

全国统编农民职业技术教育教材

中级本



# 饲料与营养基础

第二版

西北农业大学 编

中国农业出版社

中国兽医



# 饲料与营养基础

第二版

西北农林大学 编

全国统编农民职业技术教育教材

# 饲料与营养基础

中级本

第二版

西北农业大学 编

中国农业出版社

第二版修订者

黄启贤 金公亮

第一版编著者

编写	黄启贤	金公亮
审稿	赵增荣	金德武
	韩仲田	张群智

## 第二版前言

饲料与营养基础（中级本），是为具有初、高中文化水平的农村干部、农民技术员和农村知识青年学习养殖业而编写的全国统编教材之一。自1984年9月第一次出版以来，先后重印了八次，受到了广大农村读者以及饲料厂和养殖场工人的肯定和欢迎，谨此表示衷心感谢。十年中，编者曾收到全国各地读者要求质疑和日粮配合的信函，并希望在内容和深度上有所提高、改进和侧重。为适应当前养殖业蓬勃发展的新形势，以及满足各地读者朋友走养殖致富。编者特在饲料方面改饲料分类为营养物质分类，着重阐述了各类饲料，诸如蛋白质、能量等的特性和特点，并与营养基础有机结合，便于读者融会贯通。其次，为使读者除能熟练地进行饲粮配合外，在再版中增加了配合饲料和饲料添加剂等新内容，并在营养基础方面的有关章节中适当补充了怎样平衡营养物质一些基本知识。

再版后的饲料与营养基础的编写目的，在于突出学科的实用性和针对性，以期能学以致用。但限于水平难以满足读者要求，书中不足和错误之处在所难免，敬希读者指正，不胜感激。

编者

1994年12月

## 第一版前言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代农业转化，广大农民从自己的切身经验中，越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要，一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起，我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工，特别是农村干部、农民技术人员和亿万在乡知识青年的迫切需要，加强农村智力开发，进一步推动农民职业技术教育和培训的发展，农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样，以及农业地区性强等特点，采取全国与地方相结合，上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编，由农业出版社出版；地区性强的专业技术课教材组织省（片）编写出版。第一批全国统编教材共五十三本，其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分，除水产教材外，其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写，适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习；中级本大致按一千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学

习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议。以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

# 目 录

第一章 饲料营养物质及其功用 .....	1
第一节 动物体和饲料的组成 .....	1
第二节 营养物质的消化和吸收 .....	7
第三节 粗蛋白质营养 .....	29
第四节 碳水化合物营养 .....	52
第五节 粗脂肪营养 .....	60
第六节 矿物质营养 .....	65
第七节 维生素营养 .....	81
第八节 能量 .....	92
第二章 动物营养需要 .....	103
第一节 维持营养需要 .....	103
第二节 繁殖营养需要 .....	117
第三节 泌乳营养需要 .....	123
第四节 生长营养需要 .....	135
第五节 肥育营养需要 .....	141
第六节 产毛营养需要 .....	150
第七节 使役营养需要 .....	155
第八节 产蛋营养需要 .....	160
第三章 饲料 .....	169
第一节 概论 .....	169
第二节 青绿饲料 .....	176
第三节 青贮饲料 .....	187
第四节 粗饲料 .....	199



第五节	能量饲料	208
第六节	蛋白质饲料	218
第七节	矿物质饲料	233
第八节	饲料添加剂	236
第九节	饲料的加工调制	257
第四章	配合饲料与日粮配合	265
第一节	配合饲料	265
第二节	日粮配合	279
第五章	饲养试验与饲养标准	293
第一节	畜禽的饲养试验方法	293
第二节	畜禽的饲养标准	296
第三节	饲料营养成分表	333

# 第一章 饲料营养物质及其功用

科学饲养所提供的饲料，是按动物在不同生理和生产过程中的不同需要为原则的。饲料是动物体摄取养分的来源。不了解饲料的特性和其中的营养物质，无疑会影响动物的生产力和增加饲养成本。

## 第一节 动物体和饲料的组成

饲料主要分为两大类，即植物性饲料和动物性饲料，而以植物性饲料为主。用作饲料的植物种类很多，但都有一个共同的特点，都是通过太阳能，将简单的无机物、水、二氧化碳和氮合成而建造自己的身体。动物与植物不同，为了实现生命活动和构成产品，如肉、脂、蛋、乳、皮和毛，需要依靠植物体所创造的物质，诸如籽实、叶、茎、根等作为食物，并通过消化器官，将摄取的食物分解、吸收、合成以建造自己的身体。

植物和动物是两种截然不同的生命形式，植物为自营生物，动物为异营生物，但构成有机体的诸多物质，却无本质的不同，而只有数量的差异。例如，动植物体都是由蛋白质、脂肪、碳水化合物和无机盐所组成，但其组分则有较大的差异，而且在数量上也是十分悬殊的。

为了科学饲养动物，对这种差异必须有一个全貌的认识，

即首先了解各种饲料中所含的各种不同的养分的真实含量，其次是了解各种不同生产目的动物在各生理阶段对养分的需求量。

**一、水和干物质** 水是最重要的生命活动物质，参与动植物的物质代谢的全过程。缺水会影响生理过程，严重时植物干枯，动物衰竭而死。动物每日的需水量必须保证，是干物质采食量的3—8倍，但就营养意义来说，只有干物质才具有营养意义。

水分的含量可以测定。将动植物样本在100—105℃下烘干至恒重，蒸发的是水分，剩余的即为干物质。营养物质均寓于干物质中。干物质中难消化的成分越多，则干物质中的可利用的养分浓度也就越少。就营养意义来说，不同饲料的干物质差异是很大的。一般来说，饲料愈精，养分愈多。所谓精是指单位干物质中营养物质的浓度。作为养分载体的饲料愈粗，营养价值也越低，例如粗饲料，即含粗纤维素愈多的饲料，其中难消化和不消化的物质也愈多。例如秸秆，主要是难消化的粗纤维素，其中所含的木质素和硅酸盐是不能消化的，只有反刍动物在某种情况下通过微生物消化一丁点。

在动植物的不同组分内，水分的含量有显著的差异(表1-1)。

表 1-1 动植物产品中水分的平均含量 (%)

瘦肉	76.4	青绿饲料	80—85
脂肪组织	12.0	干草	12—17
肝脏	71.4	禾本科和豆科籽实	12—16
血液	79.6	甜菜	75
鸡蛋	65.0	油饼和豆粕	10—14

植物中水分含量在很大程度上，决定于植物所处的发育

阶段。幼嫩植物富含水分。随着植物的成熟，水分的含量逐渐下降。动物也是一样，雏鸡含水量约为 85%，成年鸡约为 55%。

水分的功用，大致可归结为：水分是营养物质溶剂；废物的携带和输出剂；有助于养分的吸收和合成；并调节体温等。总之，水分是动植物活体的主要组分。因此，每天必须不间断地供给水分，最好采用自动饮水器，以满足动物对水分的需要。例如，禽类可以动用几乎全部的体脂肪，以及 50% 的体蛋白质仍能维持生命，然而机体若失水 10%—20% 就可导致死亡。

**二、无机物质** 动物和植物燃烧时，有机物质全部被氧化，所剩余的灰色物质，即是无机物质，通称灰分或矿物质。灰分的数量不多，只占有有机体的小部分，但在动物体的个别部分，如骨骼、角和牙齿却占有较大的比重。

植物体中凡营养器官灰分含量较高，而籽实中含量较少。动物体中脂肪组织灰分最少，而骨骼中则富含矿物质（表 1-2）。

**表 1-2 动植物体内的矿物质含量（占干物质%）**

脂肪组织	0—5	禾本科和豆科籽实	1.5—4.5
血液	4—5	秸秆	2.6—7.5
瘦肉	4—6	草地干草	4—7
骨骼	46—70	马铃薯	2—5

燃烧后的灰分中含有多种矿物元素，诸如钙、磷、镁、钾、钠、铁，以及微量的锰、铜、钴、锌等。这些都是动物的重要营养物质，缺少时会引起代谢障碍。在灰分中无疑会夹带一些外来的矿物质，如土壤和沙子等，植物有机体燃烧时，这

些物质也混在灰分中，因此灰分又叫做粗灰分。

金属元素主要与碳酸盐、硫酸盐、氯化物和硅酸盐结合，在较小程度上与碘、溴和其他阳离子结合。

应该注意的是：矿物质既组成无机化合物，又参与组成有机化合物，如硫是动植物体蛋白质的组分，有一些还是酶和维生素的组分。

**三、有机化合物** 有机化合物多种多样，除了脂肪、碳水化合物和蛋白质等主要有机化合物外，还有很多种化合物，虽其量微不足道，但在机体的生命活动过程中却起着很大的作用，如维生素、激素和酶等。

作为植物性饲料，能否直接喂饲动物，主要视其中含有的生物碱和糖苷类物质的存在与否，以及含量是否超过安全用量，例如一些含有毒素的植物茎叶和籽实，少量不致造成动物的不适，多了则会引起中毒。

植物体中也有激素和酶，但含量极微，主要能调节和决定体内各器官中营养物质的相应的转化过程，一般对动物体无影响，有的还能起一定的良好作用。

**四、动物体和饲料化学成分的比较** 将动物体和饲料（主要指植物）作化学成分的对比，目的在于组织合理的饲养以及为动物提供必需的养分。两者的基本特性可归结为如下六个特点。

第一个特点：植物体主要由碳水化合物组成。在植物体的干物质中，碳水化合物约占 70%，而动物体中碳水化合物极少，约为体重的 0.5%—1.0%。

在植物体中以粗纤维素形式存在的碳水化合物占整个植株的比重很大，以小麦秸秆为例，碳水化合物占干物质的 93.99%，粗纤维素约占碳水化合物的 43%。以籽实饲料玉米

为例，碳水化合物占干物质的 84.52%，其中粗纤维素占碳水化合物的 2%。

动物体中无粗纤维素，只有为量不多的糖元和葡萄糖，而且常处于动态状态。

第二个特点：植物所含的粗蛋白质（其中包括有硝态含氮物质）平均占干物质的 10%左右，而动物体平均占 50%左右。

根据分析材料，动植物性饲料中粗蛋白质含量有极大的差别，见表 1-3。

表 1-3 动物性和植物性饲料蛋白质比较 (%)

动物性蛋白质饲料粗蛋白质含量		植物性蛋白质饲料粗蛋白质含量	
血粉（自然干燥）	79.9	玉米面筋（谷蛋白）	42.9
血粉（人工干燥）	82.2	棉仁饼（浸出）	50.0
酪蛋白（干）	81.8	菜籽饼	39.4
鱼粉（鲱鱼）	70.6	大豆饼	45.8
肝脏粉	66.5	啤酒酵母	44.6
肉骨粉	50.6	小麦麸	16.0

第三个特点：植物体的矿物质含量较少，平均占干物质的 4%—5%，而阉公牛（肥育）则占 8%左右。

动物体矿物质中的钙含量最多，主要形成骨骼，产品中以全蛋的钙含量最多，主要形成蛋壳。植物体中钙主要存在于营养器官中，而籽实的胚中钙含量很少，磷则较多，而种皮内也是钙少而磷多。因此麸皮常是平衡饲料中磷不足的常用原料。

第四个特点：植物中油脂的含量变动很大，作为植物的籽实，如大豆中可高达 30%以上。在块根和块茎中一般不超过 2%。动物体中脂肪的含量与年龄和肥育的程度有关。除成年的肥育动物外，正常而健康的动物，体脂肪均较接近。

第五个特点：青绿饲料、优质干草、新鲜的块茎和块根中含有较多的胡萝卜素。胡萝卜素是维生素 A 的先体，在动物体中可以转化为维生素 A。动物体本身不能合成维生素 A，因此只能从饲料中摄取。

植物体中还含有一些重要的维生素，如维生素 E 和维生素 K。这两种维生素动物均不能合成，即使反刍动物也不能合成维生素 E。其次还含有诸如维生素 C 和叶酸等，幼年动物如仔猪、雏禽等合成的能力极弱。

第六个特点：动植物在生长期含水量较多，约 70% 以上，但随着时间的推移，水分含量逐渐下降。植物体中水分变化的幅度较大，从 95% 左右降至 20%—10%。动物体水分变化较小，一般为 70%—40%。动物饲养中的供水问题，乃是饲养日程中的一个重要环节。据报道，在年饲养日程中，水温不应低于 20℃，也不宜高于 30℃。同时还要保持水质的清洁。

**四、饲料营养物质表示法** 绝大多数饲料，包括配合饲料，均在风干状态下喂饲的。顾名思义，还含有一定量的水分，一般约 10% 左右。水分高于 10%，饲料或配合饲料会发生发霉变质，这叫做饲料的饲用基础。刈割的青绿饲料，叫做新鲜基础。风干基础即是干物质含量基础，干物质约占 90%。

所谓绝干，也叫全干，即是除水的意思。因此绝干基础，即干物质呈 100% 状态。这也有助于同潮湿基础的饲料进行比较。

用简便的比率，可将一种饲料基础表示的数值，改变为另一种基础的数值。公式为：

$$\frac{\text{饲料中任一成分用任一基础表示的}\%}{\text{该饲料在同一基础的干物质}\%} = \frac{\text{饲料中成分用另一基础表示的成分}\%}{\text{饲料中在同一基础的干物质}\%}$$

举例：某一饲料的潮湿基础（饲料的自然状态）含有粗蛋白质4%，水分75%，则它的风干状态下粗蛋白质（%）为：

$$100\% - 75\% \text{干物质}$$

$$\frac{4}{25} = \frac{x}{90} \text{（风干状态下的含水量）}$$

$$25x = 360$$

$$x = 14.4 \text{（饲料风干状态下粗蛋白质含量）}$$

## 第二节 营养物质的消化和吸收

营养与消化生理有密切的关系，因为饲料中的养分必须经消化之后，才能被吸收。了解消化和吸收的基本模型，有助于掌握饲喂方法。并进一步组织科学饲养。

**一、营养物质的消化** 饲料中的养分，一部分用来建造动物的体组织，另一部分为生命活动所需要的能源。

饲料中的有机物质，如碳水化合物、脂肪和蛋白质，对机体来说，都是外来的异物，不能按原样状态不加改组地吸收，因此必须进行变异为已的改造过程。这就是所谓的消化，但也有例外，如某些矿物质和维生素，可以不经消化而吸收。

饲料中养分进入消化道后，在机体酶的作用下，降解为小分子，达到能通过肠壁的程度，才被血液输送到器官和细胞内，并在此供作物质代谢的底物和所需的能源。例如蛋白质分解成蛋白质的组件，即氨基酸之后，在细胞内被吸收和再合成，并用来构成新的或补充已被代谢的物质。

养分的分解是在消化器官的消化过程中进行的。

**（一）口腔内的消化** 饲料在口腔的机械作用下变成碎粒、片段或直接送入胃中。除禽类外，各类动物首先将饲料



在口腔中进行初加工，即所谓的咀嚼。

随着饲料的逐渐细碎，表面积大为增加，与消化液的接触也增大，并变得湿润，并在消化液中酶的作用下，消化也就开始了。湿润而被嚼碎的饲料便能顺利地通过咽和食道，即所谓的吞咽。

口腔消化的主要特性为：一是唾液对饲料碎粒进行湿润，由其中的粘蛋白质使细碎的饲料成为可吞咽的食团；二是由于唾液呈弱碱性反应，能使饲料达到一定的软化和溶解。

唾液含有 99.0%—99.5% 的水分和微量矿物质，如氯化物、磷酸盐、重碳酸盐、碱土和尿素。草食动物每昼夜的唾液分泌量达到体重的 10%，成年牛 24 小时可分泌唾液 50—60 公升。

唾液中含有淀粉酶，称为唾液淀粉酶，能使淀粉分解成麦芽糖。猪唾液中含有大量淀粉酶，在弱碱性环境下作用最强，在酸性中则受到抑制。

(二) 胃内的消化 经唾液软化和浸润的饲料从口腔沿食道进入胃中，就开始了胃内的消化。

1. 反刍动物的胃内消化：牛胃容积为 100—250 升，分为四胃，其中瘤胃和网胃约占整个容积的 80%，重瓣胃约占整个容积的 8%，皱胃，也叫真胃约占 12%。

食团吞咽后，沿食道进入瘤胃和网胃。在消化过程中，瘤胃在一定程度上是一个大发酵室。在瘤胃因唾液造成的弱碱性条件下，食物受到微生物的作用，进行着剧烈的发酵过程，碳水化合物，特别是粗纤维素因酵解作用而产生的尾产物，主要是各种有机酸，如乙酸、丙酸和丁酸（见表 1-4）。形成的酸则被瘤胃壁吸收和作为微生物活动的能源，其中的乙酸形成反刍动物的体脂和乳脂。