冷应激对奶牛生产性能的影响及缓解措施

李彦林#，闫威明#，张 学*，赵 勐*

现代牧业（集团）有限公司，安徽马鞍山 243000

摘 要：在畜牧业发展中，冬季冷应激是制约奶牛健康生产的关键问题之一。冷应激导致奶牛采食量减少，产奶量、繁殖性能及健康状况显著下降。本文从产奶量、行为、繁殖性能等维度分析冷应激的影响，并提出物理保温（如优化牛舍结构、增加垫料）、营养调控（如补充高能量饲料）、环境控制等综合缓解措施，为奶牛冬季健康高效生产提供技术参考。

关键词：奶牛；冷应激；生产性能；物理保温；营养调控

文章编号：1671-4393（2025）06-0067-04 DOI:10.12377/1671-4393.25.06.11

0 引言

荷斯坦牛是高产奶牛品种，但体表面积相对较小，汗腺不发达，具有耐寒畏热的特点[1]。但是奶牛在低温条件下，受冷应激影响，能量消耗不断增加以维持正常能量需要，产奶净能减少，导致产奶量下降，最高降幅达40%，继而影响奶牛的经济效益[2, 3]。冷应激对奶牛的影响不容忽视，深入研究其机制对提高奶牛福利和牧场效益具有重要意义。

1 冷应激的概述

冷应激（Cold Stress）是指动物机体暴露于低温环境时，所产生的一种非特异性应答反应。从生理角度来说，当环境温度低于动物的热中性区（Thermoneutral Zone）下限时，动物为了维持正常的体温和生理功能，会启动一系列复杂的生理和行为调节机制，这个过程就是冷应激反应。奶牛的热中性区大致在5~25 ℃，更适宜奶牛的饲养管理[4]。然而当温度低于此范围下限之时，奶牛会出现冷应激反应，即对奶牛生产性能产生负面影响[5]。冷应激能够影响奶牛体内环境稳态，其生理机能与行为模式发生改变，从而致使其生产性能降低[6]。在冷应激环境下，奶牛会出现复杂的生理变化，具体涵盖代谢率上调、非颤抖性产热（Non-shivering Thermogenesis）、降低热量散失、激素（如促甲状腺激素、肾上腺素和去甲肾上腺素等）水平改变以

作者简介：#李彦林（1996-），男，内蒙古呼和浩特人，硕士，研究方向为奶牛养殖；
#闫威明（1999-），男，河南周口人，硕士，研究方向为反刍动物营养与饲料。
#共同第一作者
*通信作者：张 学（1967-），男，河北唐山人，博士，正高级工程师，研究方向为奶牛重大前沿技术攻关；
赵 勐（1986-），男，山东蓬莱人，博士，高级畜牧师，研究方向为反刍动物营养与饲料科学。

中国乳业线上阅读

及行为调整等方面。这些机制虽有助于奶牛应对低温环境挑战，但也会引发因此行为产生的额外能量消耗，同时对奶牛的生长发育、繁殖能力以及免疫等功能产生影响。长期或频繁处于冷应激状态，极有可能导致奶牛能量储备枯竭、生长停滞、繁殖障碍及免疫力降低等一系列与应激相关的健康问题，即对奶牛生产性能造成严重负面影响[7]。

2 冷应激对奶牛的影响

2.1 冷应激的感官评定

评定奶牛是否遭受冷应激，感官评定最直观。冷应激会导致奶牛频繁站立、减少躺卧[8]、反刍增加、呼吸频率降低及排泄次数增加等现象。在低温环境下，奶牛通过降低呼吸频率从而减少散热量。在日常生产过程中，可以通过观察奶牛躺卧和站立时间从而判断奶牛是否遭受冷应激。在正常状况下，奶牛每日的躺卧时间8~16 h[9]。冷应激期间，相较于露天环境下直面低温与高湿度挑战的围产期奶牛，居于圈舍内同阶段奶牛躺卧时间明显增加，约增加70 min[10]。该现象凸显圈舍提供相对稳定环境对围产期奶牛躺卧行为的积极影响，表明圈舍条件更利于围产期奶牛躺卧休息，对维护健康状态与生产性能具有不可忽视的作用。站立时间和躺卧时间作为关键的行为指标，在冷应激相关研究中得到了广泛应用[11]。研究表明，奶牛会通过增加站立、活动时间来提升产热量[12]。在非应激状态下，奶牛的呼吸频率为26~59 次/min，当环境温度从10 ℃降至−15 ℃时，奶牛呼吸频率会降低至10~15 次/min[13, 14]。鄢新义等[15]发现，奶牛在冬季的反刍时间相较于夏季显著增加10.36%。

2.2 冷应激对奶牛生产性能的影响

冷应激直接影响奶牛采食量减少，产奶量、繁殖性能及健康状况显著下降。冷应激可对奶牛乳腺功能产生显著影响。乳腺细胞代谢与温度密切相关。在低温环境下，奶牛机体能量分配发生改变，优先保障体温维持及基本生理功能，致使乳腺血液灌注量及营养物质供应减少，产奶量和乳品质下降。研究表明，在−11.2 ℃的温度下，每头奶牛每天损失2 kg产奶量[16]。在冷应激条件下，动物胃肠道的收缩与蠕动活动显著增强，这一生理反应促使食糜在消化道内的滞留时间缩短，加速胃部内容物的排空速率。在此情况下，采食量得以提高。然而，冷应激也可能造成动物网胃容积减小，使得食糜尚未得到充分消化与吸收便被排出体外。这种现象会导致动物对饲料的利用效率降低，体重也随之减轻[17]。冷应激增加奶牛的维持能量需求，导致饲料能量优先用于产热而非生产，实际饲料转化效率降低，即奶牛为应对冷应激需要大量能量，这就导致其体重下降。环境温度的波动对奶牛的生命周期与繁殖效能有显著影响[18]。应激状态可通过抑制下丘脑−垂体−性腺轴的功能，即减弱下丘脑分泌促性腺激素释放激素（GnRH）效率，继而削弱垂体分泌促黄体激素（LH）与促卵泡激素（FSH）的活性，直接影响奶牛的繁殖性能。尤其在冬季，当温湿度指数（THI）偏离奶牛的最优THI数值，奶牛的发情行为受到遏制。综上所述，直观反映环境温度波动对繁殖性能的负面影响[19]。

2.3 冷应激对奶牛健康的影响

在冷应激期间，若奶牛长期暴露于低温条件，会显著提升其死亡率，而极端寒潮条件下，死亡比例甚至可升至23%[20]。死亡风险与物种的生产特性及年龄阶段紧密相关，且随低温强度与持续时间的增加而增加。在北方牧场中，全封闭式牛舍为遏制温度迅速流失，强化围护结构的隔热性与限制牛舍通风成为常见的御寒手段[21]。但是牛舍内的二氧化碳、硫化氢及氨气等有害气体浓度升高，不仅难以有效排除，还加剧圈舍内湿度，为病原微生物的繁衍制造温床。动物长期栖息于潮湿环境中，呼吸道与消化道疾病的发病率显著上升，严重威胁其健康状态。更甚者，低温与冰冻环境增加奶牛乳房遭受机械性伤害与冻伤的风

险。冻伤导致乳头括约肌功能障碍，使乳头孔闭合不全，加剧细菌入侵风险，诱发乳房炎的发生，不仅减少奶牛的产奶量，同时削弱其免疫系统，对牛群的整体健康形成严峻挑战[22]。

3 冷应激的缓解措施

3.1 物理保温

牛对寒冷非常敏感，所以冬季寒冷气候下，首先应该提高牛舍温度、降低湿度、保持干燥通风，在奶牛卧床上及时添加锯末、麦草、稻草、沙子等垫料，经常更换，保持卧床干燥[23]。−10 ℃时，产奶量下降6%；−30 ℃~−15 ℃时，产奶量急剧下降甚至停止[24]。为保障牛舍采光，可选用透光性优良的塑料膜、采光板对窗户进行密封处理，同时需确保窗户玻璃或采光板的洁净，以此促进采光。延长夜间光照时间，通过启动牛舍内部照明设施，有效刺激奶牛体内催乳素的合成与释放，进而显著提升奶产量[25]。针对犊牛群体，在冷季采取“犊牛岛”饲养模式，辅以加厚褥草与门帘密封措施，构筑抵御冷贼风的屏障，有效防范犊牛感冒及消化不良性腹泻等疾病，确保其健康成长[26]。

3.2 营养调控

冷应激导致奶牛采食量增加，更多的饲料能量用于产生热量。有证据表明，在寒冷应激下奶牛消化功能会受到抑制。在极寒环境中，增加的干物质采食量（DMI）无法与增加的热量产生相匹配，从而导致生产性能下降。在寒冷条件下限制进食方案会导致蛋白质合成减少，尤其是在皮肤和肌肉细胞中[27]。Souza等[28]的研究发现，相较于热应激，冷应激虽促使采食量增加，但因胃肠道蠕动加快，食糜滞留时间缩短，导致消化吸收效率下降。鉴于冬季奶牛在对抗严寒中消耗大量能量[29，30]，可适当增补全棉籽与瘤胃脂肪等高能量饲料，以补偿其因基本生存需求所消耗的能量，确保产奶所需能量充足供应。

4 结论

综上所述，冷应激对奶牛生产性能的负面影响已明确，当前物理保温和营养调控等措施可有效缓解其影响。未来需进一步研究冷应激的生理机制，以完善应对策略。

参考文献

[1] 肖正中，周晓情，黄光云，等.奶牛抗热应激添加剂的研究进展[J].广西畜牧兽医，2014，30（6）：324–327.

[2] 李广运.预防奶牛冷应激的措施[J].养殖技术顾问，2005（1）：9.

[3] 韦璐，林少华.寒冷的冬季如何应对奶牛冷应激—奶业专家为奶牛抵御寒冬献计献策[J].中国乳业，2010（1）：28–30.

[4] Kadzere C T，Murphy M R，Silanikove N，et al.Heat stress in lactating dairy cows：A review[J].Livestock Production Science，2002，77（1）：59–91.

[5] Herbut P.Temperature，humidity and air movement variations inside a free–stall barn during heavy frost[J].Annals of Animal Science，2013，13：587–596.

[6] 宋佳美，李尚汝，孙雨坤，等.奶牛冷应激研究进展[J].中国畜牧杂志，2022，58（10）：72–77.

[7] 张洪伟，王亚男，邱殿锐.冷应激条件下奶牛饲养管理技术要点[J].养殖与饲料，2022，21（5）：47–49.

[8] Nakajima N，Doi K，Tamiya S，et al.Effects of direct exposure to cold weather under grazing in winter on the physiological，immunological，and behavioral conditions of Japanese Black beef cattle in central Japan[J].Animal Science Journal，2019，90（8）：1033–1041.

[9] Vasseur E，Rushen J，Haley D B，et al.Sampling cows to assess lying time for on–farm animal welfare assessment[J].Journal of Dairy Science，2012，95（9）：4968–4977.

[10] Cartes D，Strappini A，Sep ú lveda V P.Provision of shelter during the prepartum period：Effects on behavior，blood analytes，and health status in dairy cows in winter[J].Journal of Dairy Science，2021，104（3）：3508–3521.

[11] Broucek J，Uhrincat M，Lendelova J，et al.Effect of management change on selected welfare parameters of cows[J].Animal Science Papers and Reports，2013，31（3）：195–203.

[12] 井霞.慢性冷热应激对荷斯坦奶牛维持行为及免疫功能的影响研究[D].呼和浩特：内蒙古农业大学，2006.

[13] Becker C A，Aghalari A，Marufuzzaman M，et al.Predicting dairy cattle heat stress using machine learning techniques[J].

中国乳业线上阅读

Journal of Dairy Science，2021，104（1）：501–524.
[14] 李卿.杜泊羊、萨福克羊冷热应激下生理生化指标及其生产性能与肉质特性研究[D].呼和浩特：内蒙古农业大学，2019.
[15] 鄢新义，董刚辉，徐伟，等.北京地区奶牛反刍与活动量影响因素分析[J].畜牧兽医学报，2016，47（5）：955–961.
[16] Angrecka S，Herbut P.Conditions for cold stress development in dairy cattle kept in free stall barn during severe frosts[J].Czech Journal of Animal Science，2015，60：81–87.
[17] 王哲奇.温热环境对绵羊增重性能及生理指标影响的研究[D].呼和浩特：内蒙古农业大学，2020.
[18] Valdmann M，Kurykin J，Waldmann A.Individual and combined effects of diseases and cytological endometritis on reproductive performance and culling of dairy cows：Preliminary results[J].Animals，2022，12（21）：2913.
[19] Sapkota S，Acharya K P，Laven R，et al.Possible consequences of climate change on survival，productivity and reproductive performance，and welfare of Himalayan yak（Bos grunniens）[J].Veterinary Sciences，2022，9（8）：449.
[20] Morignat E，Gay E，Vinard J L，et al.Impact of heat and cold waves on female cattle mortality beyond the effect of extreme temperatures[J].Journal of Thermal Biology，2018，78：374–380.
[21] 邓书辉，杨光，杨龙，等.寒冷地区自然通风奶牛舍的环境控制[J].科学技术创新，2018（16）：56–57.
[22] 王亚男，冯曼，周英昊，等.冀北寒区秋冬季节荷斯坦奶牛产奶性能及血液常规指标的变化规律研究[J].中国畜牧兽医，2020，47（4）：1282–1288.
[23] 杜瑞平，温雅俐，姚焰础，等.热应激对奶牛瘤胃液微生物数量的影响[J].动物营养学报，2013，25（2）：334–343.
[24] 钱志春.冷、热应激对奶牛生产的危害及预防措施[J].畜禽业，2018，29（6）：114–115.
[25] 徐松琪，赵玮，刘汉玉.奶牛冬季饲养管理技术要点研究[J].河北农业，2022（12）：78–80.
[26] 何茹.冬季奶牛冷应激反应及控制措施[J].中国乳业，2013（12）：52–53.
[27] Scott S L，Christopherson R J，Thompson J R，et al.The effect of a cold environment on protein and energy metabolism in calves[J].British Journal of Nutrition，1993，69（1）：127–39.
[28] M.C.Souza，Oliveira A S，Araujo C V，et al.Prediction of intake in dairy cows under tropical conditions[J].Journal of Dairy Science，2014，97（6）：3845–3854.
[29] 杜宇，魏勇，李智星，等.新疆冬季规模化奶牛场氨气防控和产奶量相关性分析[J].中国乳业，2024（12）：55–61.
[30] 雷侃正.冬季奶牛饲养管理要点[J].畜牧兽医科学（电子版），2021（7）：61–62.

Effect and Mitigation Measures of Cold Stress on Production Performance of Cows

LI Yanlin，YAN Weiming，ZHANG Xue*，ZHAO Meng*
Modern Farming（Group）Co.，Ltd.，Maanshan Anhui 243000

Abstract：In the development of animal husbandry, cold stress during winter is a critical issue constraining the healthy production of dairy cows.Cold stress leads to reduced feed intake, as well as significant declines in milk yield, reproductive performance, and overall health status.This paper analyzed the impacts of cold stress from dimensions such as milk production, behavior, and reproductive performance, and proposed comprehensive mitigation measures, including physical insulation （such as optimizing barn structure and increasing bedding）, nutritional regulation （such as supplementing high-energy feed）, and environmental control.These strategies provided technical references for ensuring the healthy and efficient production of dairy cows during winter.

Keywords：cow；cold stress；production performance；physical insulation；nutritional regulation

中国乳业线上阅读