简化设



计人员的计算过程，全面合理平衡饲料营养、成本和经济效益的关系，最大限度降低饲料成本，大大地提高配方设计的工作效率和配方准确性。应用计算机设计饲料配方，还能够提供更多的参考信息，保证生产、经营、决策的科学性。

2. 运用计算机设计配合饲料配方时应注意的事项 合理地选择饲料配方软件饲料配方软件较多，具体操作各异，初学者应选择操作简便、易学的饲料配方软件，运用时要先阅读使用手册，循序渐进，多实践，不断积累经验。

科学地建立数学模型只有为计算机提供了数学模型，计算机才能运算。建立数学模型时，要认真研究营养知识，明确设计目标，合理地制定约束条件和目标函数。

正确处理“无解”情况运用计算机设计饲料配方常出现“无解”情况，造成这种情况的主要原因包括原料营养成分含量间相互矛盾；饲养标准定得过高，而原料选择太差；约束条件过多，且相互冲突等。设计配方时，应合理选择饲料原料种类及运用饲养标准。

认真做好善后调整工作，运用计算机计算出配方后，并非工作已经完成，还要认真研究配方，必要时还要作适当调整，以更加适应当地生产和市场情况，更加符合设计目标。

3. 线性规划法设计配合饲料配方简介 运用线性规划法设计配合饲料配方必须具备的条件，固定原料价格；原料在指定范围内可任意确定用量；确切掌握动物饲养标准和原料营养成分含量；各种原料的用量与它提供的营养成分量呈正比；多种原料相配合时，所得的营养成分总量应为各原料提供的相应营养成分之和。

(1) 数学模型的建立 采用 m 种原料设计含 n 种营养成分的配合饲料配方。

(2) 计算机上操作 启动计算机，输入相应的命令，按照计算机提供的操作步骤进行操作。计算机运算并输出最优解结果，

即配合饲料配方和营养成分含量值。目前国内外著名的配方软件有三新（中国农业科学院）、资源配方师 Refs 系列软件、Format（英国）、Brill（美国）、Mixit（美国）等，是饲料厂配方设计、分析、生产、经营管理的有效工具。

第二节 饲料的配方技术

一、预混合饲料配方技术

（一）预混合饲料的分类

（1）单项预混合饲料 即预混剂，指由一种饲料添加剂与适当比例的载体或稀释剂混合配制而成的均匀混合物。

（2）微量矿物质元素预混合饲料 指由多种微量矿物质元素添加剂按一定比例与适当比例的载体或稀释剂配制而成的均匀混合物。

（3）维生素预混合饲料 即复合多维，由多种维生素添加剂按照一定的比例与适当比例的载体或稀释剂混合配制而成的均匀混合物。

（4）复合预混合饲料 除含多种微量矿物质元素、维生素外，一般还含有氨基酸添加剂、保健促生长剂、常量矿物质元素等成分，只需与适当比例的能量饲料和蛋白质饲料配合就能配制成全价配合饲料。

（二）预混合饲料中活性成分需要量与添加量确定原则

1. 需要量与添加量的概念 预混合饲料中活性成分主要是指维生素、微量矿物质元素和药物成分等。

（1）活性成分需要量 主要是指动物对维生素、微量矿物质元素、氨基酸和药物成分的需要量，包含两层含义，即最低需要量和最适需要量。最低需要量是指在试验条件下，为预防动物产生某种维生素或微量矿物质元素缺乏症，对该维生素或微量矿物质元素规定的最低需要量。现行的饲养标准中推荐的维生素或微



量矿物质元素需要量都是指最低需要量。最适需要量是指能取得最佳的生产效益和饲料利用率时的活性成分供给量。最适需要量一般高于最低需要量。

(2) 活性成分添加量 实际供给动物某种活性成分量称为活性成分的总供给量。总供给量包括两部分，即基础饲料中活性成分的含量和通过预混合饲料供给的部分活性成分，后者称为活性成分的添加量。

2. 影响活性成分添加量的主要因素

(1) 动物因素 不同种动物对维生素、微量矿物质元素的需要量不同，即使同类动物也因其生理状况、年龄、健康状况、饲养水平和生产目的不同，对维生素、微量矿物质元素的需要量也不相同，同样活性成分添加量不同。

(2) 活性成分 各种活性成分稳定性和生物学效价相差较大，有的活性成分在加工、贮藏、运输等过程很容易失去活性，有的则相对比较稳定，这就决定了添加量与需要量相差的程度不同。

(3) 饲养环境与饲养技术 现代养殖业正朝着高密度集约化封闭式饲养的方向发展，一方面使动物生产潜力得到了充分发挥，降低了劳动力成本，减少了动物维持需要，提高了饲料报酬和养殖业的经济效益；另一方面也给动物生长、发育、生产带来了许多负面效应，动物产生了一系列的应激反应，减少了动物从自然界中获取维生素、微量矿物质元素的机会。

(4) 基础饲料 现代养殖业的动物基础饲料往往是由多种饲料原料配制而成的混合饲料，不同饲料原料中所含的维生素、微量矿物质元素量不同，有的饲料原料中还含有抗营养因子，这些都影响了预混合饲料中活性成分的添加量。

(5) 活性成分的配伍禁忌 预混合饲料是由一种或多种饲料添加剂混合在一起的混合物。在预混合饲料中多种活性成分并存，它们之间存在着复杂的关系，如烟酸容易引起泛酸钙的损

失，氯化胆碱对维生素 A、胡萝卜素、维生素 D 和泛酸钙等有破坏作用；微量矿物质元素间存在着复杂的协同和拮抗作用；还有抗生素类药物饲料添加剂间的配伍禁忌等都影响着添加成分在预混合饲料中的添加量。

(6) 原料成本和产品规格 各种饲料添加剂的用量和成本不同，在预混合饲料总成本中所占的比例不同。为了降低成本，以获取最大的经济效益，确定不同活性成分的添加量也应有所区别。

3. 确定预混合饲料中活性成分添加量的原则 总的原则是依据动物饲养标准，考虑动物的生产特点，结合各种活性成分的理化特性，科学合理地确定预混合饲料中活性成分的添加量。

(1) 维生素添加量 维生素添加剂的稳定性相对较差，且各种维生素的稳定性差别较大，影响其添加量的因素多而复杂，而动物对维生素的耐受量与需要量相差甚大，所以各预混合饲料厂家确定的维生素添加量变化很大。同时维生素在贮藏、运输过程中，活性很容易被破坏，因此目前主要以 NRC 标准推荐的最低需要量作为添加量，更多的是在最低需要量基础上增加一定量来设计。

(2) 微量矿物质元素添加量 原则上严格遵守动物饲养标准，但允许根据基础饲料的情况、生产水平、应激因素等作适当调整。在生产中，往往基础饲料的微量矿物质元素的含量作为安全裕量处理，忽略基础饲料中的微量矿物质元素含量，而直接以动物的需要量作为添加量，一般不会超过安全限度。在确定微量矿物质微量元素添加量时，还要考虑某些微量元素的特殊作用，以及各微量元素间的相互关系。

(3) 药物成分添加量 在预混合饲料中添加药物成分必须严格遵守国家有关的药物添加剂的用量和使用方法的规定，同时要注意药物之间的配伍禁忌。



(三) 预混合饲料配方的设计

1. 原料与载体的选择

(1) 原料的选择

维生素原料的选择：主要考虑原料的稳定性和生物学可利用性，并兼顾价格、气候、环境等的影响。经包被处理的维生素稳定性优于未经处理的维生素。

微量矿物质元素化合物的选择：应处理好微量矿物质元素的生物学利用率、稳定性和生产成本三者之间的关系。微量元素的有机螯合物的生物学利用率和稳定性高于无机化合物，但成本远高于无机化合物，目前仍以使用无机化合物为主。

药物饲料添加剂的选择：选用高效、低毒、低残留的药物饲料添加剂，严禁使用任何国家违禁药物及促生长剂等。

(2) 载体的选择 维生素预混合饲料载体的选择：载体种类很多，宜选择含水量少、容重与维生素原料接近、黏着性较好、酸碱度近中性、化学性质稳定的载体。以有机载体为好，常选用的有淀粉、乳糖、脱脂米糠和麸皮、尾粉等。

微量矿物质元素预混合饲料载体的选择：微量矿物质元素预混合饲料的载体要求不能与微量矿物质元素活性成分发生化学反应，且化学性质稳定，不易变质，流动性好。适宜的载体有轻质碳酸钙（石粉）、白陶土粉、沸石粉、硅藻土粉等。国内主要以轻质碳酸钙作为载体。

复合预混合饲料载体的选择：复合预混合饲料的载体应能对维生素、微量矿物质元素和药物等组分都有很好的承载能力，对用量少、容易在加工过程中丢失的微量组分也能很好地承载。

2. 预混合饲料配方设计的方法

(1) 维生素预混合饲料配方设计步骤

- ①确定维生素预混合饲料在全价配合饲料中的添加比例。
- ②确定单体维生素的种类及其在全价配合饲料中的添加量。

③根据所需的维生素饲料添加剂，明确添加产品规格。

④根据维生素在全价配合饲料中的添加量和在预混合饲料中的添加比例，计算每千克预混合饲料中维生素的用量。

⑤根据预混合饲料中维生素的含量及添加剂产品规格，计算每千克维生素预混合饲料中各商品维生素添加剂的用量。

⑥选择载体并计算载体在维生素预混合饲料中所占的比例。

⑦得出维生素预混合饲料的配方。

(2) 微量矿物质元素预混合饲料配方设计步骤

①确定预混合饲料在全价饲料中的添加量。

②根据设计对象、饲养标准等，确定实际添加微量矿物质元素的种类和添加量。

③选择适宜的微量元素添加剂的原料，明确原料价格。

④计算微量元素添加剂原料的实际用量；选择载体，并计算载体的用量。

⑤整理出预混合饲料的配方。

(3) 复合预混合饲料配方设计 首先根据上述方法分别设计出维生素、微量矿物质元素预混合饲料配方，生产出专用的相应预混合饲料；然后根据维生素预混合饲料、微量矿物质元素预混合饲料及其他组分在全价配合饲料中添加量，以及复合预混合饲料在全价配合饲料中的用量，计算出各组分在复合预混合饲料中的比例，即得复合预混合饲料的配方。

3. 预混合饲料的使用 预混合饲料是全价配合饲料的核心部分，用预混合饲料作原料配制全价配合饲料时应注意：配制全价配合饲料时要严格按照推荐配方选择原料、按比例配制；使用时应与其他原料混合均匀，超过有效期的预混合饲料不能使用；预混合饲料一经开封要尽快使用完，不能在空气中久放；贮藏预混合饲料时，要注意通风、阴凉、避光，严防潮湿、雨淋和暴晒；不宜加入饮水使用；尽量减少搬动，以防止出现分级现象。



二、精料补充料配方技术

不同生长阶段和生产性能的羊，对饲料要求明显不同，但任何情况下，粗饲料应是日粮主体，精饲料只作为必要的补充。由于反刍动物饲料变异大且食性习惯特殊，因此设计羊的配合饲料配方比较困难。

（一）生长羊精料补充料配方设计

生长羊饲料配方设计的主要目的是通过控制营养水平，使羊在适宜时间达到适宜体重，为以后的配种、繁殖、产奶打下良好基础。

配方设计时首先要清楚生长羊的种类、年龄、体重，在规定时间内达到规定体重所要求的日增重；其次认真研究饲料间的组合效应，确定精粗饲料的比例，一般粗饲料应占日粮干物质的40%~60%；再次是调查粗饲料的来源、种类、质量和一般用量，估算出平均每天需提供生长羊的主要营养成分的数量；最后根据生长羊的日采食量及饲养标准，确定达到规定日增重必须由精料补充料提供的营养成分的数量，拟定出生长羊精料补充料的配方。

（二）产奶羊精料补充料配方设计

产奶是饲养奶羊的主要目的。设计配方应根据产奶量和奶的品质要求，确定合理的精粗饲料的比例；在产奶高峰期，适当增加饲料营养浓度，以提高产奶量；产奶高峰期后，在饲料法规允许下，可适当使用特殊生长促进剂，尽量延缓产奶量的下降；若给产奶羊饲喂大量粗饲料，且粗蛋白质含量低时，精料补充料中粗蛋白质应达到或超过20%，不用或尽可能少用非蛋白氮；选择原料时尽量少用可能影响奶品质的饲料，如菜籽粕、糟渣类饲料原料、鱼粉、蚕蛹粉等；缺乏优质粗饲料或精料喂量过高时，应添加小苏打、氧化镁等缓冲剂，或添加乙酸钠、双乙酸钠，以提高乳脂率。

(三) 育肥肉羊精料补充料配方设计

一般采用高能、高精料饲喂育肥肉羊。育肥肉羊精料补充料配方设计特点是：合理拟定精粗饲料比例，一般育肥肉羊粗饲料占日粮的45%~55%，精料补充料设计以粗纤维含量不低于10%为宜；育肥肉羊精料补充料用量大，应尽可能选用可以维护瘤胃功能的饲料原料，如适当增加大麦、糠麸类饲料、糟渣类饲料和高纤维饼粕类饲料原料的用量；在育肥后期应适当降低日粮的能量，适当限制日粮中的不饱和脂肪酸的含量，严格控制含叶黄素多的饲料的比例；可添加瘤胃缓冲剂、瘤胃素、尿素等添加剂。

(四) 反刍动物精料补充料配方设计方法

反刍动物除采食大量粗饲料外，还需饲喂一定量的精料补充料。设计配方的基本步骤是：首先计算出反刍动物每天采食的粗饲料可为其提供各种营养物质的数量；根据饲养标准计算出达到规定的生产性能尚需的营养物质的数量，即必须由精料补充料提供的营养物质的量；由反刍动物每天采食的精料补充料的量，计算精料补充料中应含各种营养物质的含量；根据配合精料补充料的营养物质的含量，拟定反刍动物精料补充料配方。

(五) 羊配合精料补充料典型配方示例

表 6-5 羊精料补充料配方示例 (%)

原料名称	奶用羊饲料		肉羊饲料	
	配方一	配方二	配方一	配方二 (育肥期)
玉米	57.0	29.9	23.0	—
甘薯片	—	—	—	40.0
豆粉	—	—	—	15.0
大豆粕	23.0	25.0	—	—



(续)

原料名称	奶用羊饲料		肉羊饲料	
	配方一	配方二	配方一	配方二 (育肥期)
棉仁粕	—	—	20.0	—
菜籽粕	—	—	5.0	—
葵花粕	—	36.0	—	—
胡豆	—	—	5.0	—
麸皮	10.0	6.0	44.0	27.0
米糠	—	—	—	15.0
糖蜜	5.0	—	—	—
脂肪	2.0	—	—	—
食盐	0.5	1.0	0.5	1.0
骨粉	—	—	1.5	1.0
碳酸钙	1.0	—	—	—
磷酸氢钙	1.0	1.1	—	—
预混料	0.5	1.0	1.0	1.0

三、浓缩饲料配方技术

反刍动物浓缩饲料配方设计的方法，根据选用的蛋白质饲料原料种类不同，可分为常规蛋白质饲料原料配制方法和尿素补充蛋白配制方法。

(一) 以常规蛋白质饲料为原料的配制方法

一般首先设计反刍动物精料补充料配方，然后推算出浓缩饲料配方。

示例：给奶山羊设计浓缩饲料配方。

(1) 根据奶山羊饲养标准及饲料原料营养特点，设计出奶山

羊的精料补充料配方（表 6-6）。

表 6-6 奶山羊精料补充料配方（%）

原料名称	比例	原料名称	比例	原料名称	比例
玉米	57.0	糖蜜	5.0	碳酸钙	1.0
大豆粕	23.0	脂肪	2.0	碳酸氢钙	1.0
麸皮	10.0	食盐	0.5	预混料	0.5

（2）确定浓缩饲料的配方，由精料补充料配方中去掉 57 份玉米和 10 份的麸皮，剩余部分除以 33%（100% - 57% - 10%），即得 33%用量的奶山羊浓缩饲料配方。

表 6-7 用量 33%的奶山羊浓缩饲料配方（%）

原料名称	比例	原料名称	比例	原料名称	比例
大豆粕	69.7	脂肪	6.06	预混料	1.52
糖蜜	15.14	食盐	1.52		
碳酸钙	3.03	碳酸氢钙	3.03		

（二）以尿素补充蛋白的配制方法

浓缩饲料尿素可以代替成年反刍动物饲料中一部分蛋白质，并能提高低蛋白饲料中粗纤维的消化率，增加动物的体重和氮素沉积量，降低饲料成本，提高养殖业的经济效益。所以，配制反刍动物浓缩饲料时，可用一定量的尿素或其他高效非蛋白氮饲料替代浓缩饲料中的常规蛋白质饲料，但使用时要严格按照反刍动物对非蛋白氮的利用方法与原则进行。

（三）使用浓缩饲料应注意的事项

使用浓缩饲料时，必须严格按照产品说明中补充能量饲料的种类和比例，使用前各种原料必须混合均匀。贮藏浓缩饲料时，要注意通风、阴凉、避光，严防潮湿、雨淋和暴晒。超过保质期的浓缩饲料要慎用。



四、全混合日粮 (TMR) 的应用

全混合日粮 (Total Mixed Ration, TMR) 是根据反刍动物营养需要的粗蛋白、能量、粗纤维、矿物质和维生素等营养成分, 把揉碎的粗料、精料和各种添加剂充分混合而得的营养平衡的日粮。配制 TMR 是以营养学的最新知识为基础, 以充分发挥瘤胃功能、提高饲料利用率为前提, 同时也要尽可能地利用当地的饲料资源以降低饲粮成本。TMR 是典型的饲料间组合效应, 但只有日粮的营养水平高于维持需要时才产生组合效应, 并不是所有饲料组合加起来就产生组合效应。

表 6-8 混合日粮的组合效应

日 粮	粗料: 精料	饲养水平	组合效应	参考资料
玉米青贮: 有 褶玉米	固定青贮, 随意采食 玉米	高于维持需要	无	Vance 等 (1972)
干草青贮: 玉 米青贮: 精料	9: 0: 11, 6: 3: 11, 0: 9: 11	低于维持需要	无	Holte 等 (1975)
干草青贮: 玉 米青贮	3: 0, 2: 1, 0: 3	维持需要	无	Johns 和 Holte 等 (1975)
干草: 大麦	3: 0, 2: 1, 0: 3	维持需要	无	Mathers 和 Miller 等 (1981)
干草: 压扁的 大麦	5: 0, 4: 1, 3: 2, 2: 3, 1: 4, 0: 5	维持需要	无	Raven 等 (1972)
保存的粗料: 精料	5: 0, 4: 1, 3: 2, 2: 3	维持需要	无	Rowett 等 (1972)
苜蓿干草: 玉 米粉	1: 1	维持需要	有	Forbes 等 (1931)
燕麦秸秆: 玉 米粉	1.4: 1, 2: 1	维持需要和 1.5 倍维持需要	有	Forbes 等 (1933)

(续)

日 粮	粗料：精料	饲养水平	组合效应	参考资料
玉米青贮：玉 米籽实	3：0, 2：1, 1：2, 0：3	高于维持需要 和维持需要	有	Byers 等 (1976)
玉米青贮：玉 米籽实	1：2	高于维持需要	有	Joaning 和 Johnson 等 (1972)

(一) 应用 TMR 饲养技术的优点

(1) TMR 饲养技术可有效防止动物挑食 TMR 技术是将各类揉碎的精粗料按一定比例均匀混合成营养平衡的日粮，有的还进一步加工制成颗粒料，使动物更易于食入营养平衡的混合日粮，避免精粗分饲而造成的一种营养物质的过剩和其他营养物质的缺乏，因而避免了因营养失衡而引起的各种营养代谢性疾病，同时也减少了饲料的浪费。

(2) TMR 技术有利于因地制宜地开发尚未利用的饲料资源 通过推广 TMR 饲养技术，可扩大利用原来单位饲喂时适口性差的饼渣类、鱼粉等饲料资源，可使反刍动物少量多次采食，对日粮中添加非蛋白氮产品的释氮速度可起一定缓解作用，有效降低和防止动物的氨中毒，因而有利于 NPN 的合理利用。在应用 TMR 饲养技术时，可按羊生长发育阶段营养需要的不同，在不降低其生产力的前提下，可将当地农副产品及工业副产品等进行适当处理。

(3) TMR 饲养技术容易控制精粗比例，可调节代谢 TMR 饲养技术则可以对干物质摄入量、粗蛋白质、过瘤胃蛋白质、能量、粗纤维、矿物质及缓冲剂等营养指标及日粮的精粗比进行调整。TMR 可有效地防止消化系统机能紊乱，由于组分比例适当，且均匀地混合在一起，干物质中含有营养均衡、比例适宜的养分，瘤胃内可利用碳水化合物与蛋白质分解更趋于同步，同时



又可防止反刍动物在短时间内因过量采食精料而引起瘤胃 pH 的突然下降，能维持瘤胃微生物的数量、活力及瘤胃内环境的相对稳定，使发酵、消化、吸收及代谢正常进行，因而有利于饲料利用率的提高，减少一些疾病如真胃移位、酮血症、酸中毒、食欲不振及营养应激的发生。

(4) TMR 的使用可充分发挥动物的生产性能，并能提高其繁殖率。在一般牧场应用 TMR 饲养技术可使产奶量提高 6%~8%，牛奶的蛋白质含量增加 0.2%~0.5%。

(5) TMR 饲养技术可以解决精粗料分开饲喂难以适应大规模、集约化经营的难题。TMR 饲养技术可进行大规模工厂化生产，使饲养管理省工省时，减少了饲喂过程中的饲草浪费，提高了规模效益和劳动生产率。同时，TMR 饲养技术有助于控制生产，可根据条件的改变在一定范围对 TMR 进行调节，以获得最佳经济效益。TMR 饲养技术简单易行，可保证反刍动物稳定的饲料结构，又可顺其自然地安排饲料与牧草的最佳组合，从而提高草地的利用率。

(二) 生产中应用 TMR 技术的限制因素

TMR 技术对混合均匀度要求较高，需要有专门的机械设备和良好的混合设备。TMR 要求原料水分要准确，尤其是青贮、鲜草、青绿饲料等较湿原料的水分发生较大变异时，应对投料量进行校正。TMR 日粮的营养浓度不易控制，原料应每周化验一次，因为当原料成分变化时，原先正确的配方也可使 TMR 日粮迅速变得营养不平衡。根据分群方案，以营养学的最新知识为基础设计多种全混合日粮，各群饲喂相应营养水平的日粮，否则会使羊群代谢机能紊乱。

因此，使用 TMR 时，对不同生长发育阶段及体况的羊要进行合理的分群，配置 TMR 时，要经常实测原料的营养成分含量、水分含量及动物实际的干物质采食量，以保证动物的足量采食；由放牧饲养或常规精粗饲料分开饲喂转为自由采食 TMR

时，应选用过渡型日粮，避免因采食过量而引起消化道疾病和酸中毒；在使用 TMR 进行饲喂时，要根据不同季节、不同生长发育阶段等调整日粮精粗比。

第三节 羊的饲料配方实例

一、绵羊饲料配方实例

(一) 举例说明羊日粮配合的设计方法。

为体重为 50 千克的泌乳绵羊设计饲料配方。

1. 查羊的饲养标准表，找出羊的营养需要量 查表得羊需要的主要养分（每只每日）：代谢能 20 兆焦，可消化粗蛋白质 200 克，食盐 17 克，钙 11.7 克，磷 7.8 克，镁 1.6 克，硫 6.8 克，铁 110 毫克，铜 18 毫克，锌 110 毫克，钴 1.08 毫克，锰 110 毫克，碘 0.85 毫克。

2. 查饲料营养成分及营养价值表 经查表，将所选用的饲料及其成分含量列于表 6-9。

表 6-9 饲料营养成分表

饲 料	干物质 (%)	代谢能 (兆焦/千克)	可消化粗蛋白质 (克)	钙 (%)	磷 (%)
苜蓿干草	90.0	8.32	138	1.31	0.34
野干草	91.4	7.15	37	0.37	0.18
青贮玉米	23.0	1.80	16	0.18	0.05
玉米	88.4	12.62	65	0.04	0.21
大豆饼	90.6	13.08	366	0.32	0.50
磷酸氢钙	—	—	—	23.2	18.0

3. 选择精粗饲料配制基础日粮 体重 50 千克的羊应喂 $50 \times 3.0\% = 1.5$ 千克青粗饲料（风干基础），其中干草占 $1/3$ ，用量为 0.5 千克，可用 0.1 千克苜蓿干草和 0.4 千克野干草满足，其



余的 1 千克可用 3 千克青贮饲料满足 (1 千克干草相当于 3 千克青贮饲料)。计算各种成分含量得表 6-10。

表 6-10 基础日粮配合表

项 目	代谢能 (兆焦)	可消化粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)
0.1 千克 苜蓿干草	0.1×8.32 =0.832	0.1×138 =13.8	$100 \times 1.31\%$ =1.31	$100 \times 0.34\%$ =0.34
0.4 千克 野干草	0.4×7.15 =2.86	0.4×37 =14.8	$400 \times 0.37\%$ =1.48	$400 \times 0.18\%$ =0.72
3 千克 青贮玉米	3×1.80 =5.40	3×16 =48	$3\,000 \times 0.18\%$ =5.4	$3\,000 \times 0.05\%$ =1.5
合计	9.09	76.6	8.19	2.56
平衡情况 (±)	$20 - 9.09$ =10.91	$200 - 76.60$ =123.40	$11.7 - 8.19$ =3.51	$7.8 - 2.56$ =5.24

4. 调整能量含量 玉米含代谢能 12.62 兆焦/千克, 能量还差 10.91 兆焦, 可用 $10.91 \div 12.62 = 0.86$ 千克玉米来满足能量需要。调整后的含量见表 6-11。

表 6-11 能量配合表

项 目	代谢能 (兆焦)	可消化粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)
玉米 (0.86 千克)	0.86×12.62 =10.85	0.86×65 =55.90	$860 \times 0.04\%$ =0.35	$860 \times 0.21\%$ =1.80
平衡情况 (±)	$10.91 - 10.85$ =0.06	$123.4 - 55.90$ =67.50	$3.53 - 0.35$ =3.18	$5.24 - 1.80$ =3.44

5. 调整蛋白质含量 可消化粗蛋白质还差 67.50 克, 可用能量和蛋白质含量均丰富的豆饼代替部分玉米补足尚缺的蛋白质。每千克豆饼和玉米分别含可消化粗蛋白质 366 克和 65 克。

如用 1 千克豆饼代替 1 千克玉米，可增加蛋白质 $366 - 65 = 301$ 克，现缺 67.50 克，可用 $67.50 \div 301 = 0.22$ 千克豆饼代替 0.22 千克玉米。调整后玉米的用量应变为 $0.86 - 0.22 = 0.64$ 千克。调整后的含量见表 6-12。

表 6-12 蛋白质配合表

项 目	代谢能 (兆焦)	可消化粗蛋白质 (克)	钙 (克)	磷 (克)
0.22 千克 大豆饼	13.08×0.22 =2.88	366×0.22 =80.52	$220 \times 0.32\%$ =0.70	$220 \times 0.50\%$ =1.10
0.64 千克 玉米	12.64×0.64 =8.08	0.64×65 =41.60	$640 \times 0.04\%$ =0.26	$640 \times 0.21\%$ =1.34
合计	10.96	122.12	0.96	2.44
平衡情况 (±)	$10.91 - 10.96$ =-0.05	$123.4 - 122.12$ =1.28	$3.51 - 0.96$ =2.55	$5.24 - 2.44$ =2.80

6. 调整矿物质含量 由表 6-12 可知道，代谢能和可消化粗蛋白质基本满足，缺钙 2.55 克，缺磷 2.80 克，可选用磷酸氢钙（含钙 23.2%、磷 18.0%）来补充，用量为 $2.55 \div 23.20\% = 11$ 克，因为由 11 克磷酸氢钙可提供钙 2.55 克，磷 2.16 克，磷稍欠缺，可增 2 克磷酸氢钙。即：总量 13 克磷酸氢钙，可提供钙 3.02 克，磷 2.34 克，食盐按需要量补加 17 克。

根据表 6-13，计算各种微量矿物质成品原料添加量（表 6-14）。

表 6-13 微量元素矿物质原料规格及含量表

原料	分子式	元素含量 (%)		纯度 (%)
硫酸亚铁	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Fe: 20.1	S: 12.0	98.5
硫酸铜	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu: 25.5	S: 12.82	96.0
硫酸镁	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg: 9.87	S: 12.99	99.5



(续)

原料	分子式	元素含量 (%)		纯度 (%)
硫酸锰	$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mn: 32.5	S: 18.94	98.0
硫酸锌	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn: 22.7	S: 11.14	99.0
硫酸钴	$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Co: 24.06	S: 13.06	98.0
碘化钾	KI	I: 76.40		98.0
硫酸钠	Na_2SO_4	S: 22.53		

表 6-14 微量矿物质山坡原料添加量

项 目	铁	铜	锌	镁	锰	钴	碘
标准规定量 (毫克)	110	18	110	1 600	110	1.08	0.85
需纯原料量 (毫克)	547.26	70.59	484.59	16 210.73	338.46	4.48	1.11
需商品原料量 (毫克)	555.59	73.53	489.47	16 292.19	345.36	4.58	1.13

注: 需纯原料量 (毫克) = 标准规定量 / 元素含量; 需商品原料量 (毫克) = 纯原料量 / 纯度

7. 日粮配方组成 由以上原料提供硫 2.30 克, 羊需要 6.8 克, 尚缺 4.5 克, 由含硫 22.53% 的硫酸钠补充。需 $4.5 \div 22.53\% = 19.97$ 克。全面调整后的日粮组成及营养水平见表 6-15。

表 6-15 泌乳绵羊饲料配方

饲料组成		营养水平	
苜蓿干草 (千克)	0.1	代谢能 (兆焦)	20.05
野干草 (千克)	0.4	可消化粗蛋白质 (克)	198.72
青贮玉米 (千克)	3	钙 (克)	12.17
玉米 (千克)	0.64	磷 (克)	7.34
豆饼 (千克)	0.22	铁 (毫克)	110

(续)

饲料组成		营养水平	
磷酸氢钠 (克)	13	铜 (毫克)	18
硫酸亚铁 (毫克)	555.59	锌 (毫克)	110
硫酸铜 (毫克)	73.53	锰 (毫克)	110
硫酸锌 (毫克)	489.47	钴 (毫克)	1.08
硫酸铝 (毫克)	345.36	碘 (毫克)	0.85
硫酸钴 (毫克)	4.85	镁 (克)	1.6
硫酸钾 (毫克)	1.13	硫 (克)	6.8
硫酸镁 (克)	16.30		
硫酸钠 (克)	19.97		
食盐 (克)	17		

由表 6-15 可以算出, 精料占日粮风干基础总量的 39.5%, 青粗饲料占 60.5%, 干物质含量约占体重的 4%, 钙、磷比为 1.66 : 1, 基本符合要求。一般当粗饲料占日粮的 50% 以上时, 可基本满足羊对维生素的需要。

(二) 常用饲料配方

在养羊生产中, 由于羊的消化生理特点, 以及羊可用饲料的广泛性, 使制定饲料配方的灵活性很大, 因而许多养殖户没有掌握饲料配合技术。实际养羊生产中日粮在满足粗饲料的前提下, 参考饲养标准配制出精料配方, 通过科学喂养, 精粗饲料合理搭配, 以满足羊的生产及生理活动所需各种营养物质。下面介绍常用的混合精料配方。

1. 混合精料配方

(1) 种公羊混合精料配方及营养成分 玉米 53%, 麸皮 7%, 豆粕 20%, 棉籽饼 10%, 鱼粉 8%, 食盐 1%, 石粉 1%; 精料中干物质含量为 88.0%, 粗蛋白质 22%, 钙 0.9%, 磷 0.5%, 每千克干物质含代谢能 11.05 兆焦。



非配种期公羊每只每日的混合精料喂量为 0.5~0.7 千克,分 2~3 次饲喂。配种期混合精料的喂量为 1.2~1.6 千克,分 4 次饲喂。粗饲料的给量为 2.0~2.5 千克。

(2) 种母羊混合精料配方及营养成分 玉米 60%, 麸皮 8%, 棉籽饼 16%, 豆粕 12%, 食盐 1%, 磷酸氢钙 3%; 精料中干物质含量为 87.9%, 粗蛋白质 16.2%, 钙 0.9%, 磷 0.8%, 每千克干物质含代谢能 10.54 兆焦。

舍饲母羊的日粮混合精料喂量为 0.3~0.7 千克,妊娠后期和哺乳时期应相应加大精料喂量,每日 3~4 次,其他时期可减少喂量,日喂 2~3 次。粗饲料喂量 1.7~2.0 千克,自由饮水。

(3) 羔羊混合精料配方及营养成分 玉米 55%, 麸皮 12%, 酵母饲料 15%, 豆粕 15%, 食盐 1%, 鱼粉 2%; 精料中含干物质 88.0%, 粗蛋白质 20.6%, 钙 0.3%, 磷 0.4%, 每千克干物质含代谢能 11.12 兆焦。

羔羊混合精料的喂量随年龄的增长而增加,20 日龄到 1 月龄每只羔羊的日喂量为 50~70 克,1~2 月龄为 100~150 克,2~3 月龄为 200 克,3~4 月龄为 250 克,4~5 月龄为 350 克,5~6 月龄为 400~500 克。羔羊的粗饲料为自由采食。

(4) 舍饲育肥羊混合精料配方 玉米 21.5%, 草粉 21.5%, 棉籽粕或菜籽粕 21.5%, 麸皮 17%, 花生饼 10.3%, 饲料酵母 6.9%, 食盐 0.7%, 尿素 0.3%, 添加剂 0.3%, 混合均匀即可。前 20 天日均每只喂料 350 克;中间 20 天,日均每只喂料 400 克;后 20 天,日均每只喂料 450 克。粗料不限量。

舍饲强度育肥羊混合精料配方:育肥的前 20 天,每只每日供给精料 0.5~0.6 千克。配方为:玉米 49%, 麸皮 20%, 棉籽粕或菜籽粕 30%, 石粉(骨粉) 1%, 添加剂(羊用) 20 克,食盐 5~10 克。

肥育期的中间 20 天,每只每日供给精料 0.7~0.8 千克。配方为:玉米 55%, 麸皮 20%, 棉籽粕或菜籽粕 24%, 石粉(骨

粉) 1%，添加剂(羊用) 20克，食盐 5~10克。

肥育期的后 20 天，每只每日供给精料 0.9~1.0 千克。配方为：玉米 65%，麸皮 14%，棉籽粕或菜籽粕 20%，石粉(骨粉) 1%，添加剂(羊用) 20克，食盐 10克。

(5) 羔羊育肥混合精料配方

①肥育羔羊前期的混合精料组成：玉米 50%，饲料酵母 11%，麸皮 22%，豆饼 15%，矿物质 2%，精料含粗蛋白 13.5%。

②羔羊育肥的颗粒饲料配方：30~60 日龄羔羊用的颗粒饲料配方为玉米 45%，麸皮 6%，向日葵饼 18%，苜蓿粉 30%，微量元素添加剂 0.5%，食盐 0.5%。

③60 日龄后羔羊育肥的颗粒饲料配方：玉米 50%，麸皮 20%，向日葵饼或亚麻饼 20%，饲用酵母 8%，食盐 2%。

④羔羊育肥的通用饲料配方：玉米 58%，棉籽粕或菜籽粕 10%，饲料酵母 10%，麸皮 20%，添加剂 1.2%，骨粉等 0.8%。日饮水 2~3 次，并适当补喂食盐。

⑤放牧补饲精料配方：玉米 30%，麸皮 25%，菜籽饼 20%，棉籽粕 20%，矿物质 3%，食盐 2%。配合精料中含干物质 91%，粗蛋白质 17.4%，每千克干物质含消化能 11.12 兆焦，代谢能 7.91 兆焦，钙 0.72%，磷 0.30%。

2. 羊舍饲日粮配方

(1) 羊哺乳期日粮 混合精料 0.7~1.5 千克，稻草粉 0.75 千克，青干草 1 千克，蚕沙 0.25 千克。混合精料为大麦 22.5%，麸皮 40%，米糠 26%，豆饼 5%，菜籽饼 5%，贝壳粉 1.5%；每千克日粮中含粗蛋白质 250~380 克，含消化能 10.1~10.5 兆焦。

(2) 哺乳期羔羊日粮 混合精料 100 克，青草自由采食。混合精料为大麦 22.5%，麸皮 40%，米糠 20%，菜籽饼 10%，豆饼 5%，贝壳粉 1.5%，食盐 1%。



(3) 断奶羔羊日粮 混合精料 300~500 克, 青草 250 克, 青干草 300 克。混合精料为大麦 22.5%, 麸皮 40%, 米糠 20%, 菜籽饼 10%, 豆饼 5%, 贝壳粉 1.5%, 食盐 1%。

(4) 断奶羔羊全混合日粮 碱化稻草 30%, 碱化统糠 10%, 菜籽饼 19%, 米糠 26%, 蚕沙 14%, 矿物质补充剂 1%, 压制成颗粒饲料。每千克日粮中含消化能 10.45 兆焦, 粗蛋白质 15.71%, 粗纤维 23.61%, 钙 1.38%, 磷 0.83%。

(5) 30 千克体重羔羊的日粮 混合精料 60~800 克, 青草 200 克, 青干草或氨化稻草 400~600 克。混合精料配比为玉米 70%, 菜籽饼 30%。

(6) 育肥羊的日粮 混合精料为 45%, 粗饲料和其他饲料为 55%。饲料可加工成颗粒料喂, 每日必须供给 1 千克以上的青饲料。混合精料配比为玉米 75%, 豆饼 18%, 豆科草粉 5.5%, 食盐混合矿物质 1.5%。

二、山羊饲料配方实例

(一) 断奶时山羊羔羊代乳料

俄罗斯的代乳品配方: 脱脂乳 68%、脂肪 26%、磷脂 3%、微量元素、维生素和氨基酸预混料 3%。美国的代乳品配方: 脂肪 30%~32%, 乳蛋白 22%~24%、乳糖 22%~25%、纤维素 1%、矿物质 5%、维生素和抗生素 5%。

(二) 山羊羔羊育肥精料

美国谷物协会推荐直线育肥的方案为: 整粒玉米 83%、豆粕 15%、石灰石 1.4%、食盐 0.5%、微量元素和多维生素 0.1%; 其中每千克饲料添加硫酸锌 150 毫克、硫酸钴 5 毫克、硫酸钾 1 毫克、氧化镁 200 毫克、硫酸锰 80 毫克、维生素 A 10 000 国际单位、维生素 D 1 000 国际单位、维生素 E 20 国际单位; 羔羊断奶后, 以精料为主, 补饲优质干草; 结果, 断奶体重 11~12 千克的羔羊, 强度育肥 70~80 天, 平均日增重 280 克左

右，出栏活重 30 千克以上，屠宰率 50%，料重比 3.7 : 1。

(三) 羔羊舍饲育肥日粮配方

日粮由混合精料与草粉（玉米秸、高粱秸、花生秧、沙打旺、羊草等）组成；混合精料配方为玉米 66%、豆饼 22%、麦麸 8%、骨粉 1%、细贝粉 0.5%、盐 1.5%、尿素 1%、添加含硒微量元素和维生素 AD₃ 粉；饲料精粗比第一月为 65 : 35，以后为 60 : 40；参考喂量：4~5 月龄，体重 20~30 千克，0.8~0.9 千克/（天·只）；5~6 月龄，体重 30~40 千克，1.2~1.4 千克/（天·只）；6~7 月龄，体重 40~50 千克，1.6 千克/（天·只）。羔羊 3~4 月龄断乳，通过 3~4 个月直线强度育肥可达屠宰体重（7 月龄体重达 49.66 千克，胴体重 22.9 千克，提高增重率 23.38%），增加肉质风味，生产烤、涮用高档肥羊肉，增加养羊效益。

(四) 添加了保护豆粕和保护尿素的青年奶山羊混合精料配方

配方组成：玉米 60%、麸皮 19.5%、保护豆粕 15%、保护尿素 1.5%、骨粉 2%、食盐 1%、添加剂 1%。

(五) 添加了保护豆粕和保护尿素的泌乳初期奶山羊混合精料

配方组成：玉米 70%、麸皮 15%、豆粕 10%、保护尿素 1.5%、骨粉 1.5%、食盐 1%、添加剂 1%。

(六) 山羊复合营养舔砖

将山羊所必需而又难以全面满足的多种营养成分按一定比例配制，经特殊工艺制成砖状或块状，置于栏舍或牧场任牛羊舔食。产品含粗蛋白质 28.7%，常量元素 Ca、P、Na、Cl、K 和 Mg 元素的含量（克/千克）分别为 68、30、63、97、40 和 42，微量元素 Fe、Zn、Mn、Co、I 和 Se 等的含量（毫克/千克）分别为 2 400、1 500、1 400、12、20 和 6。结果，山羊增重明显提高，胴体性状显著改善，经济效益明显提高。



(七) 反刍动物用矿物质盐砖

所含成分：常量元素 Ca、P、Mg 含量分别为 10%、8.5% 和 5 000 毫克/千克；微量元素 Fe、Zn、Co、I 和 Se 含量（毫克/千克）分别为 3 000、300、50、300 和 20；食盐 20%。

(八) 添加了尿素的反刍动物用浓缩料舔砖

用以补充以青绿饲料、干草和青贮为基础口粮的反刍动物。主要成分：粗蛋白 27%、尿素蛋白质当量 21%、钙 0.9%、磷 0.9%、镁 6.0%、钠 4.0%、钴 12%、碘 60%、锰 150 毫克/千克、硒 1 毫克/千克、锌 110 毫克/千克、维生素 A 25 000 国际单位/千克、维生素 D₃ 6 000 国际单位/千克、维生素 E 400 国际单位/千克。

重点难点提示

本讲重点是饲料配制的原则、方法及步骤，难点是如何根据羊的品种及生长期特点，选择合适的饲养标准，确定适宜的饲料原料，设计出经济、合理的饲料配方。

7日通——第七讲

常用饲料配方软件介绍



本讲目的

介绍目前市场上常用的饲料配方软件，并以三新饲料配方软件为例说明配方设计的过程，掌握配方软件的基本原理及操作过程。

□□□□

第一节 常用饲料配方软件介绍

随着计算机的发展和普及，国内外相继推出了不少饲料配方软件。这些软件各具特色，对饲料配方技术的普及起到了不可估量的作用。开发软件意在普及饲料配方软件知识，达到简单、高效、适用的效果。目前，饲料配方软件大多是依据 Excel 中规划求解的原理开发的。

配方软件适用于各类饲料厂、养殖场、专业户进行饲料配方设计以及各类农业科研院所及大中专院校进行科研教学和科技推广工作。通常采用现代运筹学中的线性规划、目标规划和模糊规划的数学方法，优化决策计算出符合一定限制条件的最低成本配方，通过计算机可优化出最佳配比、配方营养成分分析、原料采购决策支持、限制因素的影子价格分析及各种图形方式的对比分析。



不同的饲料配方软件功能不尽相同，它集配方设计、多配方管理和饲料营养知识于一体，适合各种类型的饲料企业、预混料添加剂生产企业和养殖企业使用。

一、电子表格饲料配方

微软电子表格软件 Excel 自身提供的“加载宏”中有“规划求解”一项，可用来解决各种线性规划任务，且当无最优解时，还能给出一个有参考价值的推荐解。在饲料配方任务的线性规划求解中，一般是目标函数（ Z ，成本）取最小值，而待解变量（ X_i ）必须为非负值，每种饲料在配方中数量或比例只许 ≥ 0 。

二、百瑞尔（Brill）饲料配方软件

百瑞尔饲料配方软件是由美国百瑞尔公司开发的。早在 20 世纪 70 年代便已经开发研制成功的最低成本方案饲料配方软件，迄今已有 30 多年的应用历史。随着软件的不断升级和完善，目前已被世界各地的饲料企业广泛采用。

国内许多大型饲料企业都在使用百瑞尔软件在我国推广的汉化中文版本，但因其价格较高，且操作复杂，一般中小饲料厂及养殖场很少使用。

该软件的多配方模块，是一大亮点。多配方的功能，对于经营规模大、产品种类多、原料种类、来源和价格不断变化的大型饲料企业，可以实现原料在配方中的优化配置，可节省时间，提高效率，降低成本。

Brill 饲料多配方软件系统主要由以下模块构成：基础饲料配方模块（Basic Formulation）；参数配方模块（Parametric Formulation）；批量配方模块（Batch Optimization）；饲料厂管理报表模块（Mill Mix）；数据输入/输出模块（Import/Export）；原料最小用量模块（Production Minimum）；多配方模块（Multi-

blend); 以下所列其他功能模块可以选择购买: 多配方第二价位 (Second price); 多工厂多配方模块 (Multi - Plant); 原料仓管理模块 (Bin Allocator); 多配方最低用量模块 (Production Minimum)。

三、资源配方师

资源配方师是北京资源公司开发的饲料配方软件, 是较早开发的国产优秀配方软件之一, 现在推广的版本为资源配方师 Refs3000。

资源配方师, 与百瑞尔配方软件比较而言, 操作简单, 且价格较低, 在国内有较大的用户群。Refs3000 利用线性规划、目标规划、手工优化等数学方法, 完成需要条件下的最低成本的配方。

资源配方师 Refs 系列软件, 明确提出“配方方案”的概念; 应用“十三套原料组份”; 采用“多配方”设计; 引入“概率配方”思想; 首创“原料采购决策”分析技术; 独特的配方研究功能; 独创“配料仓”竞争技术; 限制因素的影子价格分析技术等。

其主要特点: 采用全中文 Windows98 环境的 32 位操作系统模式, 全新的功能和界面设计、简洁的菜单与鼠标操作、丰富的图表及多媒体效果能充分体现 Refs2000 的奥妙之所在, 并利用线性规划、目标规划、手工优化等数学方法, 迅速完成需要营养条件下的最低成本的畜、禽、水产动物、牛、羊、特种养殖等产品的配方设计。明确提出“配方方案”概念, 将配方设计过程划分为: 数据 (原料与标准) 准备→方案设计→优化处理→实际配方→生产配方等过程, 并以此记录配方制作与生产的全过程, 简洁清晰。首创“最佳营养物质能量浓度参数配方技术”, 可依据畜禽采食量 (能量) 浓度梯度的变化, 合理选取动物营养需要量和配方成本的最佳配置点, 寻求配方设计的最优方案。采用开放



性的数据库结构体系和最新的原料及营养标准数据（包含中国、NRC98、巴斯夫、罗氏、罗纳普朗克等公司的原料及营养标准数据），并在中国境内独家获得德国巴斯夫公司酶他富植酸酶数据使用权。同时，原料数据、营养标准数据增加、删除和修改等功能满足了不同地区、不同用户对原料和养殖对象的各种不同需求。建立了动物理想蛋白质预测模型、禽代谢能估测模型、氨基酸含量平衡模式等动物营养专家体系和“资源词霸”，将动物营养知识和软件功能体系紧密结合在一起，可随时查阅相关原料、营养知识并应用于配方设计中。

四、三新饲料配方系统

三新饲料配方软件是中国农业科学院畜牧兽医研究所进行研究的专门设计畜禽饲料配方的软件包。三新饲料配方系统汇总了国际、国内 20 世纪 90 年代饲料与营养最新研究成果。主要特点：

1. 系统提供包括禽用、猪用和反刍动物用饲料数据库。数据库反映了新中国成立 40 多年来我国在饲料与营养方面的研究成果，收集了 40 多种常用饲料氨基酸利用率、总磷和植酸磷的含量，还大量提供了国际、国内公开发布的各种畜、禽、鱼、虾的饲料标准或营养需要量，供配方设计时直接应用或参考。

2. 系统提供按氨基酸含量及可利用氨基酸量两种需要量参数体系筛选配方。以饲料可利用氨基酸量为基础和以氨基酸有效量为配方目标设计配方，对于科学合理利用我国不断出现的非常规蛋白质资源的利用具有特别重要意义。

3. 系统提供完整的线性规划、目标规划、手工规划方法筛选最低成本或具有其他目标的最优全价配方或指定比例的浓缩料配方，多维预混料及药物预混料配方尤其应用地理信息系统技术完成了微量元素盈缺规律研究和配方设计。

4. 系统综合考虑影响产蛋鸡夏天产蛋性能的各种因素，动态处理营养需要量，保证产蛋性能；同样考虑多种环境因素，模型化处理肉牛、奶牛的营养需要量，实现反刍动物日粮配制的动态性和科学性。

5. 系统首次利用图谱分析功能，对指定饲料的氨基酸或氨基酸利用率，以某具体的猪、鸡氨基酸理想模式为参照系，产生相应的饲料或日粮的氨基酸或有效氨基酸量盈缺规律图谱，在国内实现饲料营养价值证明等方法表达的新突破。

第二节 配方软件操作示例

以三新饲料配方软件为例，进行配方制作演示。

1. 系统主菜单



图 7-1 三新饲料配方主菜单

2. 配方设计单位定义 第一次进入本系统时，最好先进入“配方设计单位定义”栏，并输入单位名称和配方设计人，以备后面的模型管理分类使用。

3. 配方设计操作 因猪、禽（鱼虾）、奶牛、肉牛及羊等 5 大类的配方设计的操作界面基本相同，以下仅以常用的设计猪饲料配方为例，说明操作要点，羊饲料配方操作方法同此。



(1) 在主菜单下, 选择“猪饲料配方设计”, 出现的画面为:



图 7-2 饲料配方模型生成与优化计算

如上图所示, 左边窗口为“饲料原料数据库”, 右上窗口为“饲料配方用户数据库”, 右下窗口为“饲养标准”。

①追加原料: 如需向“饲料配方用户数据库”中追加原料, 请用鼠标先确定要追加的原料应放在“饲料配方用户数据库”中的位置, 然后双击“饲料原料数据库”中要追加的原料, 即可向右上窗口追加该原料, 原料插入的顺序为当前记录的前面。

②删除原料: 如需删除“饲料配方用户数据库”中的某一原料, 只要双击该原料既可。

③修改数据: “饲料配方用户数据库”中的数据编辑可通过 **编辑饲料数据** 进行, 例如, 修改“干物质”或“粗蛋白”时, 先进入“编辑”状态, 然后修改, 保存时系统会提示您“是否调整其他养分含量?”。

④生成配方模型: 分直接和间接两种途径。

直接途径: 先选择右下窗口中的饲养标准, 以生长肥育猪

配方模型生成

编辑本次用饲养标准数据

标准名称: 生长肥育猪(0~20kg)		制定机构: 中国 ZB/T xxxx-200x	
食品及营养成分	营养成分含量 (g)	食品及营养成分	营养成分含量 (g)
干物质 (g)	88.00	赖氨酸	1.16
脂肪 (g)	3.250	蛋+胱氨酸	0.66
粗蛋白 (g)	19.00	蛋氨酸	0.27
消化能 (kJ/kg)		苏氨酸	0.65
粗脂肪 (g)		色氨酸	0.21
粗纤维 (g)		苯丙氨酸	0.64
粗水分 (g)		亮氨酸	1.13
无氮浸出物 (g)		精氨酸	0.47
钙 (g)	0.74	缬氨酸	0.80
总磷 (g)	0.58	组氨酸	0.36
有效磷 (g)	0.36	苯丙氨酸	0.69
食盐 (g)		蛋+胱氨酸	1.87

模型生成及优化计算	
第一个 (1)	下一个 (2)
最后一个 (0)	查找 (F)
打印 (P)	添加 (A)
删除 (D)	退出 (X)

图 7-3 标准数据编辑

在生成配方模型之前，可以先对选定的饲养标准的具体内容进行调整，使其真正满足自己的需要。修改满意后，可按“模型生成及优化计算”进入优化计算窗口。

(2) 通过上述两种途径均进入以下“配方模型及计算结果处理”窗口。(注意: 这里有一个过渡窗口, 用来确定配方设计单位与设计人等内容)。

系统在生成线性规划配方模型的同时也进行了配方优化，并将优化计算结果（或者是最低成本的最优配方，或者是无最优解时给出的参考配方）显示在右上窗口中，同时也通过优化计算求出了参与优化计算的养分项目即“资源”的影子价格，以揭示养



分项目的增减对目标函数值，也就是对饲料的吨成本的影响程度。

配方模型数据浏览与优化									
配方模型名称: 生长肥育猪(8~20kg)					模型优化配方结果				
项目名称	标准单位	约束	计算值	标准要求	实际达成	影子价格	原料1	原料名称	单价(元/kg)
干物质	%	>=	88.00	87.26		\$6.00	玉米	1.000	62.234
猪消化能	兆卡/千克	>=	Y	3.25	3.25	12.99	小麦	0.800	2.800
猪代谢能	兆卡/千克	>=	N		2.98		大豆粕	1.900	28.779
粗蛋白	%	>=	Y	19.00	19.00	1.23	磷酸氢钙	1.300	1.052
粗脂肪	%	>=			2.55		石粉	0.100	0.870
粗纤维	%	>=			2.29		鱼粉(CP60.2%)	5.000	2.000
无氮浸出物	%	>=			54.92		食盐	0.600	0.289
粗灰分	%	>=			2.80		蛋氨酸	22.000	0.028
钙	%	>=	Y	0.74	0.74	0.29	赖氨酸	18.000	0.217
总磷	%	>=	Y	0.58	0.58	0.09	玉米油	3.800	
有效磷	%	>=	Y	0.36	0.36	7.47	复合预混料	8.000	1.500
食盐	%	>=	Y		0.35		填充料		1.032
赖氨酸	%	>=	Y	1.16	1.16	23.00	合计	1466.665	100.000
真可利用率赖氨酸	%	>=		1.04	0.89				
表观可利用率赖氨酸	%	>=		0.98	0.65				
总含氮氨基酸	%	>=	Y	0.66	0.66	22.22			
真可利用率总含氮氨基酸	%	>=		0.60	0.55				
表观可利用率总含氮氨基酸	%	>=		0.55	0.32				
蛋氨酸	%	>=	Y	0.30	0.34	0.00			
真可利用率蛋氨酸	%	>=		0.27	0.29				
表观可利用率蛋氨酸	%	>=		0.24	0.16				

图 7-4 配方模型数据浏览与优化

图 7-4 左边窗口显示的是配方模型数据和配方后的诊断结果。所谓的配方模型，是将可能影响一个配方设计结果设计的所有数据按线性规划的模型纳入一个数据表中。这些数据包括原料的营养数据、原料用量的限制条件、营养需要量及约束方式等。通过向下、向左拖动滚动柄，可以看到全部的数据。对于模型数据窗口，注意有以下的功能设计：

①图示“原料 1”，“原料 2”，…“原料 24”对应的原料名称，只需将鼠标指向该原料，屏幕立即会指示出该原料的原料名。

②修改“标准要求”栏中的“干物质”、“猪消化能”等数据，可修改饲养标准中所有养分指标；

③修改“标准要求”栏中的“粗蛋白”数据，可修改该原料所有氨基酸指标；

④修改“原料 n”栏中的“干物质”，可修改该原料所有养分指标；

⑤修改“原料 n”栏中的“粗蛋白”，可修改该原料所有氨

氨基酸指标；

⑥修改“约束”栏中的约束方式（>，=，<），可改变约束的条件；

⑦点击“计算否”中的“Y 或空 (=N)”，以确定参与优化计算的项目。

⑧“原料价格”行对应的“约束方式”栏必须为“=”，“计算否”栏必须为“Y”，其对应的标准要求值设定为 100，表示参与计算的原料的配比之和一般为 100%，但是也可以修改为少于 100 的数，例如 99，则表示另有 1% 的某原料不参与计算。

⑨在“原料价格”行可以修改原料的价格。

在“配方模型浏览及优化”窗口下，除对以上已有的内容进行微调处理外，系统还提供了如下多种快捷处理模型数据整体结构的功能：

①模型中饲养标准的替换，由 **饲养标准替换** 来完成。

②删除已进入模型中的原料（删除数据列），由 **从模型中删除原料** 来完成。

③向模型中直接追加选定的原料（增加数据列），由 **追加原料** 来完成。在追加过程中，注意先输入待追加原料的价格与插入的位置。

④重新整理模型中的原料约束条件，包括增减约束条件，修改已参与约束的约束条件值，即用量下限值或用量上限值。均可由 **重新整理约束** 一次完成。如果只改变已进入约束的用量上、下限值，则可直接在模型中修改。

在右边窗口中，同样设置了多种潜在的功能：

①修改原料的价格，既可自动重新计算配方对应的吨成本，又可相应的调整左边模型中对应原料的价格，这样对模型中原料价格的修改更为直观；

②修改原料的配比，可自动进行配比累计和吨成本的计算。



③修改“合计”行中的“配料重量”值，可方便的得到各原料的“配料重量”。

(3) 在优化配方计算结果满意的基础上，可依次计算各种添加剂预混料配方：

①微量元素预混料配方设计，由 **微量元素配方** 来完成。进入的画面如下：

原料名称	化学分子式	化合物纯度(%)	理论含量(%)	生物学价值(%)	分类
一水硫酸亚铁	FeSO ₄ ·H ₂ O	98.00	32.90	100.00	1
碳酸亚铁	FeCO ₃ ·H ₂ O	98.00	41.30	2.00	1
氧化铁	Fe ₂ O ₃	98.00	70.00	4.00	1
七水硫酸亚铁	FeSO ₄ ·7H ₂ O	98.00	20.10	99.00	1
氯化亚铁	FeCl ₂	98.00	44.40	98.00	1
氯化铁	FeCl ₃	98.00	34.10	44.00	1
硫酸铁	Fe ₂ (SO ₄) ₃	98.00	28.00	83.00	1
三氧化二铁	Fe ₂ O ₃	98.00	70.00	100.00	1

原料名称	价格(元/kg)	化合物纯度(%)	理论含量(%)	实际含量(%)	生物学价值(%)	需要量(mg/kg)	全价料添加量(g/T)	配方(%)	配料(kg/批)
一水硫酸亚铁	1.20	98.00	32.90	35.67	100.00	60.000	168	8.41	16.82
一水硫酸锰	2.40	90.00	32.90	29.25	100.00	60.000	203	10.26	20.52
一水硫酸亚铁	1.20	98.00	32.90	32.24	100.00	105.000	325	16.28	32.56
五水硫酸铜	6.45	98.00	25.50	24.99	100.00	8.000	32	1.60	3.20
碘化钾	3.00	1.00	76.45	0.76	100.00	0.350	46	2.30	4.60
亚硒酸钠	2.50	1.00	45.60	0.46	100.00	0.300	65	3.26	6.52
载体	0.20						1,157	57.89	115.78
合计	0.21						2,000	100.00	200.00

图 7-5 微量元素预混料配方设计

如图 7-5 所示，上部为微量元素矿物质原料库窗口，下部为微量元素预混料配方设计窗口。注意：预设微量元素预混料在全价料的添加量为 2.00 千克/吨；配料重量为 200.00 千克/批。

它们在按 **从模型中提取需要量** 前均可修改。

在设计微量元素配方过程中，要点如下：

原料选择：双击上部的某原料名称，可向下部中追加原料，注意插入的顺序；

微量元素需要量：是从前面的配方模型中提取出来的，实质上是由模型对应的饲养标准决定的，由 **从模型中提取需要量** 来完成。

实际含量是指某元素的理论含量与对应的化合物的纯度的乘积。但是在实际生产中，通常只知道某元素的实际（最终）含量，如含硒 1% 的预混剂，在设计时，我们只要保证该元素的理论含量与对应的化合物的纯度的乘积为 1% 就可以了，至于理论含量为多少（如 1%），化合物纯度为多少（如 100%）就不重要了。

在微量元素配方设计窗口中，调整“化合物纯度”、“理论含量”、“生物学效价”、“营养需要量”等值，均会影响“全价料添加”数据的变化。一旦某原料的“全价料添加”数据发生变化，就应按**微量元素预混料配方生成**，重新计算配方。

在**微量营养知识咨询**中提供了相关方面的知识，供设计微量元素预混料配方时参考。

②维生素预混料配方设计，由**维生素配方**来完成。进入的画面如下：

将制作的复合维生素在全价料中的添加量 (克/吨)		200.00	配料重量 (千克/批)		50		
原料名称	价格 (元/kg)	需要量单位	日需要量	纯度 (1%/kg %)	全价料添加 (g/T)	预混料配比 (X)	配料重量 (kg/批)
维生素A	115.00	IU/kg	2200.000	500000.00	4.40	2.20	1.10
维生素D3	100.00	IU/kg	220.000	500000.00	0.44	0.22	0.11
维生素E	52.00	mg/kg	16.000	50.00	32.00	16.00	8.00
维生素K	83.00	mg/kg	0.500	94.00	0.53	0.27	0.14
维生素B1	130.00	mg/kg	1.500	98.00	1.53	0.77	0.39
维生素B2	200.00	mg/kg	3.500	96.00	3.65	1.83	0.92
泛酸	81.00	mg/kg	10.000	98.00	10.20	5.10	2.55
烟酸	60.00	mg/kg	15.000	99.00	15.15	7.58	3.79
维生素B12	235.00	mg/kg	0.050	1.00	5.00	2.50	1.25
胆碱	4.00	mg/kg	500.000	50.00			
生物素	450.00	mg/kg	0.300	2.00	15.00	7.50	3.75
叶酸	240.00	mg/kg	1.500	99.00	1.52	0.76	0.38
吡哆醇	160.00	mg/kg	0.020	98.00	0.02	0.01	0.01
维生素C	40.00	mg/kg		94.00			
肌醇	70.00	mg/kg					
载体	0.50				110.56	55.28	27.64
合计	66.54				200.00	100.00	50.00

图 7-6 复合维生素预混料配方设计

同微量元素设计，预设维生素预混料在全价料中的添加量为 200.00 克/吨；配料重量为 50 千克/批。它们在按



复合维生素预混料配方生成

前，均可修改。在设计维生素配方过程中，要点如下。

维生素需要量是从前面的配方模型中提取来出的，实质上是由模型对应的饲养标准决定的。系统在进入前自动提取。

在维生素配方设计窗口中，调整“化合物纯度”、“日粮需要量”等，均会影响“全价料添加”数据的变化。一旦某原料的“全价料添加”数据发生变化，就应按

复合维生素预混料配方生成

，重新计算配方。

在**建议维生素实际用量**中提供了相关方面的知识，供设计维生素配方时参考。

在生成维生素预混料配方时，系统自动排除胆碱参与计算。

③药物预混料不单独设计预混料配方，一并纳入复合预混料中完成。

④复合预混料配方设计，由**复合预混料设计**来完成。进入的画面如下：

复合预混料配方设计条件设定：	
1. 是否转入微量元素预混料详细原料	Y
2. 是否转入维生素预混料详细原料	Y
3. 是否转入胆碱(维生素)营养需要量	Y
4. 是否从基础料中转移氨基酸	Y
5. 是否向预混料中添加酶制剂	Y
6. 是否向预混料中追加酸化剂	Y
7. 是否向预混料中追加抗氧化剂	Y

复合预混料配方查询 复合预混料配方设计

图 7-7 复合预混料配方设计条件设定

如图 7-7 所示,如果事先已经设计过复合预混料配方,直接按**复合预混料配方查询**即可,否则会覆盖上次的设计结果。如果是第一次进入或者要重新设计,则选择**复合预混料配方设计**。但进入之前,应确定将以下哪些项目纳入复合预混料原料中。这里全部选定了“Y”。值得注意有 3 个方面:

转入“微量元素元素预混料详细原料”,系统则自动剔除微量元素预混料的“载体”与“合计”项,只追加有效的、必需的原料行;如转入“复合维生素预混料详细原料”,则同微量元素一样;从基础料中转入氨基酸,主要是将基础料中,经优化计算需要添加的蛋氨酸和(或)赖氨酸的数量自动转移到复合预混料中。

本例进入结果如下:

复合预混料配方设计(含微量元素、维生素、药物、氨基酸及其他)					
待制作的复合预混料占全价料的比例(%)		1.00	配料重量(千克/批)	500	2000饲料添加剂要览.htm
原料名称		价格(元/kg)	需要量(kg/kg,10/kg)	产品纯度(%)	全价料添加(克/吨)
一水硫酸锌		1.20	60.00	35.67	168.21
一水硫酸锰		2.40	60.00	29.25	205.13
一水硫酸亚铁		1.20	105.00	32.24	325.68
五水硫酸铜		6.45	8.00	24.99	32.01
碘化钾		3.00	0.35	0.76	46.05
亚硒酸钠		2.50	0.30	0.46	65.22
维生素A		115.00	2200.00	500000.00	4.40
维生素D3		100.00	220.00	500000.00	0.44
维生素E		52.00	16.00	50.00	32.00
维生素K		83.00	0.50	94.00	0.53
维生素B1		130.00	1.50	98.00	1.53
维生素B2		200.00	3.50	96.00	3.65
泛酸		81.00	10.00	98.00	10.20
烟酸		60.00	15.00	99.00	15.15
维生素B12		235.00	0.05	1.00	5.00
胆碱		4.00	500.00	50.00	
生物素		450.00	0.30	2.00	15.00
叶酸		240.00	1.50	99.00	1.52

图 7-8 复合预混料配方设计

如图 7-8 所示,系统将指定的有关项目合并并在统一的表中。设计应掌握的要点如下:

微量元素原料纳入本表后,表中所示的产品纯度对微量元素元素矿物质原料而言,意味着为元素的实际含量,可以修改;



表中的“蛋氨酸”、“赖氨酸”的添加量如为零，这说明了基础料配方中不缺“蛋氨酸”、“赖氨酸”，因而无须添加。

如使用药物或抗生素，可直接向预混料中追加项目，追加时，应注意追加位置。在确定药物的用量时，系统在右上角设置查询模块，可以查询到我国或其他国家有关饲料添加剂的具体使用指南，包括具体用量、功能及其配伍、禁忌等。

将不同性质的添加剂原料纳入统一表中后，一定注意单位的使用与转化，不要出现数量级上的错误。

⑤蛋白浓缩料配方设计有2种方法。

同设计全价基础料配方一样，给定待制作的蛋白浓缩料的各项指标，然后进行优化计算。只是它的各项指标明显高于全价基础料配方。

本系统建议采用下列方法，即在优化出全价料配方的基础上，按使用蛋白浓缩料用户的要求，产生特定比例的蛋白浓缩料配方。进入后的画面如下：

饲料名称	价格(元/kg)	基础料配比(%)	调整比例(%)	用户添加(%)	蛋白浓缩料(%)	配料(千克/批)
玉米	1.000	65.000		65.000		
小麦	0.800	2.000	2.000		5.714	28.570
大豆粕	1.900	25.988	25.988		74.251	371.255
磷酸氢钙	1.300	1.113	1.113		3.180	15.900
石粉	0.100	0.854	0.854		2.440	12.200
鱼粉(CP60.2%)	5.000	2.000	2.000		5.714	28.570
食盐	0.600	0.290	0.290		0.829	4.145
蛋氨酸	22.000	0.055	0.055		0.157	0.785
赖氨酸	18.000	0.306	0.306		0.874	4.370
玉米油	3.800					
复合预混料	8.000	1.500	1.500		4.286	21.430
填充料		0.894	0.894		2.554	12.770
合计	2325.675	100.000	35.000	65.000	100.000	500.000

浓缩料配方生成 浓缩料养分计算 配方打印 生成HTML文档 退出

图 7-9 指定比例蛋白浓缩料配方设计

设计要点如下：

“基础料配比 (%)”是事先已经设计好的全价基础料配方；

“调整比例 (%)”是设计者控制的数据列，进入后的值完全同“基础料配比 (%)”。本例是制作占全价料 35 (%) 的蛋白浓缩料配方，则只需将“调整比例 (%)”列“玉米”的值变为 0，对应的“用户添加 (%)”就自动更改为 65 (%) [用户添加 (%) = 基础料配比 (%) - 调整比例 (%)]。在实际制作中，一般要复杂一些，如何剖分要视具体情况具体处理。

一旦通过改变“调整比例 (%)”的值实现期望的剖分后

(本例为 35/65 开)，通过按 **浓缩料配方生成**，则将余下制作浓缩料的原料 (35%)，转化为 100% 的“蛋白浓缩料 (%)”配方。对于每种原料的转换比例为调整比例 (%) \times 100/35 (本例)，且转换后蛋白浓缩料的吨成本显示在“合计”行中。

按 **浓缩料养分计算**，可以查看浓缩料的各种养分含量。

本例为：

浓缩料主要养分显示			
项目名称	标准单位	全价料需要量	浓缩料养分达成
干物质	%	88.00	89.12
猪消化能	兆卡/千克	3.25	2.90
猪代谢能	兆卡/千克		2.53
粗蛋白质	%	19.00	36.91
粗脂肪	%		1.79
粗纤维	%		4.00
无氮浸出物	%		28.14
粗灰分	%		5.37
钙	%	0.74	2.08
总磷	%	0.58	1.17
有效磷	%	0.36	0.83
食盐	%		0.99
赖氨酸	%	1.16	2.94
真可利用率赖氨酸	%	1.04	2.06
表观可利用率赖氨酸	%	0.98	1.69

图 7-10 浓缩料主要养分显示



至此，如何设计一个全价料配方，然后在此基础上如何进一步设计微量元素预混料配方、复合维生素配方、复合预混料配方，以及蛋白浓缩料配方就做一简单介绍。至于因配方对象不同而会出现不同的设计内容，在具体操作中均有提示或说明。

重点难点提示

本讲的重点是对目前市场上常用的饲料配方软件的介绍，难点是三新饲料配方软件系统的设计原理及操作使用方法。

新平航 223 PDG

附录1 饲料和饲料添加剂管理条例

1999年5月29日中华人民共和国国务院令第266号发布；根据2001年11月29日《国务院关于修改〈饲料和饲料添加剂管理条例〉的决定》修订，2011年10月26日国务院第177次常务会议修订通过。

第一章 总 则

第一条 为了加强对饲料、饲料添加剂的管理，提高饲料、饲料添加剂的质量，保障动物产品质量安全，维护公众健康，制定本条例。

第二条 本条例所称饲料，是指经工业化加工、制作的供动物食用的产品，包括单一饲料、添加剂预混合饲料、浓缩饲料、配合饲料和精料补充料。

本条例所称饲料添加剂，是指在饲料加工、制作、使用过程中添加的少量或者微量物质，包括营养性饲料添加剂和一般饲料添加剂。

饲料原料目录和饲料添加剂品种目录由国务院农业行政主管部门制定并公布。

第三条 国务院农业行政主管部门负责全国饲料、饲料添加剂的监督管理工作。

县级以上地方人民政府负责饲料、饲料添加剂管理的部门（以下简称饲料管理部门），负责本行政区域饲料、饲料添加剂的监督管理工作。

第四条 县级以上地方人民政府统一领导本行政区域饲料、饲料添加剂的监督管理工作，建立健全监督管理机制，保障监督



管理工作的开展。

第五条 饲料、饲料添加剂生产企业、经营者应当建立健全质量安全制度，对其生产、经营的饲料、饲料添加剂的质量安全负责。

第六条 任何组织或者个人有权举报在饲料、饲料添加剂生产、经营、使用过程中违反本条例的行为，有权对饲料、饲料添加剂监督管理工作提出意见和建议。

第二章 审定和登记

第七条 国家鼓励研制新饲料、新饲料添加剂。

研制新饲料、新饲料添加剂，应当遵循科学、安全、有效、环保的原则，保证新饲料、新饲料添加剂的质量安全。

第八条 研制的新饲料、新饲料添加剂投入生产前，研制者或者生产企业应当向国务院农业行政主管部门提出审定申请，并提供该新饲料、新饲料添加剂的样品和下列资料：

（一）名称、主要成分、理化性质、研制方法、生产工艺、质量标准、检测方法、检验报告、稳定性试验报告、环境影响报告和污染防治措施；

（二）国务院农业行政主管部门指定的试验机构出具的该新饲料、新饲料添加剂的饲喂效果、残留消解动态以及毒理学安全性评价报告。

申请新饲料添加剂审定的，还应当说明该新饲料添加剂的添加目的、使用方法，并提供该饲料添加剂残留可能对人体健康造成影响的分析评价报告。

第九条 国务院农业行政主管部门应当自受理申请之日起5个工作日内，将新饲料、新饲料添加剂的样品和申请资料交全国饲料评审委员会，对该新饲料、新饲料添加剂的安全性、有效性及其对环境的影响进行评审。

全国饲料评审委员会由养殖、饲料加工、动物营养、毒理、

药理、代谢、卫生、化工合成、生物技术、质量标准、环境保护、食品安全风险评估等方面的专家组成。全国饲料评审委员会对新饲料、新饲料添加剂的评审采取评审会议的形式，评审会议应当有9名以上全国饲料评审委员会专家参加，根据需要也可以邀请1至2名全国饲料评审委员会专家以外的专家参加，参加评审的专家对评审事项具有表决权。评审会议应当形成评审意见和会议纪要，并由参加评审的专家审核签字；有不同意见的，应当注明。参加评审的专家应当依法公平、公正履行职责，对评审资料保密，存在回避事由的，应当主动回避。

全国饲料评审委员会应当自收到新饲料、新饲料添加剂的样品和申请资料之日起9个月内出具评审结果并提交国务院农业行政主管部门；但是，全国饲料评审委员会决定由申请人进行相关试验的，经国务院农业行政主管部门同意，评审时间可以延长3个月。

国务院农业行政主管部门应当自收到评审结果之日起10个工作日内作出是否核发新饲料、新饲料添加剂证书的决定；决定不予核发的，应当书面通知申请人并说明理由。

第十条 国务院农业行政主管部门核发新饲料、新饲料添加剂证书，应当同时按照职责权限公布该新饲料、新饲料添加剂的产品质量标准。

第十一条 新饲料、新饲料添加剂的监测期为5年。新饲料、新饲料添加剂处于监测期的，不受理其他就该新饲料、新饲料添加剂的生产申请和进口登记申请，但超过3年不投入生产的除外。

生产企业应当收集处于监测期的新饲料、新饲料添加剂的质量稳定性及其对动物产品质量安全的影响等信息，并向国务院农业行政主管部门报告；国务院农业行政主管部门应当对新饲料、新饲料添加剂的质量安全状况组织跟踪监测，证实其存在安全问题的，应当撤销新饲料、新饲料添加剂证书并予以公告。



第十二条 向中国出口中国境内尚未使用但出口国已经批准生产和使用的饲料、饲料添加剂的，应当委托中国境内代理机构向国务院农业行政主管部门申请登记，并提供该饲料、饲料添加剂的样品和下列资料：

（一）商标、标签和推广应用情况；

（二）生产地批准生产、使用的证明和生产地以外其他国家、地区的登记资料；

（三）主要成分、理化性质、研制方法、生产工艺、质量标准、检测方法、检验报告、稳定性试验报告、环境影响报告和污染防治措施；

（四）国务院农业行政主管部门指定的试验机构出具的该饲料、饲料添加剂的饲喂效果、残留消解动态以及毒理学安全性评价报告。

申请饲料添加剂进口登记的，还应当说明该饲料添加剂的添加目的、使用方法，并提供该饲料添加剂残留可能对人体健康造成影响的分析评价报告。

国务院农业行政主管部门应当依照本条例第九条规定的新饲料、新饲料添加剂的评审程序组织评审，并决定是否核发饲料、饲料添加剂进口登记证。

首次向中国出口中国境内已经使用且出口国已经批准生产和使用的饲料、饲料添加剂的，应当依照本条第一款、第二款的规定申请登记。国务院农业行政主管部门应当自受理申请之日起10个工作日内对申请资料进行审查；审查合格的，将样品交由指定的机构进行复核检测；复核检测合格的，国务院农业行政主管部门应当在10个工作日内核发饲料、饲料添加剂进口登记证。

饲料、饲料添加剂进口登记证有效期为5年。进口登记证有效期满需要继续向中国出口饲料、饲料添加剂的，应当在有效期届满6个月前申请续展。

禁止进口未取得饲料、饲料添加剂进口登记证的饲料、饲料

添加剂。

第十三条 国家对已经取得新饲料、新饲料添加剂证书或者饲料、饲料添加剂进口登记证的、含有新化合物的饲料、饲料添加剂的申请人提交的其自己所取得且未披露的试验数据和其他数据实施保护。

自核发证书之日起6年内，对其他申请人未经已取得新饲料、新饲料添加剂证书或者饲料、饲料添加剂进口登记证的申请人同意，使用前款规定的的数据申请新饲料、新饲料添加剂审定或者饲料、饲料添加剂进口登记的，国务院农业行政主管部门不予审定或者登记；但是，其他申请人提交其自己所取得的数据的除外。

除下列情形外，国务院农业行政主管部门不得披露本条第一款规定的的数据：

- (一) 公共利益需要；
- (二) 已采取措施确保该类信息不会被不正当地进行商业使用。

第三章 生产、经营和使用

第十四条 设立饲料、饲料添加剂生产企业，应当符合饲料工业发展规划和产业政策，并具备下列条件：

- (一) 有与生产饲料、饲料添加剂相适应的厂房、设备和仓储设施；
- (二) 有与生产饲料、饲料添加剂相适应的专职技术人员；
- (三) 有必要的产品质量检验机构、人员、设施和质量管理制度；
- (四) 有符合国家规定的安全、卫生要求的生产环境；
- (五) 有符合国家环境保护要求的污染防治措施；
- (六) 国务院农业行政主管部门制定的饲料、饲料添加剂质量安全管理规范规定的其他条件。



第十五条 申请设立饲料添加剂、添加剂预混合饲料生产企业，申请人应当向省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门提出申请。省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门应当自受理申请之日起20个工作日内进行书面审查和现场审核，并将相关资料和审查、审核意见上报国务院农业行政主管部门。国务院农业行政主管部门收到资料和审查、审核意见后应当组织评审，根据评审结果在10个工作日内作出是否核发生产许可证的决定，并将决定抄送省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门。

申请设立其他饲料生产企业，申请人应当向省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门提出申请。省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门应当自受理申请之日起10个工作日内进行书面审查；审查合格的，组织进行现场审核，并根据审核结果在10个工作日内作出是否核发生产许可证的决定。

申请人凭生产许可证办理工商登记手续。

生产许可证有效期为5年。生产许可证有效期满需要继续生产饲料、饲料添加剂的，应当在有效期届满6个月前申请续展。

第十六条 饲料添加剂、添加剂预混合饲料生产企业取得国务院农业行政主管部门核发的生产许可证后，由省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门按照国务院农业行政主管部门的规定，核发相应的产品批准文号。

第十七条 饲料、饲料添加剂生产企业应当按照国务院农业行政主管部门的规定和有关标准，对采购的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料和用于饲料添加剂生产的原料进行查验或者检验。

饲料生产企业使用限制使用的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料生产饲料的，应当遵守国务院农业行政主管部门的限制性规定。禁止使用国务院农业行政主管部门公布的饲料原料目录、饲料添加剂品种目录和药物饲料添加剂品种目录以外的任何物质生产饲料。

饲料、饲料添加剂生产企业应当如实记录采购的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料和用于饲料添加剂生产的原料的名称、产地、数量、保质期、许可证明文件编号、质量检验信息、生产企业名称或者供货者名称及其联系方式、进货日期等。记录保存期限不得少于2年。

第十八条 饲料、饲料添加剂生产企业，应当按照产品质量标准以及国务院农业行政主管部门制定的饲料、饲料添加剂质量安全管理规范和饲料添加剂安全使用规范组织生产，对生产过程实施有效控制并实行生产记录和产品留样观察制度。

第十九条 饲料、饲料添加剂生产企业应当对生产的饲料、饲料添加剂进行产品质量检验；检验合格的，应当附具产品质量检验合格证。未经产品质量检验、检验不合格或者未附具产品质量检验合格证的，不得出厂销售。

饲料、饲料添加剂生产企业应当如实记录出厂销售的饲料、饲料添加剂的名称、数量、生产日期、生产批次、质量检验信息、购货者名称及其联系方式、销售日期等。记录保存期限不得少于2年。

第二十条 出厂销售的饲料、饲料添加剂应当包装，包装应当符合国家有关安全、卫生的规定。

饲料生产企业直接销售给养殖者的饲料可以使用罐装车运输。罐装车应当符合国家有关安全、卫生的规定，并随罐装车附具符合本条例第二十一条规定的标签。

易燃或者其他特殊的饲料、饲料添加剂的包装应当有警示标志或者说明，并注明储运注意事项。

第二十一条 饲料、饲料添加剂的包装上应当附具标签。标签应当以中文或者适用符号标明产品名称、原料组成、产品成分分析保证值、净重或者净含量、贮存条件、使用说明、注意事项、生产日期、保质期、生产企业名称以及地址、许可证明文件编号和产品质量标准等。加入药物饲料添加剂的，还应当标明



“加入药物饲料添加剂”字样，并标明其通用名称、含量和休药期。乳和乳制品以外的动物源性饲料，还应当标明“本产品不得饲喂反刍动物”字样。

第二十二条 饲料、饲料添加剂经营者应当符合下列条件：

（一）有与经营饲料、饲料添加剂相适应的经营场所和仓储设施；

（二）有具备饲料、饲料添加剂使用、贮存等知识的技术人员；

（三）有必要的产品质量管理和安全管理制度。

第二十三条 饲料、饲料添加剂经营者进货时应当查验产品标签、产品质量检验合格证和相应的许可证明文件。

饲料、饲料添加剂经营者不得对饲料、饲料添加剂进行拆包、分装，不得对饲料、饲料添加剂进行再加工或者添加任何物质。

禁止经营用国务院农业行政主管部门公布的饲料原料目录、饲料添加剂品种目录和药物饲料添加剂品种目录以外的任何物质生产的饲料。

饲料、饲料添加剂经营者应当建立产品购销台账，如实记录购销产品的名称、许可证明文件编号、规格、数量、保质期、生产企业名称或者供货者名称及其联系方式、购销时间等。购销台账保存期限不得少于2年。

第二十四条 向中国出口的饲料、饲料添加剂应当包装，包装应当符合中国有关安全、卫生的规定，并附具符合本条例第二十一条规定的标签。

向中国出口的饲料、饲料添加剂应当符合中国有关检验检疫的要求，由出入境检验检疫机构依法实施检验检疫，并对其包装和标签进行核查。包装和标签不符合要求的，不得入境。

境外企业不得直接在中国销售饲料、饲料添加剂。境外企业在中国销售饲料、饲料添加剂的，应当依法在中国境内设立销售

机构或者委托符合条件的中国境内代理机构销售。

第二十五条 养殖者应当按照产品使用说明和注意事项使用饲料。在饲料或者动物饮水中添加饲料添加剂的，应当符合饲料添加剂使用说明和注意事项的要求，遵守国务院农业行政主管部门制定的饲料添加剂安全使用规范。

养殖者使用自行配制的饲料的，应当遵守国务院农业行政主管部门制定的自行配制饲料使用规范，并不得对外提供自行配制的饲料。

使用限制使用的物质养殖动物的，应当遵守国务院农业行政主管部门的限制性规定。禁止在饲料、动物饮水中添加国务院农业行政主管部门公布禁用的物质以及对人体具有直接或者潜在危害的其他物质，或者直接使用上述物质养殖动物。禁止在反刍动物饲料中添加乳和乳制品以外的动物源性成分。

第二十六条 国务院农业行政主管部门和县级以上地方人民政府饲料管理部门应当加强饲料、饲料添加剂质量安全知识的宣传，提高养殖者的质量安全意识，指导养殖者安全、合理使用饲料、饲料添加剂。

第二十七条 饲料、饲料添加剂在使用过程中被证实对养殖动物、人体健康或者环境有害的，由国务院农业行政主管部门决定禁用并予以公布。

第二十八条 饲料、饲料添加剂生产企业发现其生产的饲料、饲料添加剂对养殖动物、人体健康有害或者存在其他安全隐患的，应当立即停止生产，通知经营者、使用者，向饲料管理部门报告，主动召回产品，并记录召回和通知情况。召回的产品应当在饲料管理部门监督下予以无害化处理或者销毁。

饲料、饲料添加剂经营者发现其销售的饲料、饲料添加剂具有前款规定情形的，应当立即停止销售，通知生产企业、供货者和使用者，向饲料管理部门报告，并记录通知情况。

养殖者发现其使用的饲料、饲料添加剂具有本条第一款规定



情形的，应当立即停止使用，通知供货者，并向饲料管理部门报告。

第二十九条 禁止生产、经营、使用未取得新饲料、新饲料添加剂证书的新饲料、新饲料添加剂以及禁用的饲料、饲料添加剂。

禁止经营、使用无产品标签、无生产许可证、无产品质量标准、无产品质量检验合格证的饲料、饲料添加剂。禁止经营、使用无产品批准文号的饲料添加剂、添加剂预混合饲料。禁止经营、使用未取得饲料、饲料添加剂进口登记证的进口饲料、进口饲料添加剂。

第三十条 禁止对饲料、饲料添加剂作具有预防或者治疗动物疾病作用的说明或者宣传。但是，饲料中添加药物饲料添加剂的，可以对所添加的药物饲料添加剂的作用加以说明。

第三十一条 国务院农业行政主管部门和省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门应当按照职责权限对全国或者本行政区域饲料、饲料添加剂的质量安全状况进行监测，并根据监测情况发布饲料、饲料添加剂质量安全预警信息。

第三十二条 国务院农业行政主管部门和县级以上地方人民政府饲料管理部门，应当根据需要定期或者不定期组织实施饲料、饲料添加剂监督抽查；饲料、饲料添加剂监督抽查检测工作由国务院农业行政主管部门或者省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门指定的具有相应技术条件的机构承担。饲料、饲料添加剂监督抽查不得收费。

国务院农业行政主管部门和省、自治区、直辖市人民政府饲料管理部门应当按照职责权限公布监督抽查结果，并可以公布具有不良记录的饲料、饲料添加剂生产企业、经营者名单。

第三十三条 县级以上地方人民政府饲料管理部门应当建立饲料、饲料添加剂监督管理档案，记录日常监督检查、违法行为查处等情况。

第三十四条 国务院农业行政主管部门和县级以上地方人民政府饲料管理部门在监督检查中可以采取下列措施:

(一) 对饲料、饲料添加剂生产、经营、使用场所实施现场检查;

(二) 查阅、复制有关合同、票据、账簿和其他相关资料;

(三) 查封、扣押有证据证明用于违法生产饲料的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料,用于违法生产饲料添加剂的原料,用于违法生产饲料、饲料添加剂的工具、设施,违法生产、经营、使用的饲料、饲料添加剂;

(四) 查封违法生产、经营饲料、饲料添加剂的场所。

第四章 法律责任

第三十五条 国务院农业行政主管部门、县级以上地方人民政府饲料管理部门或者其他依照本条例规定行使监督管理权的部门及其工作人员,不履行本条例规定的职责或者滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的,对直接负责的主管人员和其他直接责任人员,依法给予处分;直接负责的主管人员和其他直接责任人员构成犯罪的,依法追究刑事责任。

第三十六条 提供虚假的资料、样品或者采取其他欺骗方式取得许可证明文件的,由发证机关撤销相关许可证明文件,处5万元以上10万元以下罚款,申请人3年内不得就同一事项申请行政许可。以欺骗方式取得许可证明文件给他人造成损失的,依法承担赔偿责任。

第三十七条 假冒、伪造或者买卖许可证明文件的,由国务院农业行政主管部门或者县级以上地方人民政府饲料管理部门按照职责权限收缴或者吊销、撤销相关许可证明文件;构成犯罪的,依法追究刑事责任。

第三十八条 未取得生产许可证生产饲料、饲料添加剂的,由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令停止生产,没收违法



所得、违法生产的产品和用于违法生产饲料的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料以及用于违法生产饲料添加剂的原料，违法生产的产品货值金额不足1万元的，并处1万元以上5万元以下罚款，货值金额1万元以上的，并处货值金额5倍以上10倍以下罚款；情节严重的，没收其生产设备，生产企业的主要负责人和直接负责的主管人员10年内不得从事饲料、饲料添加剂生产、经营活动。

已经取得生产许可证，但不再具备本条例第十四条规定的条件而继续生产饲料、饲料添加剂的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令停止生产、限期改正，并处1万元以上5万元以下罚款；逾期不改正的，由发证机关吊销生产许可证。

已经取得生产许可证，但未取得产品批准文号而生产饲料添加剂、添加剂预混合饲料的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令停止生产，没收违法所得、违法生产的产品和用于违法生产饲料的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂以及用于违法生产饲料添加剂的原料，限期补办产品批准文号，并处违法生产的产品货值金额1倍以上3倍以下罚款；情节严重的，由发证机关吊销生产许可证。

第三十九条 饲料、饲料添加剂生产企业有下列行为之一的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令改正，没收违法所得、违法生产的产品和用于违法生产饲料的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料以及用于违法生产饲料添加剂的原料，违法生产的产品货值金额不足1万元的，并处1万元以上5万元以下罚款，货值金额1万元以上的，并处货值金额5倍以上10倍以下罚款；情节严重的，由发证机关吊销、撤销相关许可证明文件，生产企业的主要负责人和直接负责的主管人员10年内不得从事饲料、饲料添加剂生产、经营活动；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）使用限制使用的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、

药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料生产饲料，不遵守国务院农业行政主管部门的限制性规定的；

(二) 使用国务院农业行政主管部门公布的饲料原料目录、饲料添加剂品种目录和药物饲料添加剂品种目录以外的物质生产饲料的；

(三) 生产未取得新饲料、新饲料添加剂证书的新饲料、新饲料添加剂或者禁用的饲料、饲料添加剂的。

第四十条 饲料、饲料添加剂生产企业有下列行为之一的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令改正，处1万元以上2万元以下罚款；拒不改正的，没收违法所得、违法生产的产品和用于违法生产饲料的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料以及用于违法生产饲料添加剂的原料，并处5万元以上10万元以下罚款；情节严重的，责令停止生产，可以由发证机关吊销、撤销相关许可证明文件：

(一) 不按照国务院农业行政主管部门的规定和有关标准对采购的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料和用于饲料添加剂生产的原料进行查验或者检验的；

(二) 饲料、饲料添加剂生产过程中不遵守国务院农业行政主管部门制定的饲料、饲料添加剂质量安全管理规范和饲料添加剂安全使用规范的；

(三) 生产的饲料、饲料添加剂未经产品质量检验的。

第四十一条 饲料、饲料添加剂生产企业不依照本条例规定实行采购、生产、销售记录制度或者产品留样观察制度的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令改正，处1万元以上2万元以下罚款；拒不改正的，没收违法所得、违法生产的产品和用于违法生产饲料的饲料原料、单一饲料、饲料添加剂、药物饲料添加剂、添加剂预混合饲料以及用于违法生产饲料添加剂的原料，处2万元以上5万元以下罚款，并可以由发证机关吊销、撤



销相关许可证明文件。

饲料、饲料添加剂生产企业销售的饲料、饲料添加剂未附具产品质量检验合格证或者包装、标签不符合规定的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令改正；情节严重的，没收违法所得和违法销售的产品，可以处违法销售的产品货值金额 30% 以下罚款。

第四十二条 不符合本条例第二十二条规定的条件经营饲料、饲料添加剂的，由县级人民政府饲料管理部门责令限期改正；逾期不改正的，没收违法所得和违法经营的产品，违法经营的产品货值金额不足 1 万元的，并处 2 000 元以上 2 万元以下罚款，货值金额 1 万元以上的，并处货值金额 2 倍以上 5 倍以下罚款；情节严重的，责令停止经营，并通知工商行政管理部门，由工商行政管理部门吊销营业执照。

第四十三条 饲料、饲料添加剂经营者有下列行为之一的，由县级人民政府饲料管理部门责令改正，没收违法所得和违法经营的产品，违法经营的产品货值金额不足 1 万元的，并处 2 000 元以上 2 万元以下罚款，货值金额 1 万元以上的，并处货值金额 2 倍以上 5 倍以下罚款；情节严重的，责令停止经营，并通知工商行政管理部门，由工商行政管理部门吊销营业执照；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

- (一) 对饲料、饲料添加剂进行再加工或者添加物质的；
- (二) 经营无产品标签、无生产许可证、无产品质量检验合格证的饲料、饲料添加剂的；
- (三) 经营无产品批准文号的饲料添加剂、添加剂预混合饲料的；
- (四) 经营用国务院农业行政主管部门公布的饲料原料目录、饲料添加剂品种目录和药物饲料添加剂品种目录以外的物质生产的饲料的；
- (五) 经营未取得新饲料、新饲料添加剂证书的新饲料、新

饲料添加剂或者未取得饲料、饲料添加剂进口登记证的进口饲料、进口饲料添加剂以及禁用的饲料、饲料添加剂的。

第四十四条 饲料、饲料添加剂经营者有下列行为之一的，由县级人民政府饲料管理部门责令改正，没收违法所得和违法经营的产品，并处2 000元以上1万元以下罚款：

- (一) 对饲料、饲料添加剂进行拆包、分装的；
- (二) 不依照本条例规定实行产品购销台账制度的；
- (三) 经营的饲料、饲料添加剂失效、霉变或者超过保质期的。

第四十五条 对本条例第二十八条规定的饲料、饲料添加剂，生产企业不主动召回的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令召回，并监督生产企业对召回的产品予以无害化处理或者销毁；情节严重的，没收违法所得，并处应召回的产品货值金额1倍以上3倍以下罚款，可以由发证机关吊销、撤销相关许可证明文件；生产企业对召回的产品不予以无害化处理或者销毁的，由县级人民政府饲料管理部门代为销毁，所需费用由生产企业承担。

对本条例第二十八条规定的饲料、饲料添加剂，经营者不停止销售的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令停止销售；拒不停止销售的，没收违法所得，处1000元以上5万元以下罚款；情节严重的，责令停止经营，并通知工商行政管理部门，由工商行政管理部门吊销营业执照。

第四十六条 饲料、饲料添加剂生产企业、经营者有下列行为之一的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令停止生产、经营，没收违法所得和违法生产、经营的产品，违法生产、经营的产品货值金额不足1万元的，并处2 000元以上2万元以下罚款，货值金额1万元以上的，并处货值金额2倍以上5倍以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

- (一) 在生产、经营过程中，以非饲料、非饲料添加剂冒充



饲料、饲料添加剂或者以此种饲料、饲料添加剂冒充他种饲料、饲料添加剂的；

(二) 生产、经营无产品质量标准或者不符合产品质量标准的饲料、饲料添加剂的；

(三) 生产、经营的饲料、饲料添加剂与标签标示的内容不一致的。

饲料、饲料添加剂生产企业有前款规定的行为，情节严重的，由发证机关吊销、撤销相关许可证明文件；饲料、饲料添加剂经营者有前款规定的行为，情节严重的，通知工商行政管理部门，由工商行政管理部门吊销营业执照。

第四十七条 养殖者有下列行为之一的，由县级人民政府饲料管理部门没收违法使用的产品和非法添加物质，对单位处1万元以上5万元以下罚款，对个人处5 000元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

(一) 使用未取得新饲料、新饲料添加剂证书的新饲料、新饲料添加剂或者未取得饲料、饲料添加剂进口登记证的进口饲料、进口饲料添加剂的；

(二) 使用无产品标签、无生产许可证、无产品质量标准、无产品质量检验合格证的饲料、饲料添加剂的；

(三) 使用无产品批准文号的饲料添加剂、添加剂预混合饲料的；

(四) 在饲料或者动物饮用水中添加饲料添加剂，不遵守国务院农业行政主管部门制定的饲料添加剂安全使用规范的；

(五) 使用自行配制的饲料，不遵守国务院农业行政主管部门制定的自行配制饲料使用规范的；

(六) 使用限制使用的物质养殖动物，不遵守国务院农业行政主管部门的限制性规定的；

(七) 在反刍动物饲料中添加乳和乳制品以外的动物源性成分的。

在饲料或者动物饮用水中添加国务院农业行政主管部门公布禁用的物质以及对人体具有直接或者潜在危害的其他物质，或者直接使用上述物质养殖动物的，由县级以上地方人民政府饲料管理部门责令其对饲喂了违禁物质的动物进行无害化处理，处3万元以上10万元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第四十八条 养殖者对外提供自行配制的饲料的，由县级人民政府饲料管理部门责令改正，处2 000元以上2万元以下罚款。

第五章 附 则

第四十九条 本条例下列用语的含义：

（一）饲料原料，是指来源于动物、植物、微生物或者矿物质，用于加工制作饲料但不属于饲料添加剂的饲用物质。

（二）单一饲料，是指来源于一种动物、植物、微生物或者矿物质，用于饲料产品生产的饲料。

（三）添加剂预混合饲料，是指由两种（类）或者两种（类）以上营养性饲料添加剂为主，与载体或者稀释剂按照一定比例配制的饲料，包括复合预混合饲料、微量元素预混合饲料、维生素预混合饲料。

（四）浓缩饲料，是指主要由蛋白质、矿物质和饲料添加剂按照一定比例配制的饲料。

（五）配合饲料，是指根据养殖动物营养需要，将多种饲料原料和饲料添加剂按照一定比例配制的饲料。

（六）精料补充料，是指为补充草食动物的营养，将多种饲料原料和饲料添加剂按照一定比例配制的饲料。

（七）营养性饲料添加剂，是指为补充饲料营养成分而掺入饲料中的少量或者微量物质，包括饲料级氨基酸、维生素、矿物质微量元素、酶制剂、非蛋白氮等。

（八）一般饲料添加剂，是指为保证或者改善饲料品质、提



高饲料利用率而掺入饲料中的少量或者微量物质。

(九) 药物饲料添加剂，是指为预防、治疗动物疾病而掺入载体或者稀释剂的兽药的预混物质。

(十) 许可证明文件，是指新饲料、新饲料添加剂证书，饲料、饲料添加剂进口登记证，饲料、饲料添加剂生产许可证，饲料添加剂、添加剂预混合饲料产品批准文号。

第五十条 药物饲料添加剂的管理，依照《兽药管理条例》的规定执行。

第五十一条 本条例自 2012 年 5 月 1 日起施行。



附录2 饲料添加剂品种目录（2008）

（中华人民共和国农业部公告第1126号）

为加强饲料添加剂的管理，保证养殖产品质量安全，促进饲料工业持续健康发展，根据《饲料和饲料添加剂管理条例》的有关规定，现公布《饲料添加剂品种目录（2008）》（以下简称《目录（2008）》），并就有关事宜公告如下：

一、《目录（2008）》由《附录一》和《附录二》两部分组成。凡生产、经营和使用的营养性饲料添加剂及一般饲料添加剂均应属于《目录（2008）》中规定的品种，饲料添加剂的生产企业应办理生产许可证和产品批准文号。《附录二》是保护期内的新饲料和新饲料添加剂品种，仅允许所列申请单位或其授权的单位生产。禁止《目录（2008）》外的物质作为饲料添加剂使用。凡生产《目录（2008）》外的饲料添加剂，应按照《新饲料和新饲料添加剂管理办法》的有关规定，申请并获得新产品证书后方可生产和使用。

二、生产源于转基因动植物、微生物的饲料添加剂，以及含有转基因产品成分的饲料添加剂，应按照《农业转基因生物安全管理条例》的有关规定进行安全评价，获得农业转基因生物安全证书后，再按照《新饲料和新饲料添加剂管理办法》的有关规定进行评审。

三、《目录（2008）》是在《饲料添加剂品种目录（2006）》的基础上进行的修订，增加了实际生产中需要且公认安全的部分饲料添加剂品种，明确了酶制剂和微生物的适用范围。

四、将保护期满的9个新产品正式纳入《附录一》中，包括烟酸铬、半胱胺盐酸盐、保加利亚乳杆菌、吡啶甲酸铬、半乳甘



露寡糖、低聚木糖、低聚壳聚糖、 α -环丙氨酸、稀土（铈和镧）壳糖胺螯合盐。

五、2006年5月31日农业部发布的《饲料添加剂品种目录（2006）》（农业部公告第658号）即日起废止。

二〇〇八年十二月十一日

附件：

饲料添加剂品种目录（2008）

附件一 饲料添加剂品种目录

类别	通用名称	适用范围
氨基酸	L-赖氨酸、L-赖氨酸盐酸盐、L-赖氨酸硫酸盐及其发酵副产物（产自谷氨酸棒杆菌，L-赖氨酸含量不低于51%）、DL-蛋氨酸、L-苏氨酸、L-色氨酸、L-精氨酸、甘氨酸、L-酪氨酸、L-丙氨酸、天（门）冬氨酸、L-亮氨酸、异亮氨酸、L-脯氨酸、苯丙氨酸、丝氨酸、L-半胱氨酸、L-组氨酸、缬氨酸、胱氨酸、牛磺酸	养殖动物
	蛋氨酸羟基类似物、蛋氨酸羟基类似物钙盐	猪、鸡和牛
	N-羟甲基蛋氨酸钙	反刍动物
维生素	维生素A、维生素A乙酸酯、维生素A棕榈酸酯、 β -胡萝卜素、盐酸硫胺（维生素B ₁ ）、硝酸硫胺（维生素B ₁ ）、核黄素（维生素B ₂ ）、盐酸吡哆醇（维生素B ₆ ）、氰钴胺（维生素B ₁₂ ）、L-抗坏血酸（维生素C）、L-抗坏血酸钙、L-抗坏血酸钠、L-抗坏血酸-2-磷酸酯、L-抗坏血酸-6-棕榈酸酯、维生素D ₂ 、维生素D ₃ 、 α -生育酚（维生素E）、 α -生育酚乙酸酯、亚硫酸氢钠甲萘醌（维生素K ₃ ）、二甲基嘧啶醇亚硫酸甲萘醌、亚硫酸氢烟酰胺甲萘醌、烟酸、烟酰胺、D-泛醇、D-泛酸钙、DL-泛酸钙、叶酸、D-生物素、氯化胆碱、肌醇、L-肉碱、L-肉碱盐酸盐	养殖动物

(续)

类 别	通用名称	适用范围
矿物元素 及其络(螯) 合物 ¹	氯化钠、硫酸钠、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、磷酸氢二钾、轻质碳酸钙、氯化钙、磷酸氢钙、磷酸二氢钙、磷酸三钙、乳酸钙、硫酸镁、氧化镁、氯化镁、柠檬酸亚铁、富马酸亚铁、乳酸亚铁、硫酸亚铁、氯化亚铁、氯化铁、碳酸亚铁、氯化铜、硫酸铜、氧化锌、氯化锌、碳酸锌、硫酸锌、乙酸锌、氯化锰、氧化锰、硫酸锰、碳酸锰、磷酸氢锰、碘化钾、碘化钠、碘酸钾、碘酸钙、氯化钴、乙酸钴、硫酸钴、亚硒酸钠、钼酸钠、蛋氨酸铜络(螯)合物、蛋氨酸铁络(螯)合物、蛋氨酸锰络(螯)合物、蛋氨酸锌络(螯)合物、赖氨酸铜络(螯)合物、赖氨酸锌络(螯)合物、甘氨酸铜络(螯)合物、甘氨酸铁络(螯)合物、酵母铜*、酵母铁*、酵母锰*、酵母硒*、蛋白铜*、蛋白铁*、蛋白锌*	养殖动物
	烟酸铬、酵母铬*、蛋氨酸铬*、吡啶甲酸铬	生长育肥猪
	丙酸铬*	猪
	丙酸锌*	猪、牛和家禽
	硫酸钾、三氧化二铁、碳酸钴、氧化铜	反刍动物
	稀土(铈和镧)壳糖胺螯合盐	畜禽、鱼和虾
酶制剂 ²	淀粉酶(产自黑曲霉、解淀粉芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、长柄木霉*、米曲霉*)	青贮玉米、玉米、玉米蛋白粉、豆粕、小麦、次粉、大麦、高粱、燕麦、豌豆、木薯、小米、大米
	支链淀粉酶(产自酸解支链淀粉芽孢杆菌)	
	α -半乳糖苷酶(产自黑曲霉)	豆粕
	纤维素酶(产自长柄木霉)	玉米、大麦、小麦、麦麸、黑麦、高粱



(续)

类别	通用名称	适用范围
酶制剂 ²	β -葡聚糖酶 (产自黑曲霉、枯草芽孢杆菌、长柄木霉、绳状青霉*)	小麦、大麦、菜籽粕、小麦副产物、去壳燕麦、黑麦、黑小麦、高粱
	葡萄糖氧化酶 (产自特异青霉)	葡萄糖
	脂肪酶 (产自黑曲霉)	动物或植物源性油脂或脂肪
	麦芽糖酶 (产自枯草芽孢杆菌)	麦芽糖
	甘露聚糖酶 (产自迟缓芽孢杆菌)	玉米、豆粕、椰子粕
	果胶酶 (产自黑曲霉)	玉米、小麦
	植酸酶 (产自黑曲霉、米曲霉)	玉米、豆粕、葵花籽粕、玉米粃渣、木薯、植物副产物
	蛋白酶 (产自黑曲霉、米曲霉、枯草芽孢杆菌、长柄木霉*)	植物和动物蛋白
微生物	木聚糖酶 (产自米曲霉、孤独腐质霉、长柄木霉、枯草芽孢杆菌、绳状青霉*)	玉米、大麦、黑麦、小麦、高粱、黑小麦、燕麦
	地衣芽孢杆菌*、枯草芽孢杆菌、两歧双歧杆菌*、粪肠球菌、屎肠球菌、乳酸肠球菌、嗜酸乳杆菌、干酪乳杆菌、乳酸乳杆菌*、植物乳杆菌、乳酸片球菌、戊糖片球菌*、产朊假丝酵母、酿酒酵母、沼泽红假单胞菌	养殖动物
	保加利亚乳杆菌	猪、鸡和青贮饲料
非蛋白氮	尿素、碳酸氢铵、硫酸铵、液氨、磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、缩二脲、异丁叉二脲、磷酸脲	反刍动物

(续)

类别	通用名称	适用范围
抗氧化剂	乙氧基喹啉、丁基羟基茴香醚 (BHA)、二丁基羟基甲苯 (BHT)、没食子酸丙酯	养殖动物
防腐剂、 防霉剂和 酸度调节剂	甲酸、甲酸铵、甲酸钙、乙酸、双乙酸钠、丙酸、丙酸铵、丙酸钠、丙酸钙、丁酸、丁酸钠、乳酸、苯甲酸、苯甲酸钠、山梨酸、山梨酸钠、山梨酸钾、富马酸、柠檬酸、柠檬酸钾、柠檬酸钠、柠檬酸钙、酒石酸、苹果酸、磷酸、氢氧化钠、碳酸氢钠、氯化钾、碳酸钠	养殖动物
着色剂	β -胡萝卜素、辣椒红、 β -阿朴-8'-胡萝卜素醛、 β -阿朴-8'-胡萝卜素酸乙酯、 β , β -胡萝卜素-4, 4-二酮 (斑蝥黄)、叶黄素、天然叶黄素 (源自万寿菊)	家禽
	虾青素	水产动物
调味剂和香料	糖精钠、谷氨酸钠、5'-肌苷酸二钠、5'-鸟苷酸二钠、食品用香料 ³	养殖动物
黏结剂、抗 结块剂和 稳定剂	α -淀粉、三氧化二铝、可食脂肪酸钙盐、可食用脂肪酸单/双甘油酯、硅酸钙、硅铝酸钠、硫酸钙、硬脂酸钙、甘油脂肪酸酯、聚丙烯酸树脂 II、山梨醇酐单硬脂酸酯、聚氧乙烯 20 山梨醇酐单油酸酯、丙二醇、二氧化硅、卵磷脂、海藻酸钠、海藻酸钾、海藻酸铵、琼脂、瓜尔胶、阿拉伯树胶、黄原胶、甘露糖醇、木质素磺酸盐、羧甲基纤维素钠、聚丙烯酸钠*、山梨醇酐脂肪酸酯、蔗糖脂肪酸酯、焦磷酸二钠、单硬脂酸甘油酯	养殖动物
	丙三醇	猪、鸡和鱼
	硬脂酸*	猪、牛和家禽
多糖和寡糖	低聚木糖 (木寡糖)	蛋鸡和水产养殖动物
	低聚壳聚糖	猪、鸡和水产养殖动物



(续)

类别	通用名称	适用范围
多糖和寡糖	半乳甘露寡糖	猪、肉鸡、兔和水产养殖动物
	果寡糖、甘露寡糖	养殖动物
其他	甜菜碱、甜菜碱盐酸盐、大蒜素、山梨糖醇、大豆磷脂、天然类固醇萨酒皂角苷（源自丝兰）、二十二碳六烯酸（DHA）、啤酒酵母培养物*、啤酒酵母提取物*、啤酒酵母细胞壁*	养殖动物
	糖萜素（源自山茶籽饼）、牛至香酚*	猪和家禽
	乙酰氧肟酸	反刍动物
	半胱胺盐酸盐（仅限于包被颗粒，包被主体材料为环状糊精，半胱胺盐酸盐含量 27%）	畜禽
	α -环丙氨酸	鸡

注：* 为已获得进口登记证的饲料添加剂，进口或在中国境内生产带“*”的饲料添加剂时，农业部需要对其安全性、有效性和稳定性进行技术评审。

¹ 所列物质包括无水和结晶水形态；

² 酶制剂的适用范围为典型底物，仅作为推荐，并不包括所有可用底物；

³ 食品用香料见《食品添加剂使用卫生标准》（GB 2760—2007）中食品用香料名单。

附件二 保护期内的新饲料和新饲料添加剂品种目录

序号	产品名称	申请单位	适用范围	批准时间
1	苜蓿素（有效成分为苜蓿多糖、苜蓿黄酮、苜蓿皂甙）	中国农业科学院畜牧研究所	仔猪、育肥猪、肉鸡	2003 年 12 月
2	碱式氯化铜	长沙兴嘉生物工程有限公司	猪	2003 年 12 月
3	碱式氯化铜	深圳绿环化工实业有限公司	仔猪、肉仔鸡	2004 年 04 月
4	饲用凝结芽孢杆菌 TQ33 添加剂	天津新星兽药厂	肉用仔鸡、生长育肥猪	2004 年 05 月

(续)

序号	产品名称	申请单位	适用范围	批准时间
5	杜仲叶提取物 (有效成分为绿原酸、杜仲多糖、杜仲黄酮)	张家界恒兴生物科技有限公司	生长育肥猪、鱼、虾	2004 年 06 月
6	保得® 微生态制剂 (侧孢芽孢杆菌)	广东东莞宏远生物工程有限公司	肉鸡、肉鸭、猪、虾	2004 年 06 月
7	L-赖氨酸硫酸盐 (产自乳糖发酵短杆菌)	长春大成生化工程开发有限公司	生长育肥猪	2004 年 06 月
8	益绿素 (有效成分为淫羊藿苷)	新疆天康畜牧生物技术有限公司	鸡、猪、绵羊、奶牛	2004 年 09 月
9	壳寡糖	北京英惠尔生物技术有限公司	仔猪、肉鸡、肉鸭、虹鳟鱼	2004 年 11 月
10	共轭亚油酸饲料添加剂	青岛澳海生物有限公司	仔猪、蛋鸡	2005 年 01 月
11	二甲酸钾	北京挑战农业科技有限公司	猪	2005 年 03 月
12	β -1, 3-D-葡聚糖 (源自酿酒酵母)	广东智威畜牧水产有限公司	水产动物	2005 年 05 月
13	4, 7-二羟基异黄酮 (大豆黄酮)	中牧实业股份有限公司	猪、产蛋家禽	2005 年 06 月
14	乳酸锌 (α -羟基丙酸锌)	四川省畜科饲料有限公司	生长育肥猪、家禽	2005 年 06 月
15	蒲公英、陈皮、山楂、甘草复合提取物 (有效成分为黄酮)	河南省金鑫饲料工业有限公司	猪、鸡	2005 年 06 月
16	液体 L-赖氨酸 (L-赖氨酸含量不低于 50%)	四川川化味之素有限公司	猪	2005 年 10 月
17	壳寡糖 (寡聚 β -(1-4)-2-氨基-2-脱氧-D-葡萄糖)	北京格莱克生物工程有限公司	猪、鸡	2006 年 05 月



(续)

序号	产品名称	申请单位	适用范围	批准时间
18	碱式氯化锌	长沙兴嘉生物工程有限公司	仔猪	2006 年 05 月
19	N, O - 羧甲基壳聚糖	北京紫冠碧螺喜科技发展有限公司	猪、鸡	2006 年 05 月
20	地顶孢霉培养物	合肥迈可罗生物工程有限公司	猪、鸡	2006 年 07 月
21	碱式氯化铜 (α -晶型)	深圳东江华瑞科技有限公司	生长育肥猪	2007 年 02 月
22	甘氨酸锌	浙江建德市维丰饲料有限公司	猪	2007 年 08 月
23	紫苏籽提取物粉剂 (有效成分为 α -亚油酸、亚麻酸、黄酮)	重庆市优胜科技发展有限公司	猪、肉鸡、鱼	2007 年 08 月
24	植物甾醇 (源于大豆油/菜籽油, 有效成分为 β -谷甾醇、菜油甾醇、豆甾醇)	江苏春之谷生物制品有限公司	家禽、生长育肥猪	2008 年 01 月

7日通

参考文献

- 陈国禄,等.2001.肉羊舍饲经营实用技术问答[M].北京:中国农业出版社.
- 陈圣偶.2000.养羊全书[M].成都:四川科学技术出版社.
- 陈玉林.1998.肉羊高效生产实用技术问答[M].北京:中国农业出版社.
- 崔海,王加启,卜登攀,等.2009.2008—2009年反刍动物营养研究进展.V.碳水化合物营养[J].中国畜牧兽医,37(5):9-12.
- 崔瑞莲,王加启,魏宏阳,等.2009.2008—2009年反刍动物营养研究进展.VII.热应激[J].中国畜牧兽医,37(5):9-12.
- 道良佐.1996.肉羊生产技术手册[M].北京:中国农业出版社.
- 董宽虎,沈益新.2003.饲草生产学[M].北京:中国农业出版社.
- 冯维祺,等.2002.肉羊高效饲养技术[M].北京:金盾出版社.
- 冯仰廉,莫放.1994.反刍动物蛋白质营养的新体系.动物营养研究进展[M](许振英,张子仪主编).北京:中国农业科技出版社.
- 傅润亭,樊航奇.2004.肉羊生产大全[M].北京:中国农业出版社.
- 哈斯额尔敦,胡茵,王加启,等.2010.2008—2009年反刍动物营养研究进展.IV.脂肪营养[J].中国畜牧兽医,37(7):11-17.
- 哈斯额尔敦,王加启,卜登攀,等.2009.2007—2008年国际反刍动物营养研究进展.V.脂肪(酸)营养[J].中国畜牧兽医,36(3):5-13.
- 韩正康,陈杰.1988.反刍动物瘤胃的消化和代谢[M].北京:科学出版社.



- 胡红莲, 卢德勋, 刘大程, 等. 2009. 不同 NFC/NDF 比日粮对奶山羊瘤胃 pH 动态变化的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 45 (3): 19-22.
- 胡坚. 1993. 动物营养学 [M]. 吉林: 吉林科学技术出版社.
- 胡坚. 2001. 饲料青贮技术 [M]. 北京: 金盾出版社.
- 胡万川. 1997. 养羊手册 [M]. 石家庄: 河北科技出版社.
- 贾志海. 1999. 现当代养羊生产 [M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- 李德发. 1997. 现代饲料生产 [M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- 李德发. 2001. 中国饲料大全 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 李建国, 田树军. 肉羊标准化生产技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- 李建国. 2001. 饲料添加剂应用技术问答 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 李建文. 1996. 奶山羊高效益饲养技术 [M]. 北京: 金盾出版社.
- 李英, 李建国, 等. 1994. 曹氏畜禽饲料添加剂 [M]. 石家庄: 河北科技出版社.
- 梁业森, 刘以莲, 周旭英, 等. 1996. 非常规饲料资源的开发与利用 [M]. 北京: 农业出版社.
- 刘辉, 王玲, 李胜利, 等. 2009. 十二指肠大豆小肽梯度灌注对泌乳奶山羊血液指标、乳成分及肽转运载体在小肠中表达丰度的影响 [J]. 动物营养学报, 21 (3): 319-325.
- 刘开朗, 王加启, 卜登攀, 等. 2009. 2008—2009 年反刍动物营养研究进展. I. 瘤胃微生物多样性与功能 [J]. 中国畜牧兽医, 36 (2): 14-20.
- 卢德勋. 1993. 反刍动物营养调控理论及其应用 [J]. 内蒙古: 畜牧科学特刊.
- 罗海玲. 2003. 羊常用饲料及饲料配方 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 马永喜、李振田. 2004. 饲料配制 7 日通 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 马月辉, 冯维祺. 1997. 绒山羊高效益饲养技术 [M]. 北京: 金盾出版社.
- 莫建华, 赵建华. 1998. 小尾寒羊养殖 [M]. 北京: 科学技术文献出版社.
- 南京农业大学. 1992. 饲料生产学 [M]. 北京: 农业出版社.

- 彭华,王加启,卜登攀,等.2009.2008—2009年反刍动物营养研究进展.Ⅱ.外源添加剂对瘤胃发酵的调控[J].中国畜牧兽医,37(2):15-21.
- 沈维军,王加启,卜登攀,等.2010.2008—2009年反刍动物营养研究进展.VI.维生素[J].中国畜牧兽医,37(4):10-14.
- 沈维军,王加启,赵圣国,等.2009.2008—2009年反刍动物营养研究进展.VII.矿物质元素[J].中国畜牧兽医,37(5):5-9.
- 苏希孟.2001.饲料生产与加工[M].北京:中国农业出版社.
- 田树军,王宗仪,胡万川.2000.养羊与羊病防治[M].北京:中国农业大学出版社.
- 田树军.2003.羊的营养与饲料配制[M].北京:中国农业大学出版社.
- 佟建明,萨仁娜,张琪.2007.饲料配方手册[M].北京:中国农业大学出版社.
- 王传蓉,王加启,周振峰,等.2008.补饲维生素E富硒舔砖对围产期奶牛健康的影响[J].中国饲料,5:27-29.
- 王建民.2000.波尔山羊饲养与繁殖新技术[M].北京:中国农业大学出版社.
- 王茜,张春香,岳文斌,等.2009.蛋氨酸硒对山羊生长及血液生化指标的研究[J].饲料研究(5):1-3.
- 王润莲,张微,朱晓萍,等.2009.日粮钴铜比例对肉用绵羊维生素B₁₂营养状况及养分代谢的影响[J].中国农业科学,42(8):2909-2914.
- 吴登俊,徐刚毅,张红平.2003.规模化养羊新技术[M].成都:四川科学技术出版社.
- 吴秋珏,郝正里,李发弟,等.2009.饲粮结构与非结构碳水化合物比例对绵羊消化代谢的影响[J].畜牧兽医学报,40(1):66-71.
- 徐桂芳.2000.肉羊饲养技术手册[M].北京:中国农业出版社.
- 杨凤.1993.动物营养学[M].北京:中国农业出版社.
- 杨自军,冉林武,王婷,等.2009.锌、铜对铅中毒绵羊免疫功能的影响[J].中国兽医学报,29(2):207-209.
- 姚军虎.2003.动物营养与饲料[M].北京:中国农业出版社.



- 尹长安, 孔学民, 陈卫民. 2003. 肉羊无公害饲养综合技术 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 尹长安. 2002. 肉羊育肥与加工 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 岳文斌, 陆建新. 2001. 舍饲养羊新技术 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 岳文斌, 任有蛇, 赵祥, 等. 2006. 生态养羊技术大全 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 岳文斌, 张建红. 2004. 动物繁殖及营养调控 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 张洪福, 张子仪, 等. 1998. 动物营养参数与饲养标准 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 张捷, 吴树清, 杜山. 2009. 外源硒对绵羊孕期体内硒、铜、锌的影响 [J]. 中国畜牧兽医 (5): 36-39.
- 张居农. 2001. 高效养羊综合配套技术 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 张力, 郑中朝. 2000. 饲料添加剂手册 [M]. 北京: 化学工业出版社.
- 张敏红. 2000. 畜禽应激与抗应激新技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- 张乃锋. 2009. 新编羊饲料配方 600 例 [M]. 北京: 化学工业出版社.
- 张日俊. 1999. 动物饲料配方 [M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- 张秀芬. 1999. 饲草饲料加工与贮藏 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 张养东, 王加启, 赵圣国, 等. 2009. 2008—2009 年反刍动物营养研究进展. 0. 蛋白质与氨基酸营养 [J]. 中国畜牧兽医, 36 (2): 14-20.
- 张英杰. 2005. 养羊手册 [M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- 张子仪. 2000. 中国饲料学 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 赵昌廷. 2005. 巧配牛羊饲料 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 赵有璋. 1995. 羊生产学 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 赵有璋. 1998. 肉羊高效益生产技术 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 赵有璋. 2004. 种草养羊技术 [M]. 北京: 中国农业出版社.
- 周建民, 张晓明, 王加启. 1992. 反刍动物营养学 [M]. 北京: 中国农业科技出版社.
- J. A. Mench, 卢庆萍, 张洪福. 2005. 动物应激生物学——动物福利的本质和基本原理 [M]. 北京: 中国农业出版社.

M. E. Ensminger, C. G. Olentine. 秦礼让等译. 1985. 饲料与营养 [M].
北京: 中国农业出版社.

M. Freer AND H. Dove, 周道玮等译. 2005. 绵羊营养 [M]. 北京: 中国
农业出版社.

封面
书名
版权
前言
目录

第一讲	羊的消化生理
第一节	羊的采食与反刍
	一、羊的采食特点
	二、羊的反刍与暖气
第二节	羊的消化生理及特点
	一、羊的消化道结构
	二、羊的消化生理
第三节	羊的瘤胃消化生理
	一、瘤胃内环境
	二、瘤胃微生物的生长条件
	三、瘤胃微生物及其作用
	四、瘤胃内的消化代谢过程
第二讲	羊的营养基础
第一节	营养学、饲料学的基本知识及术语
	一、营养物质的组成
	二、营养学基本术语
第二节	羊的营养需要
	一、蛋白质的营养需要
	二、碳水化合物的营养需要
	三、脂肪的营养需要
	四、维生素的营养需要
	五、矿物质的营养需要
	六、能量的营养需要
	七、水的作用
第三节	羊的营养研究进展
	一、饲料的互作效应
	二、营养、环境与产品品质
	三、羊瘤胃发酵调控
第三讲	饲养标准及饲料营养价值
第一节	羊的营养需要及饲养标准
	一、维持需要
	二、生产需要
第二节	羊的饲养标准
	一、中国美利奴羊的饲养标准
	二、美国NRC（1985）建议的绵羊饲养标准

	三、美国NRC（1981）推荐的山羊饲养标准
	四、法国AEC建议的奶山羊的饲养标准
	五、山羊对矿物质、微量元素的需要量
第三节	羊常用饲料营养成分表
第四讲	羊的饲料原料
第一节	饲料的分类
	一、饲料的分类
	二、饲料的使用
第二节	常见饲料原料营养特点
	一、粗饲料
	二、青绿饲料
	三、青贮饲料
	四、能量饲料
	五、蛋白质饲料
	六、矿物质饲料
	七、维生素饲料
	八、饲料添加剂
第三节	新型饲料原料的应用
	一、油脂饲料
	二、植物提取物
第五讲	饲料安全生产及加工调制
第一节	精饲料的加工调制
	一、精饲料的加工调制方法
	二、常用精饲料的加工调制
第二节	青粗饲料的加工调制
	一、青粗饲料的加工调制方法
	二、常用青粗饲料的加工调制
第三节	羊饲料的贮藏
	一、贮藏方法
	二、常用饲料的贮藏
第六讲	羊的日粮配合
第一节	日粮配方设计
	一、日粮配合的有关术语
	二、日粮配合的原则
	三、日粮配合的方法与步骤
第二节	饲料的配方技术
	一、预混合饲料配方技术
	二、精料补充料配方技术
	三、浓缩饲料配方技术
	四、全混合日粮（TMR）的应用

第三节 羊的饲料配方实例

一、绵羊饲料配方实例

二、山羊饲料配方实例

第七讲 常用饲料配方软件介绍

第一节 常用饲料配方软件介绍

一、电子表格饲料配方

二、百瑞尔 (B r i l l) 饲料配方软件

三、资源配方师

四、三新饲料配方系统

第二节 配方软件操作示例

附录 1 饲料和饲料添加剂管理条例

附录 2 饲料添加剂品种目录 (2 0 0 8)

参考文献