

奶牛营养平衡与需要量

青岛市畜牧兽医研究所 王建华 戈新 赵金山 汪文鑫
鄂尔多斯市准旗第一职业学校 王洪艳

[摘要] 随着我国奶牛业的快速发展,奶牛对日粮营养平衡的要求越来越高,而正确理解奶牛的营养需要对制定营养平衡的日粮配方非常重要。本文主要从能量、蛋白质、纤维、矿物质和维生素方面探讨奶牛的适宜营养需要量。

[关键词] 奶牛;营养;需要量;平衡

[中图分类号] S823

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-3314(2006)09-0025-04

[Abstract] With the rapid development of the dairy industry of China, it is more and more important for high yield dairy cattle to intake a nutrition balanced ration. Before the design and formulation of rations, it is very important to understand correctly nutrition requirements of dairy cattle. The purpose of this paper was to review and discuss optimal requirements of protein, energy, fiber, mineral and vitamin for dairy cattle.

[Key words] dairy cattle; nutrition; requirements; balance

随着我国奶牛饲养管理由粗放型向集约化舍饲转变,奶牛由主动采食转向被动采食。奶牛的自我营养调控功能相对削弱,日粮成为提供奶牛所有必需营养物质的重要途径,日粮的供给和平衡关系到整个牛群的健康状况和生产潜力的发挥。

1 营养物质的平衡和适宜需要量

1.1 营养物质的平衡 在奶牛生产中实施日粮营养素平衡调控技术,可根据实际生产条件从3种水平上具体运作:1)初级水平平衡:日粮蛋白质、纤维、钙和磷各项营养素的平衡;2)中级水平平衡:在包括初级水平要求平衡的项目上,再加上对镁、钾、硫、硒、食盐和维生素D等营养素的平衡;3)高级水平平衡:在包括中级水平要求平衡的项目上,还需要对锰、铜、锌、铁、钴、碘、维生素A和维生素E以及日粮脂肪达到平衡(卢德勋,2001)。

需要注意的是,营养物质的平衡不是某个固定的数值,而是一个适宜的范围。在通过日粮调控使营养物质达到相对平衡的同时,奶牛的自身营养调控功能也发挥着不可忽视的作用。因此,奶牛日粮没有绝对的营养平衡,而是一个动态的、相对的营养平衡。

1.2 干物质采食量 干物质采食量(DMI)是满足奶牛各种营养物质需要量的最大限制因素,一个营养平衡而DMI较低的日粮并不能满足奶牛的真正需要。在实际应用过程中易高估牛群的DMI,尤其在奶牛升乳阶段。NRC(2001)提出预测泌乳牛DMI的公式:

$$DMI \text{ (kg/d)} = (BW^{0.75} \times 0.0968 + 0.372 \times FCM - 0.293) \times Lag;$$

式中, $Lag = 1 - e^{-1 \times 0.192 \times \text{泌乳周数} + 3.671}$ (奶牛泌乳早期较低的采食量通过Lag变量校正);BW为乳牛体重(kg)。此外,还必须注意协调DMI与日粮营养素浓度的关系。一般来说,随着采食量的提高,日粮营养素浓度应略有下降。

1.3 能量需要量 NRC(2001)饲料能值的测定和表示所采用的方法与NRC(1989)有着本质的区别。由表1可以看出,NRC(2001)奶牛净能日需要量与NRC(1989)相比略有提高,这是由于NRC(1989)中的饲料泌乳净能(NE_L)值单纯地以总可消化养分(TDN)计算,高估了约5%(Weiss, 1998)和5%~7%(Vermorel和Coulon, 1998);而NRC(2001) NE_L 值是根据实际采食量和整个日粮的消化率以饲喂3倍维持量的奶牛计算得出

的,所有饲料的 NE_L 平均值比 NRC(1989) 中相应饲料低 2%。

奶牛日粮成分、干物质采食量以及瘤胃发酵状态等都会影响日粮的消化率。如干物质采食量的增加,日粮中缺乏瘤胃可利用的蛋白质,日粮纤维含量不足等均能影响瘤胃的发酵状态,限制日粮的消化率,从而使饲料 NE_L 值高于实际能值;而在纤维含量不足的日粮中添加纤维性饲料,会提高瘤胃的整体消化能力,其实际能值可能高于饲料 NE_L 计算值。因此,奶牛日粮能量的满足不是单纯地根据饲料原料营养成分计算就能满足的,对奶牛干物质采食量的合理调控和饲喂维持奶牛瘤胃最佳发酵状态的日粮是其根本。

表 1 NRC(1989) 和 NRC(2001)
奶牛净能日需要量的比较

	荷斯坦 牛(平均)	荷斯坦牛 (乳脂率下降)	荷斯坦牛 (放牧)	娟姗牛 (平均)
体重(lb)	1400	1400	1400	1100
产奶量(lb)	80	80	80	55
乳脂率(%)	3.7	3.2	3.7	4.7
乳蛋白(%)	3	3	3	3.6
NRC(1989) NE_L (Mcal)	35.8	33.8	36.8 ~ 37.9	28.9
NRC(2001) NE_L (Mcal)	35.9	34.3	37.1 ~ 40.8	29.4

注:资料来源 Weiss(2002)。

1.4 蛋白质需要量 奶牛特殊的生理结构使其蛋白质营养完全不同于单胃畜禽。日粮粗蛋白质在瘤胃中的降解是影响奶牛瘤胃发酵和氨基酸供应的一个重要因素。瘤胃降解蛋白(RDP)和瘤胃非降解蛋白(RUP)是饲料粗蛋白质中两个截然不同的组分。使瘤胃微生物获得充足 RDP 和宿主动物获得充足 RUP 是满足奶牛蛋白质需要的基础。不同泌乳量的奶牛对日粮蛋白质部分平衡的要求见表 2。

NRC(2001) 建立了产奶量与日粮 RDP 和 RUP(均以占%DM)间的回归方程:产奶量(kg/d) = $-55.61 + 1.15 \times DMI + 8.79 \times RDP - 0.36 \times RDP^2 + 1.85 \times RUP$ ($r^2=0.52$), 式中:DMI 为干物质采食量(kg/d); RDP 为瘤胃降解蛋白(%DM); RUP 为瘤胃非降解蛋白(%DM)。根据回归方程,在 RDP 为 12.2% (占日粮%DM)时,奶牛具有最大产奶量,DMI 恒定在 20.6 kg/d。

1.5 纤维素推荐量 日粮中的纤维素是调控奶牛瘤胃微生态稳定和维持正常瘤胃 pH 的天然缓

冲剂,对保证奶牛正常的瘤胃功能起着重要的作用。日粮中性洗涤纤维(NDF)的消化速度和程度以及与非纤维碳水化合物(NFC)瘤胃消化率的差异,都与瘤胃中酸的生成量有关。Allen(1997)认为在泌乳早期瘤胃 pH 值是确定奶牛纤维素需要量的一个有意义的指标。

表 2 NRC(2001) 规定的
泌乳牛日粮蛋白质部分要求

	产乳量 25 kg/d	产乳量 35 kg/d	产乳量 45 kg/d	产乳量 54.4 kg/d
日粮 CP(%DM)	14.1	15.2	16.0	16.7
RDP(%CP)	67	64	61	59
UDP(%CP)	33	36	39	41
RDP/UDP	2.03	1.78	1.56	1.44

注:1)资料来源 NRC(2001);2)UDP 为日粮非降解蛋白。

由于日粮 NDF 的含量,与饲草的长度、来源和储存加工条件等有关,使用 NDF 指标配合奶牛日粮不是很理想,因而提出了有效纤维的问题(Mertens, 1992; Sudweeks 等, 1981)。但目前奶牛对有效纤维素需要量的确定还缺少标准和有效的测定方法。NRC(2001)给出了泌乳牛全混合日粮中 NDF 最小推荐量和 NFC 最大推荐量(见表 3)。

表 3 泌乳牛全混合日粮中 NDF 最小
推荐量和 NFC 最大推荐量^a (%DM)

最小粗饲料来源 NDF ^b	最小日粮 NDF	最大日粮 NFC ^c	最小日粮 ADF ^d
19 ^e	25 ^e	44 ^e	17 ^e
18	27	42	18
17	29	40	19
16	31	38	20
15 ^e	33	36	21

注:1)资料来源: NRC(2001); 2)^a此表中数值是以饲料成分为实测值给出的,当采用饲料成分表推荐值时,可能不适合; 3)^b含有大量植物体的饲料都被视为粗饲料。例如,虽然青贮玉米中含有相当数量的玉米籽实,但被认为是粗饲料; 4)^c $NFC = 100 - (\%NDF + \%CP + \%Fat + \%Ash)$; 5)^d日粮中 ADF 的最小推荐值是从 NDF 的含量推算出来的; 6)^e不应饲喂含纤维(粗饲料 NDF, 总 NDF 或总 ADF)比最小值和 NFC 大于 44% 的日粮。

需要说明的是, NDF 的最小推荐量并不一定是最适合的需要量,当日粮中添加缓冲物质可降低 NDF 的推荐量。NRC(2001)对于产奶量为 20 kg/d 的泌乳牛建议日粮 NDF(%DM) < 44%, 产奶量为 40 kg/d 的泌乳牛建议日粮 NDF(%DM) < 32%。鉴于饲料或日粮中 NDF 的含量与能量浓度呈负相关,对能量需要较低的低产牛, NDF 的浓度应当高于最小推荐量。

1.6 矿物质元素的需要量 饲喂奶牛应该满足

而不是超过其营养需要量。所有必需矿物质元素的过量饲喂，都会对动物的生产性能造成不良影响。动物达到最佳生产性能所需要的日粮矿物质含量，远远低于该矿物质元素的中毒剂量。NRC(2001)给出了奶牛日粮矿物质元素的适宜水平，见表4。

表4 NRC(2001)奶牛日粮矿物质元素的适宜水平

	干奶牛 ^a			泌乳牛 ^a			
	240	270	279	-	-	-	-
妊娠天数(d)	240	270	279	-	-	-	-
产乳量(kg/d)	-	-	-	25	35	45	54.4
常量元素(% DM)							
钙	0.44	0.45	0.48	0.62	0.61	0.67	0.60
磷	0.22	0.23	0.26	0.32	0.35	0.36	0.38
钙/磷	2.00	1.96	1.85	1.94	1.74	1.86	1.58
镁	0.11	0.12	0.16	0.18	0.19	0.2	0.21
钾	0.51	0.52	0.62	1.00	1.04	1.06	1.07
硫	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
氮/硫	-	-	-	11.28	12.16	12.8	13.36
钠	0.10	0.10	0.14	0.22	0.23	0.22	0.22
钾/钠	5.10	5.20	4.43	4.55	4.52	4.81	4.86
氯	0.13	0.15	0.20	0.24	0.26	0.28	0.29
微量元素(mg/kg DM)							
锰	16	18	24	14	14	13	13
铜	12	13	18	11	11	11	11
锌	21	22	30	43	48	52	55
铁	13	13	18	12	15	17	18
硒	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
钴	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
碘	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.44	0.4

注:1)资料来源 NRC(2001);2)^a 荷斯坦奶牛,成年体重 680 kg。

与 NRC(1989)相比,NRC(2001)只维持了泌乳牛日粮硒和硫的水平,对大多数矿物质元素的适宜水平进行了调整,提高了钙、钾、氯、钠、钴、铜、锌的日粮水平,其余矿物质元素的日粮水平均略有降低。Weiss(2002)有关于奶牛锰的研究表明,泌乳牛锰的适宜需要量为 31 mg/kg 日粮 DM,干奶牛锰的适宜需要量为 50 mg/kg 日粮 DM,这与 NRC(1989) 40 mg/kg 日粮 DM 水平相接近。

1.7 维生素的需要量 随着奶牛饲养管理逐渐向舍饲集约化发展,奶牛接触到阳光和新鲜饲草的机会越来越少,对日粮所提供的维生素 A 和维生素 E 添加量的要求有所提高,这一点由表 5 可以看出。由于大多数水溶性维生素可由瘤胃微生物合成,且普通饲料中这些维生素的含量都很高,

目前,NRC 还没有足够的数来量化奶牛对水溶性维生素的需要量。

表5 NRC(1989)和 NRC(2001)奶牛脂溶性维生素的日需要量^a

	生长奶牛		成年牛		干奶牛	安全上限
	1989	2001	1989	2001	2001	
维生素 A(IU/kg BW)	42	80	76	110	110	66000 ^b
维生素 D(IU/kg BW)	-	-	30 ^c	30 ^c	-	2200 ^c
维生素 E(IU/kg BW)	-	-	0.5	2.6	1.6	75

注:1)^a资料来源 NRC(2001);2)^b单位: IU/kg 日粮;3)^c指日粮中维生素 D 的添加量。

目前维生素预混料生产中大量应用的是由多种维生素制剂加上载体或稀释剂制成的匀质混合物。具有不同理化特性和生物效价的各种维生素受外界环境、加工工艺、混合、包装及储存等因素的影响,会降低相应维生素效价。商品维生素在不同预混料形式下的月平均损失量(见表6)差异较大。因此,实际生产中应结合饲粮和需要补充维生素的具体情况,正确合理地使用维生素和矿物质预混料,从而保证奶牛对微量成分的摄入和满足。

表6 商品维生素在不同预混料形式下的月平均损失量 %

商品维生素	维生素预混料		矿物质预混料		基础预混料
	无胆碱	有胆碱	无胆碱	有胆碱	有胆碱和镁
维生素 A(微粒胶囊)	0.9	2.0	2.9	3.9	4.2
维生素 A(微粒粉剂)	2.9	8.1	8.1	20	20
维生素 D ₃ (喷雾冷凝干燥)	0.6	1.1	2.5	2.9	3.3
维生素 D ₃ (喷雾干燥)	1.6	2	3.5	4.0	5.0
维生素 D ₃ (鼓风干燥)	1.8	2.9	4.8	6.4	7.0
维生素 E(酯化形式,50%)	0.2	0.3	2.7	2.4	4.0
维生素 E(醇化形式,天然)	35	40	46	57	70

注:资料来源 Michael(2002)。

2 结语

日粮是提供奶牛所有必需营养物质的重要途径,也是满足奶牛营养需要和维持瘤胃正常生理功能的物质基础。从畜产品及饲料安全出发,营养师应以奶牛营养需要为核心,科学合理地利用当地饲料资源制定并优化奶牛日粮配方,通过日粮满足奶牛营养需要,以发挥奶牛最佳的生产潜力。

(基金项目:奶牛胚胎移植技术产业化开发与示范,项目编号:02-1-KJ-NN-38)

参考文献

[1] 卢德勋.乳牛八大营养工程技术[J].饲料广角,2001,9:1-6.

(下转第 29 页)

($P < 0.05$)。提示大豆黄酮可能通过影响垂体 PRL、GH 和体内 SS 来调节猪的免疫功能(刘根桃等, 1999; 张荣庆等, 1995)。

王明伟等(2005)在妊娠母猪预产期前 20 d, 日粮中添喂 60 mg/kg 大豆黄酮, 结果表明大豆黄酮能显著提高仔猪的初生重、21 d 体重和平均断奶体重($P < 0.05$), 同时使母猪初乳中的乳蛋白含量得到显著提高($P < 0.05$), 乳脂肪、乳糖含量差异不显著($P > 0.05$)。母猪分娩后第 1 天日粮中添喂 5 mg/kg 大豆黄酮, 发现大豆黄酮能显著提高母猪第 5 天的泌乳量(刘根桃等, 1997)。

3 大豆黄酮对奶牛泌乳及有关内分泌的影响

妊娠奶牛预产期前 10 d, 日粮中添喂大豆黄酮(80 mg/d·头), 血液中 T_3 的水平在第 7 天、产后 3 d 和产后 10 d 显著下降, 而在产后 17 d 有所升高。 T_4 的水平除分娩后第 10 天外, 均显著低于对照期。胰岛素水平在饲喂后的第 7 天和分娩后的第 17 天显著低于对照期。提示大豆黄酮能影响分娩后奶牛的代谢激素水平, 以适应机体泌乳的生理变化(艾晓杰等, 2004)。日粮中添加 60 mg/kg 的大豆黄酮饲喂奶牛, 血清钙的水平显著提高($P < 0.05$); 日粮中添加 75 mg/kg 的大豆黄酮饲喂奶牛, 血清钙和血糖水平都显著提高($P < 0.05$), 提示不同剂量的大豆黄酮有不同的影响效果(刘德义等, 2005)。日粮中添加 20 mg/kg 大豆黄酮饲喂泌乳中期奶牛, 可显著提高其产奶量($P < 0.05$); 日粮中添加 20 mg/kg 大豆黄酮饲喂泌乳晚期奶牛, 乳蛋白含量、乳糖含量和乳脂率显著提高($P < 0.05$), 表明大豆黄酮对乳腺的合成有一定的影响(杨建英等, 2005)。

4 小结

大豆黄酮具有微弱的雌激素活性, 能与下丘脑、垂体等 E_2 受体不同程度地结合, 影响动物的神经内分泌系统的性轴、生长轴, 从而促进哺乳动物的乳腺发育和影响有关的内分泌活动。其促进乳腺发育的可能机制有: 1) 直接作用于乳腺的雌二醇受体, 表现雌激素样的生物效应; 2) 增加乳腺细胞、垂体和下丘脑胞浆的雌激素受体数目和亲和力, 同时也增加了乳腺细胞孕激素受体的数目和亲和力; 3) 作用于下丘脑和垂体, 促进垂体 GH 和 PRL 分泌, 通过增加内源性 GH、PRL 水平, 发挥促进乳腺发育的作用。

参考文献

- [1] 艾晓杰, 吴晓林, 朱勇琪, 等. 大豆黄酮对荷斯坦牛围产期某些代谢激素的影响[J]. 中国奶牛, 2004, 5: 13 ~ 15.
- [2] 林成招, 马海田, 邹思湘, 等. 大豆异黄酮对大鼠乳腺癌细胞内 cAMP/PKA 信号途径的影响[J]. 生理学报, 2005, 57(4): 517 ~ 522.
- [3] 刘德义, 顾有方, 陈会良, 等. 大豆黄酮对奶牛血清钙、磷及葡萄糖水平的影响[J]. 中国饲料, 2005, 4: 20 ~ 21.
- [4] 刘根桃, 陈杰, 韩正康. 异黄酮植物雌激素(IFV-D)对哺乳母猪作用的研究[J]. 畜牧与兽医, 1997, 29(1): 6 ~ 7.
- [5] 刘根桃, 郑元林, 陈伟华, 等. 妊娠后期母猪饲喂大豆黄酮对泌乳性能及初乳中激素水平的影响[J]. 南京农业大学学报, 1999, 22(1): 69 ~ 72.
- [6] 王根林, 陈杰, 陈伟华, 等. 大豆黄酮对青年母猪 GnRH、LH 和抑制素分泌的影响[J]. 江苏农业学报, 1999, 15(1): 26 ~ 29.
- [7] 王明伟, 王子荣, 杨开伦. 几种添加剂对猪乳成分、仔猪生长及部分血液生化指标的影响[J]. 饲料工业, 2005, 26(9): 37 ~ 40.
- [8] 杨建英, 张勇法, 王艳玲, 等. 大豆黄酮对奶牛产奶量和乳中常规成分的影响[J]. 饲料研究, 2005, 6: 30 ~ 31.
- [9] 张荣庆, 韩正康, 陈杰, 等. 大豆黄酮对大鼠乳腺发育作用的实验研究[J]. 动物学报, 1995, 4(3): 332 ~ 338.
- [10] 张荣庆, 韩正康, 陈杰. 大豆黄酮对母猪免疫功能和血清及初乳中 GH、PRL、SS 水平的影响[J]. 动物学报, 1995, 41(2): 201 ~ 205.
- [11] 张荣庆, 韩正康. 大豆黄酮促进妊娠大鼠乳腺发育和泌乳的实验研究[J]. 动物学报, 1995, 41(4): 414 ~ 419.

[通讯地址: 郑州市, 邮编: 450002]

(上接第 27 页)

- [2] Allen M S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber[J]. J Dairy Sci, 1997, 80: 1447 ~ 1462.
- [3] Mertens D R. Nonstructural and structural carbohydrates [A]. Van Horn H H, Wilcox C J. Large Dairy Herd Management [C]. Champaign: Am Dairy Sci Assoc, 1992. 219.
- [4] Michael Coelho. Vitamin Stability in Premixes and Feeds A Practical Approach in Ruminant Diets Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium [R]. 2002. 127 ~ 145.
- [5] National Research Council. Nutrient requirements of dairy cows 6th ed [M]. Washington, DC: National Academic Science, 1989.
- [6] National Research Council. Nutrient requirements of dairy cows 7th ed [M]. Washington, DC: National Academic Science, 2001.
- [7] Sudweeks E M, Ely L O, Mertens D R, et al. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets roughage value index system [J]. J Anim Sci, 1981, 53: 1406 ~ 1411.
- [8] Vermorel M, Coulon J B. Comparison of the National Research Council energy system for lactating cows with four European systems [J]. J Dairy Sci, 1998, 81: 846 ~ 855.
- [9] Weiss W P. Overview and Application of the 2001 NRC Energy System. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium [R]. 2002. 1 ~ 15.
- [10] Weiss W P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle [J]. J Dairy Sci, 1998, 81: 830 ~ 839.

[通讯地址: 山东省青岛市李沧区夏庄路 149 号, 邮编: 266100]