

# Calf Notes.com

## Calf Note #251 – 犊牛在炎热环境中会失水

### 引言

当环境温度超出“热中性区”时，犊牛会消耗能量来维持体温。图 1 来自 NRC 关于家畜营养需要的出版物，显示了动物热中性区的概念。“有效环境温度”是犊牛实际感受到的温度，并不一定等同于温度计上显示的温度。

当遭受热应激时，犊牛会通过多种行为和代谢策略来散热，包括改变姿势、减少采食量、重新分配血流，当然还有出汗。与社交媒体上的一些“都市传说”相反，牛确实会出汗。出汗约占散热量的 80%。

牛主要依靠顶泌汗腺作为主要汗腺来产生汗液，并实现热量散失 (Hamazaoui et al., 2017)。这些腺体的示意图见图 2。

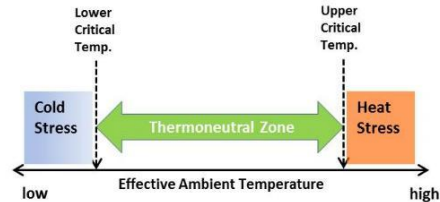
### 研究内容

我想知道犊牛在热应激期间相对失水量的情况，并找到了一篇 Gebremedhin 等人在 1981 年发表的非常有趣的论文。在这项研究中，犊牛被饲养在呼吸室内，研究人员可以测量犊牛产生的热量，以及通过呼吸和出汗造成的水分损失。他们将温度维持在 0°C 到 36°C 之间，以测量热和冷的影响。需要说明的是，呼吸室内的相对湿度保持恒定，为 50%。

图 3 显示了呼吸失水，包括热应激期间喘息导致的失水；图 4 显示了出汗造成的失水。当以单位体重表示时，日龄对失水量或犊牛产热量没有影响。不过，试验期间犊牛只饮用牛奶，因此没有发生瘤胃发育，而瘤胃发育会增加产热。

在图 3 中，我们可以看到，呼吸造成的失水较低，大约为每千克犊牛体重每小时 0.3 克。从

Figure 1. Schematic of Relationships of Temperature and Thermal Zones<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Adapted from: NRC, 1981, Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals

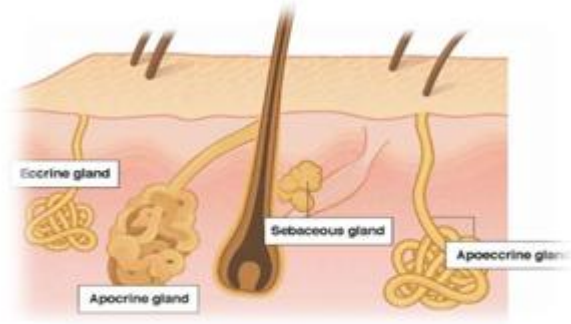


Figure 2. Schematic diagram of the sweat glands in cattle.

19°C 开始，失水量增加，到 36°C 时达到最大值，约为每千克体重每小时 0.9 克。我对数据进行了插值，并对 17°C 到 36°C 的数值进行了回归分析。所得方程为：

$$Y = -0.256 + 0.034 \times \text{温度}$$

然后我使用该方程计算了不同体重和温度下的失水量，如图 5 所示。我们可以看到，一头 50 千克的犊牛在 20°C 时每天通过呼吸损失约 1 千克，或 1 升水；但在 30°C 时会多损失约 40%，即约 1.4 千克。在炎热环境中，呼吸失水是相当显著的。

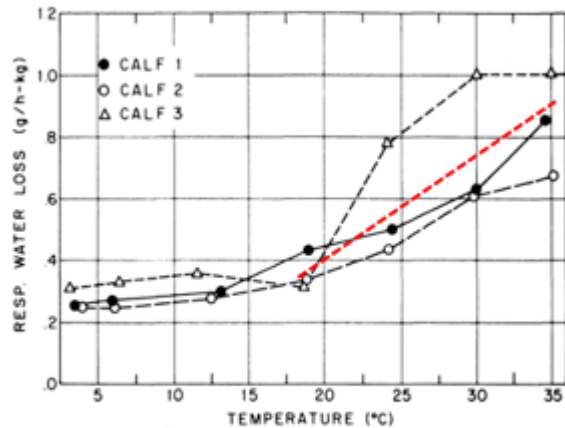


FIG. 3 Respiratory water loss per unit body weight as a function of chamber temperature.  
RE (19-35°) = -0.256 + 0.031 x Temp

出汗失水也出现了类似情况，如图 4 所示。在犊牛达到 19°C 之前，通过出汗损失的水分很少。随着温度从 19°C 增加到 36°C，失水量按线性方式增加，这符合我们的预期。随着温度升高，犊牛出汗更多，因此通过汗液损失的水分也更多。在 36°C 时，失水量接近每千克体重每小时 4.5 克。同样，我对温度与失水量进行了回归分析，得到以下回归方程：

$$Y = -4.559 + 0.254 \times \text{温度}$$

我进行了类似的计算，以估算不同体重和温度下犊牛通过出汗损失的水分，如图 6 所示。可以看到，由出汗造成的损失要大得多，而且在高温下相当显著。例如，一头 60 千克的犊牛在 30°C 时可能会因喘息损失约 1.7 升水，并因出汗额外损失约 4.4 升水，总失水量约为每天 6 升。

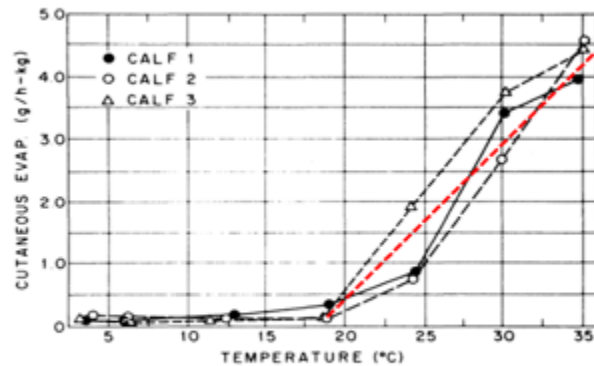


FIG. 4 Cutaneous water loss per unit body weight as a function of chamber temperature.  
CE (19-35°) = -4.559 + 0.2540 x Temp

我们可以将两个表格的数值相加，以估计犊牛在炎热条件下可能损失多少水分。当然，我们需要确保犊牛能够自由饮水，使它们有机会补充这些水分。许多在炎热气候中饲养犊牛的生产者会额外提供稀释的电解质溶液，作为补充水分和电解质的方法，尤其是补充钠，因为钠是汗液中损失的主要矿物质。

## 总结

犊牛会通过呼吸和出汗损失大量水分。生产者应认识到这些损失，并在犊牛遭受热应激时，通过提供自由饮水以及在额外饲喂中提供电解质，采取措施补充损失的水分。这篇有趣的文章提供了一种估算这些损失的方法，也为补充水分提供了指导。

Temp, °C	Body weight, kg					
	45	50	55	60	65	70
20	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
25	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7
30	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0
35	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.3

Figure 5. Respiratory water lost (liters per day) in calves at various temperatures and body weights.

Temp, °C	Body weight, kg					
	45	50	55	60	65	70
20	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9
25	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0
30	3.3	3.7	4.0	4.4	4.8	5.1
35	4.7	5.2	5.7	6.2	6.8	7.3

Figure 6. Water losses (liters per day) from sweat in calves at various temperatures and body weights.

## 参考文献

- Gebremedhin, K. G., C. O. Cramer, W. P. Porter. 1981. Predictions and Measurements of Heat Production and Food and Water Requirements of Holstein Calves in Different Environments. *Trans. ASAE*. 24:715-072. <https://doi.org/10.13031/2013.34326>.
- Hamzaoui, S., C. A. Burger, J. L. Collier, and R. J. Collier. 2017. Technical note: Method for isolation of the bovine sweat gland and conditions for in vitro culture. *J. Dairy Sci.* 101:4638–4642. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14056>.

Written by Dr. Jim Quigley (21 July 2024)  
 © 2024 by Dr. Jim Quigley  
 Calf Notes.com (<https://www.calfnotes.com>)