

饲料工业参考资料

(内部资料)

第一机械工业部技术情报所

饲料工业参考资料

(内部资料)

*

第一机械工业部技术情报所编辑出版

机械工业出版社印刷厂印刷

中国书店(北京琉璃厂西街)经售

*

1979年 4 月北京

代号: 78—16 • 定价: 1.20元

前 言

1976年6月28日华主席、李先念副主席视察了北京市红星养鸡场和实验猪场，并亲笔题词：“总结经验把机械化养猪养鸡事业发展起来满足人民需要”。华主席的指示和亲切关怀极大地鼓舞了全国亿万人民。一年来，我国机械化养猪养鸡事业有了很大发展，大量不同规模的机械养猪场、机械化养鸡场、养鸡场建立起来了。

为了保证机械化养猪养鸡事业的迅速发展、加速畜牧饲养业的现代化，我国的饲料工业——配合饲料及其原料工业必须尽快发展。

我们在1976年汇编“配合饲料与饲料工业参考资料”的基础上，又汇编了这份资料，包括饲料科学与饲料工业基础和发展饲料工业的有关技术资料等三部分。目的在于初步反映饲料工业的主要内容及发展饲料工业的必要性。供饲料生产、供应和饲料工厂机械设备制造部门以及机械化养猪、养鸡单位等参考。

本资料第 I 部分是北京饲料研究所朱相远同志撰稿。我们在这份资料编辑当中得到了北京饲料研究所等单位大力支持，在此一并致谢。

由于我们政治和专业科学知识水平不高，掌握情况不够全面，汇编中定有不全面、不确切、甚至不妥之处，请批评指正。

第一机械工业部技术情报所
一九七八年九月

目 录

第 I 部分 饲料科学与饲料工业基础

一、畜牧饲养业的现代化·····	1
二、饲养机械化与饲料工业化·····	4
三、饲料的营养成分与一般功能·····	6
四、饲料营养的化学分析·····	9
五、饲料营养的饲养分析·····	11
六、用热能平衡来评定饲料的营养价值·····	13
七、饲料中的蛋白质营养·····	16
八、饲料中的脂溶性维生素营养·····	19
九、饲料中的水溶性维生素营养·····	21
十、饲料中的矿物质营养·····	23
十一、饲养标准·····	26
十二、饲料营养成分数据集·····	32
十三、饲料配方组成的计算方法·····	35
十四、饲料工业的国外动态及对我国饲料工业发展的几点看法·····	38
十五、配合饲料工业·····	41
十六、广开饲料资源·····	44
十七、单细胞蛋白工业·····	46
十八、羟蛋白工业的历史与现状·····	48
十九、羟蛋白所用微生物与原料的选择·····	51
二十、羟蛋白的生产工艺·····	53
二十一、羟蛋白的营养价值与饲养效果·····	56
二十二、羟蛋白的安全性·····	59
二十三、羟蛋白的成本估算·····	62
二十四、饲料酵母的生产·····	65
二十五、微型藻的养殖·····	67
二十六、有毒饼类的利用·····	69
二十七、蛋氨酸的工业合成·····	72
二十八、饲用维生素的生产·····	74

主要参考资料

第 II 部分 发展饲料工业的有关技术资料 (国内)

一、饲料资源的开发与利用·····	78
-------------------	----

(一) 关于蛋白质饲料生产、利用和资源的调查报告	78
(二) 江苏试制成功促进仔鸡生长的禽用多维生素	79
(三) 棉籽饼去毒作饲料	79
(四) 高产优质饲料——聚合草	80
二、饲料工厂	83
(一) 北京的配合饲料付原料工厂	83
(二) 湖北荆门后港公社颗粒饲料工厂	85
三、饲料工厂有关机械设备	90
(一) 大型饲料粉碎机	90
(二) 饲料搅拌机研制动态	91
(三) 自动配料秤	91
(四) 介绍几种离心机和过滤机	94
(五) 工业微糖计	95

第Ⅲ部分 发展饲料工业的有关技术资料 (国外)

一、饲料工厂	96
(一) 朝鲜的饲料工厂	96
(二) 匈牙利布达佩斯拉寇什配合饲料工厂概况	98
(三) 日本山形县饲料工厂	105
(四) 日本科学饲料厂添加剂的生产过程	106
(五) 法国GUYMORCH 饲料加工厂	106
(六) 芬兰建立从亚硫酸废水中衍生出新蛋白质产品的工厂	107
(七) 西德采用现代再循环法从废水中回收蛋白质、碳水化合物和其他有机物	108
二、饲料工厂的有关机械设备	110
(一) 现代饲料工厂中的集中电子控制	110
(二) 各种规模的饲料工厂对于控制系统的需要	113
(三) 饲料计量器	116
(四) 颗粒饲料和颗粒饲料机	117
(五) 颗粒饲料机的分类	125
(六) 美国制造的颗粒饲料机概况	126
(七) 饲料工业中的混合机	129
(八) 日本尾上机械厂的搅拌机和油脂糖密添加机	130
(九) 青饲料烘干的主要设备——干燥机	131
(十) 离心分离设备	132
三、其他	135
(一) 国外草粉生产情况	135
(二) 若干国家鱼粉产量	136
(三) 加拿大的饲料生产	136
(四) 丹麦“总统”饲料加工机器制造公司	139

(五) 日本尾上机械厂和上田铁工厂..... 140

(六) 苏联设置畜牧和饲料机械部..... 140

(七) 苏联乌克兰赫麦利尼茨基州的（集体农庄之间的）配合饲料工业..... 141

附: 144

饲料制造术语..... 144

第 I 部分 饲料科学与饲料工业基础

北京饲料研究所 朱相远

一、畜牧饲养业的现代化

(一) 改变食物构成, 提高人民生活水平

正如恩格斯所指出的, 肉食品“几乎是现成的包含着身体新陈代谢所必需的最主要的材料”。因为肉食品含有丰富的优等蛋白质, 它是人体组织生长与更新所不可缺少的营养。当前, 为了改善人民生活, 必须发展畜牧饲养业, 以保证肉食供应。随着四个现代化的实现, 我国人民的生活水平必将大大提高, 而饮食组成也将由以粮为主转变为肉食、粮食并重。在苦难的旧社会里, 我国劳动人民缺少粮食, 过着“糠菜半年粮”的悲惨生活。现在, 我国已能粮食自给, 将来还要使广大劳动人民, 过着“肉菜粮丰”的富裕生活。这是提高人民生活水平的必然趋向。

现在一些工业发达的国家, 畜牧饲养业也很发达。在他们的食物构成中, 肉类和奶类占有很大的比重。根据日本1973年《食粮年鉴》, 关于美国、西德、日本和印度全国平均每人每月吃的各种食品斤数统计, 可见表 I - 1 - 1。表 I - 1 - 2 为十一国按人口平均粮、肉、蛋、奶、糖产量情况。

表 I - 1 - 1 几个国家平均每人每月吃的食品情况 单位: 市斤/人·月

国 别	美 国	西 德	日 本	印 度
年 份	1970	1969 ~ 1970	1971 ~ 1972	1969 ~ 1970
谷物	10.6	11.3	20.8	23.1
薯类、淀粉	9.1	17.9	6.7	2.9
砂糖	8.4	5.7	4.4	2.9
豆类	1.3	0.7	1.9	3.2
蔬菜	19.1	10.7	22.4	0.6
水果	16.6	19.1	8.6	2.9
肉类	18.6	13.2	3.2	0.2
豆类	3.0	2.5	2.8	0.06
鱼虾	1.1	0.7	5.4	0.2
牛奶、奶制品	41.3	34.0	8.3	6.9
油脂	4.0	4.4	1.6	0.6
共 计	133.1	120.2	87.1	33.6

联合国的粮农组织 (FAO), 就世界各个主要地区, 包括北美、大洋洲、西欧、东欧与苏联、近东、拉美、非洲、远东等, 平均每人每天吃进的蛋白质克数, 以及这些蛋白质来自哪些食品, 制出了一个简明的示意图, 如图 I - 1 - 1。

从图中可以看出, 非洲和远东 (包括我国在内), 不论是数量, 还是动物蛋白所占的比重, 都低于世界平均水平。若同北美相比, 则差距更大。因此, 我们必须使畜牧饲养业实现

表 I-1-2 十一国按人口平均粮、肉、蛋、奶、糖产量情况(一九七六年)单位: 斤/人·年

国 别	粮 食	肉 类	鸡 蛋	牛 奶	糖
美 国	2750	236	36	508	58
苏 联	1882	104	24	691	71
加 拿 大	3944	193	26	665	14
法 国	1261	183	29	1130	112
罗马尼亚	1947	133	25	408	76
南斯拉夫	1581	88	17	335	61
朝鲜民主主义人民共和国	972	14	9	3	
印 度	451	3	0.3	27	15
墨西哥	603	44	14	129	90
西 德	685	135	29	718	89
意大利	634	106	23	326	58

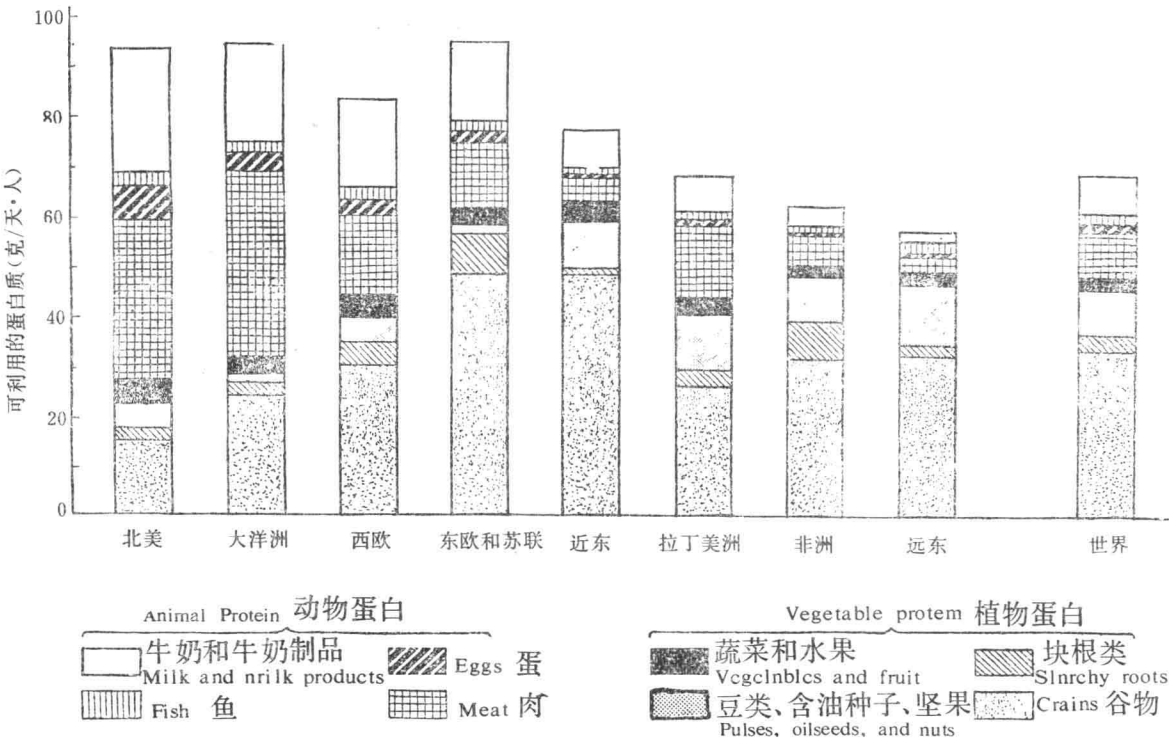


图 I-1-1 世界各地区每人每天从重要食品中获得的蛋白质（根据FAO, 1964年资料）

表 I-1-3 世界主要食物产量

项 目	1975年总产量 (亿斤)	按世界人口平均 (斤/年·人)
谷 物	27184.0	678.0
块根块茎等	11244.0	281.1
蔬 菜	5878.0	146.9
水 果	5106.0	127.6
植物油	1234.0	38.9
糖	1602.0	40.0
肉 类	2390.0	59.7
奶 类	8508.0	212.7
鸡 蛋	468.0	11.7

现代化、以提高人民生活水平。

(二) 世界饲养业生产概况

一九七五年世界主要食物产量，如表 I - 1 - 3。

在饲养、捕捞业中，牛奶占第一，肉类占第二，其次为鱼、蛋等。在肉类中，以牛肉、猪肉为主，其次为禽肉，再次为羊肉。

据 FAO 统计，全世界共有牛13.4亿头，绵羊11.4亿头，猪6.8亿头，山羊3.9亿头，马近0.74亿头。

饲养业中，以生产哪种产品，生产效率最高呢？比如从能量转化效率，蛋白质转化效率，以及饲料转化效率来看，如表 I - 1 - 4 所示：

表 I - 1 - 4

动 物 产 品	能量转化效率 (%)	蛋白质转化效率 (%)	饲料转化效率 (%)
牛 奶	20	30	90
鸡 肉	10	25	45
鸡 蛋	15	20	33
猪 肉	15	20	30
火鸡肉	10	20	29
牛 肉	8	15	10
羊 肉	6	10	7

这就是说，喂 100 斤饲料，可得90斤牛奶，或45斤鸡肉，或33斤鸡蛋。喂 100 斤饲料蛋白，所得的牛奶，含30斤蛋白质；所得的鸡肉含25斤蛋白质；所得的鸡蛋含20斤蛋白质。喂 100 兆卡热能的饲料，所得的牛奶含20兆卡热能；所得的鸡肉含10兆卡热能；所得的鸡蛋含15兆卡热能。

从这个角度来看，转化效率最高的是奶牛，其次为肉鸡、蛋鸡、肉猪、火鸡、肉牛、羊等。但饲养哪种动物，不能光看转化率，还要根据饲料资源情况。肉牛、羊等虽然转化效率低，但主要吃草，因此发展规模仍然很大。如在美国饲养业中，肉牛占51.1%，奶牛占20.1%，猪占15.2%，禽类占11.2%。

现按转化效率顺序，介绍一下几种主要饲养业的世界水平（1976年统计数字）：

第一，奶牛

牛奶产量：

美国 5459万吨

荷兰 1054万吨

日本 527万吨

平均每头奶牛每年产奶量：

美国 4941公斤

荷兰 4726公斤

日本 4100公斤

第二，肉鸡

禽肉总产量：

美国 711万吨

苏联 140万吨

法国 87万吨

按人口平均产量:

美国 34公斤

苏联 5公斤

法国 16公斤

第三, 蛋鸡

鸡蛋总产量:

美国 382万吨

苏联 304万吨

日本 182万吨

按人口平均产量:

美国 36斤

苏联 24斤

日本 32斤

第四, 肉猪

养猪头数:

美国 4960万头

苏联 5789万头

产肉量:

美国 563万吨

苏联 450万吨

二、饲养机械化与饲料工业化

饲养业现代化的途径,是发展机械化饲养。在华主席为首的党中央的关怀下,我国大城市和工矿区的机械化饲养,正在从无到有,从小到大,从土到洋地发展起来。它代表着我国饲养业的发展方向。

(一) 机械化饲养发展的特点

国外机械化饲养历史较久,根据一些饲养业发达国家的情况来看,具有五个特点:

第一, 种植业与饲养业并重

美国和其他经济比较发达的国家,特别是一些按人口平均粮食产量较高的国家,饲养业都很发达。畜牧业产值在农业总产值中的比重很高,美国60%,苏联49.5%,西德70%,英国70%,法国57.2%,加拿大63%,东德60%。

这正如毛主席指出的:“美国的种植业与畜牧业并重,我国也一定要走这条路线,因为这是证实了确有成效的经验”。我们应在以粮为纲的前提下,大力发展机械化饲养业。大城市机械化饲养的规模与速度,同商品粮的供应情况密切相关。

第二, 向工厂化方向发展

饲养业已由放牧、散养发展到工厂化闭合饲养。生产高度集约化,饲养机械化,管理自

动化，产品规格化，经营专门化。所以朝鲜的机械化饲养“场”，都改称为“厂”。

实现工厂化，除了将畜禽高密度集中于人工控制环境中，进行温度、通风、湿度、光照的人工调节，给料、给水、清粪、捡蛋、挤奶等机械化外，还有三个基本环节：

首先，要提供充足的全价配合饲料，确保动物的营养需要。因为畜禽生活在铁丝笼或水泥地板上，与外界完全隔绝，一切必需营养成分，完全靠饲料供给。只要有一种必需成分短缺，就会影响生长以至发病。

其次，要严格执行定期防疫注射，确保畜禽健康。否则，由于高密度饲养，一旦发生传染病，就有全军复没的危险。

最后，要培育生产性能高的优良品种和品系。

以上三条，有人称为机械化饲养的三大要素。

工厂化饲养虽然五十年代就开始试验，但大规模发展还是十多年前的事。目前工厂化饲养发展最快的是鸡，其次是猪，再次是牛。一九七〇年，英国90%的蛋鸡都采用工厂化饲养。

第三，高度集中，规模巨大

如朝鲜有八十多个机械化养鸡厂。其中万景台养鸡厂，养鸡75万只，有蛋鸡45万只，年产蛋一亿个。

英国一个家禽企业，养蛋鸡1500万只。

罗马尼亚的梯突养鸡联合企业，年产肉仔鸡1800~2000万只。

朝鲜1971年建成的德东养猪工厂，有基础母猪6千头，年产肥猪10万头。

罗马尼亚最近建成一个年产30万头肥猪的养猪工厂。

美国洛杉矶附近的一个奶牛场，养奶牛9千头。另一个肉牛联合企业，每年生产并加工肉牛50万头。

在美国，畜禽生产占有重要地位。1973年生产与销售约占全国农业利润总额的44%。美国的食品费用，一半是花在肉、奶产品上。

第四，进行科学饲养，提高个体生产率

由于生理学、生物化学、营养学及遗传学的发展，给科学饲养提供了理论基础。为不同生理状况下，用于不同生产目的的畜禽，制定了较合理的饲养标准。使畜禽个体生产和饲料报酬大大提高。

如蛋鸡，年产蛋达二、三百个。

奶牛，平均每头每年产奶八千多斤，个别高的达两万斤。

肉鸡，从出壳到屠宰仅56天，即可平均长到3.4斤，生产每斤鸡只要2斤饲料。

猪，5~6个月，可达180~200斤，每天增重1.2~1.4斤。每增长1斤只需饲料3.3斤。出栏率可达166%（即100头猪栏，每年可养出肥猪166头）。

肉牛，一岁时可达800~900斤，每天增重2~3斤。

第五，不断提高劳动生产率

如七十年代，美国一个人可管理：

肉牛 1500头

奶牛 100头

肥猪 1500~3000头

肉仔鸡 20~40万只

朝鲜龙城养鸡厂，每个工人一年可生产鸡肉16000斤。

罗马尼亚，每个养鸡工人，年产值相当于人民币八万元，超过了一般产业工人。

西德一个养鸡厂，共养蛋鸡13万只，每只鸡平均产蛋236个。全厂一共只有三个工人，其中一个电工，一个钳工负责检修，真正操作的只有一个人。另一个种猪场，只有16人，养母猪1万头，年产仔猪30万头。每人每批培育仔猪7千头。

美国的农民，不到世界总人口的千分之一，可是1976年一年生产的牛奶，占世界总产量的14%，鸡蛋占世界总产量的16%，肉类占世界总量的18%，这样高的劳动生产率，主要由于实行机械化饲养。

（二）饲养机械化，必须饲料工业化

如上所述，机械化饲养，就是采用工业的手段，使猪、鸡等摆脱自然生态环境的影响，在人工控制下，使它们尽量接近于理想的营养条件和生态环境，进行强制生长，以获得最佳的经济效果。比如使动物健康生长，减少疾病，提高存活率；合理配料，节省粮食，提高饲料利用率；生长快，周期短，提高出栏率；产量大，品质好，提高商品率；管理简便，节约人力，提高劳动生产率；就地生产，就地销售，提高城市自给率。

但是，一切饲养业的基础，都离不开饲料。“养猪不备料，等于放空炮”，这是个朴素的真理。猪、鸡等于是生产肉、蛋的活机器，饲料就是原料。一切饲养手段，都在于利用这些活机器把饲料转化为肉、蛋。机械化饲养也不例外，它只能提高转化效率，但不能改变转化过程。

构成某种饲料的原料配比、营养组成、加工形式等，可称为饲料结构。不同的饲料结构，适应于不同的饲养方式。自由采食牧草的天然饲料结构，只适应于草场游牧的放养方式。以青粗饲料为主，再加些粮食、泔水的农家饲料结构，只适应于传统的散养方式。而机械化的群体闭合饲养方式，就必须采用少而精的全价配合饲料结构。人类还在八、九千年以前，就开始养狗、山羊和猪；六千多年前开始养牛；五千多年前开始养鸡。都是采用放养、散养等传统的饲养方式。只是到了本世纪中，由于全价配合饲料结构的出现，才发展到机械化饲养。因为机械化饲养的猪、鸡完全脱离了自然环境，而密闭在人工环境中，所必需的任何一种营养成分，都只能靠饲料来供给。若饲料配比恰当，营养全价，加工合适，就能达到快速、高产、优质、低耗的饲养效果。否则生长缓慢，浪费饲料，甚至出现营养缺乏症，造成减产、死亡。因此，可以说，机械化饲养的主要矛盾，就是要生产全价配合饲料。要想饲养机械化，必须饲料工业化。机械化饲养的发展规模和效果，主要取决于提供全价配合饲料的数量与质量。也即取决于饲料工业的发展水平。

三、饲料的营养成分与一般功能

一切生物，都在不断地进行新陈代谢，包括物质代谢与能量代谢，这就需要各种营养物质。具有光合作用能力的植物，以及具有化能合成作用的某些微生物，皆属于自养型。它们本身能合成各种有机营养物质。而动物及许多微生物，则属于异养型，本身不能制造营养物质，必须从外界摄取。

家畜、家禽的生长，所需之各种营养物质，皆靠饲料来供给。因此，我们首先要了解饲料的营养组成，及其一般功能。

（一）饲料的化学成分

目前，世界上已发现的化学元素为103种。其中有许多种都存在于动植物体中。如一个鸡蛋，就发现含有36种元素。当然，有些元素并不是必需的，甚至是有毒的，如汞、镉、铅、砷等。

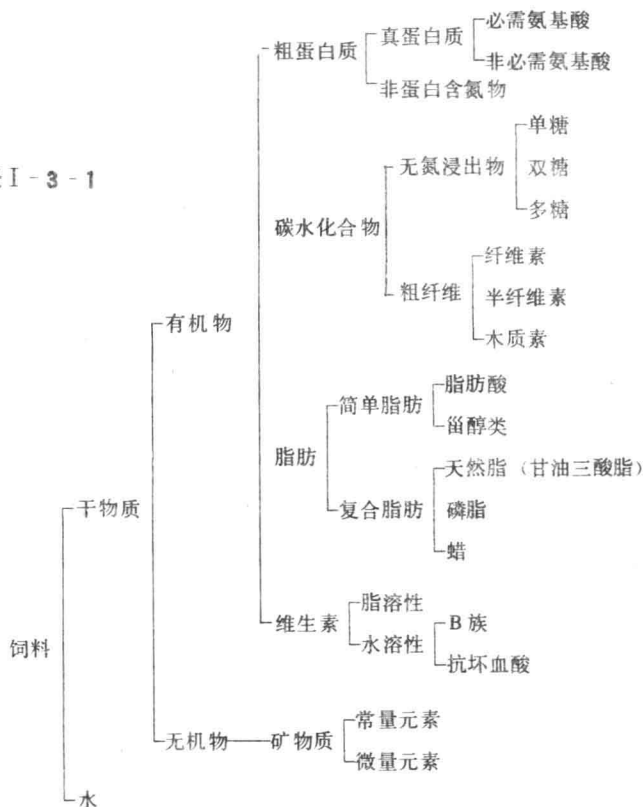
构成生物体基本营养物质的元素，约有20种。这也是构成饲料的化学元素：

碳 [C]	氢 [H]	氧 [O]
氮 [N]	磷 [P]	钾 [K]
硫 [S]	碘 [I]	钙 [Ca]
铁 [Fe]	镁 [Mg]	钠 [Na]
氯 [Cl]	钴 [Co]	铜 [Cu]
锰 [Mn]	锌 [Zn]	钼 [Mo]
氟 [F]	硒 [Se]	

其中以碳、氢、氧、氮最为基本，共占植物干重的95%；动物干重的91%。

这二十种化学元素，组成了饲料中的各种营养成分如表 I - 3 - 1

表 I - 3 - 1



（二）饲料的几种主要营养物质

[蛋白质]

蛋白质主要由碳、氢、氧、氮以及少量的硫所组成。有些还含有微量的磷、铁、碘等。

其中最具有特征性的元素是氮。

饲料中的含氮物，主要是蛋白质以及少量的胺化物，总称为粗蛋白。蛋白质种类繁多，从不同的角度，有不同的分类法。简单可分为两类：一类叫单纯蛋白质，即完全由氨基酸所组成；一类叫复合蛋白质，除氨基酸外，还含有核酸、磷酸、糖等，分别称为核蛋白、磷蛋白、糖蛋白。

蛋白质是一切生物的基本组成物质。动物的各种组织与器官，如肌肉、血液、神经、结缔、表皮、骨骼等皆由蛋白质来构成。而蛋白质的基本组成物质又是氨基酸。氨基酸是带有氨基的有机酸，共有二十五种，由它们组成各式各样的蛋白质。

〔碳水化合物〕

碳水化合物又称为糖，主要由碳、氢、氧所组成。由于氢同氧的比例，正好与水相似，也为二比一，故叫碳水化合物。

构成各种碳水化合物的基本单位为单糖。单糖有两种，一种由六个碳原子组成叫己糖，也叫六碳糖，如葡萄糖、果糖、半乳糖等，它们（尤其是葡萄糖）是碳水化合物的主要成分。另一种由五个碳原子组成，叫戊糖也叫五碳糖，如木糖、阿拉伯糖等，没有六碳糖重要。

由两个单糖分子构成的糖，叫双糖。如一分子葡萄糖与一分子果糖，构成一分子蔗糖；两分子葡萄糖构成麦芽糖；两分子半乳糖构成乳糖；皆叫双糖。

由很多单糖组成的糖，叫多糖。主要的多糖如淀粉、纤维素等，皆由己糖构成，又叫己醛糖，是饲料中的主要碳水化合物。由戊糖构成的多糖，叫戊醛糖，在饲料中不占主要。

淀粉和粗纤维皆是由葡萄糖所组成。但粗纤维的结构复杂，不像淀粉那样易被动物所消化。粗纤维是由纤维素、半纤维素、镶嵌物质（如木质素等）所组成。半纤维素之化学性质，介于淀粉与纤维素之间，比纤维素易于被消化，至于木质素等镶嵌物质，则完全不能被消化。

饲料中粗纤维含量愈高，营养价值越低。超过20%以上，就算粗饲料。如楷杆类含有26~48%，干草类含23~26%，糠麸类含10~29%，粮食类则仅有2~9%。

〔脂肪〕

脂肪和碳水化合物相似，皆由碳、氢、氧所组成，但氢的含量却要大得多，所以含有更高的热能，要比碳水化合物高2.25倍。它是生物体中贮存热能的营养物质，因此也是一种高能量饲料。当然，在人吃的脂肪还不充裕的情况下，显然是不应当用大量脂肪去作饲料的。

〔维生素〕

这是一类微量的有机营养物质。都由碳、氢、氧组成，有的含氮，个别还含一种或几种矿物质元素。饲料中含有十几种维生素，脂溶性的如维生素A、D、E、K等，水溶性的如B₁、B₂、B₃、B₅、B₆、生物素、胆碱、叶酸、B₁₂以及抗坏血酸等。这些都是动物生活中所必不可少的，用以调节机体中各个生理过程。

〔矿物质元素〕

构成饲料的二十种化学元素，除碳、氢、氧、氮外，其余十六种皆属于矿物质的无机营养物质。其中有七种，动物需求量较大，称为常量元素，包括钙、磷、硫、氯、钾、镁、钠。另外九种，需求量甚微，称为微量元素，包括铁、锰、碘、锌、铜、钴、钼、硒、氟等。

〔水〕

一般饲料中含水不多，在10%左右。但水是一切生命的源泉，动物对水的需要，要比干物质多三倍至八倍。动物体中60%为水，幼小动物达70%。约40%在肌肉中，20%在组织中，5%在血液中。动物缺水，比缺任何营养物质都更快地引起死亡。

（三）饲料中营养物质的主要功能

饲料中的营养物质，对于畜禽的生长和繁殖，可概括为四种功能：

第一，作为一种结构物质。

一个动物好比一座车间。车间要有厂房、设备，这就需要由水泥、砖头、木材、钢材等材料来构成，并且还要不断维修和更新。动物的机体，包括各种组织与器官，也是各种蛋白质、脂肪及矿物质等结构物质所组成。动物机体还要不断地更新，旧细胞旧组织不断死亡，新细胞新组织不断产生，这也需要不断从饲料中补充结构物质。

第二，作为维持生命活动与体温的能源。

一座车间，需要用煤、油、电等能源来开动机器和保持车间的温度。一个动物，要进行正常的生命活动，要保持恒定的体温，也需要消耗大量的能量。饲料中所含的脂肪、碳水化合物以至蛋白质，皆可提供能量，尤以脂肪所含的热能为最高。因此，正如车间里要贮有柴油作为动力贮备一样，动物体内也存积许多脂肪，作为热能的贮备。

第三，作为控制生理过程的调节剂。

车间里有许多电闸、阀门、调节器、自动控制装置等来控制生产流程。动物为了控制和平衡各种生理机能，也需要各种活性物质作为调节剂，如维生素、酶、激素、微量元素、某些氨基酸及脂肪酸等。这些基本上也靠饲料中的营养物质来提供。

第四，作为蛋、奶等畜产品的原料。

车间出产品，需要各种原料。母鸡生蛋，奶牛泌乳，也需要各种营养物来作为原料。如一只母鸡，年产蛋三百个，就有34.5~36斤，其中除含水24.4斤外，还含蛋白质4.1斤，脂肪3.7斤，矿物质3.8斤。这就要求母鸡每天从饲料中摄取比维持正常生活还要大两倍的蛋白质、碳水化合物以及许多矿物质。又如三百个蛋壳中所含的碳酸钙，比母鸡体内所含的量要大三十倍。这些原料，都必须由饲料中提供。

饲料中各种营养物质的基本功能，可归结为表 I - 3 - 2。

表 I - 3 - 2

营 养 物 质	作为结构物质	作 为 能 源	作为调节剂	作为产品原料
蛋白质	是	是	某些氨基酸	是
碳水化合物	仅在形成脂肪后才进入细胞生长组织	是	是	是
脂 肪	是	是	某些脂肪酸	是
矿物质	是	否	是	是
维生素	否	否	是	是
水	是	否	是	是

四、饲料营养的化学分析

（一）近似分析法

一百多年前，在德国形成一套对饲料营养作近似分析的方法。这个方法比较简单，虽然不够十分精确，但很能反映饲料营养的化学组成概况。因此，至今仍被沿用来作为对饲料营养成分的基本分析。

这种分析法，把饲料营养成分划为六大类：

水分 (Moisture)

粗蛋白 (Crude Protein)

粗脂肪 (Crude Fat)

粗纤维 (Crude Fiber)

灰分 (Ash)

无氮浸出物 (Nitrogen-free Extract)

这六项中, 前五项通过分析来测定, 最后一项用计算法求得。即以 100 减去前五项的百分数之和。

现将各项的测定法, 简介如下:

1. 水分测定

通常采用烘干称重法。取饲料样品少许 (不多于 10 克), 准确称重, 然后置 135℃ 烘箱中, 约两小时后取出, 置干燥器内冷却, 再准确称重。将重量克数代入以下公式即可算出。

$$\frac{\text{烘干前重} - \text{烘干后重}}{\text{烘干前重}} \times 100 = \text{水分} \%$$

2. 粗蛋白测定

由于一般蛋白质中, 平均含氮量约为 16%, 因此, 只要测出含氮量, 再乘以 6.25 ($=\frac{100}{16}$) 即为粗蛋白量。之所以叫粗蛋白, 是因为饲料中的氮, 除大量包含在蛋白质中外, 还有少量以胺态氮存在。因此, 用含氮量乘 6.25 所得到的量就比真蛋白量要大, 故称粗蛋白。

定氮可采用凯氏定氮法。此法虽已有近百年的历史, 但因测定的结果比较稳定, 一直延用至今。首先以硫酸铜、硫酸钠等为催化剂, 用浓硫酸进行消化。使饲料中的氮都呈铵离子态 (NH_4^+), 再同硫酸作用而生成硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 。然后在微量凯式蒸馏装置中蒸馏, 消化液在浓碱 (NaOH) 作用下, 放出氨态氮:



再用硼酸溶液吸收:

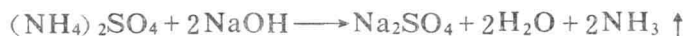


然后, 以甲基红为指示剂, 用 0.05N 的盐酸标准溶液滴定:



根据每毫升 1 当量的盐酸, 相当于 0.014 克氮, 即可计算出含氮量。

目前大多采用简化的凯氏定氮法。此法在消化后, 用碱把消化液调至中性, 然后准确加过量的已知浓度的碱溶液, 并加热, 使氨迅速挥发:



然后再用标准酸溶液来滴定过量的碱, 根据酸和碱的用量之差, 就可求出含氮量。

3. 粗脂肪测定

利用脂肪能溶于乙醚等有机溶剂的特点, 用乙醚将饲料中的脂肪抽提出来。这种抽提可在索氏提取器中进行。准确称重样品, 经多次反复抽提后, 粗脂肪皆溶于乙醚中, 然后将乙醚回收并蒸发干净, 将剩余物准确称重, 即为粗脂肪量。也可以将抽提后的样品, 置于恒温箱内, 将乙醚烘尽, 再称重, 所减轻的重量, 即为粗脂肪的重量。

$$\frac{\text{粗脂肪重}}{\text{样品重}} \times 100 = \text{粗脂肪} \%$$

之所以叫粗脂肪, 是因溶于乙醚的除真脂肪外, 还包括少量的石蜡、磷脂、固醇、色素

等。因此叫粗脂肪，或叫醚浸出物（Ether Extract）。

4. 粗纤维测定

将准确称重后的样品（也可采用抽去脂肪后的样品），先用1.25%的 H_2SO_4 溶液煮沸半小时，然后过滤，冲洗至呈中性，再置于1.25%的NaOH溶液中微沸半小时，再过滤，冲洗，并用乙醇和乙醚分别洗涤，烘干称重，即为粗纤维重。因经酸、碱处理后，剩下的残渣，绝大部分为纤维素，另外也包括木质素等，故称粗纤维。

$$\frac{\text{粗纤维重}}{\text{样品重}} \times 100 = \text{粗纤维}\%$$

5. 灰分测定

将准确称重的样品，置于高温电炉中，在 $500 \sim 600^\circ C$ 下灼烧半至1小时，冷却再称重，即为灰分重。也即为饲料中的矿物质重。

$$\frac{\text{灰分重}}{\text{样品重}} \times 100 = \text{灰分}\%$$

6. 无氮浸出物计算

用100减去水分、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维及灰分的百分数之总和，即为所含无氮浸出物的百分数。它主要指淀粉、单糖、双糖、有机酸等碳水化合物。

$$100 - (\text{水分}\% + \text{粗蛋白}\% + \text{粗脂肪}\% + \text{粗纤维}\% + \text{灰分}\%) = \text{无氮浸出物}\%$$

（二）饲料营养成分的详细分析

除了近似分析法的六项指标外，在进行饲料配比时，还必须进一步了解饲料中的其它成分，主要有各种必需的氨基酸与维生素、钙、磷及各种微量元素等。此外有时还需要测定一些污染物质，如农药、重金属、多环芳烃以及霉菌毒素等。

对于这类成分的分析，除采用重量法、容量法及比色法，来测定钙和磷，以及采用微生物法来测定维生素 B_{12} ，此外则需要较复杂的仪器设备：荧光分光光度计，用来测定维生素、霉菌毒素、3.4-苯并芘等；氨基酸自动分析仪，用来测定各种必需氨基酸；紫外分光光度计，用来测定芳烃等；气相色谱仪，用来测定农药残留等；原子吸收光谱仪，用来测定微量元素和重金属等。

五、饲料营养的饲养分析

化学分析法，对饲料营养价值的测定，无疑提供了十分重要的数据。然而，任何饲料的营养价值，最终仍必须通过饲养效果来反映。这就不仅取决于饲料中各种营养成分的含量，还取决于动物对它们的消化、吸收及利用情况。

某种饲料，即使化学分析的数据表明其营养成分很丰富，但若消化率低，其实际营养价值也就不高。因此，鉴定一种饲料的营养价值，就不能仅靠化学分析，还必须结合饲养分析，使对各种饲料营养价值的评价，更加接近于客观实际情况。

（一）消化率的测定

消化率（Digestibility）是指饲料中营养物质被动物消化部分所占之百分率。进行消化试验时，将动物置于特定的装置中，收集其全部粪便，并测定粪便中的各营养成分。再同饲料中各营养成分的量进行计算，就可求出消化率：