

农副产品加工技术丛书

# 饲料



# 加工技术



加工技术

李建文 编著

湖北科学技术出版社

农副产品加工技术丛书

# 饲料



# 加工技术

SILIAO  
JIAGONG JISHU

李建文 编著

湖北科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

饲料加工技术 / 李建文编著. — 武汉: 湖北科学技术出版社, 2011.3

(农副产品加工技术丛书)

ISBN 978-7-5352-4683-7

I. ①饲… II. ①李… III. ①饲料加工  
IV. ①S816.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 264682 号

策 划: 吴瑞临 李芝明 谭学军

责任编辑: 谭学军

封面设计: 戴 旻

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 027—87679468

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号

邮编: 430070

(湖北出版文化城 B 座 12-13 层)

网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

印 刷: 武汉市科利德印务有限公司

邮编: 430071

787×1092 1/32

5 印张

90 千字

2011 年 3 月第 1 版

2011 年 3 月第 1 次印刷

定价: 10.00 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

# 目 录

一、饲料基础知识 .....	1
(一) 饲料及其营养 .....	1
(二) 动物营养需要及饲料配制技术 .....	5
二、配合饲料加工工艺 .....	12
三、原料的清理 .....	17
(一) 筛选 .....	17
(二) 磁选 .....	22
四、粉 碎 .....	26
(一) 粉碎的目的 .....	26
(二) 锤片式粉碎机 .....	26
(三) 其他类型粉碎机 .....	40
(四) 粉碎的效果评价及保证粉碎效果的措施 .....	43
五、配料计量 .....	50
(一) 配料计量的基本概念 .....	50
(二) 电子配料秤 .....	51
(三) 料仓 .....	53
(四) 给料器 .....	57
(五) 保证配料准确度的措施 .....	58

(六) 配料工艺 .....	59
<b>六、混合</b> .....	61
(一) 混合的一般概念 .....	61
(二) 分批卧式环带混合机 .....	63
(三) 双轴桨叶混合机 .....	67
(四) 其他混合机 .....	71
(五) 混合质量 .....	74
<b>七、制粒</b> .....	77
(一) 概    述 .....	77
(二) 饲料调质 .....	79
(三) 环模制粒机 .....	85
(四) 冷却 .....	89
(五) 颗粒破碎 .....	92
(六) 颗粒分级 .....	94
(七) 颗粒饲料的加工质量 .....	95
(八) 饲料膨化 .....	101
<b>八、添加剂预混合饲料</b> .....	111
(一) 预混合饲料生产的基本要求 .....	112
(二) 预混合饲料生产工艺及设备 .....	114
(三) 预混合饲料配方设计技术 .....	123
<b>九、输送设备</b> .....	127
(一) 斗式提升机 .....	127
(二) 刮板输送机 .....	130
(三) 螺旋输送机 .....	132

---

十、饲料资源的开发利用 .....	135
(一) 青贮饲料 .....	135
(二) 秸秆饲料 .....	139
(三) 叶蛋白饲料 .....	143
(四) 饼粕类饲料 .....	144
(五) 动物性蛋白饲料 .....	147

# 一、饲料基础知识

## (一) 饲料及其营养

### 1. 饲料的种类

凡能用来饲喂猪、鸡等畜禽和其他动物，能为其提供营养物质，在合理的饲喂条件下，能为人类提供畜产品和水产品等，且对人和其他动物不发生有害现象的物质都称为饲料。

饲料有饲料原料和配合饲料之分。

饲料原料按其性质可分为动物性饲料、植物性饲料、矿物质饲料、维生素饲料和添加剂饲料等。而植物性饲料又有谷实类、工业副产品、粗饲料、青绿饲料和块根块茎类饲料等。按营养特点饲料原料可分为蛋白质饲料、能量饲料、矿物质饲料、维生素饲料和添加剂饲料等。

配合饲料指根据动物的不同生长发育阶段、不同生产目的的营养需要，在饲料原料营养价值评定的基础上，把不同的饲料原料，依一定的比例均匀混合，经过规定的工艺流程生产而制作形成的混合饲料。配合饲料一般又分为添加剂预混合饲料、浓缩饲料、全价配合饲料和精料补充料等四类，其相互关系见图 1.1。其中，添加剂预混合饲料

和浓缩饲料不能直接用于饲喂动物，精料补充料用于反刍动物的饲喂。配合饲料按其形态有粉料、颗粒料、碎屑料、膨化饲料等类型；按饲养对象又可分为猪、鸡、鸭等畜禽饲料，鱼虾等水产动物饲料，牛羊等反刍动物饲料，并可根据动物的不同生长期进一步细化分类。

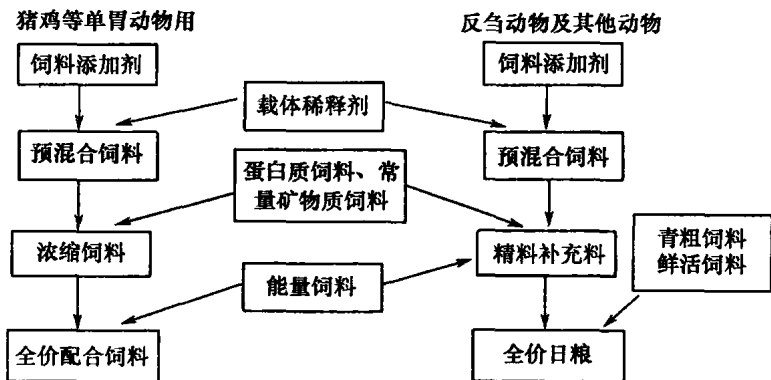


图 1.1 配合饲料的种类及相关关系

## 2. 饲料的营养成分

饲料一般由水分和干物质组成。干物质大致分为五大类营养成分，即蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素及矿物质。脂肪、碳水化合物、蛋白质为动物机体提供热能，蛋白质和矿物质是构成动物体的主要成分，主要调节动物生理机能的是微量矿物质和维生素。

能量是一切生物机体活动的源泉，没有能量，就不会有生命的存在。动物机体的生命及生产活动都要消耗能量。饲料中的碳水化合物、脂肪和蛋白质是动物机体氧化供能的原料。各种物质氧化时释放出的能量是不同的。经测定，每克碳水化合物燃烧以后可释放出 17.38 kJ 的热能，蛋白



质可放出 23.66kJ，脂肪可放出 39.4kJ。可见，作为能量脂肪是供能最有效的成分。因为蛋白质原料价格较高，因此，虽然其热值较碳水化合物高，一般不作为供能应用。

蛋白质是动物机体除水分外含量最多的物质，在动物机体内作为结构物质参与细胞、组织、器官，包括骨骼、牙齿的构成。凡与生命有关的机制，都有蛋白质的参加。饲料中一般所讲的蛋白质是指粗蛋白质而言，它是饲料中含氮化合物的总称，其中包括真蛋白质和一切非蛋白质含氮化合物。粗蛋白质这一指标，只能反映饲料中饲料质的数量，而不反映其质量。特别是单胃动物（如猪、鸡等）。可消化蛋白质和蛋白质的生物学价值是反映蛋白质质量的两个重要指标。它们可以反映能被畜禽消化吸收并被利用的程度。一般而言，动物性蛋白质的品质优于植物性蛋白质。为了提高蛋白质的生物学价值，一般可有针对性地补充一些氨基酸来实现。

脂肪除了是动物热能的重要来源外，它还是动物体内生长与修补组织的物质，是机体细胞组织的重要组成成分。同时，脂肪还是动物合成自身脂肪所需的必需脂肪酸的来源，是脂溶性维生素的溶剂。

矿物质是指动物进行正常生长发育、生产繁殖等生命活动中不可缺少的一些金属元素和非金属元素。其中包括钙、磷、钠、氯等常量元素和铁、铜、锌、锰、碘等微量元素。

维生素是一种维持动物机体正常生理机能所必需的低分子有机化合物。其中包括维生素 A、D、E 等脂溶性维生素和 B 族维生素、维生素 C 等水溶性维生素。

### 3. 饲料原料的分类

根据饲料来源分类：

#### (1) 植物性饲料

植物性饲料包括青绿饲料、粗饲料、谷类籽实及加工副产品等。

#### (2) 动物性饲料

动物性饲料是利用动物性产品加工而成的饲料，如奶粉、鱼粉、蚕蛹、肉骨粉、羽毛粉等。

#### (3) 微生物饲料

微生物饲料是指利用微生物包括酵母、真菌、细菌及藻类等生产的饲料。

#### (4) 矿物质饲料

矿物质饲料包括天然和工业生产的矿物质，如石粉、食盐、硫酸铜等。

#### (5) 特种饲料

特种饲料如尿素、添加剂等。

国际饲料分类法：本法由美国科学家哈里士（Harris L. E.）1963年提出，目前已被世界许多国家接受。该法以各种饲料干物质的主要营养特性为基础，将饲料分为八类。

#### (1) 青干草和粗饲料

干物质中粗纤维含量 $\geq 18\%$ 的饲料，包括青干草、秸秆、秕壳等。

#### (2) 青饲料

天然含水量 $\geq 60\%$ 的饲料，如牧草、蔬菜类、树叶等。

#### (3) 青贮饲料

用新鲜的天然植物性饲料调制而成的青贮饲料，包括

水分含量在 45%~55%的低水分青贮（半干青贮）料。

#### （4）能量饲料

干物质中粗纤维含量 $<18\%$ ，粗蛋白质含量 $<20\%$ 的饲料，包括谷类籽实、糠麸类、块根块茎类等。

#### （5）蛋白质饲料

干物质中粗纤维含量 $<18\%$ ，粗蛋白质含量 $\geq 20\%$ 的饲料，包括豆类、饼粕类、动物性饲料等。

#### （6）矿物质饲料

包括天然和工业合成的含矿物质丰富的饲料，如食盐、石粉、硫酸亚铁、硫酸锌等。

#### （7）维生素饲料

指工业合成或提纯的单一或复合的维生素，但不包括某种维生素含量较多的天然饲料，如胡萝卜等。

#### （8）添加剂

不包括矿物质饲料、维生素饲料在内的所有以微量添加配合到饲料中的饲料。主要是非营养性添加剂。

## （二）动物营养需要及饲料配制技术

### 1. 动物营养需要

动物和植物是自然界中物质循环的两个基本环节。动物属异养生物，只能直接从植物或其他动物获得所需要的有机物组成体组织。总体上来说，动物需要的营养有水、能量、蛋白质、脂肪、维生素和矿物质。不同动物、不同生理阶段对各种营养的需要量是不同的。为了配制符合动物营养需要的饲料，动物营养学家根据大量饲养实验结果和动物生产实践的经验总结，对各种特定动物所需要的各

种营养物质的定额作出规定。这些营养定额和有关资料统称为饲养标准。饲养标准中所提出的营养定额量是指动物在最适宜环境条件下，正常、健康生长或达到理想生产成绩对各种营养物质种类和数量的最低要求，即营养需要。

## 2. 饲料配制原则

饲料配制就是根据动物的营养需要、产品的商品价值、饲料原料的营养特性和价格、适口性等其他因素，采用一定的计算方法，配制饲料的原料、品种及各品种的数量，即饲料配方。

饲料配方的计算方法分为手工计算法和计算机优化算法。在配制饲料时，一般应遵循下列原则：

### (1) 必须根据动物的营养需要为依据进行配制

根据动物的种类、生长阶段和生长速度选择适宜的营养需要量标准，并结合实际养殖效果确定出日粮的营养浓度，至少要满足能量、蛋白质、钙、磷、食盐、赖氨酸和蛋氨酸这几个常量营养指标。同时，考虑必需脂肪酸、维生素和微量元素。应注意营养需要量标准与实际饲料营养水平之间的差异，要充分考虑养殖管理条件、养殖模式、动物健康状况、饲料资源及质量的变化、饲料加工和储藏过程中营养损失等诸多因素的影响，对营养需要量标准灵活运用，合理调整。

### (2) 选用适当的营养成分表

选用适当的饲料营养成分表。应尽力采用本地区发表的饲料营养成分表，或是对原料进行分析化验，用所得数据来配制饲料。

### (3) 注意营养的全面和平衡

配合日粮时，不仅要考虑各营养物质的含量，还要考虑各营养素的全价性和平衡性，营养素的全价性即各营养物质之间（如能量与蛋白质、氨基酸与维生素、氨基酸与矿物质等）以及同类营养物质之间（如氨基酸与氨基酸、矿物质与矿物质）的相对平衡。应注意蛋白质、碳水化合物、脂肪之间的恰当比例，饲料原料应多样化，尽量多用几种饲料原料进行配合，取长补短，这样有利于配制成营养完全的日粮，充分发挥各种饲料中蛋白质的互补作用，提高日粮的消化率和营养物质的利用率。

#### (4) 尽力降低成本，提高经济效益

配制饲料时，一定要坚持尽力降低成本的原则，在不影响动物生长和生产的前提下，尽力选用低价原料，降低饲料成本，有时饲料转化率很高，但经济效益不好，这时，就应调整配方，降低饲料转化率和饲料价格，提高经济效益。

(5) 应充分考虑饲料的卫生安全要求。设计配方时，在考虑营养指标的同时应注意饲料原料的卫生指标。所用的饲料原料应无毒、无害、未发霉、无污染。严重发霉变质的饲料应禁止使用。在饲料原料中，如玉米、米糠、花生饼、棉仁饼因脂肪含量高，容易发霉感染黄曲霉并产生黄曲霉毒素，损害肝脏。此外，还应注意所使用的原料是否受农药和其他有毒、有害物质的污染，所使用的饲料添加剂应严格遵守我国饲料添加剂使用规范。

#### (6) 结合加工工艺进行配制

在配制饲料配方时，必须考虑加工工艺条件，如果在制订饲料配方时不考虑加工工艺条件，只是在纸上计算营

营养成分是否平衡，到了加工厂加工不了，所计算的配方等于一张废纸。

### (7) 尽力满足动物对各种营养物质的需要

配制饲料时，由于原料种类、加工技术、原料成本等原因，所计算的配方，不可能同饲养标准完全相同，有时某些成分会超过一些，有时会缺少一点，这时，一定要在一定范围内做些调整，尽力满足动物对各种营养成分的需要，具体可按以下原则掌握：

①任何营养成分进食量都不得低于最低需要量的97%。

②能量进食量不得超过动物标准需要量的105%。因为动物的能量进食水平影响其对能量的消化能力，超过标准需要量时，进食量越高，消化能力越低。

③蛋白质进食量可以超过标准需要量5%~10%，这样可以保证不受某些饲料中蛋白质含量低于正常水平的影响。但蛋白质进食量稍高，虽不会对动物有过多影响，却会造成经济上的浪费，所以，配制饲料时，要尽力避免这种情况发生。

④干物质进食量不能超过动物标准需要量的103%。

### 3. 配合饲料配制的基本方法

饲料配方计算技术是动物营养学、饲料科学同数学与计算机科学相结合的产物。它是实现饲料合理搭配，获得高效益、降低成本的重要手段，是发展配合饲料，实现养殖业现代化的一项基础工作。常用的计算饲料配方的方法有：试差法、对角线法、连立方程法和计算机法，使用时各有利弊。目前，采用计算机优选动物的最佳饲料配方的方法被广泛使用。

### (1) 手工配方

手工配方方法：主要包括对角线法（交叉法、四角法）、联立方程法（公式法）、试差法（增减法、凑数法），其计算基础为线性代数。

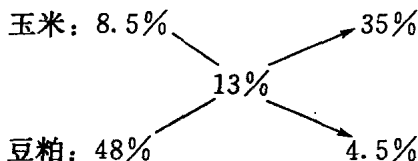
手工配方的基本步骤为：确定饲养标准；确定原料营养成分；根据配方经验和营养原理，初步拟定各种原料用量比例（包括确定能量饲料、蛋白质饲料的大致比例，确定预混料、食盐等的比例，确定特殊原料及非常规原料比例等）；计算配方营养水平，调整配方，再计算，直到营养水平与设定的营养标准基本一致。

手工配方存在以下局限性：只是将配方配合到满足营养标准，没有对不同原料根据原料价格情况进行筛选，得到的不是成本最低的配方，导致失去降低成本的机会；计算繁杂，工作量大；需要丰富的实践经验与较强的专业知识；配方结果为近似值，不准确；考虑的营养指标与原料种类十分有限，无法完成复杂计算。

①方形法（也称四角形法、对角线法）：方形法多用于配制饲料种类不多或饲料种类虽多，但考虑的指标不多的情况下应用。倘若采用的饲料种类较多或考虑多项指标，不能应用此法。

例：利用玉米、豆粕配制含蛋白质 13% 的配合饲料。

查得玉米蛋白质含量为 8.5%，豆粕蛋白质含量为 48%。画矩形，并将 3 个数值填写在图中，并画对角线。沿对角线大数减小数，填入右侧。各种原料所占比例为对应的差数除以差数之和。



$$\text{玉米应占比例} = \frac{35\%}{35\% + 4.5\%} = 88.6\%$$

$$\text{豆粕应占比例} = \frac{4.5\%}{35\% + 4.5\%} = 11.4\%$$

即：将 88.6% 的玉米与 11.4% 的豆粕混合即可获得含蛋白质 13% 的混合饲料。

②试差法（又称增减法）：试差法是大家公认的比较的一种方法，也是目前生产中常用的一种方法。试差法是将各种原料先试定一个大概比例（其比例往往是根据经验或某一单位的配方）或是指标进行营养价值计算，计算结果与饲养标准对照，若某一项或一部分营养不足或过多，再进行饲料比例调整，再计算，直至达到饲养标准要求为止。此法计算数据清楚，容易掌握，但计算繁琐，特别是没有饲养经验或初学者往往需花费较多的计算时间。

③公式法：此法是利用数学上联立方程求解法来计算两个未知饲料的用量。其优点是条理明晰，方法简单，缺点是饲料种类增多时计算较为复杂。因此，在饲料种类繁多时，也应事先人为地将某些因素固定下来，然后求能量和蛋白质饲料的用量。

④计算机配方：计算机饲料配方的数学基础是线性规划方法，尽管在线性规划方法的基础上后来又发展了目标规划方法，甚至还有一些非线性的方法，但线性规划目前仍是使用最多、功能最为强大的方法。



当前，计算机优化饲料配方采用商业的饲料配方软件，配方优选的过程实质上是线性规划模型求解的过程。各配方软件的菜单和人机对话界面不同，但总体操作原理和过程相似。