

全国农民中等专业学校试用教材

家畜饲养学

(全国通用本)

黑龙江省工农教育委员会办公室 主编



吉林科学技术出版社

全国农民中等专业学校试用教材

家 畜 饲 养 学

(全国通用本)

黑龙江省工农教育委员会办公室 主编

吉林科学技术出版社

主 审 韩次文

庄庆士

主 编 王英三

副主编 任守志

编 者 王英三 (第一、五章)

任守志 (第二、三章)

李国英 (第四章)

徐水秋 (第六章、全书插图)

全国农民中等专业学校试用教材

家 畜 饲 养 学

黑龙江省工农教育委员会办公室 主编

责任编辑: 卢光园 司荣科

*

吉林科学技术出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米16开本 14.125印张 316,000字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—11,000册

统一书号: 16376·56 定价: 2.00元

前 言

1984年教育部委托河南、湖南、湖北、广东、山东、四川、辽宁、吉林、黑龙江省教育、高教厅(局)和北京市成人教育局负责组织编写的农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的教材,共31科,除供全国农民中等专业(技术)学校使用外,也可作为同类专业中级技术人员培训班的课本,还可供农业中学、农村中级职业技术学校 and 普通高中及自学者选用。

我国农村正处在一个历史性的转变时期。农村经济开始向专业化、商品化、现代化转变,迫切需要培养各种专业技术人才和管理人才。目前全国已有农民中等专业(技术)学校和各类培训学校三千多所,随着农业经济的发展,各类农民职业技术学校还将会不断增多。这套教材就是为适应这一新形势的需要而编写的。

编写这套教材,以教育部颁发的全国农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的各科教学大纲为依据。教材的内容符合农民中等专业(技术)学校的办学方向及培养目标,与现行普通农业中等学校同类专业的教材基本保持同等水平。为使这套教材具有农民中等专业学校的特色,符合成人学习的特点,在编写时突出了理论联系实际,学以致用原则,着重对具有实用与推广价值的专业基本理论和基础知识作了较为系统的阐述,并在此基础上,加强基本技能的训练,以增强学员在实际生产中分析问题和解决问题的能力。每章后面编有复习思考题,教材最后一般都附有实验、实习指导。为了配合教学,四川省教育厅根据三个专业的教学大纲绘制了一套教学挂图,可供选用。

我国地域辽阔,各地的生产条件和生产情况不相同,所以农学、果林专业课分南、北方两种版本,其余基础课、专业基础课和专业课教材为全国通用。希望各地、各单位在使用教材时,从实际出发,因地制宜,补充一些符合当地生产实用的科学技术知识。

编写全国农民中等专业学校教材,还是初次尝试,尚缺乏经验。各地在使用教材时,请及时提出批评和建议,以便今后修改完善。

全国农民中等专业学校
教材编写领导小组

绪 论

畜牧业是国民经济的重要组成部分，它关系到一个国家人民的食品结构和生活水平。家畜饲养学是研究家畜饲养技术的基础理论的科学，是应用了生物学、生物化学、生理学、物理学以及营养学等各个领域的基本原理，与畜牧业生产实践相结合的一门系统的理论科学，是为养猪学、养牛学、养羊学、养马学、养禽学等奠定理论基础的技术科学，是畜牧专业的基础理论课。

家畜饲养学的任务与目的，是研究各类畜禽为了不同的生产目的和生产水平对各种营养物质的需要量，同时研究各类饲料中各种营养物质的含量，为饲养技术人员提供科学养畜的理论依据，从而科学地供给饲料，达到增进畜禽健康、提高产品生产率、减少饲料消耗、降低成本的目的。

家畜饲养学主要包括饲养和饲料两大部分。饲养部分是研究各类饲料的营养成分及其在畜体内的营养作用，评定饲料营养价值的单位，研究各种畜禽在不同生理阶段的营养需要，从而确定饲养标准，合理配制日粮。饲料部分是研究各种饲料的营养价值、加工调制方法、饲料生产、栽培技术以及草原利用等。

二十世纪六十年代以来，世界上畜牧业生产发生了巨大变化，实现了工厂化、专业化生产，应用全价配合饲料，缩短畜产品的生产周期。当前，国际家畜饲养学发展的总趋向是不断完善饲养标准，并根据畜禽的生长阶段和生产目的规定饲料能量蛋白比，使畜体充分发挥生产效能，提高饲料报酬和产品率，扩大高蛋白饲料的种植面积，加强动物性蛋白质饲料的生产，发展合成蛋白质饲料。

学习家畜饲养学，要理论联系实际，因地制宜，应用先进技术养好畜禽，为畜牧业科学技术现代化提供条件。

目 录

绪 论

第一章 家畜饲养原理	1
第一节 饲料与畜体的化学成分	1
第二节 水与家畜营养	4
第三节 蛋白质与家畜营养	7
第四节 碳水化合物与家畜营养	14
第五节 脂肪与家畜营养	17
第六节 能量与家畜营养	19
第七节 矿物质与家畜营养	21
第八节 维生素与家畜营养	27
第九节 营养物质在畜体代谢中的相互关系	35
第二章 饲料营养价值的评定	38
第一节 按饲料营养物质含量或总能评定饲料营养价值	38
第二节 按可消化营养物质或消化能评定饲料营养价值	39
第三节 按可代谢营养物质或代谢能评定饲料营养价值	42
第四节 按饲料的净能(生产能)评定饲料的营养价值	45
第五节 蛋白质、矿物质、维生素营养价值的评定	46
第六节 评定饲料营养价值的单位	49
第三章 饲料及其加工调制	51
第一节 饲料的概念与分类	51
第二节 粗饲料	52
第三节 青饲料	58
第四节 青贮饲料	65
第五节 能量饲料	70
第六节 蛋白质补充饲料	77
第七节 矿物质饲料	80
第八节 添加剂	82
第四章 畜禽的营养需要及饲养标准	87
第一节 营养需要的概述	87
第二节 维持的营养需要	90
第三节 繁殖家畜的营养需要	93
第四节 生长家畜的营养需要	98
第五节 泌乳家畜的营养需要	102
第六节 肥育家畜的营养需要	107
第七节 役畜的营养需要	111
第八节 产毛家畜的营养需要	113

第九节 产蛋家禽的营养需要	116
第十节 畜禽的饲养标准	119
第五章 日粮配合及饲养技术	126
第一节 日粮的配合	126
第二节 配制饲料	133
第三节 饲养技术	135
第六章 饲料生产与草原利用	138
第一节 种植饲料	138
第二节 水生饲料	151
第三节 草原利用与改良	157
附一 实习指导	165
附二 猪鸡饲料成分及营养价值表	168

第一章 家畜饲养原理

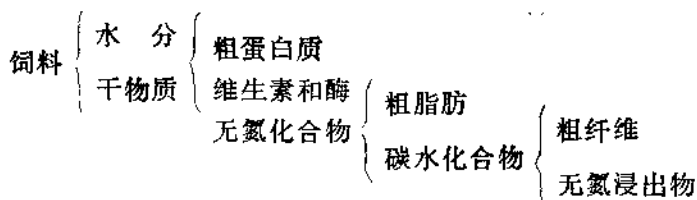
畜禽要维持生命及生长、繁殖，必须采食一定数量的饲料。这是因为饲料中含有畜禽需要的各种营养物质，同时还能提供所需要的能量。饲料中的营养物质主要有蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素及水分等，而能量是由碳水化合物、脂肪及蛋白质在机体内经生理氧化而产生的。为提高饲料在畜禽机体内的作用，使之转化为满足人们要求的畜产品，必须很好地研究饲料与畜禽的相互关系。

第一节 饲料与畜体的化学成分

一、饲料与畜体的化学成分

畜禽的饲料主要来源于植物。植物与畜禽均由 60 多种化学元素组成的，含量在 0.01% 以上为常量元素；在 0.01% 以下为微量元素。其中碳、氢、氧、氮四种元素所占的比例较大，在植物体中约占 95%；在动物体中约占 91%。

组成动、植物体的化学元素，不是单独存在的，而是互相结合成为复杂的无机化合物与有机化合物，如水、蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素等。为便于理解常作如下的简单分类：



把六种营养成分概述如下：

(一) 水分 任何饲料均含有水分，但饲料种类不同含水量不同，一般为 5 ~ 95%。饲料除去水分剩余的物质称为干物质。同一植物中水分含量在幼嫩时较多，成熟时较少，枝叶中较多，茎秆中较少。饲料中水分含量与其营养价值及贮存有密切关系。

水分也是畜禽体内各组织器官的重要组成成分。因年龄及肥度不同，体内大致含三分之二至三分之一体重的水。家畜能较长时间忍受饥饿，但对缺水极为敏感，如失去体内全部含水量的 10%，就可引起病理变化，降低生产力。失水再多就会危及生命。

(二) 粗蛋白质 饲料中含氮物质总称为粗蛋白质，包括纯蛋白质和氮化物两部分。氮化物是一种非蛋白质含氮物，它对反刍家畜有与蛋白质同等的营养价值，以粗蛋白质含量表示即可。一般情况下粗蛋白质含量高的饲料，营养价值也就高。不同的饲料中粗蛋白质含

量也是不同的，豆科含量高于禾本科，同一植株枝叶含量高于茎秆，幼嫩期含量较高，开花期下降，结实后种子中最多，茎秆中最少。动物性饲料含蛋白质最多，其次是油饼、豆科籽实，而禾本科籽实含粗蛋白较少，稿秆中含量最少。

蛋白质是畜体所有的细胞、组织器官的重要组成成分，是畜牧生产中不可代替的营养物质。

(三) 粗脂肪 是能用乙醚浸出的全部醚溶物，故又称乙醚浸出物，包括真脂肪和类脂肪两类。真脂肪由脂肪酸和甘油结合而成，类脂肪由脂肪酸、甘油及其他含氮物质等结合而成。饲料中脂肪含量差异很大，高的达10%以上、低的不及1%。饲料中脂肪在畜禽体内经消化吸收为体脂肪。它是热能的重要来源，并具有保护内脏、保温防寒等机能。

(四) 碳水化合物 是由粗纤维和无氮浸出物两部分组成的。粗纤维代表不溶解部分，包括不能利用的木质素，和能小部分利用的纤维素及半纤维素。粗纤维在日粮中应占有一定的比例，反刍家畜对其利用强度较高，对单胃家畜来说，如比例过高，不仅降低消化率，也影响对其他物质的消化能力。粗纤维在干草中占20~30%，在稿秆及秕壳类占30~40%。

无氮浸出物是饲料有机质中的无氮物质除去脂肪及粗纤维剩余部分的总称，亦称可溶性碳水化合物，包括糖和淀粉等物质。植物性饲料中均含有大量的无氮浸出物，禾本科谷实和根茎饲料含量最多。无氮浸出物对非反刍家畜利用性很高，消化率在80%以上。在动物机体内无氮浸出物以糖元方式贮存于肝脏和肌肉中。

(五) 矿物质 是饲料燃烧后得到的残渣，也称之为灰分。植物性饲料的灰分主要有钾、钠、钙、磷和锰等，一般豆科植物所含的钙和磷比禾本科植物含的多，但钾和钠的含量低于禾本科植物。因植物的种类和形态不同，矿物质的含量差异很大，约在1.4~13.3%之间。矿物质对保证畜禽健康、发挥生产力具有特殊的意义，在饲养中最主要的矿物质是钙、磷、钠、铁、铜，缺乏时会出现相应疾病症状。

(六) 维生素 是机体内主要物质代谢的参与者，缺乏维生素畜禽就会发生生理的紊乱和疾病，称为维生素缺乏症。维生素在饲料中的含量较其他营养物质都少，每公斤饲料仅含几微克至几十毫克。幼嫩的绿色植物含有多种维生素。

二、饲料与畜体化学组成的异同

(一) 化学成分上的不同 (表1-1)

1. 植物性饲料中均含有粗纤维，而家畜体内完全不含有粗纤维。
2. 植物性饲料的粗蛋白质包括氮化物，而家畜体内除蛋白质外，只含有游离的氨基酸和激素，没有氮化物。
3. 在植物体的粗脂肪中，除真脂肪与脂肪酸外，还有蜡质、磷脂、叶绿素等；而在家畜体内同名物质中，只含有中性脂肪、脂肪酸和各种脂溶性维生素。
4. 植物性饲料中所含的无氮浸出物为淀粉，而家畜体内为糖元及葡萄糖。
5. 维生素及矿物质在植物和畜体中存在的形式和数量也不同。

表 1-1

动、植物体化学组成比较表

植 物 体 化 合 物 名 称	元 素 组 成	动 物 体 化 合 物 名 称
水分 { 干物质 { 灰分 (干物质燃烧残余物) { 有机物 { 含氮化合物 (粗胚) { 蛋白质 { 单蛋白、复蛋白 { 白酶、色素 (叶绿素) { B 族维生素 { 氨基酸、酰胺 { 有机碱、生物碱 { 某些配糖体 { 无氮化合物 { 粗脂肪 { 中性脂肪、脂肪酶、色素、蜡质、树脂、维生素 A 元、K、E { 粗纤维 { 纤维素、半纤维素、木质素 { 无氮浸出物 { 淀粉 { 糖 { 维生素 C	H、O K、Na、Ca、Mg、S、Cl、P、Fe、Cu 等 C、O、H、N、S、P、CO 及其他无机元素 C、H、O、N、S、P、Cu 等 C、H、O 及其他无机元素 C、H、O C、H、O	水分 { 动物 { 干物质 { 灰分 { 含氮化合物 { 体蛋白 { 单蛋白、复蛋白 { 血球蛋白、B 族维生素 { 氨基酸、激素、B 族中的维生素 (胆碱) { 氨基酸 { 粗脂肪 { 中性脂肪、脂肪酶、维生素 A、D、E、K、磷、脂性腺激素 { 无氮化合物 { 碳水化合物 { 糖元、葡萄糖、低级酸类、维生素 C

(二) 各种成分数量上的差异 动、植物体除上述组成成分不同外,各种成分的数量也有很大的差异,见表1-2。一是碳水化合物的含量、植物性饲料中比重最大,家畜体内则很小(实际含量小于1%)。二是水分的含量,在植物性饲料中变动很大,而在畜体内变动范围比较稳定,多为体重的二分之一至三分之一,年龄越小含水量越高,家畜越肥含水量越少。

表1-2

饲料与畜体的化学组成成分比较(%)

营 养 物 质	饲 料				家 畜			
	草地干草	饲 用 甜 菜	大 麦	向日葵 饼	半肥育 公 羊	中等育 肥 绵 羊	肥 猪	初生犊
水 分	14	88	11	9	56	54	44	73
蛋白质	10	1	9	36	18	19	13	18
脂 肪	3	0	2	11	20	22	39	4
碳水化合物	41	9	68	23	1	1	1	1
粗纤维	23	1	4	14	—	—	—	—
灰 分	6	1	3	7	5	4	3	4

三是蛋白质和脂肪的含量,在肥育家畜体内的含量变动较大,一般成年健康家畜蛋白质约为20%,脂肪约为10%。而植物性饲料则不尽相似,如根茎类饲料的粗蛋白质和脂肪的含量均不超过20%,可是豆科籽实和油饼类的含量可达30%以上。

除上述的差别外,动、植物体在同名成分物质的物理性质、化学性质及其生物学作用上也有很大的区别。如动物蛋白的种类和氨基酸的组成均优于植物性饲料,营养价值也较高。

综上所述动、植物体在化学组成上既有相同点,又有很大的差别。在饲养畜禽时应合理地、科学地利用饲料,满足畜禽生长、繁殖、生产等方面的需要,发挥最大的效能,为人类提供量多质优的产品。

第二节 水与家畜营养

一、水在家畜营养中的重要性

水是构成机体组织器官数量最多的成分,是畜禽生命活动、保证健康及发挥其生产能力所不可缺少的最主要的物质。

饲料的消化和吸收,营养物质的运输和代谢产物的排出,细胞、组织与器官的形成,血液与体液的成分和循环、器官的润滑及泌乳的维持,细胞渗透压的调节和平衡,内分泌机能及繁殖过程的正常活动,体温调节及体内的化学反应等等都必须有水参加。

畜禽机体内缺水或饮水不足,不但损害畜禽健康,而且也影响生产性能。出现食欲明显减退,消化机能减弱,阻碍分解产物排出,血液浓稠,体温升高,蛋白质和脂肪分解加强,幼畜生长发育迟缓,乳牛的产奶量显著降低,母鸡产蛋量下降。当极度缺水时,便造成血液

循环和分泌机能失调，组织内积存有毒的代谢产物，可使机体中毒死亡。对畜禽只给水不给饲料，其生命尚能维持若干时间；若只给饲料不给水，少则3~4天，多则十几天就可死亡。机体若长期持续缺水，可使体内含水量大幅度下降，如果体内水分丧失8~10%即可引起代谢机能紊乱，超过20%可导致死亡。

二、家畜体内水分的来源和排出

（一）家畜体内水分的来源

1. 饮水 饮水是畜禽获得水分最重要来源，一定要保证家畜充足的饮水及良好的水质。

2. 饲料含水 饲料含水也是机体水分的重要来源，因饲料种类不同，其含水量差别很大。有的饲料含水量很高，如牧草、块根、块茎含水量达70~90%以上，有的饲料含水量很低，如干草、谷实、油饼含水量只有5~13%，所以随饲料水分摄入的愈多，所需饮水愈少，反之则需水愈多。

3. 代谢水 代谢水也是畜禽所需水来源之一，代谢水指营养物质（碳水化合物、脂肪、蛋白质）在体内代谢氧化过程中产生的水，故也称氧化水。每100克营养物、在体内氧化所产生的水量如下：

碳水化合物 60克

脂 肪 110克

蛋 白 质 40克

一般机体需水总量的5~10%，可由代谢水提供。

（二）家畜体内水分的排出 家畜体内所摄入的水参与代谢后，通过粪尿的排泄、肺脏和皮肤的蒸发以及乳腺的分泌等途径排出体外，维持体内水的平衡。家畜体内水分排出的主要途径：

1. 肾 是调节机体水分平衡的主要器官。正常情况下，约一半的水以尿的形式经肾排出体外。肾的排水量受饮水量、饲料的性质、家畜的活动量、外界温度以及家畜种类等多种因素影响。

2. 皮肤 马属动物和某些耐热家畜经皮肤汗腺可排出大量水分。皮肤出汗与散发体热、调节体温有关。出汗量随气温上升及肌肉活动的增强而增加。

3. 肺 汗腺不发达的家畜，水分的蒸发是以水蒸气的形式经肺排出。排出量取决于呼吸的速度和深度。

4. 消化道 饲料在消化道未消化部分和消化而未被吸收的部分都以粪的形式排出体外，与此同时水也随之排出。消化道排出的水分量和家畜的种类及饲料的性质有关。牛粪中含水量约80%，超过了尿中的排水量。

除上述途径排出水分外，泌乳家畜通过泌乳也排出大量水分。

三、畜禽的需水量及影响需水量的因素

（一）畜禽的需水量 在生产实践中畜禽的需水量（不包括代谢水）常以采食饲料干物质量估计，因为在适宜的温度条件下，采食饲料干物质量与需水量之间有高度的相关性。

1. 猪的需水量 一般每采食 1 公斤干饲料, 需给水 2~5 公斤。猪的需水量是随体重的增加而增多, 达到一定体重之后则有缓慢减少的倾向。体重在 10~60 公斤时, 每公斤体重约需水 150 毫升左右, 以后则逐渐下降。

2. 牛的需水量 乳牛每天生产大量的乳汁, 牛乳中 88% 是水分, 乳牛每生产 1 公斤牛乳需水 3~4 公斤, 一般每天需饮水 50~70 公斤, 高产乳牛则需 100~150 公斤。饮水的多少明显影响产奶量, 限制饮水和自由饮水, 产奶量相差 10~15%。从表 1-3 可见不同年龄、不同生理状态及生产性能乳牛的需水情况。

表 1-3 荷 兰 牛 对 水 的 需 要 量

畜 别	时 间	需要量 (公斤)	畜 别	时 间	需要量 (公斤)
犍 牛	4 周龄	4.5~5.4	犍 牛	26 周龄	15.0~21.8
犍 牛	8 周龄	5.8	壮母牛	怀孕中	27.2~31.8
犍 牛	12 周龄	8.1~9.1	乳 量	奶量 9~23	29.5~82.6
犍 牛	16 周龄	11.3~12.7	乳 量	奶量 36 公斤	86.2
犍 牛	20 周龄	14.5~16.3	乳 量	干奶期	40.8

肉用青年牛或成年牛, 在气温 10℃ 以下时, 每采食 1 公斤干物质需饮水 3.1~3.5 公斤, 放牧时的饮水量应增加 50%。

3. 鸡的需水量 鸡体的含水量为 60~70%, 缺水时会严重地影响其生理功能和生产性能。产卵鸡每只每天平均饮水量约 190 毫升, 笼养在 30 毫升左右。成年公鸡的饮水量略少于成年母鸡。肉用鸡应自由饮水, 如果限制饮水, 对采食、饲料利用率、体重等都有不良的影响。

(二) 影响需水量的因素

1. 家畜种类与品种 禽类的需水量少于哺乳动物, 因为禽类的泄殖腔重吸收水的能力强, 使之尿液稠, 加之羽毛密、体表蒸发少等原因, 所以对缺水反应不敏感。

不同种类的哺乳动物需水量也不同, 如骆驼对缺水的耐受力很强。同一类家畜不同品种差异也较大, 如卡拉库羊、阿拉伯马需水量较其他品种的羊、马需水量少。

2. 生产力 需水量随生产力的提高而增多。正在生长的幼畜、高产的奶牛及母鸡、使役家畜的需水量均较多。如日产乳 10 公斤的乳牛, 需水量为 50 公斤左右; 日产乳达 40 公斤的, 需水量可增加到 110 公斤。

3. 饲料性质 饲料中的粗蛋白质、矿物盐及粗纤维含量高时, 畜禽的饮水量必然增加。如牛采食蛋白质和矿物盐丰富的饲粮, 饮水约增加 22~100%, 采食粗纤维比例多的饲粮, 为排出难消化的粗纤维残渣, 必须饮足量的水。

4. 气候条件 随着气温的升高, 畜禽的需水量也随之增加。如猪在气温 7~22℃ 时, 水和饲料干物质之比为 2.1~2.7:1; 当气温升高到 30~33℃ 时, 水和饲料干物质的比提高到 2.8~5.0:1。

第三节 蛋白质与家畜营养

蛋白质是一切生命的物质基础。它是构成畜体和畜产品的主要成分，蛋白质对各种畜禽，特别是生长、妊娠、泌乳及产卵的畜禽是最重要的营养物质，与其他营养物质相比占有特殊的地位。

一、蛋白质的营养作用

1. 蛋白质是畜禽维持生命、生长发育和繁殖不可缺少的物质，在畜禽饲养上是碳水化合物和脂肪所不能代替的，必须从饲料中供给。因三大营养物质中唯有蛋白质中含有氮。

2. 蛋白质是构成体内组织、细胞及畜产品的基本原料，如肌肉、神经、血液、皮肤、内脏、结缔组织和毛、乳、角、蹄等均以不同蛋白质构成。蛋白质也是组成生命活动所必需的各种酶、激素、抗体、色素等主要成分。另外，也是组成各种畜产品，如奶、肉、蛋、毛等重要原料。

3. 蛋白质能使组织细胞不断地增长、修补和更新。畜禽体内组织器官的蛋白质是通过新陈代谢更新的。据研究家畜机体内的全部蛋白质约经6~7个月，就有半数为新的蛋白质所代替。因此，对休闲的家畜也应供给必需量的蛋白质。

4. 蛋白质的产热作用。当饲料中的碳水化合物和脂肪缺乏、机体需要的热能不足时，体内的蛋白质可以氧化分解产生热能，作为机体热能的补充来源。

机体内可供动用的贮备蛋白质极其有限，仅占蛋白质总量的6%。

畜禽的营养成分中长期缺乏蛋白质时将导致畜禽生长发育受阻，生产力下降，繁殖力降低，抗病力减弱，严重缺乏时可造成死亡。但是，供给过多的蛋白质超过机体调节能力时，不仅造成浪费，而且对畜禽有害，表现代谢机能紊乱、肝脏结构和功能损伤，最终易发生蛋白质分解产物的中毒症。

二、蛋白质的营养价值和氨基酸

蛋白质是由多种氨基酸组成的，主要元素是碳、氢、氧、氮和少量的硫等。因此，蛋白质的营养实际是氨基酸的营养，其营养价值决定于氨基酸的组成，已知的氨基酸约20多种，按营养上的差异分为必需氨基酸和非必需氨基酸。

(一) 必需氨基酸 在畜禽体内不能合成，或虽能合成，但组合成的速度及数量不能满足畜禽正常生长需要，必须由饲料中供给的氨基酸，叫必需氨基酸。

生长的畜禽需要10种氨基酸，即赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、苏氨酸、组氨酸和精氨酸。对雏禽还需增加甘氨酸、胱氨酸和酪氨酸。成年反刍家畜瘤胃中的微生物可合成各种氨基酸。划分必需氨基酸和非必需氨基酸对体内氨基酸合成能力低的猪和禽具有实际意义。

在植物饲料中往往缺乏某种或几种必需氨基酸，特别是缺乏赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸，常称这三种氨基酸为限制氨基酸。因体内利用其他各种氨基酸合成体蛋白时，要受他们的影响和限制，而降低氨基酸的有效利用率。实践证明，在饲料里适当添加赖氨酸、蛋氨酸，就

能将饲料里原来没有被利用的氨基酸充分利用起来，所以把这二种氨基酸又叫做蛋白质饲料的营养强化剂。鱼粉的营养价值高，就因其蛋氨酸和赖氨酸的含量高。各种饲料蛋白质中氨基酸的含量，见表1-4。

表1-4 饲料蛋白质中氨基酸的含量 (单位: 克/公斤)

氨基酸 含 量 饲 料	赖氨酸	色氨酸	蛋氨酸	组氨酸	苯丙氨酸	亮氨酸	异亮氨酸	苏氨酸	缬氨酸	精氨酸
禾本科干草	4.5	1.1	1.6	1.5	4.9	7.0	4.1	4.1	5.3	4.6
饲用甜菜	3.4	0.9	0.5	1.4	1.5	3.4	3.2	3.2	3.1	1.8
燕 麦	3.4	1.3	1.5	1.5	4.8	5.7	5.1	5.1	6.6	6.7
玉 米	2.7	1.1	2.0	2.2	4.5	11.0	3.8	3.8	7.3	5.7
小 麦 麸	3.2	1.6	1.1	2.7	3.2	5.9	4.3	2.1	4.8	4.8
米 糠	4.0	0.8	—	1.6	—	—	—	3.2	—	4.0
豆 饼	5.8	1.3	0.8	2.3	5.7	6.6	4.7	3.8	4.2	6.7
鱼 粉	9.1	0.9	2.9	1.8	5.0	7.7	5.0	4.7	5.6	7.3
脱 脂 乳	8.1	1.6	3.2	2.6	5.3	10.2	7.2	4.4	7.6	3.9
苜蓿干草	5.4	1.6	1.1	1.6	5.5	8.3	4.3	4.3	5.4	11.6

在必需氨基酸中，赖氨酸、色氨酸和蛋氨酸对畜禽的生长发育和繁殖起着十分重要的作用。赖氨酸缺乏时，幼畜生长停滞，氮平衡失调，皮下脂肪减少，肌肉消瘦。色氨酸缺乏时，生长停滞、体重下降、贫血，母鸡所产的卵不易受精或受精胚胎发育不正常。蛋氨酸缺乏时，发育不良，肝脏、肾脏的机能受到破坏，肌肉萎缩，被毛变质等。这三种氨基酸各有其特殊作用，要特别重视，不可缺少。

(二) 非必需氨基酸 在畜禽体内可以由其他氨基酸转化合成，或者需要量可以由饲料中满足，一般饲料中含量丰富的氨基酸，称为非必需氨基酸。如丝氨酸、谷氨酸、羟谷氨酸、天门冬氨酸、脯氨酸、羟脯氨酸、丙氨酸和瓜氨酸等。

三、蛋白质的生物学价值

蛋白质的生物学价值是衡量蛋白质在畜禽体内的利用率和营养价值的一个指标。根据以下原理测定蛋白质的生物学价值。蛋白质在畜体消化道中被消化吸收后，以氨基酸的形式参加新陈代谢，一部分氨基酸留存体内，构成体蛋白质；另一部分氨基酸经脱氨作用，即脱去氨基，剩余部分，变成碳水化合物参与体内代谢。凡蛋白质所含必需氨基酸愈完全，比例愈合理，则合成体蛋白质的部分愈多，经脱氨作用的部分愈少，蛋白质的生物学价值愈高。蛋白质的生物学价值计算公式如下：

$$\text{蛋白质的生物价 (\%)} = \frac{\text{体内积蓄的氮量}}{\text{吸收的氮量}} \times 100$$

$$= \frac{\text{饲料氮} - \text{粪中氮} - \text{尿中氮}}{\text{饲料氮} - \text{粪中氮}} \times 100$$

这是表现蛋白质生物学价值的计算方法。

一般来说,凡蛋白质生物学价值较高的饲料,它所含各种必需氨基酸较为完全,因而利用率较高,通常说它的蛋白质品质较高。在实际生产中,动物性蛋白质饲料含必需氨基酸较完全,因此在养猪、养鸡生产中补喂动物性蛋白质饲料,可以弥补植物性蛋白质饲料中所含必需氨基酸的不足和缺陷。

四、蛋白质的代谢

(一) 反刍家畜 反刍家畜瘤胃含有大量的细菌和纤毛虫,每克瘤胃内容物含细菌 500~1000 亿,每毫升瘤胃液含纤毛虫 20~200 万,瘤胃内的微生物能把饲料中分解出来的氮转变为菌体蛋白质。从图 1-1 可见反刍家畜对粗蛋白的消化特点是:

1. 当饲料进入瘤胃后,在微生物的作用下,将饲料中的蛋白质或氮化物分解为肽、氨基酸和氨等含氮化合物,这些化合物又被微生物利用合成微生物的体蛋白(菌体蛋白)。

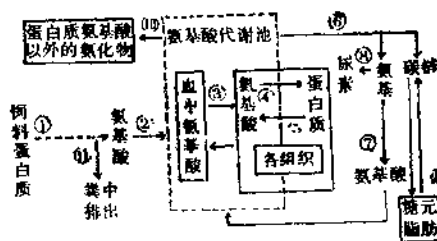


图 1-1 反刍家畜的蛋白质消化代谢简图

①饲料中蛋白质被消化变成氨基酸 ②氨基酸在肠管被吸收并运往血液中 ③氨基酸被运送到肝脏及其他组织中 ④在各组织中用氨基酸合成蛋白质 ⑤另外,也把蛋白质分解为氨基酸,进行体蛋白的更新交替 ⑥一部分氨基酸的氨基和碳链分离 ⑦一部分氨基和碳链再结合成氨基酸,这时的氨基能从不同的碳链,即不同的氨基酸上分离出的碳链结合,发生氨基酸的转换 ⑧大部分氨基变成尿素并在尿中排出 ⑨在合成氨基酸中未被利用的碳链,进入碳水化合物、脂肪的代谢途径、氧化分解而为能源或合成糖元、脂肪 ⑩蛋白质、氨基酸以外的氮化物,如核酸、激素、活性氮、胆碱等,均由氨基酸所制成 ⑪未被消化的蛋白质在粪中排出

2. 饲料蛋白质在瘤胃中经细菌分解所产生的氨,一部分被微生物利用合成微生物的体蛋白;另一部分被胃壁吸收,经血液转运入肝脏,合成尿素。尿素中的一部分进入肾脏,随尿液排出体外;一部分运送到唾液腺,随分泌的唾液被吞入瘤胃,到瘤胃又被微生物所利用,这样周而复始的现象称为氮素循环。

在瘤胃中未被分解的饲料蛋白质和食糜中的菌体蛋白、纤毛虫蛋白一起进入真胃和肠，先被胰蛋白酶分解成蛋白胨，再被肠蛋白酶分解为氨基酸，由肠壁吸收，经血液运送到肝脏，合成体蛋白。在胃肠中未被消化吸收的蛋白质，随粪便排出体外。由此可见，反刍家畜的蛋白质营养主要是微生物的蛋白质营养。瘤胃纤毛虫和细菌蛋白质的生物学价值高，是因为含有的必需氨基酸完备，见表1-5。

表1-5 牛瘤胃微生物蛋白质的必需氨基酸含量(克/100克氮)

必需氨基酸	瘤胃细菌	瘤胃原虫	羊 肉	猪 肉	玉 米
赖 氨 酸	6.0	9.6	8.0	3.7	2.0
组 氨 酸	2.8	1.7	2.2	2.2	3.2
色 氨 酸	1.5	1.3	1.4	1.3	0.8
亮 氨 酸	6.4	8.1	7.7	8.0	22.0
异亮氨酸	4.9	6.9	6.3	6.0	4.0
苯丙氨酸	4.1	5.7	4.9	4.0	5.0
苏 氨 酸	4.1	4.6	4.6	4.8	3.3
蛋 氨 酸	2.1	2.0	3.3	3.4	2.5
缬 氨 酸	5.7	5.1	5.8	6.0	5.0
精 氨 酸	6.8	4.6	7.0	6.6	4.8

(二) 单胃家畜 猪和马对粗蛋白质的消化代谢有所差异。马属动物的盲肠和大结肠相当发达，具有与瘤胃相似的消化代谢特点，所以对饲料中的粗蛋白质转化为菌体蛋白的能力也较强。单胃家畜对粗蛋白质的消化，主要在小肠内进行消化吸收，被消化酶分解为氨基酸。它在体内的代谢过程分为合成和分解两个过程。大致为：

(1) 利用吸收的氨基酸合成体蛋白质。

(2) 氨基与非氮素(碳链)分离后，氨基的变化：一是重新合成氨基酸，二是形成尿素，随尿液排出。碳链的变化：重新与氨基结合合成氨基酸，加入碳水化合物、脂肪的代谢途径，被氧化分解放出热能及形成糖元或脂肪贮于体内。

(3) 参与蛋白质以外的含氮化合物的形成。

根据上述情况，粗蛋白质的消化利用概括为：

(1) 蛋白质的整个消化过程是在各种消化酶的作用下，在胃中水解成蛋白胨，蛋白胨在肠内分解成氨基酸，被吸收进入血液，到畜体各器官和细胞内，并在其中合成体蛋白。

(2) 家畜体内贮存蛋白质的能力很低，因此必须经常供给，但畜体细胞利用氨基酸是有选择性的，这样必须注意蛋白质的品质，即满足必需氨基酸的供应。