

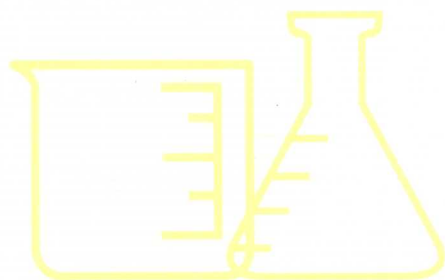


21世纪农业部高职高专规划教材
全国农业职业院校教学工作指导委员会审定

动物 营养与饲料加工

畜牧兽医类专业用

杨久仙 宁金友 主编



21 世纪农业部高职高专规划教材
全国农业职业院校教学工作指导委员会审定



动物营养 与饲料加工

杨久仙 主编
宁金友

畜牧兽医类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物营养与饲料加工/杨久仙, 宁金友主编. —北京:
中国农业出版社, 2006. 1
21 世纪农业部高职高专规划教材
ISBN 7-109-10633-0

I. 动... II. ①杨...②宁... III. ①动物营养—营养
学—高等学校: 技术学校—教材②动物—饲料加工—高
等学校: 技术学校—教材 IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 001874 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 叶 岚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 23.5

字数: 413 千字

定价: 29.80 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

本教材是根据 21 世纪农业部高等农业职业教育重点建设专业教学指导方案开发项目成果——畜牧兽医专业教学指导方案及专业核心课程教学大纲编写。

全教材共分动物营养原理、动物营养需要与饲养标准、饲料及营养特点、饲料配方设计、饲料加工技术、饲养技术与饲养效果检查等 6 章及相应的综合实训。重点介绍动物营养与饲料加工基本理论知识和最新研究成果、动物饲料配方设计、饲料加工及配合饲料生产加工技术及实际生产操作技能。书后附有最新饲料营养成分表,猪、鸡、牛饲养标准和有关国家及行业标准。

本教材可作为高等农业职业院校畜牧兽医专业教材,也可作为畜牧及饲料生产第一线技术人员从事相关技术工作的参考书和工具书。

主 编

杨久仙（北京农业职业学院）

宁金友（青海畜牧兽医职业技术学院）

副主编

刘建胜（山东畜牧兽医职业学院）

参 编

（按姓氏笔画为序）

丁原春（黑龙江畜牧兽医职业学院）

尤明珍（江苏畜牧兽医职业技术学院）

苏希孟（甘肃畜牧工程职业技术学院）

周庆安（杨凌职业技术学院）

审 稿

龚利敏（中国农业大学）

张金柱（北京农业职业学院）

计 成（中国农业大学）

前言

本教材是在教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》、《关于加强高职、高专教育教材建设的若干意见》等文件精神指导下,根据21世纪农业部高等农业职业教育重点建设专业教学指导方案开发项目成果——畜牧兽医专业教学指导方案及专业核心课程教学大纲而编写。供高等农业职业院校畜牧兽医类专业使用。

近年来,高职高专教育有了很大的发展。随着我国经济、科技和社会的发展,对高职高专人才培养提出了更高的要求。本教材吸取了现代高等职业教育思想和理念,把目标确定在培养学生具备应聘岗位所必需的动物营养与饲料加工方面的基础理论知识和基本技能,具备动物营养原理、营养需要与饲养标准、饲料加工调制及合理利用饲料资源、饲养试验及饲养效果检查、饲料检测和合理设计动物饲粮配方及配合饲料生产的能力,达到初步具备独立开展岗位工作、解决实际问题的高等技术应用型人才。本教材是高等农业职业院校畜牧兽医专业的一门必修专业课,是各类动物生产必不可少的基础知识和技能。

本教材分为动物营养原理、动物营养需要与饲养标准、饲料及营养特点、饲料配方设计、饲料加工技术、饲养技术与饲养效果检查、综合实训等内容。教材编写组由来自全国不同地域、从事职业教育多年、富有教学经验和具有副教授以上职称的教师组成,在教材编写过程中,注意吸

取最新科技成果和国内外高等职业教材的长处，突出教学内容上的新颖性、思想性、实用性、针对性；突出教学过程中的实践性、可操作性和学生的参与性；突出教学方法上的灵活性。注重学生综合素质和职业能力的培养。

本教材由杨久仙编写绪论、第四章和相应的综合实训及附录；周庆安编写第一章和相应的综合实训；宁金友编写第二章和相应的综合实训；苏希孟编写第三章和相应的综合实训；刘建胜编写第五章和相应的综合实训及附录；丁原春编写第五章和相应的综合实训；尤明珍编写第六章和相应的综合实训。承蒙中国农业大学龚利敏教授主审，北京农业职业学院张金柱副教授、中国农业大学计成教授参审。

在编写过程中，得到了山东畜牧兽医职业学院徐建义教授、北京农业职业学院张京和副教授及广西农业职业技术学院杨慧芳副教授的大力支持和精心指导，也得到了北京正旺饲料厂的大力支持，在此，我们对他们以及在本教材出版方面给予支持和帮助的领导和专家们表示诚挚的感谢！

本教材涉及动物营养、饲料、生物化学、饲料加工与监测等诸多方面，由于作者水平有限，时间仓促，书中的错误和不妥之处在所难免，敬请同行专家和使用者的赐教指正。

编 者

2005年12月

目 录

前言

绪论	1
第一章 动物营养原理	8
第一节 动物营养概述	8
一、动植物的营养物质组成	8
二、动物对饲料的消化吸收特点	11
三、能量在动物体内的转化规律及实践意义	13
第二节 蛋白质与动物营养	17
一、蛋白质、氨基酸及肽的营养生理功能	18
二、蛋白质不足的后果与过量的危害	20
三、单胃动物蛋白质营养特点及其应用	21
四、反刍动物蛋白质营养特点及其应用	26
第三节 碳水化合物与动物营养	31
一、碳水化合物存在形式及营养作用	31
二、单胃动物碳水化合物营养特点及应用	33
三、反刍动物碳水化合物营养特点及其应用	35
四、粗纤维的合理利用	37
第四节 脂肪与动物营养	38
一、脂肪的理化特性	38
二、脂肪的营养生理功能	39
三、脂类的消化与吸收	40
四、饲料脂肪对动物产品品质的影响	41
五、动物饲料中添加油脂的应用	42
第五节 矿物质与动物营养	43
一、矿物质营养概述	43

二、常量矿物质元素	44
三、微量元素	49
第六节 维生素与动物营养	54
一、维生素营养概述	54
二、脂溶性维生素	55
三、水溶性维生素	59
四、动物对维生素的需要量与供给	63
第七节 水与动物营养	64
一、水的营养生理功能与动物缺水的后果	64
二、动物体内水分的来源与排出	65
三、动物需水量及影响因素	66
四、合理供水	67
复习思考题	67
第二章 动物营养需要与饲养标准	68
第一节 动物营养需要与维持营养需要	68
一、营养需要	68
二、维持营养需要	70
第二节 生产的营养需要	73
一、繁殖家畜的营养需要	73
二、生长的营养需要	76
三、泌乳家畜的营养需要	79
四、肥育家畜的营养需要	82
五、产蛋家禽的营养需要	84
六、产毛家畜的营养需要	86
七、役用家畜的营养需要	87
第三节 动物的饲养标准	88
一、饲养标准的指标和表达方式	89
二、饲养标准的特性和作用	90
三、应用饲养标准的原则	91
复习思考题	91
第三章 饲料及营养特点	92
第一节 饲料的分类	92
第二节 粗饲料	95
一、青干草	95

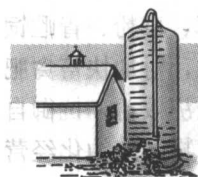
二、秸秕饲料和高纤维糟渣类	97
三、树叶及其他饲用林产品	99
第三节 青饲料	100
一、青饲料种类及营养特点	100
二、生产上常用的青饲料	103
第四节 青贮饲料	106
一、青贮饲料的优越性	107
二、青贮饲料的取用	107
第五节 能量饲料	108
一、谷实类饲料	108
二、糠麸类饲料	110
三、淀粉质块根块茎及瓜类饲料	111
第六节 蛋白质饲料	112
一、动物性蛋白质饲料	113
二、植物性蛋白质饲料	114
三、微生物蛋白质饲料	116
四、非蛋白氮饲料	117
第七节 矿物质饲料	117
一、提供钠、氯的矿物质饲料	117
二、含钙饲料	117
三、含钙含磷饲料	118
四、其他天然矿石及稀释剂与载体	119
第八节 饲料添加剂	119
一、饲料添加剂及其分类	119
二、营养性饲料添加剂	120
三、非营养性饲料添加剂	122
四、饲料添加剂使用注意事项	124
复习思考题	125
第四章 饲料配方设计	126
第一节 配合饲料概述	126
一、配合饲料的概念与种类	126
二、配合饲料的优越性	129
第二节 全价饲粮配方的设计方法	130
一、日粮及饲粮的概念	130

二、全价饲粮配方设计的原则	130
三、全价饲粮配方的设计步骤	133
四、全价饲粮配方的设计方法	134
第三节 动物全价配合饲料配方设计的特点	140
一、猪全价饲粮配方设计的特点	140
二、家禽全价饲粮配方设计的特点	145
三、反刍动物精料补充饲料配方设计的特点	149
第四节 运用计算机设计全价饲料配方的方法	152
一、运用计算机设计饲料配方的优点	152
二、运用计算机设计配合饲料配方应注意的事项	152
三、运用计算机设计饲料配方的方法	153
四、饲料配方软件的应用	160
第五节 浓缩饲料的配方设计	163
一、浓缩饲料的优越性及意义	163
二、浓缩饲料配方设计的基本原则	163
三、浓缩饲料配方设计方法	164
四、浓缩饲料的使用	169
第六节 添加剂预混合饲料的配方设计	170
一、预混合饲料的分类	170
二、预混合饲料的非活性原料	171
三、预混合饲料中活性成分需要量与添加量确定的原则	173
四、维生素预混合饲料产品设计	176
五、微量元素添加剂预混合饲料配方设计	180
六、复合添加剂预混合饲料配方设计	185
七、使用预混合饲料时的注意事项	189
复习思考题	190
第五章 饲料加工技术	191
第一节 粗饲料加工	191
一、粗饲料的加工调制技术	191
二、青干草、草粉、草块(草饼)的调制技术	195
第二节 青饲料加工	199
一、一般加工调制技术	199
二、叶蛋白饲料提取技术	200
第三节 青贮饲料调制	201

一、青贮原理	201
二、青贮设备	202
三、青贮饲料的调制	204
第四节 籽实饲料的加工	206
第五节 饲料的去毒加工	208
一、低毒牧草及饲料作物的去毒加工	208
二、其他饲料的去毒加工	210
第六节 配合饲料的加工	212
一、配合饲料生产工艺特点	212
二、配合饲料生产的注意事项	216
第七节 颗粒饲料的加工	218
一、颗粒饲料的优越性	218
二、颗粒饲料的制粒工艺	219
三、影响制粒工艺效果的因素	219
四、颗粒饲料的加工质量测定	221
第八节 配合饲料质量管理	223
一、配合饲料质量标准	223
二、配合饲料质量管理的基本措施	225
三、饲料质量检测的基本内容与方法	226
四、ISO9000 认证及 HACCP 质量控制	228
复习思考题	229
第六章 饲养技术与饲养效果检查	231
第一节 饲养技术	231
一、饲养技术在畜牧生产中的重要性	231
二、养殖场的规章制度与操作规程	231
三、饲养的阶段性与连续性	232
四、饲养技术的一般原则	232
第二节 饲养效果检查	236
一、饲养效果检查的目的和意义	236
二、饲养效果检查的内容	236
第三节 饲养试验	239
一、饲养试验设计的原则与要求	240
二、饲养试验的步骤与内容	240
三、饲养试验设计的方法	242

四、饲养试验实例分析	243
五、对饲养试验的评价	247
复习思考题	247
综合实训	248
实训一 动物典型营养缺乏症的观察与分析	248
实训二 泌乳母牛每日营养需要量的计算(选作)	249
实训三 常用饲草饲料的识别	249
实训四 单胃动物(猪、禽等)全价饲料配方设计	250
实训五 反刍动物(牛、羊等)精料补充料配方设计	250
实训六 浓缩饲料配方设计	251
实训七 复合预混合饲料配方设计	251
实训八 配方软件的运用	252
实训九 叶蛋白提取(选作)	252
实训十 青干草调制及其品质鉴定	253
实训十一 氨化秸秆的调制	253
实训十二 青贮饲料的品质鉴定	254
实训十三 参观配合饲料厂	255
实训十四 配合饲料粉碎粒度测定法(选作)	256
实训十五 配合饲料混合均匀度的测定(选作)	257
实训十六 颗粒饲料硬度的测定(选作)	260
实训十七 饲养试验的准备与实施	261
实训十八 养殖场饲养效果分析与营养诊断	261
实训十九 饲料样本的采集与制备	262
实训二十 饲料水分的测定	269
实训二十一 饲料中粗蛋白质的测定	270
实训二十二 饲料中粗脂肪的测定	274
实训二十三 饲料中粗纤维的测定	276
实训二十四 饲料中粗灰分的测定	278
实训二十五 饲料中钙的测定	280
实训二十六 饲料中总磷的测定	285
实训二十七 饲料中水溶性氯化物的测定	287
实训二十八 大豆制品中尿素酶活性测定(选作)	291
实训二十九 饲料的显微镜检验技术(选作)	293

实训三十	饲料中氟含量的测定 (选作)	297
附录		301
附录一	饲料卫生标准	301
附录二	瘦肉型猪饲养标准	306
附录三	鸡的饲养标准	315
附录四	奶牛的饲养标准	323
附录五	饲料营养成分及营养价值表	334
	一、中国饲料成分及营养价值表 (2004 年第 15 版)	334
	二、奶牛常用饲料营养成分及营养价值表	351
主要参考文献		357



绪 论

动物营养学营养饲料学 二

饲料学是研究饲料的组成、性质、营养价值、加工工艺、贮藏、运输、分配、利用等问题的科学。

一、动物营养与饲料加工在动物生产中的作用与地位

现代动物生产是将低质量的自然资源、农副产品等植物性饲料转变成优质动物性食品的理想途径，是人类社会物质资料生产的重要组成部分，对提高人们生活质量、促进经济发展乃至社会稳定都起着非常重要的作用。饲料中营养物质的转化利用程度是动物生产效率的具体体现，其中 50%~70% 取决于营养研究的进展。20 世纪以来，随着动物营养研究的深入发展和动物营养学边缘学科等领域的不断扩展以及动物生产与营养研究的密切结合，使动物生产的发展突飞猛进，动物的生产性能及生产水平显著提高。

饲料是动物赖以生存和生产的物质基础，饲料工业已成为关系国计民生的重要产业。动物营养研究的新成果不断应用于饲料配方，提高了配合饲料的质量，促进了动物生产性能的不断提高，因此，动物生产与营养科学的结合是通过饲料工业生产、加工技术来实现的。饲料工业是动物营养学发展到一定阶段的必然产物，它有力地推动了集约化养殖业的蓬勃发展，促进了动物生产效率的提高。以动物营养学为科技支柱的饲料工业已成为促进动物生产的一项重要产业。饲料工业产品数量和质量的稳步增长，有力地促进了我国养殖业的大力发展和农业结构的调整，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。饲料工业的发展极大地推动了畜牧业和整个国民经济的发展，在整个国民经济中的地位愈来愈重要。

饲料加工业是畜牧业的重要环节和支柱。随着饲草料资源的开发利用，饲料加工业必将成为振兴我国畜牧业的重要保证。当前，饲料工业对各种原料的需求呈上升趋势，蛋白质饲料及能量饲料缺乏已成为世界各国所面临的共同问题。最重要和最经济的途径是利用青绿饲料资源，开发新的饲料资源，而青绿饲料与秸秆类的生产、加工、合理利用技术的研究与推广越来越受到人们的重视。大力发展饲料、草料加工业，对振兴草地畜牧业、开发蛋白质饲料资源、

发展节粮型畜牧业及饲料原料工业都有重要意义。调制青干草、草粉、青贮饲料、草食家畜压缩饲料和配合饲料等不同特色的饲草料加工业,对加快畜禽繁育,缩短生产周期,减轻对草场的压力,增加出栏率,提高经济效益,抗御自然灾害,使畜牧业稳步发展,提供优质的饲草料,促进草食动物的集约化经营都具有重要意义和作用。

二、动物营养学发展概况

动物营养学是研究动物摄入、利用营养物质的全过程与生命活动相互关系的科学,是现代动物生产、饲料工业生产和人类健康必不可少的一门科学。

人类真正通过现代科学技术对畜禽进行饲养管理还不到 100 年,随着动物生产的不断发展,其间用于评定畜禽营养需要的指标和体系发生了一系列的变化。1807 年,英国揭开了矿物质营养研究的序幕;1937 年美国 Maynard 所著的《动物营养学》出版,标志着动物营养学正式成为一门独立的学科。

到 20 世纪 70 年代以后,研究手段的革新为营养学问题的研究创造了条件,20 世纪 80 年代以来,动物营养研究进一步快速发展。猪、家禽等非反刍动物理想氨基酸模式、饲料营养物质生物学效价评定的研究日益深入,反刍动物营养标准开始采用蛋白质新体系,以可消化氨基酸为基础配制猪、鸡饲粮已用于实践,营养物质动态代谢、营养与免疫、营养与动物体内外环境、营养与遗传等领域里的研究已突破了传统营养学的范围。

目前动物营养研究已经开始从以静态为主描述营养物质的转化利用规律转向动态营养研究。制定饲养标准走向计算机化、模型化的道路已成为必然的发展趋势。人们开始研究外界环境及动物自身的调控稳恒机制对营养代谢规律的制约、营养与免疫的关系、调控内分泌及消化道内环境,达到通过营养、饲养调控动物产品品质和量的目的,生产出优质的动物产品。随着动物营养学研究的不断深入,在未来动物生产中,不断提高饲料转化效率,提高配合饲料的品质,发展高效优质动物生产,达到生产优质高效“绿色食品”的目的。

三、国外饲料工业的发展概况及趋势

国外饲料工业尤其是西方发达国家的饲料业在近代和现代取得了巨大的成就,带动了畜牧业、国民经济和人民生活水平的不断发展和提高。19 世纪 70 年代以前,是国外饲料业发展的萌芽阶段。1875 年美国伊利诺伊州沃基根市创建了全球第一个动物初级饲料加工厂,饲料工业开始起步。20 世纪 40 年

代,提出了理想蛋白质的概念并建立了饲料中氨基酸的微生物分析法;专业化的畜牧业,尤其是养鸡业的产生,促进了美国的饲料工业发展。20世纪50年代,提出了化学分析法,为以后的定量评定饲料的蛋白质营养价值提供了手段。二次世界大战以后,世界养殖业发生了巨大的变化,开始向集约化、专业化方向发展。20世纪50年代末和60年代初,美国出现过建特大饲料厂的趋势,美国的饲料工业进入全国最大的20个工业部门之列。20世纪70年代以来,由于动物科学和饲料加工技术的进步,国外饲料工业进入现代化的稳定发展时期。在美国、德国、英国等经济发达国家,饲料工业已发展成为一个完整的工业体系,饲料工业的电子计算机化于1975年实现。到了80年代,美国的饲料工业基本上是一门成熟的工业。饲料加工企业生产规模日益扩大,一体化企业逐渐成为主流,2001年全球工业化饲料总产量接近6亿t,但80%以上是由不到3500家饲料加工厂生产的。随着动物营养和饲料科学的研究进一步深化,发达国家的饲料生产企业都十分重视高新技术在生产中的应用,开发各种饲料原料资源,绿色饲料添加剂得到广泛应用。牧草和粗饲料的生产利用,也已成为世界饲料业的重要内容。许多国家相继提出了评定反刍动物饲料理想蛋白质及蛋白质需要量新体系,猪、禽等单胃动物的理想氨基酸模式、畜禽营养调控、饲料营养物质生物学效价的研究日益深入,用可消化氨基酸配制饲料已应用于实践,信息技术在饲料中得到了广泛的应用。

四、我国饲料工业的发展概况及趋势

(一) 我国饲料工业的发展状况、成就及规划

我国的饲料工业起步于20世纪70年代中后期,80年代初,开始应用动物营养学知识生产混合饲料,出现了工业化的饲料加工厂。国家“六五”科技攻关,在借鉴国外饲养标准的基础上提出了我国第一代畜禽饲养标准,为科学配制饲料奠定了基础。20世纪90年代是饲料工业全面发展的时期,由生产混合饲料转变为营养价值平衡的配合饲料,此间饲料配方技术兴起,计算机技术广泛应用。国家在“七五”、“八五”科技攻关期间加大了对饲料研究的投入,这是饲料科研工作全面展开和饲料科技成果辈出的关键时期,对饲料营养价值评定技术、饲料检测技术、饲料资源的开发技术和加工工艺技术进行了深入研究,并建立了全国饲料基础数据库,奠定了饲料工业科技的基础。国家“九五”科技攻关加强了对动物精确营养与代谢调控技术的研究,提出了我国自己的第二代畜禽饲养标准,使得饲料生产更具针对性,大大提高了饲料转化效