

动物饲养学

胡 坚 主编

吉林科学技术出版社

动物饲养学

胡 坚 主 编

吉林科学技术出版社

主 编 胡 坚

副主编 (按姓氏笔画为序)

王振权	李凤双	肖朝宽	张婉如
崔宝珣	黄启贤	霍启光	

编著者 (按编写的章节为序)

胡 坚	崔宝珣	李凤双	张光圣	霍启光	张婉如
黄启贤	王振权	范石军	林祖崑	陈忠汉	胡冬琴
李文武	张 权	肖朝宽	秦贵信	胡铁军	金承范
刘振春	高慕琪	徐永平	景耀先	汤玮如	柳树青
石贵山	姜懋武	程胜求	朴厚坤	陶增思	陈丙波
秦荣前	张爱国				

审 校 胡 坚 崔宝珣

动 物 饲 养 学

胡 坚 主 编

责任编辑: 司荣科

封面设计: 杨玉中

出版 吉林科学技术出版社 787×1092毫米16开本 23.75印张
发行 574,000字

1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

印数: 1—5000册 定价: 8.60元

印刷 吉林省长岭县印刷厂 ISBN 7-5384-0600-X/S·119

题祝《动物饲养学》出版

科技兴牧，繁荣我国
农村经济。

何济

二月

序 言

《动物饲养学》一书的出版是我国畜牧科技界的一项新生事物。对这项新生事物，我衷心表示赞赏与支持。它的产生并非偶然，它继承了过去国内外家畜饲养学、动物营养学的理论与实践基础，并针对当前我国畜牧业发展的需要，参考、借鉴和吸收国内外有关畜牧科学、动物营养学、毛皮兽饲养学、鱼类养殖学、实验动物饲养学、经济动物饲养学及饲料科学的新进展，而有所发展。

我国近40余年在党和政府的正确领导下，通过农牧民的辛勤劳动，畜禽饲养业已经获得巨大发展，特别是在十一届三中全会后的近十余年，成绩尤为显著。不但是牛、马、羊、猪、家禽一般畜禽饲养业，而且新兴的经济动物养殖业(如鹿、狐、貂、兔、珍禽等)，以及水产养殖业等行业也不断出现和迅速发展。为使这些一般畜禽饲养业和新兴的经济动物与水产动物养殖业，今后更上一层楼和进一步地发展，以满足我国人民生活不断提高的需要和发展外贸、增加出口创汇，都需要依靠有关各类动物饲养科学的指导。过去我国有关畜禽饲养科学及饲料科学书籍的出版数量并不算少，只是有的出版多年未曾更新与修编，有的零星片段，叙述欠周详，或偏重理论，或偏重实践经验，均属美中不足。特别是有关医药卫生科研与诊断工作的实验动物的科学饲养书籍十分缺乏，这对我国的医药科研与诊断检验工作起了或多或少的阻滞作用。还有饲料科学近一二十年来在国外进展迅速，各种添加剂与各类配合饲料配方的发明、创造、生产与制造日益扩大。在我国，饲料工业近十余年，随着各类畜牧业与养殖业的发达，相应地大发展。引进全套设备的大型饲料工厂已在若干省份相继设立，中小型的配合饲料工厂也如雨后天春笋迅速增加。因此，为培养畜禽饲养业、各类新兴动物养殖业及饲料工业的专门科技人才，编写一种反映近代科学进展，密切结合我国实践系统化和科学化的教材与参考书是必需的，也是非常及时的。

本书由我国东北、华北、西北、华南的15所高等农业院校及一所省饲料公司具有高级职称的专家教授任正副主编，并由三所医科大学、一所解放军兽医大学、一所轻工学院、一所兽医学院及几个省区农学院共20所高等院校和单位的30余人联合编著。他们的教学、科研与实际生产经验相当丰富，分工合作，完成编写任务。这对本书的质量，提供了有力的保证。

本书是当前畜牧科技界的一项新生事物。除欢迎它的出版外，还希望它每隔三年或五年吸收更多的有关动物营养科学与饲料科学的新进展和畜禽与各类经济动物生产实际的先进经验，将本书修订一次，使之更为充实和更能为发展生产与促进科学服务，保证它能够不断地更新。

中国农业科学院兰州畜牧研究所 杨诗兴

1990年5月10日

孙 子 奇

前 言

80年代以来,我国不仅在畜禽饲养业,而且也在多种动物养殖业与饲料工业及其相应学科的教学和科研等方面,都得到了迅速发展,并取得了大量新的可喜成就。为了适应这新的形势发展需要,特在《家畜饲养学》内容的基础上,加以更新、扩张与提炼,融畜禽、实验动物、经济动物、鱼类饲养学为一体,编著了这本《动物饲养学》,以系统论述动物营养与饲料科学理论及其在多种动物饲养与饲料配合工程上的应用,反映饲养学科新进展,注重理论与实践的结合,以使这本专著既主要用作多种相关专业的教材,又可供作广大相关专业科技工作者的读物和参考用书。多种相关专业选作教材,既可从中共同学习基础理论、系统知识和基本技能,又可按专业的区分有针对性地选学各自专业的重点实践内容。

本书由七所高等农业院校和一所省饲料公司具有高级专业技术职称者任正副主编,由中国人民解放军兽医大学、吉林农业大学、西北农业大学、山东农业大学、山西农业大学、沈阳农业大学、广西农学院、北京农学院、吉林省饲料公司、湖南农学院、福建农学院、天津农学院、无锡轻工学院、内蒙古哲里木盟畜牧学院、延边农学院、吉林省农业管理干部学院、北京营养源研究所、白求恩医科大学、第二军医大学和第三军医大学等20所高等院校和单位30余人联合编著。作者们分别在畜牧、兽医、水产养殖、实验动物、经济动物和饲料工程等专业的动物营养与饲养学科的教学、科研和生产岗位,并多置身于第一线工作,其中大多数具有高级专业技术职称。本书编写过程中,受到国家农业部何康部长和著名动物营养学家杨诗兴、杨胜教授的关注与支持。何康部长为本书题词,杨诗兴教授作序,在此一并表示诚挚谢意。

本书适作高等院校的畜牧、水产、实验动物、经济动物和饲料工程等专业以及作高等农业职业教育、电大、函授等有关专业的大学本科和大专用的教材,同时可供作从事饲料工业与多种动物养殖业生产及相关教学科研工作者的读物,也可供作粮食、农业、农垦、外贸、商业、食品、医药等行业相关科技工作者的参考书。

限于水平和编写时间,书中缺点和错误之处,在所难免,敬请指正。

《动物饲养学》编写组

1990年6月21日

目 录

第一篇 动物饲养原理

第一章 饲料的养分及其功能

- 第一节 饲料的养分..... (1)
- 第二节 养分的一般功能..... (3)
- 第三节 养分的表示方法..... (4)
- 第四节 影响饲料养分的主要因素..... (5)

第二章 养分的可消化性

- 第一节 表观消化率常规测定法..... (6)
- 第二节 表观消化率简化测定法..... (9)
- 第三节 影响消化率的主要因素..... (13)

第三章 养分的可代谢性

- 第一节 屠宰对比试验..... (17)
- 第二节 物质代谢试验..... (19)
- 第三节 气体能量代谢试验..... (22)

第四章 养分的能量营养

- 第一节 总能及其测定..... (26)
- 第二节 消化能及其测定..... (29)
- 第三节 代谢能及其测定..... (30)
- 第四节 净能及其测定..... (33)
- 第五节 净能饲养体系..... (35)

第五章 蛋白质营养

- 第一节 蛋白质概念与功能..... (36)
- 第二节 单胃动物蛋白质营养..... (39)
- 第三节 反刍动物蛋白质营养..... (45)

第六章 碳水化合物营养

- 第一节 碳水化合物概念与功能..... (52)
- 第二节 饲料碳水化合物含量与种类..... (53)
- 第三节 单胃动物碳水化合物营养..... (55)
- 第四节 反刍动物碳水化合物营养..... (57)
- 第五节 碳水化合物测定方法评述..... (58)

第七章 脂肪营养

- 第一节 脂肪的组成及性质..... (61)
- 第二节 动物脂肪营养..... (63)
- 第三节 脂肪营养功能和必需脂肪酸营养..... (66)

第八章 维生素营养

第一节 维生素的概念与分类..... (68)

第二节 脂溶性维生素..... (70)

第三节 水溶性维生素..... (75)

第四节 维生素过量对动物体的影响..... (81)

第九章 矿物质营养

第一节 矿物质营养概述..... (82)

第二节 常量矿物质元素营养..... (84)

第三节 微量矿物质元素营养..... (88)

第二篇 饲 料

第十章 饲料分类

第一节 国际饲料分类趋势..... (95)

第二节 我国饲料分类..... (96)

第十一章 青饲料

第一节 青饲料营养特性及其影响因素..... (97)

第二节 青饲料的饲用..... (98)

第十二章 青贮饲料

第一节 青贮的意义、原理和条件..... (100)

第二节 青贮一般与特殊方法..... (104)

第三节 青贮饲料品质鉴定..... (107)

第四节 青贮饲料的饲用..... (110)

第十三章 粗饲料

第一节 干草..... (114)

第二节 茎秆饲料..... (117)

第三节 树叶和其他饲用林产品..... (120)

第四节 粗饲料加工..... (122)

第十四章 能量饲料

第一节 谷实类饲料..... (126)

第二节 糠麸类饲料..... (130)

第三节 块根块茎及瓜类饲料..... (133)

第四节 液体能量饲料及其他..... (137)

第五节 能量饲料的加工..... (139)

第十五章 蛋白质饲料

第一节 植物性蛋白质饲料..... (140)

第二节 动物性蛋白质饲料..... (147)

第三节 单细胞蛋白质饲料..... (154)

第四节 非蛋白氮饲料..... (155)

第十六章 矿物质饲料

第一节 常量矿物质饲料..... (158)

第二节 微量矿物质饲料..... (160)

第三节 天然矿物质饲料资源的利用.....	(161)
第十七章 配合饲料	
第一节 配合饲料概念和种类.....	(164)
第二节 配合饲料的影响因素.....	(167)
第十八章 其他饲料	
第一节 乳品及乳制品饲料.....	(170)
第二节 动物废物饲料.....	(173)
第十九章 饲料对动物产品品质的影响	
第一节 饲料与肉质.....	(178)
第二节 饲料与蛋品质.....	(180)
第三节 饲料与牛乳品质.....	(183)

第三篇 营养需要和饲养标准及其应用

第二十章 动物营养需要	
第一节 动物营养物质需要的度量和测定.....	(185)
第二节 动物的维持营养需要.....	(188)
第三节 生长动物营养需要.....	(192)
第四节 肉用动物营养需要.....	(196)
第五节 繁殖动物营养需要.....	(198)
第六节 泌乳动物营养需要.....	(200)
第七节 产蛋禽的营养需要.....	(202)
第八节 产毛动物的营养需要.....	(204)
第九节 役用动物营养需要.....	(206)
第十节 幼龄和高产动物营养需要特点.....	(207)
第二十一章 饲料配方的设计	
第一节 设计饲料配方的意义.....	(208)
第二节 设计饲料配方所需资料.....	(209)
第三节 设计饲料配方的原则.....	(211)
第四节 饲料配方的计算方法.....	(213)
第二十二章 饲料添加剂	
第一节 概述.....	(223)
第二节 矿物质饲料添加剂.....	(226)
第三节 氨基酸添加剂.....	(239)
第四节 维生素添加剂.....	(242)
第五节 其他添加剂.....	(244)
第二十三章 畜禽饲养标准及其应用	
第一节 饲养标准概述.....	(246)
第二节 猪的饲养标准及饲料配方.....	(249)
第三节 鸡的饲养标准及饲料配方.....	(253)
第四节 牛的饲养标准及饲料配方.....	(257)
第五节 羊的饲养标准及饲料配方.....	(261)

第二十四章 鱼类营养与饲料	
第一节 鱼类营养特性.....	(264)
第二节 鱼的营养需要.....	(269)
第三节 鱼用配合饲料.....	(275)
第四节 配合饲料养鱼效果及配方示例.....	(282)
第二十五章 实验动物营养与饲养	
第一节 概述.....	(289)
第二节 常用实验动物的营养需要与饲料配方.....	(294)
第二十六章 经济动物营养与饲料	
第一节 概述.....	(313)
第二节 水貂的营养与饲养.....	(314)
第三节 银黑狐和北极狐的营养与饲养.....	(320)
第四节 海狸鼠的营养与饲养.....	(324)
第五节 麝鼠的营养与饲养.....	(326)
第六节 熊的营养与饲养.....	(328)
第七节 珍禽营养需要及饲料配方.....	(331)
第八节 茸鹿营养需要及饲料配方.....	(336)
第二十七章 动物饲养试验	
第一节 试验方法原理.....	(342)
第二节 试验材料和方法.....	(344)
本书常用术语英文缩写符号	(357)
主要参考文献	(361)

第一篇 动物饲养原理

环境决定动物的个体表现，同时也是选育改良的背景。动物与其环境的主要关系，是通过经常进入机体组织内一定食物的联系。食物是外形，养分是内质，因而也就是通过由化学物质组成的养分的联系。动物饲养原理就是要研究动物体生理机能与饲料养分的依附关系，测定饲料养分含量与所含能量，了解养分和能量在动物体内参与消化、代谢的转化过程，通过消化试验、物质和能量代谢试验、饲养试验等途径，观测其生产效果，从而评定饲料的营养价值，为进一步研究饲料资源的合理利用、研究营养需要和饲养标准以及控制动物的生长、发育、状态与生产力的有效方法措施，提供科学理论基础。

第一章 饲料的养分及其功能

第一节 饲料的养分

科学饲养所提供动物的绝大部分物质，是按动物不同生理过程中的不同需要，给予适量的由化学元素和化合物结合形成的饲料养分。饲料养分约有50种或50种以上。动物对不同养分的需要量有显著差异，少至每头每天需要量不到一微克，多至每头每天需要几公斤以上。饲料物质一方面供作动物体养分的来源，另一方面作为养分的载体，以增进饲养的效果。

一、饲料中的化学元素

在已知100种以上的化学元素中，至少有26种参与各种饲料养分的构成。这些化学元素的名称、符号及其原子量见表1-1。

此外，硅、硼和其他一些元素也可能属于饲料养分中必不可少的元素。

二、饲料中的养分

组成饲料养分的元素，或独立存在，或互相结合，具有维持动物生命的营养作用，可存在于任何饲料之中。

目前已被认识的饲料养分，概述如下：

表1-1

饲料中化学元素及其原子量

名 称	符 号	原 子 量	名 称	符 号	原 子 量	名 称	符 号	原 子 量
碳	C	12	铁	Fe	55.8	氟	F	19
氢	H	1	锶	Sr	87.6	锰	Mn	55
氧	O	16	镍	Ni	58.7	锌	Zn	65.4
磷	P	31	钒	V	50.9	钼	Mo	96
钾	K	39	镁	Mg	24.3	硒	Se	79
碘	I	127	钠	Na	23	锡	Sn	118.6
氮	N	14	氯	Cl	35.5	砷	As	74.9
硫	S	32	钴	Co	59	铬	Cr	52
钙	Ca	40	铜	Cu	63.5			

(一) 蛋白质 蛋白质一般含有碳、氢、氧和氮,有的还含有铁、磷和硫等。蛋白质是唯一大量含氮量的养分。各类蛋白质的含氮量不同,但一般来说,饲料中蛋白质平均含氮量为16%,故按氮含量来推算蛋白质的数量时其系数一般为6.25。饲料中的蛋白质是由25种以上氨基酸按不同的顺序和构型构成的(蛋白质营养详见第五章)。

(二) 碳水化合物 碳水化合物是由碳、氢和氧三种元素组成的。由于其分子中氢和氧之比与水相同(即2:1,故得名为碳水化合物。其分子通式是 $(CH_2O)_n$,但也有例外,如 CH_2O 为蚁醛分子式, $(CH_2O)_2$ 为醋酸分子式。而二脱氧核糖($C_5H_{10}O_4$)和鼠李糖($C_6H_{12}O_5$)虽然氢与氧之比不符合2:1,但也是糖。根据其分子结构可分成单糖、双糖和多糖。碳水化合物是动物体内最主要的供能物质(碳水化合物营养详见第六章)。

(三) 脂肪 脂肪与碳水化合物、蛋白质相比较,碳氢较多,氧较少。

表1-2

三种主要有机物质元素的平均组成(%)

区 分	碳	氢	氧	氮	其 他
脂 肪	77	12	11	0	0
蛋 白 质	52	7	22	16	3
碳水化合物	44	6	50	0	0

脂肪的能值约为碳水化合物的两倍以上,蛋白质介于碳水化合物和脂肪之间。饲料中的能值取决于其脂肪含量的高低,含脂肪愈多则能值愈高。营养物质能值的差异主要同养分元素组成有关,特别是和氧在化合物中所占的比例有关。有机物质的氧化主要是碳和氢同外来氧结合。脂肪产热高,在于脂肪中氧的含量较少,需要有较多的外来氧氧化脂肪中的碳和氢(脂肪营养详见第七章)。

(四) 维生素 维生素是调节动物生长、生产、繁殖和保证动物健康所必需的有机物质,是一类微量营养物质。维生素含有碳、氢、氧,有的还含有氮,其中有的还含有一种以上的矿物质(维生素营养详见第八章)。

(五) 矿物质 对动物有营养作用的26种元素中,碳、氢、氧、氮属非矿物质元素,其余22

种都是矿物质元素。在这22种中，按动物的需要量分，有7种是常量矿物质元素，有15种是微量矿物质元素（矿物质营养详见第九章）。

（六）水 水含有氢和氧。动物的饮水量比采食干物质多3~8倍，而且动物由于缺水死亡比缺食物死亡快得多。动物如脱水5%则食欲减退，脱水10%则生理失常，脱水20%即可死亡。水含于一切食物之中，在风干饲料中约有10%，在青绿饲料中可达80%以上。水除作为营养物质外，在饲料和饲养方面还具有重要的意义。

1. 水在动物体中的功能 水参与动物体内许多生物化学反应，具有运输其他养分的作用，维持正常的体温、器官形态及体形。

2. 水在饲料贮藏中的作用 饲料中水分含量过高会使饲料发热、发霉或变质，因此水分的含量是影响饲料质量的重要因素，直接影响饲料的贮藏。饲料中水分含量的最高近似值为：粉料11%、小粒子实13%、玉米粒15%、带皮玉米穗18%、禾本科干草20%、青贮料75%。来自饲料中的水分不如其他来源的水对动物有价值，因此在购买及饲喂含水量高的饲料时，要注意到这一点。

第二节 养分的一般功能

养分对动物体约有四项一般功能，其中三项是基本功能，一项是附加功能。

一、养分的基本功能

（一）作为建造和维持动物体的构成物质 养分是动物机体生长发育所必需的物质，是构成动物机体的骨骼、肌肉、皮肤、结缔组织、牙齿、羽毛、角、蹄等器官组织的物质。同一种养分既是建造动物机体所必需的物质，也是维修动物机体所必需的物质。如蛋白质、矿物质、脂肪和水等，就具有这种功能。

（二）作为产热、役用和脂肪沉积的能量来源 动物为保持体温和随意运动必需供给能量，这种能量来自于饲料中的养分。脂肪有时沉积在动物机体组织之中，以作为动物能量的储备。如碳水化合物、脂肪和蛋白质都具有这一功能。

表1-3 不同养分的各种功能概要

养 分	功 能	基 本 功 能			附 加 功 能
		建造和维持动物体结构的构成物质	用作产热、役用和脂肪沉积的能量	用作动物体的调节物质	用作乳（蛋）产品的养分来源
蛋 白 质		+	+	某些氨基酸	+
碳水化合物		形成脂肪作细胞生长的构成物质	+	+	+
脂 肪		动物细胞的重要组成部分	+	某些脂肪酸	+
矿 物 质		+	-	+	+
维 生 素		-	-	+	+
水		+	-	+	+

注：符号“+”是指具有本项功能，“-”是指不具有本项功能。

(三)调节动物机体的生命过程或动物产品的形成 有些养分能对动物体各种功能、生命过程和生产性能起调节和控制作用。如维生素、酶、激素、矿物质以及某些氨基酸和脂肪酸，都具有这一功能。

二、养分的附加功能

乳的生产是属于饲料养分的附加功能。乳产品虽不是养分在动物机体内的最终产物，但却是动物采食饲料养分经过消化代谢转化为产品部分。乳中几乎含有一切养分，基本具有一切养分的功能。与乳产品相同，禽类的蛋产品也属于饲料养分的附加功能。

第三节 养分的表示方法

一、一般表示方法

(一)百分比(%) 在100(g、mg、μg、lb等)饲料总量中，饲料中某种养分所占的比例。

(二)ppm 在1 000 000(g、mg、μg、lb等)饲料总量中，饲料中某种养分所占的比例。ppm与%表示法的区别，仅在于小数点的位置。一百万是10 000×100，由%变为ppm，将其乘10 000即得，或将小数点往右移四位即可。由ppm变为%，将其除以10 000即得，或将小数点往左移四位即可。

(三)mg/kg 在1.kg饲料总量中，饲料中某种养分所占有的毫克数。由于1公斤等于1000000mg，因此每公斤中的毫克数等于每百万毫克中的毫克数或每百万分中有若干。

(四)mg/lb 在1磅饲料总量中，饲料中某种养分所占有的毫克数。由于1磅等于454 000mg，因此每磅中的毫克数等于每454 000mg中的毫克数。454 000的2.2倍为一百万，由1磅中的毫克数乘以2.2即得ppm数。由ppm变为mg/lb，除以2.2即得。由%变mg/lb，乘以10 000除以2.2即得。

二、养分不同干物质基础表示方法

(一)饲喂基础 有时称为潮湿基础或新鲜基础。在此基础上的饲料干物质含量的变化范围为0~100%。

(二)风干基础 即是实际的或采食干物质含量基础。其饲料中的干物质量常占90%。它有助于与潮湿基础的饲料成分作比较。绝大多数饲料都是在风干状态饲用。

(三)绝干基础即是去水或100%DM状态。它也有助于与潮湿基础的饲料成分作比较。

三种不同基础对照说明如下：

表1-4		饲 喂	风 干	绝 干
水 分%		任意量%	一般约10%	0
粗蛋白质%	}	这是干物	一 般 约	100%
粗 脂 肪%		质，其量		
粗 纤 维%		为100%		
N F E%				
粗 灰 分%		减水分%	90%	

应用简易的比率关系，可将饲料成分的一种基础表示的数值，改变为另一种基础表示的数值。

$$\frac{\text{饲料中任一成分用任一基础表示的}\%}{\text{该饲料在同一基础的干物质}\%} = \frac{\text{饲料中成分用另一基础表示的成分}\%}{\text{饲料中在同一基础的干物质}\%}$$

例：设一种饲料的潮湿基础含粗蛋白4.0%、水分75%，则风干基础粗蛋白质（%）计算如下：

$$100\% - 75\% \text{DM (潮湿基础)}$$

$$\frac{4}{25} = \frac{x}{90}$$

$$25x = 360$$

$$x = 14.4 (\%) \text{ 饲料的风干基础粗蛋白质含量} (\%)$$

第四节 影响饲料养分的主要因素

饲料化学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，与具体使用采集的饲料中养分含量，有一定或很大的差异。这种差异受于很多因素影响。

一、植物生长所处的条件

（一）土壤 生长在不同土壤中的同一种植物，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，粘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，其价值更低。

（二）肥料 施用肥料可以改变草地植被的植物学组成。例如，仅施用氮肥可减少豆科植物和杂草，而增强禾本科植物的发育。施磷肥和钾盐，可促进蝶形花科植物生长。丰富的氮肥可提高植物中蛋白质的含量，对植物的营养部分有影响，使子实中的蛋白质含量增加3~4%。

（三）气候 一年中的降雨量及其分布、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影响。实践证明，在寒冷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。

二、植物的品种、收获期和贮存时间

（一）品种 植物的化学成分在同一种内因品种不同而有较大的差异。例如，不同品种的玉米蛋白质含量变动在7~15%之间。

（二）收获期 饲用植物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。所有植物，通常是幼嫩时比成熟时富有水分，含氮物质和粗灰分的含量多，粗纤维则较少。这一原理，自然也适用于一切草本植物。

由此可见，随着植物的发育，含水量迅速下降，到子实形成期粗蛋白质含量下降，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到开花盛期止逐渐增加。由于青草所含养分因年龄而发生显著变化，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(粗蛋白质、粗脂肪、无氮浸出物、各种维生素)最高产量那一时机。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。

(三)收获和贮存时间 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相同的营养价值。但收割后的饲料经长期贮存后,会发生很大变化。如收割后的青草经过干燥成为干草时,首先是失去大量的水分(青草中原含75~80%的水,而干草中却只含13~15%的水)。其次是在干燥时期新收割的植物,因植物细胞呼吸和由植物上微生物引起的发酵过程而损失一部分有机物质。但植物成分的最大变化是与其最软部分~叶、细茎和花蕾的损失有关。这种损失是由于翻转、集堆、运输和堆垛而造成的,这种损失以蝶形花科为最甚,可达50%以上。

块根和块茎类在贮存中变化很大。在良好贮存条件下,马铃薯平均每月约失重1.3%,在整个冬季可失重达8~10%以上。这些损失主要是淀粉。

用作动物的饲料,多数是植物性的。以上主要是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含量也各有其影响因素。这说明饲料养分含量,受不同因素制约,是可变的。

(胡 坚)

第二章 养分的可消化性

动物在生命过程中,必须经常不断地从外界环境中摄取营养物质(包括饲料和水),作为机体活动和组织生长的物质和能量来源。饲料一般都是难溶解的大块物质,其养分分子结构也极为复杂,不能直接被动物机体所利用,因此必须先经过消化。养分的消化是指饲料进入消化道后经过物理的、化学的及微生物的作用,由大分子变成小分子的过程,使饲料养分转变为构造简单的可溶解性物质,如氨基酸、甘油、脂肪酸、葡萄糖等。所以消化可以说是吸收的准备。

饲料被消化后,其终产物经消化道粘膜的上皮细胞进入血液或淋巴液的过程,称为吸收。被吸收的养分由血液循环输运到机体各组织,以供利用。所以吸收可以说是机体中间代谢的前导。

因此,消化是动物营养的第一步。在评定饲料营养价值时,不仅要看饲料养分的含量,而且还要看饲料养分的可消化性。

第一节 表观消化率常规测定法

一、方法原理

饲料养分减去粪中养分,称为可消化养分。可消化养分与所采食同一饲料养分的百分比,称为饲料养分的消化率。测定养分消化率时,首先要掌握动物在一定期间内食入饲料的干物质及其养分数量和粪中排出的干物质及其养分数量。因此需准确掌握食入饲料量及全部收回排粪量。这种测定消化率的方法,称为常规测定法,又称全收粪法。用这种方法求得

的消化率一般称为表观消化率。但粪中所含各种养分并非全部来自饲料，如由消化道所分泌的消化液、肠道脱落的粘膜和微生物体等也混杂在粪内。这类物质被称为粪代谢性产物，即MFP (metabolic fecal products)。如不扣除这一部分产物，则测得的消化率值偏低。从饲料中的养分减去不含MFP的粪中养分，求得的消化率一般称为真实消化率 (true digestibility)。测定饲料养分的真实消化率，需将这些由消化道本身引进粪中的杂质与未经消化的食入物质分开，并且比较困难，不易广泛推行，除了进行某些专题研究外，一般不被采用。因此，一般测定和应用的饲料养分消化率大多是表观消化率。真实消化率，一般只具有理论上的意义。

$$\text{饲料养分表观消化率(\%)} = \frac{\text{食入饲料养分量} - \text{粪中养分量}}{\text{食入饲料养分量}} \times 100$$

$$\text{饲料养分真实消化率(\%)} = \frac{\text{食入饲料养分量} - (\text{粪中养分} - \text{MFP量})}{\text{食入饲料养分量}} \times 100$$

尽管表观消化率的测定把全部存留于粪中的养分都当作未消化饲料中的养分，没有减去MFP量，有不足之处。然而，在饲养实践中，表观消化率的资料，却是评定饲料营养价值不可缺少的方法，它已被广泛用于科学饲养。

二、试验设备

进行消化试验除需有一般仪器设备和常用药品外，还需有收粪装置。常用的收粪装置有两种：一种是笼式装置，可按试验要求的精确度，采用木质、铁质、钢质或不锈钢材料制成；一种是栏式装置，地面要有5~7%的坡度，宜用水磨石或水泥制成。鱼类消化试验另有设备。

三、方法与步骤

(一) 动物选择 应选生长发育、营养状况、食欲和体质均正常的健康动物，同一组动物的品种、年龄、体重、性别、血缘关系和发育阶段应基本一致。所选动物头数，可按试验目的要求而定。

(二) 日粮配合 按照试验设计规定的日粮组成，配备所需的饲料种类(包括矿物质、维生素添加剂)及数量，并应一次准备齐全。再按每天所需要的数量称重，分装成包，备试验时应用。同时采取分析样本送实验室，立即测定干物质含量，供化学成分分析用。

(三) 动物的驯养观察及预饲期 在正式试验前，应对试验动物进行驯养、预饲、最好分为两个阶段。

1. 驯养观察期 将选好的动物饲养在消化试验栏或试验笼内，禁止动物食入规定以外的饲料，观察动物对环境的适应情况，训练排粪固定地点，掌握和调整食量。在这期间逐渐改变饲料品种、饲养方法，由原用日粮逐渐过渡到试验规定的日粮，继续对供试动物的食欲、食速、粪便、习性、行为等进行观察，直到动物采食正常、行为安逸后，方可进入预试期。

2. 预饲期及食入饲料样本的制备 为使动物过去所采食的饲料完全由消化道中排出，在预饲期的最后3天开始定量饲喂。在此之前应将全试验期每头每天所需日粮分别称出，装入牛皮纸袋或塑料袋中编号备用。供化学分析用的饲料样本应在配合试验日粮以前，用四分法采集。