

3种南方羊舍夏季小气候环境的对比分析

陈家宏¹, 郭晓飞¹, 黄桢锋¹, 骆仲悦¹, 罗建川¹, 凌英会^{1,2}, 张子军^{1,2*}

(1. 安徽农业大学动物科技学院, 合肥 230036; 2. 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: 在南方炎热的夏季, 羊舍结构和饲养密度是决定羊舍小气候环境条件的关键因素。为了正确评价羊舍类型和合理设计饲养密度, 在最热月连续 12 d 检测了南方地区常见的双坡顶漏缝地板有窗封闭式羊舍、单坡顶漏缝地板半开放式羊舍和课题组自主研发的新型移动式羊舍的空气环境参数。对比检测结果表明, 移动羊舍空气日平均温度、相对湿度、氨气浓度等主要环境参数均极显著低于有窗封闭羊舍和半开放羊舍 ($P < 0.01$); 与有窗封闭羊舍相比, 半开放羊舍空气温度略低, 相对湿度显著较高 ($P < 0.05$), 氨气浓度极显著降低 ($P < 0.01$); 当饲养密度降低 1 倍时 ($0.95 \text{ 只} \cdot \text{m}^{-2}$), 有窗封闭羊舍相对湿度和氨气浓度极显著降低 ($P < 0.01$), 空气温度和二氧化碳浓度也降低; 随着饲养密度的降低, 半开放羊舍主要环境参数均极显著降低 ($P < 0.01$)。综合分析认为, 移动羊舍夏季小气候环境明显优于半开放羊舍和有窗封闭羊舍, 半开放羊舍和有窗封闭羊舍相比各有优缺点, 在一定范围内, 夏季降低饲养密度能有效改善有窗封闭羊舍和半开放羊舍的小气候环境。

关键词: 羊舍; 空气环境; 检测; 南方; 夏季

中图分类号: S827.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2013)05-0710-06

Comparative analysis of air environment in three kinds of goat houses in summer in Southern China

CHEN Jia-hong¹, GUO Xiao-fei¹, HUANG Ya-feng¹, LUO Zhong-yue¹,
LUO Jian-chuan¹, LING Ying-hui^{1,2}, ZHANG Zi-jun^{1,2}

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

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

Abstract: In the hot summer, the structure of goat house and stocking density are the key factors affecting the goat house micro-climate conditions. In order to correctly evaluate the goat types and reasonable design of stocking density, this study examined the air parameters of three goat houses, which were double slope airtight type goat house with windows and slatted floor, single slope semi-open type goat house with slatted floor and mobile goat house. This mobile goat house was designed by our research group independently. The results showed that some indicators of mobile goat house were significantly lower than those of double slope airtight type goat house with windows and slatted floor and single slope semi-open type goat house with slatted floor, such as average temperature, relative humidity and ammonia concentration ($P < 0.01$). Carbon dioxide concentration in mobile goat house was significantly lower than that in other houses ($P < 0.05$). Compared with double slope airtight type goat house with windows and slatted floor, the air temperature of single slope semi-open type goat house with slatted floor was a little lower, but the relative humidity was higher ($P < 0.05$), and ammonia concentration was lower ($P < 0.01$). When the rearing density decreased by one time ($0.95 \text{ head} \cdot \text{m}^{-2}$), relative humidity and ammonia concentration of double slope airtight type goat house with windows and slatted floor were greatly lower ($P < 0.01$), and air temperature and carbon dioxide concentration were also lower. With the decrease of the feeding density, air temperature, relative humidity, ammonia concentration and carbon dioxide concentration significantly decreased in single slope semi-open type goat house with slatted floor ($P < 0.01$). The results indicate that the

收稿日期: 2013-04-12

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

作者简介: 陈家宏, 男, 硕士研究生。E-mail: 779806009@qq.com

* 通信作者: 张子军, 男, 博士, 副教授。E-mail: zhangzijun@ahau.edu.cn

micro-climate environment of mobile goat house is significantly better than that of double slope airtight type goat house with windows and slatted floor and single slope semi-open type goat house with slatted floor in summer. Both semi-open goat house and airtight goat house with windows have their own advantages and disadvantages, and reducing stocking density can significantly improve their micro-climate environment in summer.

Key words: goat house; air environment; test; South of China; summer

南方饲草料资源丰富, 是我国优质山羊肉主产区, 但由于处于亚热带大陆性季风气候与暖温带半湿润气候的过渡地带, 年均气温 14~28℃, 夏季炎热潮湿, THI 大于 70 的月份为 4~6 个月, 大多数地区日平均气温大于 30℃的时间约 30 d, 非常不利于肉羊的健康和生产。环境条件对畜牧业生产的贡献率很大(20%以上), 羊舍的小气候条件对家畜的生长、发育和生产力影响极大, 良好的羊舍环境可显著提高饲养效果和繁殖力, 影响羊舍小气候环境的主要环境因子包括空气温度、相对湿度、气流速度、氨气和二氧化碳浓度等, 其中空气温度又是最主要的温热因子, 在环境因子中占主导地位。南方猪鸡业比较发达, 而养羊业仍然以传统的分散饲养方式为主, 再加上羊只抗病力强、生态幅广、环境应激不明显等原因, 导致羊舍环境调控问题一直不受重视, 有关羊舍小气候环境监测与调控方面的文献报道很少, 尚没有人对南方羊舍小气候环境参数和调控措施做过系统研究。本实验选择南方最常见的有窗封闭式羊舍和半开放式羊舍作为研究对象, 同时以课题组研发的新型移动式羊舍做对照, 在山羊热应激最严重的 7 月份开展系统检测和对比

分析, 以期能为正确评价羊舍类型和合理设计饲养密度提供环境卫生学理论依据。

1 材料与方法

1.1 羊舍结构类型和饲养密度

根据实验目的, 选择了 3 种类型 6 栋羊舍作为研究对象。3 种类型羊舍各有特点: 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羊舍, 具有总投资较小、设施造价低、小环境优良、可随意移动、单元化管理和标准化生产等特点; 双坡顶漏缝地板有窗封闭式羊舍是南方规模化养羊场最常用的一种双坡屋顶、高床漏缝地板、双列式、有窗封闭式砖混结构建筑羊舍, 其小气候环境基本能满足肉用山羊的生产需要, 但有造价较高、夏季闷热等缺点; 单坡顶漏缝地板半开放式羊舍是南方另一种比较常见羊舍类型, 在结构上与双坡顶漏缝地板有窗封闭式羊舍有一个明显区别是有一堵长墙只是 1 m 左右矮墙, 有效地增加了洞开面积夏季利于通风换气, 但冬季不利于保温隔热。6 栋实验羊舍主要建筑参数、结构特点和饲养密度如表 1 所示。

表 1 实验羊舍主要结构特点和饲养密度

Table 1 The structural features and stocking density of the tested goat houses

羊舍号及类别 Goat house No. and type	羊舍尺寸/m×m×m Size of the goat house	羊床高度/m Height of the goat nest	洞开面积/m ² Open area	洞开比例/m ² Open proportion	羊数/头 Goat number	饲养密度/头·m ² Stocking density
1 号 No. 1	5×2.4×1.5	0.3	10.2	30.0%	20	1.67
2 号 No. 2	21×8×3.3	1.0	11.4	3.2%	100	1.90
3 号 No. 3	21×8×3.3	1.0	11.4	3.2%	50	0.95
4 号 No. 4	20.25×5.25×2.4	1.0	23.6	10.8%	63	1.04
5 号 No. 5	20.25×5.25×2.4	1.0	23.6	10.8%	43	0.71
6 号 No. 6	20.25×5.25×2.4	1.0	23.6	10.8%	23	0.38

注: 1 号, 移动式; 2 号, 封闭式; 3 号, 封闭式; 4 号, 半开放; 5 号, 半开放; 6 号, 半开放。

Note: No. 1, mobile goat house; No. 2, double slope airtight type; No.3, double slope airtight type; No. 4, single slope semi-open type; No. 5, single slope semi-open type; No. 6, single slope semi-open type.

1.2 试验期羊只的饲养管理

正式试验于 2012 年 7 月 17 日至 2012 年 7 月 28 日进行, 羊舍内饲养安徽白山羊新类群羊, 试验期内羊群日粮配方保持不变, 所有羊只自由饮水, 有窗封闭羊舍和半开放羊舍均采用人工投料加自由

饮水的全舍饲养方式, 每天饲喂 3 次, 早晨 6:30 饲喂精料和花生秧秸秆、青绿苏丹草等粗饲料, 中午 11:00 和下午 17:00 再各投喂 1 次粗饲料。移动羊舍羊群每天早晨 6:30 饲喂精料, 草架内一次性添加大量饲草, 不限制采食。各羊舍每月清粪 1 次, 自

然通风。

1.3 主要仪器设备

272-A 型干湿温度计、181-F 型最低最高温度计、空气盒气压表 (NO. 2777 中国长春)、QDF-3 型热球式风速仪、ST-80C 数字照度计、HS5618 型积分声级计、722N 可见分光光度计、10 mL 具塞比色管、1 cm 比色皿、NH₃ 吸收管、滴定装置、干燥箱、SI-114 型分析天平。

1.4 采样及测定方法

测定指标包括气温、相对湿度、最高最低温度、气流速度、照度、气压、噪音、NH₃、CO₂。环境质量各种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)^[1-2], 测量方法参照各测量仪器说明书。采样及检测点设在舍内距离地面 1.2 m 的平面上取 5 个点 (梅花分布), 每天在 5:00、14:00 和 20:00 读取数据, 各项指标检测结果计算平均值。

1.5 温湿指数的计算

温湿指数 (THI) 是气温和气湿两者相结合来评价炎热程度地一个指标作:

$THI=0.72(Td+Tw)+40.6$, 式中: Td 为干球温度 (°C); Tw 为湿球温度 (°C)^[3]。

1.6 有效温度的计算

有效温度 (ET) 亦称“实感温度”, 是在人类卫生学中根据气温、气湿、气流 3 个主要温热因素对人综合作用时, 人的主观感觉制定出的一个指标:

$ET=0.35 Td +0.65 Tw$, 式中: Td 为干球温度 (°C); Tw 为湿球温度 (°C)^[3]。

1.7 数据统计方法

数据以平均值±标准差形式表示, 用 Excel 2003 进行图形绘制, 运用 SAS9.1 进行方差分析和多重比较^[4]。

2 结果与分析

2.1 各羊舍空气环境参数测定结果及分析

空气温度是畜舍环境中影响家畜健康最重要的环境参数, 各羊舍空气平均气温明显不同, 1 号 (移动式)、5 号 (半开放式) 和 6 号 (半开放式) 羊舍气温均低于外界 (30.0°C), 而 2 号 (封闭式)、3 号 (封闭式) 和 4 号 (半开放式) 羊舍平均气温均高于外界, 表明 1 号、5 号和 6 号羊舍夏季的降温防暑效果由于另外 3 栋羊舍。相对湿度是仅次于气温的温热环境因子, 本实验测定发现, 除 4 号和 5 号羊舍外, 其他羊舍空气相对湿度均低于外界 (75.2

%), 其中 1 号 (移动羊舍) 最低 (65.3%)。夏季, 舍内气流速度会极大地影响空气温度、相对湿度、NH₃ 浓度和 CO₂ 浓度等环境指标, 测定结果显示, 1 号羊舍气流速度最大 (0.38 m·s⁻¹), 4 号、5 号和 6 号羊舍次之, 2 号和 3 号羊舍最小。NH₃ 浓度和 CO₂ 浓度是对畜舍内空气质量具有指示作用的环境参数, 1 号羊舍 NH₃ 浓度 (1.61 mg·m⁻³) 和 CO₂ 浓度 (0.045%) 均比其他羊舍低, 说明其空气质量最优。通过气温和气湿对羊舍进行综合评价, 各羊舍温湿指数均高于正常安全状态值 (74), 说明夏季最热时期所有羊舍内的羊只均处于热应激状态, 需要采取必要的降温措施。充足的光照有益于羊群的健康和生长繁殖, 移动羊舍和半开放羊舍关照比较充足。各羊舍气压和噪音无较大差异 (见表 2)。

2.2 不同类型羊舍空气环境参数比较

2.2.1 不同类型羊舍内空气环境参数差异显著性分析 如表 3 所示, 与 2 号封闭舍和 4 号半开放舍相比, 移动羊舍的空气温度分别降低了 1.4°C 和 0.6°C; 相对湿度分别降低了 8.9% 和 14.8%, 差异极显著 ($P<0.01$); 氨气浓度分别降低了 2.51 mg·m⁻³ 和 1.25 mg·m⁻³, 差异极显著 ($P<0.01$); 二氧化碳浓度分别降低了 0.006% 和 0.009%, 差异显著 ($P<0.05$)。

与 2 号封闭舍相比, 4 号半开放舍的空气温度降低了 0.8°C, 但差异不显著 ($P>0.05$); 相对湿度升高了 0.9%, 差异达到显著水平 ($P<0.05$); 氨气浓度降低了 1.26 mg·m⁻³, 差异极显著 ($P<0.01$); 二氧化碳浓度有所升高。

2.2.2 不同类型羊舍内空气环境参数变化情况 实验期间, 各羊舍内日平均气温、相对湿度、氨气浓度和二氧化碳浓度由于受外界环境变化的影响而呈波动性变化, 但变化幅度较小、变化规律较稳定 (除阴雨天气温指标明显下降外), 其中变化最稳定的是二氧化碳浓度, 且各羊舍之间无明显的差异变化。

2.3 不同饲养密度羊舍空气环境参数变化情况

2.3.1 不同饲养密度羊舍空气环境参数差异显著性分析 与 2 号封闭舍相比, 3 号封闭舍空气温度降低 0.5°C, 但差异不显著 ($P<0.05$); 相对湿度极显著 ($P<0.01$) 降低了 4.9%; 氨气浓度降低了 1.60 mg·m⁻³, 差异极显著; 二氧化碳浓度也有所降低。

6 号半开放舍空气温度、相对湿度、氨气浓度和二氧化碳浓度分别比 4 号半开放舍降低 1.8°C、7.0%、1.04 mg·m⁻³ 和 0.009%, 差异均达到极显著水平 ($P<0.01$); 5 号半开放舍除空气温度外, 其他各项参数均显著 ($P<0.05$) 低于 4 号半开放舍。

表 2 各羊舍内空气环境参数测定结果及变化范围

Table 2 The results and the change ranges of environmental parameters in the different goat houses

环境参数 Environmental parameter		1 号 No. 1	2 号 No. 2	3 号 No. 3	4 号 No. 4	5 号 No. 5	6 号 No. 6	外界 Outside the house
平均气温/°C	X	29.5	30.9	30.4	30.1	29.2	28.3	30.0
Average temperature	P	25.1~31.5	25.8~32.5	25.6~31.8	26.1~33.2	25.3~32.7	24.7~31.2	24.0~38.6
相对湿度/%	X	65.3	74.2	69.3	80.1	76.9	73.1	75.2
Relative humidity	P	46.6~85.0	60.2~94.3	52.4~86.7	55.2~92.9	53.8~88.9	50.8~87.2	52.2~99.1
气流速度/m·s ⁻¹	X	0.38	0.10	0.16	0.20	0.23	0.28	0.97
Airflow velocity	P	0.02~3.24	0.01~2.03	0.01~2.56	0.01~2.54	0.01~2.78	0.01~2.69	0.03~4.89
NH ₃ 浓度/mg·m ⁻³	X	1.61	4.12	2.52	2.86	1.98	1.82	0.83
Concentration	P	0.05~6.00	0.63~7.57	0.72~6.38	1.33~6.47	0.27~6.67	0.74~4.44	0.56~1.43
CO ₂ 浓度/%	X	0.045	0.053	0.051	0.054	0.045	0.043	0.034
Concentration	P	0.031~0.075	0.032~0.080	0.032~0.075	0.036~0.072	0.031~0.064	0.030~0.062	0.025~0.047
温湿指数	X	79.29	82.29	81.01	81.81	80.25	78.61	80.93
Moisture- temperature index	P	74.15~88.12	76.31~88.12	76.02~87.04	75.66~89.70	74.73~88.26	73.58~87.62	73.50~89.27
有效温度/°C	X	26.1	28.4	27.4	28.2	27.0	25.8	27.4
Effective temperature	P	22.8~31.5	24.5~32.1	24.2~31.3	24.2~33.3	23.3~32.3	22.5~31.7	22.6~32.6
最高温度/°C	X	30.4	32.4	31.6	31.8	30.7	31.5	32.0
Max. temperature	P	25.2~34.4	28.1~38.1	26.0~36.6	27.2~37.0	26.0~36.1	24.6~37.0	24.0~38.8
最低温度/°C	X	26.1	29.6	26.8	28.0	27.3	26.3	26.2
Min. temperature	P	22.2~30.2	24.1~33.2	22.7~31.0	23.6~33.1	23.9~32.5	22.2~31.9	22.2~31.5
照度/lx	X	526.6	50.1	51.1	861.3	848.9	852.9	21428.3
Illumination	P	0~7877	0~262	0~273	0~7007	0~6840	0~7130	0~94200
噪音/dB	X	51.3	57.8	53.7	55.1	52.4	52.3	50.7
Noise	P	39.7~78.9	42.9~74.8	40.3~72.6	43.7~70.6	41.7~68.5	41.7~69.5	38.6~74.2
气压/kPa	X	94.44	94.41	94.42	94.46	94.44	94.47	95.47
Air pressure	P	93.61~94.80	93.60~94.60	93.60~94.65	94.05~94.75	94.00~94.79	94.10~94.74	93.54~95.86

注: X—平均值; P—变化范围。Note: X, average value; P, change range.

表 3 不同类型羊舍内空气环境参数差异显著性分析

Table 3 Analysis of various air indexes in the different types of goat houses

羊舍号 Goat house No.	空气温度/°C Air temperature	相对湿度/% Relative humidity	NH ₃ 浓度/mg·m ⁻³ Concentration	CO ₂ 浓度/% Concentration	饲养密度/只·m ⁻² Stocking density
1 号 No. 1	29.5±3.00 ^{Bb}	65.3±8.81 ^{Bc}	1.61±1.20 ^{Cc}	0.045±0.011 ^{Bb}	1.67
2 号 No. 2	30.9±2.98 ^{Aa}	74.2±7.96 ^{Ab}	4.12±1.73 ^{Aa}	0.053±0.010 ^{ABa}	1.90
4 号 No. 4	30.1±3.53 ^{ABab}	80.1±7.17 ^{Aa}	2.86±1.47 ^{Bb}	0.054±0.012 ^{Aa}	1.04
外界 Outside the house	30.0±4.56 ^{ABab}	75.2±14.26 ^{Ab}			

注: 同列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 difference at the 0.01 level; Values within a column with different superscript lowercases were significant difference at the 0.05 level; the same letters represent no significant difference. The same below.

表 4 不同饲养密度羊舍空气环境参数差异显著性分析

Table 4 Analysis of various air index in goat houses with different stocking densities

羊舍号 Number of goat house	空气温度/°C Air temperature	相对湿度/% Relative humidity	NH ₃ 浓度/mg·m ⁻³ Concentration	CO ₂ 浓度/% Concentration
2 号 No. 2	30.9±2.98 ^{Aa}	74.2±7.96 ^{BCc}	4.12±1.73 ^{Aa}	0.053±0.010 ^{Aa}
3 号 No. 3	30.4±3.00 ^{ABa}	69.3±8.29 ^{Dd}	2.52±1.38 ^{BCbc}	0.051±0.010 ^{ABa}
4 号 No. 4	30.1±3.53 ^{ABab}	80.1±7.17 ^{Aa}	2.86±1.47 ^{Bb}	0.054±0.012 ^{Aa}
5 号 No. 5	29.2±3.38 ^{BCbc}	76.9±7.15 ^{Bb}	1.98±1.26 ^{BCDcd}	0.045±0.011 ^{BCb}
6 号 No. 6	28.3±3.35 ^{Cc}	73.1±7.26 ^{Cc}	1.82±1.14 ^{CDd}	0.043±0.008 ^{Cb}
外界 Outside the house	30.0±4.56 ^{ABab}	75.2±14.26 ^{BCbc}		

2.3.2 不同饲养密度羊舍空气温度变化情况 整个试验期间,各羊舍日平均气温呈波动变化,变化规律较为一致,且受外界环境影响很大,所有羊舍日平均气温都在 24~32℃之间波动,其中,2号封闭舍气温高于3号封闭舍,日平均气温在 28~32℃之间波动;4号半开放舍气温高于5号和6号半开放舍,日平均气温在 26~32℃之间波动。

2.3.3 不同饲养密度羊舍相对湿度变化情况 实验期间各羊舍相对湿度呈波动变化,且变化较为一致,2号和3号封闭舍相对湿度在 65%~80%之间变化,2号封闭舍相对湿度大于3号封闭舍;4号、5号和6号半开放舍相对湿度在 65%~90%之间变化,4号半开放舍相对湿度大于5号和6号半开放舍。

2.3.4 不同饲养密度羊舍氨气和二氧化碳浓度变化情况 各羊舍氨气浓度变化较为一致,2号封闭舍氨气浓度高于3号封闭舍;4号半开放舍高于5号和6号半开放舍。

测试期间各羊舍二氧化碳浓度变化较为稳定,2号和3号封闭舍二氧化碳浓度无明显差异;4号半开放舍二氧化碳浓度高于5号和6号半开放舍。

3 讨论

3.1 外围护结构形式是羊舍小气候环境好坏的决定因素

根据外围护结构形式,可以把畜舍分为棚舍、开放舍、半开放舍、有窗封闭舍和无窗封闭舍5大类。封闭式羊舍舍前有运动场,羊舍透光面积较随意,造成圈舍夏季闷热,冬季阴冷。半开放式羊舍施工简单,用料少,可充分利用自然界的风压获得自然风,通风良好,采光效果好,但受外界恶劣环境条件的影响大,冬冷夏热^[5]。该实验对象选择了1号(移动式)、2号(封闭式)和4号(半开放式)3种不同类型的羊舍,移动羊舍顶棚夹层中填充隔热材料,羊采食与休息区域相对独立,下季外围结构调升 0.3 m,拆卸南北大门。炎热季节或地区,因加强通风换气或门窗洞开,再加以外围护结构的向内传热,舍内气温几乎完全为舍外气温所左右^[5-7],开放式和半开放式畜舍,舍内的空气温度与舍外差异不大,并随季节、昼夜和天气而波动,夏季只可避免强烈的太阳辐射^[6],半开放实验羊舍通风口朝西南方向开放,下午阳光会直射进羊舍,导致羊舍内温度急剧升高;夜晚外界空气相对湿度增大,导致外界平均相对湿度较大半开放舍洞开面积较大,湿度受外界环境影响也很大,且羊群密度较高,所以4号半开放羊舍相对湿度显著高于移动羊舍、2

号封闭羊舍和外界。移动羊舍、封闭羊舍和半开放羊舍之间氨气浓度差异均达到极显著水平,主要是因为移动羊舍和半开放羊舍洞开面积较大,通风效果良好,而封闭羊舍通风较差,但所有羊舍内氨气浓度均远低于参考标准(34 mg·m⁻³)^[4],表明各类羊舍空气质量均符合环境卫生学标准。从结构形式来看,移动羊舍、半开放羊舍和封闭羊舍由于洞开面积和洞开比例依次大幅度降低,导致其内部小气候环境有很大的差异,综合分析认为,移动羊舍是一种南方最理想的羊舍类型,半开放羊舍夏季空气环境条件也较好,但冬季的防寒保暖比较困难,封闭式羊舍夏季必须采取必要的降温防暑措施。

3.2 饲养密度对夏季羊舍小气候环境有重要影响

饲养密度是单位面积饲养动物的数量。在集约化生产条件下,饲养密度是一个比较重要的生产参数,它直接影响畜舍内空气温度、相对湿度、气流速度、有害气体浓度、微生物和尘埃数量。实验选择了2种类型的羊舍:2栋(2号、3号)双坡漏缝地板有窗封闭式羊舍和3栋(4号、5号和6号)单坡漏缝地板半开放式羊舍。2号封闭舍和4号半开放舍各项空气环境参数均高于同类型的其他羊舍,这主要是因为2号封闭舍饲养密度(1.90只·m⁻²)是3号封闭舍(0.95只·m⁻²)的1倍,4号半开放舍(1.04只·m⁻²)羊数>5号半开放舍(0.71只·m⁻²)>6号半开放舍(0.38只·m⁻²),羊舍内的湿气由舍外空气引入以及羊呼吸道、皮肤及舍内水分蒸发产生,氨气是羊消化代谢的产物^[7],在一定条件下,羊群数量越多,空气相对湿度和氨气浓度就越高。另外,饲养密度也影响家畜的采食、饮水、排泄、活动、休息和咬斗行为,还决定家畜的生产性能和单位面积的生产效率,饲养密度过高会影响畜禽的社会行为,导致活动量降低、身体损伤增多和异常行为加剧等^[8]。赵芙蓉等指出,肉仔鸡屠宰率受饲养密度的影响,高密度显著高于中、低密度^[9]。白水莉研究表明,随着饲养密度的升高,肉鸡站立的频次、休息和修饰行为的频次和比例都有降低趋势,增加了肉鸡的热喘,肢体不对称性(FA)都有显著影响,异嗜白细胞与淋巴细胞比值(H:L)显著升高,肉鸡的日增重和采食量降低,料肉比增加^[10]。王宗尉认为,育成猪和哺乳仔猪发病率随饲养密度的增加而增大,饲养密度直接影响哺乳仔猪死亡率大小^[11]。许多人通过研究也发现,随着饲养密度的增大,猪的咬架、攻击、威胁、霸位和咬尾等行为的发生频率就越高,休息的时间就越短^[12-13]。综合认为,通过降低饲养密度来改善羊舍内小气候环境

为有效措施, 但要根据条件合理调整饲养密度, 不要造成不必要的空间浪费, 饲养密度过高或过低都将降低经济效益^[13]。

3.3 夏季羊舍小气候环境调控措施

综合评价, 移动羊舍空气环境优于其他羊舍, 但是移动羊舍日平均温度 (29.5℃)、温湿指数 (79.29) 和有效温度 (26.1℃) 均超过参考标准^[3] (日平均温度 (20~28℃)、温湿指数 (<74) 和有效温度 (25℃)), 其他羊舍已远远高于此标准, 所以要采取相应的措施降低羊舍内的空气温度和相对湿度。目前, 畜舍夏季的降温方法都是通过辐射、传导、对流和蒸发, 散失体热的原理设计的, 主要分为 3 大类: 减少太阳辐射, 如建造遮阳结构; 增加舍内通风, 如纵向机械通风; 应用蒸发降温系统, 如喷雾降温、洒水-风扇系统、洗浴池等^[14]。如韩晶等指出运动场有遮阳设施的羊舍, 其舍内空气温度、相对湿度低、氨气和二氧化碳的含量均比无遮阳设施的羊舍低^[15]; 乔克认为水雾降温在半开放式猪舍可行^[16]; 胥芳等着重阐述了儿种主要温室降温方法, 即通风降温(自然通风和机械通风)、遮阳降温、蒸发降温(湿帘-风机降温、喷雾降温和喷淋降温)及创新型降温技术(机械制冷技术、空气-土壤热交换技术和地下水降温技术)^[17]; 马承伟^[18]等总结了现代农业建筑中夏季已开发与研究的蒸发降温技术, 并指出湿垫风机发展较成熟, 应用广泛, 应继续完善, 同时应开展对细雾降温等其它方式的研究; 汪开英对中国东南地区猪舍夏季各种降温措施进行了试验研究, 试验结果表明, 屋顶遮阳网的降温效果优于其他降温措施, 在高温时段与猪体颈部喷淋结合, 效果更佳^[19]; 曹亚如等提出了猪舍双层多孔砖墙缝隙水帘降温技术, 根据负压与水蒸发物理原理, 充分利用了多孔砖隔音、通风、自然吸水、水扩散速度快、环保等特性, 有效地解决了猪舍夏季降温难、温度控制难这一实际问题^[20]; 王吉庆等研究表明夏季温室内直接采用外遮阳+强制通风+水源热泵的降温措施较好^[21]。在前人研究的基础上, 根据当地气候特点、羊舍结构、技术难易程度、操作成本以及山羊生物学特性等实际情况, 认为可以考虑用保温轻质坚固材料建造移动羊舍, 封闭式羊舍和半开放式羊舍应该加强通风和适当地调整饲养密度, 并考虑使用遮阳网。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 鲁琳, 刘风华, 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.
- [3] 李如治. 家畜环境卫生学[M]. 3 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2004.
- [4] 明道绪. 生物统计附试验设计[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [5] 胡延春, 许宗运. 新疆绵羊环境调控措施探讨[J]. 家畜生态学报, 2002, 23(1): 44-46.
- [6] 崔杰, 薛冰, 张庆治. 牛舍的环境控制[J]. 辽宁畜牧兽医, 2003, (4): 14-15.
- [7] 李保明, 施正香, Zhang G, 等. 丹麦舍饲散养自然通风奶牛舍的空气环境分析[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 231-236.
- [8] 李如治. 家畜环境卫生学(3 版) [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004: 101-103.
- [9] 赵芙蓉, 李保明, 施正香, 等. 笼养肉仔鸡生产性能及其胴体品质影响因素的研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(增刊 2): 112-116.
- [10] 白水莉. 饲养密度和环境富集材料对肉鸡福利状况、生产性能和肉品质的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2009.
- [11] 王宗尉. 舍内环境与猪健康水平多元回归模型分析[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2009.
- [12] 郑飞燕, 梁园连, 唐凡, 等. 饲养密度对保育猪前期生产效果的影响[J]. 湖南畜牧兽医, 2002(5): 3-6.
- [13] 陈友慷, 李治沦, 潘其清, 等. 饲养密度对猪生产效果和行为的影响[J]. 家畜生态学报, 1994, 15(2): 14-17.
- [14] 许云丽, 施正香, 韦秀丽. 夏季奶牛生产降温技术的研究与应用现状[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2006(7): 28-30.
- [15] 韩晶. 夏季运动场遮阳对舍饲肉羊行为及生理指标的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [16] 乔克. 重庆地区半开放式猪舍夏季降温措施研究[D]. 重庆: 西南大学, 2005.
- [17] 胥芳, 邵磊, 陈教料. 降温技术在温室领域的应用[J]. 农机化研究学报, 2009(10): 210-214.
- [18] 马承伟, 黄之栋, 李保明, 等. 农业建筑蒸发降温技术研究与应用现状及展望[J]. 农业工程学报, 1995, 11(3): 95-100.
- [19] 汪开英, 苗香雯, 崔绍荣, 等. 中国东南地区猪舍夏季降温效果的实验研究[J]. 农业机械学报, 2002, 33(3): 80-83.
- [20] 曹亚如, 张建. 猪舍双层多孔砖墙缝隙水帘降温技术[J]. 养猪, 2009(2): 42-43.
- [21] 王吉庆, 张百良. 儿种降温措施在温室夏季降温中的应用研究[J]. 农业工程学报, 2006(9): 257-259.