

配合饲料工艺学

(上册)

无锡轻工业学院

一九八八年九月

目 录

第一章 绪 论

第一节	配合饲料与饲料工业	1—1
第二节	配合饲料的原料	1—5
第二节	配方计算	1—30
第四节	饲料加工与营养	1—40

第二章 原料与成品的装卸、贮存

第一节	原料及成品的基本物理性质	2—1
第二节	原料及成品装卸	2—10
第三节	原料及成品的贮存	2—17
第四节	液体组份的	2—23

第三章 原 料 清 理

第一节	清理的目的与要求	3—1
第二节	筛选的基本原理	3—2
第三节	筛 面	3—3
第四节	饲料厂常用的除杂筛	3—4
第五节	筛选设备的操作与维修	3—11
第六节	磁选的基本原理	3—12
第七节	磁选设备	3—15

第四章 粉 碎

第一节	概述	4—1
第二节	粉碎原理	4—6
第三节	粉碎设备	4—12
第四节	锤片粉碎机工作效果的主要因素	4—23
第五节	几种粉碎机	4—28
第六节	粉碎机的使用	4—39
第七节	粉碎流程	4—40
第八节	粉碎工艺效果的评定	4—43

第五章 配 料

第一节	容积式连续配料	5—1
第二节	重量式批量配料	5—11
第三节	配料工艺流程	5—38

第一章 绪 论

第一节 配合饲料与饲料工业

一、配合饲料的优越性

畜牧业是现代化农业最重要的组成部分，发展畜牧业也是实现农业翻番的最为经济有效的途径之一。国内外的经验表明，畜牧业必须在现代化的基础上方能得以迅速的发展。

现代科学已经证明，畜禽在生活和生产过程中一般要从饲料中摄取几十种养分，不同种类的畜禽，在不同的情况下，需要的养分种类和数量是不一致的。各种养分之间的比例也不相同。只有在所需的各种养分齐全，数量配合得当，即所谓达到“全价”时，畜禽的生理状态和生产性能最好。此时，每年生产单位畜产品所需的饲料消耗最少，所得到的经济效益为最高，否则，用那种传统落后的单一饲料饲养，不仅不能保证畜禽的生产水平与产量质量，甚至还会影响到畜禽机体本身的健康和遗传性能的表现。

与一般的传统饲料相比，配合饲料的优越性表现在以下几个方面。

(一) 配合饲料由于采用了科学配方，营养比较全面，能提高畜禽产品的产量和质量，缩短饲养周期，节约饲料用量，降低饲料成本。例如，美国曾用相同品种的肉鸡，以1918年配方所制饲料养到5周龄时，每公斤增重需要3.59公斤的饲料，而用1968年的配方饲喂时，则只需1.76公斤的饲料。我国经有些部门的试验，配合饲料比单一饲料的效果约提高20~30%左右。

(二) 它有利于充分利用各种饲源及有关的工业副产品与下脚料扩大了饲料的来源,例如,棉菜籽饼粕,就可以在配合饲料中以一定比例用作蛋白饲源。

(三) 配合饲料能进行高效率的工业化生产,方便了运输与贮存,特别是那些营养完全的全价配合饲料,可以由机械装置直接向畜禽供料,这样就大大节约了饲养单位的劳力、时间,有利于饲养业的机械化和工业化。

二、配合饲料的种类

配合饲料是根据动物对于各种营养物质的需要,将多种饲料按照一定的比例,经加工配制而成的一种营养比较全面的商品饲料。

配合饲料是饲料工业的主体,其产品主要有以下四种:

(一) 全价饲料包括能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料、维生素饲料以及各类添加剂等所有成分在内的营养完全的饲料,从这种饲料作为畜禽唯一的日粮,除了水分以外,不需要添加任何其它物质就可满足畜禽的全部营养要求。这类饲料多为直接供应饲养单位使用。

(二) 浓缩饲料或补充饲料,主要是由蛋白质饲料、矿物质饲料、维生素饲料与添加剂所组成,饲养单位买回后用与本地或本单位的饲料粮(能量饲料)混合而成的。这样就减少了占配合饲料量一半以上的饲料粮的往返运输,种样既能保持饲料的质量,又可降低饲料的成本。它们在饲料中的配合量一般是10~30%左右,补充饲料与浓缩饲料的差别仅仅在于前者可以直接饲喂,后者必须与饲料粮混合稀释以后饲喂才比较安全。

(三) 预混合饲料,由微量元素、维生素及药物等各类添加剂加上载体与稀释剂,加以均匀地混合后所制成的一种中间产品,它们在饲料中的配合量一般在3%以下,小型饲料厂或饲养单位买进这种饲

料粮与蛋白饲料混合，就可配制成各种全价配合饲料。

(四) 混合饲料包括能量饲料、蛋白质饲料、矿物质饲料，饲养单位使用时另加维生素，添加剂等或用其与本单位的青饲料及新鲜的糟渣等搭喂。

三、我国饲料工业的现状和发展方向

几十年来，我国的畜牧业虽有了很大的发展，但由于饲料粮不足，特别是饲料工业处于空白状态，使得畜牧业所需的饲料，不仅数量不足，而且品种单一，“有啥吃啥”，缺乏蛋白质，营养不全等等。所有这些，都是畜禽增重慢，饲养周期长，出栏率低，饲料利用率差等落后状况的主要原因，与世界先进水平相比，目前我国猪的出栏率约低50%以上，母鸡的年产蛋量少三分之一至二分之一，饲料消耗量要高三分之一左右。

七十年代后期，我国的饲料工业才开始起步，近几年来各地都兴建了一批规模不同的配合饲料加工厂，使得配合饲料的生产得到了迅速的发展，据统计，一九八四年全国已有年产一万吨以上的饲料厂九十三座，二千至一万吨的饲料厂二千五百多座，还有一批小型乡镇饲料厂。一九八四年全国共生产配合饲料及混合饲料一千二百多万吨，约占精饲料用量的10%。另外，各地还兴建了一批鱼粉、石粉、矿物质、微量元素、赖氨酸等小型的饲料加工厂，动手较早的省市已初步形成了一个大中小相结合的饲料加工体系。

八三年由国家经委牵头，成立了全国性的饲料工业领导小组，並着手制订《全国饲料工业发展计划纲要》。八四年底，国务院办公厅正式转发了国家经委《一九八四年——二〇〇〇年全国饲料工业发展纲要》（试行草案），为我国饲料工业的发展提出了宏伟的蓝图与具体规划。根据我国的特点，今后饲料工业的发展要求与

趋势是：

(一) 从实际出发，建立具有我国特色的饲料工业体系。

国家或大中城市重点建设添加剂预配料厂和大中型饲料厂。县和县以下的广大农村，重点发展小型饲料厂。此外还必须相应地发展饲料加工机械的生产，大量提供高效优质的各类饲料机械，并使其系列化、通用化、标准化。

(二) 狠抓饲料资源的开发利用。

我国的饲料资源不算丰富，但目前的关键是开发利用问题。现在，我国除粮食外，大约有700万吨饼粕，4亿吨农作物秸秆皮壳，大量的轻、化、工、副产物和屠宰加工下脚料等，都有待于很好地开发利用。

(三) 加强企业管理，不断提高饲料产品质量，增加品种。

今后要抓紧制定有关饲料法规和质量标准，要逐步建立起各级饲料质量的监测体系，在保证产品质量的基础上，增加产品的品种，以适销对路。

(四) 加强科学研究，加速人才的培养，以适应饲料工业发展的需要。

四、国外饲料工业发展的特点与趋势

(一) 饲料配方更加完善，饲料质量日益提高，品种趋向于多样化。

由于营养学、饲养科学与加工技术的发展，配合饲料的产品在品种上及加工方式上都更加多样化。例如在美国，近年来生产的配合饲料，粉状的占53%，颗粒料占42%，立方块粒占2%，液体饲料占1%；按用途分有牛料、羊料、肉鸡、蛋鸡、火鸡料等；使用包装的占去1/3，散装的占2/3，且散装的有日益增加的趋势，产品的多样化既满足了各种方面的需要，又大大提高了使用时的经济效益。

(二) 发展添加剂工业、各类预混合饲料、浓缩饲料、蛋白质补充饲料

与全价配合饲料一道，形成了一个完整的饲料工业体系。

(三) 不断提高机械化、自动化的水平，提高劳动生产率。

一些发达国家的饲料厂随着各工序由一般机械化向自动化发展，电子计算机设计配方并集中控制整个生产过程也日益普及。

(四) 科学研究，促进了饲料工业的发展，很多国家的政府机构大学与公司都有专门的研究机构，并投入大量的人力、物力进行新产品、新工艺与新设备的研究。

(五) 科学管理，严格控制产品的质量。

各国均订有饲料法规及相应的管理条例与质量标准，使饲料的加工、销售、使用、贮存、运输、进出口等环节都有法律监督，以确保饲料的质量与使用的有效性和安全性。如美国在《联邦食品、药物与化妆品法令》及《联邦管理条例》中，对加药的饲料均有很多严格的规定，日本有《饲料安全法》及控制饲料质量的《饲料公定规格》，苏联也有相应的《国定标准》，他们都有一系列的管理与监测的办法，通过一套比较完整的饲料质量监测机构来执行。各个饲料厂也有自己的质量管理体系，强调控制原料的质量和各工序的层层把关。

第二节 配合饲料的原料

一、原料的分类

畜禽在生活期间不断进行新陈代谢作用，不断地生长繁殖，生产肉、奶、蛋等畜产品，要不断从食品中摄取各种营养物质，这些营养物质，一般包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质与维生素等五大类，此外空气和水也是重要的营养素，因为到处都能供应，所以一般

不作为营养素来考虑。

饲料中应包含畜禽需要的营养成分，还必须容易被消化吸收，只有被吸收利用的营养物质才真正反映饲料的营养价值。

畜禽所需的营养素是多方面的，组成配合饲料的原料种类很多，为适应配合饲料工业发展的要求，近来国际上均按饲料的营养特性将饲料分为八大类：

(一) 粗饲料

包括干青草类、农副产品类，以及在饲料干物质中粗纤维含量在18%以上（包括18%）的糟渣类、糠麸类、草籽树实类、树叶类及其它饲料。

(二) 青饲料

天然水份含量在60%以上（包括60%）的青绿饲料类，树叶类及非淀粉质块根、块茎、瓜果类（不管它们的干物质中粗纤维的含量为多少）。

(三) 青贮饲料

用天然新鲜原料调制的青贮饲料及有适量糠麸的青贮饲料。

(四) 能量饲料

饲料干物质中粗纤维含量在18%以下（不包括18%），粗蛋白含量在20%以下（不包括20%），有谷实类、糠麸类、草籽树实类、糟渣类、淀粉质块根、茎类及其它类。

(五) 蛋白质饲料

饲料的干物质中凡蛋白质含量在20%以上（包括20%），粗纤维含量在18%以下（不包括18%）的豆类、油饼类、动物性饲料及其它饲料。

(六) 维生素饲料

不包括天然维生素资源的维生素饲料。

(七) 矿物质饲料

包括微量元素在内的矿物质饲料。

(八) 添加剂

不包括维生素饲料、矿物质饲料在内的添加剂，如抗氧化剂、抗菌素等。

二、常见原料简介

(一) 谷实类 谷实类的主要化学成分为淀粉，约占70%左右。蛋白质较低，一般为10%左右，粗脂肪、粗纤维、粗灰分大体各占3%左右，随种类而有不同，水分约13%左右。兹将几种常见的谷实类饲料营养成分列于表1—1。

表 1—1 几种谷物的营养成分

饲料名称	干物质 %	代谢能 (鸡兆卡/公斤)	粗蛋白 %	可消化粗蛋白 (猪)克/公斤	粗纤维 %	消化能 (猪兆卡/公斤)	钙 %	磷 %
玉米	87.5	3.11	7.8	36	1.6	3.38	0.09	0.26
大麦	88.1	2.24	11.0	68	5.3	3.04	0.07	0.32
元麦	88.5	3.08	12.4	82	2.6	3.32		0.31
燕麦	89.4	1.81	12.5	83	9.8	2.65	0.16	0.24
高粱	87.2	3.03	8.6	44	2.6	3.27	0.07	0.25
棉谷	88.6	1.95	6.8	25	8.2	2.77	0.03	0.27
荞麦	87.9	1.82	12.5	84	12.3	2.65	0.13	0.29
小麦	86.1	3.01	11.1	71	2.2	3.25	0.05	0.32

从表中可以看出，在几种谷物中，玉米因不含壳，加上脂肪含量较多（4%左右），故其能量很高，高粱、小麦、元麦等也有较高的能量；稻谷、燕麦与荞麦因含壳多，故粗纤维含量高，能量水平比较低。所有谷实类饲料中均缺乏赖氨酸与旦氨酸，玉米中不仅赖氨酸含量很低，还缺少色氨酸。由于谷实类饲料中蛋白质含量较少，往往达不到畜禽对于蛋白质能量比的要求，因此，一般必须在日粮中补充一些蛋白质含量高的蛋白饲料。特别是赖氨酸、旦氨酸含量高的豆粕、动物蛋白等以有利能量蛋白的平衡和氨基酸的平衡。

谷类饲料很容易消化，消化率常常达到90%左右，但其壳及外皮较难消化，这对单胃动物的影响很大。例如，用小麦喂猪有机物的消化率为98%，喂鸡时为84%，但用有壳的大麦饲喂时其消化率分别为82%与75%，为了提高谷物的利用率，我们一方面尽量将皮壳含量高、粗纤维多的饲料喂反刍动物，纤维少，能量高的饲料喂猪、鸡等单胃动物，另一方面要通过适当的加工，如磨碎与压扁等使皮壳破裂与粉碎，从而提高它们的消化率。

谷物中均含有一定量的B族维生素，唯有B₂较少，B₁₂缺乏，脂溶性维生素A与D都很缺乏，黄玉米中只有少量的胡萝卜素，因此，以谷物作为主要饲料时需要补充维生素或喂青绿饲料才行。

谷物类的饲料中钙的含量特别低，从动物的需要量及合适钙磷比来看，均需加以重点补充。此外，谷物中谷含磷量是高的，但其中大多数是一种植酸盐的有机磷，单胃动物对它的利用率是不高的，另外谷物中的钠、氯的含量也较低，故需要在日粮中补充食盐。

(二) 糠麸类米糠、麸皮等粮食加工的副产品，一般也属于能量饲料，它们所含的能量稍低于谷物，其它如含磷较多，B族维生素丰富，缺乏钙质等，比谷物更为明显。

表 1—2 糠麸的营养成分

饲料名称	干物质 %	消化能 (猪) 兆卡/公斤	代谢能 (鸡) 兆卡/公斤	粗蛋白 %	可消化 粗蛋白 (猪) 克/公斤	粗纤维 %	钙 %	磷 %
小麦麸	87.9	2.53	1.70	13.5	94	10.4	0.22	1.09
米糠	88.4	2.86	2.05	12.1	80	7.2	0.18	0.78
米糠饼	88.1	2.76	1.93	15.8	99	9.3	0.20	0.89
统糠 (四糠)	90.0	1.01	—	6.3	20	28.7	0.33	0.55
统糠 (三糠)	90.0	0.76	—	5.4	10	31.7	0.36	0.43
统糠 (二糠)	90.0	0.50	—	4.4	负值	34.7	0.39	0.32
砻糠 (稻壳)	91.0	负值	负值	2.7	负值	41.1	0.44	0.09

米糠的营养成分和米的加工精度有关，加工精白米时，因米的胚乳和胚进入糠中较多，米糠所含的能量就大，营养价值就好。

米糠中因含有较多的脂肪而热量较高，新鲜时饲用效果很好，但这种油脂饲喂过多时会很快地酸败，幼弱畜禽食后会损坏消化器官，发生吐泻，因此用米糠作饲料时，应尽量保持新鲜，不能用陈旧米糠配制配合饲料。用榨油后的米糠饼粉制造配合饲料比较好。

米糠中如混有砷糠，会大大降低其消化率和营养价值。表1—2中二八统糠中的消化蛋白为负值即说明这一问题。

小麦麸皮的脂肪含量很低，因此容易贮藏，使用也比较安全，它含有较多的蛋白质和丰富的B族维生素及维生素E，适口性好，具有轻泻作用，是奶牛和母畜的好饲料，因其粗纤维含量一般在10%以上，对育肥猪的饲喂效果要差一些，家禽与幼猪的用量也要控制。

粮食加工时还有其它加工副产品，如碎稻屑、杂草种子、粉灰下脚等均可用作饲料，它们的组成与营养价值的差别是很大的，如不带壳的米糠与提取精白粉后的黄次粉，其营养价值与谷物不相上下，而带壳瘪稻的质量就很差，所有这些均取决于副产品中胚乳、胚芽、皮糠与壳所占比重的不同，用粗纤维、粗蛋白含量等指标大体上反映它们的质量。

(三) 油脂类 为了提高饲料的能量水平。可在配合饲料中加入适量的油脂，这是国外提高畜禽育肥水平的重要措施，近来国内也已开始应用。

油脂类含有很高的能量，如猪油或植物油的猪消化能分别为8.31与8.58兆卡/公斤，相当于玉米的2.5倍，若在肉鸡与猪饲料中添加5%以代替玉米，可将能量水平提高0.25兆卡/公斤饲料的左右，添加油脂后还可改善配合饲料的适口性，并有助于保持饲料

的混合均匀度。

非食用性动物油脂、植物性油脂也可添加，但不饱和的植物油添加太多易形成“软脂”，影响产品质量，饲用油脂虽然可比食用的差一些，但其基本质量还要保证，一般说其水分含量要低，为了防止脂肪氧化哈败，饲用油脂还必须作“稳定性”处理，即在其中加入适量的乙氧喹BHT等抗氧化剂，以防止哈败，保证使用的效果。

(四) 蛋白质饲料

凡饲料中粗蛋白含量在20%以上者即为蛋白质饲料，其中包括豆类、油饼类、动物性饲料、单细胞蛋白（如饲料酵母、藻类及其它菌体蛋白），其它如畜禽粪便的利用及尿素等“非蛋白态氮”及用作添加剂的工业氨基酸等，都可算作蛋白质饲料。

1、油饼类为油料种子经压榨或浸出提取大部分油后的残余部分，其中含有大量的蛋白质，是我国畜禽蛋白饲料的主要来源。

油籽饼粕的营养成分变化较大，它除了和油籽的种类有关外，受油脂加工厂工艺的影响很大，如胚中含壳量的多少会直接影响饼粕中粗纤维的含量。

取油的方式有压榨法或浸出法，经压榨后的油饼一般仍留有4~10%的“残油”，现代的溶剂浸出的预榨浸出粕，含油约在1%左右。

加工条件对营养价值也有影响，螺旋压榨法加工时的高温，蒸炒与高压压榨会使油脂中的蛋白质深度变性，其中的赖氨酸、精氨酸、色氨酸与胱氨酸等均有不同程度的损失。与此同时，高温也能使油籽中某些毒性成分与有害成分失效与解毒，所有这些情况，在我们选择饼粕时均需加以考虑。

油饼除了高蛋白含量外，它们的蛋白含量一般也较谷物为好，除豆饼外，其它饼粕的赖氨酸含量还嫌不足，需要补充少量动物蛋白才

能提高使用效果。油饼的能量和皮壳含量有关，豆饼的能量较高，与谷物相似，棉籽与菜籽饼粕的能量稍低于一般谷物（表1—3）。

另外，油饼的B族维生素含量较高而缺乏维生素A、D，同时钙的含量也不高。根据这些特点，一般在配合饲料中。可按不同畜禽的营养需要，搭配10~20%左右的油饼作为蛋白质的主要来源，并按需要与可能再配合少量的动物蛋白与青绿饲料，或者在谷物、糠麸再加油饼的基础上添加某些氨基酸、维生素、矿物质与微量元素，也可以达到要求。

在我国，最重要的油饼为大豆饼粕、花生饼粕、棉籽饼粕与菜籽饼粕，其它如芝麻油饼、向日葵饼、亚麻仁饼与椰子饼等在某些地区也是重要的饲源，下面对于营养价值很高的大豆饼粕和需要特别注意使用方法的棉籽饼粕和菜籽饼粕加以重点介绍。

大豆饼粕是产量最大，质量最优的饼粕类，是畜禽极好的蛋白质饲料。大豆饼粕的蛋白质含量很高，一般压榨的豆饼其粗蛋白含量在40%以上，浸出法的粗蛋白的含量在44%以上。

其消化能水平在3000千卡/公斤左右，与谷物相似，特别可贵的是它含有比较丰富的赖氨酸，刚好可以弥补谷物与一般植物饲源之不足。因此，以玉米与豆饼作为猪饲料时，只要配比合适，甚至可以不加蛋白质补充料与氨基酸，也能使氨基酸得到平衡，取得相当好的饲养效果。在国外，一般认为玉米和豆饼是养猪业的典型的能量蛋白饲料，只是用作猪仔和家禽的饲料时，蛋氨酸和胱氨酸尚嫌不足，需要补充鱼粉等动物蛋白或添加蛋氨酸来满足饲喂的要求。

由于生大豆中含有一些有害物质，如抗胰蛋白酶、脲酶、血球凝集素等，影响家禽的消化等正常的消化机能，在煮熟或加工的蒸炒过程中，高温能破坏这些有害物质，降低其活性，从而提高了饲喂价值，因此，

生大豆不能作为猪、鸡的饲料。

棉籽饼粕，我国年产棉籽饼粕几百万吨，是一笔极大的饲料资源，过去，由于其中含有一种叫做“游离棉酚”的毒素，人们都不敢用作饲料，而直接肥田，极为可惜。如果能加以合理利用，做到“先过腹，后肥田”，意义是很大的。

棉籽与饼粕中所含的这种游离棉酚是一种黄色色素，单胃动物如猪、兔、鸡等食用过多会引起不同程度的中毒现象，严重的甚至会引起死亡。经国内外研究，在猪的总日粮中，这种游离棉酚的含量不超过 $0.01\sim0.02\%$ 是不会引起中毒现象的。一般生棉籽中的棉酚含量很多，但是在加工过程中，由于蒸炒与压榨中的高温作用，大部分游离棉酚均与其它物质结合而失效，例如经螺旋压榨机（俗称“红车”）压榨或预榨浸出液的饼粕中残余的游离棉酚含量为 $0.04\sim0.08\%$ 左右，因此这种饼粕占肉猪总日粮的 $15\sim25\%$ ，占肉鸡或后备鸡总日粮的 $10\sim15\%$ 是能保证饲喂安全的。牛羊更可以根据需要饲喂而不必限量。

由于我国农村目前还有一些“土榨饼”，这种饼的蒸炒过程很快，或者只炒不蒸，游离棉酚的破坏较少而残余较多，饼中棉酚含量常高达 $0.2\sim0.3\%$ ，这种饼粕必须去毒才能饲喂。

最简便易行的去毒方法是硫酸亚铁法，因为硫酸亚铁可以与棉酚结合成无毒的结合棉酚，畜禽吃后不能吸收而由粪便排出体外。解毒用的硫酸亚铁量大体为游离棉酚含量的五倍左右，可以在榨油后用硫酸亚铁水溶液喷洒于饼中，可以在含饼的配合饲料中添加硫酸亚铁粉，也可以在饲喂前用硫酸亚铁水浸泡棉饼后再用。

一般棉籽中棉仁约占 55% 左右，棉壳占 45% 左右，全部带壳榨的棉籽饼粗蛋白含量只有 25% 左右，消化能含量很低，一般机榨