

石 溢, 易 军, 甘 佳, 等. 日粮中不同浓度维生素 E 对高温高湿下蜀宣花公牛生理指标及血清生化指标的影响[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(3): 207–212.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.03.031

日粮中不同浓度维生素 E 对高温高湿下蜀宣花公牛生理指标及血清生化指标的影响

石 溢, 易 军, 甘 佳, 方东辉, 贺 芳, 阿果约达, 邓小东, 马晓琴, 付茂忠, 王 巍

(四川省畜牧科学研究院/动物遗传育种四川省重点实验室, 四川成都 610066)

摘要:为研究日粮中添加不同浓度维生素 E 对夏季蜀宣花公牛生理指标和血清生化指标的影响, 采用单因子设计, 选用年龄、体质量[(450 ± 21) kg]相近、健康无病的蜀宣花公牛 16 头, 随机分成 A、B、C、D 组在日粮中添加不同浓度维生素 E(0、200、300、400 IU/kg)。结果表明:(1)B、C、D 组 30 d 和 60 d 呼吸频率均显著低于 A 组($P < 0.05$)。(2)B 组 60 d 血清 GLU 浓度显著高于 A 组($P < 0.05$); B、C、D 组 30 d 和 60 d 血清 AST 活性均显著高于 A 组($P < 0.05$); D 组 60 d 血清 ALT 活性显著高于 A 组($P < 0.05$)。(3)B、D 组 30 d 血清 GSH-Px 活性显著高于 A 组($P < 0.05$), B、C、D 组 60 d 血清 GSH-Px 活性显著高于 A 组($P < 0.05$); B、C、D 组 60 d 血清 SOD 活性显著高于 A 组($P < 0.05$); B、D 组 30 d 血清 MDA 浓度显著低于 A 组($P < 0.05$)。(4)B、C、D 组第 30 d 血清 LH 浓度显著高于 A 组($P < 0.05$)。综上所述, 日粮中添加维生素 E 能降低夏季蜀宣花公牛呼吸频率, 缓解高温引起的肝脏受损, 提高抗氧化能力, 促进血清繁殖激素的分泌, 维生素 E 的适宜添加水平为 400 IU/kg。

关键词:维生素 E; 蜀宣花牛; 热应激

中图分类号:S823.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)03-0207-06

我国南方地区多为亚热带季风气候, 夏季高温潮湿多雨。夏季在南方地区养殖肉牛面临最大的不利因素是高温、高湿导致肉牛产生热应激, 临床表现为肉牛食欲不佳, 采食量下降, 生产性能降低, 严重影响南方肉牛养殖的经济效益^[1-2]。维生素 E 是一种脂溶性维生素, 研究已经证明在日粮中添加一定量的维生素 E 能够提高畜禽抗热应激能力^[3-5]。蜀宣花牛是我国南方第一个自主培育的乳肉兼用牛品种, 在我国南方地区均有推广, 推动了我国南方地区肉牛产业发展。但是维生素 E 对缓解夏季蜀宣花牛的热应激国内外还鲜有报道, 本试验旨在研究在日粮中添加不同浓度的维生素 E 对夏季蜀宣花公牛生理及血清生化指标的影响, 探讨维生素 E 对缓解夏季南方肉牛热应激的机理, 为

我国南方夏季高效、安全饲养肉牛提供一定科学依据。

1 材料与与方法

1.1 试验动物及饲养管理

试验选择年龄相近、身体健康、体质量为(450 ± 21) kg、体型外貌符合蜀宣花牛品种特征的蜀宣花公牛 16 头, 试验前驱除体内寄生虫。采用栓系式饲养, 每日每头试验牛饲喂精料 4.0 kg, 玉米青贮饲料 14 kg, 每日饲喂 2 次(08:00、16:00), 饮水 2 次, 各组饲养管理一致。

1.2 试验设计

随机将 16 头蜀宣花公牛分为 4 组(A、B、C、D 组), 每组日粮中添加不同浓度的维生素 E(维生素 E 购自上海源叶生物科技有限公司, 货号: S13016), 其中, A 组不添加维生素 E、B 组添加 200 IU/kg 维生素 E、C 组添加 300 IU/kg 维生素 E、D 组添加 400 IU/kg 维生素 E。

1.3 试验地点和试验期

本试验于 2020 年 5—8 月在四川宣汉县牛犇养殖专业合作社进行, 预饲期为 7 d, 正式试验期为 60 d。

收稿日期: 2023-03-20

项目基金: 四川省科技计划项目(编号: 2022YFYZ0006、2021YFYZ0001); 国家现代农业产业技术体系四川肉牛创新团队建设(编号: SCCXTD-2023-13)。

作者简介: 石 溢(1990—), 男, 四川营山人, 硕士, 助理研究员, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。E-mail: 657057762@qq.com。

通信作者: 王 巍, 博士, 副研究员, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。E-mail: 582181328@qq.com。

1.4 样本采集和测试

1.4.1 牛舍温湿度指数 在牛舍内牛床上方距地面 1.5 m 处悬挂温湿度记录仪(购于江苏省精创电气股份有限公司,型号:RC-4HC),整个试验期间不间断记录牛舍温湿度。根据温度和湿度计算温湿指数(THI)。 $THI = (1.8 \times T + 32) - (0.55 - 0.55 \times RH \times 0.01) \times (1.8 \times T - 26)$, 式中 T 表示温度, RH 表示湿度。

1.4.2 生理指标 分别于试验期 0、30、60 d 测定试验牛的直肠温度和呼吸频率。

1.4.3 血液生化指标 分别于试验期 0、30、60 d 早晨 09:00 进行空腹颈静脉采血,每次采集血样 10 mL/头(2 份),一份加入抗凝剂制成抗凝血浆,另一份静置 15 min,4 000 r/min 离心 10 min,分离血清,冷冻保存于 -80 ℃,备用。

指标测定:血清生化指标委托西南医科大学附属成都三六三医院检验科检测;血清中皮质醇(COR)浓度、促黄体生成素(LH)浓度、促卵泡促卵泡激素(FSH)浓度、睾酮(T)浓度、总抗氧化能力(T-AOC)、丙二醛(MDA)浓度、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性,采用南京建成生物工程研究所有限公司提供的试剂盒测定。

1.5 统计分析

试验数据采用单因子 ANOVA(SPASS 20.0) 进行分析,并结合 Duncan's 法进行多重比较,结果采用“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 牛舍内 THI 变化

由表 1、图 1 可知,试验期间牛舍内平均 THI ≥ 72,表明在此期间牛舍内牛处于热应激状态。

2.2 维生素 E 对蜀宣花牛生理指标的影响

由表 2 可知,不同时间点同组间比较发现,A 组和 D 组组内呼吸频率在不同时间点变化不显著

表 1 试验间牛舍 THI

月份	温度(℃)	湿度(%)	温湿指数
6	25.84 ± 2.06	82.70 ± 7.16	76.43 ± 2.75
7	26.13 ± 2.12	85.12 ± 6.68	77.18 ± 2.85
8	28.36 ± 2.29	74.51 ± 8.55	79.40 ± 2.93

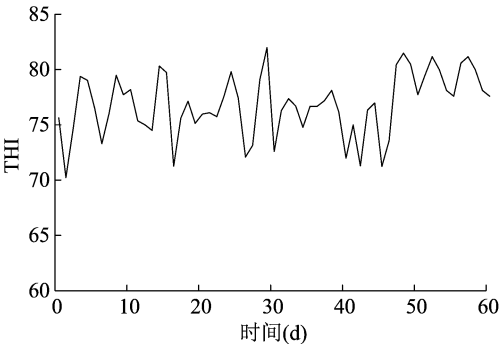


图1 试验期间牛舍 THI 随时间变化

($P > 0.05$); B 组和 C 组组内 30 d 较 0 d 分别显著下降 20.75% 和 20.83% ($P < 0.05$), 60 d 较 0 d 分别显著下降 21.70% 和 27.08% ($P < 0.05$), 30 d 和 60 d 呼吸频率变化不显著($P > 0.05$)。相同时间点不同组间比较发现,0 d 各组呼吸频率差异不显著($P > 0.05$); 30 d, B、C、D 组呼吸频率较 A 组分别显著下降 22.22%、29.63% 和 20.37% ($P < 0.05$), 其中, C 组呼吸频率显著低于 B、D 组($P < 0.05$); 60 d, B、C、D 组呼吸频率较 A 组分别下降 17.82% ($P < 0.05$)、30.69% ($P < 0.05$) 和 19.80% ($P < 0.05$), 且 C、D 这 2 组呼吸频率显著低于 B 组($P < 0.05$)。

各试验组试验期间直肠温度相对稳定,无显著性差异($P > 0.05$)。

2.3 维生素 E 对蜀宣花牛血清生化指标的影响

由表 3 可知,各试验组试验期间血清中总蛋白(TP)浓度相对稳定,无显著性变化($P > 0.05$)。

不同时间点同组间比较发现,A、C、D 组血清葡

表 2 维生素 E 对呼吸频率和直肠温度的影响

组别	呼吸频率(次/min)			直肠温度(℃)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	29.00 ± 5.29Aa	27.00 ± 2.58Aa	28.25 ± 2.22Aa	38.55 ± 0.31Aa	38.23 ± 0.57Aa	38.38 ± 0.17Aa
B	26.50 ± 4.12Aa	21.00 ± 3.46Bb	20.75 ± 2.22Bb	38.67 ± 0.05Aa	38.63 ± 0.37Aa	38.48 ± 0.17Aa
C	24.00 ± 1.63Aa	19.00 ± 3.83Cb	17.50 ± 1.73Cb	38.48 ± 0.19Aa	38.43 ± 0.13Aa	38.38 ± 0.25Aa
D	24.50 ± 1.00Aa	21.50 ± 5.25Ba	20.25 ± 1.71BCa	38.60 ± 0.16Aa	38.43 ± 0.28Aa	38.63 ± 0.96Aa

注:同列数据后不同大写字母表示差异显著($P < 0.05$);同行数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下表同。

萄糖 (GLU) 浓度变化不显著 ($P > 0.05$); B 组 30 d 和 60 d 血清 GLU 浓度较 0 d 分别显著升高 13.42% 和 15.53% ($P < 0.05$)。相同时间不同组间比较发现,0 d 时各组 GLU 浓度差异不显著 ($P > 0.05$); 30 d, B 组 GLU 浓度显著高于 A、C、D 组 ($P < 0.05$); 60 d, B 组 GLU 浓度显著高于 A 组 ($P < 0.05$)。

不同时间点同组间比较发现, A 组血清门冬氨酸氨基转移酶 (AST) 活性变化不显著 ($P > 0.05$), B、C、D 组 AST 活性随时间的增加呈下降趋势, B、C、D 组 30、60 d 血清 AST 活性较 0 d 分别显著下降

27.39%、38.00%、25.51%、43.22%、53.50% 和 40.82% ($P < 0.05$)。相同时间不同组间比较发现, A 组 30、60 d 血清 AST 活性均显著高于 B、C、D 组血清 AST 活性 ($P < 0.05$)。

不同时间点同组间比较发现, B、C、D 组血清丙氨酸氨基转移酶 (ALT) 活性随着时间增加呈下降趋势, 其中, D 组 30 d 和 60 d 血清浓度较 0 d 分别显著下降 25.66% 和 35.40% ($P < 0.05$)。相同时间点不同组间比较发现, 60 d A 组血清 ALT 活性显著高于 D 组 ($P < 0.05$)。

表 3 维生素 E 对血清生化指标的影响

组别	TP 浓度 (g/L)			GLU 浓度 (mmol/L)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	72.05 ± 4.09Aa	68.85 ± 2.42Aa	67.75 ± 2.21Aa	4.04 ± 0.41Aa	3.89 ± 0.23Aa	3.72 ± 0.27Ba
B	75.10 ± 7.93Aa	69.23 ± 4.94Aa	65.88 ± 4.05Aa	3.80 ± 0.25Ab	4.31 ± 0.49Aa	4.39 ± 0.35Aa
C	73.68 ± 2.35Aa	66.10 ± 3.99Aa	65.63 ± 6.06Aa	3.93 ± 1.34Aa	4.23 ± 0.19Aa	3.96 ± 0.56ABa
D	76.30 ± 4.96Aa	76.30 ± 4.96Aa	65.23 ± 2.97Aa	3.98 ± 0.31Aa	4.23 ± 0.30Aa	4.00 ± 0.83ABa
组别	AST 活性 (U/L)			ALT 活性 (U/L)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	100.75 ± 10.37Aa	92.00 ± 14.58Aa	93.00 ± 6.68Aa	31.00 ± 2.94Aa	31.75 ± 5.12Aa	27.25 ± 5.32Aa
B	99.50 ± 7.72Aa	72.25 ± 6.40Bb	56.50 ± 2.65Bc	27.50 ± 5.57Aa	26.25 ± 5.91Aa	21.00 ± 4.90Aa
C	117.75 ± 21.08Aa	73.00 ± 13.29Bb	54.75 ± 16.13Bc	32.00 ± 5.94Aa	27.25 ± 11.64Aa	23.00 ± 3.56Aa
D	98.00 ± 5.48Aa	73.00 ± 10.68Bb	58.00 ± 5.59Bc	28.25 ± 4.27Aa	21.00 ± 1.63Ab	18.25 ± 2.87Bb

2.4 维生素 E 对热应激蜀宣花牛血清抗氧化性能的影响

由表 4 可知,不同时间点同组间比较发现, A 组 60 d 血清 GSH - Px 活性较 30 d 显著下降 10.41% ($P < 0.05$); B 组血清 GSH - Px 活性变化不显著 ($P > 0.05$); C 组 30 d 和 60 d 血清 GSH - Px 活性较 0 d 显著升高 24.30% 和 26.03% ($P < 0.05$); D 组 30 d 和 60 d 血清 GSH - Px 活性较 0 d 显著升高 22.02% 和 20.86% ($P < 0.05$)。相同时间不同组间比较发现,0 d 时各组血清 GSH - Px 活性差异不显著 ($P > 0.05$); 30 d 时 B 组和 D 组血清 GSH - Px 活性显著高于 A 组 ($P > 0.05$); 60 d 时 B 组、C 组和 D 组血清 GSH - Px 活性显著高于 A 组 ($P < 0.05$)。

不同时间点同组间比较发现, A 组 30 d 和 60 d 血清 SOD 活性分别较 0 d 显著下降 39.57% 和 36.29% ($P < 0.05$); B、C、D 组下降不显著 ($P > 0.05$)。相同时间点不同组间比较发现,0 d 和 60 d 各组血清 SOD 活性差异不显著 ($P > 0.05$); 30 d 时 B、C、D 组血清 SOD 活性显著高于 A 组 ($P < 0.05$)。

各试验组试验期间血清 T - AOC 相对稳定,无

显著性变化 ($P > 0.05$)。

不同时间点同组间比较发现, A 组 30 d 血清 MDA 浓度较 0 d 升高 42.14% ($P < 0.05$); B 组 30 d 血清 MDA 浓度较 0 d 下降 52.55% ($P < 0.05$); C、D 组血清 MDA 浓度变化不显著 ($P > 0.05$)。相同时间不同组间比较发现,0 d 和 60 d, 各组血清 MDA 浓度差异不显著 ($P > 0.05$)。30 d 时 C 组和 D 组血清 MDA 浓度显著低于 A 组 ($P < 0.05$)。

2.5 维生素 E 对蜀宣花牛血清激素水平的影响

由表 5 可知,不同时间点同组内比较发现, A 组血清 LH 浓度变化不显著 ($P > 0.05$); B 组 30 d 血清 LH 浓度较 0 d 显著升高 77.66% ($P < 0.05$); C 组和 D 组 30 d 血清 LH 浓度较 0 d 和 60 d 分别显著升高 52.56%、30.70%、103.34% 和 109.77% ($P < 0.05$)。相同时间点不同组间比较发现,0 d 和 60 d 时各组血清 LH 浓度差异不显著 ($P > 0.05$); 30 d 时 B、C、D 组血清 LH 浓度显著高于 A 组 ($P < 0.05$)。

各试验组试验期间血清 FSH 浓度相对稳定,无显著性变化 ($P > 0.05$)。

表 4 维生素 E 对血清抗氧化性能的影响

组别	GSH - Px 活性 (U/mL)			SOD 活性 (U/mL)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	335.71 ± 19.98Aab	367.07 ± 12.70Aa	328.85 ± 27.13Ab	19.51 ± 1.76Aa	11.79 ± 2.31Ab	12.43 ± 2.04Ab
B	359.36 ± 29.36Aa	403.93 ± 10.76Ba	383.79 ± 43.20Ba	17.64 ± 2.45Aa	17.18 ± 4.58Ba	14.25 ± 2.43Aa
C	313.07 ± 50.10Ab	389.14 ± 8.37ABa	394.57 ± 34.09Ba	17.64 ± 4.40Aa	17.04 ± 1.44Ba	14.19 ± 2.14Aa
D	325.64 ± 60.80Ab	397.36 ± 19.56Ba	393.57 ± 25.50Ba	17.21 ± 3.78Aa	16.50 ± 0.92Ba	14.52 ± 0.81Aa

组别	T - AOC (U/mL)			MDA 浓度 (nmol/mL)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	0.46 ± 0.09Aa	0.56 ± 0.12Aa	0.60 ± 0.09Aa	2.99 ± 0.91Ab	4.25 ± 0.58Aa	3.86 ± 0.75Aab
B	0.45 ± 0.09Aa	0.52 ± 0.16Aa	0.56 ± 0.17Aa	3.73 ± 1.54Aa	1.77 ± 0.92Bb	3.57 ± 1.09Aab
C	0.48 ± 0.09Aa	0.57 ± 0.10Aa	0.61 ± 0.11Aa	3.19 ± 0.77Aa	2.89 ± 1.30ABa	2.60 ± 1.07Aa
D	0.55 ± 0.14Aa	0.54 ± 0.08Aa	0.61 ± 0.12Aa	2.37 ± 0.96Aa	2.10 ± 0.64Ba	3.00 ± 0.86Aa

表 5 维生素 E 对血清激素水平的影响

组别	LH 浓度 (mIU/mL)			FSH 浓度 (mIU/mL)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	36.26 ± 2.80Aa	36.04 ± 3.40Ca	37.63 ± 2.67Aa	240.13 ± 21.57Aa	249.29 ± 46.27Aa	245.35 ± 35.83Aa
B	31.91 ± 6.51Ab	56.69 ± 13.65Ba	44.33 ± 6.91Aab	234.94 ± 35.37Aa	269.94 ± 12.73Aa	263.09 ± 44.97Aa
C	36.66 ± 6.07Ab	55.93 ± 12.94Ba	42.77 ± 4.56Ab	227.44 ± 52.91Aa	245.98 ± 43.42Aa	249.79 ± 55.76Aa
D	36.84 ± 11.55Ab	74.91 ± 9.77Aa	35.71 ± 5.29Ab	241.51 ± 17.82Aa	251.49 ± 49.80Aa	244.19 ± 39.66Aa

组别	COR 浓度 (ng/mL)			T 浓度 (ng/mL)		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
A	323.80 ± 63.29Ab	380.42 ± 23.67Aa	327.69 ± 20.22Aab	7.52 ± 0.65Aa	7.87 ± 0.59Aa	6.93 ± 2.21Aa
B	329.32 ± 96.49Ab	419.34 ± 23.80Aa	314.99 ± 31.46Ab	8.69 ± 1.65Aa	8.91 ± 1.67Aa	6.93 ± 2.21Aa
C	393.18 ± 41.92Aa	401.45 ± 25.84Aa	315.15 ± 21.54Ab	7.31 ± 0.33Ab	8.75 ± 1.06Aa	7.70 ± 0.70Aab
D	343.66 ± 67.45Aa	393.41 ± 72.17Aa	301.39 ± 52.93Aa	7.55 ± 0.76Aa	8.78 ± 2.23Aa	7.18 ± 0.87Aa

不同时间点同组内比较发现,A 组 30 d 血清 COR 浓度较 0 d 升高 17.49% ($P<0.05$);B 组 30 d 血清 COR 浓度较 0 d 上升 27.34% ($P<0.05$),较 60 d 上升 33.13% ($P<0.05$);C 组 60 d 血清 COR 浓度较 0 d 和 30 d 分别显著下降 19.77% 和 21.50% ($P<0.05$);D 组血清 COR 浓度变化不显著($P>0.05$)。相同时间不同组间比较发现,各组间 COR 浓度差异不显著($P>0.05$)。

不同时间点同组内比较发现,C 组 30 d 血清 T 浓度较 0 d 上升 19.70% ($P<0.05$)。相同时间点不同组间比较发现,各组血清 T 浓度差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 维生素 E 对热应激蜀宣花公牛呼吸频率和直肠温度的影响

我国南方地区以亚热带季风气候为主,夏季高

温高湿,肉牛极易处于热应激状态。热应激状态下,肉牛的采食量、抵抗力和繁殖力均会下降,甚至引起各种疾病。本试验点处于四川省宣汉县,夏季闷热潮湿。本研究发现,6—8 月牛舍内 THI 均高于 72,表明整个试验间试验牛均处于热应激环境下。在适宜的环境温度下,牛的呼吸频率为 20 ~ 40 次/min,体温约 38.5 ℃。在热应激状态下,肉牛通过增加呼吸频率来增加蒸发散热,当呼吸代偿仍不能有效缓解环境温度对机体的影响时,肉牛体温才会升高^[6-7]。本研究中,A 组牛群呼吸频率差异不显著($P>0.05$),B、C、D 组牛群呼吸频率较 A 组显著下降($P<0.05$),表明蜀宣花牛具有较强的抗热应激能力,在热应激状态下仍能维持稳定的呼吸频率,同时在日粮中添加维生素 E 能有效降低处于高温高湿状态下蜀宣花牛的呼吸频率。在整个试验过程中,各试验组牛群直肠温度均处于稳定状态,表明高湿热状态不会影响试验牛群直肠温度,

可能是因为育肥牛的体温调节能力强于生长牛,也可能是由于在试验的 THI 范围内蜀宣花牛能通过其他方式来增加散热,从而保持体温的稳定^[8]。

3.2 维生素 E 对热应激蜀宣花公牛血液生化指标的影响

TP、GLU、AST 和 ALT 指标是反映动物肝功能状态的主要指标^[9]。TP 是反映机体蛋白质代谢水平和机体营养状况的指标,当机体营养状况良好时,蛋白质合成量有所增加,血浆中总蛋白含量也会增加^[10]。在热应激状态下,动物通过降低采食量,从而减少消化吸收产热,但减少采食量会对动物机体营养状况造成影响。本研究中各试验组肉牛血清 TP 浓度变化无显著性差异,表明在日粮中添加维生素 E 对蜀宣花公牛血清 TP 浓度无显著性影响。GLU 是动物机体重要的供能物质,对维持动物正常生理机能起着巨大的作用。正常情况下 GLU 在肝脏的调解下是稳定的,当 GLU 低于正常值时,动物可能有营养不良、酮病等发生^[11]。本研究中 A 组蜀宣花公牛血清 GLU 浓度呈下降趋势,而 B、C、D 组蜀宣花公牛血清 GLU 浓度均有不同程度上升,可能是因为高温高湿环境下蜀宣花牛采食量下降,造成营养供给不足,从而导致蜀宣花牛血清 GLU 浓度下降;在饲料中添加维生素 E 能缓解蜀宣花牛热应激、增加采食量,故 B、C、D 组血清 GLU 浓度呈上升趋势。其中,B 组血清 GLU 浓度显著升高 ($P < 0.05$),表明在日粮中添加 200 IU/kg 的维生素 E 能提高高温高湿下蜀宣花公牛血清 GLU 浓度。AST 和 ALT 是动物机体内非特异性功能酶,大量存在于肝脏组织中,当动物肝脏受损和发生炎症时,血清中的 AST 和 ALT 活性会升高,因此血清中 AST 和 ALT 活性通常作为检测肝细胞受损程度的重要指标。本研究中 B、C、D 组血清 AST 活性显著下降 ($P < 0.05$),表明在日粮中添加维生素 E 能降低高温高湿下蜀宣花公牛血清 AST 活性。D 组 60 d 血清 ALT 活性显著低于 0 d ($P < 0.05$),表明在日粮中添加 400 IU/kg 维生素 E 能降低血清 ALT 活性。

3.3 维生素 E 对蜀宣花公牛血清抗氧化指标的影响

自由基是动物机体内重要的活性元素,是细胞进行生命活动不可或缺的活性物质。研究表明,低剂量的自由基能增强机体免疫能力、提高部分酶的活性、参与机体内一些活性物质合成和信号传导等功能^[12]。在正常生理情况下,机体内自由基的产生和清除处于动态平衡^[13]。大量的研究表明,高温应

激能诱发组织缺氧和缺血,从而降低细胞清除自由基能力,造成自由基增加,大量的自由基会破坏动物体内的抗氧化酶系统,最终导致细胞膜破坏及产生毒性代谢产物^[14-15]。GSH-Px 和 SOD 是体内广泛存在的 2 种重要的抗氧化酶,其活性反映了机体清除氧自由基的能力;T-AOC 是衡量机体抗氧化系统功能状况的综合性指标,可代表和反映机体抗氧化酶系统和非酶系统对外来刺激的代偿能力以及机体自由基代谢的状态;MDA 是氧自由基引起的脂质过氧化反应所产生的脂质过氧化物在机体内代谢的终产物,其含量与机体组织细胞的脂质过氧化程度有关^[13,16-17]。本次试验中,添加不同浓度的维生素 E 能在一定程度上显著提高血清 GSH-Px 和 SOD 的活性 ($P < 0.05$),显著降低血清 MDA 含量 ($P < 0.05$),对 T-AOC 无显著性影响 ($P > 0.05$),表明在日粮中添加维生素 E 能提高蜀宣花牛的抗氧化能力,降低热应激对机体的损害。

3.4 维生素 E 对蜀宣花公牛血清激素的影响

FSH 和 LH 是动物垂体前叶合成分泌的糖蛋白促性腺激素,对雄性动物的精子产生起着重要的调节作用^[18-19]。在雄性激素的作用下,FSH 和 LH 不仅能促进精子成熟,而且对性腺以外的组织发育也具有一定的积极作用^[20]。环境应激对雄性动物生殖机能的影响主要通过下丘脑—垂体—睾丸轴起作用。在应激情况下,下丘脑分泌 GnRH 减少,使垂体分泌 FSH 和 LH 减少,导致动物繁殖机能下降,甚至出现不育^[21]。本研究发现,在日粮中添加不同浓度的维生素 E 能在试验 30 d 显著提高蜀宣花公牛血清 LH 浓度,对血清 FSH 浓度无显著影响。皮质醇是由肾上腺皮质的束状带和网状带分泌的糖皮质激素,主要参与糖代谢的调节^[22]。本试验结果表明,C 组蜀宣花公牛 30 d 血清皮质醇浓度显著 ($P < 0.05$) 升高。本试验结果表明,日粮中添加 300 IU/kg 的维生素 E 对肉牛的肾上腺有一定影响,增强了肾上腺皮质的分泌活动。T 是由睾丸分泌的一种类固醇激素,在维持雄性第二性征,促进精子成熟,刺激副性腺发育等方面起着重要作用,研究表明 LH 合成减少会降低 T 分泌水平^[23]。本试验结果表明,在日粮中添加不同浓度的维生素 E 能提高 30 d 蜀宣花公牛血清 T 浓度,且当维生素 E 浓度为 300 IU/kg 时能显著 ($P < 0.05$) 提高 30 d 蜀宣花公牛血清 T 浓度,也验证了血清 LH 合成能影响血清 T 分泌,但其影响机制还需进一步研究。

3.5 蜀宣花牛耐热应激研究

蜀宣花牛是我国南方培育的乳肉兼用型牛种,在热应激状态下蜀宣花牛各项血液指标变化模式与荷斯坦牛和西门塔尔牛差异较大,血液指标变化模式证明蜀宣花牛有更强的抗热应激能力^[24]。在研究牛种资源抗热应激调控机制时,发现在热应激条件下,蜀宣花牛 *HSP70* 基因的表达量极显著高于荷斯坦牛、娟荷杂交牛,证明了蜀宣花牛的抗热应激强于荷斯坦牛和娟荷杂交牛^[25]。本试验结果表明,日粮中未添加维生素 E 组蜀宣花公牛在 30 d 和 60 d 血清中 SOD 活性显著下降,MDA 和 COR 浓度在 30 d 显著升高($P < 0.05$),在 60 d 无显著性差异,其余指标均无显著性变化。本研究结果也证明,蜀宣花牛有较强的耐热应激能力,这可能是因为蜀宣花牛特殊的遗传背景。蜀宣花牛含有 6.25% 的宣汉黄牛(巴山牛)血缘,而宣汉黄牛的耐热应激能力较强^[7]。但是蜀宣花牛耐热应激的分子机制还需进一步研究。

4 结论

在日粮中添加维生素 E 能降低蜀宣花公牛呼吸频率,缓解热应激状态下蜀宣花公牛肝脏受损,提升抗氧化能力,促进繁殖激素的分泌。综合各项试验结果,在日粮中添加 400 IU/kg 维生素 E 效果较好。

参考文献:

- [1] 贾鼎铎,郑宇新,马丽珠,等. 热应激对肉牛生产的影响[J]. 畜牧与兽医,2018,50(12):133–137.
- [2] 覃智斌,左福元. 肉牛热应激研究进展[J]. 现代畜牧兽医,2007(9):52–54.
- [3] 胡 兰,孙长勉,刘 梅. 维生素 E 对肉仔鸡抗热应激的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2001,32(2):117–119.
- [4] 张永翠,王恩玲,程光民,等. 维生素 E 在羊生产中的研究进展[J]. 山东畜牧兽医,2019,40(11):70–72.
- [5] 张 伟. 日粮不同维生素 E 添加水平对新西兰肉兔生长发育、免疫、肉质和热应激的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2007:1.
- [6] Eigenberg R A, Brown – Brandt T M, Nienaber J A, et al. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non – shaded feedlot cattle, part 2: predictive relationships[J]. Biosystems Engineering, 2005,91(1):111–118.
- [7] 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.
- [8] 高腾云,傅 彤,李改英,等. 热应激对西门塔尔杂交肉牛行为、呼吸频率和直肠温度的影响[C]//中国畜牧兽医学会 2013 年学

术年会论文集. 北京,2013:232.

- [9] 吴晨晨,夏 成. 不同地区泌乳奶牛 14 项血液生化指标的测定[J]. 中国奶牛,2006(11):31–33.
- [10] 阮 栋,周桂莲,王薇薇,等. 饲料代谢能和粗蛋白质水平对 1~8 月龄慢速型黄羽肉鸡母鸡生长性能、胴体品质和血浆生化指标的影响[J]. 动物营养学报,2022,34(12):7649–7663.
- [11] 何 平,黄宝银,于洪江,等. 黑龙江省放牧与舍饲肉牛肝功能状态的评价[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(3):112–115.
- [12] Valavanidis A, Vlahogianni T, Dassenakis M, et al. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety,2006,64(2):178–189.
- [13] 汪水平,王文娟,左福元,等. 中药复方对夏季肉牛的影响: II. 血气指标、血清代谢产物浓度及免疫和抗氧化功能参数[J]. 畜牧兽医学报,2011,42(5):734–741.
- [14] 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.
- [15] Lakritz J, Leonard M J, Eichen P A, et al. Whole – blood concentrations of glutathione in cattle exposed to heat stress or a combination of heat stress and endophyte – infected tall fescue toxins in controlled environmental conditions[J]. American Journal of Veterinary Research,2002,63(6):799–803.
- [16] 符运斌,黄 涛,瞿明仁,等. 金银花提取物对热应激肉牛血清激素及抗氧化指标的影响[J]. 动物营养学报,2016,28(3):926–931.
- [17] 张瑞光,吴晓鸣,鲍若虹,等. 热应激与非热应激期福安水牛生理和抗氧化指标分析[J]. 江西农业学报,2010,22(11):136–138.
- [18] 产舒恒,陈子璇,张戌园,等. FSH 和 LH 及其受体基因在梅山猪公猪 HPT 轴的表达[J]. 江苏农业科学,2018,46(1):23–26.
- [19] 李桂芝,李 飞,刁秀念,等. 奶牛发情周期中生殖激素浓度与卵泡发育对比分析[J]. 甘肃农业大学学报,2008,43(3):42–46.
- [20] Ruwanpura S M, McLachlan R I, Meachem S J. Hormonal regulation of male germ cell development[J]. Journal of Endocrinology,2010,205(2):117–131.
- [21] 范景胜,徐恢仲. 环境对种公牛精液品质的影响及应对措施[J]. 黑龙江动物繁殖,2009,17(1):27–29.
- [22] 高艳霞,李秋风,曹玉凤,等. 饲料添加脂肪酸钙对热应激肉牛生长性能和外周血淋巴细胞凋亡的影响[J]. 动物营养学报,2012,24(8):1534–1542.
- [23] 郭富强,张燕军,张美娜,等. 热应激对公畜繁殖性能影响及缓解措施的研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医,2020(5):39–42,47.
- [24] 王 巍,付茂忠,唐 慧,等. 高湿热条件下蜀宣花牛与西门塔尔牛、荷斯坦牛血液生化指标比较研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(3):104–107,254.
- [25] 甘 佳,付茂忠,王 巍,等. 蜀宣花牛与荷斯坦牛、娟荷杂交牛 *HSP70* 基因多态性及表达量分析[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(24):50–53,260.