

职业培训统编教材

# 饲料与营养

饲料工业职业培训系列教材编审委员会 编

中国农业出版社

## 饲料工业职业培训系列教材编审委员会

**顾问** 李瑞山 张延喜 罗植龄 宋瑞祥 谭竹洲

**主任委员** 乔玉锋

**副主任委员** 齐文英 王随元 杨庭楷 刘金波 季之华  
宋丹丕 林娇绒

**委员** (以姓氏笔画为序)

门伟刚 王瑞林 牟永义 孙 鸣 李荷娣  
邹纛云 胡广东 姚继承 饶应昌 章春英  
熊先安

## 饲料工业职业培训系列教材编审人员

**主 编** 齐文英

**副 主 编** 王随元 乔玉锋 牟永义

**审校人员** (以姓氏笔画为序)

丁晓明 孔平涛 王瑞林 齐文英 牟永义  
刘宏达 刘承俊 孙 鸣 陈必芳 沈再春  
李国文 李国胜 柳祖翼 孟 枋 张 瑜  
张增英 郑喜梅 胡广东 徐百志 霍启光

《回林与序东》 编审人员

编 者 姚继承 艾地云

审 校 肖启光

## 序 言

改革开放十几年来，我国的饲料工业已经取得了突飞猛进的发展。截止到1995年底，全国配合饲料产量达到4 858万吨，饲料加工业总产值669亿元。饲料工业已形成一个包括饲料加工、饲料添加剂、饲料机械、饲料原料、教育科研、标准、质量检测以及饲料管理等完备的工业体系。目前，饲料工业从业人员已达40万人，其中，工人为28.8万人，占职工总数的72%。

随着饲料工业的发展，饲料工业新工艺、新设备的广泛应用、工程技术的发展、自动化程度的逐步提高，对饲料加工企业工人的素质提出了更高的要求。因此，大力加强工人的技术培训工作，造就一支高素质的技术工人队伍，对顺利实现《1984—2000年全国饲料工业发展纲要（试行草案）》具有十分重要的意义。

教材在工人技术培训中具有重要的基础地位。为适应饲料加工企业工人培训工作的需要，中国饲料工业协会在有关部门的支持下，于1993年成立了饲料加工企业工人技术培训系列教材编审委员会\*，并组织有关专家、工程技术人员、大专院校的教学人员历时3年共同编写了这套教材。

这套教材是按照国家颁布的《饲料加工企业工人技术等级标准》编写的。教材的编审者都是饲料工业的专家、学者和有丰富实践经验的科技工作者。教材针对饲料工业生产具有流水化、岗位专业性强的特点，在编写过程中注重适用性和实效性原则，既可以作为饲料加工企业各工种上岗培训、转岗培训、转正定级培

---

\* 该编审委员会于1998年6月更名为“饲料工业职业培训系列教材编审委员会”。

训的教材，也可以作为饲料工业广大科技人员和管理人员的参考读物。各工种教材的编写以中级工的标准为主要内容，同时兼顾了初级工、高级工的内容。考虑到饲料加工企业工人现有文化水平的实际情况和饲料生产特点，这套教材在文字叙述上力求做到内容丰富、深入浅出、言简意赅、通俗易懂，同时注意突出实际操作技能的训练，旨在提高工人实际操作水平。

这套教材在编审、出版过程中得到了农业部、国内贸易部、地矿部、化工部、各省、自治区、直辖市饲料工业协会、饲料工业办公室、中国农业出版社和其他编审人员所在单位的大力支持与真诚合作，在此向他们一并表示谢意。

中国饲料工业协会会长

李瑞山

1996年12月

## 编写说明

中国饲料工业协会根据劳动人事部和农业部颁布的《中华人民共和国工人技术等级标准——饲料加工企业》的国家标准，及时组织各方面专家编写出各工种的培训教材。这对于加强饲料工业的劳动管理，提高饲料企业管理和技术人员及劳动者的管理水平和技术素质，促进全行业的科技进步，稳定和产品质量，建立一整套饲料行业经济发展和技术进步所必需的科学化、系统化的管理制度具有重要意义。

本书以动物营养学和动物饲养学为基础，介绍了工业化生产的配合饲料。内容包括饲料与营养学基本术语、饲料分类与营养价值评定、饲料原料经济价值的评价、全价配合饲料的配制、饲料营养学基础知识、畜禽营养需要与饲养标准、饲料质量管理等方面的内容。

本书注重了取材新而实用的原则，在系统阐明动物营养、饲料学基本概念和原理的同时，也简要介绍了该领域最新的研究成果，特别是新型饲料资源和饲料添加剂在饲料工业生产中的应用情况；紧密围绕着工业化配合饲料这一主题，对各种饲料原料和添加剂的特性与应用进行了重点阐述；对于饲料原料在市场价格波动很大时，应该在何价位采买才较合理的问题，书中也介绍了解决方法；依据最新发布和修改的国家和行业标准，对13类配合饲料产品的主要技术指标作了介绍。

饲料产品质量是企业生存和发展的生命。本书沿用ISO 9000系列标准的产品质量全过程系统管理的基本要求，概述了质量管理基础工作之后，简单介绍了饲料企业质量管理技术，并

列举了美国合作公司 1994 年发布的《饲料质量保证手册》供参考，同时还附有 1996 年 5 月国内贸易部发布的《饲料管理办法》。

本书在作为饲料行业各工种培训的通用教材时，依各工种的不同要求，对内容可进行有偏重的选择。本书也可作为大中专饲料及有关专业的教学参考书和饲料行业管理及技术人员的实用参考书。

本书编写过程中，受到中国饲料工业协会原秘书长齐文英、副秘书长乔玉峰、科教处牟永义处长、胡广东工程师和中国农业出版社李耀辉主任的大力支持，中国农科院饲料研究所霍启光研究员审校全书，提出了宝贵意见，国内贸易部武汉研究设计院和国家饲料质检中心（武汉）的领导也给予了极大支持，在此一并表示诚挚的谢意。

我们受中国饲料工业协会重托编著这本书，由于水平有限，加之时间仓促，虽尽了很大努力，仍难免存在不足之处，敬请各位同仁指正。

编 者

1997 年春于武汉饲料中心

# 目 录

序言

编写说明

第一章 饲料与营养学基本术语 .....	1
第一节 营养学基本术语 .....	1
第二节 饲料学基本术语 .....	7
第三节 饲料质量基本术语 .....	10
第二章 饲料营养基础 .....	12
第一节 饲料养分及其功能 .....	12
一、饲料养分 .....	12
二、养分的一般功能 .....	15
三、影响饲料养分的主要因素 .....	16
第二节 蛋白质营养 .....	17
一、蛋白质功能 .....	17
二、蛋白质基本概念 .....	19
三、必需氨基酸和非必需氨基酸 .....	21
四、限制性氨基酸 .....	23
第三节 碳水化合物营养 .....	23
一、碳水化合物概念及组成 .....	23
二、碳水化合物功能 .....	24
三、粗纤维营养作用 .....	25
第四节 脂肪营养 .....	26
一、脂肪的组成及性质 .....	26
二、脂肪营养功能和必需脂肪酸营养 .....	29



第五节 维生素营养 .....	31
一、脂溶性维生素 .....	33
二、水溶性维生素 .....	35
第六节 矿物质营养 .....	39
一、钙、磷、镁 .....	40
二、钠、钾、氯 .....	42
三、硫 .....	43
四、铁 .....	43
五、铜 .....	44
六、锌 .....	45
七、锰 .....	45
八、碘 .....	46
九、钴 .....	46
十、硒 .....	47
十一、铜 .....	48
十二、氟 .....	49
十三、硅 .....	49
十四、铬 .....	49
第七节 水 .....	50
第三章 饲料分类与营养价值评定 .....	53
第一节 饲料原料的分类 .....	53
一、几种传统分类法 .....	53
二、国际饲料原料命名与分类法 .....	54
三、我国饲料原料分类 .....	54
第二节 饲料产品的种类 .....	56
一、按营养成分进行分类 .....	56
二、按饲料物理性状进行分类 .....	57
三、按动物的不同种类、阶段和性能进行分类 .....	58
第三节 饲料营养价值的评定方法 .....	59

一、评定饲料营养价值的意义 .....	59
二、直接测定饲料养分含量评定饲料营养价值的方法 .....	60
三、根据饲料中有效养分评定饲料营养价值的方法 .....	62
<b>第四章 饲料原料 .....</b>	<b>67</b>
<b>第一节 蛋白质饲料 .....</b>	<b>67</b>
一、植物性蛋白质饲料 .....	67
二、动物性蛋白质饲料 .....	84
三、单细胞蛋白质饲料 .....	91
四、非蛋白氮饲料 .....	92
<b>第二节 能量饲料 .....</b>	<b>94</b>
一、谷实类饲料 .....	95
二、糠麸类饲料 .....	102
三、块根块茎类饲料 .....	107
<b>第三节 矿物质饲料 .....</b>	<b>109</b>
一、常量矿物质饲料 .....	110
二、微量矿物质饲料 .....	114
<b>第四节 维生素添加剂 .....</b>	<b>118</b>
<b>第五节 氨基酸添加剂 .....</b>	<b>127</b>
一、蛋氨酸添加剂 .....	128
二、L-赖氨酸盐酸盐 .....	129
三、其他氨基酸添加剂 .....	130
<b>第六节 非营养性添加剂 .....</b>	<b>131</b>
一、抗生素添加剂 .....	131
二、合成抗菌药物 .....	134
三、激素类 .....	135
四、酶制剂 .....	135
五、食欲增进剂 .....	135
六、品质改良剂 .....	135
七、镇静剂 .....	136

八、对饲料起特效作用的添加剂 .....	136
第七节 饲料原料经济价值的评价方法 .....	139
一、用营养素单价评价饲料原料的经济价值 .....	139
二、皮特森评价法 .....	139
三、用 Preston 法评价饲料原料的经济价值 .....	146
四、影响饲料原料评价的因素 .....	147
第五章 畜禽营养需要与饲养标准 .....	149
第一节 动物营养需要 .....	149
一、动物所需养分的种类 .....	150
二、营养需要的度量 .....	151
三、动物维持营养需要 .....	152
四、动物生长营养需要 .....	153
五、动物繁殖营养需要 .....	154
六、动物生产营养需要 .....	155
第二节 饲养标准 .....	157
一、饲养标准概述 .....	157
二、猪的饲养标准 .....	160
三、鸡的饲养标准 .....	162
四、牛的饲养标准 .....	165
五、羊的饲养标准 .....	167
第六章 全价配合饲料的配制 .....	168
第一节 概述 .....	168
第二节 配合饲料配方的设计 .....	169
一、设计配合饲料的意义 .....	169
二、设计饲料配方所需资料 .....	171
三、设计饲料配方的原则 .....	173
第三节 全价配合饲料配方的计算方法 .....	176
一、交叉法 .....	177
二、联立方程法 .....	180

三、试差法 .....	180
四、线性规划法 .....	186
第四节 配合饲料的影响因素 .....	186
一、饲料的配方 .....	186
二、加工工艺 .....	187
三、原料品质 .....	190
四、质量检验 .....	190
第七章 饲料质量管理 .....	191
第一节 质量管理的基础工作 .....	191
一、标准化工作 .....	192
二、计量工作 .....	192
三、质量信息工作 .....	192
四、质量保证手册 .....	193
五、质量管理教育 .....	193
六、质量管理责任制 .....	193
七、质量管理小组 .....	194
第二节 饲料质量管理技术 .....	194
一、原料质量管理 .....	195
二、配方设计的质量管理 .....	197
三、生产工艺的质量管理 .....	199
四、化验室质量管理 .....	201
五、售后服务管理 .....	202
六、质量管理的几种方法 .....	203
第三节 配合饲料产品标准 .....	206
一、仔猪、生长肥育猪配合饲料 .....	207
二、产蛋后备鸡、产蛋鸡、肉用仔鸡配合饲料 .....	207
三、生长鸭、产蛋鸭、肉用仔鸭配合饲料 .....	209
四、后备母猪、妊娠猪、哺乳母猪、种公猪配合饲料 .....	210
五、瘦肉型生长肥育猪配合饲料 .....	211

六、水貂配合饲料 .....	212
七、长毛兔配合饲料 .....	213
八、肉牛精料补充料 .....	214
九、肉用仔鹅精料补充料 .....	214
十、奶牛精料补充料 .....	215
十一、产蛋鸡、肉用仔鸡、仔猪、生长肥育猪微量元素预混合饲料 .....	216
十二、产蛋鸡、肉用仔鸡维生素预混合饲料 .....	217
十三、产蛋鸡、肉用仔鸡、仔猪、生长肥育猪复合预混合饲料 .....	217
十四、产蛋鸡、肉用仔鸡、仔猪、生长肥育猪浓缩饲料 .....	218
第四节 CO-OP 公司《饲料质量保证手册》 .....	219
附件：国内贸易部饲料管理办法 .....	232
主要参考文献 .....	238

# 第一章 饲料与营养学基本术语

名词术语在科学技术和生产上普遍使用，名词术语的标准化，是从事教学、科研和生产工作的一种共同技术依据。但由于种种原因，饲料与营养方面的不少名词术语使用比较混乱。同一涵义的事物，各人用词用语不一，容易造成概念上的混乱，给行文通令、学术交流和信息传播等方面带来诸多不便，甚至误会错解，影响工作。

为此，本章根据中华人民共和国国家标准 GB 10647《饲料工业通用术语》和农牧渔业部畜牧局组织专家编著的《畜牧名词术语标准》，将涉及饲料与营养方面的基本术语阐述如下，依据国家标准规定，这些术语适用于饲料行业科研、教学、生产、经营、饲养及管理工作。

## 第一节 营养学基本术语

1. 水分 (moisture) 饲料在 100~105℃ 烘至恒重所失去的重量。

2. 干物质 (Dry matter, DM) 从饲料中扣除水分后的物质。以每千克含多少克 (g/kg) 或以百分率 (%) 表示。

3. 粗蛋白质 (crude protein, CP) 饲料中含氮量乘以 6.25。粗蛋白质是饲料中含氮物质的总称，包括真蛋白质和非蛋白含氮物两部分，后者主要包括游离氨基酸、硝酸盐、氨等。在常规分析中，用凯氏 (Kjeldahl) 法测定饲料样本中的含氮量 (%), 然后乘以系数 6.25, 即得到饲料中粗蛋白质的含量。

$$\text{粗蛋白质} = \frac{\text{样本含氮量 (g)} \times 6.25}{(\text{N} \times 6.25) \text{ 饲料样本重 (g)}} \times 100\%$$

4. 粗脂肪 (crude fat 或 ether extract, EE) 饲料中可溶于乙醚的物质的总称。粗脂肪 (醚浸提物) 是指常规分析中用乙醚浸提后所测得饲料中油脂类的总含量。因测得的醚浸提物中, 除真脂肪和类酯 (磷脂、固醇) 外, 还含有可溶于乙醚的其他有机物质, 如脂溶性维生素、胡萝卜素、叶绿素、有机酸、蜡质等, 故称粗脂肪或醚浸提物。

$$\text{粗脂肪} = \frac{\text{醚浸提物重 (g)}}{\text{饲料样本重 (g)}} \times 100\%$$

5. 粗灰分 (crude ash) 饲料经灼烧后的残渣。即饲料中所含的矿物质 (无机物质)。把饲料样本在 550℃ 的高温炉中烧灼成灰, 使其中有机物质全部氧化, 所剩残渣主要是氧化物或盐类等无机物质, 但有时还含有砂土等杂质, 故称粗灰分。

$$\text{粗灰分} = \frac{\text{灰分重 (g)}}{\text{饲料样本重 (g)}} \times 100\%$$

6. 碳水化合物 (carbohydrate) 碳水化合物是由碳、氢和氧三种元素组成的。由于所含氢与氧原子比大都为 2:1, 与水中所含氢与氧的比例相同, 故称为碳水化合物。它包括糖、淀粉、纤维素、半纤维素、木质素、果胶及粘多糖等物质。它是动物体内最主要的供能物质。

7. 粗纤维 (crude fiber, CF) 饲料经稀酸、稀碱处理, 脱脂后的有机物 (纤维素、半纤维素、木质素等) 的总称。

8. 无氮浸出物 (nitrogen free extract, NFE): 通常由干物质总量减去粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维和粗灰分后求得。是多糖、双糖、单糖等物质的总称。由于成分复杂, 在常规分析方案中, 通常不直接进行分析, 仅根据饲料中其他养分的分析结果, 按下式间接得出:

$$\begin{aligned} \text{无氮浸出物 (\%)} = \text{干物质 (\%)} - & [\text{粗蛋白质 (\%)} + \text{粗脂肪 (\%)} \\ & + \text{粗纤维 (\%)} + \text{粗灰分 (\%)}] \end{aligned}$$

9. 总能 (gross energy, GE) 饲料完全燃烧所释放的热量。通常以兆焦/千克 (MJ/kg) 表示。

10. 消化能 (digestible energy, DE) 从饲料总能中减去粪能后的能值, 亦称“表观消化能”。

11. 代谢能 (metabolizable energy, ME) 从饲料总能中减去粪能和尿能 (对反刍动物还要减去甲烷能) 后的能值, 亦称“表观代谢能”。

12. 净能 (net energy, NE) 从饲料的代谢能中减去热增耗后的能值。

13. 国际单位 (International unit, IU) 是表示维生素活性的一种单位。

14. 国际雏鸡单位 (international chick unit, ICU) 以  $0.025\mu\text{g}$  结晶维生素  $\text{D}_3$  对雏鸡所产生的作用为一个国际雏鸡单位。

15. 蛋白能量比 (protein-caloric ratio) 指饲料中粗蛋白质 (g/kg) 与代谢能 (MJ/kg) 的比值。以每单位能值所对应的粗蛋白质克数来表达。例如, 鸡饲料的蛋白能量比公式如下:

$$\text{蛋白能量比} = \frac{\text{粗蛋白质 (g/kg)}}{\text{代谢能 (MJ/kg)}}$$

蛋白能量比值愈大, 表明饲料中蛋白质浓度愈高。蛋白能量比是家禽营养上一个重要的参数, 常应用于鸡的饲料配方。

16. 能量蛋白比 (caloric-protein ratio) 指饲料中消化能 (KJ/kg) 与粗蛋白质 (g/kg) 的比值。以每单位粗蛋白质所对应的能量千卡数来表达。例如, 猪饲料的能量蛋白比公式如下:

$$\text{能量蛋白比} = \frac{\text{消化能 (KJ/kg)}}{\text{粗蛋白质 (g/kg)}}$$

此比值的大小与饲料中蛋白质的浓度成反比, 能量蛋白比是猪营养上一个重要参数, 常应用于猪的饲料配方。

17. 总磷 (total phosphorus, TP) 饲料中的无机磷和有机



磷的总和。

18. 有效磷 (available phosphorus, AP) 饲料总磷中可为饲养动物利用的部分。

19. 日粮 (ration) 一个个体饲养动物在一昼夜 (24h) 内所采食的总饲料组分的数量。

20. 饲粮 (diet) 按日粮中各种饲料组分比例配制的饲料。

21. 饲料转化比 (饲料报酬) (feed conversion ratio) 每单位增重或生产每单位动物产品所消耗的饲料量。

如饲料/增重; 饲料/蛋等, 其计算公式如下:

$$\text{饲料转化率} = \frac{\text{饲料消耗量 (kg 或 g)}}{\text{增重或畜产品总量 (kg 或 g)}}$$

22. 饲养标准 (feeding standard) 饲养标准 (营养需要量) 是商品畜牧业标志之一, 它随着生产与技术水平的进展而不断增订。饲养标准包括两个主要部分: 一是畜禽的营养需要量表; 另一是畜禽饲料的营养价值表。饲养标准是配合畜禽平衡日粮和科学饲养畜禽实践的重要参数。

根据对不同种类的畜禽为了维持生命活动和从事各种生产目的, 如产乳、产肉、产蛋、产毛、作功以及繁殖后代等对能量和各种营养物质需要量的测定, 并结合各国饲料条件及当地环境因素, 制定出各类畜禽对能量、蛋白质、必需氨基酸、维生素、矿物质和微量元素等的供给量或需要量, 称为畜禽饲养标准, 并以表格形式以每日每头具体需要量 (克或毫克) 或占日粮含量的百分数 (%) 来表示。

23. 营养 (素) 需要量 (Nutrient requirement) 营养 (素) 需要量或称“营养需要”, 是指畜禽在维持正常生命健康、正常生理活动和保持最佳生产水平时, 对各种营养物质需要的最有效数量。低于这个数量将对畜禽机体和正常生产有不利影响。所以, 它指的是畜禽最低需要量 (minimum requirement)。

24. 饲养试验 (feeding experiments) 广义的饲养试验包括