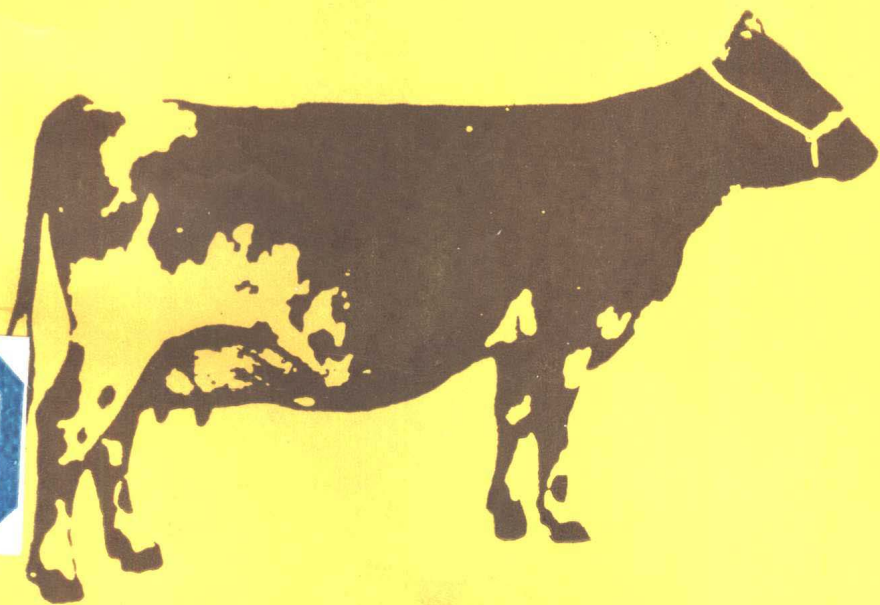


奶牛营养需要

(第六次修订)

(美) 国家研究委员会著

周建民 张晓明 张志文 高国梁 于春明译



科学技术文献出版社

奶牛营养需要 (第六版)

(美) 国家研究委员会 著

中国畜牧兽医学会动物营养研究会

周建民 张晓明 张志文 高国梁 于春明 译

(京)新登字130号

内 容 简 介

本书由美国国家研究委员会组织出版,内容包括:前言、奶牛营养需要及其缺乏症、奶牛营养的特殊问题、日粮配合、预测方程式、干物质进食量和营养需要表、饲料(营养)成分表等七个部分。它是在1978年版本基础上,增加了1978—1988年发表的新资料,有干物质进食量、能量需要、降解蛋白质体系的原理和实际应用,酸性和中性洗涤剂纤维的原理和应用、奶牛(高产牛)主要营养代谢病、矿物质及其缓冲剂作用、维生素的需要量、硒等微量元素的需要量、泌乳早期(产后0—70天)的日粮营养水平、日产40、50、60 kg高产奶牛的日粮营养水平、泌乳牛体重减少或增加时的营养等。内容丰富,资料新颖,具有较大的实用性。

奶牛营养需要

(第六版)

(美)国家研究委员会 著

周建民 张晓明 张志文 高国梁 于春明 译

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码100038)

北京通县觅子店印刷厂排版

北京建外印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 32开本 9.25印张 198千字

1992年3月第1版 1992年3月第1次印刷

印数: 1—5000册

科技新书目, 257—116

ISBN 7-5023-1549-7/S·145

定 价: 5.30元

译者的话

《奶牛营养需要》(1988年,第六版)是美国国家研究委员会奶牛营养分会委员会在1978年第五版基础上修订的。本书多次再版,是奶牛营养学不断深入研究和逐渐提高奶牛生产水平完善其日粮配合技术的过程。本版中全面充实1978年以来发表的新资料;特别是在新蛋白体系、干物质进食量、泌乳牛全泌乳期动态情况下各阶段的营养需要、微量元素和维生素的需要、营养代谢病的防治、缓冲剂的作用和应用、瘤胃保护性氨基酸和支链脂肪酸生长激素的应用等方面均有新的论述。

该书内容十分丰富,论述透彻而明瞭。共有5个图、21个表共概括了15个部分的内容,即营养需要与营养缺乏症、奶牛营养的特殊问题、脂肪、纤维素、矿物质盐及其做为缓冲剂的作用、抗生素、离子载体、激素、日粮配合实例、预测营养需要的公式、某些元素在日粮中的最大耐受水平、饲料营养成分表、某些饲料蛋白质的瘤胃非降解率等。这是一本科学性很强且有实用价值的参考资料。

目前我国的奶牛业生产发展迅速,并且在全国已有数千头年单产在8000—10000kg水平的高产奶牛群,全国主要大城市和工矿区的大多数奶牛群的头年单产已达6000—7000kg水平,全国有条件的地区其奶牛业已逐步向集约化和现代化高效益方向发展,但奶牛营养科学技术的传播与推广普及还远远赶不上生产发展的要求。故本书的翻译出版,无疑将对

奶牛业生产、科研和教学工作起到促进作用。

本书的翻译和出版得到了在美国 Kansas State University 获得博士学位的林春健同志大力支持；其中部分章节还得到了毛华明、李爱科和莫放博士的审校；张祺副教授和马碧莲同志审阅校了全书；在此表示衷心地感谢。

参加翻译本书的共有 5 位同志，故在文字处理上，会有不一致之处；此外由于水平所限，经验不足，错误之处在所难免，衷心希望同行和读者给予指正。

译 者

1990.11.20.

序 言

《奶牛营养需要》的第六次修订版对上一版中的奶牛营养需要量作了重新评价；并对奶牛营养方面的最新科技资料做了全面的综述。本版第二与第六部分所提出的奶牛营养需要量，反映了可以利用的最新数据与理论，表达了奶牛饲养者在目前已提高了产量的情况下，对奶牛干物质、能量、蛋白质、矿物质、维生素和水等方面的需要量的关切。在本书的第三部分，着重叙述了有关奶牛营养的其它方面，如奶牛常见的代谢紊乱和日粮中脂肪、纤维素、矿物质盐类(缓冲剂)、支链脂肪酸、瘤胃保护性氨基酸的作用。本书也介绍了在抗生素、离子载体和激素应用方面的最新研究成果。

本书第四部分介绍了使用第六部分中的奶牛营养需要量表和第七部分中的饲料成分表进行日粮配合的基本概念、步骤和方法；第五部分介绍了将饲料能量和蛋白质转化为净能和可吸收蛋白，计算钙、磷及维生素 A、D 需要量的数学说明。这些公式已存贮于奶牛营养需要的计算机软盘中，该软盘可同本书一起得到。*

本书对奶牛生命周期中不同阶段日粮配合及营养管理提供指导，是奶牛饲养者及与此有关的广大工作人员、教师、学生及研究人员的有用工具。

本书由奶牛营养小组委员会撰写（该小组委员会是在农业委员会所属的动物营养分委员会的领导之下于1984年成立的）。动物营养分委员会、农业委员会及六位非委员专家对本书进行了审阅。小组委员会对他们所付出的努力表示感

谢，对农业委员会 Sharon Giduck 主任、Kamar Patel 秘书长及全体委员在本书撰写过程中所给予的协助表示由衷的谢意。

奶牛营养小组委员会

Roger W. Hemken, Chairman, University
of Kentucky

Clarence B. Ammerman, University of
Florida

Donald L. Bath, University of California-
Davis

HJimmy . Clark, University of Illinois

Neal A. Jorgensen, University of
Wisconsin

Paul W. Moe, U. S. Department
of Agriculture, Beltsville, Maryland

Lawrence D. Muller, Pennsylvania
State University

Daler. Waldo, U. S. Department
of Agriculture, Beltsville, Maryland

※本翻译版本无软盘

目 录

一、前言	(1)
二、营养需要与缺乏症	(3)
(一) 干物质进食量	(3)
(二) 能量	(11)
(三) 蛋白质	(22)
(四) 矿物质	(48)
(五) 维生素	(102)
(六) 水	(120)
三、奶牛营养的特殊问题	(125)
(一) 代谢紊乱	(125)
(二) 脂肪	(128)
(三) 粗纤维	(131)
(四) 矿物质盐及其缓冲剂的作用	(135)
(五) 支链脂肪酸和 N-末端戊酸	(141)
(六) 瘤胃保护性氨基酸	(143)
(七) 抗生素	(145)
(八) 离子载体	(146)
(九) 激素	(148)
四、日粮配合	(150)
(一) 泌乳牛	(150)
(二) 非泌乳牛	(162)
(三) 用电子计算机配合日粮	(164)
五、预测方程式	(169)

六、干物质进食量和营养需要量表	(187)
(一) 干物质进食量的需要.....	(187)
(二) 每日营养需要量.....	(189)
(三) 推荐的奶牛日粮养分浓度.....	(193)
(四) 日粮中某些元素的最大可耐受量.....	(193)
七、饲料成分表	(218)

一、前 言

每头奶牛的产奶量随着基因选择、营养的改善、疾病控制和其它饲养管理措施的改进而不断地提高。然而，如果奶牛业要保持和扩大作为一个重要食品生产者的作用，就必须不断改善牛奶生产的效率。为了使读者得到有关营养方面的最新资料，小组委员会对《奶牛营养需要》的这次修订应用了1978年以来发表的新资料。

本书包括了几个新表和几个来自上一版本而经过较大修改的表。表6-1取代了1978年版中的表6，并计算出奶牛泌乳中期和泌乳后期保持产奶水平所需要的干物质进食量。干物质进食量和能量浓度的设计比上一版也更为具体。

本修订版中的一个主要变化是蛋白质需要量的表示是以瘤胃非降解和降解蛋白进食量作为基础。表7-3中所列的蛋白质非降解率资料的饲料种类数目较少，使用者可能需要用他们自己的饲料测定其降解率。因而，本版本包括了两个确定蛋白质需要量的体系，除了降解与非降解蛋白进食需要量外，还包括一些经过修改的来自上一版本中的粗蛋白需要量。然而这两个蛋白质体系是不能相互转换的，在大多数情况下，非降解蛋白加上降解蛋白的需要量将不等于粗蛋白需要量。

本版本的另一个主要变化是应用计算机程序来计算大部分的能量、蛋白质、钙、磷和维生素A、D的需要量。这些程序的磁盘可同本书一起得到*。磁盘中的计算机程序应用公、英两种单位制，用FORTRAN77源程序写成，对于PC

或 MS 操作系统，可利用 Microsoft 编译程序将其编译成可执行程序。本书也包含用于编制奶牛营养需要计算机程序的公式，因为可能会有许多使用者将编制自己的程序而不应用书中的表格。计算机程序的使用者不需要像一些表格中所做的那样在细目条款中作任何插入或作任何有关饲料进食量、体重变化或其它因子的假设。使用者可插入一些可能影响他们的动物营养需要量的更精确的数据。

新增加的表6-4是提供给一些使用者用来代替表6-3的。使用者可不必由表6-3计算每一个函数，便能找到表中所列的最相似于自己的牛的那头牛而得到相应的能量、蛋白质和其它养分的需要量。由于日粮能量浓度的变化，使用表6-4将会比使用表6-3更为精确。而且，表6-4考虑了蛋白质降解率，而表6-3没有考虑这个问题。

表6-5（1978年版中的表3）已被扩充，以便将较高泌乳量的牛和泌乳前三周的牛包括在内。此外，生长母牛与公牛被分成三个年龄组，以便更精确地反映由于生长而引起的需要量的变化。蛋白质需要量是以粗蛋白和蛋白质降解率为基础的两种表示方法。在矿物质的需要量方面也对上版本进行了一些修正。

饲料成分表使用了最新的资料，分为两个表（表7-1和表7-2），矿物质添加剂的成分被单独列在一个表（表7-2）中。

营养需要量各部分的扩充与修订反映了自1978年版以来所发表的资料，本书正文对其中的许多变化及变化的原因做了解释，使用者有必要阅读正文部分，以便能更准确地利用表中所列的需要量。

• 译文本无磁盘。

二、营养需要与缺乏症

(一) 干物质进食量

1. 影响干物质进食量的因素

干物质进食量 (DMI) 是配合日粮的一个重要指标, 尤其是对于产奶牛更是如此。有时, 对于高产奶牛来说在 DMI 的限度内不能满足其对能量的需要, 结果导致体重下降, 继而产奶量降低。牛对干物质 (DM) 的进食量取决于许多可变因素, 包括体重、产奶水平、泌乳阶段、环境条件、管理和群饲, 以前的饲养水平、体况、饲料类型与品质, 尤其是粗饲料的类型与品质。一本影响食品生产动物饲料采食量之因素的综述书籍, 已由国家研究委员会 (NRC, 1987a) 出版。

奶牛在泌乳早期并不消耗泌乳晚期所消耗的那么多的饲料, 尽管它们的泌乳水平可能是相同的。法国奶牛营养工作者 (Journet 和 Remond, 1976; Dulphy, 1980; Dulphy 和 Demarquigny, 1983) 估计, 奶牛的干物质进食量在泌乳的前三周比泌乳后期平均低 15%。干物质进食量在泌乳开始的最初几天最低 (图 2-1)。

图 2-1 展示了奶牛泌乳期产奶量、干物质进食量、体重与能量平衡的变化趋势 (Satter 和 Roffler, 1975; P. W. Moe 1985, Agricultural Research Service, USDA, Personal Communication)。产奶高峰通常发生在产后 4

— 8 周, 而最大干物质进食量通常发生在产后 10—14 周。但假如母牛的日常蛋白质含量低于最适量或日粮蛋白质降解率不处于最适值, 则此时的干物质进食量的增加也许就不会发生

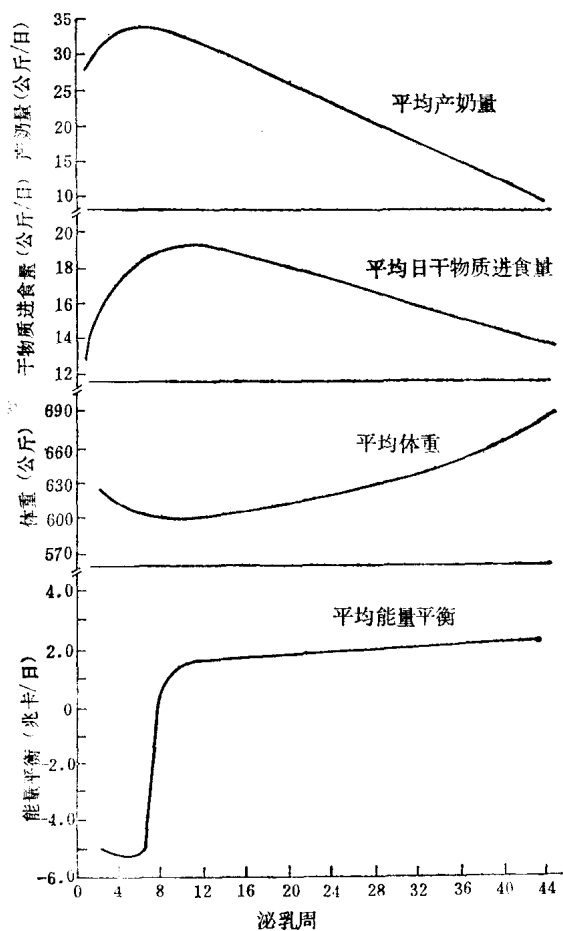


图2-1 泌乳期中母牛产奶量、干物质进食量、体重及能量平衡的变化趋势

(Verite等, 1982; Roffer 和 Thacker, 1983; Oldham, 1984)。最大干物质进食量相对于泌乳高峰的向后延迟引起了泌乳早期能量的负平衡, 因此, 母牛必须动用体组织, 特别是体脂, 以克服能量的不足, 这就导致了体重的下降(图2-1)。

在泌乳中期和后期, 随着干物质进食量的增加, 产奶量保持平稳或开始下降, 体重不变进而增加。在干奶期母牛体重继续增加, 这些增加的体重大部分来自妊娠的最后三个月中胎儿与胎盘的发育。

日粮中不可消化干物质是反刍动物饲料进食量的主要限制因素(Conrad, 1966)。在一定的限度内, 干物质进食量随着日粮消化率的上升而增加。当粗饲料作为日粮的主要成分时, 瘤胃的充满程度是干物质进食量的限制因素(Blaxler等, 1961)。然而, 反刍动物可利用的养分与随意采食量间的关系是双向的(Forbes, 1977)。低品质或中等品质粗饲料日粮的进食量与其有效能含量之间存在正相关, 而优质粗饲料或高比例谷物精料的日粮进食量与其有效能含量呈负相关(Conrad等, 1964; Baumgardt, 1970; Bull等, 1976)。当饲喂消化率高的日粮时, 进食能量平稳, 而干物质进食量实际上降低。当饲喂高精料日粮时, 代谢率则明显成为干物质进食量的限制因素(Conrad等, 1964; Montgomery 和 Baumgardt, 1965)。这一关系在图2-2中用一头500 kg 体重, 日产20 kg 标准乳(4%脂肪校正奶, FCM)的母牛进行了描述(Conrad, 1966)。在干物质消化率为52—68%之间, 这头牛的干物质进食量随干物质消化率而增加。然而, 当消化率超过68%时, 采食量则与牛的能量需要量

相关 (图2-2)。

干物质消化率不作为干物质进食量的限制因素的实际起始点随母牛的能量需要量而变化，而母牛的能量需要量主要由它的产奶水平所决定。图2-3是图2-2中所描绘之规律的扩展，它展示了体重600 kg的母牛日产标准乳10—40kg时，干物质进食量曲线的估计转折点。

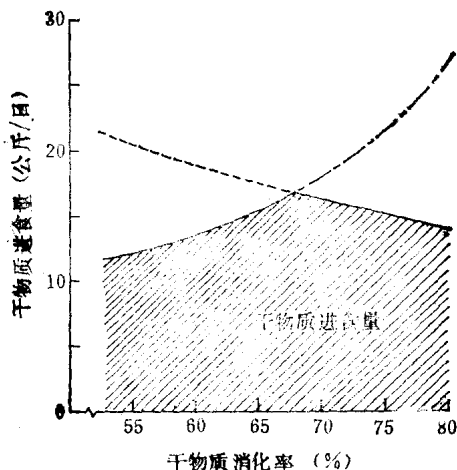


图2-2 干物质消化率从52%增加到80%
时日粮干物质进食量的变化

当进食量受日粮在牛的消化道中的充满程度限制时，不同日粮消化率的干物质进食量可由下面的公式预测 (Conrad, 1966)。

$$DMI = 5.4W/500F$$

公式中 DMI 为干物质进食量，单位是 kg/日，W 为以 kg 为单位的体重，F 为不可消化干物质的百分率。应用这一公式，消化率为52—75%的日粮，预测的干物质进食量为

体重的2.25—4.32%。

增加日粮中谷物和其它精饲料的比例，将对粗饲料干物质进食量产生可变的影响（Ward 和 Kelley 1969；Dean 等，1972）。在精粗比为0%：100%到10%：90%的日粮中，随着谷物精料的加入，粗饲料干物质进食量将会增加。随着

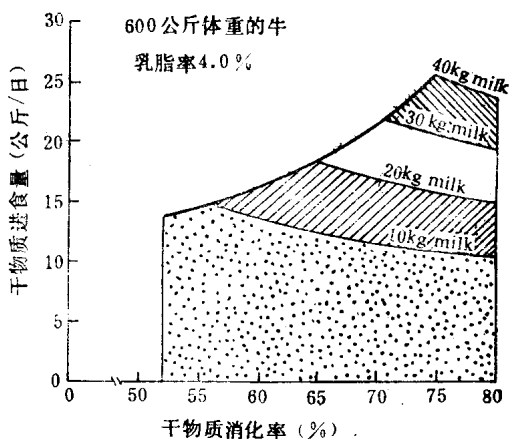


图2-3 因干物质消化率及产奶量的不同所引起的干物质进食量的变化

日粮中谷物精料的比例从10%进一步增加到70%，增加精料导致粗料干物质进食量的下降。在这一范围之外，添加精料对粗料干物质进食量的影响取决于许多因素，包括被取代的粗料的质量、物理形态和类型及精料的消耗量。对优质苜蓿干草日粮，在精料干物质添加量（所占比例从10%增到70%时），每增加一个单位的精料干物质进食量，将会导致大约0.5个单位苜蓿干草干物质进食量的下降（Dean 等，1972）。然而，在高精料进食量的情况下，每一单位精料干物质进食

量的增加所引起的粗料干物质进食量的下降，要比低精料进食量情况下大很多。这表明，由于精料干物质进食量的增加而引起的粗料干物质进食量的下降为曲线关系。当日粮中精料比例超过70%时，粗料进食量对于正常的瘤胃发酵来讲便会不足，且一般会发生乳脂率的明显下降。通常这种下降也伴随着产奶量的降低和典型的“脂肪牛” (fat cow) 综合症的问题 (Morrow, 1976)。因而，似乎没有理由考虑用含有超过70%的谷物或其它精料的日粮饲喂奶牛。

最近的研究 (Mertens, 1982, 1985a, b) 表明，日粮中性洗涤纤维 (NDF) 的含量与干物质进食量呈负相关 (见“纤维”部分)。基于日粮中性洗涤纤维对维持正常乳脂率的作用，提出了一种由中性洗涤纤维含量估算干物质进食量的体系 (Mertens, 1985a)。这一概念的进一步研究与发展，将有助于确定在商品奶牛场中广泛存在的各种不同条件下更为精确的进食量。然而，在这一体系能够被广泛用于估计干物质进食量之前，还需要有关在日粮中含有副产品饲料时中性洗涤纤维进食量与消化率、干物质进食量及动物生产性能间相互关系的资料。

以干物质计算，母牛采食豆科牧草要比采食禾本科牧草高 20% (Journet 和 Remond, 1976; Kilmer 等, 1979; Wangsness 和 Muller, 1981)，这大概是因为禾本科牧草中含有较高的中性洗涤纤维的缘故。另外，当日粮的主要成分由经过发酵的饲料组成时，干物质进食量降低，这种降低可能是饲料中存在有机酸、铵、氮或它的前体物的缘故。所有这些物质均已被证明具有缩短采食时间和降低采食量的作用 (Clancy 等, 1977; Conrad 等, 1977; Dulphy 和