

S823

(11)

畜禽营养进
展选辑之六

奶牛饲养标准研究报告汇编

(一)

中国畜禽营养研究会奶牛营养小组 编
中国奶牛协会饲养组

中国畜禽营养学会

北京地区畜牧与饲料科技情报网

一九八三年八月



前 言

本汇编收集了1963年以后20年间国内关于奶牛营养需要方面的论文、经验总结、试验报告共49篇。这个汇编对从事于奶牛营养需要方面的研究、教学和奶牛生产工作有一定参考价值。同时也加强与促进了全国同行间的交流与协作。

六十年代以来国内已开始了奶牛营养需要方面的研究，曾进行了奶牛典型日粮测定；饲养和消化代谢试验，积累了一些研究资料。在农业部领导下1978年又把奶牛的营养需要的研究确定为国家重点科研项目，组成了科研协作组，1980年10月又成立了全国畜禽营养研究会。使研究工作进一步深入与扩大，积累了更多的我国自己的资料，本汇编就是集中了这些宝贵的内容，供大家参考。

汇编论文部分原稿曾得到、张志文同志的审阅，在此表示感谢。

由于时间较短，条件有限，人力少，加上水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳请同行们给予批评指正。

编 者

1983.8.于北京

目 录

第一部分 各种牛的营养需要的研究

- 一、黑白花奶牛的营养需要和饲养标准的研究……冯仰廉、姜玉华、陈秀英等 (1)
- 二、黑白花奶牛不同生理阶段的营养水平测定与分析……冯仰廉、姜玉华等 (10)
- 三、泌乳母牛典型日粮的实测和分析……耿宁芬、陆治年等 (15)
- 四、黑白花奶牛饲养标准研究报告……黑龙江省奶牛饲养标准研究组 (21)
- 五、能量与蛋白水平对奶牛产奶量影响的初步观察
……北京奶牛研究所、北郊农场畜牧一队 (30)
- 六、不同营养水平对奶牛产乳效果影响的试验……彭国华、唐宗南等 (33)
- 七、新西兰黑白花奶牛营养需要的探讨……郭仁东、韩刚 肖衍彬等 (39)
- 八、干奶牛饲养试验初报……周建民 冯万信等 (43)
- 九、干奶牛营养需要量的研究报告……黑龙江省奶牛饲养标准研究组 (53)
- 十、高产奶牛泌乳平稳期的典型日粮测定与分析
……周建民 冯万信 周士盘等 (56)
- 十一、高产奶牛日粮氨基酸的测定……王兴洲等 (63)
- 十二、生长母牛营养需要的研究 (一报) ……冯仰廉、于春明等 (67)
- 十三、青年母牛营养需要的测定与分析……韩刚等 (79)
- 十四、生长母牛饲养试验小结……周士盘等 (82)
- 十五、犊牛人工乳、代乳料的研究……阎振仑、裴承之、黄国卿等 (90)
- 十六、乳用种公牛营养需要的初步测定……耿宁芬 张国钧等 (97)
- 十七、乳用种公牛典型日粮测定……北京农大 北京市种公牛站 (100)
- 十八、黑白花种公牛日粮的测定与营养需要量的研究初报 (1977年)
……黑龙江省奶牛饲养标准研究组 (103)

第二部分 评定营养需要量的方法—消化、N、Ca P 能量平衡试验报告

- 一、黑白花奶牛升乳期日粮的氮、钙、磷平衡和消化试验
……冯仰廉、姜玉华等 (107)
- 二、泌乳母牛典型日粮消化率……陆治年 张国钧等 (111)
- 三、黑白花奶牛饲养标准研究报告——日粮消化率与氮平衡试验
……王兴洲 靖捷等 (115)
- 四、青年母牛日粮的消化率及氮平衡的研究……李永禄 白明祥 (120)
- 五、生长母牛营养需要的研究 (二报) ——早期断奶犊牛日粮的消化与氮、钙
和磷平衡试验……冯仰廉 于春明等 (129)
- 六、黑白花奶牛育成期消化试验及营养需要分析……肖振铎 韩永祥等 (134)

七、黑白花奶牛生长期能量代谢测试初报·····	韩永祥 姜宗尧 等	(139)
第三部分 影响牛营养需要量的因素		
一、气温对黑白花奶牛升乳期进食水平的影响·····	冯仰廉 姜玉华 等	(148)
二、低温环境对奶牛能量代谢的影响·····	王兴洲 等	(150)
三、棉子饼喂奶牛试验报告·····	王福兆、公书桂 等	(159)
四、菜子饼按等氮量取代日粮中50%豆饼对奶牛适口性、日粮消 化率、产奶量与甲状腺机能的影响·····	陆治年、张国钧 等	(163)
五、早期断奶犊牛的终生产奶量与经济效果·····	周建民 等	(168)
六、北京地区黑白花奶牛各胎各泌乳月的体重变化测定结果·····	丁淑美 等	(172)
七、用发酵初乳饲养犊牛试验初报·····	周建民 于春明 等	(177)
第四部分 饲养标准验证报告与日粮配方		
一、黑白花泌乳牛试行饲养标准验证试验·····	丁晓明 张国钧 等	(181)
二、黑白花奶牛饲养标准(试行)验证报告 ·····	上海市奶牛研究所饲料饲养室等	(189)
三、中国黑白花奶牛饲养标准(试行草案)验证试验初报 ·····	武汉市东西湖区牛奶公司等	(195)
四、泌乳牛的营养需要验证试验报告·····	李功才 等	(200)
五、泌乳牛饲养标准(试行)生产验证报告·····	昆明市第一分场	(206)
六、全国奶牛饲养标准(试行)验证报告·····	重庆市井口农场畜牧分场	(208)
七、黑龙江黑白花奶牛饲养标准生产验证报告·····	王兴洲、黄国卿 等	(216)
八、奶牛饲养标准的生产验证报告·····	齐市铁锋奶牛场等	(230)
九、黑白花奶牛饲养标准生产验证报告(1979)·····	王兴洲 等	(237)
十、黑白花奶牛饲养标准验证试验报告·····	郭劲松 等	(240)
十一、黑白花奶牛夏秋冬典型日粮测定·····	汤贡珍 等	(243)
十二、黑白花奶牛日粮配方(草案)·····	王兴洲 等	(247)
十三、高产奶牛行为观察报告·····	王兴洲 等	(267)
第五部分 牛奶成分与其能量含量的研究报告		
一、黑白花奶牛乳脂率和无脂固形物与奶能值间相关性测定(初报) ·····	耿宁芬 王桂玲 等	(272)
二、用直接法测定牛奶热值初步试验报告·····	马曼云 等	(274)
三、牛奶中能量测定初报·····	陆曦蕾 等	(278)
四、黑白花奶牛牛乳中各种成分含量与能量的研究初报·····	周建民 等	(280)

第一部分 各种牛的营养需要的研究

黑白花奶牛的营养需要和饲养标准的研究

北京农业大学畜牧系 冯仰廉 周建民 张志文
北京市南郊农场畜牧分场 姜玉华 周士磐 陆曦蕾
浙江瑞安百好乳品厂 陈秀英

为了适应我国现代化奶牛业的需要,实行科学养牛,增加产奶量,提高饲料利用效率,研究我国奶牛的营养需要和饲料对奶牛的营养价值是十分重要的基础工作。近些年来,不少畜牧业发达的国家根据养牛业发展的需要,在现代化畜牧科学的基础上,对饲养标准又有很多新的发展。

建国以来,我国奶牛业积累了很多饲养经验,进行了奶牛营养方面的科学研究,但至今仍无我国自己的饲养标准,这与现代化的需要很不适应。现根据我们多年来的科学实验结果并参考国外近年来的经验,提出以下几个问题供制订我国奶牛饲养标准参考。

一、能量体系 奶牛维持生命,生产产品都需要能量,能量是奶牛营养重要的基础。世界各国所采用的能量体系不尽相同,但现在总的趋势是用产奶净能。例如,美国、加拿大已将原用的总消化养分改为产奶净能,法国、荷兰也将淀粉体系于1978年改为产净能体系,英国虽已改为代谢能但实质上近似净能。

牛对代谢能的利用效率,不仅受饲料成分的影响,同时也因生产目的而变化。但旧的能量体系有的忽视了这个特点,例如总消化养分(TDN)体系便是假定所有饲料都具有同样的效率,从而造成了误差。

牛的饲料种类很多,从营养价值较高的谷物到价值较低的秸秆都是牛的常用饲料,但各类饲料对牛的能量价值,不仅能量消化率相差很大,而且从消化能转化为净能的能量损耗差异也较大。例如,用消化能衡量,大麦的能量价值为大麦秸的1.7倍,若用产奶净能衡量,则大麦的能量价值为大麦秸的2.2倍。表明用消化能或代谢能去衡量饲料的能量价值会过高地估价了粗饲料的能量价值。法国近年来对产奶净能与需要量之间差异平均为1.1%,而旧的大麦单位则相差8.5%。根据我们所做的8个饲养试验和消化代谢试验,产奶净能的需要和供给之间的差异平均为2.45%。

美国NRC新饲养标准将奶牛的能量需要和饲料能量价值划分成产奶净能,增重净能和维持净能,这固然准确,但在生产中用起来很麻烦,很难推广。据法国的研究,用奶用青年母牛和冬季饲养的阉牛所做的64个饲养试验结果,表明慢速生长牛的饲养水平

平均为1.20, 用产奶净能去计算饲料营养价值则平均高估了6% (3—9%), 对粗饲料的能量价值比精饲料高估了5%, 误差不太大; 同时用饲养试验方法去确定慢速生长牛的能量给量便能避免5%的误差。因此法、荷的新产奶能体系适用于产奶, 妊娠、干奶、乳用青年母牛以及饲养水平在1.0—1.35的生长牛。

我们认为制订新的奶牛能量体系既要尽可能准确地反应牛的客观规律, 又通俗易懂、简便宜行。所以采用产奶净能体系为好, 为了实际应用方便, 将奶牛的产奶、维持、生长均统一用产奶净能。

二、能量单位

为了生产中使用方便, 七十年代国际上有不少国家仍采用饲料单位, 如法、荷1978年的新饲养标准则采用以产奶净能为基础的产奶饲料单位(VFL), 肉牛则用以增重净能为基础的产肉饲料单位(VFV)。

我国奶牛生产领域中, 惯有朴素的产奶能量概念, 常用产奶多少作为衡量饲料能量效率和经济效益的尺度, 如常说的每产3斤奶约需1斤精饲料(能量)。为了实行科学饲养, 应把能量转化的科学概念与生产中的习惯结合起来, 力求简便易行, 避免繁琐的能量数值。根据我们的实验结果, 建议采用相当于1公斤含脂4%的标准乳的能量即730千卡产奶净能, 作为一个“奶牛能量单位”, 缩成NND(汉语拼音字音)。

$$NND = \frac{\text{产奶净能(千卡)}}{730 \text{ 千卡}}$$

例如: 1公斤干物质89%的玉米, 产奶净能为2154千卡。

$$\frac{2154}{730} = 2.95 \text{ 单位 (NND)}$$

其生产概念可直接反映为1公斤玉米(能量)可相当于生产2.95公斤奶(能量)的价值。

1公斤干物质27%的玉米青贮的产奶净能为346千卡。

$$\frac{346}{730} = 0.47 \text{ 单位 (NND)}$$

即1公斤玉米青贮(能量)相当于生产0.47公斤奶(能量)。

三、饲料能量价值的计算

饲料的消化能可根据饲料的化学成分和消化率进行计算。

牛的尿能和甲烷能损失虽然随日粮和饲养水平以及饲料成分而不同, 所以有些国家仍采用较繁琐的计算公式, 如法国LNRA*采用:

$$ME = DE (0.824 - 0.000877CF - 0.000174CP + 0.0242I)$$

其中CF = 粗纤维(克/公斤干物质)

CP = 粗蛋白质(克/公斤干物质)

I = 饲养水平

德国Oskar Kellner研究所采用

$$ME \text{ (MJ/kg)} = 0.0152DCP + 0.0342DEE + 0.0128DCF + 0.0159DNFE.$$

MJ = 百万焦尔

DCP = 可消化粗蛋白质 (克/公斤干物质)

DEE = 可消化乙醚浸出物 (克/公斤干物质)

DCF = 可消化粗纤维 (克/公斤干物质)

DNFE = 可消化无氮浸出物 (克/公斤干物质)

但牛的尿能和甲烷能损失毕竟与消化能成一定比例, 因此消化能转化为代谢能的效率一般在81%—82%, 差异较小, 英国ADAS*采用 $DE \times 0.81$, 美国NRC采用 $DE \times 0.82$, 为简化起见, 我们采用:

$$ME = DE \times 0.82$$

关于代谢能转化为产奶净能的效率, 根据大量的研究表明与饲料的能量浓度有关。例如, 法、荷, 1978年饲养标准采用的代谢能转化为产奶净能效率的计算公式为:

$$K = 0.60 + 0.24 (Q - 0.57)$$

$$Q = \frac{ME}{GE}$$

美国NRC的计算公式为:

$$\text{产奶净能 (兆卡/公斤干物质)} = 0.68 DE \text{ (兆卡/公斤干物质)} - 0.36$$

据我们所做两组泌乳平稳时期的饲养试验和消化试验得出以下回归方程式:

$$\text{产奶净能 (兆卡/公斤干物质)} = 0.562 DE \text{ (兆卡/公斤干物质)} - 0.032$$

$$r = 0.998$$

由于该试验用的是北京黑白花奶牛的典型日粮, 所得出的计算产奶净能的回归方程式虽然对计算常规日粮较准确, 但由于原始材料的能量浓度范围较窄, 故对能量浓度较低的粗饲料的产奶净能评定往往偏高, 对能量浓度较高的精饲料则往往偏低。例如, 小麦秸的消化能浓度约为2兆卡/公斤干物质, 用NRC回归式计算产奶净能为1兆卡/公斤干物质, 而用上式计算为1.09兆卡/公斤干物质, 高估了约9%; 玉米的消化能浓度约为4兆卡/公斤干物质, 用NRC式计划算其产奶净能为2.36兆卡/公斤干物质, 用上式计算为2.16兆卡/公斤干物质, 低估了8.5%。因须将上式加以修正为:

$$\text{产奶净能 (兆卡/公斤干物质)} = 0.7 DE \text{ (兆卡/公斤干物质)} - 0.4$$

该修正公式用我们所做8个饲养试验和消化代谢试验共35头牛的结果进行验证表明, 接近于实际, 平均误差为2.45%, NRC式的平均误差为2.69%, 两者相似。而法、荷的公式与实际的误差为9.15%, 因此不适于我国的实际情况。用修正式分别计算小麦秸和玉米, 其产奶净能分别为1兆卡/公斤干物质和2.4兆卡/公斤干物质, 故较切合实际, 比较适用。

表 1 北京黑白花奶牛实验日粮产奶净能计算方法的比较

试验 •	头 数	能量 水平	体重 (公斤)	标准乳 (公斤/日)	日进食 干物质 (公斤)	日进食 消化能 (兆卡)	体重变 化(克/ 日)	产奶净 能需要 (兆卡)	进食产奶净能计算的比较					
									修正的公式		NRC公式		法LNRA公式	
									兆卡	误差%	兆卡	误差(%)	兆卡	误差(%)
1	3	中	630.7	22.34	19.29	46.12	-73	24.76	24.57	0.77	24.42	1.37	21.94	11.38
2	6	高	627.7	22.8	21.47	53.75	+427	27.98	29.03	3.75	28.81	2.97	26.00	7.08
3	3	中	614	22.24	19.28	45.88	+70	24.53	24.4	0.53	24.25	1.14	21.82	11.05
4	3	高	607.3	21.36	20.88	51.82	+640	27.99	27.9	0.32	27.69	1.07	25.09	10.36
5	9	中高	628.8	23.2	20.72	50.3	+232	27.58	26.92	2.39	26.58	3.62	24.26	12.04
6	3	中	542.7	25.43	16.23	47.8	-173	25.58	26.97	5.43	26.66	4.22	25.59	0.03
7	3	低	595	26.54	14.72	42.42	-1086	22.46	23.81	6.01	23.55	4.85	22.2	1.16
8	5	中	636	27.10	19.21	57.57	+17	32.78	32.62	0.49	32.23	1.19	28.35	13.51
• 平均										2.45		2.69		9.15

1. 2. 为对比饲养试验加消化平衡试验。
 3. 4. 为交叉饲养试验。
 5. 为消化平衡试验。
 6. 7. 为开乳阶段消化平衡试验，因采食量不稳定影响了体重变化，故体重校正系根据氮平衡指标。
 8. 为典型日粮测定
- 饲养试验因牛活动量较小，故维持需要均按 $0.07w^{0.75}$ 计算。
- ： 为加权平均数。

表 2 不同饲料产奶净能计算方法的比较

饲 料	兆卡/公斤干物质*			产奶净能计算方法的比较 (兆卡/公斤干物质)		
	粗能	消化能	代谢能	法INRA式	NRC式	修 正 式
苜蓿干草	4.44	2.20	1.76	0.986	1.136	1.14
意大利黑麦 草 干 草	4.24	2.60	2.17	1.28	1.422	1.434
玉米青贮	4.27	2.90	2.42	1.453	1.572	1.63
青 玉 米	4.43	3.05	2.54	1.522	1.714	1.735
青 大 麦	4.16	2.57	2.08	1.211	1.387	1.399
玉 米	4.52	4.00	3.40	2.197	2.36	2.4
高 梁	4.50	3.80	3.22	2.041	2.224	2.26
豆 饼	4.71	4.14	3.22	2.024	2.455	2.498

* 粗能、消化能、代谢能为INRA1978年资料。

根据我们三次消化试验结果分析，在奶牛常规日粮情况下，消化能、可消化干物质，可消化有机物质，总消化养分之间存在显著正相关，并得出以下回归式。

表 3

北京黑白花奶牛四种能量指标间的相关

统计分析	总消化养分 与消化能	总消化养分 与可消化干 物质	总消化养分 与可消化有 机物质	可消化有机 物质与可消 化干物质	可消化能与 可消化干物 质	可消化能与 可消化有机 物质
r	0.9908	0.9974	0.9980	0.9964	0.9892	0.9963
n	17	17	17	17	17	17
p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

$Y = 18.81 \times \text{消化能} + 12.71$, $n = 19$, $r = 0.989$

$Y = 0.88 \times \text{可消化有机物质} + 8.74$, $n = 19$, $r = 0.996$

$Y = 0.947 \times \text{总消化养分} + 1.95$, $n = 19$, $r = 0.997$

Y 为可消化干物质

四、干物质进食量

奶牛的日粮配合应考虑干物质的进食量。干物质进食量受体重、产奶量、泌乳阶段、饲料的能量浓度、日粮类型、饲料加工、饲养方法、气候等影响，因此干物质进食量的变化较大。但为了发挥奶牛的产奶潜力，保持牛的健康，则需保持一定的干物质采食量，因此在饲养标准中应列入干物质采食量。

我们根据17头北京黑白花奶牛的饲养试验、消化试验和日粮实际测定结果，得出以下干物质进食量的回归式：

干物质进食量（公斤）= $0.134x_1 + 0.92x_2 - 20.03$

$x_1 = W^{0.75}$ $x_2 = \text{FCM（公斤）}$

用该式所得结果明显高于英ADAS的算式，而美NRC标准只列入了维持所需的干物质，没有列入产奶的干物质给量，因此无法借用，须总结出我国奶牛的干物质进食量。

英ADAS的干物质进食量算式为：

干物质进食量（公斤）= $0.025w + 0.1y$

$w = \text{活重（公斤）}$, $y = \text{产奶量（公斤）}$

由于上述我们的回归式适用奶量范围太窄，故将算式修正为：

干物质进食量（公斤）= $0.062W^{0.75} + 0.51y$ （适用于偏粗料型日粮）

干物质进食量（公斤）= $0.062W^{0.75} + 0.45y$ （适用于偏精料型日粮）

此外，据我们测定，母牛产后15天内往往食欲较差，平均干物质进食量2.12公斤/100公斤体重，约相当于泌乳平稳时期干物质进食量的73%，需另行规定。

产后16—45天母牛产奶量逐渐上升，体重变化稳定（ $P > 0.05$ ），停止了减重，进食能量与产奶量相适应，食欲恢复，最高日进食量出现在37天（33—41天）。可见，在产后约30天时可按正常干物质进食量供给。

气温对食欲有明显影响，根据我们在北京6月下旬时试验表明，在牛舍温度27.4℃，

相对湿度61.96%时,比在25.67℃(相对湿度55%)时,食欲明显下降,日粮干物质进食量平均下降12.66%,差异显著($P < 0.01$)。即平均每升高1℃,干物质进食量下降1.301公斤(6.96%)。

五、不同生理阶段的能量需要

1. 泌乳平稳时期的能量需要 泌乳平稳时期的产奶净能,主要是根据维持需要加产奶需要。

产奶的净能需要主要根据奶中的能量。我们对奶中能量含量的研究做的不多,根据16头奶牛奶中成分,按照奶中能量(兆卡/公斤) = $9.27 \times \text{乳脂量(克/公斤)} + 5.7 \times \text{乳蛋白量(克/公斤)} + 3.86 \times \text{乳糖量(克/公斤)}$ 推算,则平均每公斤4%标准乳的能量为723千卡,16头平均测热和按奶成分推算,平均每公斤标准乳的能量各为715千卡和719千卡。目前各国新标准中采用的奶中能量不完全一致,每公斤标准乳、英、法、瑞士为750千卡,美国为740千卡、荷兰为750千卡。因此根据我们的研究初步结果,暂按每公斤标准乳730千卡计算比较接近我国实际。

据我们多次试验,泌乳平稳时期当给量超过能量需要时,产奶量并未提高,反引起体重明显增加。例如,据北京黑白花奶牛的饲养试验表明,当能量水平提高18%时,产奶量未见提高,但日增重却达427克(见表4)。又据我们所做交叉试验,同样表明当能量水平提高15%时则日增重达641克(表4)。所以能量水平过高对奶的增产无效,反造成饲料浪费,这也说明了饲养标准对指导实践的重要作用。

根据表1所列8次饲养试验和消化平衡试验结果表明,在栓系饲养条件下,奶牛的维持需要(千卡) = $70W^{0.75}$ 比较准确,在逍遥运动可增加20%的安全量,则维持需要为 $85W^{0.75}$ 。在放牧饲养情况下或气温过低时可根据具体条件、再适当增加维持需要量。

表4 不同能量水平对北京黑白花牛产奶量和体重影响的饲养试验(公斤/头)

组别	头数	日产奶量变化			体重变化		
		试验前	试验后	日变化	试验前	试验后	日变化
常用水平	3	24.88	22.34	-2.54	630.7	628.5	-0.073
高能水平	6	23.73	22.80	-0.93	638.0	640.8	+0.427

表5 不同能量水平对产奶量影响的交叉饲养试验

常用水平组		高能水平组		两组相差
试验期	产奶量	试验期	产奶量	
1	24.83	1	20.44	-2.65
2	19.65	2	22.30	-2.64

表 6 不同能量水平对产奶牛体重影响的交叉试验 (公斤/头)

常 用 水 平 组		高 能 水 平 组	
试 验 期	平 均 日 变 化	试 验 期	平 均 日 变 化
1	-0.127	1	+0.611
2	+0.268	2	+0.671
平 均	+0.071	平 均	+0.641

2. 体重变化与能量需要 当母牛日粮能量不足时, 则能动用母牛身体贮存的能量去满足产奶的需要, 结果造成体重下降。当日粮能量过多, 多余能量在体内贮存起来, 则体重增加。

成年母牛每公斤增重或减重, 根据同时对比屠宰试验, 平均为 6 兆卡, 在泌乳期间增重的能量利用效率与产奶相似, 因此每增重一公斤约相当 8.2 公斤标准奶 ($6.0/0.73 = 8.2$)。减重的产奶利用效率约为 0.82, 则每减重 1 公斤能产生 4.92 兆卡产奶净能 ($6 \times 0.82 = 4.92$), 或能产生 6.74 公斤标准乳。与我们所做多次试验基本相符, 可暂按此计算。以往的饲养标准中均未列入体重变化的能量需要, 鉴于体重变化在饲养实践上有重要意义, 因此在新饲养标准中应列入。

3. 产后升乳阶段的能量需要 奶牛泌乳不同阶段的饲养特点有所不同, 旧的饲养标准没有反应不同阶段的饲养营养要求, 为了使饲养标准能更好地指导实践, 应分别说明不同阶段的营养需要。

根据我们对 10 头北京黑白花母牛产后升乳阶段的研究, 产后 1—15 日间平均日进食干物质为 2.12 公斤/100 公斤体重 (为正常进食量的 73%)。日进食产奶净能 21.12 兆卡, 而维持它们 624.58 公斤体重和 21.87 公斤标准乳日需 26.59 兆卡产奶净能, 相差 5.47 兆卡 (25.9%), 这些不足的能量则须由动用体能量去满足。该组牛平均日减重 1.999 公斤 ($P < 0.01$), 相当 9.84 兆卡产奶净能, 以满足所差 5.47 兆卡之所需以及升乳之所需。

表 7 北京黑白花母牛不同泌乳阶段的能量需要与进食的试验

头数	泌乳阶段 (产后天数)	开始体重 (公斤)	结束体重 (公斤)	体重变化 (公斤/日)	标准乳 (公斤/日)	进食干物质 (公斤)	进食消化能 (兆卡/日)	进食产奶净能 (兆卡/日)	日需产奶净能 (兆卡)	进食与所需产奶净能之差 (兆卡)
10	1—15	676.58	612.58	1.999	21.87	12.99	39.12	21.12	26.59	-5.4
5	16—45	635.8	636.33	+0.0176	27.1	19.25	57.57	32.67	30.55	+2.12

据我们对产后 16—45 天 5 头牛的测定, 结果表明产后最高日进食量出现在产后 37.2 天 (33—44 天), 而最高日产奶量出现在产后 48 天 (37—63 天)。在此期间母牛体重趋于稳定 ($P > 0.05$), 平均日增重为 17.6 克。为了尽快达到产奶高峰, 应采用引导饲养, 因此能量给量应稍高于需要。

综合以上研究，可以得出以下认识：

(1) 北京黑白花母牛产犊后60天以内为升乳阶段。

(2) 升乳阶段的头15天为剧烈减重阶段，这时食欲不良，为了解决这个矛盾，增加采食量，防止过度减重，减重不应超过30公斤，应使母牛采食优质粗饲料和精料，在产后6—15天间每天约加精料0.5公斤，以便较快地提高营养水平，保持良好的食欲。据测定，按干物质计算，粗精料比例为54:46，平均1公斤精料/100公斤体重，粗纤维含量为22%时，能得到较好的饲养效果。

(3) 在饲养标准中应规定升乳阶段的能量需要，建议如下：

表 8 产 后 升 乳 阶 段 的 能 量 给 量

产后天数	体重变化 (公斤/日)	维持的产奶净 能给量(兆卡)	产奶的净能给量 (兆卡/公斤标准奶)	干 物 质 给 量
1—15	-1.5	$0.085W^{0.75}$	0.48	$0.062W^{0.75} + 0.25y$
16—45	+0—0.2	$0.085W^{0.75}$	0.80	正 常

(4) 达到泌乳高峰时体重可保持10周的稳定阶段，以后便应适当增加体重(如0.5公斤/日)，贮存一定能量，以供产后泌乳之需要。

4. 泌乳后期和怀孕后期的能量给量 已知泌乳期用于增重的能量利用效率较高，与产奶相似，因此在泌乳后期增加一定体重以供下个泌乳期之需是较经济的。在泌乳150天以后要求日增重达到0.5公斤(包括胎儿生长在内)。但以往的饲养标准没有明确规定增重和增重的能量需要，这是个缺点。因此在新标准中应增加规定。

一般实践中往往在泌乳后期的增重量不够，而将增重集中在怀孕后期，这样对能量的利用就不经济。据我们测定11头北京黑白花奶牛泌乳后期平均日增重仅为196克；但产前6头母牛平均日增重却高达1536克。

怀孕最后3个月平均日增重应为0.75公斤，则90天共增重67.5公斤。据法国农科院研究，妊娠第7、8、9月时，每天所需的产奶净能各为1.56、2.77、4.50兆卡奶净能。即分别相当于2.14、3.79、6.25公斤标准乳的能量。

六、蛋白质的需要 近些年来，国外在可消化粗蛋白质基础上，对小肠可消化蛋白质开展了研究，以便更准确地反映反刍家畜的蛋白质需要。但由于我国奶牛业长期沿用可消化粗蛋白质，既简便又能基本反映反刍家畜的实际需要，故在我国奶牛饲养标准试行方案中仍用可消化粗蛋白质。

1. 产奶的特维蛋白质需要 根据国外用奶牛所做出的700个氮平衡试验综合结果，表明可消化粗蛋白质对持维和产奶的综合效率为65%。按北京黑白花奶牛平均每公斤4%乳脂的标准乳含蛋白质为32克，则需可消化粗蛋白质为50克。

我们所做的其他平衡试验均表明持维需要为 $3W^{0.75}$ ，平均每公斤标准乳需51.3克可消化粗蛋白质。

表 9

北京黑白花奶牛氮平衡试验与蛋白质需要

试验组别	头数	蛋白质水平	体重(公斤)	标准乳(公斤)	维持需要(克)	氮平衡 蛋白质(克)	产奶蛋白质需要 (克/公斤)标准乳	进食可消化 粗蛋白(克)
1	3	中	637.7	22.34	277.6	+34.4	48.6	1497
2	6	高	627.7	22.8	376.2	+68.6	55.56	1780
3	10	中	614	22.24	370	+13.1	53.44	1571.6
4	3	中	542.7	25.43	337.2	+130	43.33	1569.2
5	2	低	606.4	29.58	366.6	-163.9	43.71	1495.8
加权平均							51.3	

根据用北京黑白花牛高蛋白质组的平衡试验(见表9第1、2组)结果表明,当可消化粗蛋白水平比中等水平组提高12%的情况下,即多进食283克可消化粗蛋白质,产奶量未见提高,但氮沉积量却增加1倍,充分说明蛋白质的进食量过量,会造成浪费。

每公斤标准乳的可消化粗蛋白给量,各国的饲养标准不尽相同,美NRC为51克,英ARC为56克,法国LNRA为60克,而维持需要各为 $2.85W^{0.75}$ 、 $2.8W^{0.75}$ 、 $3W^{0.75}$ 。

据我们三次25头牛的消化试验粗蛋白质的消化率为65.76%,因此若以粗蛋白质计算每公斤标准乳为78克。

2. 妊娠的蛋白质需要 对妊娠后期蛋白质需要我们尚未进行专门的代谢试验。故目前只有用析因法确定其需要量。一般饲养标准中只规定妊娠最后两个月的需要量,我们认为妊娠第7个月起胎儿已开始加速生长,因此应专门规定妊娠最后三个月的需要。妊娠不同阶段的蛋白质沉积见表10。

表10

母牛妊娠不同阶段的蛋白质沉积

妊娠天数	100	150	200	250	280
子宫内蛋白质沉积(克/天)	5	14	34	83	144
乳腺的蛋白质沉积(克/天)	—	—	7	22	44

表11

北京黑白花奶牛的钙磷平衡试验结果

组别	头数	体重 (公斤)	标准乳 (公斤)	进 食 量		平 衡 情 况	
				钙	磷	钙	磷
1	3	630.7	22.34	163.5	87.3	+2.3	+1.2
2	6	627.7	22.8	168.4	84.2	+2.9	+1.9
3	10	614.0	22.24	135.3	117.8	+0.48	+2.27
4	3	642.7	25.43	133.8	84.1	+25.1	+17
5	2	606.4	29.58	129.8	82.9	+10.3	+13.9

可消化粗蛋白质用妊娠的效率按70%计算，则在持维基础上增加的可消化粗蛋白的给量，妊娠第7个月为60克，第8个月为150克，第9个月为270克。

七、钙、磷的需要 根据我们所做北京黑白花牛5组矿物质平衡试验表明，在北京市典型日粮情况下补充碳酸钙，无论是泌乳高峰期或升乳阶段均能达到较好的正平衡。

以上5组平衡试验结果均为正平衡。持维需要按每100公斤体重6克钙和4.5克磷计算，则在泌乳高峰阶段，每公斤标准乳给4.5克钙可以满足要求，钙:磷=2:1或1.5:1。试验4、5升乳阶段的平衡试验表明钙磷的利用效率较泌乳平稳期为高。

对比国外饲养标准，则美NRC和英ARC标准偏低，我们的结果与法标准相似。

黑白花奶牛不同生理阶段的营养 水平测定与分析

北 京 农 业 大 学 冯仰廉 周建民 张志文
北京市南郊农场畜牧分场 姜玉华 周士磐 陆曦蕾

为制订我国奶牛饲养标准提供科学依据，我们于1977年10—12月初，在北京市南郊农场的鹿圈牛场对产前、产后，升乳期和泌乳末期的奶牛，在秋季转入冬季饲养，饲料条件较稳定，气候较温和时进行了典型日粮测定和分析。

一、产前奶牛的营养水平 选择临产母牛6头，体重平均666.4公斤，3—8胎，上胎305天平均产奶量为6273公斤，连续测定10—15天。

在测定开始以及母牛有明显临产表现时各称重一次，每次为连续两天早晨空腹进行，取其平均值，要求两天误差不超过1%。

产前阶段奶牛的测定结果见表1—6。

产前母牛进食的养分用于维持，增重和胎儿的生长发育，故从体重的变化看出饲养效果。在测定期间母牛的增重十分明显（ $P < 0.01$ ），平均日增重1.536公斤，每增重一公斤所消耗的各种养分见表4。日粮中精粗饲料与钙磷比例见表6。

表1 产前母牛对各种饲料的实际进食 单位：公斤/日/头

项 目	玉米青贮	秋 白 草	混 合 料*	豆 饼	豆 腐 渣	精 料 计
平 均	22.41	2.12	4.62	1.11	4.35	5.73
公斤/100公斤体重	3.32	0.314	—	—	0.64	0.87

* 混合料组成：玉米面48%，夫皮48%，食盐2%，碳酸钙2%

表 2

产前母牛的进食水平与日粮结构

单位：公斤、兆卡、克

项 目	体重	干物质	消化能	总消化 养分	产奶净能	粗蛋 白质	可消化 粗蛋白质	粗纤 维素	钙	磷
平 均	666.4	12.056	34.625	7.859	19.222	1649.2	1242.9	2702	82.7	62.7
每公斤干 物质内含量	—	*1.82	2.874	0.652	1.594	137.0	102.9	224.2	6.8	5.2

* 为每百公斤体重进食干物质公斤数

表 3

产前母牛的体重变化

单位：公斤

牛 号	开始体重	期末体重	全期增重	日 增 重	测定天数
1263	735.5	761.0	25.5	1.700	15
7301	645.0	664.0	19.0	2.375	8
7308	720.0	731.6	11.0	1.100	10
7204	626.0	652.0	26.0	2.364	11
7225	599.5	614.5	15.5	1.292	12
9793	672.5	683.0	10.5	0.750	14
$\bar{X}$	666.4	—	—	1.536*	11.7

* 系加权平均数

表 4

母牛每公斤增重所消耗的养分

单位：公斤、兆卡、克

项 目	消化能	总消化养分	产奶净能*	粗蛋白质	可消化粗蛋白质	钙	磷
平均数	9.199	2.083	5.547	718	615	40.5	30.8

* 产奶净能 = $0.7x - 0.4$

表 5

母牛日粮精粗饲料、钙磷比例

	按干物质计算		按产奶净能计算		钙/磷
	精料 %	粗料 %	精料 %	粗料 %	
平均数	47.8	52.2	58.6	41.4	1.32/1

据本次试验，产前母牛的平均饲养水平，都高于近年美、法、日等国的饲养标准（见表 6），由于干奶期间沉积体能量的效率较泌乳后期为低，故今后在生产中干奶牛及临产牛的饲养水平不必过高，可以适当的降低。

表 6 产前母牛的饲养水平比较 (母牛体重为650公斤) 单位: 兆卡、公斤、克

资料来源	消化能	总消化养分	产奶净能	粗蛋白质	可消化粗蛋白质	钙	磷
本次测定	34.65	7.86	19.22	1649	1243	83	63
78年N.R.C	25.87	5.90	13.39	984	543	39	28
78年法国	26.60	6.10	13.67	—	633	64	38
74年日本	31.30	7.10	15.92	950	570	35	27

二、产后1—15天奶牛的营养水平 选择产后母牛10头, 3—8胎, 平均体重为636.6公斤, 上胎305天平均产奶量为6097公斤, 连续测定15天。

在母牛产后第2、3天与14、15天时称重。在产后3—5与14—15天各测乳脂率一次。日挤奶三次, 记录产奶量。

产后阶段测定结果见表7—11。产后母牛因每日进食的饲料养分与产乳量的增加不相适应, 所测母牛的体重几乎都下降, 平均每日每头减重1.999公斤, 减重极为明显($P < 0.01$)。

表 7 产后母牛对各种饲料的进食量 单位: 公斤/日/头

	玉米青贮	秋白草	芜菁	混合料	豆饼	玉米面	豆付渣
平均数	22.87	3.28	0.37	5.22*	1.10	0.04	4.84

表 8 产后母牛的产奶量与进食水平 单位: 公斤、兆卡、克

	日产标准乳	每日每头牛的进食水平与每公斤日粮干物质中含有的各种养分								
		消化能	总消化养分	产奶净能	粗蛋白质	可消化粗蛋白质	粗纤维	钙	磷	干物质
平均数	21.87	39.117	8.872	21.676	1829.5	13.78.0	308.2	93.8	70.6	13.98
每公斤干物质中含有养分		2.850	0.635	1.578	132.9	100.1	224.4	6.8	5.1	2.12/百公斤体重

表 9 母牛产后1—15天间的体重变化 单位: 公斤、克、天

	产犊后体重	产后15天时体重	全期共减重	平均日减重	产后天数	备 注
平均数	636.583	612.575	29.09	1.999	14.7	9头牛减重 1头未减重