



饲料配方与配制

SILIAO PEIFANG
YU PEIZHI

田玉民 苏玉虹◎编著



中国农业出版社

饲料配方与配制

田玉民 苏玉虹 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料配方与配制/田玉民, 苏玉虹编著. —北京:
中国农业出版社, 2012. 6
ISBN 978-7-109-16889-3

I. ①饲… II. ①田…②苏… III. ①饲料—配方②
饲料—配制 IV. ①S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 127036 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 王玉英

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 13
字数: 400 千字
定价: 45.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

至今世界饲料工业已经有 100 余年历史。随着生物学技术的发展和新技术、新方法的引入，饲养标准（动物营养需要）的不断修订，新饲料原料及添加剂的开发利用，加工工艺及设备的不断完善，配方设计手段的进步，配合饲料质量已经发生了根本性的变化，已成为现代畜牧业不可缺少的原料。饲料业也早已成为发达国家的重要产业，全球饲料产业逐渐由成长期向成熟期过渡。

我国饲料工业虽仅 20 余年历史，20 世纪末期我国配合饲料产量已经达到世界第二位，逐步从畜牧业中分离出来，形成了拥有配合饲料加工业、饲料原料及添加剂工业、饲料加工机械工业、教育和研究机构组成的独立及完整的工业体系，进入了国民经济十强行业。我国配合饲料总产量已经达到亿吨，在配合饲料产品产量增长的同时，饲料产品种类也越来越齐全。

我国饲料市场竞争相当激烈，具有自主研发能力的企业实力逐渐增强，集团化发展，逐步成为市场的主导。市场竞争的实质，是技术与服务的竞争。饲料配方是饲料企业的技术核心之一，直接关系到企业的经济效益及在市场竞争中所处的地位，并关系到食品安全与环境安全，因此对配方设计技术人员素质要求越来越高。

饲料配方设计绝不仅是单一的数学优化问题，涉及动物营

养、动物生产、饲料原料、饲料加工工艺等基本知识及化工、医药、食品等方方面面知识。饲料配方设计正是以这些知识为基础，以数学为手段，以电子计算机及其软件为辅助，设计出质量稳定可靠、成本低廉且安全可靠的饲料配方为目标的。

本书从饲料企业设计商业饲料配方角度出发，系统地介绍了饲料配方设计的方法与技术、配方质量管理技术。在反刍动物日粮配方设计和精料补充料的设计方法上提出了新思路和新方法。

由于水平有限，难免有错误和不当之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

前言

第一章 饲料配方设计概述	1
第一节 饲料配方的意义	1
一、饲料配方的属性	1
二、饲料配方设计的意义	3
第二节 饲料产品分类及使用方法	5
一、按营养价值分类	5
二、按物理性状分类	6
三、按适用动物种类及生长发育时期分类	7
四、其他	7
第三节 配合饲料的质量指标	7
一、质量指标	7
二、质量标准	9
第二章 配合饲料配方设计原理	10
第一节 配合饲料配方设计原理	10
一、饲料配方设计的内容及所需资料	10
二、饲料配方设计的原则	12
三、常用计算方法	17
四、代数法设计饲料配方	20
五、饲料配方的计算机辅助设计	26
第二节 浓缩饲料配方设计原理	38
一、配方设计原则	38

二、配方设计方法	41
第三节 添加剂预混料配方设计原理	48
一、概述	48
二、预混料配方设计技术	52
第四节 反刍动物日粮及精料补充料设计原理	68
一、配方设计原则	68
二、日粮配方设计方法	73
三、精料补充料与浓缩饲料配方设计	84
第三章 配合饲料配方设计技术	93
第一节 肉仔鸡饲料配方设计技术	93
一、肉用仔鸡饲粮营养水平	93
二、改善肉用仔鸡生产性能的营养与饲料措施	106
三、常见营养饲料相关问题的解决方案	109
四、降低环境污染的营养与饲料措施	114
五、常用饲料及饲料添加剂的选择与使用	115
六、肉用仔鸡料的加工要求	129
第二节 产蛋鸡饲料配方设计技术	136
一、饲养标准	136
二、雏鸡料	136
三、育成鸡料	140
四、产蛋鸡料	144
第三节 猪饲料配方设计技术	152
一、概述	152
二、仔猪料	165
三、生长肥育猪料	175
四、种猪料	193
第四节 奶牛和肉牛饲料配方设计技术	201
一、人工乳与代乳料	201
二、奶牛饲料	203
三、肉牛饲料	211

第四章 饲料配方的管理	214
第一节 饲料配方质量检查	214
一、配方质量检查内容	214
二、配方质量检查方法	216
三、配方质量的评价方法	216
四、国家饲料质量监督	219
第二节 配方质量管理	220
一、配方设计质量管理	220
二、建立饲料配方技术档案	222
三、饲料配方的调整	223
四、饲料产品诊断	224
附录	225
附录一 中国饲养标准	225
附录二 中国饲料成分及营养价值表	376
参考文献	395

第一章 饲料配方设计概述

第一节 饲料配方的意义

一、饲料配方的属性

构成配合饲料产品的各种饲料原料或组分及其配合比例称为饲料配方(formula)。饲料配方的原料组成及其比例受很多方面因素的影响,而饲料配方又影响了动物的生产性能及经济效益、社会效益和生态效益,这些均是因饲料配方的本身属性所决定的。

(一) 经济性

饲料配方具有较强的经济属性,受市场经济规律的影响,既表现在其对饲料企业、养殖企业的经济效益影响,也表现在饲料资源利用的整体经济利益。而饲料生产企业的经济利益导向、养殖企业对饲料价格的限制要求、饲料原料的资源与价格等也会左右饲料配方,这些使得饲料配方具有较强的经济属性。饲料配方的营养水平不同,往往饲喂效果有差异。因此,需要配方设计人员在饲料投入与产出利润之间找到最佳平衡点,从而确定合理而经济的营养水平和配方。

(二) 实效性与时效性

饲料配方具有实效性,它是饲料配方的本质。饲料产品是动物所需营养的载体,设计目标是在尽可能节约饲料资源和成本的前提下,满足动物生长发育需要并获得最佳的生产性能,即必须要达到预定的实际使用效果。成本相同的配方,往往饲喂效果不

同，因此配方设计人员必须在众多配方中进行抉择。

饲料配方同样具有时效性。饲料配方的使用效果因原料营养成分、含量、饲料原料特点及配比、动物营养需要及健康状况、动物品种、气候与季节、饲料原料的价格等因素而发生变化，因此饲料配方不是一成不变的，必须根据实际情况不断调整。

（三）效果的不确定性

由于饲料原料的营养成分含量、可消化性、适口性等的差异，饲料原料之间的可配伍性、加工过程中存在的很多不稳定因素、实际饲养条件及管理水平差异等原因，不同配方之间，虽然营养成分含量或营养价值相同，而使用效果不同。这些不确定因素使得配方设计人员很难对饲料配方的实际使用效果做出非常准确的估测，经验非常丰富的配方设计人员才能大致做出判断。因此，同一配方在同一地区、不同养殖专业户之间的饲养效果会有差异。这些不稳定因素中，有些因素是可以预见的，在一定程度上可控，但很多因素尚不能准确预见和控制。

（四）针对性

饲料配方对动物和具体的生产条件等具有强的针对性，应根据动物品种或品系及生产目的、生长发育不同的生理时期、营养需要量、食性、消化代谢特点、采食量、季节、饲养环境条件、养殖场的生产技术水平等设计。因此，针对养殖场具体情况设计要比通用型产品的经济效果要好。

（五）区域性

地理区域不同，饲料原料资源、饲料配方最佳营养水平等配方设计参数也不尽相同。同时，由于各地区养殖技术、饲料市场发育成熟情况、客户对产品质量要求等诸多因素各有差异，饲料配方则存在较大差别。

（六）对饲料原料的依赖性

饲料配方是根据原料营养成分含量、动物营养需要，将动物营养供应量转化成对各种饲料原料采食量来表达的，这就决定了饲料配方对饲料原料的依赖性。随饲料原料的营养成分含量、价格、加工工艺等的变化，饲料配方也应随之进行调整。

（七）主观性

饲料配方的营养水平、饲料原料的选用是否合理，主要取决于饲料配方设计人员对动物营养学知识、饲料原料特点及利用技巧的掌握及理解和实践经验的积累。虽然借助于计算机软件等进行辅助设计，而其设计结果取决于配方设计人员对各种设计参数的控制。到目前为止，饲料配方仍受配方设计人员的主观决策制约。

（八）时代特征

动物营养需要的研究、饲料原料的开发、动物产品质量的要求、饲料产品质量评价的变化等不断发生变化，这些因素使得饲料配方受社会发展的制约，具有鲜明的时代特征。

（九）公共安全

饲料是畜牧业生产的物质基础。饲料对食品安全和畜牧业生产安全的影响直接关系到畜产品的食品安全，即公共安全。因此，世界各国严格饲料立法管理，保障畜产品食品安全也是时代赋予饲料科学工作者和生产技术人员的重要使命。

二、饲料配方设计的意义

（一）企业经济效益的保障

饲料配方是饲料生产企业的核心技术，直接关系到产品的性

能及经济效益，成本合理、符合市场需要的饲料配方是饲料生产企业实现经济收入的重要保障。而饲料成本约占畜牧业生产成本的80%，饲料质量也直接影响动物的生产性能，因此饲料配方也直接影响养殖企业的经济效益。从表面看，饲料生产企业与养殖企业的经济效益是矛盾的，但实质上是一致的。饲料配方是联系饲料生产企业和养殖企业经济效益的桥梁和纽带，在平衡两种企业之间的经济效益方面发挥着非常重要的作用，因此饲料配方的地位就显得格外重要。

（二）食品安全的保障

为人类提供动物源食品是畜牧业生产的主要目的，饲料安全直接关系到食品安全。药物及有毒有害物质残留，包括重金属生物富集、激素（包括激素、瘦肉精等）、抗生素残留等，有“三致”（致畸、致癌、致突变）隐患或直接引发急性中毒；微生物耐药性传递、微生物代谢产物污染、疯牛病等安全问题也日益突出。历史和现代的经验教训告诉我们，单纯追求动物生产性能和畜产品质量，我们最终要以牺牲人类健康为代价。开发高效、安全、优质的饲料产品，保证畜牧业健康和可持续发展的物质需要，把好食品安全的源头是饲料配方技术人员的重任。

（三）环境安全的保障

饲料配方直接关系到环境安全。配方营养素含量不平衡、动物对饲料消化利用率下降、饲料营养过剩，导致畜禽排泄物营养含量过高而造成环境污染；同时，饲料中添加不安全的添加剂或添加剂量超出标准，更会引起环境污染，甚至通过生态物质循环而影响食品安全、动物安全问题。

总之，饲料配方的质量直接关系到饲料和养殖企业的经济效益、食品安全和生态环境安全，是实现畜牧业优质、高效、可持续发展的重要保障。

第二节 饲料产品分类及使用方法

一、按营养价值分类

(一) 配合饲料（全价配合饲料）

全价配合饲料（complete feed）是指应能满足饲养动物营养需要（除水分以外）的配合饲料，简称为配合饲料。配合饲料一般直接饲喂，粉状饲料饲喂前也可加水调制成潮料或粥料。

配合饲料产品的保质期一般在 4 周以下。

(二) 浓缩饲料

浓缩饲料（concentrate）是全价配合饲料的中间产品，是由蛋白质饲料、矿物质饲料、微量元素、维生素和非营养性添加剂等按一定比例配制的均匀混合物。一般占饲料的 5%~40%。使用时，按照推荐配方，与饲料其他成分均匀混合即可。

使用时应注意：必须混合均匀，不能直接饲喂，不能大幅度增加或减少用量，一般不能额外添加其他饲料添加剂或添加剂预混料，发霉、变质者不能饲喂。

浓缩饲料产品的保质期一般在 3 个月以下。

(三) 添加剂预混料

添加剂预混料（additive premix）是全价配合饲料生产的中间产品，是由一种或多种饲料添加剂与载体或稀释剂按一定比例扩大稀释后配制的预混物。一般占饲料的 0.01%~5.0%。用量少、作用大。该产品适合于饲料厂和大型养殖企业使用。使用时，按照推荐配方，与其他饲料成分均匀混合即可。

使用时应注意：必须混合均匀；不能直接饲喂；不能随意增加或减少用量；不能随意加入任何其他饲料添加剂；贮藏于低温

干燥条件下；开封后迅速使用，以免变质。

保质期：单一预混料 6~12 个月，复合预混料 1~6 个月。

（四）精料补充料

精料补充料（concentrate supplement）是为补充以粗饲料、青饲料、青贮饲料为基础的草食动物的营养，而用多种饲料原料按一定比例配制的饲料。

精料补充料组成类似于（全价）配合饲料，可直接饲喂，或与日粮其他组分混合均匀后饲喂。

二、按物理性状分类

（一）粉状饲料

粉状饲料（mash, mash feed）是指多种饲料原料的粉状混合物。其特点是：生产工艺简单、生产成本较低，但粉尘大，饲喂过程中容易造成浪费、动物挑食，贮藏运输过程中会自动分级。

粉状饲料在我国使用普遍。国内外蛋鸡产蛋高峰期配合饲料均采用粉状饲料。

（二）颗粒饲料

颗粒饲料（pellets, pellet feed）是用压模将粉状饲料挤压而成的粒状饲料。其特点是：营养均匀，饲喂过程中避免动物挑食，浪费小，不会自动分级，便于贮藏；但工艺复杂，成本高，一般在每吨加工成本上高出粉料 80~120 元。颗粒饲料有以下几类：

1. 软颗粒饲料（soft pellets） 含水量高的颗粒饲料。应用于水产养殖。

2. 硬颗粒饲料 常见的普通颗粒饲料（hard pellets）为柱状硬颗粒饲料，普遍应用于养殖业。

碎粒料（crumbles）：是由颗粒饲料破碎而成的适当粒度的

饲料。具有颗粒饲料的优点，适宜于幼禽。

膨化颗粒饲料，又称漂浮饲料（expanded pellets）：是经调质、增压挤出模孔和骤然降压过程而制得的膨松颗粒饲料。用于水产动物、经济动物，以及肉仔鸡、仔猪等。

（三）块状饲料

块状饲料（blocks）是指由某种饲料原料或混合料压制而成的大团块。部分饲料原料为运输和贮存需要，常压制成块状。饲料工业产品中，反刍动物应用的舔砖属于块状饲料。

（四）液体饲料

液体饲料（liquid formula feed）是以液体饲料原料为主要成分的配合饲料。主要应用于幼龄动物及宠物。

三、按适用动物种类及生长发育时期分类

按动物种类、用途、生长发育阶段等划分。例如，肉鸡配合饲料，可分 0~3 周龄、4~6 周龄、7 周龄至出栏，或称雏鸡料、前期料、后期料。

四、其他

按照产品性能与价格划分，可将饲料产品分成高、中、低档等。

第三节 配合饲料的质量指标

一、质量指标

（一）感官指标

感官指标（sensory index）是对饲料原料或成品的色泽、气味、外观性状等所做的规定。饲料感官指标通过感官检验（或借

助放大镜等)而获得。配合饲料产品的感官指标对产品营销成绩有一定影响,客户注意的指标主要为:粒度、气味和色泽。饲料的感官指标受饲料来源、组成(配方)、加工技术、贮藏条件、掺假等因素的影响。

感官指标一般要求:饲料色泽正常一致,无异味、异臭,无结块、发霉、发酵变质,无杂质。

(二) 水分

饲料的水分(moisture)含量关系到饲料的贮藏性能、营养成分含量。因此,必须限制饲料的水分含量。

(三) 营养成分指标

营养成分指标(nutritive index)是对饲料原料或成品的营养成分含量或营养价值所做的规定。饲料营养成分指标既包含营养成分含量的高低,又包含营养素是否平衡。饲料的营养成分指标受饲料来源、组成(配方)、加工技术、贮藏等因素的影响。

配合饲料营养成分指标通常包括粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、钙、总磷、食盐、主要必需氨基酸、维生素、微量元素等。可利用能量、粗蛋白质、必需氨基酸、维生素等规定的为下限含量,即不低于一定量;钙、磷通常规定在一定范围,磷有时规定下限含量;粗脂肪一般是下限含量,一般配合饲料产品质量标准中不做规定。但某些原料中,规定的为上限含量(例如鱼粉);粗纤维、粗灰分规定的为上限含量。我国饲料产品标准中,一般通过限定饲料中粗灰分、粗纤维、水分含量来保证达到饲料的可利用能量。

(四) 加工质量指标

加工质量指标(process quality index)是对饲料原料种类或成品的粒度、混合均匀度、糊化度等所做的规定。

1. 粒度 (particle size) 粒度是指饲料原料或成品的粗细程度。

饲料粒度通常用三层筛网法测定,在此基础上计算所测物料的粒度。例如,产蛋鸡饲料,全部通过 4.40mm 编织筛,2.0mm 直径筛筛上物 $\leq 15\%$ 。

2. 混合均匀度 混合均匀度 (mixing uniformity) 是指饲料产品中各组分分布的均匀程度。用变异系数 CV(%) 表示。变异系数越大,混合均匀度越低。我国配合饲料质量标准中规定:(全价)配合饲料 CV $\leq 10\%$,添加剂预混料 $\leq 7\%$,国外相应为 7%,5%。

3. 颗粒饲料粉化率 (percentage of powdered pellets) 颗粒饲料在特定测试条件下,产生的粉末重量占其总重量的百分比。

4. 颗粒饲料耐水性 (water durability of pellets) 供水产动物食用的颗粒饲料在水中抗溶蚀的能力。

5. 颗粒饲料硬度 (hardness of pellets) 颗粒饲料对外压力所引起变形的抵抗能力。

(五) 卫生标准

饲料卫生标准 (sanitation standard) 是对饲料中天然、次生、外源性污染的有毒有害物质及病原微生物的安全限量所做的规定。

饲料的卫生指标必须符合国家《饲料卫生标准》(GB13078) 的规定。

二、质量标准

随着我国饲料工业的发展,我国饲料法规逐步建立和完善。质量标准有如下几类:国家强制性标准 (GB):《饲料卫生标准》、《饲料标签》等;国家推荐性标准 (GB/T):各种测定方法标准等;行业标准 (GB、ZB、SB、JB、QB、HB、NY、YY 等);地方标准 (DB)。除上述标准外,企业可在符合国家标准的基础上,制定相应产品的企业标准 (Q/□□ □□)。