



经济动物 养殖学



陈宗礼 刘长海 编著



中国农业出版社

经济动物养殖学

陈宗礼 刘长海 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

经济动物养殖学/陈宗礼, 刘长海编著. —北京: 中国农业出版社, 2002. 10

ISBN 7-109-07880-9

I. 经... II. ①陈...②刘... III. 经济动物-饲养管理 IV. S865

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 080954 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 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 刘博浩

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.75

字数: 290 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 25.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

经济动物养殖学是一门新兴的边缘应用学科，它是在近代动物生产结构发生变化的实践中发展起来的，与许多学科有着密切的联系。科学与生产实践的发展和需要促进了这门学科的快速发展，它不仅是农林院校的一门专业课，也是生物科学中动物科学和生物技术等专业的主修课或辅修课。

近年来，经济动物的生产发展迅速，已成为国民经济的重要组成部分。但要养好经济动物并非易事。与发达国家相比，我国经济动物的生产力水平还较低，发展也不平衡。要推动该产业科学快速地发展，还需要同仁们继续艰辛的努力。应广大研究者与从业者的要求，为适应经济动物科研、教学和生产的需要，我们在总结多年科研、教学及生产实践经验的基础上，参阅了国内外有关文献资料，编写了这本书。希望本书的出版对经济动物生产的可持续发展有所裨益。

本书主要内容分为二篇，第一篇为经济动物营养学基本原理，主要介绍了饲料内的营养物质及其营养价值的评定、经济动物的饲料及其加工调制的知识和方法；第二篇为经济动物养殖学各论，主要介绍了兔、鹿、麝、狐、貂、貉、蚯蚓、蜗牛、蝎子、土元、蜈蚣、黄粉虫、金鱼等 28 种主要经济动物的生物学特性、品种特征、饲养管理、繁殖育种、常见病防治、以及产品的初步加工利用等技术和知识。其中前言、序、第一、二章、第三章第一节、第五章第四节，由陈宗礼承担编写，其余部分由刘长海承担编写。最后由陈宗礼统稿。

本书内容突出了理论联系实际，可作为从事动物学、生态学、经济动物生产、野生动物管理、环境保护、畜牧兽医等科研人员、教师、研究生、本科生、各级技术人员和管理干部的参考书，也可作为大专院校的教材。

本书由于编写时间短，加之作者才疏识浅，其中疏漏之处在所难免，我们殷切期望本学科的前辈、同行专家以及广大读者不吝赐教。并在此向本书的出版单位及本书所引用参考文献的作者致以衷心的感谢。

编 者

2002 年 9 月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一篇 经济动物营养及饲料学基本原理

第一章 饲料内的营养物质及其营养价值的评定	5
-----------------------------	---

第一节 饲料与动物体的关系	5
---------------------	---

一、饲料内营养物质的分类	5
--------------------	---

二、动、植物体化学成分的比较	7
----------------------	---

第二节 饲料的营养物质及其功能	8
-----------------------	---

一、水分	8
------------	---

二、蛋白质	10
-------------	----

三、粗脂肪	15
-------------	----

四、碳水化合物	18
---------------	----

五、矿物质	21
-------------	----

六、维生素	29
-------------	----

七、能量营养概述	35
----------------	----

第三节 经济动物对饲料的消化与吸收	39
-------------------------	----

一、饲料的消化过程	39
-----------------	----

二、碳水化合物的消化与吸收	41
---------------------	----

三、脂肪的消化与吸收	41
------------------	----

四、蛋白质的消化与吸收	41
-------------------	----

五、其他养分的吸收	42
-----------------	----

第二章 经济动物的饲料及其加工调制	43
-------------------------	----

第一节 经济动物饲料的分类	43
---------------------	----

一、按照饲料的来源分类	43
-------------------	----

二、按照主要的营养成分分类	43
---------------------	----

三、按饲料来源和营养成分的综合分类	43
-------------------------	----

第二节 常用饲料的特性及其加工调制	45
-------------------------	----

目 录

一、青绿饲料	45
二、青贮饲料	47
三、青干草	49
四、蒿秕饲料	49
五、能量饲料	50
六、蛋白质补充饲料	51
七、饲料添加剂	54
第三节 经济动物的配合饲料	57
一、配合饲料的概念及其优点	57
二、配合饲料的类型	58
三、配合饲料的形状	59
四、配合饲料应用需注意的问题	59
 第二篇 经济动物养殖学各论	
 第三章 草食性经济动物养殖	 61
第一节 家兔	61
一、家兔的生物学特性和品种	61
二、家兔的饲养方式和饲养标准	65
三、家兔的饲养管理	74
四、家兔的繁殖育种	80
五、家兔常见疾病的防治	86
第二节 马鹿	90
一、马鹿的品种特征及生物学习性	90
二、马鹿的养殖技术	90
三、鹿茸的采收、加工和利用	93
第三节 麝	95
一、麝的品种特征及生物学习性	95
二、林麝的养殖技术	95
三、麝香的采收、加工和利用	96
 第四章 肉食性经济动物养殖	 98
第一节 水貂	98
一、水貂的品种特征及生物学习性	98
二、水貂的养殖技术	98
三、水貂的捕捉及貂皮的加工和利用	102
第二节 狐	103

一、狐的品种特征及生物学习性	103
二、狐的养殖技术	104
三、狐皮的采收和加工	109
第三节 貉	109
一、貉的品种特征及生物学习性	110
二、貉的养殖技术	110
三、貉的取皮、加工及利用	113
第四节 犬	114
一、犬的品种特征及生物学习性	114
二、犬的养殖技术	116
三、犬的经济利用方式	119
第五节 猫	120
一、猫的品种特征及生物学习性	120
二、猫的养殖技术	122
三、猫的经济利用方式	125
第六节 青蛙和牛蛙	125
一、青蛙	125
二、牛蛙	127
第七节 蝎、蜈蚣和蛇	130
一、蝎	130
二、蜈蚣	134
三、蛇	137
第五章 杂食性经济动物养殖	143
第一节 鹌鹑和鸵鸟	143
一、鹌鹑	143
二、鸵鸟	146
第二节 黄鳝和金鱼	150
一、黄鳝	150
二、金鱼	153
第三节 鳖和绿毛龟	158
一、鳖	158
二、绿毛龟	163
第四节 蚯蚓和蜗牛	167
一、蚯蚓	167
二、蜗牛	173
第五节 蚂蚁和地鳖虫	177
一、蚂蚁	177

目 录

二、地鳖虫	181
第六节 蝇蛆和黄粉虫	185
一、蝇蛆	185
二、黄粉虫	187
第七节 豚鼠、大鼠和小鼠	190
一、豚鼠	190
二、大鼠	192
三、小鼠	194
主要参考文献	196

绪 论

一、经济动物的概念及养殖种类

(一) 经济动物的概念

经济动物是指其产品有很高的经济价值而又具不同生物学特性的一类由野生变为驯养的商品动物。

经济动物和家畜及野生动物既有区别,又有联系。到目前为止,人类已先后驯化了60多种野生动物。从广义上讲,家畜和野生动物也是重要的经济动物,前者是由古代野生动物被人类驯化而来,是人类长期生产活动的产物,已变得易于养殖,如马、牛、羊、猪、鸡等。后者人类还未驯化,虽然其产品经济价值很高,但还难以养殖进行商品生产,如老虎、犀牛等。从狭义上讲,经济动物是指除传统的家畜、家禽及水生动物外的其他有较高经济价值的动物,它们一般由野生变为驯养的时间较短,受人类生产活动的影响也较少,相对较难养殖的一类动物,如貂、狐、貉、麝、鹿、土元、蝎子、蜈蚣、青蛙、牛蛙、甲鱼、龟等。

随着驯养技术的改进,通过人类长期多代的养殖和人工选择,有些经济动物也有可能被进一步驯养为家畜和家禽。事实上,目前有不少经济动物,如兔、狗、猫等已被列入家畜的范畴,鸽、鹌鹑、火鸡等已被列入家禽的范畴,而金鱼、鳖、黄鳝、泥鳅、河蟹等已被列入水产养殖业,蜂和蚕等已分别列入养蜂业和养蚕业。同样,随着生产和科学的不断发展,有些野生动物还有可能被驯化为经济动物,如藏羚羊、海马等。所以,要用历史唯物主义和辩证唯物主义的观点看待经济动物,经济动物与家畜、家禽和野生动物既有区别,又互相联系,而且处于不断发展变化之中。

(二) 经济动物的分类

在我国,有经济价值的动物种类达1300多种,经济动物因其种类繁杂,习性各异,产品用途多样,各学者的研究重点和看法不一,所以,目前还很难有统一的分类标准。主要有以下几种分类方法:

1. 根据生活习性类型分类 据此,可将经济动物分为走兽类(如貂、狐、貉、狗、麝、鹿、兔等)、珍禽类(如雉鸡、乌鸡、鸽子、鹌鹑、鹧鸪等)、水产类(如甲鱼、泥鳅、黄鳝等)、两爬类(如蛇、青蛙、牛蛙等)、昆虫类(如蚂蚁、黄粉虫、苍蝇、土元等)。

2. 根据其产品用途的不同分类 据此,可将经济动物分为食用类(如甲鱼、牛蛙等)、药用类(如蝎、麝、鹿等)、毛皮类(如貂、狐、貉等)、饲料类(如蚯蚓、黄粉虫、蝇蛆等)、观赏类(如金鱼等)、实验类(如大白鼠、小白鼠、豚鼠等)。

3. 根据食性的不同分类 据此,可将经济动物分为草食类(如兔、鹿等)、肉食类

(如貂、狐、貉等)及杂食类(如鼠类、驼鸟、金鱼等)。

上述分类方法各有优缺点。第一种分类方法主要考虑了动物的行为,而忽略了其食性和用途。第二种分类方法虽然考虑了动物产品的用途,但由于某些动物产品用途的多样性(如兔子,既有肉用的,又有皮用和毛用的;又如蚯蚓既可食用,又可药用,还可以作为饲料),难以将其确切分类,同时,也忽略了动物的食性。第三种分类方法虽然忽略了动物产品的用途,但由于食性与动物的习性不无关系,另外,根据动物消化生理和所需饲料的趋同,从养殖学和生产角度来看,此种分类方法便于学习和操作,故本书将采用第三种分类方法即按食性的不同进行分类讲述。

二、发展经济动物生产的目的意义

经济动物是大自然赋予人类的宝贵财富,它们不但在维护生态平衡中起着巨大的作用,而且对于人类有多方面的经济和社会意义。

有的经济动物可为人类提供高级裘皮衣着原料,如貂皮、狐皮、貉皮等。

有的经济动物可为人们提供营养丰富的美味肉食,如鸭、鸽、鹌鹑、乌鸡、鳖、黄鳝、泥鳅、河蟹、青蛙、兔、鹿等。

有的经济动物可为人们提供一些贵重的治病救命的药材原料,如麝香、鹿茸、全蝎、土元、蜈蚣、蛇、蚂蚁等。

有的经济动物可为家养畜禽和其他动物提供高蛋白饲料,如蚯蚓、蜗牛、黄粉虫、蝇蛆等。

有的经济动物可为科学研究提供实验方便,如豚鼠、大鼠、小鼠、兔、狗等。

有的经济动物可供人们欣赏娱乐,美化环境,丰富人们的精神生活,如金鱼、狮子狗、猫等。

有些经济动物还可作为人们的信使和特殊的伴侣与助手,如信鸽通讯,猫捕鼠,狗用于侦察、狩猎、看家护园等。

可见,发展经济动物生产,这对不断满足城乡人民生活日益发展的需要,以及出口创汇,增加个人、集体和国家收入,支援国家现代化建设都具有重要的意义。

三、经济动物生产发展的概况

经济动物生产在世界上很多国家的国民经济中占有相当地位,尤以东欧、北欧、北美等国家占得比重为高,被誉为第二畜牧业。

我国经济动物生产的历史悠久,但总体发展缓慢。据史料记载,汉代梁孝王曾筑“兔园”,专门养兔用作观赏;西汉张骞通西域时,已用信鸽传书;唐朝宰相张九龄家养大批信鸽,称为“飞奴”,作为通讯工具。养猫、养狗也有很长的历史。说明我国在两千年前的秦汉时代已开始有经济动物的养殖,但在很长一段时间并未形成产业。

到二十世纪五十年代,我国养兔业等少数经济动物作为商品生产开始发展。直到改革开放以后,随着经济体制改革和产业结构调整,经济动物养殖业才开始蓬勃发展起来。经

济动物真正形成产业,作为商品生产进行专业养殖也是近十年的事。目前,我国发展经济动物人工养殖的种类已达100种以上,全国各地均建起了相应的经济动物养殖场。随着经济动物生产的迅速发展及对野生动物资源的开发利用,有关科学研究机构、养殖协会相继成立,可进行人工养殖的动物品种也不断地扩大。但不同种类的经济动物,其养殖水平和发展速度还有一定差异。目前,大部分经济动物养殖业正处于认识期或生长期,如孔雀、鸵鸟、果子狸、蜈蚣、蛤蚧等。少数起步较早的养殖业如养兔、养貂、养鹌鹑、养鹿已基本进入成熟期,具备了产业化发展的基本条件,已经取得了经济效益;如养兔业,据2001年统计,我国的肉兔存栏数约1.2亿只,年出栏约2.9亿只,年产兔肉40万t,出口约2万t,年创外汇约4750万美元,均居世界首位;又如养鹿业,我国养殖历史悠久,是世界上鹿茸生产和消费大国之一,我国目前养殖规模在100头以上的鹿场约3000家,存栏约60万头。据2001年统计,每头鹿的净养殖利润约为1000~2500元。可见,经济动物养殖业已成为我国城乡多种经营的主要项目,已成为广大群众脱贫致富的主要产业之一。

四、发展经济动物生产应注意的几个问题

经济动物生产属于大农业中的特产农业,是传统养殖业的派生和延续,与传统的畜牧业生产相比,具有涉及范围广、种类多、经济价值高、发展不平衡、市场不稳定等特点,因此,发展经济动物生产应注意以下几个问题。

(一) 要有商品观念,注意市场信息

养殖经济动物是商品生产,养什么?养多少?要由市场需求来决定,不研究市场信息,凭个人的感觉挤“热门”,盲目养殖就会使产品滞销,造成经济损失甚至破产。因此,要注意按商品市场的客观需求发展相应的经济动物生产。

(二) 要因地制宜,注意生物学特性,发挥地方特种养殖优势

各种经济动物其生物学特性各异,它们对气候、饲料等生态条件的要求也不同。如貂、狐、貉、梅花鹿等动物适合在高山寒冷地带生活,高温会导致其毛皮疏松,质量下降,所以其适宜在东北等寒冷地带发展养殖;兔、马鹿、麝等动物以草食为主,适宜在中西部地区发展这类草食和药用动物的养殖;黄鳝、泥鳅等动物喜温暖气候,它们在水温16~30℃时生长最快,所以,宜在东南沿海等地区发展这类水产动物的养殖。若忽视动物的生境条件,不因地制宜,盲目引种上项目,养殖成功的可能性很小。

(三) 要加强科学研究,注意科学管理,提高经济效益

科技是实现经济动物生产健康发展的先导。与传统畜牧生产相比,目前,经济动物生产的基础研究在我国还很薄弱,科研资金及人员投入的力度和研究的深度还远远不够,科学管理跟不上,从而制约了本行业产品质量的提高和发展。因此,有关部门应加大对经济动物生产科学研究的人力、物力的投入,促进科技创新,加快科技成果转化与推广,使科技进步对经济动物生产的发展发挥应有的巨大推动作用。重点要抓好以下几方面工作:

1. 要加强良种培育,注意防止品种退化 品种是经济动物生产的根本,只有养殖优良品种,才能提高生产效益。我国因对经济动物养殖的科技投入相对不足,也缺乏相应的

优良品种，因而曾多次大量引进国外优良品种如獭兔、狐等；但由于对良种的提纯复壮及培育工作重视不够，致使养殖的经济动物品种普遍退化，产品质量低，无名牌优势，在国际市场上竞争力差，从而严重制约了出口创汇和行业的发展。因此，一定要加强经济动物良种培育工作，建立科学的良种繁育体系，防止品种退化；不断向市场提供优良品种，促进经济动物生产的发展。

2. 要重视营养学研究和饲料建设，注意科学配合饲料（日粮） 饲料是经济动物生产的重要物质条件，只有应用科学的配合饲料，才能降低生产成本，提高养殖的经济效益。我国目前对经济动物营养学和饲料科学的研究比较滞后，许多养殖户（场）缺乏必要的知识，有什么喂什么，不能对饲料作到合理搭配，致使饲料资源开发不足而浪费又大，饲料报酬低，生产效益差。因此，一定要重视对经济动物营养学原理、饲料及其营养学价值评定的研究和学习，注意按各种动物不同时期的需要，为其配制出合理的饲料日粮，进行科学饲养，以提高经济动物的生产力水平。

3. 要抓好疾病防治和研究，注意提高动物的健康状况 经济动物疾病直接危害到其生产，它不仅严重影响动物的生产性能和产品对外贸易，而且有些人兽共患性传染病还能威胁到人的健康。我国目前在经济动物疾病研究和防治方面，与国际先进技术相比还有一定差距，致使其疾病防治不及时或防治效果差，影响了其健康发展。因此，要注意积极抓好经济动物疾病的防治和研究工作，以提高动物的健康状况，减少死亡损失，生产等级高、竞争力强的动物产品。

（四）要重视产品加工和市场销售，注意创名牌，积极培育市场

相应的加工企业是经济动物生产持续发展的关键环节之一。要依靠科技进步，开发精深加工的经济动物系列产品，提高产品的科技含量和质量。要注意创立品牌和名牌产品，促使产品增值；同时积极培育市场，不断拓宽市场容量，从而推动经济动物生产从小农经济迈入产业化经济。

第一篇 经济动物营养及饲料学基本原理

第一章 饲料内的营养物质及其营养价值的评定

第一节 饲料与动物体的关系

在自然界中，植物生产和动物生产是整个物质循环中的两个重要环节。植物吸收土壤中的养分、水分和空气中的 CO_2 ，依靠太阳的光和热进行光和作用合成植物体本身。草食动物则以植物的成分为养料来建造自身，繁衍后代。杂食性和食肉性动物又将一些植物和动物产品作为营养，通过自身的生理机能转化为各种动物性产品。为了提高对人类有价值的经济动物的养殖效益，必须了解经济动物与其饲料内营养物质的关系。

一、饲料内营养物质的分类

在动物营养学中，人们用化学分析方法把饲料剖析为几类营养物质（如水分、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物和维生素等）（表 1-1），借以评定饲料营养价值。这就是饲料通用分析方案。

将饲料样品在一定温度下烘至恒重，失去的重量即为水分，剩余的重量即为干物质（在 $60\sim 65^\circ\text{C}$ 烘干至恒重者，称风干物质，样品内还保留一部分水分；在 $100\sim 105^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重者称全干物质，样品内无水分）。

将饲料样品在高温炉内于 $550\sim 600^\circ\text{C}$ 煅烧，残留的灰烬叫做粗灰分。由于灰烬中还含有矿物质的氧化物和少量杂质，如粘土，砂石等的煅烧残灰，故标以“粗”字，意即不纯。

煅烧过程所失去的重量即为有机物质。有机物质中包括含氮化合物与不含氮化合物。

饲料中所有含氮化合物总称为粗蛋白质，包括纯蛋白质和氮化物—各种含氮的非蛋白质化合物。测定粗蛋白质含量时采用凯氏（J. kjeldahl）半微量定氮法。因饲料内粗蛋白质的含氮量平均为 16%，所以，测得的氮量乘以 6.25（即 $\text{N}\times 6.25$ ）为其粗蛋白质含量。

粗脂肪是乙醚（或其他脂溶剂）的全部浸出物，除真脂肪外还包括其他溶于乙醚的有机物质，如色素、树脂、蜡质、甾醇等，故冠以“粗”字，亦称为醚浸出物。

碳水化合物包括粗纤维和无氮浸出物两大类。粗纤维实际上是指脱脂样品经稀酸、稀碱处理后的所有残余部分，除纤维素外，主要是植物的细胞壁，包括有纤维素、木质素、角质、果胶与少量的灰分及含氮化合物，是饲料中最难消化的物质。因此，粗纤维与纤维素不是相同的成分。

无氮浸出物主要包括淀粉和糖等。由于它的成分比较复杂，一般不直接测定，仅根据

表 1-1 动植物性饲料化学组成比较表

植物体化合物名称	元素组成	动物体化合物名称
水分	H ₂ O	水分
植物		干物质
灰分(干物质燃烧残余物)		灰分
含氮化合物(粗蛋白)	蛋白质:——单蛋白、复蛋白、酶、色素、B族维生素 氮化物:——氨基酸、醌氮类、有机碱、生物碱、某些配糖体	含氮化合物(干燥脱脂、脱变肌肉)
单蛋白、复蛋白、血红蛋白、B族维生素	K、No、Ca、Mg、S、Cl、P、Fe、Cu等 Co、其他元无机素 C、H、O、N、S、P、Cu等	体蛋白
中性脂肪、脂肪	酸、色素(叶绿素、胡萝卜素及其他)、蜡质、树脂、维生素A、D、E、磷脂、固醇、挥发油	氨基酸
氨基酸、激素(甲状腺素、肾上腺素及其他)、B族维生素(胆碱)	C、H、O及其他无机元素	氨基酸、激素(甲状腺素、肾上腺素及其他)、B族维生素(胆碱)
粗纤维	纤维素、半纤维素、木质素、其他	中性脂肪、脂肪
无氮化合物	淀粉、糖、多缩戊糖、果胶物质、配糖体、单宁物质、维生素C	粗脂肪
无氮化合物	淀粉、糖、多缩戊糖、果胶物质、配糖体、单宁物质、维生素C	无氮化合物
无氮化合物	淀粉、糖、多缩戊糖、果胶物质、配糖体、单宁物质、维生素C	无氮化合物

饲料中其他营养成分的结果计算而得，即：

样本中无氮浸出物含量% = 干物质% - (粗灰分% + 粗蛋白质% + 粗脂肪% + 粗纤维%) 不同饲料中无氮浸出物的内容是不同的。

饲料通用分析方案中所列出的水分、粗灰分、粗蛋白、粗脂肪、碳水化合物、维生素称为六大营养物质。这个方案虽然现在看来它存在不少问题，有待进一步改进，但因其很概略，应用起来较简便故已沿用 100 多年，很少改变。后来也应用于粪、尿及动物产品的分析，故又叫做饲养分析方案。

二、动、植物体化学成分的比较

(一) 动、植物体的化学成分

动植物体之间虽然生活方式不同，形式各异，但实验证明，他们所含的化学元素基本相同，都主要含氧 (O)、碳 (C)、氢 (H)、氮 (N) 等元素，其量约占 90% 以上；另外还含有硫 (S)、磷 (P)、氯 (Cl)、钙 (Ca)、镁 (Mg)、钾 (K)、钠 (Na)、铁 (Fe)、硅 (Si)、锰 (Mn)、锌 (Zn)、铅 (Pb)、钴 (Co)、铜 (Cu)、碘 (I)、硒 (Se) 等，也是构成动、植物体的必要元素 (表 1-2)。据研究所知，在已知的 102 种化学元素中，动植物体内含有 60 余种。这些元素一般分为两大类：一类为常量元素，其含量为体重的百分之几至万分之几；另一类为微量元素，含量为十万分之几至千万分之几。这些元素在动物体内以不同的比例和方式组合成形形色色的有机物或无机化合物，因而导致了动物体之间、植物体之间、动、植物体之间及其产品之间的千差万别。

表 1-2 几种植物性饲料与畜体内所含的化学元素

元素	含量单位	饲 料				家 畜		
		青草	玉米	豆饼	甜菜	脂肪型猪	中等肥育阉牛	中等肥育绵羊
氧	%	70.4	49.1	38.3	79.0	44.9	53.7	51.7
碳	%	14.4	40.3	41.7	8.0	38.0	23.4	25.4
氢	%	11.5	7.2	5.9	11.7	10.3	9.1	9.3
氮	%	0.5	1.4	7.8	0.3	1.8	2.7	2.2
硫	g/kg	0.97	0.59	1.68	0.6	1.27	1.81	1.54
磷	g/kg	0.68	303	7.61	0.29	2.77	7.98	5.28
氯	g/kg	1.32	1.38	3.82	0.76	0.41	0.59	0.52
钙	g/kg	1.97	0.3	2.15	0.61	4.43	15.0	8.74
镁	g/kg	0.89	1.14	2.65	0.25	0.19	0.51	0.32
钾	g/kg	6.32	3.18	20.2	1.35	1.12	1.69	1.42
钠	g/kg	0.36	0.05	0.18	0.14	0.53	1.08	0.76
铁	mg/kg	21.0	42.0	230.0	21.0	99.0	280.0	280.0
硅	mg/kg	1 643	170.0	720.0	140.0	10.0	60.0	100.0
锰	mg/kg	61.0	9.0	30.0	21.0	—	—	—
锌	mg/kg	25.0	21.0	47.0	7.0	30.0	30.0	30.0
铝	mg/kg	39.0	14.0	41.0	31.0	—	—	—
钴	μg/kg	70.0	17.0	135.0	14.0	—	—	—
铜	μg/kg	800.0	51.0	1 240.0	760.0	—	—	—
碘	μg/kg	—	—	—	—	400.0	400.0	400.0

(二) 动、植物体化学组成的差别

动植物体所含化学元素种类虽基本相同，但所具有化合物的数量与质量却有显著的差别。

1. 所含化合物在数量上的差别 最明显的是碳水化合物含量的差别。在植物中它占干物质的 70% 左右；而在动物体它含量甚微，约为体重的 0.1%~1.0%。

蛋白质含量，植物中平均占干物质的 10% 左右，而动物中占了 50% 左右。矿物质含量，植物中平均为干物质的 4%~5%，而动物体占 8%~9%。植物中钠、钙少，钾、镁、铁较多，而动物体则正相反。

水分含量在植物中变动范围很大，而在动物体内虽有变化，但比较稳定。

2. 所含化合物在质量上的差别 主要有以下几方面的差别：第一，在碳水化合物上，植物体内主要是粗纤维、淀粉、配糖体和生物碱；而动物体内为糖元及葡萄糖，根本不含纤维素。第二，在粗蛋白上，植物中包含有氮化物，而动物体内除含蛋白质外，仅含有游离氨基酸和一些激素，而无氮化物。第三，在粗脂肪上植物体含有色素、蜡质、树脂等，而动物体不含这些物质却含有性腺激素。第四，在维生素上，植物中不含维生素 A，只或多或少含有胡萝卜素，而动物体中含有维生素 A。

除上述差别外，动物和植物性饲料在同名成分物质的物理、化学性质及其生物学作用方面也极不一致，例如动物性饲料的蛋白质种类和氨基酸组成均优于植物性饲料，因之，营养价值也较高。

以上这些情况说明，动物在利用营养时必须经过自身的生理机能进行一系列的改组、转化过程，这个过程叫做营养作用。

第二节 饲料的营养物质及其功能

动物必需摄取食物以供应其所需的能量，同时获得各种供生长、发育、繁殖和修补组织以及整个生命活动过程所必需的各种物质，此类物质称为营养物质或养分。也即动物用以滋养身体、维持生命与健康及生殖的物质。故动物凡由外界摄取的一切有用物质可称作营养物质。上节已讲到，人们通过理化方法已分析出这些营养物质有六大类，即水、矿物质、蛋白质、脂肪、碳水化合物和维生素。无论人们从事何种动物的养殖，都应对这些物质的来源、一般性质、功用以及正确的用法有个最基本的认识 and 了解，以便建立正确的科学饲养管理的基础，来提高动物养殖的水平和效益。

一、水分 (Water)

水是动植物体组织中最多和最重要的成分之一。

(一) 饲料的含水量

各种植物性饲料均含有水分，含量的差异从 5%~95% 不等。在风干饲料中的含水量，以饼渣及籽实较少，多数在 10% 上下，而鲜青草则多达 80% 左右，水生瓜、菜、果品类饲料可多达 90% 左右。同一种饲料，由于收割利用时生长阶段的不同含水量不同，

幼嫩时含水量多，随着成熟程度的变化，含水量则逐渐降低。植物的不同部位含水量亦异，枝叶中水分较多，茎秆中较少，籽实、糠麸等含水量更少。

各种动物饲料中也含有水分。含水量在种类之间差异很大，一般水产动物含水量较多，陆地动物含水量较少，草食动物含水量较大，肉食动物含水量较少。动物不同部位含水量也有差异，血液中含水量较多，可达80%左右，肌肉次之，约为72%~78%，骨骼约为45%。动物的年龄和营养状况不同含水量亦异。幼龄动物含水量多、成年动物少。例如45kg重的犊牛含水量为72%，45kg重的肥公牛含水量为52%。营养状况差的动物含水量多，营养状况好的动物含水量少。如瘦羊的含水为61%，而肥羊的含水量为46%，最肥的家畜其含水量甚至低于40%。

饲料含水量的多少与其营养价值的高低和贮存难易有关。凡含水量多，则其每单位重量的饲料中所含有干物质就少，营养价值也就低。另外，饲料中含水多，易引起细菌的繁殖，导致饲料易于腐败变质，不适于长途运输和长期贮存。

(二) 水的生理功能

1. 水是组成体液的主要部分 在动物机体中水分约占三分之二左右。其中40%含于细胞中，是构成细胞原生的主要成分；20%在组织里；5%在血液中。

2. 水是体内重要的溶剂 机体的所有代谢过程都是在体液中进行的，包括营养物质的消化、吸收和输送，代谢废物的排泄等，都必须溶解在体液中进行。

3. 水是调节体温所必须的物质 水的比热较大，能吸收体内过多的热，通过体液交换和血液循环带到体表、肾脏和肺部，经出汗、呼气、蒸发和排泄而散失，从而起到维持体温平衡作用。

4. 水可保持动物的体形 体内大部分的水分用以构成活组织、并参与维持体内pH及渗透压的平衡，从而保持细胞的正常形状、硬度及弹性。

5. 水是一种润滑剂 动物口腔中的唾液、各关节腔及胸、腹腔中各内脏器官间的润滑液等，都含有大量水分；如唾液可以浸软和润滑饲料，使之易于吞咽；关节囊液可润滑关节及其转动部位以减少摩擦。

6. 水是化学反应的媒介 动物体内一切化学反应如水解反应、氧化还原反应、代谢合成反应等均是在水中进行的。

(三) 动物体内的水分来源

动物体内的水有三个来源：即饮水、饲料水和代谢水。

1. 饮水 是动物获取水分的主要来源。

2. 饲料水 是动物随饲料而摄取的水，含量介于10%~95%之间。这亦是机体水分的重要来源。

3. 代谢水 是指营养物质在体内氧化所产生的水，亦称内源水。每氧化100g脂肪、碳水化合物和蛋白质约分别产生107、60、41mL水。在水源缺乏时，代谢水在对机体水的供应上起着重要的作用，如大多数动物，代谢水可满足其需水量的5%~10%，禽类则可满足其需水量的25%。

(四) 动物的需水量

需水量受动物种类与品种、年龄、生产力、饲料性质及气候条件等因素的影响，而且