

飼料

飼養

飼料

飼養

 21 世纪

农业部高职高专规划教材

动物营养与饲料

姚军虎 主编

畜牧兽医类专业用

中国农业出版社

21SHIJINONGYEBUGAOGZHI GAOGZHUANGUIHUAJIAOCAI

21世纪农业部高职高专规划教材

动物营养与饲料

姚军虎 主编

畜牧兽医类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物营养与饲料/姚军虎主编. —北京: 中国农业出版社, 2001.7

21世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 7-109-06922-2

I. 动... II. 姚... III. ①动物-营养(生物)-高等学校: 技术学校-教材②动物-饲料-高等学校: 技术学校-教材 IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 032624 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: 沈镇昭

责任编辑 刘振生

北京东光印刷厂 新华书店北京发行所发行
2001年7月第1版 2002年9月北京第2次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.25

字数: 313千字

定价: 18.60元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材为适应我国高等职业教育和社会主义市场经济发展的形势而编写。全书共分饲料营养物质与动物营养、营养需要与饲养标准、饲料、饲料配方设计与配方饲料生产及实训指导共五章。重点介绍饲料生产及动物饲养过程中的最基本和最新理论知识，以及实际生产中的操作技能。书后附有大量最新饲料营养价值表、营养需要量和有关国家和行业标准。语言规范，言简意赅，信息量大，突出实用性、可操作性、可读性和先进性。本书既可作为高等职业学校畜牧专业教材，也可作为畜牧及饲料生产第一线的技术人员和厂长经理的参考书和工具书。

主 编 姚军虎
编 者 周庆安 李秉荣
范先超



出版说明

CHUBANSHUOMING

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，近年来高职高专教育有很大的发展，为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才。当前，高职高专教育成为社会关注的热点，面临大好的发展机遇。同时，经济、科技和社会发展也对高职高专人才培养提出了许多新的、更高的要求。但是，通过对部分高等农业职业技术学院、中等专业学校高职班教学和教材使用等情况的了解，目前农业高职高专教育教材短缺，已严重影响了当前教学的开展和教育改革工作。针对上述情况，并根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的精神，中国农业出版社受农业部委托，在广泛调查研究的基础上，组织有关专家在较短的时间内编写了第一批21世纪农业部高职高专规划教材。以后将根据各校有关专业的设置，陆续出版相关专业的教材。

此批教材的编写是按照教育部高职高专教材建设要求，紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才，即培养适应生产、建设、管理、服务第一线需要的，德、智、体、美全面发展的高技术应用性专门人才。教材定位是：基础课程体现以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点；专业课加强针对性和实用性。相信



此批教材的出版将对培养高等技术应用性专门人才，提高劳动者素质，对建设社会主义精神文明，促进社会进步和经济发展起到重要的作用。

此批教材突出基础理论知识的应用和实践能力的培养，具有针对性和实用性。适用于全国农林各高等职业技术学院、农林大学成教学院、高等农林专科学校、农林中专学校的高职班师生和相关层次的培训及自学。

在此教材出版之际，对参与此批教材策划、主编、参编及审定工作的专家、老师以及支持教材编写的各高等职业技术学院、农业中专学校一并表示感谢！

中国农业出版社

2001年4月

编写说明

BIANXIESHUOMING

本教材是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》，由中国农业出版社组织，而编写的首批农林类高职系列教材之一，供高职畜牧兽医专业使用。

近年来，我国饲料工业发生了跨越式发展，具有中国特色的饲料工业体系已初见雏形，但人才的发展相对滞后，严重制约了饲料工业的科学、健康发展，饲料工业急需一大批具有一定理论知识和实际操作技能的专业人才。为了满足饲料工业对应用型专业人才的需求，《动物营养与饲料》高职教材应运而生。本教材是高职畜牧兽医专业的专业基础课教材，是学习组织动物生产必不可少的基础知识。

本教材由姚军虎任主编，并编写第1章绪论、第3章、第6章的部分；李秉荣编写第2章和第6章的部分；周庆安编写第4章和第6章的部分；范先超编写第5章和第6章的部分。另外卿笃学、李宏山和席联敏也参加了部分章节的编写工作。

本教材涉及动物营养、饲料、生物化学、饲料监测等众多学科，是我国首批以应用为主的高职教材。由于作者水平有限，时间仓促，书中不妥之处，敬请同行专家和使用者批评指正。

编者

2001年3月

目
录

MULUMULUMULU

出版说明
编写说明

第1章 绪论 1

第2章 饲料营养物质与动物营养 3

第一节 动物营养学基本知识 3

- 一、动植物的营养物质组成 3
- 二、动物对饲料消化吸收的特点 7
- 三、能量在动物体内的转化规律及实践意义 10

第二节 蛋白质与动物营养 15


- 一、蛋白质与氨基酸的营养生理功能 16
- 二、蛋白质不足的后果与过量的危害 18
- 三、单胃动物蛋白质营养特点及其应用 18
- 四、反刍动物蛋白质营养特点及其应用 24

第三节 碳水化合物与动物营养 29

- 一、碳水化合物存在形式 29
- 二、粗纤维的组成及其特性 30
- 三、碳水化合物的营养功能 30
- 四、单胃动物碳水化合物营养特点及应用 32
- 五、反刍动物碳水化合物营养特点及其应用 33
- 六、粗纤维的合理利用 35

第四节 脂肪与动物营养 37

- 一、脂肪的理化特性 37

11/18/98/06  1



二、脂肪的营养生理功能	39
三、饲料脂肪对动物产品品质的影响	40
四、在动物饲料中添加油脂的应用	41
第五节 矿物质与动物营养	42
一、矿物质营养概述	42
二、主要矿物质元素简介	44
三、矿物质营养发展趋势与应用	55
第六节 维生素与动物营养	56
一、维生素营养概述	56
二、各类维生素的营养简介	61
第七节 水与动物营养	69
一、水的营养生理功能与动物缺水的后果	69
二、动物体内水分的平衡与调节	70
三、动物需水量及影响因素	71
▶ 复习思考题	73

第3章 营养需要与饲养标准

第一节 营养需要与饲养标准的基本概念	74
一、营养需要	74
二、饲养标准	74
第二节 营养需要的测定	75
第三节 饲养标准的指标	75
一、干物质或风干物质	75
二、能量	76
三、蛋白质及氨基酸	76
四、维生素	76
五、矿物元素	76
六、亚油酸	77
第四节 维持需要	77
一、维持状态与维持需要	77
二、了解维持需要的意义	78
三、主要养分的维持需要量	78
第五节 生产需要	79
第六节 饲养标准发展动态与应用	79
一、国内外饲养标准中营养指标的比较	79
二、饲养标准中营养指标的含义与应用	81
▶ 复习思考题	82



第4章 饲料	83
第一节 概述	83
一、饲料的分类	83
二、饲料的使用	84
第二节 粗饲料	84
一、干草	84
二、农副产品类(秸秕饲料)和高纤维糟渣类	85
三、树叶和其他饲用林产品	86
第三节 青饲料	87
一、青绿饲料的营养特性	87
二、影响青饲料营养价值的因素	88
三、青饲料的饲喂技巧	88
第四节 青贮饲料	89
一、青贮饲料的营养特点	89
二、青贮饲料的使用技术	90
三、青贮饲料的发展趋向	90
第五节 能量饲料	91
一、谷物籽实类饲料	91
二、糠麸类饲料	93
三、块根块茎及瓜类饲料	94
四、其他加工副产品	95
五、能量饲料的加工调制	96
第六节 蛋白质饲料	97
一、植物性蛋白质饲料	97
二、动物性蛋白质饲料	99
三、单细胞蛋白质饲料	100
四、非蛋白氮饲料	101
五、畜牧场废弃物	102
六、饼粕类的利用与脱毒技术	102
第七节 矿物质饲料	103
一、提供钠、氯的矿物质饲料	103
二、含钙饲料	103
三、含钙含磷饲料	104
四、其他天然矿石及稀释剂与载体	105
第八节 饲料添加剂	106
一、概述	106

二、营养性饲料添加剂	108
三、一般饲料添加剂	112
四、药物饲料添加剂	115
五、饲料添加剂使用技术	117
▶复习思考题	117

第5章 饲料配方设计与配合饲料生产

第一节 概述	119
一、配合饲料的种类与特点	119
二、配合饲料的优越性	121
第二节 全价饲粮配方的设计与技巧	122
一、全价饲粮配方设计的原则	122
二、配方设计的方法	123
三、畜禽配合饲料配方设计的特点	128
第三节 商品浓缩饲料的配方设计	134
一、浓缩饲料的配方设计	134
二、浓缩饲料的使用	136
第四节 预混合饲料的配方设计	136
一、预混合饲料的分类	136
二、预混合饲料中活性成分需要量与添加量确定的原则	137
三、预混合饲料配方的设计	138
四、预混合饲料的使用	141
第五节 配合饲料的生产工艺	142
一、配合饲料生产工艺特点	142
二、配合饲料的发展方向	143
第六节 配合饲料的质量管理	144
一、配合饲料质量管理的意义	144
二、配合饲料的质量标准	144
三、配合饲料质量管理的基本措施	145
四、饲料质量检测的基本内容与方法	147
▶复习思考题	148

实训指导

实训一 动物营养缺乏症的观察与识别	149
实训二 常用饲料饲草的识别与分类	150



实训三	饲料配方的设计	150
实训四	饲养试验的设计与实施	152
实训五	饲料样本的采集、制备及保存	153
实训六	饲料的感官鉴定和显微镜检	156
实训七	饲料水分的测定 (GB 6435-86)	160
实训八	饲料中粗蛋白的测定 (GB/T6432-94)	161
实训九	饲料中粗纤维的测定 (GB/T6434-94)	163
实训十	饲料粗脂肪的测定 (GB/T6433-94)	165
实训十一	饲料粗灰分的测定 (GB/T6438-92)	166
实训十二	饲料中钙含量的测定 (GB/T6436-92)	168
实训十三	饲料中总磷量的测定 (GB/T6437-92)	170
实训十四	饲料中可溶性氯化物的测定 (GB/T6439-92)	172
实训十五	配合饲料混合均匀度的测定 (GB 5918-1997)	174
实训十六	配合饲料粉碎粒度的测定 (GB 5917-86)	176
实训十七	参观配合饲料厂 (选作)	176
实训十八	颗粒饲料硬度的测定 (选作)	177
实训十九	脲酶活性的测定 (GB 8622-88) (选作)	178
实训二十	养殖场饲养效果分析与营养诊断 (选作)	179

附 录

附录一	饲料卫生标准 (GB 13078-91)	181
附录二	常用饲料原料质量标准	183
附录三	猪的营养需要	187
附录四	鸡的饲养标准	192
附录五	奶牛饲养标准	199
附录六	中国饲料成分及营养价值表 (2000 年第 11 版, 中国饲料数据库, 节录)	207
主要参考文献	211

第1章 绪论

粮食和环境是 21 世纪与人民生活水平紧密相关的两大问题，也是制约我国国民经济健康发展的两个重要因素。饲料工业是用粮大户，因此，我国 21 世纪的粮食问题，实际上是饲料粮问题。采用现代科学技术进行合理而有效的开源与节流工作，是解决粮食短缺的根本途径。动物排泄物及其代谢气体排放，是继工业污染之后重要的环境污染源，是土壤和海洋富营养化的主要原因。降低畜产品废品率，保证无污染，实现无害排放是 21 世纪养殖业的永恒目标。

我国的饲料工业是新兴的产业，起步于 20 世纪 70 年代末，经二十几年的跨越式发展，饲料工业已成为我国国民经济的重要支柱产业。20 世纪末，我国饲料工业总产量达 6 871 万 t，其中配合饲料产量 5 552 万 t，浓缩饲料 1 096 万 t，预混合饲料 223 万 t。目前，我国配合饲料产量是继美国之后的世界第二饲料生产大国。饲料工业产品数量和质量的稳步增长，有力地支持了我国养殖业的大力发展，支持了农业结构的调整，为增加农民收入，丰富城乡人民菜篮子，提高人民生活水平，做出了重要贡献。

新世纪的前 5~10 年是我国全面建设小康社会，加快现代化建设进程的关键阶段。根据我国国民经济发展规划，全国饲料工业必须有一个大的发展。到 2010 年，我国配合饲料年生产能力需要达到 1.4 亿 t，饲料产量达 1 亿 t，浓缩饲料 1 000 万 t，预混合饲料 300 万 t，饲料添加剂及饲料加工设备也将有较大发展。每年人均肉、蛋、奶及水产品的占有量，20 世纪末依次为 53、17、8 及 14kg，到 2010 年预计达到 60、18、15 及 20kg，料肉比由 3.3:1 降到 3:1，料蛋比由 2.8:1 降到 2.4:1，料奶比由 0.3:1 降至 0.25:1，水产品饵料系数由 1.6:1 降至 1.4:1。饲料工业的总体水平应不断提高，到 2020 年全面接近国际先进水平，并在我国国民经济中跃居前十大产业之一。

我国的饲料工业虽取得了较大发展,但仍存在如下问题:①饲料原料供需平衡脆弱,蛋白质饲料资源缺口大。②饲料原料生产体系尚未建立。③饲料工业科技水平不高,科技创新不够,现有饲料利用率低。④饲料机械工业基础薄弱,发展缓慢。⑤饲料工业科研、教育、培训基地建设滞后。⑥饲料添加剂品种不全、质量差、总量不足。⑦饲料科技应用水平发展不平衡,饲料加工企业布局不合理。⑧全球经济一体化及加入世贸组织将会给民族饲料工业带来很大冲击。可见,要实现饲料工业发展目标,面临重重困难,需付出巨大艰辛和努力。

动物营养学是一门阐明营养物质摄入与生命活动之间关系的科学,是沟通动物生物化学和动物生理学的桥梁,是应用生物化学、生物学、生理学、生物统计学等手段,研究养分的生理作用、营养功能、养分消化吸收、饲料营养价值,以及动物营养需要的一门应用基础学科。动物营养学的主要目的,是通过揭示动物利用营养物质的量变和质变规律,为动物生产者提供理论根据和实际指南。动物营养学是现代饲料工业发展的基础和后盾,是开辟新型饲料资源、提高动物生产效益和效率的有力工具。

动物饲养学是动物营养学原理在动物饲养实践中的应用,研究和阐明如何正确应用营养标准和各种饲料的营养价值表,配制营养全价的日粮,以满足动物的各种营养需要,同时研究饲料加工及饲喂技术,以充分发挥动物的生产性能和饲料的营养潜能。

本课程涵盖动物营养学和动物饲养学两大学科,是畜牧兽医专业的应用基础学科。本课程将主要介绍:①营养素的营养生理功能及实际情况下各种营养素的缺乏症。②不同动物对饲料养分的消化吸收及代谢过程与规律。③动物营养需要特点及饲养标准。④常用饲料的营养特性、营养价值及其合理加工利用。⑤饲料配方设计、配合饲料生产工艺及饲料质量控制。⑥动物营养与饲料科学的基本实习实验技能。

动物营养与饲料科学的发展,基本搞清了动物生产所需养分的种类及数量,扩大了饲料资源,改善了动物生产水平和饲料利用率。本学科将在以下方面有较大发展:①生物技术及计算机技术向营养学渗透,动物生产效益及动物生产可预测性进一步提高。②生物高新技术将逐步应用于饲料资源开发及提高动物对饲料的生物利用率,尤其是应用生物高新技术,研究开发安全、无污染、高效的饲料资源及饲料添加剂新品种。③进一步加强基础理论研究,尤其是开展营养与基因表达、营养与代谢调控,以及物质代谢量变规律研究。④随着人们对生存环境的认识和畜产品质量的高要求,生态或环保营养学也将有明显发展。⑤通过营养手段不断改善畜产品的风味和营养及保健价值。⑥发展专门饲料作物生产,提高现有饲料资源利用率。⑦建立健全高效饲料工业技术进步运行机制,加大饲料工业标准和检测方法研制力度,寻求简便、准确、有效的评价饲料营养价值新方法。⑧饲料加工工艺也将有较大发展。

本课程是组织动物生产必不可少的基本知识,学习本课程时,应首先加深理解,并做到理论联系实际,才能为以后工作打下坚实的理论基础。

第2章 饲料营养物质与动物营养

第一节 动物营养学基本知识

一、动植物的营养物质组成

动物的饲料，除少数来自于动物、矿物质及人工合成外，绝大多数来源于植物。

(一) 动植物的化学元素组成

应用现代分析技术测定，在已知的 100 多种化学元素中，动植物体内约含 60 余种。按它们在动植物体内含量的多少分为两大类：含量大于或等于 0.01% 者称为常量元素，如碳、氢、氧、氮、钙、磷、钾、钠、氯、镁和硫等。含量小于 0.01% 的元素称为微量元素，如铁、铜、钴、锰、锌、硒、碘、钼、铬和氟等。上述元素中，碳、氢、氧、氮四种元素所占比例最大，它们在植物体中约占 95%，在动物体中约占 91%。饲料与动物体中的元素，绝大部分不是以游离状态单独存在，而是互相结合为复杂的无机化合物或有机化合物，构成各种组织器官和产品。

(二) 饲料的营养物质组成及其影响因素

1. 饲料的营养物质组成 自 19 世纪中叶开始，人们就采用概略养分分析法分析各种植物性饲料，沿用至今，并结合近代分析技术测定的结果，可将构成植物性饲料的各种营养物质列于图 2-1。

无论哪种植物性饲料，一般都含有水分、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。饲料中水分含量越高，干物质越少，饲料的营养价值就越低，而且高水分饲料不利于饲料的运输和保存。饲料中粗蛋白质越高，饲料营养价值也越高，但对猪和家禽，饲料中氨基酸尤其是有效氨基酸含量更能衡量饲

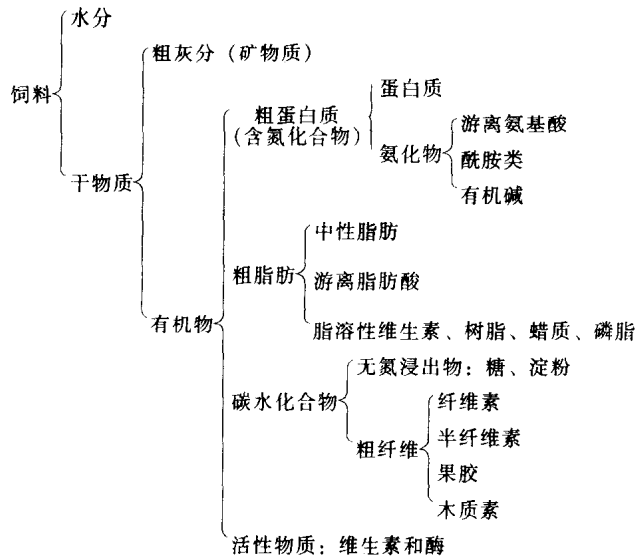


图 2-1 植物性饲料的营养成分

料的营养价值。粗纤维含量越高，饲料的消化率越低，因而高纤维饲料的营养价值较低。通常分析的饲料粗灰分是一个混合物，因此粗灰分含量不能表明饲料的营养价值，对有机饲料而言，粗灰分过高，其营养价值下降。油脂的能值很高，所以，粗脂肪越高，饲料的能量含量越高。

受饲料的种类与品种等诸多因素的影响，饲料中所含 6 种营养物质的数量与质量有所差异。

2. 影响饲料营养成分的因素 饲料营养成分表中所列各种养分含量的数值是多次分析结果的平均数，与具体使用的饲料中养分含量常有一定的差异。这是因为植物性饲料中的营养物质组成并非固定不变，而受多种因素的影响。

(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，品质也较好，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。如金皇后、野鸡红和奥伯克 2 号玉米的粗蛋白质含量依次为 8.2、12.4 和 16.3%，赖氨酸为 0.21、0.50 和 0.48%。

(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，粗纤维的含量递增。以苜蓿草为例，见表 2-1。

表 2-1 不同收获期的苜蓿草养分含量 (%)

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