



饲料

资源

及

利用

大全

张建红 周恩芳 主编

中国农业出版社

内 容 提 要

为了推进畜牧业和饲料工业的飞速发展，适应当代可持续农业生产的要求，本书介绍了常用各种饲料资源及相关利用措施。分别于饲料类型，能量饲料，蛋白质饲料，粗饲料，高水分饲料，常量矿物质饲料，饲料添加剂，饲料营养与动物生产，特种动物饲料，配合饲料及其加工技术，饲料卫生等十一章阐述。书后附有饲料营养成分价值表、部分畜禽营养标准等内容，供参考。

本书可供农业院校畜牧专业师生、饲料工业科研人员、牧场经营管理人员及农村养殖专业户使用与参考。

主 编	张建红	周恩芳		
副主编	樊 丽	武冬梅		
编 委	张建红	周恩芳	樊 丽	
	武冬梅	董润兰	李 照	
	杨德成	张夏刚		

前 言

我国饲料工业开始于20世纪70年代中后期,80年代中期蓬勃兴起,尽管起步晚,但发展较快,平均每年以25%的高速度发展。经过短短二十多年的艰苦创业,从无到有,从小到大,走过了许多发达国家数十年才走完的历程。饲料工业已成为我国工业体系中重要的支柱产业之一,我国已跃居世界第二大饲料生产国。据统计,到1997年底,我国饲料工业产值达1261亿元,进入国内工业行业前20名,年双班生产能力达10769万吨,配合饲料总产量达5500万吨,浓缩饲料产量达到701万吨,饲料添加剂产品产量达125万吨。全国饲料工业企业达11301家,其中时产5吨以上的大中型饲料企业有1567家,是国民经济中不可缺少的重要组成部分。饲料工业的发展,促进了资源的优化配置,节约了大量的粮食,为解决我国人均耕地逐年减少,人口不断增加,人民动物性食品日益增长,丰富菜篮子,改善人民膳食结构,稳定物价水平,活跃农村经济,提高人民生活水平和健康水平作出了贡献。饲料工业的发展,促进了在粮食产量低速增长条件下畜牧业、养殖业的高速增长。

本书在概述饲料学科基本原理方法的前提下,力求简要,并以实用的写作方式介绍,避免教科书

式的冗长和繁琐，以可持续性畜牧业和环保型饲料产业发展为思路，坚持实用性为主，突出重点（如绿色饲料添加剂和饲料卫生等章节）。分别介绍了饲料种类，粗饲料，高水分饲料，能量饲料，蛋白饲料，常量矿物质饲料和饲料添加剂。此外，还介绍了配合饲料和特种动物养殖的饲料营养。

农牧业的经济规模化进程比其他行业慢，即使是农业发达的美国也不例外。由于养殖者受地域的限制、农产品的季节性和容易变质等特点，需要比传统的传真、电话或面对面更为方便、快捷、经济的通讯手段，这正是电子时代所产生的客观基础之一。虽然今天国内企业的数据库、网络系统的应用程度水平各异，但网络经济为我们赶上、融入世界经济发展潮流提供了契机。本书后面所列饲料行业相关站点可帮助读者搭乘信息快车，了解最新行业动态和前沿科技。

本书可供农业院校广大师生、畜牧与饲料科技人员使用和参考。

在编写过程中，我们参阅了大量文献，书后仅仅列出主要论著及论文，对于未列名之作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，而饲料行业新进展新发现层出不穷，加之时间仓促，难免挂一漏万，书中讹谬和不足之处，敬请指正。

编者

2002年4月

目 录

前言

引论	1
第一章 饲料类型	6
第一节 国际饲料分类	6
第二节 美国的饲料分类	7
第三节 我国现行的饲料分类	9
第二章 能量饲料	16
第一节 谷实类饲料	16
第二节 糠麸类饲料	23
第三节 块根块茎类	29
第四节 油脂类饲料	30
第五节 能量饲料资源的开发利用	46
第六节 能量饲料的加工	48
第三章 蛋白质饲料	50
第一节 植物性蛋白质饲料	50
第二节 动物性蛋白质饲料	69
第三节 单细胞蛋白质饲料	90
第四节 缓解我国蛋白质饲料资源短缺的	

对策措施	92
第四章 粗饲料	98
第一节 青干草和树叶	98
第二节 作物秸秆	101
第五章 高水分饲料	108
第一节 青绿饲料	108
第二节 青贮饲料	115
第六章 常量矿物质饲料	122
第一节 食盐	122
第二节 含钙饲料	123
第三节 含磷饲料	125
第四节 含硫、镁饲料	132
第七章 饲料添加剂	134
第一节 营养性饲料添加剂	135
第二节 非营养性饲料添加剂	178
第三节 绿色饲料添加剂	181
第八章 饲料营养与动物生产	229
第一节 饲料中营养物质对猪肉品质的影响	229
第二节 饲料营养物质对基因表达的调控	233
第九章 特种动物饲料及加工	240
第一节 实验动物饲料	240
第二节 水产动物营养与饲料	245
第三节 宠物饲料	261

第十章 配合饲料及其加工技术	273
第一节 配合饲料原理	273
第二节 猪的饲粮配合方法和配方实例	280
第三节 使用浓缩饲料的正确方法	287
第四节 配合饲料加工技术研究	290
第十一章 饲料卫生	314
第一节 饲料中潜在的主要有毒有害成分	314
第二节 提高配合饲料卫生安全性的途径	317
附录	335
附录一 中国饲料成分及营养价值表 2000 年 (第十一版)	335
附录二 部分禽类营养物质需要	372
附录三 美国 NRC 猪的饲养标准 (1998 年, 第十次 修订) 及饲料成分表	382
附录四 饲料行业相关站点	387
附录五 进口饲料和饲料添加剂注册目录 2001 - 02	397
附录六 饲料工业通用术语	404
主要参考文献	411

引 论

我国饲料工业从 20 世纪 70 年代后期发展起来，到现在约 30 多年的时间，已形成了一个比较完整的饲料工业体系。我国的饲料工业产品从产量上有了大幅度增加，每年约以增加 300 万吨的速度增长。饲料产品质量随着技术进步不断提高，并且随着饲料新产品的不断推出，产品结构发生了相当大的变化，基本上可以说我国饲料品种齐全。目前人们所关注的已不仅仅是饲料产量的增加，更为关注的是饲料产品质量的提高。

一、饲料工业的发展趋势

饲料工业是随着饲养业和动物性食品的发展而发展起来的。从国际和国内饲料工业发展进程看，大体上分为四个阶段：数量→质量→安全→舒适。在这些不同的发展阶段，都建立起相应的法规和标准进行调节。饲料工业发展初期，主要是看重饲料数量的发展，以满足饲养业发展的需要，从而满足社会上人们对动物性食品的需求。随着饲料产量和品种的增加，特别是当数量发展到一定的程度后，人们更加注意到饲料产品质量的提高，将饲料营养和加工工艺方面作为研究的重点。在配方方面尽量考虑到满足动物营养的需要，提高饲料产品质量和降低饲料成本；在加工工艺方面尽量完善，以便按配方生产出所要求的饲料产品。

随着饲料产量的增加和产品质量的提高，人们对饲料的安全性越来越引起重视。由于饲料工业的发展，特别是饲料资源开发和新的饲料添加剂的使用，不仅原来的一些常规饲料原料可能对饲料产品带来不良影响，而且由于新开发的原料和添加剂的使

用，有可能带入更多的有毒有害物质或影响动物和人体健康的因素。因此，饲料产品的安全性引起了人们普遍关注。人们对饲料允许使用的原料、允许使用的添加剂，饲料中有毒有害物质的允许限量等通过饲料工业标准和法规对饲料产品从卫生和安全方面作出了规定，以保证动物和人体的健康。

在饲料产量、饲料质量和其安全性基本得到解决后，随着人们生活水平的提高，从生活舒适享受出发，对动物产品提出了更高的要求，比如对动物产品的风味提出更高要求，人们已不满足于现有饲料喂养的动物产品的风味，人们对于毛皮类要求更多，宠物饲养增加。因此，要求市场提供相应的饲料产品，以便满足人们日益提高的物质生活的需要。

人们评价饲料配方好坏或饲料产品质量如何，一般地都首先提到饲料报酬如何，如料肉比、料蛋比等，这是无可非议的。然而，只从这一方面来评价饲料是远远不够的，随着饲料工业发展和饲料科学技术进步，饲料采用了许多新开发的原料和新饲料添加剂，从而可能对饲料产品、对动物体产生不良影响，并且动物排泄物对环境也会造成不同程度的污染。因此，对饲料配方和饲料产品的评价至少应考虑到如下五个方面：饲料营养与饲料报酬、饲料的经济效益和社会效益、饲料产品是否符合饲料卫生标准要求、饲料添加剂的使用是否符合国家规定、饲料产品的使用是否对环境造成污染。

二、世界饲料资源开发利用九大成就

20世纪末的二十几年中饲料产品解决了数量的问题，在产品品质方面也做了大量工作，有了很大提高。总结起来，世界饲料资源开发利用有九大成就。

1. 配合饲料 根据畜禽不同品种，不同生长发育阶段对营养的不同需要，把多种饲料和氨基酸、维生素、抗生素和矿物质以及中草药等添加剂按照一定比例加工成配合饲料，其营养全面，可以使畜禽生长速度大大加快。目前欧共体各国配合饲料年

产量均在 1.85 亿吨以上；美国的配合饲料年产量 1.5 亿吨以上，年产值超过 175 亿美元；日本年产量约 3 200 万吨；我国 1998 年配合饲料产量已达 5 573 万吨以上。

2. 代粮饲料 充分利用农副产品和部分工业废弃物，加工成饲料或饲料原料，既开发了饲料资源，又减少了环境污染。如作物秸秆、水果皮壳和籽仁、羽毛、蔗渣、畜禽粪便以及屠宰后的下脚料等，经加工处理后都可制成畜、禽、鱼的优质代用饲料。据统计，全世界每年作物秸秆产量约 40 亿吨，仅我国就有 7 亿吨至 8 亿吨，而用作饲料的仅有 1/5。目前我国年产畜禽粪便约 10 亿吨，如能有 60% 被充分开发利用，大约可节省 5.2 亿吨饲料用粮，可生产畜禽肉 2.5 亿吨。代粮饲料的开发利用，为发展节粮型畜牧业提供了丰富的粗饲料资源，也为进一步推动畜牧业的持续发展提供了可靠的保证。

3. 微生物饲料 微生物饲料是当今世界积极研究开发的新型蛋白质饲料资源，其蛋白质含量一般在 30% 至 50% 以上，还含有多种维生素。作物秸秆、谷壳及工业废液、废渣均可用来生产微生物蛋白质饲料。目前常用的微生物主要有酵母、细菌藻类和真菌等。

4. 树木饲料 树木的嫩枝叶片及加工后的锯末，含有丰富的营养物质，可以加工成优质的畜禽饲料。据测定，紫槐叶的蛋白质含量达 23.7%；刺槐和胡枝子叶的蛋白质含量均在 20% 以上；松针叶、柳树叶、杨树叶等多种树叶的营养都很丰富。各种树叶可通过鲜叶蒸煮和干叶粉碎后饲喂畜禽，效果均很好，目前仅我国就有 1.27 亿公顷森林面积，年产树枝嫩叶片可达数亿吨，如能合理开发利用则大有可为。

5. 矿物质饲料 矿物质饲料是生产配合饲料所需要的添加剂，它含有畜、禽、鱼类生长所必需的铁、硒、锌、硫、钙、磷、钾、铜、锰等矿物质元素。目前，运用于饲料工业中的矿物主要有膨润土、沸石、石灰石、泥炭、凹凸棒土等数十种。世界

上一些发达国家对天然沸石的开发利用很快，如日本、美国、俄罗斯、保加利亚、捷克、加拿大等国的研究人员都取得了很好的成果。饲喂沸石的试验畜禽品种有猪、肉鸡、蛋鸡、牛、羊、兔、鱼等。

6. 动物性浮游生物饲料

7. 新型作物饲料 目前世界各国都在研究新的植物饲料资源。如美国研究开发了籽粒苋作饲料的潜在价值；日本正在培育饲料用稻米和蛋白质、赖氨酸含量高的麦类；加拿大培育的低毒油菜新品种，粗蛋白质含量为 30%~50%，非常适宜作饲料用。

8. 浓缩饲料 目前，日本研究人员从绿叶中提取蛋白质；新西兰科研工作者通过试验制成的叶蛋白浓缩饲料，代谢能为 10.14 千焦/克，粗蛋白含量 44.46%，含有效磷 0.31%，适用于作鸡饲料。

9. 液体饲料 液体饲料是一种针对性极强的改良型饲料产品，它的出现打破了传统饲料观念。

21 世纪，对饲料工业从不同方面提出了越来越高的要求。饲料和食品就其质量而言，第一点，是达到国家标准、行业标准或企业标准等有关质量标准的要求，这是对产品的最基本的要求。进而，由于人们生活水平的不断提高，对食品质量要求越来越高，绿色食品提到日程上来；与此相应的饲料产品质量必须按生产绿色食品的标准要求，这样生产者通过向社会提供不同质量等级的产品，以满足不同用户的需要。在 21 世纪，饲料工业发展，除提供社会需求的足够饲料产品外，产品质量的进一步提高是更为重要的课题。并且随着科学技术进步，对饲料工业标准的不断修订，对产品质量将提出越来越高的要求，全面提高饲料产品质量是 21 世纪摆在饲料工业面前重要工作之一。

中国现已加入 WTO（世界贸易组织），这为我国的发展提供了一个大舞台，同时，作为一个发展中的、人口众多、而资源有限的国家，包括饲料业和养殖业在内的各行业都同时面临着发

展机遇和严峻的挑战，政府和广大人民群众要以最大的努力发展农业，化压力为动力，迎头赶上。就饲料行业而言，必须加速资金、技术和结构调整，避免使中国饲料业成为被吃的羊。

第一章 饲料类型

饲料是指能被动物采食并能供给动物某种或多种养分的物质。广义上讲，能强化饲养效果的某些非营养物质如添加剂，也属于饲料范畴。在饲料工业中，相对于配合饲料，将以一种动物、植物、微生物或矿物质等为来源的饲料称为饲料原料或单一饲料。

饲料的种类繁多，从来源方面可分为动物性饲料、植物性饲料、矿物性饲料等天然饲料及人工合成饲料；从形态方面可分为固态饲料和液态饲料；从所提供的养分种类和数量方面，又可分为精饲料和粗饲料等。以上习惯或经验性的分类方法，不能适应现代化畜牧业和饲料工业的要求。因此，有必要对饲料进行科学分类。

第一节 国际饲料分类

目前国际上主要采用 L.E.Harris (1963) 的饲料分类体系。该体系要求对每种饲料的全名称列入 8 项内容，即：1. 来源（或原料）；2. 种、品种类别；3. 实际采食部分；4. 原物质或用作饲料部分的加工和处理；5. 成熟阶段（适用于青饲料与干草）；6. 刈割茬次（适用于青饲料及干草）；7. 等级、质量、保证；8. 分类（按营养特性）。这一分类系统在全世界已有近 30 个国家采用或认可。

具体国际饲料分类法如下：

一、粗饲料

饲料干物质中粗纤维含量大于或等于 18%，以风干物为饲喂形式的饲料。IFN 形式：1-00-000。

二、青绿饲料

天然水分含量在 60% 以上的新鲜饲草及以放牧形式饲喂的人工种植牧草、草原牧草等。IFN 形式：2-00-000。

三、青贮饲料

以新鲜的天然植物性饲料为原料、以青贮的方式调制成的饲料。IFN 形式：3-00-000。

四、能量饲料

以饲料干物质中粗纤维含量小于 18% 为第一条件，同时粗蛋白质含量小于 20% 的饲料。IFN 形式：4-00-000。

五、蛋白质补充料

以干物质中粗纤维含量小于 18% 为第一条件，而粗蛋白质含量大于或等于 20% 的饲料。IFN 形式：5-00-000。

六、矿物质 (minerals)

可供饲用的天然矿物质及化工合成无机盐类。IFN 形式：6-00-000。

七、维生素 (vitamins)

由工业合成或提纯的维生素制剂，但不包括富含维生素的天然青绿饲料在内。IFN 形式：7-00-000。

八、饲料添加剂 (feeds additive)

为保证或改善饲料品质，防止质量下降，促进动物生长繁殖，保障动物健康而掺入饲料中的少量或微量物质，但合成氨基酸、维生素不包括在内。IFN 形式：8-00-000。

第二节 美国的饲料分类

总体而言，美国将饲料分为三类：能量饲料、蛋白质饲料和

粗饲料。此外还有各种添加剂饲料。

一、能量饲料

能量饲料又称精饲料或粮食饲料，即指谷物加工下脚。

1. 谷物 如玉米、大麦、高粱、燕麦、稻米、小麦等。
2. 加工厂下脚 如麸皮、米糠、玉米皮等。
3. 其他能量饲料 如干甜菜丝、柑橘渣、乳清、马铃薯、木薯、甘薯、饲用油脂等。

二、蛋白饲料

蛋白质是关键性的营养物质，特别对幼猪、怀孕和哺乳的猪则更为需要。蛋白质饲料都要有>20%的粗蛋白。

1. 植物蛋白饲料

(1) 油粕类，如大豆粕、棉籽粕、花生粕、亚麻仁粕、向日葵籽粕、菜籽粕、芝麻粕等；

(2) 玉米加工厂蛋白下脚；

(3) 蒸馏及发酵厂下脚、啤酒下脚等。

2. 动物蛋白饲料

(1) 肉粉及肉骨粉；

(2) 血粉；

(3) 鱼粉；

(4) 其他动物及家禽下脚。

3. 新蛋白资源

(1) 禽畜粪便；

(2) 藻类、单细胞蛋白 (SCP)；

(3) 石油酵母；

(4) 非蛋白氮 (NPN)。

三、粗饲料

粗饲料容重低，粗纤维含量高，蛋白质和能量成分的消化性低作为特征。按美国饲料成分表，把所有粗纤维 (CF) >18% 及消化率低的所有饲料列为粗饲料 (但显而易见有不少饲料实际上

是例外的)。

1. 牧草、草类及豆类植物。
2. 干草。
3. 谷物下脚，如麦秆、稻草、高粱秆等。
4. 青刈饲料。
5. 青贮饲料。

四、矿物质饲料

1. 矿物质，如钙、磷、镁、硫、钾。
2. 食盐。
3. 微量元素，如铁、钴、铜、锰、碘、磷、钼、硒等十几种。

五、维生素饲料

鱼肝油、合成维生素 D、胚芽、酵母、发酵产品等。

六、氨基酸饲料

蛋氨酸、赖氨酸等。

七、抗生素饲料

四环素、金霉素、土霉素、链霉素等。

八、生长促进剂

阿散酸、速大肥、杆菌肽锌、噻乙醇、黄霉素等。

第三节 我国现行的饲料分类

为了充分反映出饲料的营养特性并便于国际饲料情报的交流，中国饲料数据库根据本国传统饲料分类法与国际饲料分类原则相结合，建立了本国的饲料数据库管理系统及分类方法。首先根据国际饲料分类原则将饲料分成 8 大类，然后结合中国传统饲料分类习惯分成 16 亚类，两者结合，迄今可能出现的类别有 34 类，对每类饲料冠以相应的中国饲料编码，共七位数，首位为 IFN，第二、第三位为 CFN 亚类编号，第四至七位为顺序号。