

动物营养学

内蒙古农业大学

第二篇 各种动物的营养需要

Nutrient Requirement of Animal



第五章 泌乳的营养需要

本章主要目的：学习并掌握动物泌乳的规律以及营养对泌乳的影响，在此基础上了解奶牛的主要营养代谢疾病。

本章的重点：掌握奶牛泌乳的营养需要及通过营养措施提高泌乳量和泌乳效率的基本原理

本章的难点：奶牛泌乳的营养需要





内 容

第一节 乳的成分及形成

第二节 泌乳的营养需要

第三节 营养对泌乳的影响

第四节 奶牛主要营养代谢疾病





第一节 乳的成分及形成

- ◆ 一、各种动物的乳成分
- ◆ 二、影响乳成分的因素
- ◆ 三、乳的形成





一、各种动物的乳成分

- 各种动物的乳均是由水分、蛋白质、脂肪、乳糖、无机盐（灰分）酶、vit等组成，但乳中各组成成分的含量随动物不同而差异很大。
- 兔、水牛乳最浓，养分最高，但乳糖最低，驴最稀，乳糖最高。



表19-1 各种乳的营养成分

乳成分	水分 (%)	脂肪 (%)	蛋白质 (%)	乳糖 (%)	灰分 (%)	能量 (kJ/kg)
牛乳	87.8	3.55	3.1	4.9	0.7	2930
猪乳	80.4	7.9	5.9	4.9	0.9	5310
水牛乳	76.8	12.6	6.0	3.7	0.9	6950
山羊乳	88.0	3.5	3.1	4.6	0.8	2890
绵羊乳	78.2	10.4	6.8	3.7	0.9	6280
马乳	89.4	1.6	2.4	6.1	0.5	2220
驴乳	90.3	1.3	1.8	6.2	0.4	1970
骆驼乳	86.8	4.2	3.5	4.8	0.7	3260
兔乳	73.6	12.2	10.4	1.8	2.0	7530
毛牛乳		7.0	5.2	4.6		4730



二、影响乳成分的因素

1、畜种、品种

家的种类及品种不同，泌乳量不同。

一头乳牛一个泌乳期（10个月）产奶量大约为3000~5000kg，一头母猪在2个月的泌乳期内为300~200kg。



荷斯坦奶牛





二、影响乳成分的因素

1、畜种、品种

奶牛品种不同，乳成分就不同；

产奶量越高，乳的品质越差；

娟姗牛产奶量低，乳脂含量高；

荷斯坦牛产奶量高，乳脂含量低。



荷斯坦奶牛





二、影响乳成分的因素



2、泌乳阶段

同一泌乳周期不同泌乳阶段，乳的品质也不同。

	初乳	常乳
固形物 (%)	21.9	12.5
脂肪 (%)	3.6	3.7
蛋白质 (%)	14.3	3.3
乳糖 (%)	3.1	4.6
灰分 (%)	1.5	0.6



图19-1 泌乳阶段对泌乳量的影响

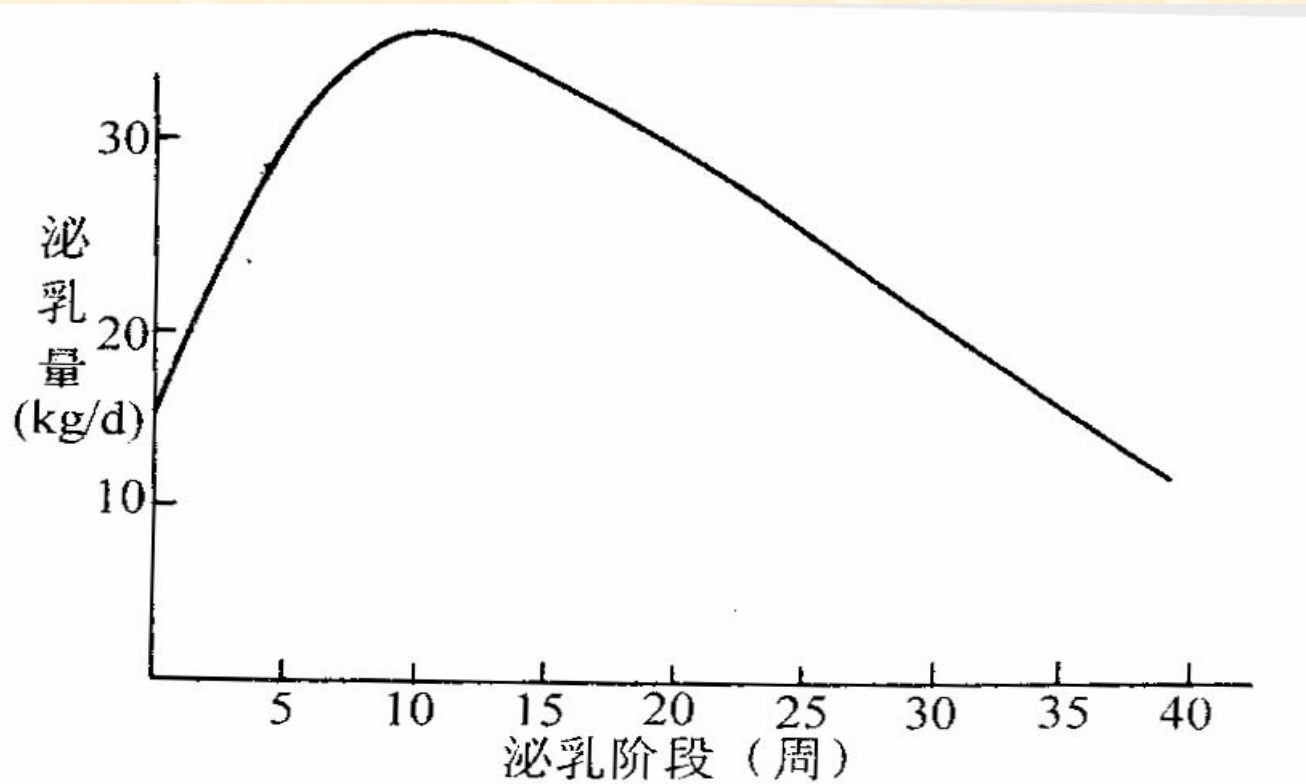


图 1-17-2 泌乳 7 000kg 乳牛的泌乳曲线

图19-2 泌乳期对牛乳成分的影响

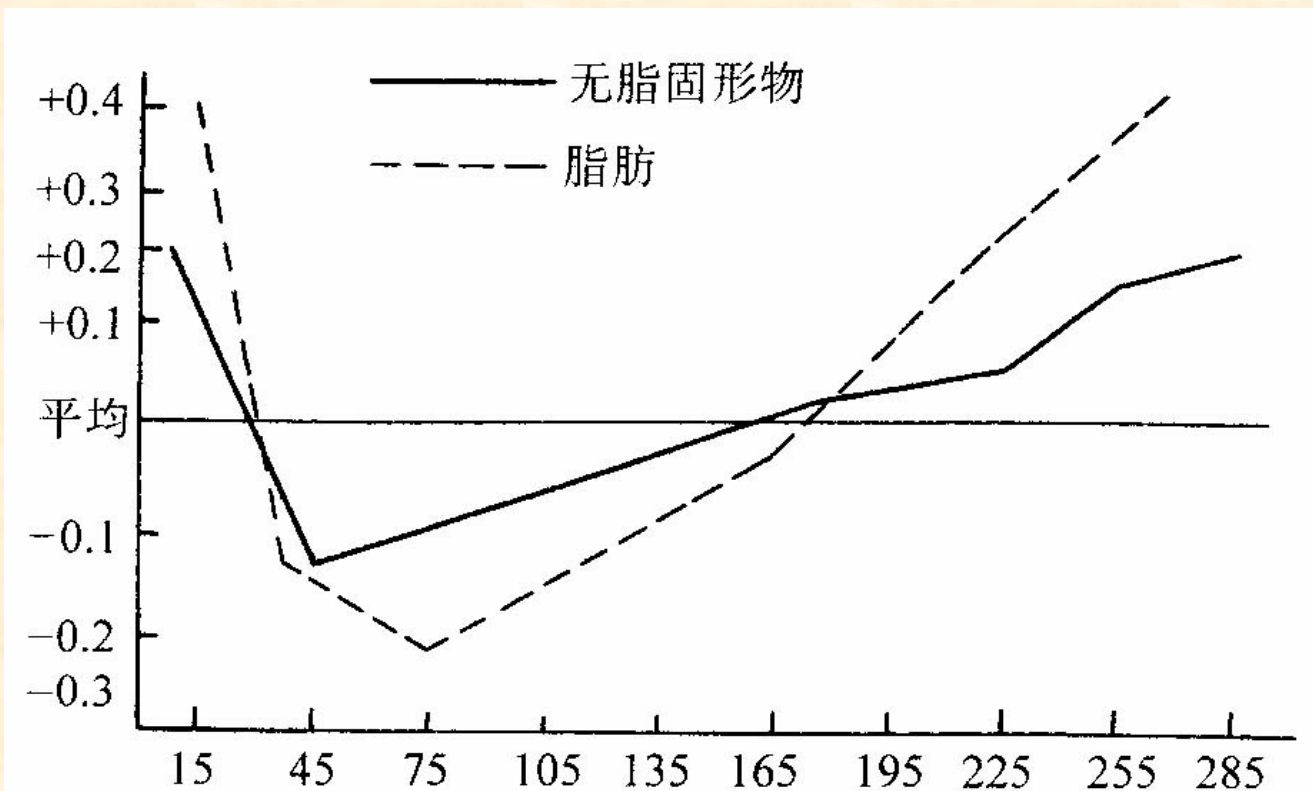


图 1-17-3 泌乳期对牛乳成分的影响



二、影响乳成分的因素



3、不同胎次

随年龄增长渐减

- (1) 不同胎次乳成分不同，随胎次的增加，乳成分含量下降，但总的下降不大
- (2) 下降最大为脂肪：9.01%（1-11胎）
- (3) 蛋白、乳糖下降较少：

蛋白：6.32%

乳糖：5.82%





二、影响乳成分的因素



4、营养水平

营养不仅影响产奶量、而且也影响乳成分含量。

- ★ 日粮中添加脂肪可提高乳脂含量
- ★ 适宜的粗蛋白和粗纤维水平可提高乳脂率
- ★ 乳中矿物质与饲料中含量的关系不大
- ★ 乳中维生素与泌乳期日粮中含量有关





三、乳的形成

乳合成部位：乳腺腺泡和细小乳导管

合成前体物：葡萄糖

乙酸

β -羟丁酸氨基酸

脂肪酸

生产1L奶，需要约500L血液通过乳腺





三、乳的形成



1、乳脂的生成

主要成分：甘油三酯（97%） 合成：乳腺

乳中脂肪酸的来源：

来自血液和在乳腺上皮细胞中合成

反刍动物合成的原料为乙酸和 β -羟丁酸

单胃动物主要是葡萄糖

乳中甘油的来源： 葡萄糖的酵解作用



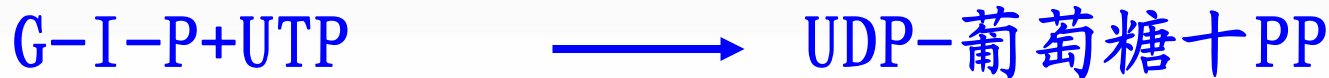


三、乳的形成



2、乳糖的合成

合成乳糖的原料是血中的葡萄糖和短链脂肪酸。





三、乳的形成



3、乳蛋白的合成

来自： 血液中的蛋白质（10%）

乳腺中合成的蛋白质（90%）

乳中酪蛋白、白蛋白、乳球蛋白在乳腺中利用
血液来的AA合成





三、乳的形成

(1) 来自血液中的蛋白质

血清清蛋白：存在于牛乳乳清中

免疫球蛋白：IgG、IgM、IgA

(2) 乳腺中合成的蛋白质

在乳腺中利用AA合成

与其他组织合成蛋白质的过程相

同。

精氨酸和鸟氨酸是最主要的氮源





三、乳的形成



4、乳中的维生素和矿物元素

乳腺不能合成维生素

乳中的维生素和矿物元素都来自于血液



第二节 泌乳的营养需要

一、能量需要

二、蛋白质氨基酸需要

三、矿物元素需要

四、维生素需要

五、干物质和水的需要





一、能量需要



1、泌乳牛能量需要

奶牛能量表示法

净能 (NE)：用于生产和维持的能量

包括产奶净能 (NEL) 和维持净能 (NEM)

奶牛能量单位 (NND)：1 kg含脂4%的标准乳所含产奶净能3.138MJ作为一个“奶牛能量单位”





一、能量需要



(1) 泌乳牛维持能量需要

我国乳牛饲养标准规定，奶牛的维持需要为：

第一胎： $401.7BW^{0.75}$ (NEL, KJ / d)

第二胎： $368.2BW^{0.75}$ (NEL, kJ / d)

第三胎及以上： $334.7BW^{0.75}$ (NEL, kJ / d)

奶牛每行走1km，维持需要增加3%；放牧情况下维持需要增加10%—20%。





一、能量需要



(2) 泌乳牛产奶的能量需要

根据乳脂率计算 (NRC) :

$$NEL (\text{Mcal} / \text{kg}) = 0.3512 + 0.0962 \text{乳脂率}$$

中国标准：产奶净能，以奶牛能量单位 (NND)

表示，即1kg标准乳所含产奶净能3.138MJ为一个

奶牛能量单位。





一、能量需要



(3) 泌乳牛增重或失重对能量需要的影响

NRC (1988) 规定:

损失1 kg体组织能提供NEL 20.58MJ

每增重1 kg体组织需要NEL 21.42MJ

我国规定:

体重增加1 kg相应增加8NND

失重1 kg相应减少6.56NND





一、能量需要



(4) 泌乳牛妊娠的能量需要

泌乳早期：维持 + 产奶 - 失重

泌乳中期：维持 + 产奶

泌乳后期：维持 + 体增重





一、能量需要



2、哺乳母猪的能量需要

母猪产奶的ME需要量由哺乳期仔猪平均每日

窝重 (g/d) 和仔猪数估计 (NRC, 1998) :

产奶需要 (MEkJ/d) = (窝增重 × 4.92 - 哺乳
仔猪 × 90) × 4.184 / 0.72

式中：0.72为饲料ME用于产奶的利用效率。





二、蛋白质氨基酸需要

1、泌乳母牛

(1) 泌乳母牛维持蛋白质需要

维持净蛋白消耗为 $2.1 \text{ BW}^{0.75} \text{ (g)}$ ，按消化率75%和BV70%折合，维持的饲料粗蛋白质需要为 $4\text{BW}^{0.75} \text{ (g)}$ ，可消化粗蛋白质需要则为 $3\text{BW}^{0.75} \text{ (g)}$ 。

中国标准：维持粗蛋白质需要为 $4.6\text{BW}^{0.75} \text{ (g)}$ ，可消化粗蛋白质 $3 \text{ BW}^{0.75} \text{ (g)}$ 。





二、蛋白质氨基酸需要

(2) 增重的蛋白质需要

每千克增重内容物中含组织蛋白质160g，粗蛋白质消化率75%，利用率为67%；每1kg增重需要粗蛋白质319g，可消化粗蛋白质239g。

失重组织蛋白质用于乳蛋白质合成的利用率以75%计。失重1kg应扣除乳蛋白质需要120g。





二、蛋白质氨基酸需要



(3) 产奶对粗蛋白质和可消化蛋白质的需要

可直接测得，也可按每千克标准奶含蛋白质34g计算，或直接根据乳脂率推算：

$$\text{乳蛋白千克含量}(\%) = 1.9 + 0.4 \times \text{乳脂率}$$

粗蛋白的消化率为75%，利用率70%。

1kg标准乳中含奶蛋白质34g，生产1kg标准奶需粗蛋白质65g或可消化蛋白质49g。





二、蛋白质氨基酸需要



(4) 泌乳牛对降解蛋白质和非降解蛋白质的需要

新蛋白质体系

现以体重600kg、日产奶30kg(乳脂4%、乳蛋白3.4%)的产奶牛为例，按我国奶牛饲养标准中所建议的有关参数计算奶牛对降解蛋白和非降解蛋白的需要量。





二、蛋白质氨基酸需要



A、根据该牛的每日能量需要量(包括维持和产奶需要)计算瘤胃微生物蛋白的产量

奶牛能量需要量(NND / d)

$$= 13.73 (\text{维持}) + 30 (\text{产奶}) = 43.73$$

瘤胃微生物蛋白产量(g/d)

$$= 43.73 \times 38 = 1661.7$$

式中：38为每NND可产生的微生物蛋白的克数。





二、蛋白质氨基酸需要



B、根据微生物蛋白产量计算饲粮降解蛋白需要量

$$\text{降解蛋白需要量 (g / d)} = 1661.7 \div 0.9 = 1846$$

式中：0.9为瘤胃微生物对降解蛋白的利用率。





二、蛋白质氨基酸需要



C、根据日蛋白质需要总量计算非降解蛋白需要量

每日净蛋白需要总量 (g)

$$= 2.1 \times 6000.75 + 30 \times 34 = 254.6 + 1020 = 1274.6$$

微生物蛋白 (来自降解蛋白) 提供的净蛋白量 (g / d)

$$= 1661.7 \times 0.8 \times 0.7 \times 0.7 = 651.4$$

0.8为真蛋白质的比例，0.7分别为真蛋白质的消化率和可消化蛋白质的利用率。





二、蛋白质氨基酸需要



非降解净蛋白需要量 (g / d)

$$= \text{需要总量} - \text{降解蛋白质需要量}$$

$$= 1274.6 - 651.4 = 623.2$$

饲粮非降解蛋白需要量 (g / d)

$$= 623.2 \div 0.7 \div 0.7 = 1271.8$$

0.7分别为饲料中非降解蛋白的消化率和可消化蛋白的利用率。

表明：该牛每日降解蛋白质需要量为1846g，非降解蛋白质需要量为1272g。与美国NRC(1988年)提出的相应值(1975g和1170g)非常接近。





二、蛋白质氨基酸需要



(5) 泌乳对蛋白质品质的要求

必需氨基酸的40%来自瘤胃微生物蛋白，
60%来自饲料。

高产奶牛需额外补充必需氨基酸或提高饲料中非降解优质蛋白质的比例。





二、蛋白质氨基酸需要



日产奶量在15kg以上时，Met和Leu可能是饲料的限制性氨基酸；

日产奶量达30kg时，Met、Leu、Lys、His、Thr将成为限制性氨基酸。





二、蛋白质氨基酸需要



2、哺乳母猪

按照NRC (1998) 的泌乳模型，应首先估计赖氨酸需要量，然后推算蛋白质和其他氨基酸需要量。





三、矿物质需要



1、常量元素

泌乳母畜对钙和磷的需要量，是根据维持所需加乳中含量和动物对食入钙磷的吸收、利用效率确定的。

成年反刍动物对钙的吸收率，真吸收率变动在22%—55%之间，平均45%。泌乳母牛饲料(多种饲料混合)中钙的吸收率在35%—38%之间。





三、矿物质需要



钙和磷的需要量估计:

泌乳母牛钙每日总需要(包括维持和泌乳)
的计算公式:

$$\begin{aligned} & \text{成年母牛钙的维持需要量 (g / d)} \\ & = (0.0154\text{BW}) / 0.38 \end{aligned}$$





三、矿物质需要



泌乳母牛钙的总需要量 (g / d)

$$= (0.0154BW + 1.22FCM) / 0.38$$

怀孕最后两月干奶母牛钙的总需要量 (g / d)

$$= (0.0154BW + 0.0078C) / 0.38$$





三、矿物质需要

泌乳母牛磷的维持需要 (g / d)

$$= (0.0143BW) / 0.5$$

泌乳母牛磷的总需要量 (g / d)

$$= (0.0143BW+0.99FCM) / 0.5$$

怀孕最后两月干奶母牛磷的总需要量 (g / d)

$$= (0.0143BW+0.0047C) / 0.5$$

式中：BW是活体重 (kg)，FCM是标准奶产量 (kg / d)，C为妊娠产物增重





三、矿物质需要



(1)、1kg标准乳含Ca1.28g，P0.95g，因此每产1kg标准乳需供给Ca2.7g，P2.0g，Ca:P=2.7:2.0=1.3:1，我国试行规定为4.5g和3.0g。

泌乳母牛可耐受较宽的钙、磷比例，日粮中Ca:P在1:1⁻8:1的范围内，均不影响泌乳性能，但影响机体对Ca、P的吸收，据报道Ca:P=2:1较1:1吸收率好。

(2)、钙磷缺乏，引起产后瘫痪、泌乳量下降。





三、矿物质需要



(3)、反刍动物对饲料中钙、磷利用率低，一般钙为35-38%，P为45-50%。

(4)、注意离子平衡。对产奶量有严重的影响。泌乳母牛对Na的需要量以Na占日粮干物质的0.18%计，或食盐占日粮干物质的0.45%。一般可在混合精料里配合0.5-1.0%的食盐。

(5)、注意镁的缺乏，特别是大量饲喂青饲料后特别注意，Mg需要量为0.20-0.25%。



三、矿物质需要



2、微量元素需要

	泌乳母猪	泌乳牛
Fe	80	50
Cu	5	10
Mn	20	40
Zn	50	40
Se	0.15	0.30
I	0.14	0.60
Co	/	0.10





四、维生素需要

乳牛瘤胃内可合成VB组、VC、VK，但VA、VD、VE不能合成，完全来源于饲料。因此乳牛的维生素需要主要是VA、VD、VE。





五、干物质和水的需要

乳牛干物质的进食量和体重、产奶量及饲料类型有关。可用以下公式计算：

$$\text{干物质进食量 (kg)} = 0.062BW^{0.75} + 0.4Y$$

或
$$= 0.062BW^{0.75} + 0.45Y$$

Y为标准奶产量，W为体重。

第一个方程适用于精粗比为60: 40

第二个方程适用于精粗比为45: 55





五、干物质和水的需要

水对产奶量的影响很大，牛在一般环境下，产乳1kg需水2-2.5kg

水的需要量可按以下公式计算：

$$\text{水的需要量 (Kg/日)} = 15.99 + (1.58 \pm 0.271)F + (0.90 \pm 0.157)L + (0.05 \pm 0.023)M_s + (1.2 \pm 0.106)T_0$$

F-干物质摄入量(Kg/头)；L-日产奶量(kg/头)

M_s-日食盐摄入量(g/头)；T₀-日最低温度(°C)





第三节 营养对泌乳的影响

一、营养水平

二、蛋白质水平

三、脂肪含量与性质

四、精、粗饲料比





一、营养水平



生长期：乳牛生长期采用高能饲料，造成乳房脂肪沉积过多，影响分泌组织增生，导致以后产奶量低、生产年限短、产奶效率低。

现期：乳牛现期营养水平对产乳量及乳成分含量也有影响。饲喂高能量水平有利于产奶量提高，但乳脂下降。





二、蛋白质水平



泌乳母牛特别是高产牛每天从奶中排出大量蛋白质，饲料蛋白水平不足会降低奶的产量。

在充分供给含氮物质的同时，应保证碳源物质，才能提高瘤胃微生物的产量。





三、脂肪含量与性质



饲料脂肪不是形成乳腺的主要原料，但对乳脂的含量和品质具有一定的影响，在低脂日粮中添加椰子油等，可促进乳腺中脂肪的合成而提高乳脂含量，但采食大量植物性低熔点油，因不饱和脂肪酸过多，有部分脂肪酸不经氢化作用直接进入乳腺构成乳脂，因此降低了乳脂的熔点





四、精、粗饲料比



精料比例大，不利于乙酸发酵，而有利于丙酸发酵，导致乳脂率下降，而体脂增加。





第四节 奶牛主要营养代谢疾病

一、产乳热

二、酮病

三、低血镁症





一、产乳热



泌乳牛最常见的营养代谢性疾病。

病因：调节血钙水平的内分泌系统失调。

症状：血钙低，表现为瘫痪、虚脱和逐渐昏迷。

预防：临产前口服高剂量的VD能减少乳热病的发病率。分娩前2-3周的母牛饲料降低钙、增加氯水平可降低发病率。





二、酮病



奶牛泌乳早期（产犊后最初六周）易发此病，发病高峰约在产后3周。

病因：产后采食量不足和产奶量的迅速上升导致机体出现能量负平衡，血糖降低。此时，体脂大量动员，所产生的甘油通过糖异生过程生糖以弥补血糖的不足，脂肪酸部分因不能生糖而转化为酮体，从而导致酮血症。





症状：食欲不振，迟钝，产奶量和乳脂率下降。严重时胚胎发育受阻，出现流产或死胎。

预防和治疗：分娩后提高母牛采食量，给患病牛静脉注射葡萄糖，服用或注射促肾上腺皮质激素和皮质类固醇。





三、低血镁症



最常发生在老年牛分娩后数天到数周。

症状：血镁减少，神经过敏，缺乏食欲，大量分泌唾液，惊厥和抽搐。

饲料缺镁为发病的先决条件。

预防：提高镁的供给量。



再见

