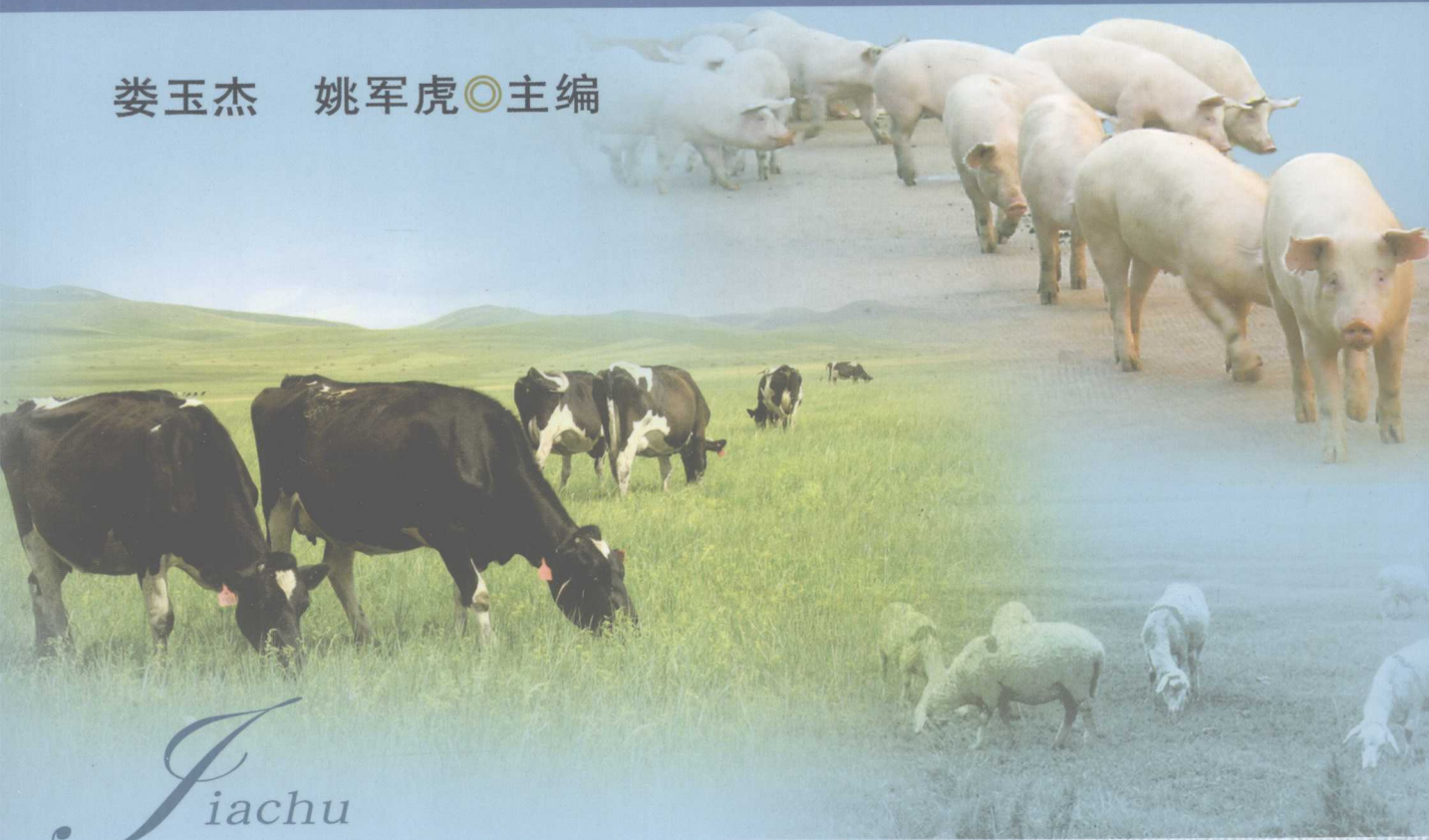




全国高等农林院校“十一五”规划教材

家畜饲养学

娄玉杰 姚军虎◎主编



Jiachu
siyangxue

中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

家畜饲养学

娄玉杰 姚军虎 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

家畜饲养学/娄玉杰, 姚军虎主编. —北京: 中国农业出版社, 2009. 4

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-13754-7

I. 家… II. ①娄…②姚… III. 家畜—饲养管理—高等学校—教材 IV. S82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 036219 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 武旭峰 王 丽

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 20.75

字数: 510 千字

定价: 32.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编写人员

主 编 姜玉杰 姚军虎

副主编 王洪荣 赵国先

编 者 (按姓氏笔画排序)

王力生 安徽农业大学

王之盛 四川农业大学

王洪荣 扬州大学

田 河 沈阳农业大学

闫素梅 内蒙古农业大学

杨小军 西北农林科技大学

陈 德 四川农业大学

林英庭 青岛农业大学

姜玉杰 吉林农业大学

姚军虎 西北农林科技大学

赵国先 河北农业大学

姜海龙 吉林农业大学

审 稿 周安国 四川农业大学

前 言

21 世纪以来，我国养殖业及饲料工业已经发展到了一个崭新的阶段，为适应这一发展的要求，培养掌握动物营养和饲养知识的畜牧业人才显得十分重要。本教材的编写基于动物营养、饲料科学和饲养管理为一体思路，吸收了以往传统教材的优点，在内容的编写上进行了适当的调整，对传统教材没有的内容，如饲养技术、饲料卫生标准、最新的动物饲养标准、常用饲料成分表和主要氨基酸含量回归估测等进行了补充，使其更具有特色和实用性，为读者提供了更加先进的理论知识。

家畜饲养学是一门专业基础课，本教材适用于高等农业院校畜牧兽医类专业及其他一些专业的学生使用。

本教材编写组由吉林农业大学、西北农林科技大学、扬州大学、河北农业大学、四川农业大学、安徽农业大学、沈阳农业大学、青岛农业大学、内蒙古农业大学等院校富有教学经验和具有高级职称的教师组成，在编写的过程中，收集了国内外大量的资料，丰富了教材的内容。

本教材承蒙四川农业大学周安国教授认真审阅，并提出了宝贵的意见，在此深表感谢！

限于编者水平有限，书中不当之处在所难免，恳请读者批评指出。

编 者

2009 年 3 月

目 录

前言

绪论	1
第一章 饲料养分及其功能	2
第一节 饲料养分组成	2
一、饲料养分	2
二、动植物化学组成的差异	3
三、影响饲料养分的因素	4
第二节 蛋白质及氨基酸营养	5
一、蛋白质及其营养生理作用	6
二、氨基酸及其利用	6
三、肽的营养	12
第三节 脂类营养	13
一、脂类及其化学特性	13
二、脂类的营养生理作用	14
三、脂肪酸营养	16
第四节 碳水化合物营养	17
一、碳水化合物的分类	18
二、碳水化合物的营养生理作用	19
第五节 维生素营养	20
一、维生素营养概述	21
二、脂溶性维生素	22
三、水溶性维生素	25
第六节 矿物质营养	30
一、矿物质营养概述	30
二、常量矿物质元素	31
三、微量元素	34
第七节 水的营养	39
一、水的营养生理作用	39
二、动物体内水的平衡调节	40
三、动物对水的需要及其影响因素	41
第二章 饲料养分的消化、吸收和代谢	42
第一节 饲料养分的消化与吸收	42

一、消化器官及其功能	42
二、消化与吸收方式	42
三、消化率及其影响因素	43
第二节 蛋白质的消化、吸收与代谢	45
一、单胃动物对蛋白质的消化、吸收	45
二、反刍动物对蛋白质的消化、吸收	45
三、蛋白质代谢和周转	47
第三节 碳水化合物的消化、吸收和代谢	49
一、单胃动物对碳水化合物的消化、吸收和代谢	49
二、反刍动物对碳水化合物的消化、吸收和代谢	50
第四节 脂类的消化、吸收和代谢	52
一、单胃动物对脂类的消化、吸收和代谢	52
二、反刍动物对脂类的消化、吸收和代谢	52
三、脂类的转运和代谢	53
第五节 能量及其在动物体内的转化和利用	54
一、能量概述	54
二、能量在动物体内的转化和利用	55
三、影响能量利用率的因素	56
第六节 矿物质、维生素的吸收与利用	57
一、矿物质的吸收与利用	57
二、维生素的吸收与利用	61
第三章 饲料原料及其加工利用	63
第一节 青绿饲料	63
一、青绿料的营养特性	63
二、青绿饲料种类	64
三、影响青绿饲料营养价值的因素	68
第二节 青贮饲料	69
一、青贮原理与意义	69
二、青贮饲料的制作	73
三、青贮饲料的质量评定与利用	75
第三节 粗饲料	77
一、青干草的制作与利用	77
二、秸秆类饲料的开发与利用	81
第四节 能量饲料	83
一、油脂类	83
二、谷实类饲料	85
三、糠麸类饲料	90
四、其他能量饲料	92
第五节 蛋白质饲料	95

一、植物性蛋白质饲料	95
二、动物性蛋白质饲料	107
三、微生物蛋白质饲料	112
四、非蛋白氮饲料	113
第六节 矿物质饲料	114
一、常量矿物质饲料	115
二、天然矿物质饲料	120
第七节 饲料添加剂	122
一、饲料添加剂及其种类	122
二、饲料添加剂的合理使用	137
第四章 饲料营养价值的评定	139
第一节 饲料营养价值的评定方法	139
一、化学分析法	139
二、消化实验	142
三、平衡实验	146
四、饲养实验	147
五、屠宰实验	150
六、其他实验技术	151
第二节 饲料蛋白质的营养价值评定	152
一、单胃动物的饲料蛋白质营养价值评定	152
二、反刍动物的饲料蛋白质营养价值评定	154
第三节 饲料能量的营养价值评定	156
一、消化能的测定	157
二、代谢能的测定	157
三、净能的测定	158
第四节 饲料矿物质元素、维生素的生物学效价评定	159
一、饲料矿物质元素生物学效价的评定方法	159
二、饲料维生素生物学效价的评定方法	161
第五章 营养需要与饲养标准	162
第一节 概述	162
一、营养需要与饲养标准的概念	162
二、营养需要的表述方法	163
第二节 营养需要量的研究方法	165
一、确定营养需要量的判断指标	166
二、主要养分的维持需要量测定方法	167
三、主要养分生产需要量的测定	168
第三节 影响维持需要的因素	174
一、维持状态与维持需要	174

二、影响维持需要的因素及其实践意义	174
第四节 生产的营养需要	175
一、生长、肥育的营养需要	175
二、繁殖的营养需要	180
三、泌乳的营养需要	185
四、产蛋的营养需要	195
五、产毛的营养需要	200
第五节 饲养标准发展动态与应用	203
一、国内外饲养标准中营养指标的比较	203
二、饲养标准中营养指标的含义与应用	204
第六章 配合饲料	207
第一节 饲料配方的设计	207
一、配合饲料及其种类	207
二、饲料配方设计	210
第二节 配合饲料加工工艺	225
一、粉料的加工工艺	225
二、颗粒饲料的加工工艺	233
三、其他配合饲料的加工工艺	236
第三节 配合饲料质量检测与控制	239
一、配合饲料质量评定指标	239
二、配合饲料质量控制	241
三、配合饲料质量检测方法	251
第七章 饲养技术	256
第一节 饲料采食量	256
一、采食量的意义	256
二、采食量的调控	257
第二节 各种家畜的饲养技术	259
一、猪的饲养技术	259
二、乳牛的饲养技术	265
三、肉牛的饲养技术	270
四、蛋鸡的饲养管理	274
五、肉仔鸡的饲养管理	277
第三节 环境与动物营养	279
一、环境对动物营养的影响	279
二、动物生产与环境保护	281
第四节 饲料营养与畜产品品质	284
一、饲料营养与肉品质	285
二、饲料营养与禽蛋品质	287

目 录

三、饲料营养与乳品质	290
四、饲料营养与毛皮品质	292
附录	295
一、饲料卫生标准 (GB 13078—2001)	295
二、饲料标签标准 (GB 10648—1999)	298
三、奶牛饲养标准	301
四、鸡饲养标准	303
五、猪饲养标准	308
六、饲料成分及营养价值表 (中国饲料数据库 2007 年第 18 版, 节录)	309
七、常用饲料主要氨基酸含量回归估测	313
主要参考文献	318

绪 论

近 20 年来,我国畜牧业科技和生产水平均发生了巨大变化。动物生物化学、分子生物学及其相关学科研究的深入,以及仪器分析技术的发展,为动物营养学和饲料科学研究提供了强有力的方法和手段。研究的重点在蛋白质、氨基酸、有效能、维生素、微量元素、生物活性物质等方面不断深入,为科学合理设计饲料配方、高效优质低污染饲养畜禽提供了理论依据,在很大程度上缩短了饲养周期,降低了饲料成本,使饲料利用率提高到了一个新的水平,如 20 世纪 20 年代,肉猪增重 1kg,至少要消耗 4.5~5kg 饲料,而现在仅需饲料 2.5~3kg。现代动物生产追求最大的生产效率和最优的动物产品品质,并力求将养殖业的排泄污染降低至最低限度,而大规模动物生产的特点是动物所处的环境远离自然,以至于动物经常处于逆境状态,对饲料及其营养的依赖程度与日俱增。因此,动物的科学饲养在现代动物生产中起着关键的作用。

家畜饲养学是动物营养学原理在动物饲养实践中的应用,汇集了动物生理学、动物生物化学、动物营养学、饲料学、微生物学、生物学、生物统计等学科领域的知识及其研究成果。家畜饲养学主要研究饲料养分的营养生理功能;饲料养分的消化、吸收和代谢过程与规律,养分间的相互关系;饲料原料营养特点及其加工利用;饲料营养价值的评定;畜禽营养需要量研究方法及各类型畜禽营养需要的确定;研究和阐明如何正确应用饲养标准和各种饲料的营养价值表,配制营养全价和饲喂效率高的平衡日粮,以满足畜禽的各种营养需要,同时研究饲料加工及饲喂技术,在保证畜产品质量和饲料资源高效利用的前提下,实现动物生产性能的最大化。

家畜饲养学的目的与任务是在揭示饲料(原料)与畜产品(成品)间差距的基础上,解决饲料养分供给与动物实际需求之间的矛盾。动物食入饲料,被消化利用的是其中所含的各种有效养分,所以饲料是载体,养分是内质。家畜饲养学在研究和阐明饲料养分在动物体内转化过程的量化规律的基础上,制定科学加工饲料和饲养动物的技术指南,最终做到按需供应和动物饲养的精准化。

21 世纪我国畜牧业将继续保持良好的发展势头。畜牧业在农业产值中的比重将不断上升,畜牧业正在由支柱产业变成为主导产业。畜产品的国内、国际市场潜力巨大。因此,不断优化畜牧生产结构,提高畜禽出栏率、商品化率和饲料的利用效率,改善畜产品质量,减少养殖业对环境的排泄污染,提高养殖企业的综合竞争力,已成为新时期我国畜牧业可持续发展的主要方向。家畜饲养学是科学饲养动物的理论基础和技术指南,通过本门课程的学习,使动物科学专业及相关专业的本科学生熟悉和掌握动物营养的基本理论、研究方法、饲料分类和饲料配方制作,为养猪学、养禽学、养牛学、养羊学等专业课程的学习以及毕业后从事动物营养与饲料方面的教学、科研、生产和技术推广等工作打下坚实的基础。

第一章 饲料养分及其功能

动物为了维持其生命活动及进行生产，必须不断从饲料中摄取各种营养物质，在体内经过复杂的代谢过程，将其转变为机体的成分、动物产品等。研究饲料的养分及其功能，是确定动物的营养需要，合理而有效利用饲料和保证养殖动物高产的基础。

第一节 饲料养分组成

一、饲料养分

动物的食物称为饲料，是指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食物质。凡能被动物用以维持生命、生产产品，具有类似化学成分性质的物质称为营养物质或营养素，简称养分。养分可以是简单的化学元素，如：钙、磷、钾、钠、氯、镁、硫、铁、铜、锌、锰、钴、硒、碘等；也可以是复杂的化合物，如蛋白质、脂肪、碳水化合物和各种维生素等。

饲料中的化学元素，绝大部分是相互结合构成复杂的无机或有机化合物。

按照常规饲料分析（或概略养分分析），养分可概括为6大成分：水分、粗灰分（CA）、粗蛋白质（CP）、粗脂肪或乙醚浸出物（EE）、粗纤维（CF）和无氮浸出物（NFE）。

按照饲料纯养分分析，饲料中的养分又可分为各种氨基酸、脂肪酸、糖类、纤维素、常量矿物质、微量矿物质、维生素等。

（一）水分

水存在于各种饲料中，其含量在不同饲料中差异很大，一般为5%~95%。水是动物体内重要的溶剂、各种生化反应的介质，起润滑作用以及参与体温调节等。在饲料和饲养方面还有多种重要意义，饲料中水分含量越高，干物质越少，营养价值越低。另外，水分含量高不利于饲料的贮存与运输。一般保存饲料的水分含量应不超过14%。

（二）粗蛋白质

动植物体内一切含氮物总称为粗蛋白质。蛋白质是由氨基酸以肽键相连组成的一类复杂物质，一般含有碳、氢、氧、氮，有的含有铁、磷和硫等。粗蛋白质是唯一大量含氮的养分，包括真蛋白质和非蛋白质含氮物质（简称非蛋白氮，NPN）。蛋白质营养一直是动物营养学的研究重点和难点。一般来讲，饲料中的蛋白质含量越高，饲料的营养价值就越高。蛋白质营养的研究经历了粗蛋白质-可消化粗蛋白质-可利用粗蛋白质-蛋白质生物学价值-氨基酸-必需氨基酸-可消化氨

基酸-可利用氨基酸-理想蛋白质可消化氨基酸模式这样一个过程。

(三) 碳水化合物

碳水化合物广泛存在于植物性饲料中（约占干物质重的 75%），是动物体主要的供能物质。由碳、氢和氧 3 种元素组成。由于其分子中氢和氧之比与水相同（即 2:1），故得名碳水化合物，但也有例外。碳水化合物一般根据其分子式结构及溶解性被分为粗纤维和无氮浸出物。

粗纤维是植物细胞壁的主要成分，包括纤维素、半纤维素、木质素及果胶等成分。饲料中粗纤维含量越高，消化率越低，营养价值越低。如何有效、合理地利用饲料中的粗纤维是动物营养学、饲料学的研究热点之一。

无氮浸出物主要是指易被动物利用的单糖、双糖、淀粉等可溶性碳水化合物。常用的植物性饲料，尤其是植物的子实及淀粉质的块根块茎饲料无氮浸出物含量高，一般在 70% 以上，且适口性好，消化率高，是动物主要的能量来源。

(四) 粗脂肪

营养分析中把动植物体内脂溶性物质统称为粗脂肪或醚浸出物，其广泛存在于动植物体内。根据其结构不同分为真脂肪和类脂肪两大类。

脂肪的能值为碳水化合物的两倍以上。饲料中含脂肪愈多则能值愈高。由于脂肪的热增耗（HI）低，故夏季配制日粮时可考虑使用油脂补充能量，以缓解热应激，但由于脂类易发生氧化酸败，故应重视抗氧化剂的使用。

(五) 粗灰分

粗灰分是一类无机营养物质，是指饲料样品在 550~600℃ 高温电炉中灼烧，所有有机物质完全氧化后剩余的残渣。主要包括矿物质氧化物或盐类等无机物质。目前动物营养领域将其分为常量矿物元素和微量矿物元素。

(六) 维生素

维生素是维持动物正常生理机能和生命活动必不可少的一类低分子有机化合物，它既不是形成机体各种组织器官的原料，也不是能源物质。其主要以辅酶或催化剂的形式参与体内的代谢活动。维生素的作用是特定的，不能被其他物质所代替，动物缺乏维生素将导致特异性的缺乏症，如幼畜维生素 D₃ 缺乏将出现佝偻病。

二、动植物化学组成的差异

饲料与动物体的化学元素组成是非常相似的，但动物从饲料中摄取各种营养物质后，要在体内经过消化、吸收和代谢等一系列的生物化学变化，才能构成其体组织等物质。这些化合物因饲料和动物种类不同，在组成和含量上有差异，主要表现在：

1. 水分含量 不同的植物体水分变异范围较大，在 5%~95% 之间变化。动物体内水分含量

比较稳定，一般占体重的 60%~70%。幼龄动物体内含水多，成年动物含水较少；越肥的动物，体内含水量越少。

2. 碳水化合物 植物性饲料的碳水化合物含量较高，是植物体的主要化学物质，碳水化合物既是植物的结构物质（粗纤维），又是植物的贮备物质（种子中淀粉），约占干物质重的 3/4。动物体内碳水化合物含量极少，不存在粗纤维，并主要以肝糖原的形式存在。一般情况下，动物体内碳水化合物含量低于 1%。

3. 蛋白质 植物体内蛋白质含量比动物低，除了真蛋白质外，含有多种氮化物。动物体的干物质中主要是蛋白质，除了真蛋白质外，含有一些游离氨基酸、激素和磷脂等。

4. 脂肪 除油料作物外，植物性饲料脂肪含量低于动物体。植物性饲料除了含有中性脂肪和脂肪酸外，还含有色素和蜡质等。动物体脂肪是能量的贮备物质，不含有色素和蜡质，含有中性脂肪、脂肪酸及各种脂溶性维生素。因动物种类不同，体脂沉积部位不一，如猪主要是沉积皮下脂肪，家禽主要是腹脂。

三、影响饲料养分的因素

（一）饲料的种类和品种

饲料的种类不同，养分的差异很大。例如蛋白质饲料的特点是蛋白质含量高，是动物蛋白质营养的主要来源；能量饲料特别是禾本科子实含有大量的淀粉，其主要作用是动物提供能量。

同一种饲料，其养分含量因品种不同而存在差异。如不同品种的玉米，蛋白质含量在 7%~15% 之间变动。黄玉米中富含胡萝卜素而白玉米则缺乏。

（二）收获期

植物性饲料收获时所处的发育阶段，对其化学成分和营养价值有很大影响（表 1-1）。随着植物的逐渐成熟，含水量下降，干物质含量逐渐增加。到子实形成期，粗蛋白质和粗脂肪含量显著下降，粗纤维含量由禾本科抽穗期和豆科孕蕾期起逐渐增加。因此，确定青草收获期非常重要，由单位面积能得到各种养分最高有效生物产量的时期为最适收获期。一般说来，豆科青草最佳收获期是在初花期，最迟不超过盛花期，禾本科青草一般选择抽穗期。

表 1-1 不同收获期的苜蓿草养分含量（%）

（引自姚军虎，2001）

营养成分 收割期	有机物	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

（三）植物性饲料的部位

植物性饲料的部位不同，其养分含量也有差异。一般叶片中养分含量远远超过茎秆。如苜蓿

草的叶子中，粗蛋白质含量占总含量的 70%~80%，脂肪和钙含量较茎秆中高 2.5 倍以上，磷含量高 0.5 倍，而粗纤维含量仅为茎秆的 1/3（表 1-2）。因此，在收获、晒制、贮存和使用植物性饲料的过程中要尽量避免叶片的脱落。

表 1-2 苜蓿干草茎、叶的化学成分和消化率（%）

		干物质	粗蛋白质	粗纤维	粗脂肪	无氮浸出物	灰 分
茎	成 分	90.00	8.17	41.59	1.30	33.52	5.42
	消化率	46.6	51.1	39.0	47.9	58.9	27.5
叶	成 分	90.27	19.57	16.47	3.01	41.88	9.43
	消化率	66.3	77.4	55.0	29.7	75.9	34.6

（四）贮存时间

收获后的饲料经贮存后，营养成分会发生很大的变化，如在良好的贮存条件下，马铃薯平均每月约失重 1.3%；在整个冬季失重达 8%~10% 以上。

（五）植物生长所处的条件

植物生长的环境条件对其养分含量有着较大的影响。

1. 土壤 生长在不同土壤中的同一植物，不仅其产量不同，而且在化学成分上也有差异。肥沃的黑土，可以生产出最优质的饲料；黏重的冷土生产出的饲料较粗硬，营养价值较低；泥炭土、沼泽土以及干燥砂质土生产出的饲料，其营养价值更低。有些地区土壤中缺乏某些矿物质元素如铜、硒、碘等，则这些地区生产的植物性饲料中也缺乏这些元素，从而引起动物出现相应的缺乏症。有些地区的土壤中含有过多的铝、氟等元素，会引起动物中毒。

2. 肥料 使用不同的肥料可以改变植物性饲料中养分的组成。例如施用氮肥，可提高植物的产量和其粗蛋白质含量。据报道，牧草在收割前 10~20d 施用氮肥，茎叶茂盛，胡萝卜素含量显著提高，对提高粗蛋白质含量的效果很好，但增加的大部分是非蛋白氮。施用磷肥，可提高饲料的含磷量和粗蛋白质含量。施用钾肥，可增加饲料中粗蛋白质、粗灰分和钾的含量，但钙的含量降低。

3. 气候 一年中降雨量及其分布、气温、生长期的光照等对饲用植物的收获量及其化学成分有很大的影响。实践证明，在寒冷的气候下生长的植物比在温热气候下生长的植物含粗纤维较多，而蛋白质和脂肪含量较少。

以上主要指影响植物性饲料养分的因素。实际上，矿物性和动物性饲料养分也各有其影响因素。这说明饲料养分含量受不同因素制约，是可变的。

第二节 蛋白质及氨基酸营养

蛋白质是由氨基酸以肽键相连组成的一类含氮化合物的总称，饲料中的蛋白质包括真蛋白质和非蛋白氮化合物两部分，统称为粗蛋白质。蛋白质是生命的物质基础，在动物营养中的作用是非常广泛和重要的，不能被其他的营养物质所代替。

一、蛋白质及其营养生理作用

(一) 蛋白质的组成

蛋白质是含氮的高分子化合物，除了含有碳、氢、氧、氮4种元素外，有些还含有硫、铁、铜等。蛋白质的种类很多，但不论来源如何，其元素组成变动范围不大。一般蛋白质平均含氮量为16%，用凯氏定氮法测得的含氮量乘以换算系数6.25，即为粗蛋白质的含量。

蛋白质是氨基酸的聚合物，由两个或两个以上氨基酸通过肽键（—CO—NH—）连接构成。天然存在的氨基酸有200多种，但参与动植物蛋白质构成的只有20多种。由于构成蛋白质的氨基酸的数量、种类和排列顺序不同，而形成各种各样的蛋白质。蛋白质的多样性不仅对构成机体组织起着微妙的作用，同时也具有完成酶、激素、免疫等机能的重要性质。

饲料中含氮物质除了真蛋白质外，还有非蛋白质含氮化合物，如游离氨基酸、肽、硝酸盐、酰胺、生物碱、有机碱、氨、尿素、尿酸等。

(二) 蛋白质的营养生理作用

1. 蛋白质是构成动物体组织的主要成分 动物的肌肉、皮肤、内脏、血液、神经、结缔组织、腺体、精液、毛发、角、喙等均以蛋白质为基本成分。可以说蛋白质是一切生物细胞中含量最为丰富的有机物质，起着传导、运输、支持、保护、连接和运动等多种生物学功能。

2. 蛋白质是体内功能性物质的构成成分 体内的酶、激素、抗体、色素等的基本成分是蛋白质。这些物质在体内有极其重要的生理功能，催化、调节体内各种代谢反应和过程。

酶是一种生物催化剂，是一种具有高度特异性和催化性质的特殊蛋白质，能促进生化反应速度，缩短反应时间。

蛋白质或多肽类激素对消化道运动、能量产生、细胞外液的组成和容量、应激环境的适应、促生长发育和保证生殖等起着整合调节和控制作用，维持着正常的生理活动。

抗体是动物受到抗原刺激后在体内产生的能与抗原特异性相互作用的一类蛋白质，是动物体液免疫系统的重要免疫效应分子。

3. 蛋白质是体组织再生、修复的必需物质 体组织蛋白质通过新陈代谢不断更新，损伤的组织也需要蛋白质进行修补。据同位素测定，全身蛋白质经6~7个月可更新一半。

4. 蛋白质是动物产品的成分 动物的肉、奶、皮、毛均以蛋白质为主要成分。如鸡蛋中蛋白质的含量为12.7%，占鸡蛋干重的92%。

5. 蛋白质可以供能及转化为糖和脂肪 当体内能量供应不足、蛋白质摄入过量或蛋白质品质不佳（氨基酸不平衡）时，蛋白质可被氧化产生能量，或转化成糖和脂肪。实际生产中，应避免蛋白质充当能源物质。

二、氨基酸及其利用

氨基酸是构成蛋白质的主要原料和基本单位。蛋白质营养作用的实现在某种程度上是其分解

成小肽和氨基酸进行的。氨基酸除了具有蛋白质的营养作用和功能外，还具有蛋白质不可代替的功能。

(一) 氨基酸的种类

1. 根据构型分类 天然获得的氨基酸是在同一个碳原子上结合着羧基和氨基，称为 α -氨基酸。该碳原子因再与氢和侧链原子团结合，即“不对称碳原子”，具有光学异构体。根据构型，可将氨基酸分为 L 型和 D 型。一般天然存在的氨基酸为 L 型，化学合成的是 L 和 D 型的等量混合物，为 DL 型。L 和 D 型氨基酸，虽然结构上差别不大，但生理功能很不相同。动物体内的酶系统只能促进 L 型氨基酸的代谢变化，除蛋氨酸外，D 型和 DL 型氨基酸利用率很低或者完全不能被利用。

2. 根据氨基酸所含羧酸的种类及其结合的氨基、羧基的数目分类 根据氨基酸所含羧酸的种类及其结合的氨基、羧基的数目分为三大类，即脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸和杂环族氨基酸。脂肪族氨基酸又分为中性氨基酸、酸性氨基酸、碱性氨基酸、含硫氨基酸等。

3. 根据是否必须由饲料提供分类 对于单胃动物，目前将氨基酸分为必需、半必需、非必需氨基酸。

(1) 必需氨基酸 (EAA) 和非必需氨基酸 (NEAA)：组成动物体蛋白的氨基酸有一些在体内不能合成，或者合成的数量和速度不能满足动物的营养需要，必须由饲料供给，这些氨基酸被称为必需氨基酸。有一些氨基酸在家畜体内能合成，且合成的数量和速度能满足动物的营养需要，不必由饲料供给，这些氨基酸被称为非必需氨基酸。

必需氨基酸和非必需氨基酸主要是针对单胃动物从饲料供应的角度来划分的，从生理需要或动物营养的角度来看，二者均为动物所必需，均为组成体内蛋白质的成分。必需氨基酸总量和非必需氨基酸总量之间的合适比例约为 1:1。

对于成年反刍动物，由于瘤胃微生物能够合成宿主所需的几乎所有的必需和非必需氨基酸，不需要由饲料额外供应氨基酸。但对于高产和生长速度快的反刍动物，瘤胃微生物合成氨基酸的数量和质量不能完全满足需要，需要补充一些必需氨基酸。对反刍动物补充氨基酸，一般需进行保护处理，以避免瘤胃微生物的降解。

各种动物所需的必需氨基酸的种类大致相同，但因各自的遗传特性不同也存在一定的差异。动物需要的 20 多种氨基酸中，生长猪有 10 种必需氨基酸：精氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、组氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸、亮氨酸。对于成年猪，精氨酸不是必需氨基酸。生长家禽有 11 种必需氨基酸，即在猪的 10 种必需氨基酸的基础上加上甘氨酸。对于仔鸡，脯氨酸可能也是必需氨基酸。

(2) 半必需氨基酸：半必需氨基酸是指在一定条件下能代替或节省部分必需氨基酸的氨基酸。对于猪和家禽，蛋氨酸需要量的 40%~50% 可由胱氨酸代替，苯丙氨酸的 30%~50% 可由酪氨酸代替。对于家禽，甘氨酸的一部分也可由丝氨酸代替。因此，胱氨酸、酪氨酸和丝氨酸被称为半必需氨基酸。

(3) 限制性氨基酸：不同生理状态的动物对饲料中氨基酸的数量及比例有特定的要求，饲料中某一氨基酸的缺乏就会影响其他氨基酸的利用，这一缺乏的氨基酸称为限制性氨基酸。通常