

热应激对奶牛机体的影响及防控措施

张灵梅^{1,2}, 周雨丽^{1,2}, 杨玲媛^{1,2*},

陈豪^{1,2}, 朱晋佳^{1,2}, 汤少勋^{2,3}

(1. 湖南农业大学动物科学技术学院, 长沙 410128; 2. 湖南畜禽安全生产协同创新中心, 长沙 410128;

3. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125)

摘要:随着全球气候变暖,以及奶牛产奶性能的提高,热应激成了影响我国奶牛生产的一大难题,尤其在南方高温高湿的夏季,奶牛极易发生热应激。本文就热应激对奶牛产奶量、乳品质和繁殖性能的影响等方面进行了综述,并提出了一些预防奶牛热应激的措施,以期指导生产实践,提高奶牛养殖的经济效益。

关键词:热应激; 奶牛; 防控措施

中图分类号:S823.9⁺1

文献标识码:A

文章编号:1001-9111(2020)03-0032-05

奶牛是一种耐寒怕热的动物,由于其汗腺机能不发达,皮肤散热性差,所以对热环境比较敏感。通常认为,奶牛最适的生存环境温度范围在 5 ~ 25 ℃ 之间。当外界环境温度过高,奶牛自身产热量和散热量的动态平衡受到破坏,奶牛便会产生热应激^[1]。热应激成了危害奶牛养殖业发展的重要因素之一。并且,奶牛的新陈代谢,以及牛奶的合成和分泌过程都会增加奶牛代谢热量的产生,因此热应激对不同生产性能的奶牛影响程度不同,一般产奶性能越高的奶牛,越易受到热应激的影响^[2]。Berman 研究发现,当奶牛日产奶量从 35 kg/d 增加到 45 kg/d 时,会增加奶牛对热应激的敏感度^[3]。

热应激导致奶牛新陈代谢紊乱、生产性能下降、免疫力减弱和繁殖力降低,严重者甚至导致奶牛死亡^[4],严重影响了奶牛养殖业的发展。而乳制品已成为人们生活中的必需品。因此,在高温的夏季,如何缓解奶牛热应激,以及提高奶牛生产性能已成为大家所讨论的热点问题。目前用于缓解奶牛热应激的方法主要有物理降温、调整日粮和添加抗热应激饲料添加剂。

1 热应激的概念与评判标准

奶牛热应激的概念是由 Setye 等在 1976 年率先提出的,是指奶牛受到超过自身体温调节能力的温度范围时引起机体的非特异性防御应答反应^[5]。

热应激的常规判断方法主要包括测定畜舍的温湿指数(THI)、动物体的肛温、呼吸频率和生产性能等指标。其中,THI 是根据空气的温度和湿度来评估环境温度的一个指标,一开始是用于评估人对热的感觉,直到 1964 年,THI 开始被 Berry 等人应用到畜禽养殖中,将其作为衡量奶牛是否遭受热应激的第一环境指标^[6]。一般认为,当 THI ≥ 72 时,奶牛就会发生热应激^[7],而 Robert 等研究发现,高产奶牛(产奶大于 35 kg/d)在 THI ≥ 68 时就会发生热应激^[8]。由此可见,产奶性能越高的奶牛对热应激越敏感。

2 热应激对奶牛的影响

2.1 热应激对奶牛采食量和营养物质消化率的影响

热应激易导致奶牛食欲减退和采食量下降^[9],一般在 25 ℃ 或以上时开始下降。轻度至中度热应激一般会使奶牛干物质采食量下降 2% ~ 20%,而重度热应激时可能会使奶牛干物质采食量下降 40% 或更多^[10]。热应激还会损害奶牛消化道的消化和吸收能力,导致奶牛养分利用效率和生产性能下降。当奶牛发生热应激时,会增加奶牛血液从内脏组织流向皮肤,从而减少营养物质向小肠的输送,增加粘膜细胞的损伤^[11]。

2.2 热应激对奶牛产奶量及乳成分的影响

热应激条件下泌乳奶牛能量摄入有限,不能满

收稿日期:2020-01-06 修回日期:2020-01-12

基金项目:国家重点研发项目(2018YFD0501604);湖南省重大科技专项(2017NK1020)

作者简介:张灵梅(1995—),女,硕士研究生,主要从事动物营养与免疫研究。E-mail:1690335454@qq.com

* 通讯作者:杨玲媛(1978—),女,副教授,硕士生导师,主要从事动物营养与免疫研究。E-mail:lingyuan_yang@yeah.net

足自身维持身体健康和产奶的需求,导致牛奶产量和质量下降,损害全球乳制品行业,因此每年都会造成巨大的经济损失。据估计,印度各地奶牛和水牛因热应激造成的牛奶损失量每年达180万t,几乎占印度牛奶总产量的2%^[12]。在热应激条件下,乳脂率和蛋白质含量的下降是牛奶成分变化的最主要因素。有研究发现,热应激显著降低了牛奶乳糖和乳蛋白含量^[13-14],减少乳蛋白成分中酪蛋白、 β -乳球蛋白和免疫球蛋白含量^[15]。还有研究发现,在温带地区夏季牛奶脂肪含量与冬季相比,平均降低0.4%,蛋白质含量平均降低0.2%^[16]。薛白等^[17]通过对四川地区荷斯坦奶牛的研究,发现THI>70时便会导致奶牛生产性能下降,THI每上升1个单位,产奶量下降0.4kg。还有研究发现,当THI>72时,THI每增加1个单位,产奶量下降0.2kg^[18]。Bellagi等研究发现,当THI从冬季的平均值53.7增加到夏季的75.4时,荷斯坦奶牛和塔伦塔伊斯奶牛的产奶量分别下降了0.93kg/d和0.15kg/d,乳脂、蛋白质和尿素含量也有所下降。然而,塔伦塔伊斯奶牛似乎没有荷斯坦奶牛那么易受影响,特别是当THI>78时,荷斯坦奶牛的乳体细胞数增加,而塔伦塔伊斯奶牛的体细胞数反而下降^[19]。Smith等研究发现,在中度和重度热应激期间会导致荷斯坦奶牛的产奶量下降,而泽西奶牛仅在重度热应激期间产奶量下降,但两者的乳脂率都有所下降^[20]。

2.3 热应激对繁殖性能的影响

在炎热的环境中,生育率的下降与体温的升高密切相关^[21]。夏季高温常导致奶牛生殖功能受损,影响奶牛的繁殖性能和生育能力,使全球范围内奶牛的受孕率显著下降^[22]。López-Gatius等研究发现,泌乳奶牛的受孕率在繁殖前后均会受到热应激的影响,尤其在繁殖的前1~21d,对其受孕率的影响最大。并且,在此期间,当平均THI $\geq$ 73时,受孕率从31%降至12%^[23]。热应激还会导致奶牛排卵失败的风险增高,有数据表明,夏季排卵失败的风险是冬季的3.9倍^[24]。López-Gatius等研究发现,在热应激条件下,环境温度的快速升高会对卵泡和子宫生理产生不良影响,导致奶牛发情强度减弱,生育率下降以及早期胚胎的存活受到损害^[25]。并且,在热应激条件下繁殖的小母牛,通常会有明显的性成熟和首次排卵延迟的情况。Domínguez等通过对7个农场20606头奶牛的妊娠情况进行统计分析,研究发现,妊娠率分别为39.4%(THI<72.0),38.5%(72.0~73.9),36.9%(74.0~75.9),32.5%(76.0~77.9),31.6%(THI>78.0)。这说明,当THI>72.0时,奶牛的受孕率呈明显的下降趋势^[26]。

2.4 热应激对奶牛血液生化指标的影响

热应激会导致奶牛生理机能和新陈代谢发生变化,损伤细胞膜,从而影响血液生化指标的变化^[27]。热应激环境会导致血浆中皮质醇增加,而血浆催产素、三碘甲状腺原氨酸(T3)、甲状腺素(T4)^[28],以及血浆AA和血糖的含量都显著降低^[29],而皮质醇(COR)的过度分泌会引起奶牛产奶量下降,以及降低对疾病的抵抗力;当T3和T4分泌不足时,蛋白质合成减少,影响奶牛泌乳性能和乳品质。侯引绪等研究发现,在中度热应激(THI=82.06)状态下,与对照组相比,奶牛血液红细胞和白细胞数,以及血清总蛋白和淀粉酶含量都显著下降,其中淀粉酶和白细胞数下降的原因可能是由于热应激引起的奶牛采食量减少,使机体免疫力低于正常水平所致,而血液红细胞数和血清总蛋白下降的原因可能是由于在夏季高温影响下,奶牛饮水量增加,血液相对变稀所造成的^[30]。脂联素和AMP活化蛋白激酶(AMPK)的增加可能是维持热应激奶牛体内稳态的机制之一,热应激会显著增加奶牛血清脂联素、AMPK、热休克转录因子(HSF)、热休克蛋白27(HSP27)、热休克蛋白70(HSP70)和热休克蛋白90(HSP90)的含量。并且,在中度热应激下,HSF和HSP70表达水平较高,对热应激敏感、准确,可作为动物热应激反应的潜在指标^[31]。

3 缓解奶牛热应激的方法

3.1 物理性缓解奶牛热应激

牛场应建造在通风良好的地方,其周围应种植一些树木,起到一定的遮阳效果。牛舍顶棚应采用隔热性能好的材料建造,以减少牛舍内热量的产生。奶牛场一定要有物理降温设备,比如安装风扇和喷淋装置^[32],保持牛舍良好的通风性,降低牛舍温度。奶牛在挤奶过程中也要注意防暑降温,在挤奶厅安装风扇和喷淋,能够达到很好的降温效果。挤奶厅旁边还要修建水槽,给奶牛提供充足干净的饮水。

3.2 营养物质调控

3.2.1 增加蛋白质和脂肪的补充量 热应激会使奶牛采食量下降,导致奶牛营养摄入不足。同时,热应激还会增强奶牛代谢率,加速脂肪、蛋白质、糖的分解。有研究指出,反刍动物精料的热增耗约占代谢能的25%~40%,而粗料的热增耗则占40%~80%^[33]。因此,在热应激期间应提高日粮精粗比,其有利于减轻奶牛热应激的危害。陈志伟也研究发现,提高奶牛日粮蛋白水平、添加烟酸可以显著提高其产奶量和干物质采食量^[34]。脂肪是能值高,热增耗小的一种营养物质,一般不在瘤胃内发酵,故夏季

高温季节在奶牛日粮中添加适量脂肪类物质对缓解奶牛热应激具有一定的作用^[35]。

3.2.2 补充矿物质 在高温的夏节,由于奶牛的皮肤蒸发量和排尿量的增加,会导致奶牛体内矿物质大量流失,因此,适当补充矿物质对保证奶牛正常生理代谢,维持正常生产具有积极作用。王尚研究发现,在热应激奶牛日粮中添加0.45 mg/kg的酵母硒能够降低奶牛直肠温度和呼吸频率,增强奶牛机体抗氧化能力和免疫力,显著降低其乳中体细胞数,并增加乳硒含量。但对采食量和产奶量无显著影响^[36]。刘影等通过在两组热应激奶牛日粮中分别添加10 g/d和20 g/d丙酸铬,研究结果表明,添加丙酸铬的两组奶牛的产奶量比对照组分别提高2.60 kg/d和1.32 kg/d,并显著降低乳中体细胞数,从而减少乳房炎的发病率^[37]。

3.2.3 补充维生素 在夏季高温季节,奶牛大部分时间处于热应激状态。日粮中单独添加6 g/d和12 g/d过瘤胃烟酸使轻度热应激奶牛血液中的甘油三酯、谷草转氨酶以及尿素氮含量显著下降^[38]。而补饲8 g/d烟酰胺能够提高奶牛的抗氧化能力,改善奶牛的免疫机能^[39],以及维持机体电解质平衡^[40]。杨游等试验结果表明,饲料中添加脂肪酸钙和烟酸铬可通过调节奶牛内分泌、增强其抗氧化能力及调节HSP70的表达等来增强奶牛耐热性,提高奶牛产奶量^[41]。但Maldonado等研究发现,给热应激荷斯坦奶牛注射维生素C和维生素E对其排卵前卵泡和黄体发育及妊娠率均无影响^[42],这可能是由于Maldonado的试验样本量小造成的。因此,想要进一步评估补充维生素C和维生素E对热应激条件下奶牛繁殖性能影响的研究应该包括更多的试验动物,以获得可靠的结果。

3.2.4 添加抗热应激添加剂 热应激能够通过Bax/Bcl-2途径诱导奶牛细胞凋亡^[43],而酵母聚糖可以减轻热应激诱导的奶牛细胞凋亡和免疫抑制,显著提高奶牛在热应激下的生产性能和免疫力,改善奶牛的干物质摄入量和产奶量^[44]。在奶牛的日粮中添加甜菜碱有助于在热应激期间使奶牛保持较低的直肠温度、呼吸频率,提高奶牛的采食量和产奶量,增强其抗氧化能力,从而缓解奶牛的热应激^[45-46]。在奶牛日粮中添加中草药添加剂能够降低奶牛平均呼吸频率和平均直肠温度^[47],显著提高奶牛产奶量^[48],改善奶牛的干物质采食量和泌乳性能,显著提高热应激奶牛血液超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性,降低血液丙二醛含量^[49],从而缓解奶牛热应激。刘旭日等研究发现,在泌乳早期的每头热应激奶牛日粮中添加酵母培养物

(200 g/d)可以改善其营养物质消化率,显著提高其产奶量和干物质采食量^[50]。Cheng等通过在奶牛日粮中添加柴胡提取物,研究发现,柴胡提取物可以增强热应激奶牛的抗氧化活性和免疫功能,改善奶牛蛋白质代谢^[51]。李晓敏等研究发现,葡萄籽提取物可以提高热应激育肥牛的抗氧化能力和免疫功能,有效缓解热应激对肉牛肠粘膜形态结构和生长性能造成的不良影响^[52]。

3.3 选育抗热应激性能奶牛

奶牛耐热性具有一定的遗传性,并且,不同品种的奶牛耐热性也不同。因此提高奶牛抗热应激的根本方法就是选择、培育耐热性好的奶牛品种。比如我们可以采取引进以色列和新西兰这些国家耐热高产的奶牛与我国南方奶牛杂交,来提高我国南方奶牛抗热应激的能力。Gantner等研究发现,西门塔尔牛在日产奶量和体细胞数方面比荷斯坦奶牛具有更强的抗热应激能力;此外,高产奶牛比低产奶牛更易受热应激的影响,尤其是荷斯坦奶牛^[53]。Gu等研究发现,水牛较荷斯坦奶牛具有较强的耐热性,在高温期间,水牛的体温和呼吸频率都低于荷斯坦奶牛。并且,水牛是通过支链氨基酸代谢、生酮氨基酸代谢和糖异生来抵抗热应激,而荷斯坦奶牛是通过瓜氨酸代谢和脯氨酸代谢来抵抗热应激,这些发现为在热带和亚热带地区大力发展水牛乳业提供了可行性^[54]。Smith等在他们的研究中也发现,泽西奶牛比荷斯坦奶牛更耐高温^[55]。

4 小 结

综上所述,夏季奶牛热应激给我国奶牛养殖业造成了巨大的经济损失,在生产实践中可以通过改善饲养环境条件,调整奶牛日粮,添加抗热应激添加剂,以及选育抗热应激性能好的奶牛品种来改善奶牛的抗热应激能力,从而提高奶牛的生产性能,减轻热应激对奶牛的危害。但目前这些方法都仅能在一定程度上改善奶牛热应激,而不能完全消除热应激对奶牛的危害。因此,今后还需要进一步研究缓解奶牛热应激的方法,以及研究有关热应激产生的原因和机理,找到具体的解决方案,为更好的促进奶牛养殖业的发展提供理论依据。

参考文献:

- [1] 王海利,顾鲲涛. 热应激对奶牛产奶性能和泌乳相关激素影响[J]. 中兽医学杂志, 2019(5): 97-99.
- [2] BERNABUCCI U, BIFFANI S, BUGGIOTTI L, et al. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle[J]. Journal of Dairy Science, 2014, 97(1): 471-486.
- [3] BERMAN A. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows[J]. J. Anim. Sci., 2005, 83(6): 1377-1384.

- [4] BISHOP-WILLIAMS K E, BERKE O, PEARL D L, et al. Heat stress related dairy cow mortality during heat waves and control periods in rural Southern Ontario from 2010—2012[J]. BMC Veterinary Research, 2015,11(1):291.
- [5] KADZERE C, MURPHY M, SILANIKOVE N, et al. Heat stress in lactating dairy cows: A review[J]. Livestock Production Science, 2002,77(1):59-91.
- [6] BERRY I, SHANKLIN M, JOHNSON H. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity[J]. Transactions of the ASAE, 1964,7(3):329-331.
- [7] REES A, FISCHER-TENHAGEN C, HEUWIESER W. Effect of heat stress on concentrations of faecal cortisol metabolites in dairy cows[J]. Reproduction in Domestic Animals, 2016,51(3):392-399.
- [8] COLLIER R J, HALL L W, RUNGRUANG S, et al. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance[C]//University of Arizona. Proceedings of the Florida ruminant nutrition symposium. Tucson: University of Arizona, 2012:74-83.
- [9] KARIMI M T, GHORBANI G R, KARGAR S, et al. Late-gestation heat stress abatement on performance and behavior of Holstein dairy cows[J]. Journal of Dairy Science, 2015,98(10):6865-6875.
- [10] 仇连平,张月周,李福云,等. 热应激对奶牛的影响及其缓解措施[J]. 中国草食动物科学,2019,39(4):58-61.
- [11] RiUS A. Invited Review: Adaptations of protein and amino acid metabolism to heat stress in dairy cows and other livestock species[J]. Applied Animal Science, 2019,35(1):39-48.
- [12] UPADHYAY R, SINGH S, KUMAR A, et al. Impact of climate change on milk production of Murrah buffaloes[J]. Italian Journal of Animal Science, 2007,6(S2):1329-1332.
- [13] QUAN S, BU D, ZHANG Y, et al. Heat stress alters glucose homeostasis, hepatic heat shock proteins, and the immune system in lactating dairy cows[J]. Journal of Animal Science, 2016,94:772-772.
- [14] GUO J, GAO S, QUAN S, et al. Blood amino acids profile responding to heat stress in dairy cows[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2018,31(1):47.
- [15] AL-REYAD M, SARKERMA H, UDDIN M E, et al. Effect of heat stress on milk production and its composition of Holstein Friesian crossbred dairy cows[J]. Asian Journal of Medical and Biological Research, 2016,2(2):190-195.
- [16] COLLIER R J, HALL L W, RUNGRUANG S, et al. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance[J]. Department of Animal Sciences University of Arizona, 2012:68.
- [17] 薛白,王之盛,李胜利,等. 温湿度指数与奶牛生产性能的关系[J]. 中国畜牧兽医,2010,37(3):153-157.
- [18] WEST J. Effects of heat-stress on production in dairy cattle[J]. Journal of Dairy Science, 2003,86(6):2131-2144.
- [19] BELLAGI R, MARTIN B, CHASSAING C, et al. Evaluation of heat stress on Tarentaise and Holstein cow performance in the Mediterranean climate[J]. International Journal of Biometeorology, 2017,61(8):1-9.
- [20] SMITH D L, SMITH T, RUDE B, et al. Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows[J]. Journal of Dairy Science, 2013,96(5):3028-3033.
- [21] FLAMENBAUM I, GALON N. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel[J]. Journal of Reproduction and Development, 2010,56:36-41.
- [22] WOLFENSON D, ROTH Z. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility[J]. Animal Frontiers, 2018,9(1):32-38.
- [23] SCHÜLLER L K, BURFEIND O, HEUWIESER W. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices[J]. Theriogenology, 2014,81(8):1050-1057.
- [24] LÓPEZ-GATIUS F, LÓPEZ-BÉJAR M, FENECH M, et al. Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: Risk factors and effects[J]. Theriogenology, 2005,63(5):1298-1307.
- [25] LÓPEZ-GATIUS F, HUNTER R. Clinical relevance of pre-ovulatory follicular temperature in heat-stressed lactating dairy cows[J]. Reproduction in Domestic Animals, 2017,52(3):366-370.
- [26] DOMÍNGUEZ R R L, PELÁEZ C G V, Padilla E G. Effect of heat stress and its interaction with other management and productive variables on pregnancy rate in dairy cows in Aguascalientes, México[J]. Veterinaria México, 2005,36(3):245-260.
- [27] 闵力. 基于生理代谢、蛋白组学和菌群多样性解析热应激对泌乳奶牛的影响[D]. 北京:中国农业大学,2017.
- [28] CHEN S, WANG J, PENG D, et al. Exposure to heat-stress environment affects the physiology, circulation levels of cytokines, and microbiome in dairy cows[J]. Scientific Reports, 2018,8(1):14606.
- [29] GAO S T, GUO J, QUAN S Y, et al. The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows[J]. Journal of Dairy Science, 2017,100(6):5040-5049.
- [30] 侯引绪,张凡建,魏朝利. 中度热应激对荷斯坦牛部分血液生化指标的影响[J]. 中国奶牛,2013(1):11-13.
- [31] MIN L, CHENG J B, SHI B L, et al. Effects of heat stress on serum insulin, adipokines, AMP-activated protein kinase, and heat shock signal molecules in dairy cows[J]. Journal of Zhejiang University-Science B, 2015,16(6):541-548.
- [32] AGGARWAL A, UPADHYAY R. Shelter management for alleviation of heat stress in cows and buffaloes[M]//Heat stress and animal productivity. Springer: India, 2013:169-183.
- [33] 周国波. 蛋氨酸羧基类似物丙酯对热应激奶牛生产性能和血液生化指标的影响[D]. 南京:南京农业大学,2010.
- [34] 陈志伟,丁忠锋,孙振令,等. 日粮蛋白水平和烟酸对热应激奶牛的影响[J]. 中国奶牛,2004(2):14-17.
- [35] 张健,张高振,郑会超,等. 热应激条件下高能饲料对奶牛生理指标和生产性能的影响[J]. 动物营养学报,2009,21(1):41-46.
- [36] 王尚. 不同硒源与添加水平对热应激奶牛饲喂效果的研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2017.
- [37] 刘影,张志登,杨玉东,等. 添加丙酸铬对热应激期间泌乳牛生产性能的影响[J]. 畜牧与兽医,2019,51(5):44-47.
- [38] 王冠,曲永利,陈勇,等. 过瘤胃烟酸对北方奶牛热应激及生产性能的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2016,28(4):30-35.
- [39] 孙先枝,郑楠,卜登攀,等. 烟酰胺对热应激奶牛血液中激素、

- 抗氧化能力及免疫功能的影响[J]. 中国农业大学学报, 2014,19(5):101-109.
- [40] 孙先枝,郑楠,卜登攀,等. 烟酰胺对热应激奶牛血液中代谢产物的影响[J]. 安徽农业大学学报,2015,42(2):218-222.
- [41] 杨游,袁志琳,董国忠,等. 饲料中添加脂肪酸钙和烟酸铬对热应激奶牛产奶性能、生理指标及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报,2012,24(1):145-151.
- [42] MALDONADO J G L, SANTOS R R, DE LARA R R, et al. Impacts of vitamin C and E injections on ovarian structures and fertility in Holstein cows under heat stress conditions[J]. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 2017, 41(3): 345-350.
- [43] LI L, WU J, LUO M, et al. The effect of heat stress on gene expression, synthesis of steroids, and apoptosis in bovine granulosa cells[J]. Cell Stress and Chaperones, 2016,21(3):467-475.
- [44] SUN Y, LIU J, YE G, et al. Protective effects of zymosan on heat stress-induced immunosuppression and apoptosis in dairy cows and peripheral blood mononuclear cells[J]. Cell Stress and Chaperones, 2018,23(5):1069-1078.
- [45] ZHANG L, YING S, AN W, et al. Effects of dietary betaine supplementation subjected to heat stress on milk performances and physiology indices in dairy cow[J]. Genetics and Molecular Research, 2014,13(3):7577-7586.
- [46] SHANKHPAL S, WAGHELA C, SHERASIA P, et al. Betaine supplementation and milk production during heat stress in cross-bred cows[J]. Indian Journal of Animal Nutrition, 2018, 35(4):386-390.
- [47] 魏占虎,王聪,马进勇,等. 中草药添加剂对河西地区热应激奶牛部分生理指标及牛奶常规成分的影响[J]. 中国草食动物科学,2019(1):19.
- [48] 马进勇,魏战虎. 中草药添加剂对热应激下奶牛产奶量的影响[J]. 畜牧兽医杂志,2017,36(2):148.
- [49] 冯亚杰,王二耀,施巧婷,等. 中草药添加剂对热应激奶牛产奶性能和血液生化指标的影响[J]. 中国饲料,2018(8):66-69.
- [50] 刘旭日,郝增华,张海静. 酵母培养物对热应激奶牛泌乳性能和营养物质表观消化率的影响[J]. 中国饲料,2019(8):58-62.
- [51] CHENG J B, FAN C Y, SUN X Z, et al. Effects of Bupleurum extract on blood metabolism, antioxidant status and immune function in heat-stressed dairy cows[J]. Journal of Integrative Agriculture,2018,17(3):657-663.
- [52] 李晓敏. 葡萄籽提取物减缓肉牛热应激反应的功能与机制研究[D]. 重庆:西南大学,2014.
- [53] VESNA G, TINA B, RANKO G, et al. Differences in response to heat stress due to production level and breed of dairy cows[J]. International Journal of Biometeorology, 2017,61(9):1-11.
- [54] GU Z, LI L, TANG S, et al. Metabolomics reveals that crossbred dairy buffaloes are more thermotolerant than Holstein cows under chronic heat stress[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018,66:12889-12897.
- [55] SMITH D L, SMITH T, RUDE B J, et al. Short communication: Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows[J]. Journal of Dairy Science, 2013,96(5):3028-3033.

The Effect, Prevention and Control Measures of Heat Stress on the Body of Dairy Cattle

ZHANG Ling-mei^{1,2}, ZHOU Yu-li^{1,2}, YANG Ling-yuan^{1,2*},
CHEN Hao^{1,2}, ZHU Jin-jia^{1,2}, TANG Shao-xun^{2,3}

(1. College of Animal Science and Technology of Hunan Agricultural University, Changsha 410128;

2. Hunan Livestock and Poultry Safety production Collaborative Innovation Center, Changsha 410128;

3. Institute of Subtropical Agroecology of Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125)

Abstract: With the global warming and the improvement of milk production performance of dairy cows, heat stress has become a major problem affecting the production of dairy cows in China. Dairy cows are prone to heat stress, especially in the summer of high temperature and humidity in south China. In this paper, the effects of heat stress on milk yield, milk quality and reproductive performance of dairy cows were reviewed, and some measures to prevent heat stress were put forward in order to guide production practice and improve the economic benefits of dairy cattle breeding.

Key words: heat stress; cow; control measures