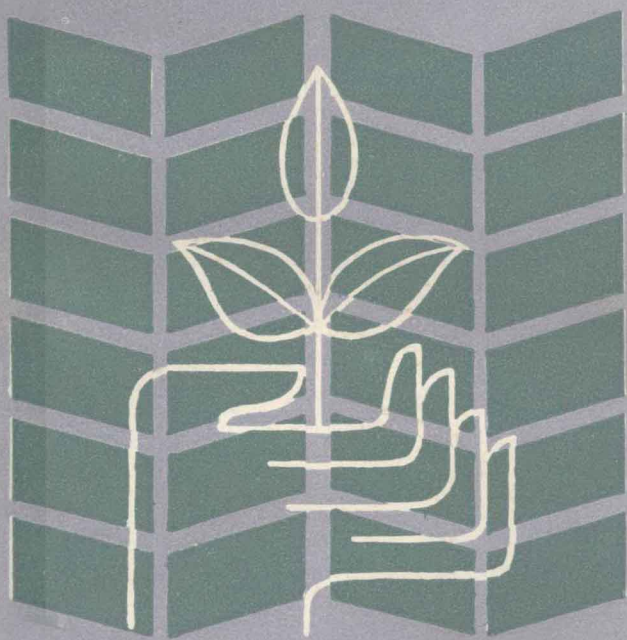


中等粮食学校试用教材

饲料与营养学



中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材

饲料与营养学

本书编写组

中国财政经济出版社

(京) 新登字 038 号

中等粮食学校试用教材
饲料与营养学
本书编写组

*

中国财政经济出版社 出版发行

社址: 北京东城大佛寺东街 8 号 邮政编码: 100010

西定安印刷厂印制 各地新华书店经销

787×1092 毫米 32 开 15 印张 309 000 字

1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月北京第 1 次印刷

印数: 1-6 100 定价: 7.80 元

7-5005-2496-X / TS · 0073 (课)

(图书出现质量问题, 本社负责调换)

编 审 说 明

本书是根据商业部 1990 年颁发的中等粮食学校教学计划和 1991 年颁发的“饲料加工”专业《饲料与营养学》教学大纲编写的。经审定，可作为粮食中专学校教材，也可供农业中专、职工中专、职业高中选用，并可作为粮食职工、畜牧业职工自学读物。

参加本书编写的有：河南省粮食学校戴雅茹（第一章）、四川省粮食学校胡萃华（第二章）、江苏省淮阴粮食学校丁震坤（第三、五章）、黑龙江省粮食学校孙昶（第四章）、贵州省粮食学校李清芸和江苏省淮阴粮食学校张晓萍（第六章）。由丁震坤任主编，无锡轻工业学院刘当慧教授主审。

本书在编写过程中，得到黑龙江省粮食局和饲料公司的大力支持，在此表示感谢。

由于编写人员水平有限，书中错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

商业部教材领导小组

1993 年 3 月

目 录

绪 言	(1)
第一章 饲料营养物质的营养作用	(5)
第一节 植物饲料与动物体的组成及差异	(5)
第二节 饲料营养物质的消化吸收	(16)
第三节 饲料蛋白质与动物营养	(26)
第四节 碳水化合物与动物营养	(56)
第五节 脂肪与动物营养	(71)
第六节 能量与动物营养	(83)
第七节 矿物质与动物营养	(90)
第八节 维生素与动物营养	(110)
第九节 水的营养作用	(124)
第十节 饲料营养物质在动物体内代谢的相互关系	(130)
第二章 配合饲料与原料营养价值的评定	(135)
第一节 根据概略养分及总能评定配合饲料与原料的营养价值	(135)
第二节 根据饲料可消化营养物质或消化能评定饲料的营养价值	(139)
第三节 根据饲料代谢能、总消化养分评定	

	饲料营养价值	(148)
第四节	根据饲料净能和生产能评定饲料营养价值	(152)
第五节	根据饲料蛋白质、矿物质及维生素评定饲料营养价值	(155)
第六节	动物饲养试验	(160)
第三章	饲料（原料）的种类、特性与利用	(165)
第一节	饲料的特性	(165)
第二节	饲料（原料）的命名与分类	(169)
第三节	能量饲料	(177)
第四节	蛋白质饲料	(192)
第五节	矿物质饲料	(218)
第六节	饲料添加剂	(220)
第七节	青饲料与青贮饲料	(233)
第八节	粗饲料	(235)
第九节	饲料资源的开发与利用	(239)
第四章	动物的营养需要	(241)
第一节	动物营养需要的概述和在维持时的营养需要	(241)
第二节	繁殖动物的营养需要	(252)
第三节	生长肥育动物的营养需要	(262)
第四节	泌乳动物的营养需要	(282)
第五节	产蛋家禽的营养需要	(294)
第六节	毛皮动物的营养需要	(306)
第七节	淡水鱼的营养需要	(315)

第八节 对虾的营养需要	(325)
第五章 配合饲料与饲料配方	(330)
第一节 日粮平衡与配合饲料	(330)
第二节 饲料配方设计的原则依据	(335)
第三节 饲料配方的计算方法	(340)
第四节 添加剂饲料与浓缩饲料配方的设计	(352)
第六章 配合饲料的质量与贮藏	(381)
第一节 配合饲料与原料的贮藏	(381)
第二节 配合饲料的质量管理	(420)
附 录	(450)
一、鸡的饲养标准	(450)
二、猪的饲养标准	(458)
三、仔猪、生长肥育猪配合饲料国家标准	(468)
四、生长鸡、产蛋鸡、肉用仔鸡配合饲料国 家标准	(470)
五、参考资料	(472)

绪 言

一、饲料与营养学的性质、任务及基本内容

饲料与营养学是应用生物学、动物营养学、家畜生理学、家畜饲养学、生物化学等学科的基本原理，结合生产实践经验，进一步发展成为系统理论的技术科学。直接为专业技术和生产实践服务，这一门科学也将随着养殖业的集约化生产和饲料工业的发展不断的充实和发展。

其任务是在揭示饲料（原料）与动物产品（成品）供与求差距的基础上，从掌握动物营养基本原理、熟悉饲料（原料）的营养价值和饲养特点着手，通过饲料配方的设计，饲料加工和饲料质量管理，促进饲料工业的改进和发展，缩小供与求的差距，充分发挥饲料与动物的内在潜力。

其基本内容是动物营养与饲料两大部分。前者主要讨论研究：植物饲料（原料）与动物体成分的相互关系，饲料中的各种营养物质在动物体内的营养作用，动物在不同生理状态下对饲料营养物质的需要等；后者着重讨论研究各种饲料（原料）的营养价值与饲养特性，加工与利用的特点，着手编制设计配合饲料配方，指导配合饲料生产。并兼顾饲料资源的开发利用，饲料贮存与质量管理等部分内容。

二、饲料工业在饲养业生产中的重要性

饲料工业与饲养业相辅相成。二者互为条件，互相促进。

《1984—2000 年全国饲料工业发展纲要》中指出：饲料是养殖业的物质基础，饲料工业是饲养业现代化的坚强支柱。发展饲料工业，对于加快畜、禽、鱼类生产，满足城乡需要，改善人民生活，增加农民收入，提高饲料效益，以及为轻工业、食品工业提供原料，发展农副产品深度加工，促进农业良性循环和国民经济全面发展，有着十分重要的意义。

大力发展饲料工业，促进饲养业提供量多质优的肉、乳、蛋、鱼、虾等动物食品，满足城乡人民的生活需要，从根本上改善中华民族的膳食结构，增强人民体质，使中国人民具有强壮的体魄和发达的智力，立于世界优秀民族之林。

发展的饲料工业，促进饲养业的发展；饲养业的发展，促进食品、轻、纺等工业和农业的发展。发展的食品、轻、纺等工业和农业对饲养业又提出新的条件要求，也为饲料工业开创了新途径，这种彼此的促进和发展的良性循环，促进产品和产业结构不断改善，促进国民经济大发展。

纲要中指出：我国饲养水平低，经济效益差的主要原因之一，是饲料营养成分不全，饲养方法落后，饲料收益低，没有形成一个与饲养业发展相适应的饲料工业体系。

饲料之于畜、禽、鱼等，犹如食品之于人类，必须十分讲究营养科学，讲究卫生标准，讲究经济效益，才能最终通

过动物性食品转换成更好更多满足人类需要的营养。要求随着科学饲养和营养学要求发展起来的饲料工业，必须与饲养业同步，并形成相适应的饲料工业体系。

三、国内外饲料工业发展概况

(一) 国外饲料工业发展概况

国外先进国家饲料工业起步较早，但真正的大发展，还是在第二次世界大战后，也就是近 20 年代的事。在 60 年代到 70 年代，随着粮食情况的好转，国家的重视，畜牧业集约化生产和饲养的科学化，促使饲料工业成为支柱工业之一，先进的国家也都形成自己完整的饲料工业体系。

1. 畜牧业占农业比重大

畜牧业占农业比重：丹麦占 90% 以下，英、美、德占 2/3 以上，苏联、法国、澳大利亚占 1/2 以上，南斯拉夫占 45%，我国占 15%。人均用于饲养业的配合饲料，英国为 303 公斤，原联邦德国为 286 公斤；罗马尼亚为 378 公斤，我国约为 12 公斤（摘自《饲料工业》1985 年合订本）。畜牧业的发展促进饲料工业的飞跃，如欧洲共同体 1980 年饲料工业总产值就成为欧洲三大部门之一。

2. 已形成自己的饲料工业体

国外先进国家根据自己的特点，形成了合理的饲料生产网点布局。英国由“港口工厂”转向原料产地或饲料基地，饲料加工厂多为中、小型规模，服务半径一般为 30—50 公里，既方便用户，又节省成本。

具有成套的饲料加工机械设备，并应用先进的科学技术

指导配合饲料的生产。

3. 重视饲料资源的开发

先进国家都重视饲料资源的开发与利用，以降低成本，提高经济效益。

(二) 我国饲料工业发展概况

《1984—2000 年全国饲料工业发展纲要》中指出“饲料工业是一门社会经济效益显著的新兴工业，在国民经济中占有重要地位。我国饲料工业起步晚，基础差，必须把饲料工业列入各级国民经济和社会计划，有关部门要当作一件大事来抓。”

我国与先进国家相比，虽然起步较晚，但由于国家重视，经过十多年的努力，无论在饲料原料工业、饲料添加剂工业、饲料机械制造工业、饲料工业的科学教育事业上都有新的发展。尤其是饲料工业的生产走出了一条投入少、见效快的新路子。据 1989 年 10 月报道，已建成年班产 4000 多万吨配混合饲料的生产能力，建成万吨级以上的饲料厂 6200 个，已成为世界第三饲料生产大国。

第一章 饲料营养物质的营养作用

第一节 植物饲料与动物体的组成及差异

动物与植物系自然界中物质循环的两个基本环节，动物的生长繁殖和生产过程中必须从饲料中摄取各种营养物质，组成动物体组织，形成动物产品，或供给热能。因此，必须研究饲用植物中有哪些营养物质，这些营养物质与动物的关系，和它们在动物体内的代谢规律等。并应用这些规律，根据动物的生理（或生产）特点，满足营养需要以保证动物的健康生长发育、繁殖和促进动物产品在数量上的增多，质量上的提高。植物可利用太阳能以形成碳水化合物、脂肪和蛋白质，而动物利用这些营养物质组成体组织，形成对人类有价值的产品。为了正确而合理地组织动物饲养，必须首先了解饲料与动物体的组成。

一、植物体与动物体的化学成分

自然界中各种物质均由化学元素所组成。根据近代分析技术（光谱分析、极谱分析、荧光分析、示踪原子及物理化学分析）的测定，在已知的 105 种化学元素中，组成动植物的化学元素约有 60 余种。这些元素一般分为两大类，一

类为常量元素，其含量为百分之几至万分之几；另一类为微量元素，含量为十万分之几至千万分之几。化学元素中又以碳、氢、氧、氮四种元素所占的比例为大。它们在植物体中约占 95%，在动物体中占 91%。

植物（饲料）和动物（畜体）中的绝大部分化学元素并非以单独形式存在，而是互相结合成为复杂的无机化合物和有机化合物，以构成各种组织、器官、部位和产品。见表 1-1。

关于植物（饲料）与动物（畜体）中基本成分及其分布，概述如下：

（一）植物体的化学组成

1. 水分

各种植物饲料均含有水分，其含量差异很大；多者可达 95%，少者只含 5%，同一种饲料用植物由于收割时期的不同，水分含量也不一样：幼嫩时含水较多，成熟后水分较少。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。各类籽实及其加工付产品糠麸、油饼等饲料含水量较少，而酒糟、糠渣及粉渣等饲料含水量较高甚至可达 90% 以上。

2. 蛋白质

植物饲料中一般所说的蛋白质是指粗蛋白而言。粗蛋白质是饲料中含氮化合物总称。包括纯蛋白与氮化物两部分，主要由碳、氢、氧、氮四种元素组成，有时也会有少量硫、磷和铁。由这些元素先后合成基本结构单位氨基酸，然后再由许多氨基酸通过肽键（酰胺键）联结而成蛋白质。

表 1-1

动植物体化学组成表

植物体化合物名称	元素组成	动物体化合物名称
水分 灰分 (干物质燃烧残余物) 蛋白质—单蛋白、复蛋白酶 色素、B族维生素 含氮化合物 (粗蛋白质) 氮化物—氨基酸、酰氨类、有机碱、生物碱、某些配糖体。 中性脂肪、脂肪酸、色素 (叶绿素、胡萝卜素及其他)、蜡质、树脂、维生素A、K、E、磷脂、固醇、挥发油 醚浸出物 (粗脂肪) 无氮化合物 纤维素、半纤维素、木质素、其他镶嵌物质。 无氮浸出物 { 配糖体、单宁物质、维生素C。	H、OKNa、Ca、Mg、S、Cl、P、Fe、Cu等C、H、O、N、S、P、CO等其他无机元素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 干物质 无机物质 含氮化合物 (干燥、脱脂、脱灰肌肉) 体蛋白 { 单蛋白、复蛋白、血红蛋白、B族维生素 氨基酸、激素(甲状腺素、肾上腺素及其他)B组中的维生素(胆碱) 无氮化合物 粗脂肪 { 中性脂肪、脂肪酸、胡萝卜素、维生素A、D、E、K、磷脂、固醇性腺激素 糖类、葡萄糖、低酸、酸类、维生素C

几乎所有饲料均含有蛋白质，植物中的蛋白质以溶液状态或以胶体状态，或以固体状态等。不同形式存在于细胞液、细胞核以及籽实中。但其含量和品质各有不同。豆科植物及油饼类饲料含蛋白质较多，而禾本科植物含蛋白质较少，秸秆饲料则最少，品质也最差；同一饲用植物由于生长阶段的不同蛋白质的含量也不同，幼嫩时含量多，开花以后含量迅速下降。植物结实之后，种籽中含量最多，秸秆中最少；禾本科植物抽穗时含蛋白质较多，乳熟期最少。蜡熟期较少；植物由于部位的不同。蛋白质的含量也有差别，一般叶中含量较多，茎杆中少。

氮化物是一类非蛋白质含氮物，在植物生长旺盛时期和发酵饲料中含量最多。主要包括：未结合蛋白质分子的个别氨基酸；植物体中由无机氮（硝酸盐和氨）合成蛋白质中间产物；植物蛋白质经酶和细菌分解后的产物，如氨基酸、硝酸盐等。

过去长时期认为氮化物没有营养价值，近来大量科学实验证明饲料中的氮化物不仅对反刍家畜具有与蛋白质同等的营养价值，由于氮化物中主要部分为游离氨基酸。故对非反刍家畜的蛋白质营养也有意义。

表 1-2 几种饲料的氮化物含氮量占总含氮量的百分率

饲料种类	氮化物含氮量 (占总氮量%)	饲料种类	氮化物含氮量 (占总氮量%)
青 饲 料	40	马 铃 薯	30~40
甜 菜	50	麦 芽	30
青 贮 料	30~60	成熟籽实	3~10

3. 粗脂肪

植物饲料中脂肪含量差异较大。高在 10% 以上，低的不及 1%。饲用植物因部位不同含脂肪量有异。一般以籽实中为高，茎叶中次之，根部含量最少。豆科植物的脂肪含量高于禾本科植物，但除大豆外，禾本科植物籽实中的脂肪含量比豆科植物籽实高。糠麸为含脂肪较高的饲料。如米糠含脂肪 12%，高粱糠约为 9.5%。秸秆类饲料含脂肪不到 2%，根茎类含量更少。均在 1% 以下。

4. 碳水化合物

碳水化合物可以分成粗纤维与无氮浸出物两大类。

粗纤维是植物饲料中所有不溶于稀酸、稀碱、乙醇、乙醚及水的有机物质的总称。它是由纤维类、半纤维素、多缩戊糖及镶嵌物质（木质素、角质素等）所组成。粗纤维是植物细胞壁的主要成分。也是饲料中难以消化的一组营养物质，饲料粗纤维含量往往与养分消化率之间呈负相关。

纤维素即真纤维。化学性质很稳定。弱无机酸不能分解，在 80% 的硫酸作用下，才可达到水解的目的，其营养价值与淀粉相似。

半纤维素在植物界中的分布最广，是贮备物质与支持物质的中间类型，以碱处理时，能与不溶于碱的纤维素分离开，易被稀酸水解。大部分半纤维素和多糖一样，是由相同组成部分构成，另一些则由不同单糖组成。个别半纤维素则由非糖性质的分子构成。

木质素是最稳定，最坚韧的物质，其化学结构尚未完全弄清。一般认为木质素含有甲氧基 ($-\text{OCH}_3$) 和乙酰基以

及芳香环（苯基丙烷的基团）。其含量多少，影响着饲料植物的生物学分解。木质素含量达 15% 时，其分解明显减慢。含量达 20~30% 时，分解非常缓慢，达 40% 时一般微生物几乎不能分解。

粗纤维的含量随植物的生长阶段而有差异。植物幼嫩时，粗纤维含量低，粗纤维中木质素将随着植物生长成熟的含量而增加。植物由于部位的不同。粗纤维的含量也不相同，一般是植物的茎部含量多叶部少，果实、块根和地下茎则更少。各种饲料的秸秆类含纤维素最多，糠麸类次之，籽实类较少，根茎类最少。

表 1-3 各种饲料中粗纤维的含量 (%)

饲料种类	粗纤维含量	饲料种类	粗纤维含量
蒿 秆 类	26~48	籽 实 类	2~9
青干草类	23~36	多汁饲料	1~2
糠 麸 类	10~29		

植物饲料有机物质中的无氮化合物除去脂肪及粗纤维外总称为无氮浸出物，或称可溶性碳水化合物，包括单糖、双糖、多糖（淀粉）等物质。植物性饲料中分布最广的糖是单糖类和双糖类。单糖主要存在于植物的果实中，一般饲料含量很少；双糖在甜菜中含量丰富，淀粉是植物的贮备物质。大量贮存在种籽、果实及根茎中。玉米和高粱籽实中约含 70% 淀粉；鲜马铃薯中含有 15~20%。在一般植物性饲料中，均含有较多的无氮浸出物，但以禾本科植物的籽实和根茎类饲料含量最多。