

动物营养与饲料配制技术丛书

猪

猪

的营养与饲料配制

李同洲 主编

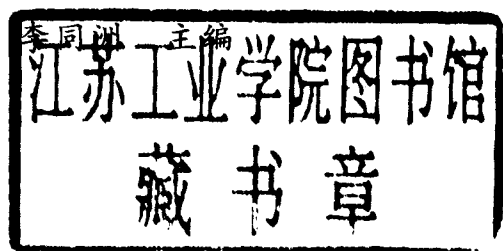
ZHU DE YING YANG



中国农业大学出版社

动物营养与饲料配制技术丛书

猪的营养与饲料配制



中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

猪的营养与饲料配制/李同洲主编. —北京:中国农业大学出版社, 2003. 10

(动物营养与饲料配制技术丛书)

ISBN 7-81066-622-3/S · 471

I. 猪… II. 李… III. ①猪-合理营养 ②猪-饲料-配制
IV. S828. 5

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第032275号

书 名 猪的营养与饲料配制

作 者 李同洲 主编

策划编辑 高 欣

责任编辑 冯雪梅

版式设计 郑 川

责任校对 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号 邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190, 2620 读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618 出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup> E-mail caup@public.bta.net.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2003年10月第1版 2005年5月第3次印刷

规 格 850×1168 32开本 印张11.5 千字283

印 数 8 501~10 500

定 价 16.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 李同洲

副主编 臧素敏 管武太 陈宝江

编 者(按姓氏笔画)

王小睿	王红云	王志刚	车向荣
张力圈	张秋良	李爱民	李同洲
陈宝江	房国芳	侯建华	郝满良
高玉红	崔亚利	管武太	臧素敏

责任编辑 冯雪梅

封面设计 郑 川

前 言

养猪在我国国民经济中占有重要地位,是我国农村经济和畜牧业的一大支柱产业。近年来,养猪业发展迅速,养猪方式正由家庭副业式的千家万户散养猪迅速向规模化、专业化养猪转变,规模不断扩大,集约化程度迅速提高,圈舍循开放式—半开放式—封闭式演变,饲养管理方式由粗放型转向精细型,品种遗传性、生产性能迅速提高,同时,猪对营养、饲料、环境等的要求也变得更加苛刻、严格。因此,有关猪营养方面的研究十分活跃,从概念到内容等方面都在不断更新和拓宽。同时,一些中小饲料厂及使用商品预混料自配全价料的猪场,在饲料配制工艺、技术等方面也亟待提高,为了及时总结养猪生产、饲料生产及科研中有关营养、饲养饲料加工等方面的经验与成果,特组织了有关专家、教授编写了这本《猪的营养与饲料配制》。

本书编写的原则是照顾系统性,突出实用性,并适当阐述必要的理论基础,以提高本书解决问题的广度和深度。本书内容丰富、翔实,取材新颖,理论联系实际,适于广大养猪生产者、猪场技术人员、饲料加工工作人员、畜牧专业、动物营养专业学生以及从事养猪或营养的科研、教学等各专业人员参考。

本书编写过程中参阅了大量国内外专家、教授的著作和论文,在此特致谢意。由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请读者指正。

编 者

2003年1月

目 录

第一章 猪体组成与猪的采食消化	(1)
第一节 饲料养分与猪体组成.....	(1)
第二节 猪的采食与消化吸收.....	(3)
第二章 猪的蛋白质与氨基酸营养	(6)
第一节 蛋白质的概念与功能.....	(6)
第二节 猪对蛋白质的消化和吸收.....	(7)
第三节 猪的蛋白质代谢	(10)
第四节 猪的蛋白质营养价值评定及衡量指标	(11)
第五节 理想蛋白质理论与应用	(19)
第六节 仔猪的蛋白质和氨基酸需要	(22)
第七节 生长肥育猪蛋白质与氨基酸需要	(29)
第八节 妊娠母猪蛋白质和氨基酸需要	(34)
第九节 泌乳母猪蛋白质和氨基酸需要	(38)
第三章 猪的碳水化合物营养	(42)
第一节 碳水化合物及其分类	(42)
第二节 碳水化合物的功能	(48)
第三节 碳水化合物的消化吸收与代谢	(49)
第四节 粗纤维对猪消化生理的影响	(49)
第五节 可溶性非淀粉多糖(NSP)对猪消化生理的影响	(55)
第六节 仔猪对粗纤维的利用	(57)
第七节 生长猪对粗纤维的利用	(59)
第八节 妊娠母猪对粗纤维的利用	(60)
第四章 猪的脂肪营养	(63)
第一节 脂肪的概念与分类	(63)

第二节	脂肪的性质	(67)
第三节	脂肪的功能	(68)
第四节	脂肪的消化、吸收与代谢	(69)
第五节	新生仔猪对脂肪的利用	(70)
第六节	断奶仔猪对脂肪的利用	(73)
第七节	生长肥育猪对脂肪的利用	(80)
第八节	母猪对脂肪的利用	(80)
第九节	公猪对脂肪的利用	(82)
第五章	猪的能量营养	(85)
第一节	能量的概念与单位	(85)
第二节	能量的功用	(85)
第三节	能量的来源	(86)
第四节	能量营养价值评定方法与指标	(87)
第五节	能量与猪的采食量	(89)
第六节	能量与蛋白质	(90)
第七节	仔猪的能量需要	(91)
第八节	生长肥育猪的能量需要	(95)
第九节	妊娠母猪的能量需要	(102)
第十节	泌乳母猪的能量需要	(110)
第六章	猪的矿物质营养	(113)
第一节	概 述	(113)
第二节	常量元素	(115)
第三节	微量元素	(123)
第四节	过量矿物质对猪的影响	(135)
第七章	猪的维生素营养	(139)
第一节	脂溶性维生素	(139)
第二节	水溶性维生素	(147)

第八章 猪的常用饲料	(157)
第一节 能量饲料.....	(157)
第二节 蛋白质饲料.....	(160)
第三节 青饲料.....	(167)
第四节 青贮饲料.....	(168)
第五节 粗饲料.....	(170)
第六节 矿物质饲料.....	(173)
第九章 猪的饲料添加剂	(176)
第一节 营养性饲料添加剂.....	(177)
第二节 非营养性饲料添加剂.....	(180)
第十章 猪的饲养标准	(199)
第一节 猪饲养标准的概念和作用.....	(199)
第二节 饲养标准的来历.....	(200)
第三节 饲养标准的形式和内容.....	(200)
第四节 正确认识和应用饲养标准.....	(201)
第五节 猪的饲养标准.....	(202)
第六节 中国猪常用饲料成分与营养价值表.....	(203)
第十一章 饲料添加剂预混料配制技术	(219)
第一节 饲料添加剂预混料概述.....	(219)
第二节 饲料添加剂预混料非活性原料.....	(221)
第三节 微量元素添加剂配制技术.....	(225)
第四节 维生素添加剂配制技术.....	(241)
第五节 复合预混料添加剂生产技术.....	(258)
第六节 预混料生产管理.....	(262)
第十二章 浓缩料配制技术	(266)
第一节 浓缩料的概念与特点.....	(266)
第二节 浓缩料的配方设计.....	(267)

第十三章	全价料配制技术	(273)
第一节	全价料的概念与配方设计原则.....	(273)
第二节	全价料的配方设计所需资料.....	(275)
第三节	全价料的配方设计.....	(277)
第四节	猪不同阶段全价饲料典型配方.....	(290)
第十四章	饲料加工与质量检测	(298)
第一节	饲料加工工艺.....	(298)
第二节	质量检测.....	(306)
第十五章	饲料厂管理	(313)
第一节	饲料厂人员管理.....	(313)
第二节	饲料厂财务管理.....	(320)
第三节	工艺设备操作管理.....	(323)
第四节	饲料厂 5S 的推行	(326)
附表	附表	(333)

第一章 猪体组成与猪的采食消化

第一节 饲料养分与猪体组成

动物和植物是自然界中物质循环的两个基本环节。植物利用太阳能、水、土壤和空气中的各种成分合成植物体本身,而动物则利用植物的成分形成体组织,为人类提供各种畜产品。

由于猪与植物的生活方式不同,所含各种营养物质的量及其形式也就有差别,但所含营养物质的种类、各种营养物质的基本组成单位及其元素组成却基本一致(图 1-1)。

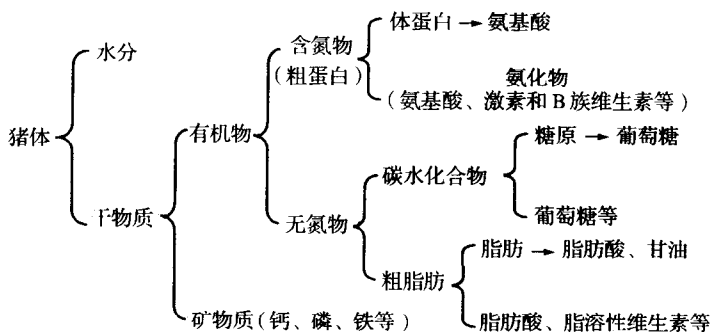


图 1-1 猪体成分分类图

仔猪出生后,随着年龄的增长和体重的增加,猪体化学成分将发生一系列变化(表 1-1);体重在 15~120 kg 时,蛋白质和矿物质所占比例变化不大,稍有下降;而水分和脂肪的变化很大,水分明

显下降,脂肪显著增加。不同品种类型的猪,猪体化学成分也有差异(表1-2)。因此,在给猪配制饲料时,应注意考虑猪的类型、品种、体重等因素。

表 1-1 不同体重猪的化学组成

体重(kg)	水分	蛋白质	脂肪	灰分	%
初生	81.7	11.5	0.8	—	
15	70.4	16.0	9.5	3.7	
20	69.6	16.4	10.1	3.6	
40	65.7	16.5	14.1	3.5	
60	61.8	16.2	18.5	3.3	
80	58.0	15.6	23.2	3.1	
100	54.2	14.9	27.9	2.9	
120	50.4	14.1	32.7	2.9	

表 1-2 不同体重和类型猪的化学组成

体重(kg)	水分	蛋白质	脂肪	钙	磷	%
初生	82.0	12.0	1.3			
90 kg 瘦型猪	53.0	15.0	25.0	0.85	0.50	
90 kg 胖型猪	48.0	14.5	34.7			

饲料成分分类见图 1-2。

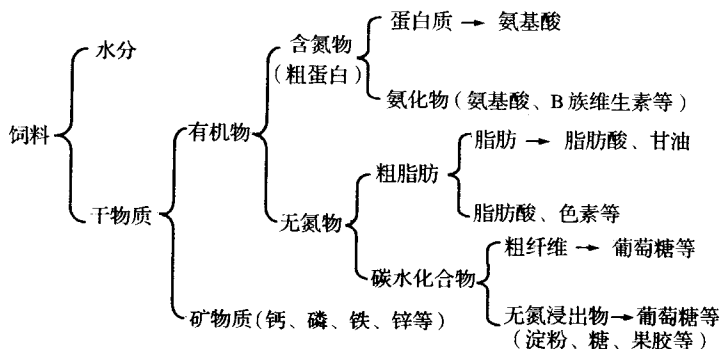


图 1-2 饲料成分分类图

第二节 猪的采食与消化吸收

一般将饲料中所含营养物质分为五大类,即蛋白质、碳水化合物、脂肪、矿物质和维生素,猪体也是由这五大营养物质组成,猪为了生存、生长和繁殖,就要不断地从外界采食饲料,把其中所含的蛋白质、碳水化合物、脂肪、矿物质、维生素等营养物质消化成氨基酸、葡萄糖、脂肪酸、甘油等,经肠壁吸收入血液,再转送到各组织,以保证猪的各种生命活动的需要和形成体组织。

猪的采食受位于下丘脑的采食中枢调节,在一般情况下,饥饿时食欲加强,采食后,尤其是经过消化和营养物质被吸收后,食欲下降。猪采食量的大小在神经中枢的控制调节下,还受多种因素影响,包括遗传、生理、体重、人为、环境、饲料等的影响。

一、生理因素

包括遗传、生理阶段、体重等。饲料采食量与遗传有关,不同品种间的采食量有差异,据Bereskin(1976)测定,杜洛克猪较大约克夏猪采食量大,据李同洲等(1985)测定,定县猪的食欲与采食量较深县猪高。

饲料采食量与猪的生理状况有关,去势猪的采食量比母猪高,发情母猪的采食量可减少84.5%(Friend,1973)。

饲料采食量与猪的体重和生理阶段有关。各体重或生理阶段猪的每日消化能采食量为:哺乳仔猪(13.5日龄后)。

DE摄入量(kJ/d) = $-635 + (47 \times \text{日龄})$ $R^2 = 0.72$
(NRC,1987)

断乳仔猪(20 kg 以下, W 为体重)

DE摄入量(kJ/d) = $-556 + (1\ 050 \times W) - (4.14 \times W^2)$

(NRC,1998)

生长肥育猪(20~120 kg)

DE 摄入量(kJ/d) = $-5\,230 + (787 \times W) - (5.86 \times W^2) + (0.018\,4 \times W^3)$ (NRC,1998)

泌乳母猪(t 为泌乳天数)

DE 摄入量(kJ/d) = $54 + (2.49 \times t) - (0.072 \times t^2)$ (NRC, 1987)

二、人为因素

根据猪的生理阶段和生产目的,有时需让猪尽可能多采食饲料,一般采用随意(自由)采食,如生长肥育猪多采用此种方式;有时需控制猪的采食量,即限量采食(限制饲养),如妊娠母猪的饲养。

三、环境因素

温度是影响饲料采食量的重要因素之一,高温显著降低猪的采食量,据Verstegen(1978)报道,以15℃时的采食量为100%,5℃时为108.3%,10℃时为104.7%,20℃时为96.1%,25℃时为94.7%。另外,猪舍湿度、猪群大小、圈养密度、猪舍有害气体浓度、食槽结构、位置以及每头猪所占食槽宽度等都可影响猪的采食量,生产上应加以注意。

四、饲料因素

饲料的适口性、形态和营养组成影响猪的采食量。猪一般喜欢甜食,优质饲料或饲料中添加调味剂可提高饲料适口性,增加猪的采食量。颗粒料与粉料相比,猪喜欢吃颗粒料,干粉料与湿拌料相比,猪喜欢吃湿拌料,且采食时间短,采食量大,干粉料粉碎过细会

降低适口性,影响采食量。饲粮能量浓度高时,采食量(重量)减小,但采食的消化能数值增加。

饲料的消化、吸收与代谢将在以后有关章节详细叙述。

第二章 猪的蛋白质与氨基酸营养

蛋白质是维持动物机体正常生命活动的重要结构物质和功能物质,猪的肌肉、神经、结缔组织、皮肤、被毛和血液等的基本成分都是蛋白质。在体内起催化作用的酶以及抵御一切对机体产生有害作用的抗体也是蛋白质,因此蛋白质是生命活动的体现者,在动物体内发挥着至关重要的作用。

第一节 蛋白质的概念与功能

一、概念

蛋白质是以氨基酸为基本结构单位的高分子有机化合物,氨基酸之间以肽键连接而成。饲料中的含氮物质除纯蛋白质外,还有非蛋白质含氮化合物,如游离氨基酸、硝酸盐、酰胺、生物碱、尿素等。饲料中的粗蛋白质是所有含氮物质的总称。

二、功能

蛋白质作为重要的结构物质和功能物质,是一切生命活动的参与者和体现者,其基本功能如下:

蛋白质的一个主要功能是作为机体的结构成分。猪的肌肉、神经、结缔组织、皮肤、被毛和血液等的基本成分都是蛋白质。

蛋白质的另一个重要功能是作为机体新陈代谢的催化剂——酶。猪体内几乎所有的生物化学反应都是在酶的催化下进行和完成的,这些酶有些属水解酶,在分解代谢中起作用,有些则在合成代谢中起作用。

有些蛋白质具有激素的功能,对营养物质的代谢起调节作用,如胰岛素参与血糖的代谢调节,能降低血液中葡萄糖的含量。

有些蛋白质(抗体或免疫球蛋白)能与外来的蛋白质或其他的高分子化合物(抗原)结合,使猪体具有免疫力,排除外来物质对机体正常生命活动的干扰。

蛋白质还具有控制或调节遗传物质核酸的作用。

此外,在猪体内,当供给能量的碳水化合物和脂类不足时,蛋白质可以在体内分解、氧化供能,以弥补能源的不足。

第二节 猪对蛋白质的消化和吸收

一、猪对蛋白质的消化

猪采食的饲料蛋白质进入体内后必须在消化道酶的作用下先分解为小分子的氨基酸和短肽才能通过肠黏膜吸收入血。消化道的水解酶来自胃黏膜、肠黏膜和胰腺,由于这些酶的协同作用使得饲料蛋白质最终被分解为氨基酸和短肽。

胃黏膜分泌的胃蛋白酶原在胃酸的作用下被激活成胃蛋白酶,饲料蛋白质进入猪胃后,胃中的酸性条件使蛋白质变性、分解,暴露其对胃蛋白酶敏感的大多数多肽键。一旦蛋白酶能发挥作用,肠道的蛋白水解酶对多肽键的水解作用就迅速增加。由胃蛋白酶水解产生的多肽就会受到胰蛋白酶、糜蛋白酶和弹性蛋白酶的进一步分解。

由胰腺分泌而来的蛋白酶是肠道激活的。肠道的肠激酶可以使蛋白酶原激活,产生胰蛋白酶,胰蛋白酶又使糜蛋白酶原激活产生糜蛋白酶。

仔猪的凝乳酶可能与其他家畜相同,凝结酪蛋白,延长其在消

化道滞留时间。凝乳酶连同胰蛋白酶水解乳蛋白。随着仔猪日龄的增长,固体食物的增多,消化道的凝乳酶的活性下降,胃蛋白酶活性则加强。初生仔猪,吮吮母体初乳可获得一种抗胰蛋白酶因子,它保护免疫球蛋白不被分解,以大分子被吸收。

二、猪对蛋白质的吸收

蛋白质的吸收主要是氨基酸的吸收,还有少量短肽的吸收。肠道黏膜细胞对氨基酸的吸收形式为主动转运,在大多数情况下需要钠离子参与。维生素B₆有可能促进氨基酸的吸收。在蛋白质的消化吸收过程中,由于只有游离氨基酸能通过门脉进入肝脏,所以氨基酸的吸收率取决于肠道中氨基酸的组成成分。肠黏膜细胞对氨基酸和短肽的吸收是一个快速过程。当氨基酸进入血液后,门脉循环中氨基酸的浓度迅速上升,随后又逐渐下降。

单胃动物的小肠可将短肽直接吸收入血,而且这些短肽的吸收率比游离的氨基酸还高,其顺序为三肽>二肽>游离氨基酸。但在血浆中测得的由肠黏膜吸收的短肽其量甚微。肽在黏膜细胞内也分解为氨基酸。

消化道内还有相当数量的内源性蛋白质,又叫代谢氮。这些蛋白质来自唾液、胃液、胰液、肠黏膜的脱落细胞以及胃肠道细胞分泌的黏蛋白。当给猪喂无氮日粮时可测得猪的“代谢粪氮”与“代谢尿氮”。

初生仔猪可以在出生后的24 h内直接吸收母乳中完整的蛋白质,如初乳中的 γ -球蛋白,使机体获得免疫力。

虽然L型和D型氨基酸都以主动转运的形式被吸收,但L型氨基酸一般比D型氨基酸吸收得快。在转运体系中,L型具有优先的位点,中性L型氨基酸对此位点有较高的亲和力。D型氨基酸的亲和力都很低,但蛋氨酸例外,L型、D型和DL型的蛋氨酸的吸