

# 热应激条件下科尔沁肉牛与科尔沁牛免疫功能比较

高丽娟 包雨鑫\* 郭煜 吴佳琦 郑海英 王梓 付明山 韩玉国

内蒙古通辽市农牧科学研究所, 内蒙古通辽 028000

**摘要** 本试验选择体况相近、身体健康的 2 个品种牛(科尔沁肉牛、科尔沁牛)各 20 头,分别在热应激期和非热应激期进行免疫指标比较,探讨热应激对科尔沁牛和科尔沁肉牛免疫功能的影响。试验结果显示:在热应激状态下,科尔沁肉牛血清中 IL-1、IL-4、IL-6 的水平显著高于科尔沁牛,IL-2、TNF- $\alpha$  的水平显著高于科尔沁牛,IgG 水平显著低于科尔沁牛;科尔沁肉牛的直肠温度显著低于科尔沁牛,呼吸频率没有显著差异。在非热应激期 2 个品种牛的各项指标没有明显差异,但 IL-1、IL-2、IL-4、IL-6、TNF- $\alpha$  的水平较热应激期普遍偏高,呼吸频率较热应激期明显减慢,直肠温度显著降低。综上所述,在热应激状态下科尔沁肉牛比科尔沁牛的免疫功能更强,耐热应激能力强于科尔沁牛,更能适应高热环境。

**关键词** 热应激;科尔沁肉牛;科尔沁牛;免疫功能

应激反应是机体神经系统、内分泌系统以及免疫系统协同控制的一系列活动<sup>[1]</sup>,在这一过程中下丘脑-垂体-肾上腺轴起到了非常重要的作用,将神经信息转换为了生理反应模式,反应过程中中枢神经系统会释放出神经递质,进行生理调节。对于肉牛来讲,饲养管理条件、环境温湿度、微生物感染、转运等诸多因素都会引起应激反应,其中环境温湿度应激最为常见。国内外多项研究表明,热应激会引起肉牛的内分泌紊乱,饲料利用率降低,影响肉牛的生产性能<sup>[2-3]</sup>。通辽属于内蒙古中东部地区,常出现极端的高温天气<sup>[4]</sup>,科尔沁牛和科尔沁肉牛处于夏季炎热的环境下极易受到热应激侵害,使其生产性能、繁殖性能以及自身的免疫力严重下降,影响养殖经济效益。

科尔沁牛是应用杂交方法培育出的乳肉兼用型品种,其父本为西门塔尔牛,母本为蒙古牛、三河牛和蒙古牛的杂种母牛。随着专业化生产的逐步推进,乳肉兼用型品种已经不能满足生产的需要,

科尔沁肉牛作为纯肉用品种受到了越来越多养殖户的喜爱。科尔沁肉牛是在科尔沁牛的基础上,采用北美西门塔尔牛(偏肉用型)作为父本杂交而来,在杂交二代中选择较为理想的公牛和母牛进行杂交固定,这一肉牛品种表现出了较好的肉用性能<sup>[5]</sup>。本试验通过比较热应激下 2 个品种牛免疫功能和生理指标的变化,来探究不同品种牛的耐热性,以期筛选出具有较强耐热性的肉牛提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

在通辽市科尔沁区某养牛场分别选择身高、体重、胎次相近,身体健康的科尔沁肉牛、科尔沁牛各 20 头,于热应激期(2019 年 7 月 28 日-8 月 3 日)和非热应激期(2020 年 4 月 11 日-4 月 17 日)进行 2 个阶段的试验,各阶段试验期均为 7 d,所有试验牛饲养管理条件相同。

收稿日期:2021-05-13

基金项目:内蒙古自治区 2018 年科技重大专项“科尔沁肉牛品种培育”(2060901)

\*通讯作者

高丽娟,女,1972 年生,硕士,研究员。

### 1.2 试验设计

1) 环境温湿度测定。将温湿度计悬挂于距离地面 1.5 m 处,在试验期内记录每天 08:00、14:00 时的环境温度与相对湿度,连续记录 7 d,计算温湿度指数(THI)。计算公式: $THI=(1.8 \times T+32)-(0.55-0.55 \times RH) \times (1.8 \times T-26)^{0.8}$ ,式中  $T$  为摄氏温度( $^{\circ}C$ ), $RH$  为相对湿度(%)。

2) 样品采集。在试验期的最后 1 d 用兽用采血器采集所有试验牛的颈静脉血 5 mL,静置后 3 000 r/min 离心 15 min,分离得到血清,将血清保存在  $-20^{\circ}C$  冰箱内待检。

3) 生理指标检测。用水银体温计测定科尔沁牛和科尔沁肉牛的直肠温度,测定时间为 5 min;呼吸频率是利用秒表计时 1 min,在 1 min 内测定牛腹部鼓动的次数。

### 1.3 检测项目

分别采用牛白细胞介素 1(IL-1)ELISA 检测试剂盒、牛白细胞介素 2(IL-2)ELISA 检测试剂盒、牛白细胞介素 4(IL-4)ELISA 检测试剂盒、牛白细胞介素 6(IL-6)ELISA 检测试剂盒、牛肿瘤坏死因子  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )ELISA 检测试剂盒、牛免疫球蛋白 G(IgG)ELISA 检测试剂盒以及牛免疫球蛋白 M(IgM)ELISA 检测试剂盒进行各项指标的检测,试剂盒均购自上海宝曼生物科技有限公司,具体检测步骤按照说明书所示。

### 1.4 数据统计分析

试验数据用 SPSS 22.0 软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA),数据用“平均数 $\pm$ 标准差”来表示,以  $P < 0.05$  作为差异显著性判定标准。

## 2 结果与分析

### 2.1 温湿度指数

牛舍环境温度和湿度的 THI 是判断牛热应激的重要指标,通常情况下  $THI \leq 72$  为无热应激状态; $72 < THI \leq 79$  为轻度热应激状态; $79 < THI \leq 88$  为中度

热应激状态; $THI > 88$  为重度热应激状态<sup>[7-10]</sup>。通过连续 7 d 对牛舍环境温度和湿度的测定,热应激期温湿指数 THI 见图 1。外界环境最高气温达到  $40^{\circ}C$ ,平均气温约为  $31.35^{\circ}C$ ,THI 在试验期间平均为 80.67,说明此阶段科尔沁牛和科尔沁肉牛正在遭受中度热应激状态,符合试验要求,可以进行下一步试验。

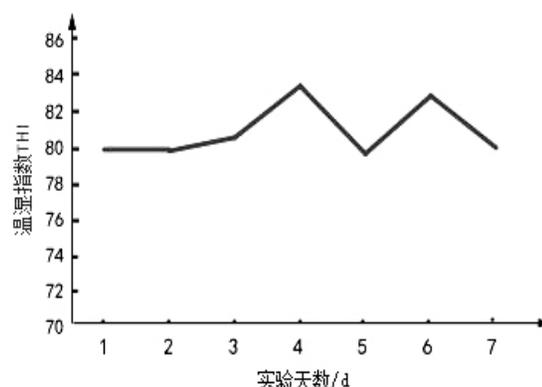


图 1 热应激期温湿度指数

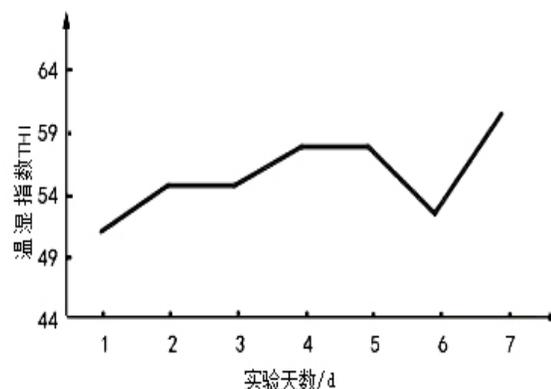


图 2 非热应激期温湿度指数

非热应激期温湿指数 THI 见图 2,外界环境最高温度  $21^{\circ}C$ ,平均气温约为  $11.85^{\circ}C$ ,THI 为 55.26,此状态未达到应激状态,可以作为非热应激期,以此比较热应激状态和非热应激状态下的科尔沁牛和科尔沁肉牛的抗氧化功能指标。

### 2.2 生理指标

从表 1 可以看出,热应激期间,科尔沁牛的直肠

表 1 热应激与非热应激下呼吸频率与直肠温度

指标	热应激		非热应激	
	科尔沁牛	科尔沁肉牛	科尔沁牛	科尔沁肉牛
呼吸频率/(次/min)	46.00 $\pm$ 2.70	44.36 $\pm$ 2.56	28.05 $\pm$ 3.72	28.05 $\pm$ 5.06
直肠温度/ $^{\circ}C$	38.81 $\pm$ 0.40a	38.50 $\pm$ 0.40b	38.24 $\pm$ 0.25	38.37 $\pm$ 0.26

注:同行标注的不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),无字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ),\*表示差异极显著( $P < 0.01$ ),下同。

温度显著高于科尔沁肉牛,呼吸频率差异不显著;非热应激期间,科尔沁牛和科尔沁肉牛的生理指标无差异。热应激期与非热应激期相比,科尔沁肉牛的呼吸频率与直肠温度分别上升了 58.14% 和 0.33%,而科尔沁牛的呼吸频率与直肠温度分别上升了 63.99% 和 1.49%。

### 2.3 免疫指标

由表 2 可知,热应激条件下,科尔沁肉牛血清中 IL-1、IL-4、IL-6 的水平极显著高于科尔沁牛,IL-2、TNF- $\alpha$  水平显著高于科尔沁牛,IgG 水平显著低于科尔沁牛,IgM 水平无明显差异。非热应激条件下,科尔沁肉牛血清中 IL-1、IL-2、IL-4、IL-6 以及 TNF- $\alpha$  的含量均略高于科尔沁牛,但差异不显著。

表 2 热应激与非热应激下免疫指标

分组	热应激		非热应激	
	科尔沁牛	科尔沁肉牛	科尔沁牛	科尔沁肉牛
IL-1/(pg/mL)	78.32±6.90b*	87.59±5.93a*	106.06±3.84	109.29±8.63
IL-2/(pg/mL)	658.94±109.61b	713.44±92.13a	1 202.00±117.81	1219.09±119.86
IL-4/(pg/mL)	49.36±9.24b*	55.39±7.84a*	56.22±9.89	57.98±10.07
IL-6/(pg/mL)	29.29±3.55b*	33.48±4.93a*	33.19±1.21	33.74±1.47
TNF- $\alpha$ /(pg/mL)	228.29±13.17b	237.65±9.46a	242.87±11.44	245.97±12.79
IgG/( $\mu$ g/mL)	3.11±0.49a	2.55±0.80b	3.15±0.89	3.10±0.80
IgM/(pg/mL)	141.85±1.57	142.27±2.01	142.97±1.62	142.92±2.67

## 3 讨 论

### 3.1 热应激对生理指标的影响

肉牛的舒适温度为 5~25 °C<sup>[11]</sup>,在环境温度过高时肉牛会通过调节呼吸频率保持体温恒定,本试验结果显示:热应激期间科尔沁牛的直肠温度显著高于科尔沁肉牛,说明在高温环境中科尔沁肉牛的体温调节能力强于科尔沁牛,改良后获得更好的耐热性,更能适应高热环境。此外,在非热应激期间,科尔沁牛和科尔沁肉牛的直肠温度和呼吸频率无显著差异,主要是这 2 种牛均可以通过自身的各种调节机制使体内的各个系统和器官的功能活动相互协调,达到机体的生理功能相对稳态,因此直肠温度和呼吸频率都在正常范围内,无显著差异。

### 3.2 热应激对免疫功能的影响

IgG 是机体免疫防御的重要组成部分,IgM 则是在抗原侵入机体后抗原抗体反应过程中产生时间最早的抗体,也是体液免疫应答的重要介质<sup>[11-13]</sup>,血清中 IgG 和 IgM 的水平能够反映机体的免疫功能。在应激反应初期,IgG 会有一定程度的消耗<sup>[14]</sup>,以启动免疫应答反应,当应激条件持续作用于动物机体时,血清中免疫球蛋白的水平会升高,证明机体免

疫功能增强。在本试验中,热应激下科尔沁肉牛的 IgG 较非热应激条件下有一定程度的降低,而科尔沁牛的 IgG 没有明显变化,这是因为科尔沁肉牛率先启动了免疫防御,保护机体的生理机能不受损伤。

白细胞介素是细胞产生的因子,IL-1 和 IL-6 能够作用于免疫细胞,增强免疫反应,减轻应激对机体造成的损伤<sup>[15]</sup>。IL-2 是由活化的 T 淋巴细胞产生的多效性细胞因子,它具有促进 T 细胞增殖分化的功能,同时还能增强 NK 细胞和 T 细胞的活性,肉牛血清中的 IL-2 水平能反映出机体免疫应答启动情况<sup>[16]</sup>。IL-4 能够诱导 B 细胞成熟产生免疫球蛋白,在体液免疫过程中发挥着重要作用。在本试验中,热应激条件下科尔沁肉牛的 IL-1、IL-2、IL-4、IL-6 以及 TNF- $\alpha$  的水平均高于科尔沁牛,这表明科尔沁牛的免疫功能较强。

## 4 结 论

非热应激期,科尔沁牛与科尔沁肉牛的免疫功能与生理指标无明显差异,但在热应激期,科尔沁肉牛的免疫功能更强,热适应能力更好。

参 考 文 献

- [1] 刘庆华. 娟荷杂交牛耐热性能研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [2] 宋小珍, 付戴波, 瞿明仁, 等. 热应激对肉牛血清内分泌激素含量、抗氧化酶活性及生理生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2012, 24(12): 2485-2490.
- [3] 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、营养物质表现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.
- [4] 陈浩, 敖日格乐, 王纯洁, 等. 热应激状态下不同品种肉牛免疫功能和抗氧化功能的比较[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(8): 72-77.
- [5] 张志宏, 王景山, 郭杰, 等. 通辽市肉牛育种发展历程[J]. 中国畜牧业, 2019(4): 58-59.
- [6] BERMAN A. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows[J]. Journal of animal science, 2005, 83(6): 1377.
- [7] PREEZ J H D, HATTINGH P J, GIESECKE W H, et al. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. III. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle[J]. Onderstepoort journal of veterinary research, 1990, 57(4): 243.
- [8] IGONO M O, BJOTVEDT G, SANFORD-CRANE H T. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate[J]. International journal of biometeorology, 1992, 36(2): 77-87.
- [9] RAVAGNOLO O, MISZTAL I, HOOGENBOOM G. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function[J]. Journal of dairy science, 2000, 83(9): 2120-2125.
- [10] RAVAGNOLO O, MISZTAL I. Studies on genetics of heat tolerance in dairy cattle with reduced weather information via cluster analysis[J]. Journal of dairy science, 2002, 85(6): 1586-1589.
- [11] 王玲, 罗宗刚, 蔡明成, 等. 热应激对肉牛血清离子、酶活性、抗氧化及免疫指标的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(12): 37-41.
- [12] 陈杰. 家畜生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [13] 刘维权. 动物生物化学试验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [14] 马燕芬, 陈志伟. 热应激牛初乳对新生犊牛血清免疫指标的影响研究[J]. 饲料工业, 2007(13): 26-28.
- [15] YANG Z J, LIU C, ZHENG W J, et al. The functions of antioxidants and heat shock proteins are altered in the immune organs of selenium-deficient broiler chickens[J]. Biological trace element research, 2016, 169(2): 341-351.
- [16] 李侗宇. 壳聚糖对奶牛免疫功能的影响及其调节极力的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.

【责任编辑: 胡 敏】