

高效
益养
殖技
术丛
书

猪鸡饲料 配制技术

周安国 陈 德 编著



中国农业出版社

高效益养殖技术丛书

猪鸡饲料配制技术

周安国 陈 德_书 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

猪鸡饲料配制技术/周安国, 陈德编著. —北京: 中国农业出版社, 2000.3

(高效益养殖技术丛书)

ISBN 7-109-06239-2

I. 猪… II. 周… III. ①猪-饲料-配制②鸡-饲料-配制 IV. S828.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 01423 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 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 颜景辰 李锦明

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行
2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 10.125

字数: 220 千字 印数: 1~6 000 册

定价: 13.60 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序 言

配合饲料是一种科学技术成分含量高的饲料，也叫科学饲料。配合饲料的显著特点是，饲料中的营养物质更接近满足动物的营养需要，营养物质利用效率显著提高，饲料的作用效果更显著。用配合饲料饲养猪、鸡，显著提高生产性能，明显节约饲料，是现代集约化组织猪、鸡生产唯一可采用的一种饲料形式。生产配合饲料的原料质量不一定比用作食品的质量好，但生产成配合饲料以后，营养质量明显更高，营养物质之间的平衡可以达到十分理想的程度。配合饲料是用科学技术改造低、劣质饲料的有效途径和方法，是挖掘饲料资源潜力的有力手段。配合饲料是多学科知识技术的综合反映，而不是动物营养学、饲料科学、加工工艺学、加工机械等某一学科的产物。配合饲料有其特有的饲料质量。

本书基于配合饲料的科学性和技术特点，对涉及到有关门类的知识和技术，特别是交叉学科领域里的知识和技术，例如饲料科学、动物营养学与饲料加工工艺学等学科的交叉，作了比较深入浅出的介绍，基本上反映了与配合饲料配方设计、配合饲料制备等有关学科及相关学科领域里的研究成果。配合饲料配制是一个科技型的系统工程。本书专门介绍了猪和鸡的配合饲料设计及配制技术。书中各章内容力求针对猪、鸡配合饲料设计制备中可能出现的问题介绍有关知识。

希望这本书能成为初学者比较系统了解配合饲料配方设计，学习制备配合饲料，鉴别配合饲料质量，科学使用配合饲料的良师益友。也希望从事配合饲料配方设计和配合饲料制备的读者能从本书中得到进一步启发，找到深入钻研的方向。

我们殷切希望广大读者对本书内容和错误提出宝贵意见。

目 录

第一章 猪、鸡营养特点	1
第一节 消化特点	1
一、消化道结构特点	1
二、猪、鸡的消化特点	6
第二节 营养物质利用转化	9
一、猪、鸡利用营养物质的特点	9
二、猪、鸡营养物质转化效果	19
三、猪、鸡饲料利用特性	21
第三节 猪、鸡饲粮营养水平	24
一、猪饲粮营养水平	24
二、鸡饲粮营养水平	26
第二章 猪、鸡饲料	31
第一节 青粗饲料	31
一、青饲料（青绿饲料）	31
二、青贮饲料	33
三、干草	36
四、藁秕饲料	37
第二节 能量饲料	39
一、谷类籽实饲料	39
二、副产品类饲料	45
三、块根、块茎及瓜果饲料	47
四、油脂和糖蜜	48

第三节 蛋白质饲料	49
一、植物性蛋白质饲料	50
二、动物性蛋白质饲料	55
三、其他蛋白质饲料	57
四、合成氨基酸饲料	57
第四节 特殊饲料	58
一、矿物质饲料	58
二、维生素类饲料	59
三、微量元素饲料	62
四、非营养性添加剂	64
第五节 商品饲料	67
一、商品饲料质量	67
二、商品饲料选购	76
第三章 配合饲料设计方法	88
第一节 饲料配方设计的原则要求	88
一、猪、鸡配合饲料种类	88
二、配方设计的总体构思	91
三、配方设计的基本资料	96
四、配方设计质量的衡量标准	99
第二节 配方设计的计算方法	102
一、基本计算方法	102
二、综合计算法	110
三、预混料配方计算方法	120
四、计算机计算法	127
五、配方设计保证值计算方法	135
第四章 猪配合饲料配方设计	138
第一节 配合饲料设计类型	138
一、谷类、副产品型日粮	138
二、植物性饲料、动物性饲料型日粮	140

三、蛋白补充料型日粮（或叫浓缩蛋白料）	142
第二节 猪配合饲料配方设计要点	143
一、配方设计重点	143
二、配方设计的选料技术	144
三、配方设计的用料技术	146
第三节 猪配合饲料配方实例	150
一、乳仔猪配合饲料配方	150
二、生长肥育猪配合饲料配方	156
三、种猪配合饲料配方	161
四、实用饲料配方调整	165
第五章 鸡配合饲料配方设计	169
第一节 鸡配合饲料设计类型	169
一、常用饲料配方设计类型	169
二、抗应激饲料配方类型	170
三、特殊效果饲料配方类型	171
第二节 鸡饲料配方设计要点	172
一、饲料配方设计重点	172
二、配方设计的饲料选择和利用	173
第三节 鸡实用饲料配方	178
一、产蛋鸡配合饲料配方	178
二、育成鸡饲料配方	187
三、肉鸡饲料配方	191
四、实用饲料配方调整	195
第六章 猪、鸡配合饲料生产技术	199
第一节 粉状配合饲料生产技术	199
一、主要生产设备与工艺	199
二、粉状配合饲料生产效率	211
三、粉状配合饲料的生产技术管理	212
第二节 颗粒饲料生产技术	215

一、颗粒饲料生产设备与工艺	216
二、蒸汽调质系统	223
三、制粒技术和工艺参数	226
四、颗粒饲料的质量控制	230
第三节 膨化饲料生产技术	232
一、挤压膨化原理与设备	233
二、膨化饲料的质量	236
第四节 预混合饲料生产技术	238
一、预混合料生产设备	239
二、预混合饲料生产工艺流程	240
三、预混合饲料生产质量控制	242
第七章 配合饲料质量检测	246
第一节 猪、鸡饲料配方质量分析	246
一、饲料配方资料的可靠性	246
二、配方原料利用的合理性	248
三、饲料配方营养平衡程度	249
四、配方的配合饲料产品特性	251
第二节 配合饲料产品质量标准	253
一、猪配合饲料质量标准	253
二、鸡配合饲料质量标准	254
三、配合饲料生产的企业标准	255
第三节 配合饲料质量控制	256
一、饲料原料质量控制	256
二、配合饲料生产过程的质量控制	259
三、配合饲料产品抽检控制	262
四、配合饲料贮藏过程质量变化控制	263
第四节 配合饲料产品质量稳定性	265
一、饲料原料质量稳定性	265
二、工艺流程可靠性	266

三、配合饲料生产操作技术	267
第八章 配合饲料利用	269
第一节 配合饲料使用方法	269
一、全价配合饲料的利用	269
二、浓缩饲料利用	275
三、预混合饲料利用	276
第二节 配合饲料利用效果	277
一、猪的配合饲料利用效果	277
二、鸡的配合饲料利用效果	280
第三节 配合饲料利用中存在的问题	282
一、猪的配合饲料利用中可能存在的问题	282
二、鸡的配合饲料利用中可能存在的问题	284
附表	287
一、中国瘦肉型猪饲养标准	287
二、NRC 瘦肉型猪营养需要 (1998 年)	291
三、NRC 鸡的营养需要 (1994 年)	297
四、国外猪、鸡典型饲料配方	300
五、鸡不同产蛋率的饲料、粗蛋白质水平速查表	303
六、猪、鸡常用饲料营养价值表	304
七、常用矿物元素化合物元素含量	310
八、标准筛的孔径与筛目	311
九、饲料粒度对猪、鸡生产性能的影响	311
十、粉碎粒度对制粒效率与颗粒稳定性的影响	312
十一、调质工艺条件对猪鸡颗粒饲料产量和破碎率的 影响	313

第一章 猪、鸡营养特点

第一节 消化特点

一、消化道结构特点

(一) 猪消化道结构特点 猪的消化系统主要由口腔、食管、胃、十二指肠，空肠，回肠、盲肠、大肠（又叫结肠）、直肠等主要部分组成。口腔是猪摄取食物的器官，饲料中的淀粉有一部分在口腔中被消化，食管只有传送食物的作用。胃有两个作用，一是贮存食物，二是部分消化食物。胃能分泌消化蛋白质的酶和盐酸，对饲料中的蛋白质进行初步消化，把大分子的蛋白质分解成较小分子的物质。饲料进入胃中的一定时间内，当饲料还没有与胃中盐酸混合时，来源于饲料和唾液中的淀粉酶可对淀粉继续进行消化。胃在正常情况下，酸度很高，pH 很低。猪采食饲料前胃中 pH 降到最低，采食饲料后 pH 升高到最高。正常 pH 在 2~4 的范围内变化，是饲料蛋白质在胃中消化的有利环境。十二指肠、空肠和回肠，也叫小肠，是饲料中的营养物质被彻底消化和吸收的部位，饲料中的蛋白质在这里被消化成氨基酸或由 2~3 个氨基酸组成的物质。碳水化合物中能被消化的部分，被分解成葡萄糖等单糖。脂肪在这里被分解成脂肪酸，或被胆汁乳化成很细的脂肪微粒。各种营养物质一边被消化，一边被吸收进入体内。矿物质和维生素的消化吸收比较

简单，饲料中的矿物质，只要在消化道中酸、碱条件下能够被溶解即可被吸收。维生素中的水溶性维生素如 B 族维生素，溶解在水中后就可被吸收，脂溶性维生素随脂肪一同被吸收。消化道中的盲肠和大肠是微生物活动的场所，每克肠道内容物有数千万个至数亿个微生物，它们利用饲料被消化、吸收后剩余的残渣生存和繁殖，同时产生大量挥发性的物质，其中有一部分通过肠壁吸收进入体内。若属于腐败性微生物发酵产生的挥发性物质，进入体内后可能对猪产生毒性。盲肠和大肠不具备主动吸收营养物质的功能，但是，它是消化道吸收水分的主要部位。

猪是一种典型的杂食单胃（一个胃）动物。耐粗性比较强。猪的消化道容积大。消化道长，平均消化道长度是体长的 25 倍，仅次于牛、羊居家畜第二位。甚至比以草为食的单胃动物如马、兔等更长。消化道容积，每 100 千克体重达到 25 升以上。具有容纳足够饲料的能力。这样的消化道结构特点，为猪采食、消化质量较差的大容积饲料如麦麸、米糠等和较难消化的饲料如草粉、羽毛粉等提供了良好的生理基础。也说明了猪贪食有特定的生理基础。但是，不同年龄的猪，消化道容积和长度有所不同，见表 1-1。

表 1-1 不同年龄猪消化道容积和长度比较

年龄 (天)	体重 (千克)	胃		小 肠			大 肠		
		重 (克)	容积 (升)	重 (克)	容积 (升)	长度 (米)	重 (克)	容积 (升)	长度 (米)
1	1	4.5	0.025	40	0.1	3.8	10	0.04	0.8
10	2	15	0.073	95	0.2	5.6	22	0.09	1.2
20	3	24	0.213	115	0.7	7.3	36	0.7	1.2
70	18	232	1.815	996	6.0	16.5	458	2.1	3.1
115	32	360	2.5	1180	10.7	18.0	714	6.6	4.3

(续)

年龄 (天)	体重 (千克)	胃		小 肠			大 肠		
		重 (克)	容积 (升)	重 (克)	容积 (升)	长度 (米)	重 (克)	容积 (升)	长度 (米)
208	69	685	3.17	1670	13.3	18.8	1380	11.7	5.4
255	103	745	3.4	1530	14.1	18.8	1280	10.1	5.0
380	152	980	3.55	2510	20.6	23.7	2010	15.7	6.8
428	156	844	4.56	2320	19.1	22.4	2184	18.1	6.1
449	154	980	5.16	2310	17.4	21.2	1970	17.2	6.3
1460	270	1430	12.68	1998	22.6	22.9	2790	25.6	7.5

从表 1-1 可知，猪在 100 千克体重以前，消化道容积和长度明显随年龄增大而增加，特别是消化道容积随年龄增大而增加更为明显，说明猪越小，采食饲料的容积（采食量）越有限。为了使小猪充分发挥生长潜力，必须采用高营养浓度饲料才能达到目的。这就是乳、仔猪要求高质量配合饲料的生理基础。100 千克体重以后，消化道容积和长度的变化趋向增加，但规律性不如 100 千克体重以前明显，受营养条件的影响比较大，长时间饲喂大容积饲料，整个消化道容积自然更大，长度也更长。

猪消化道的结构和形态，在出生时已发育完全，以后，只有大、小和长、短的变化，结构和形态不发生变化。但是，消化功能或消化能力，出生后有一个逐渐发育成熟的过程。小猪一般要在 3~5 周以后，消化功能才能基本发育成熟。消化利用粗纤维的能力，则需要更长的时间，猪要长到 40~50 千克体重以后，才能耐受更多的饲料粗纤维。一般说来，50 千克体重以前的小猪，配合饲料中的粗纤维含量不宜超过 5%，50 千克体重以后的肥育猪，饲料粗纤维最好也不要超过 10%，妊娠母猪饲料粗纤维可比肥育猪适当高

一些。但是，猪消化功能发育成熟后，饲粮粗纤维含量低于2%~3%，也不利于猪消化功能的正常发挥。

(二) 鸡的消化道结构特点 鸡是单胃动物。其特点：①口腔内没有牙齿，采食过程没有咀嚼作用，采食速度比较快，口腔内分泌的唾液主要对饲料起润滑作用，②鸡的食管有一像胃一样的膨大部分叫嗉囊，主要用于贮藏饲料，软化饲料，为进一步消化作准备，③饲料在能分泌消化液的胃内停留时间很短，分泌的消化液和从嗉囊来的饲料很快进入肌胃，肌胃是一个动力器官，也是一个具有消化作用的器官。胃内酸度是消化道中最高的部位，见表 1-2。肌胃肌肉收缩能把饲料压碎，使饲料表面积增大，有利于饲料与消化液混合，逐步消化饲料中的蛋白质。肌胃对饲料的粉碎作用，弥补了鸡口腔无咀嚼作用的不足。肌胃内存在比较坚硬的物质，更有利于压碎饲料。鸡正常采食情况下，要选择摄入适量的硬砂石颗粒，就是为了肌胃生理功能的需要，④具有 2 条较长而且较细的盲肠与大肠平行。

表 1-2 鸡消化道不同部位的正常 pH

消化道部位	平 均 值	变化范围
嗉囊	4.67	4.39~4.82
腺胃	4.48	4.3~4.6
肌胃	2.94	2.83~3.01
十二指肠	6.13	5.94~6.4
空肠	6.29	6.03~6.62
回肠	6.58	6.36~6.81
盲肠	6.14	5.75~6.5
结肠	6.82	6.62~7.21
胆管	6.51	6.12~6.64
胰腺	6.58	6.38~6.8

鸡消化道长度比较短。消化道总长度与体长之比明显比猪小，而且也比鸭、鹅小（表 1-3），表明鸡饲料在消化道中停留的时间更短。对饲料质量的要求比猪、鸡、鹅高。但是，鸡有其独特的营养生理特点，消化吸收进入体内的营养物质，特别是氨基酸，一时不能用上的，不会立即被分解掉，又返回消化道，重新参与吸收，如此反复循环，有效弥补了消化道较短的缺点。经过试验表明，鸡采食饲料以后，经过 15 分钟就可以到达小肠。正常饲养条件下，采食常规饲料，一般经过 24 小时，不能被消化吸收的饲料残渣就可以形成粪便排除体外。不能消化吸收的饲料残渣全部排除体外也不超过 48 小时。

表 1-3 鸡消化道结构与其他禽类比较（毫米）

消化道部位	单 位	鸡	鸭	鹅	鸽 子
十二指肠	长度	22~35	22~38	40~49	11~22
	直径	0.8~1.2	0.4~1.1	1.2~1.6	0.5~0.9
空肠	长度	85~120	90~140	150~185	45~72
	直径	0.6~1	0.5	1.3~1.7	0.3~0.7
回肠	长度	13~18	10~18	20~28	8~12
盲肠	长度	14~23	10~20	23~28	2~7
结肠	长度	8~11	7~12	16~22	3~4
肠总长度		120~250	115~230	250~365	70~130
肠长:体长		8:1	10:1	11:1	7:1

鸡消化道的这一结构特点说明在设计、配制鸡饲料时，低质量饲料原料，特别是消化率低的饲料和大容积饲料不宜大量选用，否则，可能因加快饲料通过消化道的速度，使本来能被消化、吸收的营养物质也提前排除体外，降低高质量营养物质利用效率。商品肉鸡可导致显著降低生长速度，降低饲料利用效率；商品产蛋鸡降低产蛋率。供给鸡的营

养，也要注意充分发挥鸡的消化生理特点，特别是肌胃的生理功能特点。使饲料中营养物质在鸡消化能力允许条件下，最大限度消化可能消化的营养物质，提高饲料利用效率。

二、猪、鸡的消化特点

(一) 化学消化

1. 消化酶系统 这种消化的实质是依靠消化酶在消化道中催化一系列化学反应，使饲料中的有机物质分解成可被吸收的基本营养物质，因此，酶的种类、数量和酶的活性是决定饲料中大分子营养物质能否被消化吸收的关键。

猪和鸡消化道具有类似的酶系统、酶种类和酶学特征(表 1-4)，表明猪和鸡能利用类似的饲料。但是，由于动物种属特性上的差异，对同一种饲料，消化利用程度存在不同。例如猪、鸡对生淀粉和乳糖的消化明显不同。刚孵化出壳的小鸡，消化道内淀粉酶的活性已经很高，达到鸡一生中酶活性的最高峰，小鸡一开始采食就能十分有效消化未经任何加工处理的生淀粉。同样年龄的猪，由于消化功能还未完全发育成熟，消化道内淀粉酶活性很低，对生淀粉的消化率则很低，一般不到 50%。相反，小猪消化道乳糖酶活性很高，刚出生就能有效消化母乳中乳糖。小鸡则基本不能消化乳糖。当两种动物的消化能力都发育达到正常后，都能有效利用淀粉，对乳糖的消化率都很低。

表 1-4 猪、鸡消化道酶的种类和特性

酶种类	来 源	作用对象	适宜 pH	分解产物
胃蛋白酶	胃壁	蛋白质	1~2	多肽
胰蛋白酶	胰腺	蛋白质	8	多肽
胰凝乳蛋白酶	胰腺	蛋白质	8	多肽

(续)

酶种类	来 源	作用对象	适宜 pH	分解产物
组织蛋白酶	肠壁	蛋白质	4~6	多肽
凝乳酶(胃)	胃壁	奶蛋白	3~4	多肽
氨基酸酶	肠壁	多肽	8	氨基酸, 小肽
淀粉酶	唾液, 胰腺	淀粉	7	麦芽糖, 低聚糖
葡萄糖苷酶	肠壁, 胰腺	麦芽糖	7~9	葡萄糖
乳糖酶	胃壁	乳糖		半乳糖, 葡萄糖
脂肪酶	胰腺	脂肪	7	脂肪酸, 甘油
磷脂酶	胰腺	磷脂	7	甘油, 胆碱, 磷酸

2. 蛋白质的消化 饲料中的蛋白质由消化道内的蛋白酶分解酶消化, 主要消化部位在胃和小肠, 特别是十二指肠。蛋白质先在胃内酸性条件下, 经过盐酸和胃蛋白酶的作用, 变成半消化的蛋白质, 叫多肽。当胃中内容物进入十二指肠后, 半消化的饲料蛋白质从酸性环境转变到碱性环境, 立即受到在碱性条件下能促进蛋白质水解的胰蛋白酶和肽分解酶作用, 饲料蛋白质被分解成氨基酸和一些小肽, 形成分解产物后, 很快被吸收进入体内。

3. 碳水化合物的消化 猪、鸡饲料中碳水化合物约占2/3以上, 但真正被消化吸收的主要是饲料中的淀粉、葡萄糖、蔗糖等可溶性碳水化合物。来源于饲料中的非淀粉多糖如纤维素、半纤维素、果胶、以及木质素等仍然不能被消化。淀粉的消化主要在十二指肠, 口腔和胃中有部分淀粉被消化, 淀粉在口腔中靠淀粉酶进行消化。猪唾液中淀粉酶含量比鸡高。因此, 口腔中淀粉的降解程度更大。但鸡采食的饲料在嗉囊中停留期间, 来源于饲料和口腔中的淀粉酶可对淀粉进行一定程度消化分解。猪、鸡饲料进入胃后, 短时间内淀粉的消化作用可继续进行, 直到与胃酸混合为止, 饲料