

乳牛的饲养管理

- 1 三种不同产乳量乳牛的成本和收益预算案样本
- 2 在二十四个月内将替代性小母牛养到体重1170磅的预算案样本
- 3 根据心脏部份胸围测量的乳牛体重估计法
- 4 在十七月内育成体重1,100磅乳牛种肉的预算案样本
- 5 生长期小母牛的每日营养素需要
- 6 泌乳牛的每日营养素需要
- 7 产乳所需的粗蛋白与热能量
- 8 产乳所需的钙与磷量
- 9 常用粗料的营养价值
- 10 常用谷物及其副产品的营养价值
- 11 钙与磷补助料的成分
- 12 常用饲料与矿物质补助料的矿物质含量
- 13 乳牛饲粮的营养素含量
- 14 估计与玉米和大豆粉相比的常用饲料中热能与蛋白质含量的相对价值
值所需注意的饲料评估因素
- 15 常用重量与长度的换算表

本文最初登于明诺苏打大学推广报218号，1981年的修订重印，成为伊利雷斯大学合作推广服务小册M-1183号和爱尔华大学乳业科学刊物Dys-2365号。本文的作者是林氏（J. G. Linn）、欧达比氏（D. E. Otterby）、阿巴曼（R. D. Appleman）和胡进斯（M. F. Hutjens）。

若需进一步的详情和协助，可与下列人士联络：

一 胡进斯博士 (Dr Michael F. Hutjens)

Extension Dairy-man

338 Animal Science Laboratory

University of Illinois at Urbana-Champaign

Urbana, Illinois 61801

电话：217/333-2928

二 金马博士 (Dr Lee H. Kilmer)

Extension Dairyman

4 Kildee Hall

Iowa State University

Ames, Iowa 50011

电话：515/294-2116

目录

内 容	页 数
反刍动物的结构和生理学	1
牛的身体结构	
消化道的功能	
仔牛的消化系统	
饲料的营养素	6
供应热能的营养素	
蛋白质	
维生素	
矿物质	
水	
饲料原料	15
粗料	
谷类	
蛋白质补助料	
副产品饲料	
乳牛群的饲养	22
乳用母牛的饲养	
仔牛的营养	
小母牛的营养管理	
仔牛肉的生产	
乳牛肉	
饲料的配制	58
第一种方法：迅速检查蛋白质的平衡与谷物的饲喂	
第二种方法：平衡饲料的计算法	
第三种方法：电脑化乳牛饲料平衡计	
购买饲料	63
饲料标签的释义	
饲料添加剂	
常用饲料原料的比较	
乳用母牛的疾病和生理障碍	68
附表	

反刍动物的结构和生理

牛的身体结构

牛的消化道，是由口腔、食道、一个复杂的四个房室的反刍胃，小肠和大肠组成。胃包括瘤胃（Rumen 或 Paunch）、蜂巢胃（Reticulum 或 Honey comb）、重瓣胃（Omasum 或多瓣胃 Manyplies）和皱胃（Abomasum 或真胃 True Stomach）四个部份，如图一所示。

1. 瘤胃

瘤胃（在牛的左侧）是四个胃中最大的一个，它分成多个囊。根据牛的大小而不同，瘤胃可贮存 25 加仑以上的物质。如牛的饲料的贮藏室，它亦是一个发酵室。瘤胃内的条件，很适合微生物的生长，而这些微生物群能将胃内的饲料消化和发酵。瘤胃吸收大部份由微生物将饲料发酵后所产生的挥发性脂酸。瘤胃壁上精密的血管分布，对挥发性脂酸和其他消化的产品的吸收帮助很大。胃壁上的乳头状（Papillae）小突起，其作用在于增加瘤胃的面积和吸收能力。

2. 蜂巢胃

蜂巢胃是一种袋状的结构，位于体腔的前方，其组织排列成网状，像是一个蜂巢。位于蜂巢胃和瘤胃之间为一些皱摺。这两个胃实际上并不是分开的，常被合称为瘤蜂巢胃（Rumino-reticulum）。母牛所吃到的浓缩的饲料和金属物，常掉落到这个部份。蜂巢胃位于靠近心脏的地方，不小心吃入的铁钉和其他尖锐的物体，常穿过蜂巢胃的组织，导致一种称为「硬物病」的病症（Hardware Disease），若不以磁铁或以外科手术将硬物除去，可能会导致牛只感染其他病症，而死亡。

3. 重瓣胃

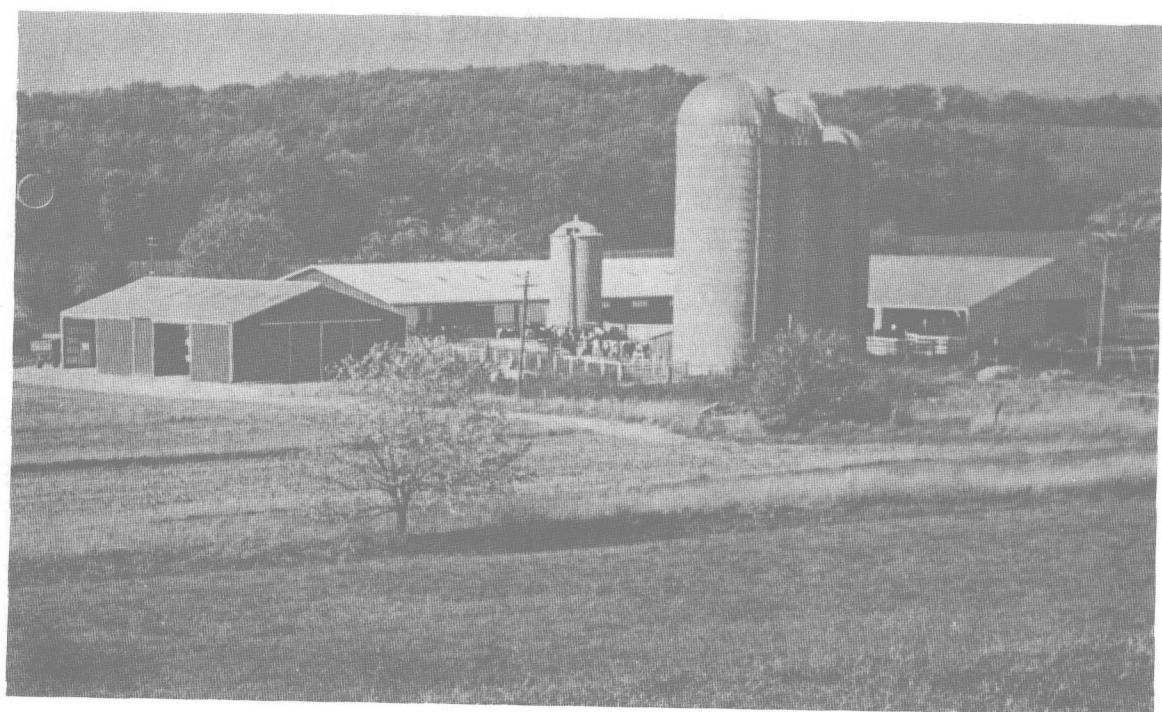
重瓣胃是个球形的结构（亦称为多瓣胃 Manyplies），内有一片片的书页样组织。此胃吸收消化道中的水份和其他的物质。因此在此胃中的食物，比起在其他胃室内的为干燥。

4. 皱胃

皱胃又称为真胃，是唯一含有颗粒状内膜的胃室。消化食物用的胃酸和消化酶，部份泌到皱胃内。这个胃相当于非反刍动物的胃。

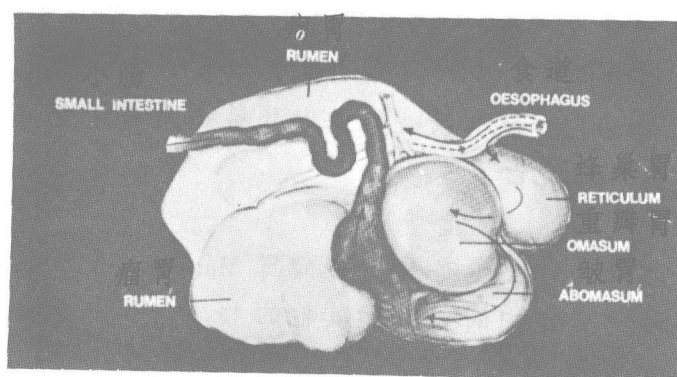
5. 小肠

小肠的长度，大约 20 倍于牛只的体长，是由三个部份组成：十二指肠、空肠和回肠。来自胰脏和胆囊有助于消化食物的消化液，都流入小肠中。大多数的消化程序都在小肠内完成，许多的营养素通过小肠壁的绒毛（指状突起）而被吸收，进入血液和淋巴系统。



美国中西部的乳牛场，是乡村社会主要的投资。

图一、成长反刍动物的胃部解剖图



6. 盲肠

盲肠有一个广大的面积，一些先前未消化的纤维可能在此被消化，但是，它的真正的功能尚未能确定。

7. 大肠

这是消化道最后的一段，水份在此被吸收后未消化的饲料便由此排出体外。

消化道的功能

1. 哎气 (Eructation 或 Belching)

瘤胃中常产生大量的气体，其中大部份是碳酸气和沼气。它每小时的产气量，可多达 30 至 50 夸脱（公升），这些气体必须移去，否则，就会发生气胀（Bloating）。在正常的情况下，胃气所造成的膨胀，会使母牛产生哎气作用，将气体排除。

2. 反刍作用 (Rumination)

一头母牛每日可能花费 35 至 40 巴仙的时间于食物的反刍，有时可长达数小时之久（当饲以长的干草）。成牛在进食时，花费在食物的咀嚼时间很少。但在休息时，吃入的饲料会回吐出来，以便再行咀嚼，同时和唾液混合。食物颗粒越小，进到瘤胃中便更易被其中的微生物消化。

3. 瘤胃和蜂巢胃的蠕动

瘤胃通常作固定式的收缩和移动，健康的母牛，瘤胃每分钟收缩一次至两次。这种收缩作用可使瘤胃中的物质混合，并使微生物与饲料接触，同时亦将这些物质移出瘤胃，瘤胃活动停顿或活动频率降低，是牛只生病的一种征兆。

4. 唾液的生产

牛只每日由唾液腺分泌而流入瘤胃的唾液，可多达 50 至 80 夸脱（公升）。唾液供应微生物所需的液体，重新循环氮素和矿物质，并缓衡瘤胃的酸硷性，这种缓衡作用有助于瘤胃保持恒定的 6 至 6.5 酸硷度，有利于微生物的生长，及刺激牛只的食欲。

5. 呕吐

牛很少会呕吐，但有时某些饲料会引起呕吐。有一些牧场内的植物，通常是野草，含有一些有机硷（生物硷），能致使牛只吃后发生呕吐现象。若这种问题持续发生，应征询兽医的意见。

6. 瘤胃中热能饲料的消化

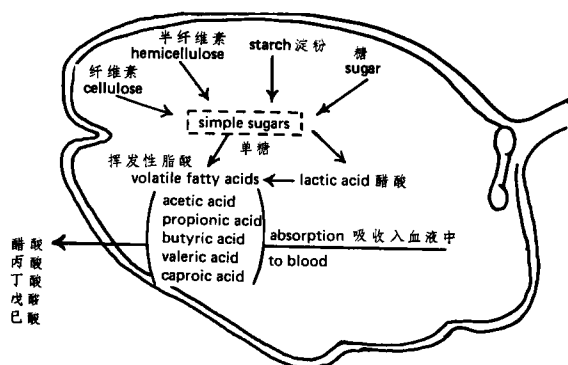
糖类如纤维性物质的纤维素和半纤维物质，植物细胞中的糖和谷物中的淀粉及其副产品等，是由瘤胃中的微生物加以消化，将其转变为挥发性的脂酸，作为反刍动物的主要热能的供应来源（图二）。这类挥发性的脂酸，主要含有醋酸（Acetic Acid）、丙酸（Propionic Acid）和丁酸（Butylic Acid）。当牛只饲以大量的粗料时，醋酸的形成作用占了大部份（占总量的 60 至 70 巴仙），丙酸次之（占 15 至 20 巴仙），丁酸只占 5 至 15 巴仙。不过，若谷物的饲喂量增加，或牛只饲以磨细的粗料时，醋酸的形成量可能减低至 40 巴仙，丙酸的形成量则可能增加到 40 巴仙。这种挥发性脂酸生产的改变，

在一般上是和检验结果的乳脂降低有关。

在瘤胃中的纤维素和半纤维素，接近 30 至 35 巴仙是由微生物群加以消化。淀粉的分解，根据其饲喂量的多少和吃入物质通过瘤胃的快慢而不同，可达到 50 至 70 巴仙或以上。大部份的糖在瘤胃中被完全消化。

挥发性的脂酸，从瘤胃被吸收后，进入血流中，而转运到乳房和其他的组织，作为维持健康、生长、繁殖与或产乳的用途。母牛所得到的热能，有 50 至 70 巴仙是来自瘤胃中所形成的挥发性脂酸。

图二、瘤胃中饲料糖类的微生物消化作用



7. 瘤胃对蛋白质和非蛋白质中含氮的利用

一些被牛吃进瘤胃内的蛋白质食物，在胃中并没被消化分解。在发酵过程中，蛋白质会转变为氨气、有机酸、氨基酸（Amino Acids）和其他的产品。饲料中接近 40 至 65 巴仙的天然蛋白质将被分解，而分解的程度是随着蛋白质的溶解度和抗分解力的大小而不同。许多瘤胃中的微生物，需要氨气（蛋白质分解物）来供作生长与合成微生物体内蛋白质的用途。氨气亦可能由非蛋白质来源的氮素（Non protein Nitrogen）产生，例如尿素、氨盐（Ammonium Salts）、硝酸盐（Nitrate）和其他化合物。瘤胃中的微生物将氨气和有机酸转变为氨基酸，再将其合成微生物蛋白质。过多的氨气可能会被吸入而进入血液（参阅 71 页），其他的一些氨气可能进入消化道后半段，然后被吸收。饲料蛋白质（在瘤胃中未被分解的部份）和微生物性蛋白质，在进入皱胃和小肠后亦会被消化和吸收。

8. 维生素的合成

瘤胃中的微生物，能够制造所有的乙族维生素和维生素 K。瘤胃所合成的维生素，足以维持其本身健康和生长的需要。在大多数的情况下，瘤胃功能好的牛，其饲料中不需再补充乙族维生素和维生素 K。

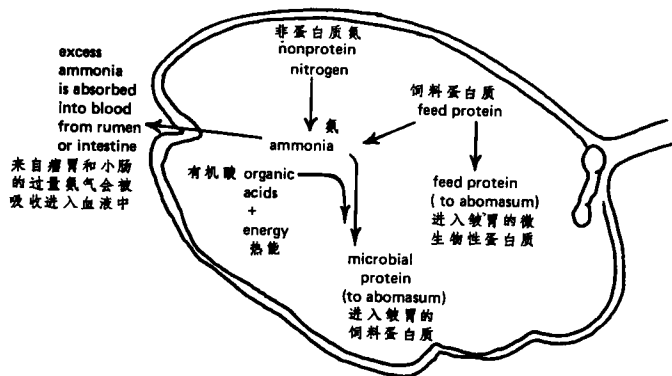
9. 脂肪的消化

脂肪在瘤胃中的消化量有限，大多数的脂肪都在小肠内被消化。瘤胃中的微生物将不饱和脂酸（Unsaturated Fatty Acids）转变成饱和脂酸（Saturated Fatty Acid）因此，母牛所能吸收到的不饱和脂酸，比单胃动物所吸收的为少。

仔牛的消化系统

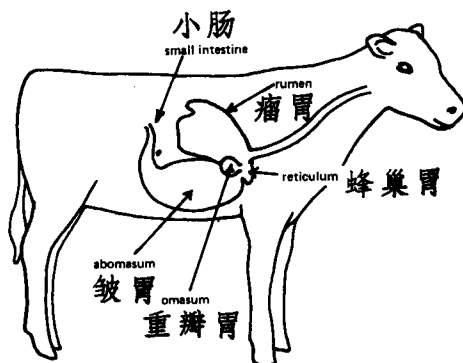
在出生时和出生后的几个星期内，仔牛的瘤胃、蜂巢胃和重瓣胃尚未发育完全。与成牛相反，这时仔牛的瘤胃是一个最大的胃室。在生命中的这个阶段，瘤胃是没有操作的功能的，成牛所能消化的一些饲料，仔牛是没法加以消化吸收的。在哺乳或人工饲喂牛乳时，牛乳会绕过瘤胃，经过食道沟，直接进入皱胃内。体内的神经反射作用会将食道沟合起来，形成管状的结构，防止牛乳或牛乳代用品进入瘤胃。当仔牛饮用牛乳过急时，一些牛乳会溢出食道沟而流入瘤胃内。

图三、母牛瘤胃中饲料蛋白质和非蛋白质氮的利用



只要仔牛还在继续吃用牛乳，它的瘤胃就维持不发育的状态。当谷物和粗料加入仔牛的日粮中时，微生物群就会开始形成，而瘤胃和蜂巢胃就会增大和加重，其乳头状突起就会发育。微生物发酵所产生的最后成品，是促进瘤胃发育的重要因素。在大多数的饲喂计划下，瘤胃的发育，最早是在三周龄时开始，要引导瘤胃的发育，并不需要把反刍的食物灌入仔牛胃中。只要在出生后的数周内开始饲喂干草、青贮饲料和谷物，仔牛的瘤胃就会发育，到达三个月龄时，就会和成牛的瘤胃功能相似了。

图四、仔牛的消化系统



饲料的营养素

供应热能的营养素

1. 糖类 (Carbohydrates 碳水化合物)

糖类是构成大多数乳牛饲料的主要部份，是热能的供应来源。这一类的营养素包括有糖 (Sugars)、淀粉 (Starch)、纤维素 (Cellulose) 和半纤维素 (Hemicellulose)。在生长中的植物细胞中和一些饲料如甘蔗和甜菜的糖蜜中都含有糖的成分。淀粉是谷物的主要成分，纤维和半纤维素是由糖分子所组成，就像淀粉的一样，不过，只是结合的方式不同而已。纤维素和半纤维素的分类，是属于饲料的纤维部份，这些物质是植物组织所需的结构和力量。单胃动物如猪和家禽是没法消化纤维的。成长的反刍动物能够利用大量的纤维因瘤胃中的微生物能够将其分解吸收的缘故。植物组织中的木质素 (Lignin)，不是真正的糖，这种化合物是不能消化的。当饲料的原料中含有大量的木质素时，饲料的消化性 (Digestibility) 将会降低。

2. 油脂 (Fat)

油脂在成长的反刍动物的饲料中，通常不超过 3 至 5 巴仙。仔牛日粮中的油脂含量，包括牛乳和牛乳代用品的高含量油脂在内，以吃入的干物质量来计算，可多达 10 至 35 巴仙。油脂的热能含量，等于糖类热能含量的大约 2.25 倍。油脂主要用于年幼仔牛的粮食中，有时，亦加入泌乳母牛的饲料中，以提高热能的含量，减少饲料的尘埃性，同时，增进展览动物皮毛的光泽性。饲料中所加入的油脂，应限制在五巴仙左右，因为，油脂过多时，会降低饲料的摄取量，同时，可能引起下痢。

3. 热能 (Energy)

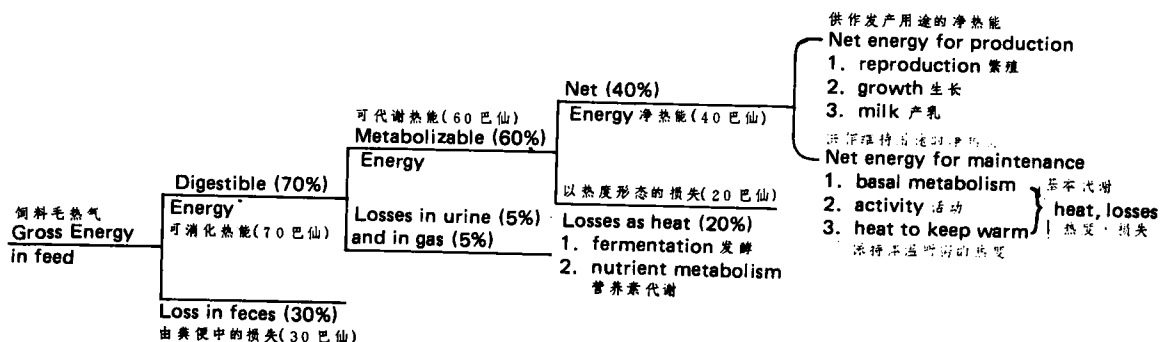
热能 (主要的包括糖类和油脂，但是，蛋白质有时亦化作热能而被利用) 在饲料中，可分为二部份。

- (1)一部份在消化的代谢时消耗了。
- (2)余下的用来维持动物健康和繁殖。

图五所示的毛热能 (Gross Energy) 是指饲料中的总热能 (Total Energy) 。这种热能是饲料完全氧化 (燃烧) 所产生热能。热能的数值 , 是以卡 (Calories) 来表示。常用的饲料通常含有相等的毛热能, 但其饲养价值却不同, 这是由于其消化度 (Digestibility) 不同的关系。可消化的热能 (Digestible Energy) 是毛热能减去由粪便内损失的热能所得的数值。这种在粪便方面的损失, 高纤维饲料较低纤维饲料的为高。其他的损失, 包括在尿中和气体方面的损失。在瘤胃里, 有多量的沼气 (Methane) 产生, 通过哎气而被排出体外, 亦这是一种热能的损失。在计算代谢热能 (Metabolizable Energy) 时, 这类损失和粪便中的损失都应扣除。在消化和代谢时, 会产生热。它在寒冷的气候下有助于保持体温。但在其他时候是毫无价值的, 反而是代表着热能的进一步损失。所余下的热能是属于净热能 (Net Energy), 可供应用于维持动物的健康和繁殖。动物利用热能来维持健康的效率, 较用来促进增重的效率为大。泌乳母牛在利用热能以维持健康和泌乳方面的效率是相等的。

总消化营养素 (Total Digestible Nutrients TDN), 是另一种表示饲料热能含量或牛只热能需要量的方法。总消化营养素, 相当于消化热能。TDN 的应用, 比净热能系统久, 在饲料原料方面它的资料亦较多。总消化营养素 = 可消化无氮抽出物 (Digestible Nitrogen-free Extract 即 醣类) + 可消化粗纤维 (Digestible Crude Fibre) + 可消化蛋白质 (Digestible Protein) + [可消化醚抽出物 (Digestible Ether Extract 或粗脂肪 Crude Fat) $\times 2.25$]。净热能和总消化营养素的数值在本书内有列明, 这儿的净热能数值是明诺苏打饲料平衡器计划 (Minnesota Ration Balancer Program) 和明诺苏打乳牛群改进计划 (Minnesota Dairy Herd Improvement Program) 所采用的。

图五、热能和损失的分类 (含 60 巴仙苜蓿草和 40 巴仙玉米的乳用母牛饲料)



4. 蛋白质 (Protein)

蛋白质是维持健康、生长、产乳和繁殖所必需的主要营养成分，亦是形成控制或调节体内化学反应所需的酵素和某些激素（荷尔蒙 Hormones）的主要成分。实际上动物所需要的是氨基酸，这些氨基酸是由那些避过瘤胃微生物分解作用的微生物性蛋白质和饲料蛋白质来供应。

可溶性的蛋白质，在瘤胃中可能被分解成为氨气；不溶性蛋白质的分解度较低，在进入皱胃和小肠时才被消化和吸收。瘤胃中的微生物利用氨气，以合成微生物性蛋白质，这种蛋白质在进入小肠的后段时被消化和吸收。

本书中所列的蛋白质需要，是以粗蛋白质（Crude Protein）为计算标准。粗蛋白质的含量是以饲料的氮素（Nitrogen）含量，乘以 6.25 的因数（蛋白质含 16 巴仙的氮素）来确定的。非蛋白性氮素化合物如尿素或铵盐，都包括在粗蛋白质的数值内。由于蛋白质和非蛋白质氮素都被乳牛利用，因此，采用粗蛋白质的数值是正确和实际的。目前的研究工作，将会更准确地评估动物对蛋白质和氨基酸的需要。可代谢蛋白质（Metabolizable Protein）是目前研究的一个概念，以图用来说明在离开瘤胃以后可供牛只利用的氨基酸（或蛋白质质量），这种方法，可更准确地说明牛只在维持健康、生长和产乳方面的需要。过多的蛋白质，将化作热能而加以利用，不过，由于蛋白质通常是一种昂贵的原料，所以，应该使适当地配制饲料。以免浪费或提高成本。

5. 维生素 (Vitamins)

维生素是属于有机化合物，只需要少量，就可维持生命。维生素的功用是促进体内的化学反应。若任何一种维生素缺乏，牛只将会出现明显的病症，若不加矫正，会变得更加严重。

维生素可分为两大类：即水溶性维生素（Water Soluble Vitamins）和脂溶性维生素（Fat Soluble Vitamins），水溶性微生素包括乙族维生素如硫氨（Thiamine 或维生素 B₁）、核黄素（Riboflavin 或维生素 B₂）、菸硷素（Niacin）、泛酸（Pantothenic Acid）、维生素 B₆（Pyridoxine）、维生素 B₁₂、生素（Biotin）和叶酸（Folic Acid）。胆素（Choline）通常归入乙族维生素内。研究的结果显示，在正常的饲养情况下，在瘤胃内组合成的乙族维生素的量，足以供应牛只的需要。在疾病的情况下，紧迫期间或年幼的动物，可能需要乙族维生素的补充。维生素 C（Ascorbic Acid）是另一种水溶性维生素，乳牛是所不需要的，因为它们能够在体内自己合成维生素 C。

附表一所示，是一般饲料原料中所含的脂溶性维生素（附有功能、缺乏时的症状和有关的问题）。维生素 A 或其先驱物质（Precursor）既胡萝卜素（Carotene），是促进正常视力和减少繁殖器官和呼吸器官产生问题所必需的

。在绿色粗料和黄色玉米中都含有胡萝卜素，市面上亦有人工合成的维生素A供应。

维生素D，是生长和发育以及钙和磷的吸收及代谢所必需的。当牛只放养在围栏内而没有得到直射的阳光饲料又不是以青贮饲料和谷物为主时，维生素D的补充是特别重要的。

维生素E是一种抗氧化剂（Antioxidant），可防止牛乳失去香味和防止仔牛白色肌肉病（White Muscle Disease）的发生。假如牛乳有酸败的问题发生时，可能就需要在饲料中补充额外的维生素E。

附表一、乳牛饲料中脂溶性维生素摘要

维生素	功 能	缺乏症症状和有关问题	乳牛常用饲料中维生素的来源
A	正常视力、细胞功能和呼吸道、生殖道和消化道上皮细胞的保养所必需。	夜盲症、皮肤病、盲眼、死亡与体弱仔牛，生殖问题。	胡萝卜素的来源：绿色多叶的粗料，干草、干草贮料（少受风化作用）、未结过霜的玉米青贮料、合成维生素、维生素预混剂、鱼肝油。
D	正常的骨骼生长与发育。钙和磷的吸收和代谢。	佝偻病、软骨症。	晒干的粗料，鱼肝油，合成的预混剂。
E	抗氧化剂、和硒有关系。	牛乳香味的氧化、肌肉问题、白色肌肉病、心肌异常。	苜蓿草、谷实类的胚芽、小麦胚芽油、谷物、合成的预混剂。
K	血液凝结所需。	发霉甜苜蓿病、出血症。	绿色多叶的粗料、通常在消化道中合成足够的量。

维生素 K 通常可在瘤胃和肠内合成，所合成的量足以满足牛只的需要。和甜苜蓿 (Sweet Clover) 有关的出血症，是由于维生素 K 的功能受到干扰所致，此问题会在牛群卫生一节内讨论。

维生素的补助，可能以预混剂 (Premixes) 的形式供应。这些预混剂通常是以大豆粉或其他饲料原料作底粉混合而成。维生素亦可以注射剂形式供应。

6. 矿物质 (Minerals)

矿物质同时具有结构和调节的功能，是形成骨骼与牙齿及保持体内酸碱平衡和水份的平衡以及酵素的活动所必需的。同时，矿物质亦参与许多荷尔蒙的作用，且亦是一些荷尔蒙的组成成分之一 (例如甲状腺素 Thyroxine)。矿物质又是体内某些物质的组成成分，例如血红蛋白中 (Hemoglobin) 的铁质。

乳牛需要大量钙 (Calcium)、磷 (Phosphorus)、镁 (Magnesium)、钠 (Sodium)、氯 (Chlorine)、硫 (Sulphur) 和钾 (Potassium)。钠和氯通常以食盐的形态来供应，以及一些较小量的矿物质 (微量矿物质 Trace Minerals)，包括锰 (Manganese)、锌 (Zinc)、碘 (Iodine) 和钴 (Cobalt)。有些矿物质可能需要的量非常少但却不能缺乏，如钼 (Molybdenum)、硒 (Selenium) 和氟 (Fluorine) 等。附表二列出这些元素的功能、缺乏时的症状和来源。饲料表 A—9 和 A—10，列出一些常用饲料中的钙和磷的含量，饲料表 A—11 说明钙磷补助料的组成成分，饲料 A—12 列出明诺苏打州一些常用饲料和矿物质补助料中多量或主要矿物质的组成成分。

市面上，亦有许多矿物质补助料的供应。在选择一种矿物质补助料时，应考虑营养平衡的饲料所需的矿物质，并选择一种能够满足需求的补助料。含有少过 10 巴仙磷的磷补助料，不宜选用。所需矿物质的单位成本，是主要的考虑因素，这一点可以补助料的成本 (每百磅或每吨)，除以补助料中元素的磅数而确定 (例如 15 巴仙的磷补助料剂成本 = 每百磅 15 美元 ÷ 15 磅 = 每磅磷 1 美元)。

微量矿物盐是食盐和微量矿物质的普通来源，这种盐所含的镁、硫或钾量很微，因为这几种矿物质在许多乳牛的饲料中都含有足够的量，不需要额外的补充。不过，在需要时，应供给适当的补助剂。氧化镁 (Magnesium Oxide) 是镁的一般来源，硫可由硫元素、硫酸钠 (Sodium Sulfate)、硫酸镁 (Magnesium Sulfate) 或硫酸钾 (Potassium Sulfate) 供应。钾可由钾盐如氯化钾 (Potassium Chloride) 或硫酸钾 (Potassium Sulfate) 供应。大多数商业上配合的谷物混合料，都含有足够的微量矿物质，这些资料可见于饲料的标签上。

附表二、乳牛饲料中矿物质的摘要

矿物质	功能	缺乏时的症状和有关问题	推荐最高和最低用量	来源
钙	骨和牙齿的形成、血液凝结、肌肉收缩，全乳含0.12巴仙。	佝偻病、生长缓慢和骨骼发育不良，骨易折断、产乳量减少、乳热症是受钙正常代谢的一种疾病。	最低需要量： ：年幼仔牛： ：0.6巴仙 生长期小母牛： 牛：0.4巴仙 泌乳母牛： ：根据产乳量由0.4至7.5巴仙。	苜蓿草和其他豆科植物；石灰石粉、第二钙磷酸、蒸骨粉。
磷	骨骼和牙齿的形成、磷牵涉到热能代谢中的组织成份DNA和RNA牛乳含0.09巴仙。	骨骼脆、生长差、血磷低（每百毫升少于4至6毫克）、食欲差。常嚼木头、毛和骨，繁殖成绩差。	最低用量： 仔牛：0.42巴仙，生长期小母牛： 0.3巴仙，泌乳牛： 0.3至0.5巴仙。	一钠磷酸、一铵磷酸和第二钙磷酸，蒸骨粉、谷实类及其副产品。
钠	酸碱平衡、肌肉收缩、神经传导。	渴望获得食盐、食欲减退、严重时，运动失调、体弱、发抖与死亡。	最低用量： 年轻牛只： 0.25巴仙，泌乳期和干乳期母牛： ：0.45巴仙。	食盐。
氯	酸碱平衡、渗透压的保持、在皱胃内制造盐酸。	渴求食盐、食欲减退。	（见上）	食盐。
镁	酵素活化剂、存于骨骼组织和骨中。	易激动、抽搐、紧张性加强。	最低用量： 年幼仔牛： 0.7巴仙，生长期仔牛和干乳期母牛： 0.16	氧化镁、粗料。

巴仙，泌乳牛：0.2巴仙。				
硫	瘤胃内微生物蛋白质的合成所需，特别是非氮素。存在于腱等组织中。	生长慢、产乳量减少，饲料利用率减低。	最低推荐用量为0.2巴仙，超过0.35巴仙时，可能会降低饲料的摄取量。	元素性硫、硫酸钠和钾、蛋白质补助料和豆科牧草。
钾	维持电解质平衡、活化酶剂，肌肉功能、神经功能。	饲料摄取量减少，毛色失去光泽、血液和乳中钾量较低。	最低推荐用量为0.8巴仙。	豆科牧草、氯化钾、硫酸钾。
碘	甲状腺素的合成。	大颈泡、甲状腺肿性物质可引起碘的缺乏症。	成牛：0.5 ppm，年轻牛只：0.25 ppm，在50至200 ppm时，可能出现中毒的征象。症状包括过量流涎、水样鼻液。安全用量为：年轻牛只20 ppm，成牛50 ppm。	碘化食盐、或微量矿物质。
铁	组成血红素成份之一，许多酵素组成成分之一。	营养性贫血症。	推荐用量为干物质的100 ppm，牛的安全用量根据铁质形态不同而异，介于400至1000 ppm之间。	粗料、谷物、微量矿物质。

铜	用以制造 血红素、 辅助酵素 。	严重下痢、食 欲异常、生长 差、皮毛粗糙 、褪色或灰白 ，骨软症。	推荐用量是 干物质的10 ppm，牛可 安全地耐过 80ppm， 中毒的征象 包括黄疸病 、肝脏损坏 和死亡。	饲料中的含量 很多，微量矿 物盐。
钴	维生素B ₁₂ 的成分之 一，是瘤生 物生长所 需。	失去食欲、贫 血、产乳量减 少、皮毛粗糙 。	最低用量为 干物质的1 ppm，最高 用量为10 至20ppm， 中毒的征象 包括饲料摄 取量减少和 体重减轻、 消瘦、软弱 和贫血。	微量矿物盐 。
锰	生长；骨 骼形成。 酵素的活 化剂。	发情征象延迟 出现或减退、 受胎率差。	用于牛的推 荐用量是40 ppm，最高 安全用量是 1000ppm ，过量时， 会干扰到铁 质的代谢， 同时可能诱 发镁过少症 。	在饲料中的 分布很广， 微量矿物盐 。
锌	酵素活化 剂、伤口 愈合。	增重量减少、 饲料利用率降 低，皮肤病、 伤口愈合慢、 不稳定。	最低用量为 40ppm， 最高安全用 量不超过 500ppm。	粗料、微量 矿物盐。
氟	是否牛只 所必需的 ，尚未明 了，对实 验室动物 的重要性 已证实。	—	最大安全用 量为30ppm ，中毒时、 饲料摄取量 大减、四肢 僵硬、骨骼 变大，高氟	磷酸岩矿物 。

磷酸所产生的问题。				
硒	和一些酵素产生功能、和维生素E有密切的关系。	仔牛白色肌肉症、胎盘滞留（不会排出）	最低用量为0.1ppm，最高安全量为3至5ppm，中毒征象为硷性病或「盲目蹒跚」跛行、脱蹄。	制油粉、苜蓿草、小麦、燕麦、玉米、随着土壤中的含量不同而异。
钼	黄硷(Xanthine)氧化酶的成分之一。	体重减轻、消瘦、下痢。	最高安全用量为6ppm，中毒症状包括消瘦、粘稠液状下痢、衰弱僵硬、毛色改变。	广泛地存于饲料中，缺乏症很少会发生。

附表三、乳牛所需的食水量

体重(磅) Weight (lb)	牛乳(磅) Milk (lb)	Temperature (F)		
		40° 及以下 40° & below	60°	80°
(Heifers) 小母牛			gallons/day	每日加仑数
200	—	2.0	2.5	3.3
400	—	3.7	4.6	6.1
800	—	6.3	7.9	10.6
1200	—	8.7	10.8	14.5
(Dry Cows) 干乳期				
1400	—	9.7	12.0	16.2
1600	—	10.4	12.8	17.3
(Lactating cows) 泌乳牛				
1400	20	12.0	14.5	17.9
	60	22.0	26.1	24.7
	80	27.0	31.9	38.7
	100	32.0	37.7	45.7

注：1. 日常生活和怀孕的需要量。

2. 日常生活和产乳的需要量。