

四川省科学技术委员会主编 科技兴农适用技术丛

饲料的科学利用

徐载春

洪方树

杜逸

编著

审阅

· 四川省畜牧局

· 四川省水产局

· 四川省畜牧兽医学学会

审定



四川省科学技术委员会主编
科技兴农适用技术丛书

饲料的科学利用

徐载春 洪方树 编著
杜逸 审阅

四川省畜牧局
四川省水产局 审定
四川省畜牧兽医学会

四川科学技术出版社
1991年·成都

责任编辑：解励诚

封面设计：朱德祥

技术设计：杨璐璐

责任校对：一 菁

科技兴农适用技术丛书

饲料的科学利用

徐载春 洪方树 编著 杜 逸 审阅

四川科学技术出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川省新华书店经销

四川峨影印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32

印张3.5

字数74千

1991年11月第一版 1991年11月第一次印刷 印数 1—8040册

ISBN 7-5364-1994-5/S·339 定 价：1.25元

科技兴农适用技术丛书编委会

名誉主任 谢世杰 韩邦彦 刘昌杰

主 任 周新远

副 主 任 陈协蓉 刘国宣 黄忠鑫 谭中和

王益奋

委 员 贾智华 杨光超 黄昌祥 孙光谷

江胜维

编委会办公室：

主 任 贾智华

工作人员 刘宗权 段儒斌

养殖业编审组成员：

黄昌祥 杨明 冷念祖 叶泽万

李治敏

为90年代农业的更大发展而努力

（代序）

四川省副省长 刘昌杰

在我们满怀希望和信心进入90年代的时候，为了适应生产发展需要和农民群众的要求，四川省科学技术委员会约请一批种植业、养殖业和加工业的专家编写了一套旨在为90年代我省农业发展服务的《科技兴农适用技术丛书》。这是为“科技兴农”办的一件实事。希望社会各界都来关心、宣传这套丛书，让更多的基层干部和农民群众都能通过丛书，掌握更多先进适用的农业技术和致富方法。

中央提出“科技兴农”的方针，是对我国农业发展长期实践经验的科学总结，深刻地反映了农业发展的客观规律。联想到我省40年来农业发展走过的道路，一条十分重要的经验是：农业的兴旺发达，离不开正确的政策和科学技术的运用。对此，大家都有很深的体会。据四川省农科院的研究，80年代在促进生产力发展的诸因素中，科学技术进步所起的作用，种植业占51.3%，畜牧业占32%。科学技术是巨大的、现实的生产力。90年代我们必须把科学技术的作用更充分地发挥出来。

90年代我省农业生产必须有更大的发展，这是关系全省四化建设和安定的大事。种植业、养殖业、加工业要全面、稳步和协调地发展，特别是粮食生产还要再上两个台阶，任

务十分艰巨。今后10年我们面临的基本矛盾和困难是，人口不断增加，耕地不断减少，为了满足日益增长的社会需求，必须在较少的耕地上生产出尽可能多的农产品，农业生产水平在80年代的基础上，还要提高一大步。为此，在努力改善农业生产条件的同时，必须得到更多的先进科学技术成果的支持和推动，大力推广已被生产实践证明是行之有效的适用技术。由此可见，编写这套《科技兴农适用技术丛书》是很必要的。

生产力越是向前发展，对劳动者的科学文化素质的要求也越高，二者互相依存。在发达国家要做一个合格的农民是不容易的，必须进专门学校学习，经考试合格，获得“绿色证书”，方可经营农业。90年代我省农业生产水平要进一步提高，全省农村基层干部和农民群众的科学文化素质应不断提高。做一个90年代合格的干部、合格的农民，除应具备拥护党、拥护社会主义、爱国家、爱集体的思想觉悟外，还必须有一定的科学文化知识，掌握生产所需的先进适用技术。既有勤劳的品质，又懂科学技术，把精耕细作的传统和先进的科学技术结合起来。各地应充分利用这套丛书，做好广大基层干部和农民群众的技术培训工作。90年代，在我省农村要掀起比80年代初更广泛、更深入的学科学、用科学的新热潮。

每个农村干部无论工作多忙都要坐下来，钻进去，认真读几本农业技术书籍，结合本地的生产实际，每年有针对性地推广几项先进的增产措施。如此经年累月地抓下去，必然会取得斐然的成绩。

我相信，在“科技兴农”方针的指引下，一代有觉悟、有文化、爱科学、懂技术的新型干部、新型农民必将茁壮成长。

90年代四川农业大有希望！ 1990年10月1日

目 录

一、概论	1
(一) 畜禽的营养需要	1
(二) 家畜利用饲料能力的差异	9
(三) 饲料的营养价值	15
(四) 饲料的效率与效益	26
二、饲料的类别、特性与应用	27
(一) 原饲料	27
(二) 配合饲料	44
(三) 饲料的质量与价格	45
三、低成本饲料的配合技术	55
(一) 饲料的设计	55
(二) 资料准备	56
(三) 配合程序及实例	57
四、饲料的保藏技术	79
(一) 草类饲料的保藏	79
(二) 薯类饲料的保藏	83
(三) 籽实饲料的保藏	84
五、饲料的加工调制	86
(一) 饲料的物理加工	86
(二) 秸秆饲料的化学处理	87
(三) 饲料的生物技术处理	88

六、饲料的卫生与常见饲料中毒病的防治	93
(一) 饲料卫生要求	93
(二) 常见饲料中毒病的防治	95
附录: 饲料加工机械	102

一、概 论

(一) 畜禽的营养需要

牲畜维持生命、生产产品以及繁殖后代，需要通过摄取饲料获得各种养分和能量。畜禽只有食入了足够而完全的养分，才能保持正常生长、发育和繁殖，生产肉、蛋、奶、皮、毛等产品，进行劳役等生产活动。一般来说，畜禽需要的营养有水、蛋白质、能量、脂肪、维生素和矿物质等。

1. 水

水是畜禽必需的物质，应当把它看作当然营养素。因为它是动物机体组织和器官的重要组成部分，成年动物机体含水量为40~65%，它能使不同器官保持一定的形态、硬度和强度。水是一种溶剂，各种营养物质的消化、吸收及废物排泄、血液循环都离不开水。水分还有调节动物体温和润滑关节的作用。

畜禽可从三方面获得水：饮水、饲料含水和体内代谢水。代谢水是畜禽在代谢过程中含氢有机物的氧化而产生的，数量很少。饮水是畜禽机体水分的重要来源。畜禽饮水量受年龄、季节、气候、饲料采食量和健康状况等因素的影响。幼畜需水量一般高于成年畜，产蛋和泌乳的畜禽需水量较大，夏季和采食干草时需水量相对增多。除体组织的生长和生产畜禽产品需要水分外，还需要大量的水分来补充消化

道、肾脏等排泄而消耗的水分。

家畜对水的需要量一般可根据采食的干饲料估计。每采食1公斤干饲料需饮水：猪2~2.5公斤，禽2~3公斤，牛3~5公斤，犏牛6~8公斤。此外，泌乳的牛每采食1公斤干饲料需增加饮水1~1.8公斤，妊娠的家畜对水的需要量较大，也应适当增加饮水。表1列出了各种成年畜禽在温和气候条件下每天饮水量的估计值。

表1 成年畜禽每天饮水量的估计*

畜 禽	升/天
肉 牛	22~26
奶 牛	38~110
绵羊和山羊	4~15
马	30~45
猪	11~19
鸡	0.2~0.4
火 鸡	0.4~0.6

• 译自NRC资料

过量的饮水对畜禽没有害处，但水的质量应当注意。水中固体物的含量是影响水质的重要指标。水质好，水中溶解的固体物量应少于2500毫克/升。如果固体物达3 000~5 000毫克/升，可能引起家禽粪便成水状。浓度如高于10 000毫克/升，作为家畜的饮水就很差。此外，水中不应

含有毒的无机物和有机物如氟、铅、砷、杀虫剂等。

2. 蛋白质、氨基酸

在畜禽的生命活动过程中，蛋白质起着极重要的作用。蛋白质是构成动物机体和产品乳、肉、蛋、皮和毛的主要成分；畜禽机体在新陈代谢过程中增长新的组织，修补和更新组织，都离不开蛋白质；机体内一些特殊物质如酶、激素、抗体、色素等也主要由蛋白质构成。

蛋白质是由氨基酸组成的。除了刚出生的幼畜可以从母乳中直接吸收一些抗体蛋白外，饲料中的蛋白质一般只有在消化道中分解成氨基酸后才能被畜禽吸收，再合成机体需要的各种蛋白质。因此，畜禽对蛋白质的需要实际上是对氨基酸的需要。构成动植物蛋白质的氨基酸种类都相同，共20种，因此，构成蛋白质差异的不是氨基酸的种类，而是各种氨基酸的比例以及它们连结的方式和顺序。20种氨基酸中有的畜禽可在体内合成，或由其它氨基酸转变而成，不一定非得由饲料中来，这部分氨基酸称为非必需氨基酸；有的氨基酸机体不能合成或合成不足以能满足本身的需要，需要从饲料中获得；这部分氨基酸就称为必需氨基酸。这必需和非必需氨基酸的划分主要是对单胃动物和年幼反刍家畜的，对于成年反刍家畜，则这20种氨基酸均能在家畜瘤胃中由微生物合成。必需和非必需氨基酸的名称见表2。

和家畜对氨基酸的需要量相比，饲料中的赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸是最容易缺乏和供应不足的。如果缺乏和不足，就会限制其它氨基酸的利用，造成蛋白质的浪费。因此这三种氨基酸又称为限制性氨基酸，在饲养中应特别注意补充。

表2

必需和非必需氨基酸名称

必需氨基酸	非必需氨基酸
精氨酸 *	丙氨酸
组氨酸 *	天门冬氨酸
亮氨酸	瓜氨酸
异亮氨酸	胱氨酸
赖氨酸	谷氨酸
蛋氨酸 (胱氨酸可以代替一部分)	脯氨酸
苯丙氨酸 (酪氨酸可代替一部分)	羟脯氨酸
苏氨酸	甘氨酸 * *
色氨酸	丝氨酸
缬氨酸	酪氨酸

* 猪可以在体内合成

* * 雏鸡饲料中不可少

由于畜禽对蛋白质的需要实际上就是对各种氨基酸的需要, 因此一种饲料蛋白质, 如果它所含氨基酸的比例不合适, 特别是必需氨基酸或限制性氨基酸含量低, 这种蛋白质仍不能很好被机体利用, 即它的生物学价值低。只有当一种饲料的蛋白质不仅含有动物所需的各种氨基酸, 并且以动物所需的比例存在时, 它才有很高的生物学价值。一般说来动物性来源的蛋白质生物学价值较高, 谷物来源的蛋白质生物学价值较低。例如, 对于生长猪来说, 奶的生物学价值为0.95~0.97, 鱼粉为0.74~0.89, 大豆饼为0.63~0.76, 而玉米中蛋白质的生物学价值仅0.49~0.61。配合饲料的一个重要作用, 就是要通过选择不同的饲料原料, 平衡各种氨基酸的量, 从而提高蛋白质的生物学价值。

当畜禽日粮中蛋白质供应不足时，畜禽的生产性能就会降低，严重的还会导致体重下降，甚至影响畜禽的繁殖机能。然而，由于畜禽体内不能贮存氨基酸，多余的氨基酸将经脱氨基作用生成氨和脂肪酸。氨在肝脏中经代谢生成尿素、尿酸等排出体外，而脂肪酸则可以参与脂肪代谢，以体脂贮存，一旦需要，可为机体提供能量。因此，如日粮中蛋白质过多，对畜禽并无好处。一方面饲料利用变得不经济，而且还可能因血液中氨浓度增高，对畜禽的健康带来不利的影响。

3. 能量

能量可以定义为做功或工作的能力，它可以有不同的存在形式，如热能、化学能、电能、辐射能等。各种形式的能在一定条件下可以互相转化，如绿色植物利用太阳能合成有机物，就是把太阳辐射能转变为化学能。养分在体内氧化，产生热，即化学能转变成了热能。由于各种形式的能均可转变为热能，因此以往以热量的单位“卡”来作为能量的单位。1卡即1克水从 14.5°C 升温至 15.5°C 所需的热量。实践中“卡”太小，故常用千卡（1000卡）和兆卡（1000千卡）为单位表示。然而能量的转化同样可以通过做功的形式来测量，因此国际营养学会和国际生理科学协会认为以功的单位“焦耳”来作能量的单位更为确切。1焦耳即为1牛顿·米。在营养上“焦耳”也太小，故常用千焦耳（1000焦耳）和兆焦耳（1000千焦耳）来表示。焦耳和卡存在着如下等值关系：

1卡 = 4.184焦耳

1焦耳 = 0.239卡

1千卡 = 4.184千焦耳

1千焦耳 = 0.239千卡

1兆卡 = 4.184兆焦耳

1兆焦耳 = 0.239兆卡

因目前国内出版物中，多以卡为能量单位，为便于读者查阅，本书仍以卡为能量单位。

畜禽机体需要的能量主要来源于饲料中的碳水化合物（无氮浸出物和粗纤维）、蛋白质和脂肪三大类营养物质。而主要能源是从饲料中的淀粉、纤维素等多糖体的分解产物——葡萄糖中取得的。脂肪能量虽高，但作为饲料能源比例不大。蛋白质也可用于产生能量，但从资源合理利用和经济效益考虑，仍以碳水化合物供应能量最为经济合算。

能量的摄取量与增重之间有密切关系。如肥育猪的能量摄取过剩，可因脂肪的过量蓄积而降低肉的价值。相反若能量摄取不足，轻者浪费蛋白质饲料，重者会造成体内脂肪和蛋白质代偿性分解，使体重下降，阻碍畜禽正常发育并导致各种繁殖障碍。

4. 脂肪

脂肪是一种富含热能的营养素，发热量是等量碳水化合物的2.25倍。脂肪是畜禽产品的组成部分，还是脂溶性维生素A、D、E、K和激素（雌素酮、睾丸素酮、妊娠素酮）的溶剂，这些维生素和激素只有溶解在脂肪中，才能被畜禽吸收利用。脂肪还供给动物必需脂肪酸。必需脂肪酸在体内参与磷脂合成，并是制造前列腺素的原料。

脂肪由甘油和各种脂肪酸构成，脂肪酸又分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸中，亚油酸、亚麻酸及花生油酸是畜禽营养中不可缺少的脂肪酸，又称必需脂肪酸。亚油酸在体内不能合成，必需从体外摄取，是最重要的必需脂肪酸。亚油酸存在于普通的植物油和动物油内，所以喂给含有脂肪的饲料，就可以避免发生必需脂肪酸不足的现象。

象。

饲料中粗脂肪数量过多或过少对畜禽都不利。粗脂肪过多会引起畜禽食欲不振、消化不良、下痢；肥猪还会产生软脂，降低肉的品质。相反，脂肪不足则会妨碍脂溶性维生素的消化吸收，发生皮肤发炎、脱毛、生长受阻和生殖机能衰退等。

5. 维生素

维生素是畜禽生长、繁殖、生产以及维持健康所必需的微量有机化合物，有“维持生命的要素”的意思。维生素种类很多，理化性质不相同，生理作用各异，但都具有以下共同特点：

- (1) 它们都在天然食物中存在；
- (2) 在机体内不提供能量；
- (3) 不是机体的构成分；
- (4) 作为生理活动过程中的“催化剂”，绝对不可缺少。

维生素是酶的组成成分，或者直接参与酶的活动。机体内只需极少量维生素就可满足维持正常生理功能的需要。当饲料中维生素长期不足或缺乏时，就会引起代谢紊乱或各种维生素缺乏症。

现已发现的维生素有23种，按其溶解特性分为两类：

一类为脂溶性维生素，如维生素A、D、E、K，能溶于脂肪，可贮存于体内，贮存量的多少，受饲料中供给情况影响。故不必每日供给。

另一类为水溶性维生素，包括维生素B族（共有十余种）和维生素C，可溶于水。维生素B族在体内不能贮存。成

年反刍动物瘤胃中微生物可以合成足够量的维生素 B 族，不必由日粮中补给。而非反刍动物及犏牛、羔羊，则必须由饲料中供给。

6. 矿物质

矿物质也叫无机盐，或称灰分。矿物质在畜禽体内的生理意义有以下方面：

(1) 是构成机体组织的重要材料，如钙、磷、镁是骨骼和牙齿的重要成分，磷、硫是构成组蛋白的成分；

(2) 维持体内酸碱和渗透压平衡，如钾、钠、氯等元素；

(3) 维持神经、肌肉的正常敏感性，如钙、镁、钠、钾等元素；

(4) 酶的辅基成分或酶的激活剂，如磷酸化酶需要镁，碳酸酐酶需要锌，细胞色素氧化酶需要铁和铜；

(5) 是体内某些特殊功能化合物的成分，如铁是血红蛋白的成分，碘是甲状腺素的成分，钴是维生素 B₁₂ 的成分，硫、磷是组蛋白的成分等。

不少元素兼有多种功能，例如镁在骨的结构、酶的催化和神经肌肉的兴奋性上都有作用。

由于新陈代谢，每天都有一定量的矿物元素从各种途径排出体外，有必要通过日粮予以补充。目前有 26 种元素被认为是动物所必需的，其中有 11 个常量元素：碳、氢、氧、氮、硫、钙、磷、钾、钠、氯、镁；有 15 个微量元素：铁、锌、铜、碘、锰、镍、钴、钼、硒、铬、氟、锡、硅、钒和砷。

常量元素中，需要量最大的是钙、磷、钠和氯四种。钙

和磷在骨骼中的比例大约为2:1。钙是构成盐的元素，磷是构成酸的元素，所以供给比例适当的钙、磷是很重要的。如果钙、磷的供给量和比例不适当，畜禽就会发生佝偻病或软骨病，牛乳产量下降，蛋鸡产蛋量下降，蛋壳变薄，孵化率降低，幼龄动物生长停滞，母猪跛行甚至瘫痪，种公猪精子发育不正常，影响配种等。钠、氯有调节血液酸碱平衡，保持细胞与血液间渗透压平衡的作用，如供应不足，会出现食欲减退、生长停滞、蛋白质异常分解等现象。畜禽对微量元素需要量很少，既要保证供给，又不能补充过量，否则会导致中毒。

7. 家畜的营养需要表和饲养标准

经营养学家们的长期研究，现在已提出了各种家畜对上述各类营养物质的需要量，用表列出，这就是家畜的营养需要表，如表3~6。它们有的以每天的需要量表示，如表3、5，有的以各养分在饲料中的含量表示，如表4。两者也可互换（见后面饲料配合）。家畜的营养需要是在实验基础上提出的，是进行饲料配合和合理饲养的重要依据。因此又称饲养标准。畜禽对各种养分的需要量除因生长发育阶段、生产目的而不同外，还会因品种、气候、环境、管理等因素不同而有差异，因此标准实际上是一个平均值，在应用时不应把它绝对化，而应当把它作为进行新的实践的指导，制定生产计划的依据。

（二）家畜利用饲料能力的差异

饲料中的各种有机营养成分在家畜消化道中通过机械的、化学的以及微生物的作用，水解成简单的化合物，这一过程