

饲料配方手册

中国动物营养研究会 合编
中国农业科学院畜牧研究所

中国财政经济出版社

饲料配方手册

中国动物营养研究会 合编
中国农业科学院畜牧研究所

中国财政经济出版社

饲料配方手册

中国动物营养研究会 合编
中国农业科学院畜牧研究所

*

中国财经出版社 出版

(北京东城大佛寺东街8号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
四川省金堂新华印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 13.75印张 1插页 341,000字

1987年4月第1版

1987年4月成都第1次印刷

印数: 1—13,000

统一书号: 15166·152

定价: 3.75 元

编写说明

近年，我国畜牧业、养殖业发展很快，家畜家禽的饲养正逐步向专业化、机械化、自动化生产迈进。因此，广大从事饲养、饲料加工、畜牧兽医的工作人员迫切需要一本饲料配方工具书。为了适应我国生产发展形势，满足广大读者的需要，由中国动物营养研究会和中国农业科学院畜牧研究所联合组织编写了这本《饲料配方手册》。全书内容包括：家畜家禽的营养原理、家畜家禽的饲养标准、家畜家禽的饲料成分及营养价值表、家畜家禽的典型饲料配方、饲料配方的计算方法和常用饲料营养成分的测定等六大部分。本书除供上述工作人员使用外，对于农业、粮食、轻工院校的广大师生也有一定的参考价值。

本书第一章由张子仪、吴克谦编写；第二、四章中猪的部分由许振英、徐孝义、杨胜、李炳坦编写，鸡的部分由王和民等编写，奶牛部分由冯仰廉、周建民、马曼云编写，羊的部分由梁其英、王守清、赵志恭编写；第五章由余宗源、安树森、胡迪先、陈绪生、卢书勤、刘松元、郑元策、苗泽荣编写，附录由李美同编写。全书由邓荫樟、张子仪负责总纂。另外，在本书的编写过程中，许振华、邹缦云、陈雪秀、樊虹、符文渝、王瑞林等也作了部分工作，在此一并致谢。

一九八四年十一月

代 序

家畜家禽饲养标准化乃推动畜牧业生产专业化、商品化的重要标志。早期的畜禽饲养标准多以个人名义命名，如德国的凯尔纳饲养标准、美国的莫利森饲养标准等，直到本世纪40年代初，美国国家科学委员会（NRC）筹设动物营养委员会，下设分组，承担驯养动物饲养标准的制定工作，迄今已发表了马、奶牛、肉牛、绵羊、猪、家禽、兔、狗、猫、实验动物、灵长类、毛皮兽类和鱼类等的饲养标准（或称营养需要量），并随着生产和科研的进展，不断修纂，由国家科学委员会发布。晚近不少国家相继效尤，以反映其生产模式和科研成果。与之并蒂的饲料成分及营养价值表也同步相应增改。

我国早在1956年就已把畜禽饲养标准列为重点科研项目，并曾着手进行饲料分析及营养价值评定。之后两度中断。1977年全国科学大会之后，由原农业部科教局下达任务，继由畜牧局接办，调拨专款，组织力量，分别成立了猪、鸡、奶牛饲养标准研究协作组、饲料营养价值评定协作组，随后又增加了肉牛、绵羊饲养标准研究协作组，经过近八年的通力合作，已各具模本，并在生产中试用。有的饲养标准业经正式审查鉴定，不久即将作为国家企业标准下达。

回顾和总结我们的工作，可以归纳为以下几点：

一、走自己的路，不依赖于外国，但又不排斥国外的先进经验。立足于我国生产体系、畜禽品种、饲料资源、市场需求，使

所制定的标准既有其现实性，又潜育着预见性。

二、社会主义大协作，与第一第二世界的学术自由、各自为政不同，我们是在统一目标、统一指挥、统筹合作下开展工作，减少了重复，节省了人力物力。由于单位、学科、地区之间，教学、科研、生产之间的密切配合，从而在较短时间内完成了外国要数十年才能完成的工作。

三、理论与实践相结合，在实践——理论——实践的思想指导下，通过饲养试验，充分验证，多次反复，补短弥缺，从中总结出规律，整理出各养分的序列需要量，形成现行格式，并已在实践中获得了显著的经济效益。

《饲料配方手册》是在我国多年来饲料科学研究的基础上，根据我国饲料工业发展的需要而编写的，书中所介绍的畜禽饲养标准、饲料营养价值表、典型饲料配方以及配方的计算方法等，将为新兴的饲料工业提供参数，也将为我国畜牧业从副业转向专业化奠定基础。本书可称之为既是生产的“圣婴”又是生产的“教父”。

本书的问世将为我国畜牧业的发展提供新的武器。牛刀初试，已斐然可观，愿与广大读者共同琢磨，为祖国四化贡献力量。

许振英

1984年9月15日

目 录

第一章 家畜家禽的营养原理	(1)
第一节 水.....	(2)
第二节 能量.....	(5)
第三节 蛋白质.....	(10)
第四节 碳水化合物.....	(12)
第五节 脂肪.....	(14)
第六节 矿物质.....	(17)
第七节 维生素.....	(28)
第二章 家畜家禽的饲养标准	(37)
第一节 猪的饲养标准.....	(37)
第二节 鸡的饲养标准.....	(50)
第三节 奶牛的饲养标准.....	(59)
第四节 羊的饲养标准.....	(86)
第三章 家畜家禽的饲料成分及营养价值表	(94)
第一节 猪饲料成分及营养价值表.....	(94)
第二节 鸡饲料成分及营养价值表.....	(95)
第三节 奶牛饲料成分及营养价值表.....	(116)
第四节 羊饲料成分及营养价值表.....	(133)
第四章 家畜家禽的典型饲料配方	(153)
第一节 猪的典型饲料配方.....	(153)
第二节 鸡的典型饲料配方.....	(255)

第三节	奶牛及犊牛的典型饲料配方.....	(312)
第四节	羊的典型饲料配方.....	(317)
第五章	饲料配方的计算方法.....	(326)
第一节	应用袖珍电子计算机筛选最佳饲料配方的 方法.....	(326)
第二节	最佳饲料配方的简算技术.....	(339)
第三节	应用微型电子计算机筛选最佳饲料配方的 方法.....	(377)
第四节	改进的微型电子计算机筛选最佳饲料配方 方法.....	(400)
附录:	常用饲料营养成分的测定.....	(416)

第一章 家畜家禽的营养原理

畜禽生长繁殖和生产各类产品（如泌乳、产蛋）所需要的营养物质主要来自饲料。过去，从饲料的来源和性质出发，将天然饲料分成植物性、动物性及矿物质饲料等类。但是，随着畜禽营养科学和饲料工业的发展，通过人工合成或化学提纯的方法，也可生产出矿物质、维生素、氨基酸以及其他性质的饲料，因此，目前国际上通常根据饲料的营养性质，将其分成以下八大类：

粗饲料 凡饲料的干物质中粗纤维含量在18%以上（包括18%）的农业副产品。干草、糟渣、树叶等都属于粗饲料。

青绿饲料 天然水分含量（不考虑其折成干物质后的营养成分含量）在45%以上（包括45%）的多汁饲料，如树叶类及非淀粉质的块根、块茎、瓜果（未脱水者）类均属于青绿饲料。

青贮饲料 用天然的青绿饲料或在青绿饲料中加入适量的添加剂制成，包括含水量在45%以上的半干青贮饲料。

能量饲料 凡饲料的干物质中粗纤维含量在18%以下（不包括18%），蛋白质含量在20%以下（不包括20%）的谷类、糠麸类、草籽树实类、糟渣类以及淀粉质块根块茎类等，都属于能量饲料。

蛋白质饲料 饲料干物质中粗蛋白质含量在20%以上（包括20%），粗纤维含量在18%以下（不包括18%）的豆类、油饼类、动物性饲料及部分糟渣类，均属于蛋白质饲料（也称蛋白补充饲料）。

矿物质饲料 矿物质饲料又分常量矿物质饲料与微量矿物质饲料两大类，前者如骨粉、石粉、贝粉、食盐等，后者如碘、锌、钴、硒等。

维生素饲料 主要指工业合成或提纯的脂溶性维生素和水溶性维生素。不包括天然维生素来源的饲料，如富含维生素的青绿饲料、青贮饲料等。

添加剂 不包括矿物质饲料、维生素饲料等营养性饲料在内的添加剂。亦称非营养性添加剂，如抗氧化剂、着色剂、防腐剂、防霉剂、生长促进剂、驱虫剂、抗菌剂、激素等。最近国内有关专家建议，将维生素饲料、矿物质饲料、人工合成氨基酸、单细胞蛋白质等添加剂列为营养性添加剂，以区别于上述各种非营养性添加剂。

饲料的种类很多，但饲料的营养成分主要的是水、碳水化合物、脂肪、蛋白质、维生素、矿物质等五个方面。近几十年来，畜禽营养科学有了一系列重大突破，不仅对畜禽的生长、繁殖、泌乳、产蛋、使役等所需要营养成分有了较深入的了解，同时对上述各类营养物质的作用及这些养分之间的互补、拮抗等方面也有了日益深刻的了解。饲料利用的效率提高了将近一倍。为了使读者在配制饲料之前掌握饲料营养的一些基本知识，下面将饲料中的几种营养成分（包括水、提供能量的碳水化合物和脂肪、蛋白质、矿物质、维生素等）作简要介绍。

第一节 水

水是动物生命活动中不可缺少的物质。一般动物若脱水5%则食欲减退，脱水10%则生理失常，脱水20%可导致死亡。畜禽机体的成分中以水分为最大。初生犊牛身体含水74%，肥牛含水

50%，雏鸡含水85%，母鸡含水56%，8公斤的小猪含水73%，100公斤的肥猪含水49%。水分大部分是通过饮水摄入体内，其余部分则来自饲料中的水分和营养素在体内经代谢后产生的代谢水。水在动物生理上具有以下作用：

一、水是机体中的溶剂

水在动物体中是良好的溶剂，保证使体内化学变化正常进行，并且是组织器官的一部分，在机体中周转很快，参与生命活动。

二、水是消化吸收的介质

水可以为身体运送营养素、分泌物，是形成乳汁必不可缺的营养分。

三、调节体温

水的比热大，能吸收较多的热而本身温度升高并不多，水不仅通过血液循环可以将代谢产生的热送到动物体各部位维持体温，而且还可以将多余的热送出体外，从而起到保持细胞的正常形状。

四、润滑关节搬运废物

水可以润滑关节，减少活动时的摩擦，唾液中的水还可以帮助吞咽食物。代谢后的废物及毒素的排除，也都需要借助水的作用来完成。

各种饲料中均含有不同程度的水分，多者可达95%或以上（如水生饲料），少的也在10%左右，在正常的气温条件下，一般风干饲料中含有9~14%左右的水，这种水又被称为吸附水。饲料中的吸附水含量过高，容易发霉变质。但天然的青绿、多汁饲料中的养分，往往也会因水分的丧失而降低其品质。在实际饲养工作中，畜禽缺水固然会引起正常生理的障碍，但如果逼迫畜禽饮用大量的水（如过度稀喂），也会引起不必要的能量浪费及蛋白

质的损耗。因此，正确掌握饲料中的含水量及供给畜禽以适量的水，也是畜禽饲养中的重要一环。

畜禽对水的需要量因其不同的生长发育阶段、环境条件、进食量、饲料中蛋白质和食盐含量而异。另外，畜禽个体差异以及其他因素（如妊娠、泌乳、产卵等）也影响其对水分的需求量。一头猪每食入1公斤干饲料需要饮水2~5公斤，冬季约为饲料量的2~3倍，春秋季约为4倍，夏季约为5倍。但断乳仔猪、泌乳母猪、肥育猪前期的给水量还要加大，哺乳仔猪也需另外给水。

对于蛋鸡，达到21周龄时的饮水量大致是其采食量的1.6倍，产蛋鸡每只每日平均饮水量大致是190毫升，笼养增加30毫升。10周龄的肉用仔鸡，其饮水量约为采食量的1.5倍。环境温度增高则饮水量增加，而采食量减少，还会排泄稀便，此种倾向一般笼养比平养多。为此，限制给水也被用作防止笼养产蛋鸡夏季发生稀便的对策。一般认为，对于产蛋鸡适当的限制给水，对产蛋和饲料报酬均无不良影响。但对肉用仔鸡，限制给水则有不良影响，不宜采用。

犊牛（奶用及肉用），所需的水分可以从全乳中得到满足，但在多数情况下仍需供应一些饮水。

育成牛和成年牛（包括未妊牛、干奶牛及肉牛），在环境温度10℃以下，水分需要量为食入干饲料的3.1~3.5倍，10~15℃时为3.6倍，15~21℃时为4.1倍，21~27℃时为4.7倍，27℃以上时为5.5倍，但在21℃以上时，奶牛干物质摄取量均有下降。放牧期间饮水量在上述需要量之外应再增加50%。

妊娠牛（奶用及肉用），干奶时可按上述相应增加50%。

泌乳牛（奶用）需水量，比干奶牛需水量再加相当于产奶量87%的水分（奶中干物质按13%计算）。一般认为，对奶牛来说

不断给水比每天一次给水或两次给水的奶产量和乳脂率都高。通常在 $-1.5\sim 5^{\circ}\text{C}$ 环境下需水量为食入干物质质量的 $3\sim 4$ 倍。

肉用哺乳牛，在成年牛需水量基础上，增加相当于哺乳量的86%的水分（乳中干物质按14%计算）。

肉用肥育牛，在24个月龄以上圈养肥育中，每天需要准备38公斤以上的饮水。以喂配合饲料为主；不满24个月龄的肥育牛（体重360~450公斤），夏季平均饮水量为31公斤（最高45公斤），冬季19公斤（最高22公斤）。

畜禽饮水要注意水的清洁。水中所含固体以每立升中含150毫克为理想，不超过5,000毫克对幼畜无害，超过7,000毫克可致腹泻，若超过10,000毫克则不可用。如果是由浅水井或者是收集地表面水的井提供水源，要注意防止有害化学物质和微量有害元素的污染。

第二节 能 量

饲料中的营养物质进入机体以后，象是煤进入火炉一样，经过“燃烧”（即氧化分解）后，大部分以能量的形式表现出来。畜禽机体的生命和生产活动都需要消耗能量，畜禽机体所需能量主要来源于碳水化合物（无氮浸出物、粗纤维），脂肪和蛋白质三大类营养物质。脂肪能量虽然比其它养分多两倍以上，但作为饲料中的能源来说，并不占主要地位；蛋白质也可用于产生能量，但是从资源的合理利用及经济效益考虑，在配制饲料时应尽可能不依靠它供给能源，以免浪费，一般能源主要依靠碳水化合物。由于各种能的形式都可以转变成热能，所以营养学中习惯地以热量单位来衡量能的量，热量单位一般以“卡”（calorie或缩写cal.）表示。由于畜禽营养的实际需要量常常以百万卡计，所以近年

来国内外多采用兆卡 (megacalorie) 为单位计算。

1千卡即1,000克水从14.5℃升高到15.5℃时所需的热量, 所以准确的全称是千克卡 (kilogramcalorie)。

1970年英国营养学家布莱克斯特 (Blaxter, K.L.) 提出了废除卡制而代之以焦耳的方案。

近年来, 国际营养科学协会及国际生理科学协会认为, 衡量能的单位以采用焦耳 (Joule略写成J) 较为确切, 焦耳^① 即用1牛顿的力把1公斤质量的物体在力的方向上移动1米所做的功。也等于1瓦特的功率在1秒钟内所作的功。

卡和焦耳的等值关系和换算系数如下:

$$1 \text{ 卡 (cal)} = 4.184 \text{ 焦耳 (J)}$$

$$1 \text{ 千卡 (kcal)} = 4.184 \text{ 千焦耳 (KJ)}$$

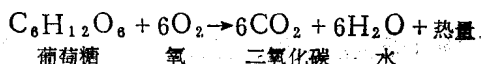
$$1 \text{ 兆卡 (Mcal)} = 4.184 \text{ 兆焦耳 (MJ)}$$

$$1 \text{ 焦耳 (J)} = 0.239 \text{ 卡 (cal)}$$

$$1 \text{ 千焦耳 (KJ)} = 0.239 \text{ 千卡 (kcal)}$$

$$1 \text{ 兆焦耳 (MJ)} = 0.239 \text{ 兆卡 (Mcal)}$$

饲料中的各种纯营养物质(如葡萄糖、酪蛋白等), 分解后生成水、二氧化碳和其他氧化物, 同时释放出热量。其反应式如下:



用一种命名为氧弹式测热器的仪器, 可以测出各种营养物质或饲料中的热量。各种营养物质的热量, 因其化学组成中碳、氢、氧的比例不同, 虽然属于同类成分, 但热量略有出入。如葡萄糖、淀粉、纤维素同属碳水化合物, 但其热量却分别为3.76、

注: ① 1焦耳等于 10^7 尔格。1尔格相当于1达因的力使物体在力的方向上移动1厘米所作的功。1达因相当于1克质量的物体在地球表面所受重力的四分之一。

4.23和4.18千卡/克。一般在实际应用中采用各营养物质的热量平均值。

碳水化合物 4.15千卡/克 (约4.2)

蛋白质 5.65千卡/克 (约5.7)

脂肪 9.40千卡/克 (约9.4)

各种营养物质以饲料的形式进入畜禽机体后,大部分经过消化吸收,转化成能量,但也有一部分以粪的形式排出体外。前者被称为消化能,后者被称为粪能,即:

消化能 (DE) = 饲料总能 (GE) - 粪能 (FE)

但是,在粪能中除了包含有未经消化吸收的能量外,还混杂有消化道微生物、消化道脱落细胞、肠道微生物及其产物,以及经发酵形成的甲烷气体等的能量在内。因此,严格地讲,用这一方法求出的消化能又被称为表观消化能。

另一方面,在被消化吸收后的能量中,蛋白质部分的能量也还有一部分不能被充分氧化利用,经由尿排出体外,尿中能量被称为尿能。所以,从消化能中减去尿能,称为代谢能,又称为表观代谢能 (AME)。动物对饲料营养成分的利用及能量代谢尽管在一个相对的期间内保持着动态平衡,但在这一期间却很少是绝对平衡的。因此在国外有人提出应该校正到正好是正负平衡的状态。氮的平衡校正过的代谢能被称为氮校正代谢能 (ME_n), 计算公式是:

ME_n (千卡/公斤) = $ME \pm RN \times RN$ 的能值系数

代谢试验中很少出现绝对平衡或负平衡的情况,一般为正氮平衡,计算代谢能值的前提是假定动物体内沉积氮等于零。所以,当出现正平衡时则应在表观代谢能中减去从尿能中多扣除掉的能量。代谢试验中存留氮的能值因动物而异,每克反刍动物的尿的平均能值为7.45千卡,每克猪尿的平均能值为6.77千卡,而每克

鸡排泄物的平均能值则为8.22千卡，所以，在计算猪或禽的 ME_n 时应分别按下式计算（在正氮平衡的条件下）：

$$ME_{n反刍} = ME - RN \times 7.45 \text{ 千卡}$$

$$ME_{n猪} = ME - RN \times 6.77 \text{ 千卡}$$

$$ME_{n禽} = ME - RN \times 8.22 \text{ 千卡}$$

RN：试验动物在代谢试验期间平均每日的沉积氮量，一般的规律是：

$$ME_n = ME \times 0.976$$

除了上面所介绍的两种代谢能的表示方法外，最近还有人提出真代谢能（TME）、氮校正真代谢能（ TME_n ）等，在我国有关专业会议上公认的代谢能是表观代谢能，直接写成代谢能（ME）。

在营养物质代谢和转化的过程中产生热增耗。此外消化道微生物在发酵过程中也产生热，这些热量经由体表散失损耗。所以，从代谢能中扣除掉这部分能量被称为净能（NE）。动物从饲料中获得的净能分维持净能（ NE_m ）和生产净能（ NE_p ）。从净能中扣除掉维持净能，才是真正用于生产畜禽产品的净能（见图1-1）。

有效能量的表达形式，现在国际上尚不一致。目前，我国暂以消化能（DE）作为评定猪饲料的能量价值的指标，以代谢能（ME）即表观代谢能（AME）作为评定鸡饲料的能量价值的指标，对奶牛及肉牛则通过净能换算成奶牛能量单位（NND）及肉牛能量单位（RND）表示。计算方法及定义详见第二章。

能量的摄取量与增重之间有密切的关系。如繁育猪能量摄取过剩，可因脂肪的过量积蓄而降低肉的质量，繁殖母猪则会引起不孕或胚胎发育不良。相反，若能量摄取不足，轻者会造成体内脂肪和蛋白质代偿性分解，使体重下降，严重时，也会阻碍畜禽正常发育或招致各种繁殖障碍。所以，在实际配制饲料时，应注

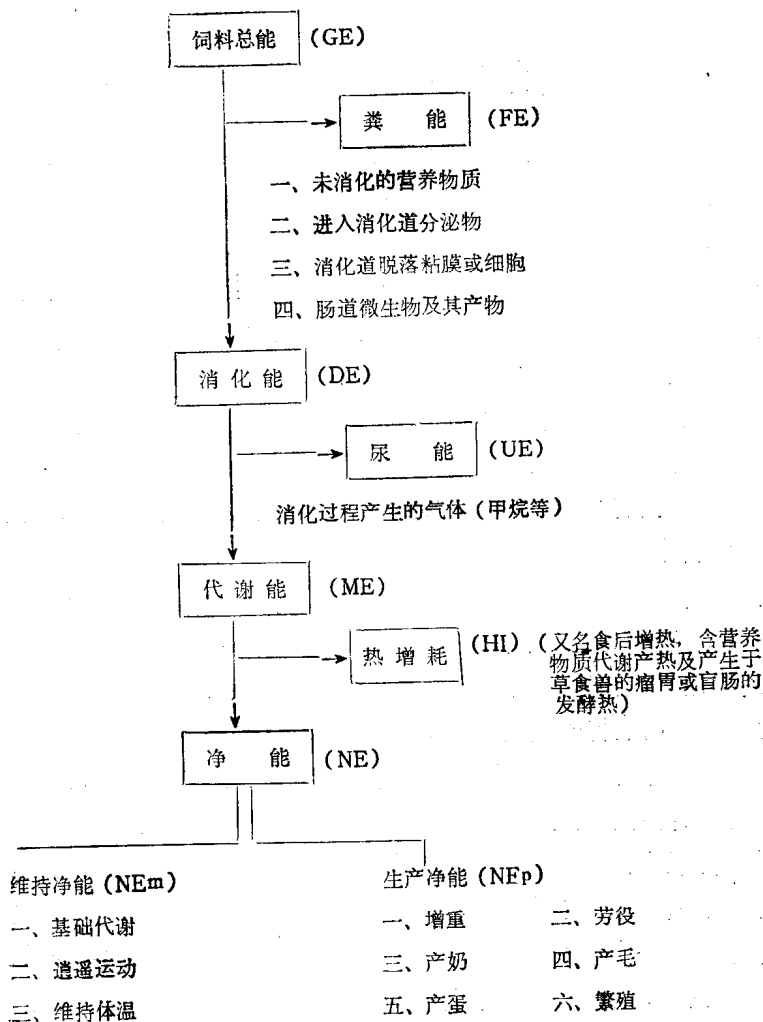


图 1-1 饲料中的能量在畜禽机体内的转化过程示意图