



国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划资助项目

畜禽营养 与 饲料加工

CHUQIN YINGYANG YU SILIAO JIAGONG

陈西风◎主编



黄河出版传媒集团
宁夏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

畜禽营养与饲料加工 / 陈西凤主编. —银川:宁夏人民出版社, 2014.5

ISBN 978-7-227-05768-0

I. ①畜… II. ①陈… III. ①家畜营养学②家禽—营养学③饲料加工 IV. ①S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 093083 号

畜禽营养与饲料加工

陈西凤 主编

责任编辑 姚小云 管世献

封面设计 玖 月

责任印制 李宗妮

黄河出版传媒集团 出版发行
宁夏人民出版社

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)

网 址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 renminshe@yrpubm.com

邮购电话 0951-5052103

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏雅昌彩色印务有限公司

印刷委托书号 (宁)0014940

开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 13.25
字 数 280 千字
印 数 2000 册
版 次 2014 年 5 月第 1 版
印 次 2014 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-227-05768-0/S·339

定 价 16.60 元

版权所有 侵权必究

前 言

2012年6月，宁夏农业学校获教育部、财政部、人社部三部委批复立项建设国家中等职业教育改革发展示范学校。两年来，作为宁夏回族自治区级中等农业职业学校，学校紧紧把握机遇，秉承、光大“尚农、诚朴、强技”的校训和“德育为本学做人，技能为用会做事”的育人理念，全校上下凝心聚力，以农业职业人之执着、诚朴的精神，凝练办学特色，在政、行、企的大力支持下，在两年的建设期内顺利完成各项建设任务，取得了丰硕成果，极大地提升了学校的办学实力和水平。

这套校本教材和实训指导的出版，既是学校示范校人才培养模式和课程体系改革的成果之一，又是学校多年来对农业职业技能人才培养和课程体系改革实践的承载与积淀，也是校企在专业与需求、课程与职业标准、教学与生产“三对接”实践的体现。

成果付梓之日，适逢十八届三中全会以来国家部署加快发展现代职业教育和《自治区党委、人民政府关于加快发展现代职业教育的意见》的出台之时。职业教育的改革发展迎来新的机遇，这对我们培养现代农业职业技能人才的使命和责任提出了新要求，赋予了新内涵。

本套书为自治区级中等农业职业学校改革发展成果，创新探索因素固存，错误疏漏之处难免，敬请读者批评指正，以促提升。

编委会
2014年3月

目 录

绪论	1
模块一 畜禽营养作用	8
任务一 饲料与动植物的化学元素组成	9
任务二 蛋白质与畜禽营养	17
任务三 碳水化合物与畜禽营养	31
任务四 脂类与畜禽营养	38
任务五 三种有机物质在畜禽体内的消化利用与能量转化	43
任务六 矿物质与畜禽营养	46
任务七 维生素与畜禽营养	57
任务八 水与畜禽营养	70
任务九 各种营养物质在畜禽营养中的相互关系	72
模块二 饲料分类及饲料原料	79
任务一 饲料的概念与分类	80
任务二 粗饲料	83
任务三 青饲料	88
任务四 青贮饲料	91
任务五 能量饲料	102
任务六 蛋白质补充料	106
任务七 矿物质饲料	112
任务八 饲料添加剂	115
任务九 饲料资源的开发与利用	119
模块三 饲料原料加工	123
任务一 粗饲料的加工处理	123
任务二 青贮饲料的加工处理	129
任务三 籽实饲料的加工处理	137



任务四 饲料发酵	144
模块四 畜禽的营养需要与饲养标准	147
任务一 畜禽的营养需要	148
任务二 畜禽的饲养标准	158
模块五 饲粮配合	162
任务一 日粮配合	163
任务二 畜禽的日粮配合设计	167
任务三 配合饲料	170
模块六 饲养技术与饲养效果检查	174
任务一 饲养技术	174
任务二 饲养效果检查	182
模块七 实验实训	185
实训一 饲料样品的采集与制备	185
实训二 饲料中粗蛋白质的测定方法	186
实训三 饲料中粗脂肪的测定方法	188
实训四 饲料中粗纤维的测定	189
实训五 饲料中粗灰分的测定	190
实训六 饲料中钙的测定	191
实训七 饲料中磷的测定	192
实训八 饲料中水分的测定	193
实训九 饲料粒度测定	194
实训十 饲料混合均匀度测定	195
实训十一 饲料中 toxic 有害物质——游离棉酚含量的测定	198
实训十二 黄曲霉素 B ₁ 的测定——高效液相色谱法	199
实训十三 饲料掺假成分检测	200
参考文献	206
后记	207



绪 论

学习目标

- ◎了解动物营养和饲料与饲养学在动物生产中的作用、地位及发展历史，便于养殖工作者有效掌握在畜牧业健康发展应采取的对策。

《畜禽营养与饲料加工》是畜牧兽医及相关专业的基础和技能训练课，是教导学生从一般知识和操作演练进入专业实践技能培养的桥梁。

一、动物营养在动物生产中的作用、地位与发展趋势

人类饲养动物的目的是为了获得肉、蛋、奶等动物性蛋白质和动物皮毛，而营养物质是动物维持生命、生长、繁殖、产蛋、泌乳等状态的物质基础。无论何种动物都需要从饲料中获得一定的营养物质作为生长、繁殖和生产产品的原料。动物营养学阐明营养物质的摄入与动物生命活动之间的关系，是应用动物生物化学、生物学、生理学、生物统计等手段，研究养分的生理作用、营养功能，养分的消化吸收，饲料的营养价值，以及动物营养需要的一门应用基础学科。它的任务在于研究各种养分的生理功能，在动物机体内的物理和化学变化过程，包括动物的摄食、消化、吸收和组织细胞的营养运转，及未经利用的养分和代谢物的排泄等。从而在此基础上确切掌握动物的营养需要量，以达到提高养分利用率和充分发挥动物潜在生产性能的目的。

近二三十年来，生物化学和仪器分析的发展，为营养学研究提供强有力的手段，研究项目的重点已由蛋白质、脂肪和矿物质，转向氨基酸、微量元素、维生素、酶、激素等。畜牧业发达的国家和地区，由于重视动物营养科学的研究，制定了各种动物营养需要标准，按照科学配方生产全价、高效和低耗的配合饲料。从而在很大程度上提高了饲料的利用效率，缩短了畜禽饲养周期，降低了饲料成本，特别是由于近期广泛深入地开展氨基酸、维生素和微量元素营养的研究，重视它们在日粮中的平衡作用，

大量生产和使用各种添加剂，使饲料利用率提高到了一个新的水平。动物饲养学是研究动物营养原理在动物饲养实践中的应用，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，配置营养全价的日粮，以满足动物的各种营养需要。同时研究饲料的加工及饲喂技术，以充分发挥动物的生产性能和饲料的营养潜能。

二、畜牧、饲料与饲养学发展历史

“民以食为天”。人类通过生产劳动实践，逐步认识食物与生物体之间的关系，不断积累了膳食、营养、饲料等方面的丰富经验。正是这些宝贵的知识汇集和先行科学理论的借鉴，通过试验反复研究、验证、总结，为饲料与饲养学的诞生与发展奠定了基础。

在远古时期，人类长期过着穴居岩洞、茹毛饮血的生活，衣、食的来源以狩猎为主，兼采食植物果实为生。经过漫长的岁月，约在中石器向新石器时代过渡的 14000~12000 年前开始定居，由单纯狩猎转向驯化动物。到了新石器晚期，许多重要家畜等已先后被驯化。

人类驯化动物概况

动 物	地 点	时 间
狗	欧亚交界	14000~12000 年前
猪	东南亚、欧洲	11000 年前
山羊、绵羊	近东、地中海中岸	11000 年前
牛	东南亚、欧洲	9000 年前
鸡、鸭、鹅	东南亚	新石器末期
鱼		6~7 世纪

我国是动物驯化、饲养最早的国家之一。自古有伏羲氏教民养六畜的传说。《易·系辞》中称，“古者包羲氏王天下……作结绳而为罟，以佃以渔”。从动物圈养到繁衍后代，捕、养、管的方法都向前跨进了一大步。

新石器晚期到殷商，是母系社会向父系社会的过渡时期，虽无文字记载，但从已发掘的墓葬陪葬坑中发现的兽骨与兽形陶俑判断，猪是当时的主要家畜，而且还发现大型圈栏设施，证明饲养管理条件已改善，养猪已具有一定规模。

商、周、春秋及青铜时代，甲骨文中已有稻、稷、黍、粟等作物和马、牛、羊、鸡、犬、豕、象七畜名字。甲骨文中及篆书中，都有豕的象形字。东汉许慎所著《说文解字》中释“困”谓“从豕在口中也”，像豕（猪）关在圈里；释“家”字谓“从宀，居也”，乃定居的象征，可见豕（猪）在家庭中的地位。商代已出现车舆，以车乘和战马数量显示经济与军事实力。

从战国到近代，延续两千余年。铁器用于农耕，发展谷物生产，同时把农耕与养



畜密切结合起来。到后魏，贾思勰所著的《齐民要术》一书总结了中原地区劳动人民对牛、马、驴、骡、猪、羊、鸡、鸭、鹅、鱼等饲养管理、生产等宝贵经验。谈到“春夏草生，随时放牧，糟糠之属，当日别与；八九十月，放而不饲；所有糟糠则蓄待穷冬春初……”。清《三农纪》概括为“近山林者宜收橡栗之属，采嫩叶野蔬，煮以豢之；近湖水者宜收浮萍泽菜之属，煮以豢之；陆越平原宜用田一丘，原粪熟耕……”这些论述可誉为我国古代亦农亦牧、饲养管理技术直观认识经验的总结篇。

人类在长期的生产劳动中，很早就有了对食物、饲料营养价值和饲养效果的认识。古罗马时代的普利尼就认识到了“适时收割的干草，要比成熟时收割的好”，又提到“改进饲养才能获得良好家畜生产效益”。我国春秋战国时代孟子云：“数罟不入湾池，鱼鳖不可胜食也”。又说“鸡豚狗彘之畜，无失其时，七十者可以食肉矣”。认识到食而不能绝其源，明确了保护资源、扩大资源以利持续发展的重要性。《黄帝内经》所提到的“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充”，不仅总结了满足营养需要的方法，还概括了各种营养物质的作用，已具备了多种食物配合、提高膳食营养的理念。对动物营养需要和满足均衡营养，提高饲养技术也有一定启迪。

中国古代劳动人民在饲料利用、动物饲养技术、畜产品加工等方面都处在世界领先地位。由于 2000 多年的封建统治，致使牧业长期处于副业地位，致使发展缓慢，产业革命以后与西方国家差距加大。

产业革命以后，18 世纪中叶，法国化学家拉瓦锡 (Lavoisier, 1743~1794)，在已发现的氧元素与氧化作用的基础上，建立了燃素说。认定了动物呼吸同样是化学反应，定量研究了动物呼吸产热，首创了动物热力学。为饲料营养与饲养学的发展奠定了理论基础。19 世纪初德国科学家 Thaer 早在 1809 年提出以干草价衡量各种饲料相对营养价值的评定方法，由此延伸了饲料营养价值评定。从化学方法评定概略养分分析到饲料与动物体内代谢转化相联系的能量评定体系，以及之后的蛋白质质量评定，维生素及矿物质元素效价评定等，使人们深入了解了各种饲料营养特性，掌握了各种动物对饲料养分利用及其变化规律。还是被誉为饲料营养价值评定奠基人的 Thaer 倡导的制定饲喂定额的提议，启动了制定饲养标准的研究。约经 300 年时间才由粗到细，把已经研究清楚的营养素绝大部分包容到饲养标准之中，为按标准科学饲养奠定基础。

从 18 世纪以后到 20 世纪中叶，随着工业、农业（种植、养殖）的迅速发展，科学研究不断深化，饲料与饲养学经过近两个世纪才得以形成一个独立学科。

20 世纪以来，是饲料与饲养学形成与发展时期。随着畜牧业迅速发展，专业分工细化，纯牧型大量减少，农牧结合型尚存。畜牧业逐渐向专业化、企业化转型，对科技的依赖性加大，进一步促进了科学研究的发展。从 20 世纪 30 年代起到 20 世纪中叶，基本确定了动物生存和生产所需营养物质及饲料营养饲用价值，而且对维生素、氨基酸、微量营养物质，以及对动物营养代谢规律和营养互作关系的研究都非常活跃，

并取得突破性进展。在此期间还发现一些非营养性物质的适量添加有促进动物消化利用、助生长、抗疾病等效果，随之推动了饲料工业的发展。这个时期，人工合成维生素、氨基酸成功并投入生产。饲料与饲养科学理论有力地支持了饲料工业添加剂、配合饲料的进一步研制与开发。随着饲料与饲养学科不断进展，饲养技术不断更新，饲料综合利用、营养调控、环境控制等技术在生产中不断应用，标志着饲料与饲养学科已经形成。

饲料与饲养学和动物营养学是紧密相连的姊妹学科（源于动物饲养学），今后将以不同角度，在各自学科研究领域协同并进，推动饲养业迅速发展。

三、饲料与饲养学在动物生产中的重要作用

生产力的发展，总是随着人们在生产劳动中不断积累宝贵经验，从直观的感性认识到理性认识过程，直至升华到理论，指导实践，推动生产力发展。

动物生产是人类借助动物将饲料中的营养物质转化为人们生活所需的乳、肉、蛋、毛、皮等优质营养食品及制品的过程。这种转化能力，不仅依靠动物本身所具备的遗传潜能和生理特性，而且与外界环境条件密不可分，诸如饲料、饲养、管理、保健和生存空间的温、湿、光、密度、气流环境息息相关。也就是表现型=基因型+环境。饲料与饲养学就是从这些方面提供理论上、方法上以及动物生产过程中各项技术的指导和服务，使动物生产转化潜能充分发挥出来。

20 世纪以来，尤其近 50 年，动物生产迅猛发展，饲料与饲养科学研究不断深化，相关学科研究成果也不断涌现，先后应用到生产实践之中，促进动物生产水平不断提高。良种培育，为动物饲养推荐为数甚多的优良畜禽品种。饲料营养价值评定到饲养标准的制定越来越细化，反刍动物蛋白质体系标准的采用，为动物按标准饲养提供了科学依据。近年来，部分氨基酸大量生产，填补了植物性饲料蛋白质成分的亏缺（相对动物饲粮而言）。饲料养分生物效价的研究成果及饲料加工处理新技术等的应用，都在合理配制饲粮，提高饲料利用率方面取得了良好的效果。在生产过程中，人们对营养调控、饲养技术运用、管理方法和环境条件的改善等的研究，都在很大程度上提高了动物生产水平。

饲料工业的不断发展，促使工厂生产出种类繁多的添加剂，乃至全价高效配合饲料，为饲料营养调配，提高饲料报酬，开拓饲料资源，缓解饲料供需矛盾，起到积极促进作用。当然，也离不开饲料与饲养学理论的支持。

科学技术协调发展，必然促进动物生产水平大幅度提高。我国近 50 年，尤其是改革开放以来，动物养殖与日俱增，生产水平不断提高，成效非常显著。生猪增重 1 kg，耗料从原来的 5~4 kg，到现在仅需 3.5~3 kg，出栏活重达 90 kg 以上，缩短至 6 个月龄以内。奶牛年产奶量从不足 2000 kg 上升到 5000 kg 以上。禽类生产，鸡的生产水平提



高最快，蛋鸡年均产蛋达 250 枚，高产鸡群已达 270 枚以上。肉鸡从原来每增重 1 kg 需耗料 4~3.5 kg，而今降至 2 kg 以内；仔鸡体重达到 2~2.2 kg 时，由原来需要 7~8 周，现今已缩短到 6 周以内。鸡的生产已基本达到国际先进水平。

我国的动物饲养业的发展和生产水平的提高，是党的农业政策落实的结果，是重视人才培养和大力发展科教事业所取得的成效。饲料工业的兴起也为之推波助澜。相信不会太久，我国动物生产水平定会跻身世界先进行列。

四、饲料与饲养学发展趋势

现代动物生产已进入以科学技术为指导的高效生产时期。动物生产正朝着专业化、集约化、工厂化深入发展。生产者对于投入产出比要求越来越高，对科技依赖程度越来越大，甚至对每一个生产环节和影响因素都迫切希望通过科技进步加以解决。

现代科学研究的发展趋势，正由局部到整体，由静态向动态，从宏观到微观，朝着更为精细，更为准确，不断完善深入的系统化方向迈进。

当前，国内外的研究，涉及动物饲养方方面面，但主要集中在以下方面：

第一，营养需要。随着饲料营养成分和营养参数的不断更新，从少数静态指标为主描述的饲料营养物质转化规律研究转向动态营养研究。今后的饲养标准应根据动物产品数量与质量及环境变化等因素，制定出符合动物生理特点的、能够预测生产性能的、切实起到按标准进行科学饲养的动态标准。数学模型化、计算机化已成为必然趋势。借助计算机可将动态营养需要量和饲料营养价值等资料及饲料配方软件制成光盘或通过网络，供饲养者和饲料工业应用。

第二，蛋白质、氨基酸和肽营养研究。饲料蛋白质、氨基酸营养一直是研究的重要课题。近来，理想蛋白质、氨基酸模式及可利用氨基酸概念已达到需要与供给统一。以可利用或可消化氨基酸为基础的理想蛋白质、氨基酸为模式的饲料配方较为理想。某些必需氨基酸的合成研究与生产将继续。已开始研究反刍动物采用瘤胃降解蛋白或小肠可吸收氨基酸蛋白质营养新体系。

另外，近来研究证明，蛋白质水解产物肽，尤其是小肽（二肽或三肽），可直接吸收，不仅可作为氨基酸供体，而且有促进激素、酶的分泌。活性肽还可参与免疫功能调节、细胞增生等特殊功能。

第三，饲料生物学价值评定。生物效价可较为准确地判定动物对养分的利用程度，可用于合理选用饲料，科学配制饲料。饲料养分生物学效价的准确评定，具有很高的实用性。

第四，饲养管理技术。饲养管理伴随动物生产全过程。随着动物品种不断优化，高效生产不断发展，对饲养管理要求越来越高。随着科技成果不断深化、创新以及受客观诸因素制约，饲养管理技术也必须与之相适应。尤其我国地域辽阔，存在饲料资

源丰缺有别，饲养规模大小不一，生产水平不尽相同，动物遗传性多样，生活习性存有差异。因此，提出了许多新的研究课题，如：采用什么样的饲养模式最为合适；采用哪些饲喂方式和方法，才能符合动物的特性；如何应用饲养标准，合理利用饲料资源，科学配制饲料又不造成浪费；针对不同生产目的和动物生理特点及生理阶段，进行营养调控和采食量调控，使营养按着人的意愿进行合理分流；为动物创造适宜环境，符合饲养卫生、动物保健、动物福利等管理措施。

第五，饲料资源开发。动物生产发展与饲料原料供需矛盾日益突出，千方百计开发饲料资源，已成为保障养殖业可持续发展至关重要的问题。

我国非传统饲料资源丰富，它包括植物、动物及畜产品加工副产品和下脚料，非传染病死亡畜禽尸体以及食品加工、酿造、制药等糟渣和废弃物，还有林业资源均可开发利用。但目前开发利用不到40%。主要受限于饲料加工业发展滞后，原料收集、运输、加工方法、设备与工艺都不能与之相适应。加大研发力度，生产出更多符合标准的饲料级产品具有很大潜力。

改善秸秆饲用价值，对反刍动物尤为重要。除常规处理方法外，还包括：充分利用反刍动物特有的消化特点，改善秸秆在瘤胃的发酵，调控微生物区系，提高消化率和利用率；以营养吸收及平衡理论，采取添补或调控方法，添补矿物微量元素，补充易消化氮源、碳源、可消化糖分等营养物质，增加微生物的繁殖数量并提高秸秆利用效率。

多渠道开发饲料资源。诸如利用现代生物技术培育高能、高蛋白（氨基酸）等饲料作物，研制促进消化吸收、调节营养平衡的有益微生物，研制开发增强免疫功能、酶制剂等新型饲料添加剂，利用矿物资源，开发微生物蛋白饲料，回收粮食深加工残渣，科学处理、循环利用再生饲料资源，等等，都是广开饲料来源的有效途径。

第六，生态畜牧业与饲料及畜产品安全生产。随着人们环保意识的增强，对健康高度重视，对“安全食品”十分关注。我国饲料工业，尤其原料加工业对环境造成的污染还是比较严重的。饲料添加剂和配合饲料中非法添加的有毒、有害物质（如禁用药物、激素等），不仅对动物有害，而且添加物在动物性食品中的残留会危及人体健康，给人们的安全构成威胁。人们以大自然的“绿色”呼吁“绿色饲料”“绿色食品”。当前主要的研究任务应尽快制定和完善相应标准，研究快速检测方法及完善法律、法规和监管体系。另外，还涉及进一步研究动物排泄物造成环境污染的处理方法。

第七，生产中的系统调控及其综合应用。动物生产过程是诸因素系统分别研究综合应用过程，它涉及动物特性和遗传潜能、饲料、营养环境、动物免疫与保健、饲养管理等，需要将各系统调控技术与生产要求结合起来，发挥整体效应，不断提高生产水平。

随着现代信息技术、计算机技术、生物技术、化学、生理、生物化学、微生物学、



营养学、数学、物理、动物行为学等学科的发展，为饲料与饲养学研究工作在理论、实验方法、手段和仪器设备等方面都创造了有利条件，这将加速本学科的发展进程。今后的科研需要打破学科界线，交叉渗透，综合协同。这需要广大专业科技工作者钻研所涉及的自然科学和人文科学知识，通过不懈的努力来完成艰巨而光荣的任务。

事实证明，只有掌握动物的基本营养原理，按照科学方法生产饲料才能高效率地转化为产品并获得较高经济效益，这是饲料工业高质量、批量化生产发展的可靠保证。

知识拓展

我国未来饲料行业发展新趋势

1. 产业政策调整，中小企业大量退市。
2. 生产成本高企，利润空间受到挤压。
3. 资本运作加速，社会资源更加集中。
4. 养殖精细化管理，专业化水平彰显企业竞争力。
5. 饲料资源短缺，开发非常规饲料空间较大。
6. 倡导节能减排，生产低碳环保饲料前景广阔。
7. 生产形式变化，散装饲料将会实现快速发展。
8. 重视食品安全，饲料产品被赋予新的内涵。
9. 经营方式转变，延伸产业链分散市场风险。
10. 买方市场到来，提供增值服务取胜行业终端。

参阅：<http://www.meishichina.com/Health/Nutrition>

想一想 练一练

我国当前饲料行业发展存在的问题有哪些？

模块一 畜禽营养作用

学习目标

知识目标

- ◎ 了解动物体与植物体化学元素组成。
- ◎ 掌握各种营养物质在畜禽体内的消化代谢特点及对畜禽的营养作用。
- ◎ 掌握六大营养素的营养作用及其不足和过量的危害。
- ◎ 能清晰叙述各种营养物质在畜禽营养中的相互关系和能量在机体内的转化过程。
- ◎ 准确理解必需氨基酸、限制性氨基酸、微量元素、不饱和脂肪酸、消化能、代谢能等有关概念。
- ◎ 能较准确诊断典型营养缺乏症。

技能目标

学生根据给出的动植物样本或实物,以小组为单位进行描述。具体任务如下:

- ◎ 通过实物观察,说出组成动植物的主要化学元素及其化合物。
- ◎ 描述动植物体化合物的异同点及其相互关系。
- ◎ 说出动物营养的消化方式及消化过程,讲述影响消化率的因素。
- ◎ 说出单胃动物和反刍动物对各种营养素的消化特点。
- ◎ 描述猪和鸡对蛋白质品质的要求。
- ◎ 说明饲料脂肪的性质与畜体脂肪品质及畜产品品质的关系。
- ◎ 讲述预防各种必需元素缺乏与过量的主要措施。
- ◎ 说出畜体内水分的来源和排出及动物需水量的影响因素。
- ◎ 描述饲料中能量在畜体内的转化过程及不同能量的表述与换算。
- ◎ 回答三大营养物质之间的相互关系。

综合能力培养

- ◎ 通过小组学习,培养学生分工合作能力,养成参与意识和团队精神。
- ◎ 通过小组学习,培养沟通与协调的能力。
- ◎ 通过自主学习,培养学生信息收集处理能力、生产过程管理能力、分析与解决问题能力、学习与总结能力。



自然界中的万物生灵都存在着相互联系、相互依存的关系,植物为动物提供饲料资源,动物为植物提供有机肥料,动物与植物共同构成了生物界两大主要群落,共同维系着自然界中的生态平衡,同时也为人类的生存和发展奠定了物质基础。

任务一 饲料与动植物的化学元素组成

学习目标

通过本课题学习,使学生能够:

- ◎ 说出组成动植物的主要化学元素及其化合物。
- ◎ 简述动植物化合物组成的异同点及其相互关系。
- ◎ 说出动物营养的消化方式及消化过程。
- ◎ 讲述饲料消化性、动物消化力、消化率及影响消化率的因素。

植物是生产者,动物是消费者,动物的饲料主要来源于植物,植物为动物提供各种营养物质。但植物中的各种营养物质被动物采食后并不能直接成为动物体组织的成分,而必须经过消化、吸收、转化等一系列的代谢过程,才可将植物中的营养物质转变为动物体组织的成分。因此,研究动植物的化学组成、化合物及其相互关系,是满足畜禽营养需要、提高饲料转化率、增加产品数量和提高畜产品质量的内在要求。

一、动植物的化学元素组成

植物是自养生物,能以日光为能量来源,并利用二氧化碳和其他无机物质构成有机体。动物是异养生物,自己不能制造营养物质,必须以植物或其他生物及矿物为食物以获取营养。所以,组成植物的化学元素与组成动物的化学元素基本相同。

据现代分析技术测定,动植物体内共含有 60 余种化学元素。按它们在动物体内的含量多少分为两大类:含量大于或等于 0.01% 者称为常量元素,主要有碳、氢、氧、氮、钙、磷、钾、钠、氯、镁和硫等。其中碳、氢、氧、氮 4 种元素在动植物体内所占比重最大,它们在植物体内的含量约占 95%,在动物体内的含量约占 91%。而含量小于 0.01% 者称为微量元素,主要有铜、铁、锌、锰、硒、碘、钴、钼、铬和氟等。

二、植物性饲料的营养成分及其影响因素

(一) 组成动植物的化合物

组成动植物的化学元素,绝大部分不是以单独的形式存在,而是相互结合为复



杂的无机化合物和有机化合物。按照常规分析，构成动植物体的化合物有水分、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。

1. 水分

各种饲料均含有水分，含量相差很大，多者可达 95%，少者只含 5%，同一种饲用植物由于收割时期不同，水分含量也不一样，幼嫩时含水较多，成熟后较少；植株部位不同，水分含量也有差异，枝叶中水分较多，茎秆中较少。饲料中水分含量越高，干物质越少，饲料的营养价值越低且不利于保存。

水分也是动物机体内各种器官、组织的重要成分，其含量一般可达体重的一半，动物随着年龄和营养状况的不同，所含水分有显著变化，幼龄时水分含量多，随年龄的增长而逐渐降低；畜禽营养状况不同，水分含量也有差异，脂肪沉积越多，则水分含量越低。

动植物体内的水分一般有两种存在状态：一种与细胞结合不紧密，主要存在于细胞之间，称为自由水或游离水；另一种与细胞内胶体物质紧密结合，形成难以挥发的水膜，称为结合水或束缚水。

2. 粗灰分

粗灰分是动植物体充分燃烧后剩余的残渣。主要含有矿物质氧化物或盐类等无机物质，有时还含有少量泥沙。饲料中主要有钾、钠、钙、磷、锰等，随植物生长，灰分含量逐渐减少，但其中钙、硅含量逐渐上升。部位不同，灰分含量不同，茎叶灰分含量较多。动物体内以钙含量最多，其次为磷，还有少量的铁、碘、铜、锰、钴、硫、氟等。

3. 粗蛋白质

粗蛋白质是动植物体内一切含氮物质的总称，包括真蛋白质和非蛋白质氮化物。几乎所有饲料均含有蛋白质，但其含量和品质各有不同，如豆科植物及油饼类饲料含蛋白质较多，品质也较好，而禾本科植物含蛋白质较少，秸秆饲料则最少，品质也最差。同一种饲料植物由于生长阶段的不同，蛋白质含量也不同，幼嫩时含量多，开花后含量迅速下降。部位不同，蛋白质含量也有差异，籽实>叶茎>茎秆。

动物体内蛋白质含量较稳定。

4. 粗脂肪

粗脂肪是动植物体内油脂类物质的总称，是用乙醚浸出的全部醚溶。可分为真脂和类脂两大类。真脂由脂肪酸和甘油结合而成，类脂有游离脂肪酸、磷脂、脂溶性维生素等。饲料中脂肪含量差异较大，高者在 10% 以上，低的不及 1%，部位不同，含脂量也不同，籽实>茎叶>根。动物脂肪含量随年龄增长而增加，营养状况好的动物，脂肪含量高。

5. 碳水化合物

它既是植物的结构物质也是贮备物质。碳水化合物的一部分是粗纤维（动物体不



含此类物质)，由纤维素、半纤维素、木质素、角质等组成，是植物细胞壁的主要成分，也是饲料中最难消化的营养物质。含量随植物生长阶段而有差异，幼嫩时，含量低，成熟时，含量高。部位不同，粗纤维的含量不同，茎部>叶部>果实、块根。

另一部分为无氮浸出物，它是单糖、双糖、多糖等物质的总称，在动物体内含量极少。饲料有机物质中无氮物质除去脂肪及粗纤维外，总称为无氮浸出物。一般植物性饲料中均含有较多的无氮浸出物，但禾本科的籽实和根茎类饲料含量最多。无氮浸出物在动物体内主要是糖原，贮存于肝脏和肌肉中，也含有少量的葡萄糖。

6. 维生素

在动植物体内虽然含量不高，但它对畜禽来说是体内代谢过程中不可缺少的活化剂和加速剂，是物质代谢的必需参与者。对动物来说既不提供能量，也不构成组织和器官，但是参与调节物质代谢，不能用任何物质来代替。维生素在饲料中的含量因饲料种类不同而异，如黄色玉米中含类胡萝卜素多而白色玉米则很少。

(二) 影响饲料营养成分的因素

饲料营养价值成分表中所列各种营养的物质的数量与质量是多次分析结果的平均数，与具体使用的饲料养分含量有一定差异，这是因为植物的营养物质组成受许多因素影响。

1. 饲料的种类与品种

(1) 种类。青饲料水分高，富含维生素；蛋白质饲料蛋白质含量高；能量饲料中淀粉较多。

(2) 品种。同一种饲料品种不同，营养物质组成不同，如黄玉米中富含胡萝卜素，而白玉米中则缺乏。

2. 收获期

随植物发育，含水量下降，到籽实形成期粗蛋白下降，粗脂肪下降，粗纤维含量上升。

由于青草所含养分因生长期不同而发生显著变化，所以正确地确定收获期是非常重要的，必须选择由单位面积能得到各种养分最高产量那一个时机，一般来说青草的最佳收获期是在开花初期，最迟不超过开花盛期。

3. 饲料作物部位

叶子中营养丰富，远远超过秸秆，收获，晒制，贮存，饲喂过程中，应尽量避免叶片损失。

4. 贮存时间

饲用植物的收获并不改变其化学成分和营养价值，新收割的青草和掘出不久的块根与原来的植物相比有着相同的化学成分和营养价值。但收割后的饲料经长期贮存后，会发生很大变化，如青草经过干燥成为干草时，首先失去大量水分，其次损失一部分有机物。



5. 土壤

生长在不同土壤中的同一种植物，不仅产量不同，而且化学成分也有差异，肥沃的黑土，可生产出优质饲料，贫瘠和结构不良的土壤生产的饲料产量和营养价值均较低。

6. 施肥

施用肥料，既可提高饲料作物产量，又可影响饲料中营养物质含量。施用氮肥，可提高产量和粗蛋白质含量；施用磷肥，可提高饲料中磷和粗蛋白质含量；施用钾肥，可增加饲料中粗蛋白质、粗灰分和钾含量，减少钙含量。

7. 气候条件

气温、光照及雨量分布等气候条件对饲用植物的收获量及化学成分有很大影响，在寒冷气候下生长的植物比在温热气候下生长的植物，粗纤维较多，而蛋白质和粗脂肪较少。了解影响饲料中营养物质组成的因素，一方面能正确认识饲料价值，查用饲料营养价值成分表，做到合理利用饲料，另一方面可采取适当措施，改变饲料营养物质组成，提高饲料的营养价值。

三、动物体与植物性饲料成分的主要异同点及相互关系

动植物体虽含有水分、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、碳水化合物、维生素六种同名营养物质，但是，动物与植物的某些同名营养物质在组成成分上又有明显不同：第一，植物性饲料的碳水化合物中包括无氮浸出物和粗纤维，而动物体不含有粗纤维；第二，植物性饲料中的粗蛋白质包括氮化物，而动物体内除蛋白质外，只含有游离氨基酸和一些激素，不含有氮化物；第三，在植物体的粗脂肪中，除中性脂肪和脂肪酸外，还有色素、蜡质、磷脂等，而在动物体内的粗脂肪中，则含有中性脂肪、脂肪酸及各种脂溶性维生素；第四，植物性饲料中含有的无氮浸出物为淀粉，而动物体内为糖原及葡萄糖。另外，植物性饲料与动物体中各种成分的含量及变化幅度也不一致。

综上所述，植物性饲料与动物体的成分既有相同点又存在差异，动物从饲料中摄取营养物质后，必须经过体内的新陈代谢过程，才能将这些营养物质转变为机体成分、畜禽产品或为使役提供能量。动物体成分与饲料成分间的关系可概括为：动物体水分来源于饲料水、代谢水和饮水；动物体蛋白质来源于饲料中的蛋白质和氮化物；动物体脂肪来源于饲料中的粗脂肪、无氮浸出物、粗纤维及蛋白质脱氨部分；动物体内的糖分来源于饲料中的碳水化合物等；动物体中的矿物质来源于饲料、饮水和土壤中的矿物质；动物体内的维生素部分来源于饲料中的维生素，部分来自动物消化道微生物或由机体合成。但这并不是绝对的，饲料中各种营养物质，在动物体代谢中，相互间还存在着协调、转化、替代或拮抗等复杂关系。

四、动物对饲料的消化

饲料中的营养物质进入动物消化道后，经过物理的、化学的、微生物的复杂作用，

