



减缓肉牛热应激最新研究进展

许红喜¹, 李徐延², 孙晓玉^{1*}

(1. 黑龙江农垦科学院畜牧兽医研究所, 哈尔滨 150038; 2. 北大荒农垦集团有限公司九三分公司农业发育部, 黑龙江 嫩江 161441)

摘要:为了减少肉牛热应激对肉牛生产性能、生理生化指标、抗氧化能力、妊娠牛激素及免疫功能等方面产生的影响, 笔者检索了国内外相关文献, 从品种、中草药方剂和饲料添加剂、环境控制三方面归纳在肉牛抗应激能力的最新研究进展, 为肉牛健康高效养殖提供参考。

关键词: 肉牛; 热应激; 中草药方剂; 饲料添加剂; 热休克蛋白

中图分类号: S823

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2021)04-0033-03

2020 年我国全年屠宰肉牛头数约 2 920 万头, 胴体总产量约为 740 万 t, 净肉产量约 637 万 t, 肉牛消费量 951.5 万 t, 我国仍是进口牛肉的国家^[1], 在货币流动性充裕的大背景下, 2020 年肉牛牦牛养殖和牛肉消费总体“产销两旺”, 牛价和肉价同时一路攀升, 但因各项成本也同时上涨, 全线净收益的涨幅略好于 2019 年^[2]。我国肉牛品种多样。如我国的渤海黑牛、秦川牛、南阳牛、晋南牛、鲁西黄牛、延边牛等, 引进国外的品种有西门塔尔牛、夏洛莱牛、利木赞牛、海福特牛、短角牛、安格斯牛、皮埃蒙特牛、丹麦红牛等优良品种。此外, 利用国外优良品种进行本地杂交选育正在培育新品种的有利鲁牛、无角夏南牛、延和牛、张掖肉牛、肉用褐牛、华西牛等。由于引进品种和改良品种, 需要适应当地的环境条件, 因此, 探讨在不同品种中, 肉牛的抵抗热应激的遗传水平不同, 炎热地区培育出来的肉牛抵抗热应激能力比较强(如婆罗门牛)。热应激是人或动物对受到超过自身体温调节能力, 过高温度刺激时产生的非特异性应答反应的总和。通过环境指标能够判断动物是否处于热应激状态, 温湿指数(THI)是综合环境温湿度来判断热应激状态的常用环境参数, THI < 72 时, 肉牛无应激反应; 当 73 < THI < 78 时, 表明肉牛将出现轻度热应激状态; 当 78 < THI < 89 时, 肉牛处于中度热应激状态; 当 90 < THI 时, 说明肉牛正在遭受重度热应激, 严重时可能引起死亡^[3]。热应激是热带地区影响肉牛和杂

交肉牛生产性能的重要因素之一, 受全球变暖和集约化饲养模式的影响, 夏季肉牛热应激现象已经非常普遍。南方夏季的高温高湿环境极易诱发热应激, 热应激可使肉牛采食量减少, 饲料利用率下降, 繁殖性能低下, 抗病能力下降, 生长发育缓慢, 严重损害肉牛养殖的经济效益^[4]。肉牛热应激受到多种因素的影响, 包括肉牛品种、脂肪分数、皮肤、毛色、气质、性别和皮肤厚度等, 动物维持与热环境平衡的能力和它们触发体温调节机制的能力直接相关。热应激影响肉牛生产性能、生理生化指标、抗氧化能力、妊娠牛激素、免疫功能等, 严重时会引起死亡, 因此, 加强减缓肉牛热应激的危害研究对肉牛养殖是十分必要的。

1 不同品种抗应激能力研究

热应激对不同品种(系)肉牛生产性能、营养物质表观消化率及血液生化指标的影响是不同的, 世界上炎热地区培育出来的婆罗门牛是主要代表品种, 该牛与其他肉牛品种相比具有抗热应激的基因, 根据婆罗门公牛不同季节生理、激素和毛发特征来评估婆罗门公牛的适应性反应。生理指标用直肠温度(RT)、呼吸率(RR)和出汗率(SR)评估, 激素特征用三碘甲状腺原氨酸(T₃)、甲状腺素(T₄)和皮质醇浓度(CO)评估, 毛发特征为被毛厚度(CT)、毛发生长度(HL)、毛发直径(HD)和毛发密度(ND)评估。数据分析使用一般线性模型, 包括季节作为固定效

收稿日期: 2021-03-10 修回日期: 2021-04-25

基金项目: 财政部和农业农村部——国家现代农业产业技术体系资助项目(supported by China agriculture research system of MOF and MARA)

作者简介: 许红喜(1979—), 女, 副研究员, 硕士研究生, 主要从事畜牧兽医研究。

* 通讯作者: 孙晓玉(1961—), 女, 研究员, 主要从事牛遗传育种及生产管理研究。

应;此外,还采用多变量试验和逻辑回归分析来表征每个季节内的动物特征。不同季节的毛的生理、激素和毛发特征的差异较大即差异显著。婆罗门牛在每个季节都表现出特殊的适应特征。单独来看,大多数婆罗门牛在每个季节都表现出相同的适应反应;夏天和秋天特别相似,这种模式反映了生理反应和毛发特征之间与季节是相互关联的,婆罗门牛皮毛短而厚,有光泽,能够反射大量的阳光,让他们在正午的阳光下吃草而不感到痛苦^[5]。不同品种对热应激的易感性不同,健康的青年西杂牛(西门塔尔牛×宣汉黄牛)、地方黄牛(宣汉黄牛)和犏牛(娟姗牛×麦洼牦牛),热应激环境导致各试验牛呼吸频率和直肠温度显著升高,犏牛呼吸频率和直肠温度显著高于西杂牛和地方黄牛,热应激期内的西杂牛、地方黄牛和犏牛单位体重干物质采食量均有不同程度降低,且降低幅度为犏牛>西杂牛>地方黄牛。西杂牛、地方黄牛和犏牛的平均日增重(ADG)均在6月最低,西杂牛的ADG在4—7月显著高于犏牛。热应激导致不同品种(系)青年肉牛生产性能降低、饲料营养物质消化率降低,地方黄牛的耐热应激能力强于西杂牛和犏牛,犏牛对热应激最敏感^[6]。宣汉黄牛、西门塔尔杂交牛与犏牛在测定高温胁迫(THI>80)下血清和尿液整体代谢存在差异,宣汉黄牛与西门塔尔杂交牛、犏牛相比,宣汉黄牛具有更高的糖酵解活性,具有更强的抗氧化防御系统,更适应湿热环境^[7]。红安格斯牛、抗旱王牛及红(红安格斯牛)抗(抗旱王牛)杂交牛在轻度热应激条件下红抗杂交牛具有较好的耐热性能^[8]。高温导致血皮质醇浓度和直肠温度升高,从而诱导热休克蛋白(HSPs)的作用来调节细胞抵抗热应激的活力。按照HSPs的大小,热休克蛋白共分为五类,分别为HSP110、HSP90、HSP70、HSP60以及小分子热休克蛋白。高温生理参数影响热休克蛋白家族基因相对表达水平,Nelore和Caracu牛肉的Hsp60、Hsp70、Hsp90家族成员基因分别为HSPD1、HSPA1A和HSP90AA1应用ELISA法检测血清皮质醇水平,qPCR法检测HSPD1、HSPA1A、HSP90AA1的相对表达量,采用最小二乘均数混合模型分析数据,皮质醇浓度分别为18.5,23.7 ng/mL,HSPD1、HSP90AA1相对表达量分别为 2.70 ± 0.12 , 3.05 ± 0.09 和 1.54 ± 0.10 , 1.25 ± 0.09 ,Nelore和Caracu品种间存在显著差异。众所周知,逆转录酶的增加与反刍动物热休克蛋白的激活有关,在相对湿度较低和空气温度较高的条件下,可以观察到最高的逆转录酶、HSPD1和HSP90AA1的相对表达量。生理参数和HSP表达模式表明,尽管Caracu是一个适应

热带的肉牛品种,但与Neore品种相比,Caracu不太适应热应激^[9]。

2 中草药方剂和饲料添加剂研究

不同饲料添加剂组合对热应激状态下肉牛生长性能和饲料养分表观消化率的影响不同,在育肥牛基础日粮中添加抗热应激添加剂(包括反刍专用酵母、过瘤胃脂肪粉、过瘤胃 γ -氨基丁酸、包被Vc、氧化镁、氯化钾和糖精钠)可以较好改善牛的热应激水平,提高牛的生长性能和饲料养分表观消化率,增加肉牛养殖经济效益^[10]。日粮中添加不同中药复方制剂对热应激肉牛生产性能和生理生化指标有着不同的影响,健脾化湿方:由石膏、藿香、黄芪、陈皮、木香组成,比例为1:1:1:1:1;清热祛湿方:由石膏、藿香、苍术、葛根、甘草组成,比例为1:2:2:2:1,两种复方制剂均可缓解肉牛的热应激反应,其中复方健脾化湿方可促进热应激肉牛脂类合成代谢,但对肉牛生产性能有负面影响^[11]。热应激环境下包被 γ -氨基丁酸的剂量对肉牛生长性能的影响也是不同的,以1%,2%,3%丙烯酸树脂II为包衣材料制备瘤胃 γ -氨基丁酸,人工模拟牛瘤胃及小肠进行过瘤胃保护试验及过小肠释放试验,以评价3种配方的生物利用度,瘤胃液处理24h,保护率分别为49.95%,79.94%,85.35%;肠液处理8h,释放率分别为88.24%,70.51%,89.55%。其中以添加量为16 mg/kg的效果最为显著,平均日增重提高28.30%,料重比降低24.62%,但采食量无显著差异。3%丙烯酸树脂II包被 γ -氨基丁酸对夏季锦江黄牛抗热应激的效果最为突出,日粮中单独添加中草药或RP-GABA,以及联合用药均能提高肉牛的生长性能,提高肉牛的抗氧化能力,改善机体内分泌系统、免疫系统以及消化系统,缓解肉牛热应激,其中以联合用药效果最佳^[12-14]。丙酮酸、肌酸、能量和抗氧化物质均能促进瘤胃发酵和代谢,锦江阉牛在热应激条件下日粮中添加复合丙酮酸肌酸0 g/d,20 g/d,40 g/d和60 g/d。热应激试验共进行62~64 d。日粮中添加复合丙酮酸肌酸可提高血清游离三碘甲状腺原氨酸和三碘甲状腺原氨酸水平、超氧化物歧化酶活性、瘤胃pH值、微生物粗蛋白质浓度、粗脂肪消化率、氮摄入量以及尿囊素和总嘌呤衍生物水平。它还降低了他们的皮质醇和皮质酮水平、丙二醛浓度、乳酸脱氢酶活性和尿氮排泄^[15]。育肥牛在热应激期日粮中添加140 g/d酵母基复合添加剂对生产性能、热应激行为、胴体特性、大理石花纹等级、眼肌面积、背膘厚、反刍时间和喘息行为均无影响,但是屠宰率降低约0.5%,而提高了肉质

等级^[16]。中草药处方(石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 纯度 $\geq 95\%$ 含量 25% , 黄柏含小檗碱 $\geq 30 \text{ mg/g}$ 使用叶、茎秆含量 25% , 藿香含百秋李醇 $\geq 1 \text{ mg/g}$ 使用干根 25% , 苍术含苍术素 $\geq 2 \text{ mg/g}$ 含量 25% , 总计 100%) 和瘤胃保护 γ 氨基丁酸抵抗热应激具有协同作用, 对肉牛生长性能、表观消化率和血清指标(血清激素、免疫球蛋白、离子含量、血液炎症因子)等方面均有明显的提高作用^[17]。在热应激条件下日粮中添加 Omnigen-AF(菲布罗动物健康, 蒂内克, 新泽西州)每头牛 56 g , 在 106 d 测量效应蛋白 HSP70 和 HSP72 的表达量较少, HSP70 表达量是 22.6 倍, 对照组 51.5 倍; HSP72 表达量 11.0 倍, 对照 32.8 倍, 而在生产性能、胴体性状、血浆皮质醇、触珠蛋白浓度及毛发皮质醇浓度方面与对照组未检测到差异^[18]。韩国肉牛在温湿指数 $73 < \text{THI} < 78$ 的季节, 在日粮饲料中添加粒状棕榈油(Ecolex SDN, BHD, 马来西亚雪兰莪市因达岛), 添加量按体重 1.5% , 可影响部分血脂和碳水化合物代谢产物, 但可以减缓热应激的危害, 生长性能不受影响^[19]。

3 环境控制研究

环境控制主要是物理降温加强通风, 开放式屋顶自然通风效果最佳, 牛舍建筑或其他障碍物时会影响牛舍通风。自然通风不好的牧场, 在饲喂线可使用风扇进行机械通风。风扇喷淋: 饲喂线, 休息区上方可安装风扇, 并在饲喂线安装喷淋(喷淋和风扇应结合使用, 两个是黄金搭档, 如没有风扇, 不建议使用喷淋)。喷淋的效果要喷透牛皮肤, 喷淋过后应立即使用风扇吹干, 风扇高度 2.5 m , 倾斜 30° 。若风扇直径 1 m , 间距为 6 m , 风扇直径为 1.5 m , 间距为 10 m 。风扇+喷淋安装位置在喷嘴颈上方, 较牛背部水平高度高 $0.5 \sim 0.7 \text{ m}$ 处, 安装间距 1.8 m , 整个喷的角度为 70° , 这样喷出的水可以从牛颈部覆盖到牛尾部。循环方式喷淋喷 1 min , 风扇吹 4 min , 每 5 min 重复 1 次, 共 30 min , 为 1 个循环。每天多少个循环根据牧场的实际情况而定。有两种空气搅拌系统为吊扇与轴流扇, 试验表明使用吊扇比轴流扇饲养肉牛平均日增重高, 提高反刍时间及低水平热应激相适应的反刍和活动模式^[20]。吊扇可以减轻热应激对公牛行为(反刍、躺卧和喝水)和呼吸速率的一些负面影响^[21]。避免阳光直射, 可在饮水槽及休息区上方使用遮阳网。但相对而言, 人们对利用天然树阴缓解热应激对肉牛的负面影响所知甚少。Foust 等使用黑地球温度数据记录器和相机延时图像来获取白天牛的树阴使用、颜色、方向和行为的计数系统, 建立肉牛树阴使用模型。该模型利

用不同植物的遮阴和大部分显性取向和显性行为存在显著差异, 日照时间和太阳直射时温度数据记录器测量值之间的交互作用通常不显著。在上午中段($87\% \sim 96\%$)和下午初(97%)遮荫率最高, 但在太阳直射时温度数据记录器测量值下遮荫率随时间增加而增加; 这些趋势在深色和浅色牛身上都是相似的。在阴凉处躺卧是显性行为, 在阳光下觅食是显性行为, 这个研究的实际意义是使用温度阈值来解释牛的行为和树阴的使用情况^[22]。

综上所述, 防止热应激, 根据品种不同而有差异, 通过中草药和饲料添加剂的使用, 通过自然条件的树荫、在牛舍中利用风扇加喷淋、使用吊扇与轴流扇等均可有效降低热应激。

参考文献:

- [1] 曹兵海, 张越杰, 李俊雅, 等. 2020 年度肉牛牦牛产业技术发展报告[J]. 中国畜牧杂志, 2021, 57(3): 240-245.
- [2] 曹兵海, 张越杰, 李俊雅, 等. 2019 年度肉牛牦牛产业技术发展报告[J]. 中国畜牧业, 2020(10): 16-21.
- [3] 陈浩, 敖日格乐, 王纯洁, 等. 肉牛热应激研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(12): 71-77.
- [4] 杨明睿, 宋小珍, 陈蓉蓉. 夏季热应激对肉牛养殖的影响及其防治措施[J]. 生物灾害科学, 2018, 41(4): 286-289.
- [5] FACANHA D A E, FERREIRA J B, MORAIS-LEITE J H G, et al. The dynamic adaptation of Brazilian Brahman bulls[J]. Journal of Thermal Biology, 2019, 81: 128-136.
- [6] 蒲启建, 王之盛, 彭全辉, 等. 热应激对不同品种(系)青年肉牛生产性能、营养物质表观消化率及血液生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2017, 29(9): 3120-3131.
- [7] LIAO Yu-peng, HU Rui, WANG Zhi-sheng, et al. Metabolomics profiling of serum and Urine in three beef cattle breeds revealed different levels of tolerance to heat stress[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018, 66(26): 6926-6935.
- [8] 黄德均, 向白菊, 高立芳, 等. 热应激对红安格斯牛、抗旱王牛及红抗杂交牛生理指标和血液生化指标的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019(16): 35-39.
- [9] PIRES B V, STAFUZZA N B, LIMA S B G P N P, et al. Differential expression of heat shock protein genes associated with heat stress in Nelore and Caracu beef cattle[J]. Livestock Science, 2019, 230(9): 4174-4182.
- [10] 崔萍萍, 唐宇杰, 韩萍萍, 等. 不同添加剂组合对夏季育肥后期肉牛生产性能的影响[J]. 畜牧与兽医, 2020, 52(4): 31-36.
- [11] 张新雨, 刘博, 罗军荣, 等. 中药复方制剂对热应激肉牛生产性能及生理生化指标的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2018, 49(3): 620-628.
- [12] 郭坤, 袁志平, 朱元军, 等. 过瘤胃 γ -氨基丁酸包被材料优化及其对肉牛热应激状态下生产性能的影响[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(6): 1220-1225.
- [13] 郭坤. 中草药联合 γ -氨基丁酸干预锦江黄牛热应激效果的研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2018.

(下转第 61 页)

Current Situation and High-quality Development of Beef Cattle in Shaanxi

WANG Chan-shi¹, CHEN Zheng-shang¹, HOU Qing-zhuo², GUO Jun-ping³,

WANG Dan-ping⁴, TANG Yu⁴, LI Ying-ge¹, LI Hong¹

(1. Shaanxi Animal Husbandry Technology Promotion Station, Xi'an 710016;

2. Danfeng Animal Husbandry and Veterinary Center, Danfeng, Shaanxi 726200;

3. Luonan Animal Husbandry and Veterinary Center, Luonan, Shaanxi 726100;

4. Shangluo Animal Husbandry Industry Development Center, Shangluo, Shaanxi 726000)

Abstract: China is the second largest beef consumer in the world, the largest importer of beef, also the fastest grow rate of demand. Beef cattle is a sustainable development industry. This study was conducted to investigate the variety, breeding method, production mode and breeding benefit of beef cattle in six key counties. Through analyzing the current situation, existing bottleneck problems, and looking forward to development potential and prospects of beef cattle, the concrete measures and suggestions are put forward for the high-quality development of beef cattle in Shaanxi.

Key words: beef cattle; current situation; benefit; pattern; measure; high-quality development

(上接第35页)

- [14] GUO Kun, CAO Hua-bin, ZHU Yuan-jun, et al. Improving effects of dietary rumen protected γ -aminobutyric acid additive on apparent nutrient digestibility, growth performance and health status in heat-stressed beef cattle[J]. *Animal Science Journal*, 2018, 89(9): 1280-1286.
- [15] LIU Lin, ZHANG Wen-jing, YU Han-jing, et al. Improved antioxidant activity and rumen fermentation in beef cattle under heat stress by dietary supplementation with creatine pyruvate [J]. *Animal Science Journal*, 2020, 91(1): 1203-1211.
- [16] LOCKARD C L, LOCKARD C G, PAULUS-COMPART D M, et al. Effects of a yeast-based additive complex on performance, heat stress behaviors, and carcass characteristics of feedlot steers [J]. *Livestock Science*, 2020, 236(7): 1112-1119.
- [17] CHEN Jian, GUO Kun, SONG Xiao-zhen, et al. The anti-heat stress effects of Chinese herbal medicine prescriptions and rumen-protected γ -aminobutyric acid on growth performance, apparent nutrient digestibility, and health status in beef cattle[J]. *Animal Science Journal*, 2020, 91(1): 1123-1131.
- [18] LEIVA T, COOKE R F, BRANDÃO A P, et al. Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to improve thermoregulation and performance of finishing beef cattle under heat stress conditions[J]. *Journal of Animal Science*, 2017, 100(6): 4829-4838.
- [19] KANG H J, PIAO M Y, JU PARK S, et al. Effects of heat stress and rumen-protected fat supplementation on growth performance, rumen characteristics, and blood parameters in growing Korean cattle steers[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2019, 32(6): 826-833.
- [20] MARCHESINI G, CORTESE M, MOTTARAN D, et al. Effects of axial and ceiling fans on environmental conditions, performance and rumination in beef cattle during the early fattening period[J]. *Livestock Science*, 2018, 214(8): 225-230.
- [21] MAGRIN L, BRSCIC M, LORA I, et al. Effect of a ceiling fan ventilation system on finishing young bulls' health, behaviour and growth performance[J]. *Animal*, 2017, 11(6): 1084-1092.
- [22] Foust A M, Headlee W L. Modeling shade tree use by beef cattle as a function of black globe temperature and time of day[J]. *International Journal of Biometeorology*, 2017, 61: 2217-2227.

Latest Research Progress on Reducing Heat Stress in Beef Cattle

XU Hong-xi¹, LI Xu-yan², SUN Xiao-yu^{1*}

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Heilongjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Harbin 150038;

2. Department of Agricultural Development, 93 Branch of Beidahuang Agricultural Reclamation Group Co., Ltd., Nenjiang, Heilongjiang 161441)

Abstract: In order to reduce the effects of heat stress on beef cattle production performance, physiological and biochemical indexes, antioxidant capacity, pregnancy hormone and immune function, we retrieved the relevant literature at home and abroad, and summarized the latest research progress on anti stress capacity from three aspects: different breeds; Chinese herbal medicine prescriptions and feed additives; environmental control, so as to provide reference for healthy and efficient breeding of beef cattle.

Key words: beef cattle; heat stress; Chinese herbal medicine prescription; feed additive; heat shock protein