



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

畜禽营养与饲料

(第二版) (养殖、畜牧兽医专业)

主 编 邱以亮



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

畜禽营养与饲料

(第二版)

(养殖、畜牧兽医专业)

主 编	邱以亮	
副 主 编	伏桂华	李兆富
责任主审	汤生玲	
审 稿	宋金昌	冯敏山

高等教育出版社

内容提要

本书是中等职业学校养殖与畜牧兽医类专业国家规划教材,在第一版的基础上,根据近几年中职学生实际状况,贯彻“以就业为导向,以能力为本位”的职业教育办学指导思想,并参照有关行业的职业技能鉴定规范修订而成。

本书主要内容包括畜禽营养基础、饲料及其加工利用、营养需要与饲料配合、饲料的常规分析、饲料厂的审批、建设与管理。本书在修订中增加了饲料生产的新知识和实用技术,增加了实用案例和章后小结,突出了关键知识点的表述。章后新设的“综合实训”题型丰富,内容覆盖面广,与对口升学考试要求接轨,可作为本课程对口升学考试的练习题。

本书适用于中等职业学校养殖、畜牧兽医类专业及专门化,也可作为对口升学指导用书,并适合乡镇干部现代农业知识培训和农村成人文化学校使用。

图书在版编目(CIP)数据

畜禽营养与饲料/邱以亮主编. 2版. 北京:高等教育出版社,2006.5
养殖、畜牧兽医专业
ISBN 7-04-019233-0

I. 畜… II. 邱… III. ①家畜营养学-专业学校-教材②畜禽-饲料-专业学校-教材 IV. S816

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第031946号

策划编辑 薛尧 责任编辑 薛玥 特约编辑 陈晓平 封面设计 于文燕
责任绘图 朱静 版式设计 王莹 责任校对 杨凤玲 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.5
字 数 390 000

版 次 2002年1月第1版
2006年5月第2版
印 次 2006年5月第1次印刷
定 价 20.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19233-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及对提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

第二版前言

《畜禽营养与饲料(第二版)》是中等职业学校养殖与畜牧兽医类专业国家规划教材,是在2002年出版的《畜禽营养与饲料》的基础上,在对河南、河北、山东、重庆等省市、自治区中等农业(畜牧)职业学校的使用情况进行了广泛深入的调研之后,贯彻“以就业为导向,以服务为宗旨”的职业教育教学改革精神,并参照我国相关的职业资格鉴定标准修订而成的。

“畜禽营养与饲料”是养殖、畜牧兽医专业的核心专业课程之一。根据教材第一版使用情况的反馈,本书以饲料生产和应用中的畜禽营养知识和饲料加工方法为主线,将饲料学、营养学、生理学、管理学、工艺设计等多学科的相关知识串联起来,淡化了学科体系,突出了相关知识的综合应用能力,职业性较强,能够满足多种相关岗位的需求;书中基本概念、基本原理表述较为准确,对畜禽营养需要和常用饲料的加工、配制和分析方法的讲解简明了,科学性强。但随着我国国民经济快速发展和加入世界经贸组织,对农产品种类和质量提出了新的要求,对畜牧生产者的知识、技能要求更高,也更注重其实际能力,而本书第一版内容还存在生产技术不细、助学习题稍少的不足。因此,本书第二版在保留原教材结构和基本内容的基础上,对局部章节和内容作了调整,增强了教材的实用性和适用性。

本版较第一版作了如下修订:

(1) 在内容上参照国家最新颁布的相关饲料规范进行修订,如鸡、猪、奶牛饲养标准使用的是2004年9月1日发布的新标准,介绍饲料添加剂的内容时,参照了2006年发布的饲料和饲料添加剂管理条例实施细则。此外,还利用“相关链接”和“知识拓展”介绍了饲料生产的新知识、新动态。

(2) 在体例上增加了章前的“学习提示”、“学习目标”,章后的“本章小结”,“综合实训”。节后的“随堂练习”促使学生及时消化所学内容;章后的“综合实训”复习题加大了题量,丰富了题型,并与对口升学考试接轨,方便学生复习。“综合实训”的答案可网上查询,网址:<http://sv.hep.com.cn>(中等职业教育教学资源网)。

(3) 为增强学生的自主创业能力,完善本课程学习的知识链,将第一版中的第5章选学内容“小型饲料厂的创建与经营管理”改为更加实用的“饲料厂的审批、建设与管理”,并设为必学内容,使学生全面了解饲料生产的实体——饲料厂的创建、生产、管理、销售的全过程运作。

本书是中等职业学校养殖、畜牧兽医专业主干课程教材,并可作为中等职业学校及五年制高职相关专业教材,也可作为对口升高职的考试用书,还可作为乡镇干部现代农业技术培训教材和农村成人学校教材。

本次修订由邱以亮任主编,伏桂华、李兆富任副主编。内容写作与整理主要由伏桂华、李兆富以及山东省畜牧兽医职业学院的老师们共同完成,尤其是山东省畜牧兽医职业学院的周其虎老师,更是发动了全校的专业老师为本教材的修订献计献策。济南市教学研究室的兰俊宝同志参加了编写提纲的制定及部分章节的修订工作。

本书在修订过程中,得到了山东省畜牧兽医职业学院、山东省教学研究室、济南市教学研究

室、河南省职教教研室、重庆市教科所、河北省教育厅职成教处、河北省职教所、石家庄市教科所等单位的大力支持。重庆荣昌县吴家职业中学的曹礼静、苏道华、冷长友三位老师在第一版使用过程中提出了宝贵意见,促进了第二版的修订工作。同时,参阅了大量相关书籍和文献资料,使本书的修订得以顺利进行,为此,特向上述有关单位和人员表示衷心的感谢!

由于水平有限,对书中不当之处,恳请广大师生提出宝贵意见,以便再印时加以改正。

编 者
2006 年 3 月

第一版前言

畜禽生产与植物生产是自然界中物质循环的两个相关环节。植物利用太阳能合成营养物质,而畜禽则利用植物等的营养物质合成自身的体组织。因此,饲料是畜牧业生产的物质基础,也是畜禽生产环境的重要组成。饲料的性质与组合,在很大程度上左右着畜禽的生产力。一般情况下,饲料成本可占畜牧生产总成本的60%~80%。因此,合理利用饲料,是降低生产成本,提高畜禽生产率和畜牧业经济效益的一项重要措施。研究饲料(主要是植物)中各种营养物质与畜禽营养的关系及其在畜禽体内的新陈代谢规律,对于正确、合理地饲喂畜禽、组织畜禽生产是完全必要的。

“畜禽营养与饲料”是中等职业学校养殖专业的一门专业基础课,是应用化学、生物化学、生物学、解剖生理学、营养学及物理学等学科的基本原理,结合畜禽生产实践而发展起来的一门学科。

本教材根据教育部最新颁布的中等职业教育养殖专业畜禽营养与饲料教学基本要求编写。书中包括畜禽营养与饲料两个方面的内容:畜禽营养部分主要阐述了饲料中的营养物质与畜禽营养的关系、饲料营养价值评定、畜禽营养需要、饲料配合等;饲料部分主要阐述了饲料种类及营养特点,饲料的加工、调制及贮存的基础知识与基本技能。

中等职业学校学生在校学习期间,除了学好专业理论课、练就一手熟练的专业技能外,还应学会一些创业和经营所必须具备的经营管理知识。因此,本书特设了“饲料厂的创建与经营管理”作为选学内容(有“×”者),目的是为以后学生进行自主创业打下基础。

本教材由邱以亮、宋健兰主编,宋健兰对全书进行了统稿,并编写了若干章节。参加编写的还有谢幼梅、李梦云、杨光波、刁有江、陈庆忠、王宪君、王金安。在送交全国中等职业教育教材审定委员会审定之前,特邀请了南京农业大学博士生导师王恬教授和山东农业大学博士生导师林海教授审阅。两位教授对本书提出了许多建设性修改意见,尤其是王恬教授,多次给予具体的指导,在此表示衷心的感谢。在编写过程中,还得到山东农业大学动物科技学院和济南新星饲料有限公司的大力协助,在此一并表示感谢。

本教材已通过教育部全国中等职业教育教材审定委员会的审定,其责任主审为汤生玲,审稿人为宋金昌、冯敏山,在此,谨向专家们表示衷心的感谢!

由于时间仓促,加之水平有限,书中的错误和不当之处在所难免,恳请使用本书的教师、学生和关心中等职业教育教材建设的专家们不吝批评,给予指正。

编 者

2001年5月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第1章 畜禽营养基础	1	二、畜禽体内水的运行及需要量	36
第一节 动物与植物的组成成分	1	第九节 能量与畜禽营养	37
一、组成动、植物体的化学元素	2	一、饲料中能量在畜禽体内的转化过程	37
二、组成动、植物体的化合物	2	二、日粮中能量水平在畜禽生产中的意义	38
第二节 畜禽对饲料的消化	5	第十节 营养物质在机体中的相互关系	39
一、消化的概念	5	一、蛋白质、糖类和脂肪之间的相互关系	39
二、畜禽消化方式	5	二、能量与蛋白质、氨基酸的关系	39
三、畜禽的消化力与饲料的可消化性	7	三、粗纤维与其他有机物之间的关系	39
第三节 蛋白质的营养作用及非蛋白氮的利用	9	四、主要有机物与矿物质、维生素之间的关系	40
一、氨基酸、肽与蛋白质	9	五、矿物质元素之间的关系	40
二、畜禽对蛋白质的消化	11	六、维生素之间的关系	40
三、反刍动物对非蛋白氮的合理利用	13	七、氨基酸之间的关系	41
第四节 糖类的营养作用	14	本章小结	41
一、糖类的组成与营养作用	15	知识拓展 植酸酶	41
二、畜禽对糖类的消化	15	综合测试	42
三、畜禽对粗纤维的利用	16	第2章 饲料及其加工利用	46
第五节 脂肪的营养作用	18	第一节 饲料的概念与分类	46
一、脂肪的组成与营养作用	18	一、饲料的概念	46
二、饲料中脂肪的性质与畜体脂肪品质、畜产品品质的关系	19	二、饲料的分类	46
第六节 矿物质的营养作用	20	第二节 粗饲料	50
一、常量元素钙、磷、钠、氯对畜禽的营养作用	20	一、粗饲料的营养特性	50
二、常量元素镁、硫、钾对畜禽的营养作用	22	二、粗饲料的种类	51
三、微量元素对畜禽的营养作用	22	三、粗饲料的加工	52
第七节 维生素的营养作用	25	第三节 青绿饲料	56
一、维生素的分类	25	一、营养特性及其影响因素	56
二、各种维生素的营养作用	25	二、常用青绿饲料的种类	58
相关链接 家禽疾病与维生素的需要	33	三、青绿饲料的饲用特点	60
第八节 水的营养作用	35	第四节 青贮饲料	61
一、水的营养作用	35	一、青贮的意义	61
		二、青贮的原理	61

三、青贮设备	62	二、饲养试验的设计原则和方法	144
四、青贮饲料的制作	63	三、饲养试验的结果分析	146
五、青贮饲料的窖容与使用	66	本章小结	146
第五节 能量饲料	66	知识拓展——断奶仔猪的营养调控	147
一、能量饲料的概念	66	综合测试	148
二、能量饲料的分类及营养特性	66	第4章 饲料的常规分析	150
第六节 蛋白质饲料	70	第一节 采样与制样	150
一、蛋白质饲料的概念	70	一、分析试样的采集	150
二、蛋白质饲料的营养特性及饲用特点	70	二、制样	152
第七节 矿物质饲料	74	第二节 水的测定	153
一、常量矿物质饲料	74	一、适用范围	153
二、微量矿物质饲料	76	二、原理	153
第八节 饲料添加剂	78	三、仪器设备	153
一、饲料添加剂的概念与分类	78	四、测定步骤	153
二、营养性饲料添加剂	79	五、结果计算	153
三、药物饲料添加剂	86	第三节 饲料中粗蛋白质($N \times 6.25$)的测定	154
相关链接——抗生素和微生物制剂的相互作用	87	一、适用范围	154
本章小结	90	二、原理	154
知识拓展	90	三、仪器设备	154
综合测试	97	四、化学试剂	154
第3章 营养需要与饲料配合	99	五、测定步骤	155
第一节 畜禽的营养需要	99	六、结果计算	155
一、畜禽营养需要概述	99	第四节 饲料中粗脂肪的测定	156
二、畜禽维持的营养需要	100	一、适用范围	156
三、畜禽的生产需要	102	二、原理	156
第二节 畜禽的饲养标准	117	三、仪器设备	156
一、畜禽饲养标准的概念与作用	117	四、化学试剂	157
二、畜禽饲养标准的内容	117	五、测定步骤	157
三、畜禽饲养标准的表达方式	118	六、结果计算	157
四、使用畜禽饲养标准应注意的问题	118	第五节 饲料中粗纤维的测定	157
第三节 配合饲料的配制技术	119	一、适用范围	157
一、配合饲料的概念及分类	119	二、原理	157
二、全价配合饲料的配制	120	三、仪器设备	158
三、浓缩饲料的配制	130	四、化学试剂	158
四、预混料的配制	133	五、测定步骤	158
第四节 饲养试验	144	六、结果计算	159
一、饲养试验的概念及意义	144	第六节 饲料中粗灰分的测定	159

一、适用范围	159	二、饲料厂的工艺设计	180
二、原理	159	三、饲料车间的设备选择与布置	184
三、仪器设备	159	四、饲料车间工艺流程及设备布置示例	185
四、测定步骤	160	第四节 生产管理	186
五、结果计算	160	一、生产计划的制定	187
第七节 无氮浸出物的计算	160	二、生产调度	188
第八节 饲料中钙含量的测定	160	三、日常服务工作	189
一、适用范围	161	第五节 质量管理	189
二、原理	161	一、饲料企业的质量管理体系	189
三、仪器设备	161	二、质量管理体系的要素	190
四、化学试剂	161	第六节 财务管理	191
五、测定步骤	162	一、利润	191
六、结果计算	162	二、固定资产	191
第九节 饲料中总磷量的测定	163	三、流动资金	192
一、适用范围	163	四、财务收支计划	192
二、原理	163	第七节 建立原料供应基地及销售	
三、仪器设备	163	渠道	192
四、化学试剂	163	一、建立稳定的优质饲料原料供应基地	193
五、测定步骤	164	二、建立顺畅的销售渠道	195
六、结果计算	164	实验实训	197
本章小结	165	实验实训 1 观察畜禽营养物质缺乏时	
知识拓展 与饲料分析相关的		出现的典型临床症状	197
几个名词	165	实验实训 2 常用饲料的识别	197
综合测试	165	实验实训 3 饲料级鱼粉掺有植物质、	
第 5 章 饲料厂的审批、建设与管理	167	尿素、胺盐的化学检验	198
第一节 创建饲料厂的申报与审批	167	实验实训 4 秸秆饲料氨化和碱化	
一、饲料厂的创建及申报	168	处理	200
二、《饲料生产许可证》和产品批准文号		实验实训 5 青贮饲料的调制	201
的审批	169	实验实训 6 参观饲料厂	201
第二节 企业产品标准的编制	170	附录	203
一、企业产品标准制定的原则	170	附录 1 猪饲养标准摘录(NY/T 65—	
二、企业产品标准的制定程序	170	2004)	203
三、企业产品标准的编写	171	附录 2 鸡饲养标准摘录(NY/T 33—	
第三节 饲料厂的建设	177	2004)	223
一、饲料厂的上建设计	177	附录 3 奶牛饲养标准摘录(NY/T 34—	
		2004)	236

第 1 章

畜禽营养基础



本章学习提示

动物需要的营养物质主要来源于植物性饲料。学习本章内容时,在了解生物体基本化学组成的同时,应着重学习:各种营养物质的营养生理作用、消化代谢特点;造成畜禽营养缺乏症的原因和饲料的合理利用。



本章学习目标

1. 理解 组成动、植物体的化学元素及化合物;消化、吸收的概念和消化方式,动物的消化力和饲料的消化性;蛋白质的营养作用和蛋白质不足对畜禽的危害,必需氨基酸、非必需氨基酸和限制性氨基酸的概念;糖类的组成,糖类的营养作用,影响粗纤维消化吸收的因素;脂肪的营养作用;微量元素铁、铜、钴、锰、碘、硒的典型缺乏症,维生素 A 的主要营养作用;饲料能量在畜体内的转化。

2. 掌握 反刍家畜利用非蛋白氮饲料的机制;饲料脂肪的性质以及饲料脂肪与畜体脂肪品质的关系;钙、磷的主要缺乏症;影响钙、磷吸收的主要因素;脂溶性维生素的主要缺乏症;B 族维生素的典型缺乏症;应激对畜禽维生素需要量的影响。

第一节 动物与植物的组成成分

畜禽为了维持自身的生存和繁衍后代的需要,必须从外界环境中摄取所需的营养物质。含有一种以上养分,能被畜禽采食、消化、利用,并对畜禽无毒无害的物质称为饲料。植物及其产品是畜禽饲料的主要来源。研究畜禽营养基础,首先应了解组成动、植物的化学成分及其相互间的关系。

通过光合作用或固氮作用,植物可利用无机物合成自身所需要的营养物质,而动物则不具备这些功能,其所需要的营养物质直接或间接来源于植物。由此可见,自然界中动物与植物有着密切的关系。植物为动物提供生长和繁殖所需要的营养物质,动物为植物提供有机肥料,促进植物的生长和繁殖。了解组成动、植物体的化学元素组成及其异同点,可以较深刻地了解各种植物体中的养分组成及其对动物的营养生理功能,以便合理利用植物所含养分,满足动物的营养需要。

一、组成动、植物体的化学元素

自然界中各种物质都是由化学元素组成的。按其在动、植物体内含量的多少,可分为常量元素和微量元素两大类。动、植物体内含量不低于0.01%的化学元素称为常量元素,如碳、氢、氧、氮、硫、钙、磷、钾、钠、氯、镁、硅等;动、植物体内含量低于0.01%的化学元素称为微量元素,如铁、铜、钴、锰、锌、碘、硒等。实验证明组成动物、植物细胞的化学元素种类基本相同,但含量略有差异(表1-1)。

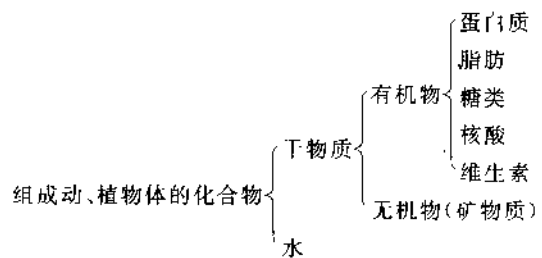
表1-1 动、植物体化学元素含量比较

元素含量	植 物				动 物		
	青草	玉米	豆饼	甜菜	脂肪型猪	中等肥育阉猪	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 ⁻¹)	0.97	0.59	1.68	0.60	1.27	1.81	1.54
氯 / (g · kg ⁻¹)	1.32	0.40	0.20	0.76	0.41	0.59	0.52
磷 / (g · kg ⁻¹)	0.68	2.70	3.00	0.29	2.77	7.98	5.28
钙 / (g · kg ⁻¹)	1.97	0.20	3.10	0.61	4.43	15.00	8.74
镁 / (g · kg ⁻¹)	0.89	1.20	2.50	0.25	0.19	0.51	0.32
钾 / (g · kg ⁻¹)	6.32	3.00	17.70	1.35	1.12	1.69	1.42
钠 / (g · kg ⁻¹)	0.36	0.10	0.20	0.14	0.53	1.08	0.76
硅 / (g · kg ⁻¹)	1 643.0	170.0	720.0	140.0	10.0	60.0	100.0
铁 / (g · kg ⁻¹)	21.0	37.0	187.0	21.0	90.0	280.0	280.0
锰 / (g · kg ⁻¹)	61.0	6.10	32.0	21.0	—	—	—
锌 / (g · kg ⁻¹)	25.0	19.20	43.4	7.0	30.0	30.0	30.0
钴 / (g · kg ⁻¹)	70.0	17.0	135.0	14.0	—	—	—
铜 / (g · kg ⁻¹)	800.0	3 300.0	19 800.0	760.0	—	—	—
碘 / (μg · kg ⁻¹)	—	—	—	—	400.0	400.0	400.0

二、组成动、植物体的化合物

(一) 化合物

动、植物体含有的主要成分有六种:水、蛋白质、脂肪、糖类、矿物质和维生素。这些成分除水和无机盐外,绝大多数都属有机化合物,如图1-1所示。这些有机化合物在动、植物体内进行着一系列的化学变化,维持生物体新陈代谢的正常进行。



动、植物体内的水一般以两种状态存在。一种含于动、植物体细胞内，与细胞内物质结合不紧密，可以自由移动，容易挥发，称为游离水或自由水；另一种与细胞内的胶体物质紧密结合在一起，难以自由移动及挥发，称为结合水。水在动、植物体内的含量较多，是生命活动的重要物质，动、植物体内各种营养物质的消化、吸收、运输、转化等几乎都需要水的参与。

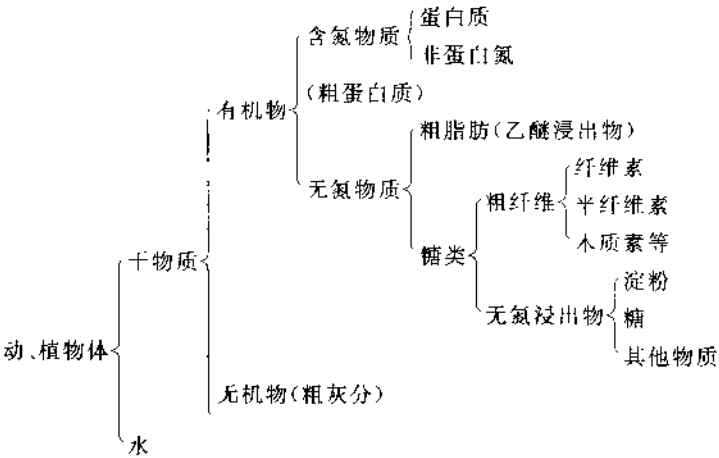
动、植物体内的有机物主要是蛋白质、脂类和糖类，这三大有机物主要由碳、氢、氧三种化学元素组成。蛋白质中还含有氮、磷、硫等元素。它们的组成成分见表 1-2。糖类在动物体内的存在形式主要是葡萄糖和糖原，在植物体内的存在形式主要是淀粉、纤维素等。

表 1-2 动、植物体三大有机物的化学元素组成比较 (%)

成分	碳	氢	氧	氮	其他
蛋白质	53	7	21.5	16	2.5
脂肪	77	12	11	0	0
糖类	44	6	50	0	0

动、植物体内的无机物主要是无机盐，由钙、磷、钾、钠、氯、硫、镁、铁、铜、钴、锰、锌、碘、硒、氟等元素组成，这些元素在机体内含量虽然不高，但均是生命活动所必需的物质。

实验室中，由饲料常规营养成分分析可知，构成动、植物体的营养物质可分为水、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪(乙醚浸出物)、粗纤维和无氮浸出物。其关系可用图 1-2 表示：



1. 水 水是动、植物体的重要组成成分。因动、植物体不同，其水分含量亦不同。

2. 粗灰分(Ash) 粗灰分是动、植物体内所有有机物在 550~600℃ 高温电炉中全部氧化后剩余的残渣,主要为矿物质氧化物、盐类等无机物,有时也含少量泥、沙,称为粗灰分或矿物质。

3. 粗蛋白质(CP) 动、植物体内一切含氮物质总称为粗蛋白质,它包括真蛋白质和非真蛋白质的含氮化合物(NPN)。非真蛋白质的含氮化合物也称为非蛋白氮,如氨基酸、硝酸盐、铵盐、氨、尿素等。

4. 粗脂肪(EE) 动、植物体内的脂类物质总称为粗脂肪。由于脂类物质易溶于乙醚中,在常规营养成分分析中通常用乙醚来提取脂类物质,所以粗脂肪又称为乙醚浸出物。

5. 粗纤维(CF) 粗纤维是植物细胞壁的主要组成成分,它包括纤维素、半纤维素、木质素和多缩戊糖等。

6. 无氮浸出物(NFE) 无氮浸出物是单糖、双糖、多糖等物质的总称。

(二) 动、植物体所含营养物质的差异

动、植物体所含营养物质种类大致相同,所以,饲喂植物饲料基本上能满足动物的营养需要。但是,其含量和组成有很大差异,如表 1-3 所示。

表 1-3 动、植物体营养成分比较

(%)

营养成分	植 物				动 物			
	草地干草	饲用甜菜	大麦	向日葵饼	中等肥育小牛	中等肥育绵羊	肥猪	犊
水	14	88	14	9	56	54	44	73
粗蛋白质	10	1	9	36	18	19	13	18
脂肪	3	0	2	11	20	22	39	4
无氮浸出物	41	9	68	23	1*	1*	1*	1*
粗纤维	26	1	4	14	—	—	—	—
灰分	6	1	3	7	5	4	3	4

注:1* 表示动物体内糖类含量小于1%。

1. 水 水在成年动物体内含量较稳定,一般占动物体质量的 45%~60%;在植物体内含量差异较大,一般占植物体质量的 5%~95%。

2. 粗蛋白质 粗蛋白质在动物体内含量较稳定,一般占动物体质量的 13%~19%;在植物体内的含量差异较大,一般占植物体质量的 1%~36%。在植物体内非蛋白氮含量较高,而在动物体内真蛋白质含量较高,非蛋白氮含量较低。

3. 粗脂肪 动、植物体的脂肪种类各不相同,差别较大。植物脂肪多由不饱和脂肪酸组成,其粗脂肪中除了含有脂肪酸、醇类和磷脂外,还含有蜡质和色素,而动物脂肪多由饱和脂肪酸组成,其粗脂肪中含有脂肪酸、醇类和磷脂。

4. 糖类 植物体中的无氮浸出物主要是淀粉,而动物体内的无氮浸出物主要是葡萄糖和糖原,且动物体内无氮浸出物含量小于1%。植物体内含有粗纤维,而动物体内则不含有粗纤维。

总之,各种植物体间所含营养成分差别较大,而动物体间差别相对较小。了解各种营养成分在植物体内的存在方式及其对动物体的营养作用,可更好地利用植物体所含的营养成分,满足动物的生长发育和繁衍后代的需要,以获得更大的效益。

【随堂练习】

1. 解释名词:常量元素,微量元素,粗蛋白质,粗灰分,粗脂肪,无氮浸出物。
2. 组成动、植物体的化学元素,按其在体内含量的多少可分为哪两类?各自包括哪些元素?
3. 组成动、植物体的营养成分按常规营养成分分析包括哪几类?

第二节 畜禽对饲料的消化

一、消化的概念

饲料中的营养物质进入畜禽的消化管,经过物理的、化学的和微生物的作用,将大分子化合物分解成能透过消化管壁的小分子化合物,这一生理过程称为消化。已消化的小分子化合物,透过消化管壁进入血液或淋巴液的生理过程称为吸收。吸收的营养物质通过循环系统输送到机体各组织器官,供动物体利用。可以说,消化是吸收的准备,吸收是机体新陈代谢的前导。

二、畜禽消化方式

由于畜禽的种类不同,畜禽采食的饲料在消化系统内被消化的部位不同,其消化的方式也不一样。饲料的分子结构往往极为复杂,难溶解的大分子物质只有经过物理的、化学的、微生物的消化过程,才能变为有利于畜禽消化吸收的物质。

(一) 物理消化

畜禽采食饲料后,经咀嚼、吞咽、胃肠运动等,将饲料切断、磨碎、压扁,使食物的表面积增加,易于与消化液充分混合,并把食糜从消化管的一个部位运送到另一个部位,这个过程为物理消化。这种消化方式虽然改变了饲料的物理性质,但并没有改变饲料的化学性质。物理消化过程有利于饲料在消化管内形成悬浮液,为消化系统后段的化学消化、微生物消化做好充分准备。

◆ 猪是单胃杂食家畜,因其盲肠不发达,消化管的容量也有限,对食物的消化主要依靠化学的消化作用,而微生物的消化作用较小,故对饲料咀嚼得较细,饲喂猪时,用精饲料比用青粗饲料更为适宜。

◆ 家禽靠喙采食饲料,能撕碎大块食物。在生产中常采用中等粉碎粒度的饲料饲喂禽类,其目的是有助于保持家禽正常的采食及撕切饲料的能力,降低养殖成本。

◆ 对于单胃草食性家畜,家兔主要靠门齿切断饲料,臼齿磨碎饲料,并与唾液充分混合后吞咽;马属动物主要靠上唇和门齿采食饲料,靠臼齿磨碎饲料,咀嚼比猪更为细致。该类动物胃容积相对较小,但肠道长且容积大,盲肠和结肠特别发达,盲肠内有大量的微生物。因此,在饲喂前将饲料适当切短,有助于该类家畜的采食和咀嚼。

◆ 反刍家畜牛、羊等采食饲料后,不经过充分咀嚼就吞咽到瘤胃,饲料在瘤胃内受胃液的浸润而软化,休息时再将饲料返回口腔仔细咀嚼,这种现象称为反刍。经反刍后的食糜,颗粒很

细,有利于瘤胃内微生物的进一步消化。

饲料在家畜胃、肠内的物理消化,主要靠消化管壁肌肉的收缩对食物进行研磨和搅拌。家禽则主要靠强有力的肌胃壁及少许沙石把饲料磨碎。

(二) 化学消化

动物消化腺分泌的消化液含有能分解饲料及其养分的多种消化酶,在酶的作用下,各种营养物质被分解为易吸收的物质,这一消化过程称为化学消化。此外,饲料中也含有相应的酶,在畜禽消化管的适宜环境下,也参与消化作用。

高等动物的消化系统分化比较完全,不同部位的消化管,能分泌不同的消化液,消化液中酶的种类也不相同,如表 1-4 所示。

表 1-4 消化管中的主要酶类

来源	酶	前体物	致活物	底物	终产物
唾液	唾液淀粉酶	—	—	淀粉	糊精、麦芽糖
胃液	胃蛋白酶	胃蛋白酶原	盐酸	蛋白质	胨
胃液	凝乳酶	凝乳酶原	盐酸	酪蛋白	酪蛋白、胨
胰液	胰蛋白酶	胰蛋白酶原	肠激酶	蛋白质	胨
胰液	糜蛋白酶	糜蛋白酶原	胰蛋白酶	蛋白质	胨
胰液	羧肽酶	羧肽酶原	胰蛋白酶	肽	氨基酸
胰液	氨基肽酶	氨基肽酶原	胰蛋白酶	肽	氨基酸
胰液	胰脂酶	—	—	脂肪	甘油、脂肪酸
胰液	胰麦芽糖酶	—	—	麦芽糖	葡萄糖
胰液	蔗糖酶	—	—	蔗糖	葡萄糖
胰液	胰淀粉酶	—	—	淀粉	糊精、麦芽糖
胰液	胰核酸酶	—	—	核酸	核苷酸
肠液	氨基肽酶	—	—	胨、肽	氨基酸
肠液	双肽酶	—	—	胨、肽	氨基酸
肠液	麦芽糖酶	—	—	麦芽糖	葡萄糖
肠液	乳糖酶	—	—	乳糖	葡萄糖、半乳糖
肠液	蔗糖酶	—	—	蔗糖	葡萄糖、果糖
肠液	核酸酶	—	—	核酸	嘌呤、嘧啶
肠液	核苷酸酶	—	—	核酸	磷酸、戊糖

畜禽饲料主要来源于植物。饲料中的蛋白质、脂肪和糖类在畜禽体内分别被相应的消化酶消化。不同的动物在不同的生长发育阶段所分泌的酶的种类、数量不同。因此,供给的饲料种类和加工调制方法也不同。

(三) 微生物消化

反刍动物的瘤胃和马、兔等家畜的盲肠、结肠内栖居着大量的细菌和纤毛虫等微生物。这些微生物能分泌多种酶,经过物理消化的饲料在这些酶的作用下被分解,这一过程称为微生物