

## 不同羊舍类型及饲养密度对山羊血清生化指标的影响

郭晓飞<sup>1</sup>, 陈俊<sup>2</sup>, 张子军<sup>1,3</sup>, 凌英会<sup>1,3</sup>, 黄桢锋<sup>1</sup>,  
罗建川<sup>1</sup>, 骆仲悦<sup>1</sup>, 陈家宏<sup>1</sup>, 许令娜<sup>1</sup>, 任春环<sup>1,3\*</sup>

(1. 安徽农业大学动物科技学院, 合肥 230036; 2. 合肥市动物疫病预防控制中心, 合肥 230601;  
3. 安徽地方畜禽遗传资源保护与生物育种省级实验室, 合肥 230036)

**摘要:** 为了研究不同羊舍类型及饲养密度对山羊主要血清生化指标的影响, 并分析其与舍内小气候环境参数的关系, 选择单坡顶漏缝地板半开放羊舍、双坡顶漏缝地板有窗封闭式羊舍和移动式羊舍共 3 种羊舍以及单坡顶漏缝地板半开放羊舍 3 个饲养密度组, 分别测定所饲养的安徽白山羊各项血清生化指标及舍内的部分小气候环境参数。结果显示, 移动式羊舍组的血清免疫球蛋白 G、白蛋白和总蛋白含量均不同程度地高于半开放羊舍组和封闭羊舍组, 移动式羊舍组所测的舍内小气候环境参数均较优于其余 2 组。封闭羊舍组的血清尿素氮含量及舍内氨气浓度极显著高于半开放羊舍组和移动式羊舍组( $P < 0.01$ )。随着饲养密度的增加, 羊舍内空气温度、相对湿度、氨气浓度及二氧化碳浓度逐渐升高。本研究结果显示不同羊舍类型及饲养密度对所测安徽白山羊的各项血清生化指标存在着不同程度的影响, 综合各羊舍组别羊群的血清生化指标和舍内小气候环境参数的测定数据, 研究认为以移动式羊舍内小气候环境较优, 更利于羊只生长发育。

**关键词:** 山羊; 羊舍类型; 饲养密度; 生化指标; 小气候环境

中图分类号: S815.9; S827

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2014)04-0585-07

## Effects of different sheds and stocking densities on goat serum biochemical indexes

GUO Xiaofei<sup>1</sup>, CHEN Jun<sup>2</sup>, ZHANG Zijun<sup>1,3</sup>, LING Yinghui<sup>1,3</sup>, HUANG Yafeng<sup>1</sup>, LUO Jianchuan<sup>1</sup>,  
LUO Zhongyue<sup>1</sup>, CHEN Jiahong<sup>1</sup>, XU Lingna<sup>1</sup>, REN Chunhuan<sup>1,3</sup>

(1. School of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Hefei Animal Disease Prevention and Control Center, Hefei 230601;

3. Local Animal Genetic Resources Conservation and Biobreeding Laboratory of Anhui Province, Hefei 230036)

**Abstract:** In order to study the effects of different sheds and stocking densities on goat main serum biochemical indexes and analyze their relationships with inner microclimate environment parameters, we chose three types of goat sheds ( single slope semi-open type with slatted floor goat shed, double slope airtight type with windows slatted floor goat shed and mobile goat shed), and three stocking density groups of single slope semi-open type with slatted floor goat shed. Of which, Anhui white goat's serum biochemical indexes and part of the microclimate environment parameters in the sheds were determined. The result showed that IgG, ALB and STP of the group in mobile goat shed were higher than those in semi-open goat shed and airtight goat shed in certain degrees. The measured microclimate environment parameters in mobile goat shed were better than those in other two groups. The BUN of goat and the concentration of ammonia in airtight goat shed were significantly higher than those in semi-open goat shed and mobile goat shed ( $P < 0.01$ ). With the increase of stocking density, the air temperature, relative humidity, ammonia and carbon dioxide concentrations in the goat shed increased. The results showed that different sheds and stocking densities had various effects on serum biochemical indexes of Anhui white goat. Integrated every goat shed's serum biochemical indexes and inner microclimate environment parameters, the microclimate environment of mobile goat shed appeared to be better, and more conducive to the growth of goats.

**Key words:** goat; shed type of goat; stocking density; biochemical indexes; microclimate environment

收稿日期: 2013-09-16

基金项目: 国家现代肉羊产业技术体系专项(11004986)和公益性行业(农业)科研专项(201303145)资助。

作者简介: 郭晓飞, 硕士研究生。E-mail: guoxfnongda@163.com

\* 通信作者: 任春环, 实验师。E-mail: renchunhuan@ahau.edu.cn

在南方舍饲养羊生产情况下,选择合适的羊舍类型及相应的饲养密度是提高该地区舍饲养羊生产效率和减低生产投资成本的重要课题。动物正常血清生化指标,既反映动物体内实质与外表性能之间的关系,也反映了品种、营养水平、不同生理状况及不同外界环境等特征<sup>[1-5]</sup>。血清生化指标在其他品种羊上的研究较为多见,一般是研究日粮及日粮添加剂的使用效果<sup>[6-7]</sup>或是判断品种及品种杂交后代适应性等问题<sup>[8-9]</sup>。目前针对安徽白山羊的血清生化指标的研究较少,零星见于张晓东等<sup>[1]</sup>对安徽白山羊新品系种质特性的研究中;至于设置不同饲养环境条件来研究安徽白山羊血清生化指标的影响,目前还未见报道。根据畜舍外围护结构形式,可以将畜舍分为棚舍、开放舍、半开放舍、有窗封闭舍和无窗封闭舍5大类。本试验针对南方常见羊舍中的半开放舍和有窗封闭舍以及本课题组设计申报的移动式羊舍<sup>[10-12]</sup>共3种羊舍展开研究;再以半开放舍为研究对象,设置3个饲养密度试验组,测得以上各组所饲养安徽白山羊的血清生化指标及羊舍内的小气候环境参数。分析所得数据之间的内在联系,为在南方建造更合适的羊舍类型及提出合适的饲养密度以提高安徽白山羊及其他品种羊的生产性能,提供相关数据参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验分组

本试验选择了3种羊舍类型,分别为单坡顶漏缝地板半开放羊舍(简称半开放羊舍)、双坡顶漏缝地板有窗封闭式羊舍(简称封闭羊舍)和移动式羊舍。前两种羊舍为南方规模化养羊场常用建筑羊舍类型,两者主要区别在于单坡顶漏缝地板半开放羊舍的外围向阳一侧,为1 m高的矮墙和窗帘与外界隔开,并只有单列羊床设计,洞开面积显著增加,通风换气加强。而移动式羊舍是本课题组针对南方气候特点、草地资源类型、羊的生活习性和农村生产需求自主设计的一种新型顶棚升降式羊舍,包括羊床体和位于羊床体上方的顶棚,具有总投资较小、设施造价低、小气候环境优良、可随意移动、单元化管理和标准化生产等特点<sup>[10-12]</sup>。以单坡顶漏缝地板半开放羊舍为研究对象,设置了3个饲养密度水平,分别命名为高密度组(1.04只·m<sup>-2</sup>)、中密度组(0.71只·m<sup>-2</sup>)和低密度组(0.38只·m<sup>-2</sup>)。

### 1.2 饲养管理

试验于2012年7月7日至2012年7月28日在合肥博大牧业科技开发有限公司种羊场内进行,试

验饲喂羊只均为5~8月龄安徽白山羊。有窗封闭羊舍和半开放羊舍采用人工投料加自由饮水全舍饲养方式,每天早晨6:30、中午11:00和下午17:00定时饲喂;早晨饲喂精料和花生秧秸秆,中午和下午饲喂青绿苏丹草等粗饲料。移动式羊舍羊群每天早晨6:30饲喂精料,配套草架内一次性添加大量饲草,自由采食。试验期间羊群日粮配方保持不变,羊只自由饮水。3种类型的羊舍都定期同时进行清粪,半个月1次。

### 1.3 测定项目

**1.3.1 各试验组血清生化指标测定** 预试验7 d,在正式试验的第7天早晨随机选择15只空腹安徽白山羊,颈静脉采血10 mL,血样室温静置24 h,3000 r·min<sup>-1</sup>离心15 min,收集血清于Eppendorf管中,-20℃保存待测。试验的第14天和第21天早晨所采血清均来自试验第7天所选择的羊只。采用GF-D200型半自动生化分析仪和722N型可见光分光光度计测定了血清中总蛋白、白蛋白、IgG、IgA、谷草转氨酶、谷丙转氨酶、总胆固醇、肌酐、尿素氮、血糖、超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶共12项指标。

**1.3.2 各试验组舍内小气候环境指标测定** 根据试验中可能影响到羊只血清生化指标的因素,测定的小气候环境指标包括气温、相对湿度、NH<sub>3</sub>浓度、CO<sub>2</sub>浓度和气流速度。环境质量各个参数的监测及采样点、采样办法、采样高度、采样频率的要求按《环境监测技术规范》执行(NY/T388-1999)<sup>[13-14]</sup>,每天5:00、14:00和20:00测各项环境数据,在距舍内地面1.2 m的平面上取5个检测点,记录5个检测结果的平均值。

### 1.4 数据统计分析

试验数据以平均数±标准差表示。采用SAS 8.0统计软件中GLM过程进行数据分析,对所得数据均值进行单因素多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同类型羊舍内羊群主要血清生化指标测定

**2.1.1 各种血清蛋白测定比较** 由表1可见,经过试验分组处理的21 d后,移动式羊舍内饲养的安徽白山羊免疫球蛋白G水平极显著高于半开放羊舍和封闭羊舍( $P<0.01$ ),而半开放羊舍和封闭羊舍两者羊群的免疫球蛋白G差异不显著( $P>0.05$ )。在试验结束时,对于免疫球蛋白A水平的测定结果,3种羊舍分组表现为差异极显著( $P<0.01$ );其中以封闭羊舍组水平最高,半开放羊舍组水平最低。血清

白蛋白水平在试验的前 2 次测定结果, 表现为各羊舍差异不显著 ( $P>0.05$ ); 直至试验的第 21 天, 移动式羊舍内羊群血清白蛋白水平测定结果显著高于半开放羊舍组 ( $P<0.05$ ), 而封闭羊舍组介于两者之间并与各组的测定结果差异不显著 ( $P>0.05$ )。试验

开始阶段, 各个羊舍内测定的总蛋白水平差异不显著 ( $P>0.05$ ); 随着试验的进行, 直到 21 d 后第 3 次测定时, 移动式羊舍组安徽白山羊的血清总蛋白水平显著高于半开放羊舍组 ( $P<0.05$ ), 封闭羊舍组与各组差异仍然不显著 ( $P>0.05$ )。

表 1 不同类型羊舍内羊群主要血清生化指标的测定

Table 1 Determination of goat main serum biochemical indexes in different shed types

测定项目 Determined item	测定时间/d Determined time	半开放羊舍 Semi-open goat shed	封闭羊舍 Airtight goat shed	移动羊舍 Mobile goat shed
免疫球蛋白 G/g·L <sup>-1</sup> IgG	7	0.93±0.15 <sup>Aa</sup>	0.53±0.10 <sup>Bb</sup>	0.51±0.02 <sup>Bb</sup>
	14	0.63±0.04 <sup>Aa</sup>	0.70±0.06 <sup>Bb</sup>	0.81±0.04 <sup>Cc</sup>
	21	0.61±0.02 <sup>Aa</sup>	0.66±0.09 <sup>Aa</sup>	0.83±0.05 <sup>Bb</sup>
免疫球蛋白 A/g·L <sup>-1</sup> IgA	7	0.52±0.03 <sup>Aa</sup>	0.39±0.03 <sup>Bb</sup>	0.51±0.09 <sup>Aa</sup>
	14	0.55±0.14	0.59±0.09	0.56±0.03
	21	0.20±0.01 <sup>Aa</sup>	0.49±0.02 <sup>Bb</sup>	0.22±0.01 <sup>Cc</sup>
白蛋白/g·L <sup>-1</sup> ALB	7	23.23±2.42	22.10±2.84	22.11±2.63
	14	18.20±4.87	21.42±3.87	22.04±4.21
	21	17.21±4.50 <sup>a</sup>	19.47±3.08 <sup>ab</sup>	21.09±4.10 <sup>b</sup>
总蛋白/g·L <sup>-1</sup> TP	7	67.28±5.63	66.78±4.51	66.93±7.64
	14	67.13±5.69 <sup>a</sup>	74.6±5.57 <sup>b</sup>	71.58±9.30 <sup>ab</sup>
	21	60.11±5.94 <sup>a</sup>	65.51±3.62 <sup>ab</sup>	67.03±9.40 <sup>b</sup>
谷草转氨酶/U·L <sup>-1</sup> GOT	7	98.16±13.62 <sup>Aa</sup>	81.65±9.20 <sup>Bb</sup>	94.82±9.63 <sup>AaB</sup>
	14	90.76±14.06	81.19±7.92	81.11±9.63
	21	98.88±13.93 <sup>Aa</sup>	80.17±6.76 <sup>Bb</sup>	102.52±12.83 <sup>Aa</sup>
谷丙转氨酶/U·L <sup>-1</sup> ALT	7	27.35±6.18 <sup>Aa</sup>	14.60±3.01 <sup>Bb</sup>	15.94±5.89 <sup>Bb</sup>
	14	21.63±4.32 <sup>Aa</sup>	16.01±4.80 <sup>Bb</sup>	17.81±2.86 <sup>AaBb</sup>
	21	21.83±4.54 <sup>a</sup>	15.79±4.78 <sup>b</sup>	17.23±5.07 <sup>b</sup>
尿素氮/mmol·L <sup>-1</sup> BUN	7	6.66±1.15 <sup>Aa</sup>	7.77±2.13 <sup>Aa</sup>	4.26±0.39 <sup>Bb</sup>
	14	6.17±2.54 <sup>Aa</sup>	8.55±1.64 <sup>Bb</sup>	4.44±0.70 <sup>Aa</sup>
	21	4.64±0.95 <sup>Aa</sup>	10.6±1.74 <sup>Bb</sup>	5.21±0.97 <sup>Aa</sup>
超氧化物歧化酶/U·mL <sup>-1</sup> SOD	7	96.96±9.86 <sup>Aa</sup>	54.74±20.68 <sup>Bb</sup>	67.69±7.66 <sup>ABb</sup>
	14	89.48±2.48 <sup>Aa</sup>	87.19±5.53 <sup>Bb</sup>	88.3±8.14 <sup>AaBb</sup>
	21	76.41±29.95	102.19±12.30	89.73±30.83
谷胱甘肽过氧化物酶/U GSH-Px	7	83.33±7.48 <sup>Aa</sup>	104.33±20.36 <sup>Bb</sup>	102.86±18.59 <sup>Bb</sup>
	14	100.19±8.50 <sup>a</sup>	90.10±19.86 <sup>ab</sup>	77.33±16.85 <sup>b</sup>
	21	106.00±15.34	127.81±24.50	105.38±14.81
总胆固醇/mmol·L <sup>-1</sup> TC	7	2.13±0.53	1.85±0.37	2.04±0.38
	14	1.80±0.47	1.81±0.61	1.71±0.45
	21	1.70±0.33	1.7±0.49	1.83±0.27
肌酐/μmol·L <sup>-1</sup> Creatinine	7	100.63±15.57	101.37±15.97	96.60±16.27
	14	79.61±8.27 <sup>a</sup>	88.36±14.64 <sup>ab</sup>	93.87±14.68 <sup>b</sup>
	21	82.82±5.88	85.71±11.04	91.13±16.37
血糖/mmol·L <sup>-1</sup> Blood sugar	7	0.95±0.41 <sup>a</sup>	1.06±0.39 <sup>a</sup>	1.44±0.36 <sup>b</sup>
	14	1.12±0.28 <sup>Aa</sup>	0.54±0.19 <sup>Bb</sup>	1.31±0.15 <sup>Aa</sup>
	21	0.75±0.35 <sup>a</sup>	0.56±0.39 <sup>ab</sup>	0.35±0.21 <sup>b</sup>

注: 同行肩标大写字母不同表示在  $P<0.01$  水平差异极显著, 小写字母不同表示在  $P<0.05$  水平差异显著, 字母相同则表示差异不显著。下同。

Note: Values within a column with different superscript capital letters were highly significant different at the 0.01 level; values within a column with different superscript lowercase were significant difference at the 0.05 level; the same letters showed no significant difference. The same below.

表 2 不同类型羊舍内部分小气候环境指标的测定

Table 2 Determination of part microclimate environment indexes in different shed types

羊舍类别 Shed goat type	空气温度/℃ Air temperature	相对湿度/% Relative humidity	NH <sub>3</sub> 浓度/mg·m <sup>-3</sup> NH <sub>3</sub> concentration	CO <sub>2</sub> 浓度/% CO <sub>2</sub> concentration
半开放羊舍 Semi-open goat shed	30.1±3.53 <sup>AaBb</sup>	80.1±7.17 <sup>Aa</sup>	2.86±1.47 <sup>Bb</sup>	0.054±0.012 <sup>Aa</sup>
封闭羊舍 Airtight goat shed	30.9±2.98 <sup>Aa</sup>	74.2±7.96 <sup>Ab</sup>	4.12±1.73 <sup>Aa</sup>	0.053±0.010 <sup>AaB</sup>
移动式羊舍 Mobile goat shed	29.5±3.00 <sup>Bb</sup>	65.3±8.81 <sup>Bc</sup>	1.61±1.20 <sup>Cc</sup>	0.045±0.011 <sup>Bb</sup>

表 3 不同饲养密度羊群主要血清生化指标的测定

Table 3 Determination of goat main serum biochemical indexes in groups of different stocking densities

测定项目 Determined item	测定时间/d Determined time	高密度组 Group of high stocking density	中密度组 Group of medium stocking density	低密度组 Group of low stocking density
免疫球蛋白 G/g·L <sup>-1</sup>	7	0.93±0.15 <sup>Aa</sup>	0.46±0.02 <sup>Bb</sup>	0.62±0.13 <sup>Cc</sup>
	14	0.63±0.04 <sup>Aa</sup>	0.81±0.10 <sup>Bb</sup>	0.74±0.20 <sup>AaBb</sup>
	21	0.74±0.03 <sup>Aa</sup>	0.67±0.02 <sup>Bb</sup>	0.68±0.02 <sup>Bb</sup>
免疫球蛋白 A/g·L <sup>-1</sup>	7	0.52±0.03 <sup>Aa</sup>	0.45±0.02 <sup>Bb</sup>	0.52±0.08 <sup>Aa</sup>
	14	0.55±0.14 <sup>AaBb</sup>	0.65±0.15 <sup>Aa</sup>	0.48±0.02 <sup>Bb</sup>
	21	0.21±0.01 <sup>ab</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.04 <sup>b</sup>
白蛋白/g·L <sup>-1</sup>	7	23.23±2.42 <sup>a</sup>	19.99±2.89 <sup>b</sup>	22.3±2.83 <sup>ab</sup>
	14	18.20±4.87	18.27±2.92	20.69±3.50
	21	19.95±3.26	20.28±2.66	21.43±3.96
总蛋白/g·L <sup>-1</sup>	7	60.11±5.94 <sup>a</sup>	68.83±6.77 <sup>b</sup>	61.86±8.73 <sup>a</sup>
	14	67.28±5.63 <sup>a</sup>	63.11±4.51 <sup>b</sup>	65.40±1.75 <sup>ab</sup>
	21	54.43±6.08	56.24±8.74	57.55±2.83
谷草转氨酶/U·L <sup>-1</sup>	7	98.16±13.62 <sup>Aa</sup>	80.87±6.45 <sup>Bb</sup>	83.23±7.35 <sup>Bb</sup>
	14	90.76±14.06 <sup>a</sup>	81.62±7.29 <sup>ab</sup>	78.14±11.69 <sup>b</sup>
	21	84.95±7.82 <sup>a</sup>	79.08±8.03 <sup>ab</sup>	73.34±11.4 <sup>b</sup>
谷丙转氨酶/g·L <sup>-1</sup>	7	27.35±6.18 <sup>Aa</sup>	10.28±4.13 <sup>Bb</sup>	25.08±5.37 <sup>Aa</sup>
	14	21.63±4.32 <sup>Aa</sup>	13.59±3.72 <sup>Bb</sup>	24.66±4.87 <sup>Aa</sup>
	21	22.89±4.97 <sup>Aa</sup>	15.69±6.73 <sup>Bb</sup>	22.31±3.47 <sup>Aa</sup>
尿素氮/mmol·L <sup>-1</sup>	7	6.66±1.15 <sup>Aa</sup>	4.64±0.41 <sup>Bb</sup>	5.40±1.24 <sup>Bb</sup>
	14	6.17±2.54	5.24±1.07	5.99±1.22
	21	4.64±0.95	5.36±1.27	5.16±0.93
超氧化物歧化酶/U·mL <sup>-1</sup>	7	90.05±14.73	74.42±12.59	75.54±15.04
	14	96.96±9.86	94.16±15.43	100.82±8.75
	21	89.48±19.48	71.43±15.38	74.17±20.75
谷胱甘肽过氧化物酶/U	7	83.33±7.48 <sup>a</sup>	108.95±20.05 <sup>b</sup>	87.24±20.89 <sup>ab</sup>
	14	100.19±8.50 <sup>a</sup>	94.6±9.54 <sup>b</sup>	108.38±13.86 <sup>a</sup>
	21	116.00±15.34	101.33±12.56	93.02±5.58
总胆固醇/mmol·L <sup>-1</sup>	7	2.13±0.53 <sup>a</sup>	1.65±0.38 <sup>b</sup>	1.76±0.29 <sup>ab</sup>
	14	1.80±0.47 <sup>a</sup>	1.22±0.48 <sup>b</sup>	1.63±0.65 <sup>ab</sup>
	21	1.70±0.33 <sup>a</sup>	1.45±0.34 <sup>ab</sup>	1.28±0.53 <sup>b</sup>
肌酐/μmol·L <sup>-1</sup>	7	100.63±15.57 <sup>Aa</sup>	82.56±8.57 <sup>Bb</sup>	95.37±14.55 <sup>ABa</sup>
	14	79.61±8.27 <sup>Aa</sup>	55.05±5.74 <sup>Bb</sup>	77.45±6.43 <sup>Aa</sup>
	21	82.82±5.88 <sup>Aa</sup>	53.63±5.29 <sup>Bb</sup>	66.89±4.93 <sup>Cc</sup>
血糖/mmol·L <sup>-1</sup>	7	0.95±0.41 <sup>a</sup>	1.15±0.37 <sup>ab</sup>	1.56±0.62 <sup>b</sup>
	14	1.12±0.28 <sup>aAaBb</sup>	1.32±0.30 <sup>Aa</sup>	0.88±0.31 <sup>Bb</sup>
	21	0.75±0.35	0.88±0.15	0.72±0.49

**2.1.2 血清转氨酶及尿素氮测定比较** 试验的第 14 天, 各个试验组所测定血清谷草转氨酶的水平差异不显著 ( $P>0.05$ ); 在第 21 天时, 封闭羊舍组谷草转氨酶水平极显著低于半开放羊舍组和移动式羊舍组 ( $P<0.01$ )。半开放羊舍组谷丙转氨酶的测定水平一直高于封闭羊舍和移动式羊舍, 并在试验结束时仍然显著高于其余两组 ( $P<0.05$ )。封闭羊舍组的尿素氮测定水平相比与其他试验组, 在试验期间的 21 d 内一直保持增长态势; 直至最后一次测定时, 封闭羊舍组的尿素氮水平已极显著高于半开放羊舍

组和移动式羊舍组 ( $P<0.01$ ), 半开放羊舍组与移动式羊舍组差异不显著 ( $P>0.05$ )。

**2.1.3 血清抗氧化物酶、总胆固醇、肌酐和血糖的测定比较** 3 个试验组的超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶、总胆固醇和肌酐在试验结束时第 21 天的测定水平差异均不显著 ( $P>0.05$ ); 其中总胆固醇水平在试验的各个测定时期, 一直保持差异不显著 ( $P>0.05$ )。移动式羊舍组的血糖水平显著低于半开放羊舍组 ( $P<0.05$ ), 封闭羊舍组血糖水平与其余两组差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 4 不同饲养密度羊舍内部分小气候环境指标的测定

Table 4 Determination of part microclimate environment indexes in groups of different stocking densities

组别 Group	空气温度/ $^{\circ}\text{C}$ Air temperature	相对湿度/% Relative humidity	$\text{NH}_3$ 浓度/ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\text{NH}_3$ concentration	$\text{CO}_2$ 浓度/% $\text{CO}_2$ concentration
高密度组 Group of high stocking density	30.1 $\pm$ 3.53 <sup>Aa</sup>	80.1 $\pm$ 7.17 <sup>Aa</sup>	2.86 $\pm$ 1.47 <sup>Aa</sup>	0.054 $\pm$ 0.012 <sup>Aa</sup>
中密度组 Group of middle stocking density	29.2 $\pm$ 3.38 <sup>Aa</sup>	76.9 $\pm$ 7.15 <sup>Bb</sup>	1.98 $\pm$ 1.26 <sup>Bb</sup>	0.045 $\pm$ 0.011 <sup>Bb</sup>
低密度组 Group of low stocking density	28.3 $\pm$ 3.35 <sup>Bb</sup>	73.1 $\pm$ 7.26 <sup>Cc</sup>	1.82 $\pm$ 1.14 <sup>Bb</sup>	0.043 $\pm$ 0.008 <sup>Bb</sup>

## 2.2 不同类型羊舍内部分小气候环境指标的测定

由表 2 可知, 试验期间移动式羊舍组的平均气温较低, 极显著低于封闭羊舍 ( $P<0.01$ ), 与半开放羊舍差异不显著 ( $P>0.05$ )。平均相对湿度以移动式羊舍组最低, 其次是封闭羊舍组, 最高为半开放羊舍组, 各试验组差异显著 ( $P<0.05$ ), 其中移动式羊舍组与另 2 组比较差异达极显著 ( $P<0.01$ )。氨气浓度以封闭羊舍组最高, 移动式羊舍组最低, 各试验组差异极显著 ( $P<0.01$ )。二氧化碳浓度以半开放羊舍组较高, 并极显著高于移动式羊舍组 ( $P<0.01$ ), 而与封闭羊舍差异不显著 ( $P>0.05$ )。

## 2.3 不同饲养密度羊群主要血清生化指标的测定

**2.3.1 各种血清蛋白测定比较** 由表 3 可见, 试验期间内高密度组免疫球蛋白 G 水平一直高于其余 2 组; 试验结束时, 高密度组免疫球蛋白 G 极显著高于中密度组和低密度组 ( $P<0.01$ ), 中密度组与低密度组差异不显著 ( $P>0.05$ )。低密度组羊群的免疫球蛋白 A 水平显著高于中密度组 ( $P<0.05$ ), 而高密度组与其余两组差异不显著 ( $P>0.05$ )。白蛋白水平在试验的第 7 天测定结果显示, 高密度组显著高于中密度组 ( $P<0.05$ ), 但随后的 2 次测定均表现为各个试验组差异不显著 ( $P>0.05$ ); 各个试验组第 21 天的总蛋白水平差异不显著 ( $P>0.05$ )。

**2.3.2 血清转氨酶及尿素氮测定比较** 试验开始的第 7 天, 高密度组的谷草转氨酶水平极显著高于中密度组和低密度组 ( $P<0.01$ ), 并在试验的第 21 天显著高于低密度组 ( $P<0.05$ )。第 7 天所测的中密度

组谷丙转氨酶水平极显著低于高密度组和低密度组 ( $P<0.01$ ), 并在试验的第 21 天仍然极显著低于其余 2 组 ( $P<0.01$ )。高密度组的尿素氮测定水平在试验的第 7 天极显著高于其余 2 组 ( $P<0.01$ ), 而在随后 2 次测定中, 各试验组差异不显著 ( $P>0.05$ )。

**2.3.3 血清抗氧化物酶、总胆固醇、肌酐和血糖的测定比较** 试验期间超氧化物歧化酶的测定结果, 在各个试验组之间差异不显著 ( $P>0.05$ ); 谷胱甘肽过氧化物酶在试验的第 21 天, 各个试验组之间也表现差异不显著 ( $P>0.05$ )。高密度组总胆固醇水平和肌酐水平在 3 次测定结果中一直表现较高水平; 在第 21 天测定中, 高密度组羊群胆固醇水平显著高于低密度组 ( $P<0.05$ ), 高密度组羊群的肌酐水平极显著高于其余 2 组 ( $P<0.01$ ), 且中密度组的肌酐水平最低, 极显著低于低密度组 ( $P<0.01$ )。血糖水平在各个试验组的最后测定中差异不显著 ( $P>0.05$ )。

## 2.4 不同饲养密度羊舍内部分小气候环境指标测定

由表 4 可知, 试验数据显示, 随着密度的增加, 各试验组所测的小气候环境参数数值明显呈现逐渐升高态势。其中, 高密度组空气温度、相对湿度、氨气浓度和二氧化碳浓度均极显著高于低密度组 ( $P<0.01$ )。

## 3 讨论

### 3.1 不同羊舍类型及饲养密度对安徽白山羊各种血清蛋白的影响

血清总蛋白由球蛋白和白蛋白两部分组成, 球

蛋白是体内抵御外来病菌的免疫蛋白,主要由免疫球蛋白G和免疫球蛋白A组成;白蛋白是营养物质的载体,可维持血浆渗透压,又是机体蛋白质的一个重要来源,用于修补组织和提供能量<sup>[15]</sup>。血清总蛋白、白蛋白和球蛋白浓度是衡量蛋白质营养的重要指标之一<sup>[5]</sup>。俞纯方等<sup>[16]</sup>的研究结果认为,血清总蛋白、球蛋白含量的提升有利于家兔体重的增加。本研究中,移动式羊舍组血清总蛋白、免疫球蛋白G和白蛋白水平均不同程度高于半开放羊舍组和封闭羊舍组。同时,移动式羊舍组的空气温度、相对湿度、氨气浓度和二氧化碳浓度均低于其余2种羊舍,其中以相对湿度和氨气浓度差别较大。Nazi等<sup>[17]</sup>研究报道,遭受热应激的绵羊血清总蛋白含量比处于冷应激下的绵羊要低。另据刘卫东等<sup>[18]</sup>研究认为动物处于应激时,体内皮质醇分泌增多,皮质醇能使蛋白分解代谢加强,从而使血清蛋白质含量降低。本研究的3个不同饲养密度组,在试验结束时除高密度组免疫球蛋白G水平极显著高于另2组外,其余所测蛋白水平各组差异均不显著;这可能是由于高密度组在试验初始阶段的免疫球蛋白G水平就已经极显著高于另2组造成的,还需进一步试验探究其原因。

### 3.2 不同羊舍类型及饲养密度对安徽白山羊血清转氨酶及尿素氮的影响

谷草转氨酶和谷丙转氨酶主要来自肝脏,是肝脏机能的重要指证,而且与动物生长发育的速度及多方面生产性能有较强的相关性<sup>[19]</sup>。范时军等<sup>[20]</sup>和刘风华等<sup>[21]</sup>研究认为热应激会引起肝细胞的细胞膜通透性增强,进而使细胞内的谷草转氨酶和谷丙转氨酶等酶类释放入血液中,最终引起其在血清中的含量呈不同程度升高。但本研究中,各试验组血清的谷草转氨酶和谷丙转氨酶含量参差不齐,如高密度组的谷草转氨酶显著高于其余2组,而中密度组的谷丙转氨酶却极显著低于其余2组。对照试验所测的舍内空气温度可知,试验中不同羊舍类型和不同饲养密度的羊群所对应的空气温度虽差异显著,但平均值之差并不大,温差不超过2℃。所以,本试验中各组血清谷草转氨酶和谷丙转氨酶的差异不能仅仅归结为气温的变化,可能与试验中的其他因素也有关联。尿素氮占血清非蛋白氮(NPN)的50%,可以较准确地反映动物体内蛋白质代谢情况;蛋白质代谢良好时,血清尿素含量较低<sup>[22]</sup>。Kerr等<sup>[23]</sup>研究认为,热应激对血清尿素氮的变化影响不大。本研究中,封闭羊舍组羊群血清尿素氮含量在试验期间一直攀升,并一直极显著高于半开放羊舍

组和移动式羊舍组。分析封闭羊舍内的小气候环境指标的测量数据发现,试验期间封闭羊舍内的氨气浓度极显著高于其余2组。即氨气浓度可能通过呼吸道进入体内,在一定程度上影响血清尿素氮含量。

### 3.3 不同羊舍类型及饲养密度对安徽白山羊血清抗氧化酶、总胆固醇、肌酐和血糖的影响

超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶是动物体内重要的抗氧化酶,能有效清除体内超氧自由基,保护细胞免受损伤。赵军等<sup>[24]</sup>研究认为热应激使蛋鸡血清超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶的活性下降。本研究的各个试验组,血清中两种抗氧化酶在试验结束时,差异不显著。揭示试验中各个试验组的羊群并未达到较强程度的热应激,这与试验各个羊舍内所测气温的差值较小相吻合。血清总胆固醇含量是机体脂类代谢的反映,血清肌酐含量则能反映机体内肾脏的健康状况。本研究中各试验组的羊群血清总胆固醇和肌酐水平,无论差异显著与否,均在正常值范围内;至于高密度组的总胆固醇水平和肌酐水平,在试验期间内一直显著或极显著高于其余2组,可能是由于饲养密度较大,存在羊只之间争斗等应激因素导致。正常情况下,血糖含量的变化是机体对糖吸收、运转和代谢动态平衡状态的反映<sup>[5]</sup>。热应激会引起糖皮质激素水平大大提高而使动物机体分解代谢加强,从而导致血糖上升以抵御外界高温对机体造成的压力<sup>[25]</sup>。试验的移动式羊舍内羊群的血糖浓度显著低于其余2种羊舍,而半开放羊舍与封闭羊舍内羊群血糖浓度也都在正常值以内,说明试验期间的热应激并不明显。

## 4 结论

本研究显示,不同羊舍类型及饲养密度对安徽白山羊的各项血清生化指标存在着不同程度的影响。3种羊舍组别的舍内小气候环境参数显示,以移动式羊舍内小气候环境较优。试验中,3种羊舍内的空气温度虽然存在一定的差别,但从测定的血清生化指标来判断,舍内的羊群仅产生了轻微的热应激。因此,试验中的3种羊舍在南方地区具有较好的防暑隔热效果。

## 参考文献:

- [1] 张晓东,凌英会,韩春杨,等.安徽白山羊新品系种质特性与遗传多样性分析[J].畜牧与兽医,2012,44(11):5-11.
- [2] 侯翔,魏瑞成,王恬,等.白头翁浸青对肉鸡生产性能、血液指标及免疫指标的影响[J].江苏农业学报,2009,25(1):136-141.

- [3] 白俊艳, 赵淑娟, 庞有志, 等. 河南地方绵羊品种的血清生化指标比较分析[J]. 江苏农业科学, 2010(3): 271-272.
- [4] 伍淳操, 王建华. 乳酸菌和甘露寡糖对断奶仔猪生长及血清生化指标的影响[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(1): 94-99.
- [5] 刘圈炜, 卢庆萍, 张宏福, 等. 持续高温对生长猪血清生化指标及肌肉营养物质含量的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(5): 1207-1213.
- [6] 吴文旋, 段永邦. 补饲精料对贵州黑山羊血浆抗氧化应激能力和生化指标的影响[J]. 家畜生态学报, 2013, 34(1): 60-65.
- [7] 吴敏, 罗军, 姚大为, 等. 日粮中不同蛋白质和 L-赖氨酸水平对西农萨能羊泌乳性能和血浆生化指标的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2013, 49(9): 34-38.
- [8] 何春波, 王党伟, 刘桂琼, 等. 湖北山羊血液生化指标测定及其相关性分析[J]. 中国畜牧杂志, 2012, 48(19): 11-13.
- [9] 王建刚, 宋宇轩, 程雪妮, 等. 杜泊羊主要血清生化指标的测定[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(3): 26-28.
- [10] 张子军, 郭晓飞, 任春环, 等. 一种顶棚升降式休憩羊舍[P]. 中国: ZL 2011 2 0560054.5, 2012-11-14.
- [11] 张子军, 程箫, 任春环, 等. 一种动物喂食装置[P]. 中国: ZL 2011 2 0561553.6, 2012-11-14.
- [12] 张子军, 黄榭锋, 任春环, 等. 一种可移动式简便围栏[P]. 中国: ZL 2011 2 0560077.6, 2012-10-03
- [13] 中国标准出版社第一编辑室. 动物防疫标准汇编. 禽场环境质量标准 (NY/T388-1999)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [14] 鲁琳, 刘凤华, 颜培实. 家畜环境卫生学试验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.
- [15] 岳喜新, 刁其玉, 马春晖, 等. 饲喂代乳粉对羔羊生长性能和血清生化指标的影响[J]. 饲料工业, 2011, 32(1): 20-23.
- [16] 俞纯方, 邓云翔, 许平, 等. 家兔血液生理生化指标与生产力的关系—对 8 个品种家兔血液的测定与分析[J]. 重庆师范学院学报: 自然科学版, 1996, 13(2): 51-55.
- [17] Nazifi S, Saeb M, Rowghani E, et al. The influences of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) and cortisol concentrations[J]. Comparative Clinical Pathology, 2003, 12(3): 135-169.
- [18] 刘卫东, 宋素芳, 岳道友, 等. 油脂对热应激时蛋鸡血液生化指标的影响[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(2): 92-94.
- [19] 杨华, 傅衍, 陈安国, 等. 猪血液生化指标与生产性能的关系[J]. 国外畜牧科技, 2001, 28(1): 34-37.
- [20] 范石军, 韩友文, 李荣文, 等. 家禽热应激机理及其研究进展[J]. 饲料博览, 1996(6): 16-18.
- [21] 刘凤华, 谢仲权, 孙朝龙, 等. 高温对蛋鸡血液生化指标及生产性能的影响[J]. 中国畜牧杂志, 1997, 33(5): 23-25.
- [22] 程发祥, 贾帅兵, 张浩, 等. 暖季放牧条件下羔羊 15 种血清生化指标与体重变化关系的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(7): 56-60.
- [23] Kerr B J, Yen J T, Nienaber J A, et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs[J]. Journal of Animal Science, 2003, 81(8): 1998-2007.
- [24] 赵军, 林英庭, 孙建凤, 等. 饲料中不同水平浒苔对蛋鸡蛋黄品质、抗氧化能力和血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23(3): 452-458.
- [25] 何振华, 何德肆, 解竹军, 等. 不同气温对奶牛血液部分生化指标影响的研究[J]. 湖南畜牧兽医, 2005 (4): 11-13.