

小康建设·新农村新农民·农家书屋系列

# 动物营养与饲料加工

主 编：赵冬青

甘肃科学技术出版社

# 序

建设社会主义新农村是党中央作出的一项重大战略决策，也是破解“三农”问题，构建社会主义和谐社会和促进农村经济社会全面发展的重要历史任务。

农民是新农村建设的主体。新农村建设内容丰富，涵盖面广，要按照“发展生产、生活富裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”的要求建设好新农村，就必须提高农民素质，培育新型农民。我省农村人口比重大，农村劳动力受教育程度低，农民的文化素质普遍不高，这种状况不仅与推进新农村建设的要求不相适应，也成为影响我省农村经济发展和群众增收致富的制约因素。因此，加强对农民的培训，提高农民的素质已成为新农村建设的当务之急。

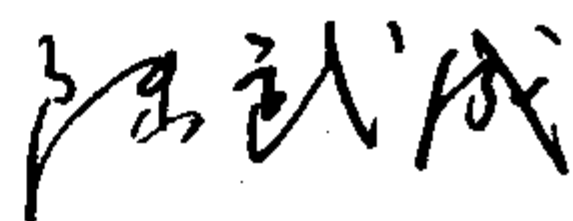
“授之以鱼，不如授之以渔”。加强农民培训是推进新农村建设中具有基础性、先导性的工作。要实现我省农业又好又快的发展，就必须坚定不移地走科教兴农、人才强农之路，着力培养和造就一大批有文化、懂技术、会经营的新型农民，使他们能够充分发挥主体作用，为积极发展现代农业、扎实推进新农村建设提供智力支持和人才保障。

利用外资项目开展农民培训，是提升我省农民培训工作的有

效手段之一。甘肃省IFAD农村综合发展项目是由联合国国际农业发展基金（International Fund For Agricultural Development, IFAD）贷款的农村综合发展项目，该项目十分重视农民自身能力建设，农民培训是项目建设的重要内容。为切实做好项目及培训工作，项目管理办公室组织编辑了“甘肃省IFAD农村综合发展项目农民培训教材”，教材紧扣我省农业发展特点和农村实际，涵盖种植业、养殖业、实用技术三部分，比较系统地介绍了农牧业实用技术、农业生产技能、农民维权等方面的知识，针对性、实用性和可操作性都很强，能够满足当前农民培训多方位的知识和信息需求，可以说，是开展农民培训工作的重要参考教材之一，很值得一读。

希望这套教材能够真正成为广大基层干部和农民朋友的良师益友，成为贫困地区脱贫致富和推进新农村建设的“百事通”。

谨以为序。

甘肃省副省长：

2007年8月28日

# 前 言

我国是一个农业大国，畜牧业在农业中的比重远远低于发达国家和一些发展中国家，这标志着我国农业的生产水平离国际现代化农业尚有相当大的差距。

当前，我国国民经济快速发展，人们的生活水平不断提高，国内外市场要求提供更多无公害畜产品的呼声越来越高，这迫使我们的畜牧业必须走生产规模化、管理一体化、加工集约化、产品标准化、经营市场化的产业化道路。实现这个目标就需要现代畜牧生产管理技术。

我省是畜牧大省，制约我省畜牧业发展的众多因素中，农牧民缺乏掌控新知识新技术的能力和手段是主要因素之一。普及推广现代畜牧新技术是加快我省农村经济又好又快发展，推动和促进新农村建设宏伟目标的一个主要途径。

为进一步做好甘肃省IFAD农村综合发展项目各个层面的培训工作，省IFAD项目管理办公室项目官员、项目专家针对我国及我省畜牧业和IFAD项目区发展实际，倾心编写了这套面向甘肃农村、面向项目区的畜牧生产技术培训教材，包含《肉羊饲养技术》、《猪饲养技术》、《奶牛饲养技术》、《肉牛饲养技术》、《蛋鸡饲养技术》、《肉鸡饲养技术》和《动物营养与饲料加工》

七册。

本套培训教材内容丰富全面，每本书都从分析国内外养殖业的发展现状和发展趋势入手，不但详细介绍了国内外畜禽新品种、饲养管理新技术，还涉及到优质高效饲料生产、日粮配制和配方，疾病防治，畜禽棚舍设计，畜产品加工以及无公害畜产品生产技术和养殖厂的经营管理等一整套技术和知识。

教材立足我省IFAD项目区及全省畜牧业生产实际，荟萃国内外先进技术，并几经省、市（州）、县相关畜牧专家评审，力求理论与实际相结合，科学性、使用性和适用性相结合。着重论述了养殖生产中的主要环节、关键性饲养技术、生产中的成功经验和提高养殖业经济效益的方法和措施，以图解决生产环节中出现的问题。

这套培训教材不仅是农村养殖户、基层畜牧技术人员的良师益友，也可供畜牧教学和生产管理人员参考。

由于编写时间短，作者水平有限，疏漏、不足之处敬请专家、读者批评指正。

**编者**

**2007年9月**

# 目 录

<b>第一章 动物营养学基础</b>	1
一、能量	1
二、碳水化合物	4
三、脂肪及脂肪酸	11
四、蛋白质和氨基酸	14
五、矿物质	17
六、维生素	31
七、饲料添加剂	43
八、水	47
<b>第二章 动物对饲料的消化</b>	51
一、动物的采食量	51
二、饲料的可消化性	54
三、动物的消化力与饲料的可消化性	59
<b>第三章 饲料的种类</b>	66
一、饲料的分类	66
二、饲料的种类和特点	69
<b>第四章 粗饲料的加工调制</b>	81
一、干草的调制加工和饲喂方法	81
二、青贮饲料的调制和饲喂方法	84
三、秸秆的加工调制和饲喂方法	92
<b>第五章 饲料配方的设计</b>	104
一、配合饲料的类别	104
二、饲料配方设计的基本原则与步骤	106
三、饲料配方设计方法	113

<b>第六章 猪与家禽饲料配制</b>	131
一、饲料配制所需资料	131
二、猪饲料的配制	133
三、家禽饲料的配制	147
<b>第七章 反刍动物饲料配制</b>	156
一、反刍动物饲养基础	156
二、奶牛的饲料配方	160
三、肉牛的饲料配方	169
四、羊的饲料配方	174
<b>第八章 配合饲料的生产与加工</b>	179
一、饲料的粉碎工艺	179
二、饲料的混合工艺	182
三、颗粒饲料制作工艺	187
四、膨化饲料	191
<b>第九章 饲料安全</b>	194
一、影响饲料安全的因素	194
二、确保饲料安全的措施	199
三、饲料安全质量检测	203
<b>主要参考文献</b>	213

# 第一章 动物营养学基础

营养是一切生命活动（生存、生长、繁殖、产奶、产蛋、免疫等）的基础。整个生命过程都离不开营养。不同种类动物在营养上需求存在差异，这是动物适应生存环境的结果。动物营养是指动物摄取、消化、吸收、利用饲料中营养物质的全过程，是一系列化学、物理及生理变化过程的总称。本章主要阐明动物采食的各类营养成分特点以及营养物质摄入、利用的过程，揭示动物利用营养物质的量变质变规律，为动物生产提供理论根据和饲养指南。

## 一、能量

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

### （一）能量来源

饲料能量主要来源于碳水化合物、脂肪和蛋白质。在三大养分的化学键中贮存着动物所需要的化学能。动物采食饲料后，三大养分经消化吸收进入体内，在糖酵解、三羧酸循环或氧化磷酸化过程可释放出能量，最终以ATP的形式满足机体需要。在动物体内，能量转换和物质代谢密不可分。动物只有通过降解三大养分才能获得能量，并且只有利用这些能量才能实现物质合成。哺





乳动物和禽饲料能量的最主要来源是碳水化合物。因为，碳水化合物在常用植物性饲料中含量最高，来源丰富。脂肪的有效能值约为碳水化合物的2.25倍，但在饲料中含量较少，不是主要的能量来源；蛋白质用作能源的利用效率比较低，并且蛋白质在动物体内不能完全氧化，氨基酸脱氨产生的氨过多，对动物机体有害，因而，蛋白质不宜作能源物质使用。此外，当动物处于绝食、饥饿、产奶、产蛋等状态时，饲料来源的能量难以满足需要时，也可依次动用体内贮存的糖原、脂肪和蛋白质来供能，以应一时之需。但是，这种由体组织先合成后降解的供能方式，其效率低于直接用饲料供能的效率。

## （二）能量单位

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

现在国际上都采用“焦耳”（J）。卡与焦耳可以相互换算，换算关系如下：

$1\text{cal}=4.184\text{J}$ （焦）； $1\text{kcal}=4.184\text{kJ}$ （千焦）； $1\text{Mcal}=4.184\text{MJ}$ （兆焦）

## （三）饲料能量

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

### 1. 总能（GE）

是指饲料中有机物质完全氧化燃烧生成二氧化碳、水和其他氧化物时释放的全部能量，主要为碳水化合物、粗蛋白质和粗脂肪能量的总和。总能反映饲料中所含的能量，不能表示被动物利用的程度，如每克淀粉与每克纤维素的总能都是17.489千焦，但

淀粉几乎可以全部被动物利用，而纤维素几乎不能被动物利用。

## 2. 消化能 (DE)

是饲料可消化养分所含的能量，即动物摄入饲料的总能与粪能之差。即：

$$\text{消化能 (DE)} = \text{总能 (GE)} - \text{粪能 (FE)}$$

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

消化能又分为表观消化能 (ADE) 和真消化能 (TDE)。

$$\text{TDE} = \text{GE} - (\text{FE} - \text{FEe})$$

其中FEe表示粪中内源能，包括残余消化液、消化道代谢产物等的能量。

表观消化能的公式与一般意义上的消化能相同；而真消化能包括残余消化液、消化道代谢产物等的能量。中国《猪的饲养标准》采用消化能表示能量需要。国外一些猪的饲养标准即给出了消化能，也给出了代谢能。

影响饲料消化率的因素均影响消化能值。正常情况下，粪能是饲料能量中损失最大的部分，粪能占总能的比例因动物种类和饲料类型不同而异，吮乳幼龄动物不到10%；马约40%；猪约20%；反刍动物采食精料时为20~30%，采食粗饲料时为40~50%，采食低质粗料时可达60%。

## 3. 代谢能 (ME)

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

$$\text{ME} = \text{DE} - (\text{UE} + \text{Eg}) = \text{GE} - \text{FE} - \text{UE} - \text{Eg}$$

尿能是尿中有机物所含的总能，主要来自于蛋白质的代谢产



物，如尿素、尿酸、肌酐等。尿氮在哺乳动物中主要来源于尿素，禽类主要来于尿酸。每克尿氮的能值为：反刍动物31千焦，猪28千焦，禽类34千焦。

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

#### 4. 净能 (NE)

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

$$NE=ME-HI=GE-DE-UE-Eg-HI$$

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

## 二、碳水化合物

### (一) 碳水化合物的概念

碳水化合物是多羟基的醛、酮或其简单衍生物以及能水解产生上述产物的化合物的总称。这类营养素在常规营养分析中包括无氮浸出物和粗纤维，它是一类重要的营养素，在动物饲料中占一半以上。因来源丰富、成本低而成为动物生产中的主要能源。

## (二) 碳水化合物的分类

碳水化合物可以分为粗纤维和无氮浸出物两大类。粗纤维主要是植物的细胞壁成分；无氮浸出物主要包括淀粉和糖等。

### 1. 粗纤维的组成及性质

粗纤维由纤维素、半纤维素、多聚戊糖及糖嵌物质（木质素、角质素等）组成，是饲料中最难消化的营养物质。

(1) 纤维素 不溶于水、乙醚、稀酸和稀碱，溶于浓酸，主要由己聚糖组成。纤维素的消化是依靠瘤胃及盲肠内微生物所分泌出的纤维素酶和纤维二糖酶，作用的终产物乙酸可以供能，这在草食动物营养中具有重要意义。单胃动物对纤维素的利用能力有限。

(2) 半纤维素 是与纤维素紧密结合的碱溶性细胞壁多糖，成分不定，主要是戊聚糖和己聚糖，也有不具碳水化合物特征的化合物。一般不溶于沸水，而溶于稀酸、稀碱溶液。在家畜消化道内半纤维素是靠微生物活动而分解的，戊糖可分解为木糖和阿拉伯糖；己聚糖可分解为甘露糖和半乳糖。分解的终产物是乙酸。

(3) 果胶 是一类紧密结合的多糖，为高等植物细胞壁和细胞间隔的主要组成部分。部分溶于稀酸、稀碱溶液。主要靠微生物活动而分解为糖醛酸和单糖等。果实根茎类和幼嫩植物中含量较多。

(4) 木质素 严格地讲，木质素并非碳水化合物，但它和碳水化合物紧密地结合在一起。木质素的化学结构非常稳定，不溶于浓酸，但碱溶液可使其分解。木质素不能被动物的消化酶消化，也不受微生物的作用。因此，几乎不被动物消化。木质素含量多时，影响饲料的生物学分解，木质素的含量达15%时，饲料分解明显减慢，达20%~30%时，分解非常缓慢，达40%时，一般微生物几乎不能分解。



## 2. 无氮浸出物的组成及分布

饲料有机物质中的无氮物质除去脂肪及粗纤维外，总称为无氮浸出物，或称为可溶性碳水化合物，包括单糖、双糖及多糖等物质。单糖主要存在于植物的果实中，一般饲料中含量甚少；双糖在甜菜中含量丰富；多糖大量贮存在种子、果实和根茎中，一般植物性的饲料中，均含有较多的无氮浸出物，但以禾本科植物的籽实和根茎类饲料中含量最多。

### (三) 碳水化合物的功能

#### 1. 碳水化合物的供能贮能作用

碳水化合物，特别是葡萄糖是供给动物代谢活动快速应变需能的最有效的营养素。葡萄糖是大脑神经系统、肌肉、脂肪组织、胎儿生长发育、乳腺等代谢的主要能源。葡萄糖供给不足，小猪出现低血糖症，牛产生酮病，妊娠母羊产生妊娠毒血症，严重时会导致死亡。体内代谢活动需要的葡萄糖来源有二：一是从胃肠道吸收；二是由体内生糖物质转化。非反刍动物主要靠前者，也是最经济最有效的能量来源。反刍动物主要靠后者。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%。在所有可生糖物质中，最有效的是丙酸和生糖氨基酸，其次是乙酸、丁酸和其它生糖物质。核糖、柠檬酸等生糖化合物转变成葡萄糖的量较小。

#### 2. 碳水化合物在动物产品形成中的作用

高产奶牛平均每天大约需要1.2千克葡萄糖用于乳腺合成乳糖。产双羔的绵羊每天约需200克葡萄糖合成乳糖。反刍动物产奶期体内50%~85%的葡萄糖用于合成乳糖。基于乳成分的相对稳定性，血糖进入乳腺中的量明显是奶产量的限制因素。葡萄糖也参与部分羊奶蛋白质非必需氨基酸的形成。碳水化合物进入非反刍动物乳腺主要用以合成奶中必要的脂肪酸，母猪乳腺可利用葡萄糖合成肉豆蔻酸和一些其它脂肪酸，也可利用葡萄糖作为合成部

分非必需氨基酸的原料。

3. 碳水化合物也可转化为肝糖元、肌糖元而贮备。

#### (四) 碳水化合物的消化和代谢

单胃动物和反刍动物对碳水化合物的消化和代谢各有差异。

##### 1. 单胃动物

对单胃动物来说，最根本的能量来源是葡萄糖，不论是来自饲料的淀粉类多糖，还是来自动物体内的多糖，最后都转化为葡萄糖被吸收利用。单胃动物口腔内可以分解一部分淀粉。淀粉在淀粉酶的作用下分解为麦芽糖，到小肠后，在胰淀粉酶和麦芽糖酶的作用下，继续把淀粉变为麦芽糖，再把麦芽糖分解为葡萄糖。其他糖类，则有相应的酶类分解为葡萄糖。肠道内分解的葡萄糖除一部分被肠道吸收外，其余被微生物分解为有机酸，其中乳酸和挥发性脂肪酸各占一半，这些物质均可被肠道吸收，参与机体代谢。

饲料中的纤维素进入单胃动物的胃和小肠内不能被消化，转移到盲肠和结肠内，经细菌发酵，纤维素可分解为挥发性脂肪酸和二氧化碳，后者经过氨化作用变为甲烷，经过肠道排出。挥发性脂肪酸包括乙酸、丙酸和丁酸，这些物质在体内进一步代谢，最终形成二氧化碳和水，同时放出能量，二氧化碳和水随呼吸排出体外；另一方面，乙酸也可被运送到脂肪组织中形成体脂肪。单胃动物不能利用粗纤维中的木质素。

单胃动物对饲料内纤维性物质的消化几乎完全取决于大肠和盲肠内细菌的发酵作用。3~4日龄的仔猪胃肠道内没有分解纤维的细菌，只有在利用植物性饲料后才开始出现。粗纤维中的木质素不但自身不能消化，同时会严重影响大肠微生物对纤维素的消化。因此，日粮中的粗纤维比例是影响整个日粮消化率的重要因素。

##### 2. 反刍动物

反刍家畜的瘤胃是消化碳水化合物的主要器官。反刍动物的



瘤胃容积较大，饲料在其中停留的时间较长，为瘤胃微生物的发酵提供了条件。瘤胃微生物区系中除发酵淀粉及糖类和分解乳糖为琥珀酸的细菌区系外，还有分解纤维素的细菌。纤维素分解菌约占瘤胃中活菌的1/4，它能将不溶性纤维素分解为可溶性糊精和糖，其中以厌氧杆菌最为重要，能分解纤维素、纤维二糖及果胶等产生的挥发性脂肪酸。

反刍动物瘤胃中各种挥发性脂肪酸之间的比例受日粮中碳水化合物组成所影响。一般以乙酸、丙酸、丁酸比例为70:20:10为好。无论简单或复杂的碳水化合物，在瘤胃中大部分可分解为挥发性脂肪酸，然后被吸收利用。挥发性脂肪酸的生理功能主要包括：供应机体热能、合成体脂肪、生糖作用、提供消化道中微生物合成氨基酸时的碳架。

瘤胃中未消化的淀粉、可溶性糖以及细菌性多糖类在小肠被消化液可分解并以葡萄糖形式吸收，参与代谢，或贮存于肝脏待用或形成脂肪。瘤胃中未分解的纤维素，到盲肠与结肠后受细菌的作用，分解为挥发性脂肪酸参与代谢。

可见，反刍动物体内碳水化合物的消化以瘤胃为主，以小肠、盲肠和结肠为辅，碳水化合物代谢的主要终产物是挥发性脂肪酸，葡萄糖次之。

#### （五）家畜饲养中的粗纤维

对于反刍动物，粗纤维是一种必需营养素。首先它可以维持瘤胃的正常功能和动物的健康。淀粉和中性洗涤纤维（NDF）是瘤胃内产生挥发性脂肪酸的主要底物。淀粉在瘤胃内发酵比NDF更快、更剧烈。若饲料中纤维水平过低，淀粉迅速发酵，大量产酸，降低瘤胃液pH，会抑制纤维分解菌活性，严重时可导致酸中毒。饲料纤维能结合H<sup>+</sup>，本身就是一种缓冲剂，粗饲料的缓冲能力比籽实高2~4倍。此外，饲料纤维可刺激咀嚼和反刍的加强，促进动物唾液分泌，从而间接提高了瘤胃缓冲能力。研究表明，适宜的

饲料纤维水平对于消除由于大量进食精料所引起的采食量下降，防止酸中毒、瘤胃粘膜溃疡和蹄病是绝对不可缺乏的。饲料纤维低于或高于适宜范围，都不利于能量利用。NRC (1989) 推荐泌乳牛饲料至少应含19%~21%的酸性洗涤纤维 (ADF) 或25%~28%的NDF，并且饲料中NDF总量的75%必须由粗饲料提供。

其次维持动物正常的生产性能 饲料中纤维水平过低，瘤胃液挥发性脂肪酸中乙酸减少，导致乳脂肪合成减少，所以将饲料纤维控制在适宜的水平上，可维持动物较高的乳脂率和产乳量。

最后为动物提供大量能源 饲料纤维在瘤胃中发酵所产生的挥发性脂肪酸是反刍动物主要的能源物质。挥发性脂肪酸能为反刍动物提供能量需要的70%~80%，可见饲料纤维发酵对反刍动物能量代谢的重要意义。

饲料纤维对非反刍动物同样具有重要作用。但非反刍动物利用纤维的能力不及反刍动物 (见图1-1)。

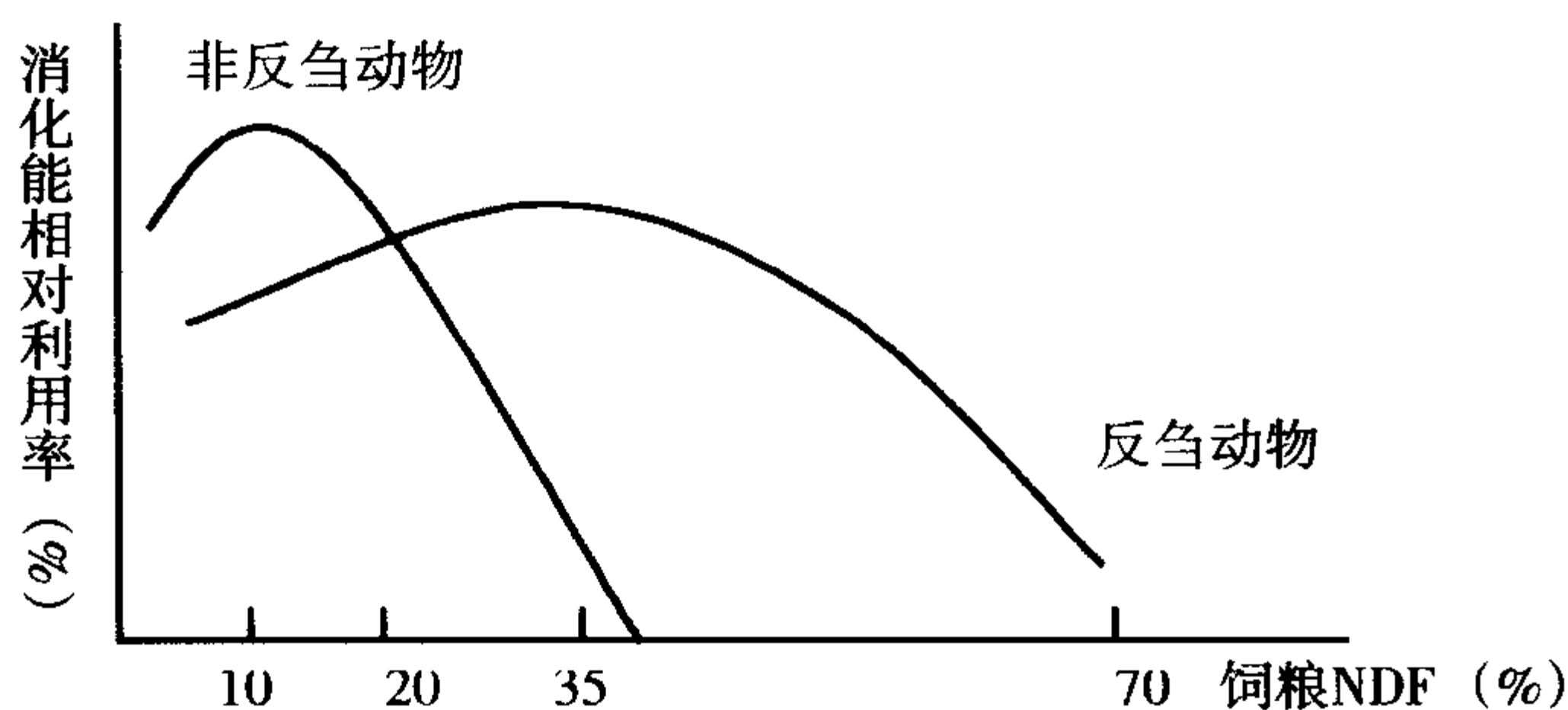


图1-1 不同动物饲料中纤维 (NDF, %) 与能量利用的关系

## 粗纤维在家畜饲养中的作用

### 1. 维持肠胃正常蠕动

肠胃正常蠕动是影响养分吸收的重要因素。麦麸对结肠的前进式蠕动有促进作用。饲料纤维中未发酵的部分通过机械作用影





响肠道蠕动和食糜滞留时间，而可发酵部分则可能是通过其发酵产品来影响肠道蠕动和食糜流通速度。繁殖动物常用NDF调节胃肠道食糜排空速度，保证胃肠道畅通。

## 2. 提供能量

纤维经大肠微生物发酵，产生的挥发性脂肪酸，可满足维持能量需要的10%~30%，其中杂食动物相对低一点，非反刍草食动物相对高一点。研究表明，母猪妊娠期间，饲料中配入适量的易于发酵的高纤维饲料，如甜菜渣、大豆壳、麦麸、三叶草、燕麦壳等，除可为母猪供能外，尚可提高初乳中脂肪含量，有利于初生仔猪的生长和成活。

## 3. 饲料纤维的代谢效应

饲料纤维可刺激胃液、胆汁、胰液分泌。果胶物质及可溶性纤维，如 $\beta$ -葡聚糖，可使胆固醇随粪的排出增加，降低胆固醇的肠肝再循环，有效地降低血清胆固醇水平，从而降低心血管疾病的发病率。还有研究表明，不溶性纤维可降低人的结肠、直肠癌的发病率，而可溶性纤维则无此效应。

## 4. 解毒作用

饲料纤维可吸附饲料和消化道中产生的某些有害物质，使其排出体外。适量的饲料纤维在后肠发酵，可降低后肠内容物的pH值，抑制大肠杆菌等病原菌的生长，防止仔猪腹泻的发生。

## 5. 改善胴体品质

猪在肥育后期增加饲料纤维，可减少脂肪沉积，提高胴体瘦肉率。

## 6. 刺激胃肠道发育

研究表明，饲喂高水平苜蓿粉饲料的猪，其胃、肝、心、小肠、盲肠、结肠的重量均显著提高。现代动物生产中常用纤维冲淡饲料营养浓度的方法以保证种畜禽胃肠道充分发育，以满足以后高产的采食量需要。