

动物园部分野生动物馆内空气质量检测*

伍清林^{1**} 金兰梅¹ 李明杰² 邓长林² 周正凯² 陆松兵¹ 杨飞¹ 丁娇娇¹ 田红艳¹

(¹金陵科技学院动物科学与技术学院 南京 210038)

(²南京红山森林动物园 南京 210037)

摘要 为向动物园预防动物疾病、保障动物健康提供科学依据,采用环境检测方法对南京红山森林动物园的鹦鹉馆、孔雀馆和袋鼠馆进行空气质量检测。结果显示,氨气(NH₃)的含量,鹦鹉馆内春、夏、秋、冬分别为2.69、4.61、3.07、5.48 mg/m³,孔雀馆内分别为1.66、0.98、0.66、1.15 mg/m³,袋鼠馆内分别为1.66、2.51、1.47、2.20 mg/m³;硫化氢(H₂S)的含量,鹦鹉馆内春、夏、秋、冬分别为0.015 9、0.016 3、0.017 0、0.027 3 mg/m³,孔雀馆内分别为0.029 4、0.077 6、0.050 7、0.036 1 mg/m³,袋鼠馆内分别为0.004 2、0.005 1、0.009 5、0.007 4 mg/m³;细菌总数,鹦鹉馆内春、夏、秋、冬分别为15.40×10³、21.53×10³、20.91×10³、7.73×10³ cfu/m³,孔雀馆内分别为25.20×10³、42.61×10³、42.18×10³、29.40×10³ cfu/m³,袋鼠馆内分别为10.70×10³、19.8×10³、2.86×10³、4.34×10³ cfu/m³。动物舍空气环境中细菌菌落总数、氨气、硫化氢的浓度与温度、湿度呈正相关,与风速呈负相关。空气环境质量也受动物饲养方式、饲养的数量和饲料的质量影响。图3 表2 参13

关键词 动物园; 空气质量; 氨气; 硫化氢; 细菌总数

CLC X174 : X823

Room Air Quality for Wild Animals in Nanjing Hongshan Forest Zoo*

WU Qinling^{1**}, JIN Lanmei¹, LI Mingjie², DENG Changlin², ZHOU Zhengkai², LU Songbing¹, YANG fei¹, DING Jiaojiao¹ & TIAN Hongyan¹

(¹College of Animal Science, Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China)

(²Nanjing Hongshan Forest Zoo, Nanjing 210037, China)

Abstract In order to collect the data of the air quality, control the disease in animals, and provide the scientific basis for protecting animals' health, the air quality of animals' houses in Nanjing Hongshan Forest Zoo was continuously detected. The air was collected from rooms of parrots, peacocks and kangaroos. The ammonia concentrations in spring, summer, autumn and winter were as following: 2.69, 4.61, 3.07 and 5.48 mg/m³ in the parrots' room; 1.66, 0.98, 0.66 and 1.15 mg/m³ in the peacocks' room; 1.66, 2.51, 1.47 and 2.20 mg/m³ in the kangaroos' room, respectively. The hydrogen sulphide concentrations in spring, summer, autumn and winter were: 0.015 9, 0.016 3, 0.017 0 and 0.027 3 mg/m³ for parrots; 0.029 4, 0.077 6, 0.050 7 and 0.036 1 mg/m³ for peacocks; 0.004 2, 0.0051, 0.0095 and 0.0074 mg/m³ for kangaroos, respectively. The bacterial counts in spring, summer, autumn and winter were 15.40×10³, 21.53×10³, 20.91×10³ and 7.73×10³ cfu/m³ for parrots; 25.20×10³, 42.61×10³, 42.18×10³ and 29.40×10³ cfu/m³ for peacocks; 10.70×10³, 19.8×10³, 2.86×10³ and 4.34×10³ cfu/m³ for kangaroos, respectively. These founding indicated that the air quality was influenced by temperature, humidity, and wind speed, but also by feeding practice, animal density and feed quality. Fig 3, Tab 2, Ref 13

Keywords zoo; air quality; ammonia; hydrogen sulphide; bacterial count

CLC X174 : X823

环境是一切生物赖以生存的必要条件, 动物养殖环境

收稿日期: 2011-12-04 接受日期: 2012-03-06

*江苏省教育厅高校科研成果产业推进工程基金项目(No. JH08-13), 2009年江苏省大学生实践创新训练计划项目(No. 40700027)和金陵科技学院教育教学改革研究项目(No. TY091007) Supported by the Department of Education of Jiangsu, China (No. JH08-13), the College Students' Practice and Innovation Training Project of Jiangsu in 2009 (No. 40700027) and the Jinling Institute of Technology (No. TY091007)

**通讯作者 Corresponding author (E-mail: wuqinglin06@163.com; wql@jit.edu.cn)

的优与劣, 直接受影响的是动物, 但间接影响的是人类。在畜牧业生产中, 环境因素对动物的影响通常占20%~35%, 因此, 动物环境的质量对于养殖业非常重要^[1]。动物舍内空气中的微生物来源于动物本身包括粪便和其它排泄物、垫料、饲料甚至饲养人员等, 其中粪便为重要来源^[2]。密闭的动物舍内的有害气体比较多, 其中主要是氨气(NH₃)和硫化氢(H₂S)等。NH₃是由畜禽粪尿中的含氮有机物在尿素酶的作用下分解产生, 如果通风换气不好, 就会造成NH₃等有害气体大量蓄积, 对动物和人类的健康造成极大的威胁, 严重地

影响着家畜的健康和生产性能的发挥,而且还会导致环境酸化、土壤和地表水的污染以及全球变暖^[3]。H₂S则主要来自含硫有机物(粪尿、垫草和饲料等)的分解,是强烈的神经毒物,长期处于低浓度的H₂S环境中,将对大脑功能特别是中枢神经系统造成损伤^[4]。因而,空气中的微生物数目、菌谱和有害气体是评价空气质量及其危害人和动物健康程度的重要指标^[5]。

本研究选择南京红山森林动物园密闭和半开放的圈养的野生动物舍为实验点,对其环境空气质量进行检测,以期对动物园预防动物疾病、提高动物福利、保障动物健康提供科学依据,从而进一步改善饲养管理,促进动物与环境的和谐。

1 材料与方法

1.1 试验点动物的饲养情况

在南京红山森林动物园选择全封闭式的鸚鵡馆、半开放式袋鼠馆和开放式的孔雀馆为测试点。鸚鵡馆长轴为东西走向,整体为全封闭式结构,南墙主体为玻璃,北墙近顶棚有小窗可供通风,内部由钢绳网分隔成众多笼舍,空气彼此流通。馆内饲养鸚鵡50只左右,主要品种有虎皮鸚鵡、小五彩鸚鵡、金刚鸚鵡、灰鸚鵡、大白凤头鸚鵡等。孔雀馆则采用开放的散养方式,以运动场为主要活动区,包括饮食、休憩、娱乐都在此进行,运动场上有密林覆盖,夏天几乎没有太阳,北面建有封闭式饲养舍,主要供夜间就巢和躲避恶劣天气之用,馆藏蓝孔雀、绿孔雀、白孔雀共计300只左右。袋鼠馆为南北对开双列式馆舍,户外为袋鼠的运动场,每列馆舍之间有门相通,每间馆舍均有一扇窗户用以通风散热。但北面背阴,南面朝阳,北面馆舍接触阳光较少,而南面较多。饲养袋鼠种类主要有赤大袋鼠和灰大袋鼠。数量共计50只左右,采用馆舍饲养和运动场放养相结合的饲养方式。各馆均配有专职饲养员,负责馆内的清洁卫生、环境控制、饲料给喂等工作。场馆的日常消毒工作则主要有园内兽医负责,常用的消毒药品主要有两种,双链季铵盐碘消毒液和聚维酮碘溶液。定期喷雾消毒,每周一次,遇下雨延期。

1.2 试验设计

在鸚鵡、袋鼠和孔雀馆各设3个采样点,鸚鵡馆在室内由里向外分别编号为A、B、C(C点靠近门口);孔雀馆在运动场设两个点(编号A、B)、舍内一个点(编号C);袋鼠馆在运动场设一个点(编号A)、南面馆舍(向阳)设一个点(编号B),北面馆舍(背阴)设一个点(编号C)。试验于2010年9月至2011年7月进行,分春夏秋冬4个季节测定,春季在4月,夏季在7月,秋季在10月,冬季在1月。每次连续3 d定时定点,即每季度14~16日,每天8:00~10:00,取空气样品和测定相应环境的指标,并计算平均值。

1.3 实验材料

普通营养琼脂培养基(NA)、麦康凯琼脂培养基

(MAC)、S.S琼脂培养基、甘露醇氯化钠琼脂培养基(MSA)、兔鲜血琼脂培养基(采用营养琼脂与兔鲜血5%混合配置而得),显色液、氨气吸收液(0.005 mol/L硫酸溶液)、酒石酸钾钠溶液(500 g/L)、氨标准溶液纳氏试剂,硫化氢吸收液、混合(1.00 mL含2.00 μg氨)、硫化钠、过氧化氢、磷酸氢二铵溶液、硫代硫酸钠标准溶液(0.010 0 mol/L)、碘溶液(0.01 mol/L)、0.5%淀粉溶液、1:1盐酸溶液、硫化氢标准溶液(1.00 mL含1 μg硫化氢)、重铬酸钾基准溶液(0.100 0 mol/L)、无水碳酸钠等试剂。

DT-8820型多功能测量仪、DT-619型风速-温度测量仪(深圳华盛昌机器实业有限公司)、CD-2A型大气采样器(北京检测仪器有限公司)、722型分光光度计、超净操作台、光学显微镜等实验仪器。

1.4 实验方法

1.4.1 动物场馆内空气环境中细菌总数测定 参照中华人民共和国国家标准公共场所空气微生物检验方法细菌总数测定中的自然沉降法^[6]。在鸚鵡、孔雀、袋鼠各个馆各采样点分别放NA、MAC、S.S、MSA、兔鲜血琼脂等5种培养基。琼脂平板于离地高度为1.2 m,打开平皿盖暴露空气中10 min,盖好平皿盖,用记号笔记录好每个舍编号及监测点位置。然后置37℃恒温温箱中培养48 h。培养后对平皿上的细菌菌落进行计数,求出平均菌落数,以每平皿菌落数(cfu/m³)报告结果。

按奥氏公式计算菌落总数: $C = 50000 N/AT$, 式中, C—每立方米菌落总数(cfu/m³); N—每皿菌落数(个); A—培养皿面积(cm²); T—采样时间(min)。

1.4.2 氨气浓度测定样本采集和浓度测定 在采样点,使用CD-2A型大气采样器于中央用一个装有10 mL吸收液(0.005 mol/L的H₂SO₄溶液),以0.5 L/min流量,采集5 L空气样品并及时记录采样点的温度和大气压。采样后于室温保存,24 h内分析。参照文献[7]进行浓度测定。利用最小乘二法计算回归方程得: $Y = 0.0120X + 0.0446$, 参照绘制的标准曲线进行计算分析。

1.4.3 硫化氢浓度测定样本采集和浓度测定 在采样点,使用CD-2A型大气采样器于中央用一个装有10 mL吸收液(硫酸镉、氢氧化钠和聚乙烯醇磷酸铵的水溶液混合物)的大型气泡吸收管,以0.5~1.5 L/min流量,避光采集30 L空气样品并及时记录采样点的温度和大气压,最大采样时间不超过1 h。样品置于暗处保存,6 h内分析。参照文献[7]进行浓度测定。利用最小乘二法计算回归方程得: $Y = 0.0841X + 0.01774$, 参照绘制的标准曲线进行计算分析。

1.4.4 温度、湿度、风速和气压的测定 在测定硫化氢和氨气含量时,使用DT-8820型多功能测量仪测定温、湿度,使用DT-619型风速-温度测量仪测定风速,使用精密空盒气压表

测定气压,并记录数据。

1.5 数理统计

用SPSS13.0软件对数据进行分析,差异显著性检验采用单因素方差分析,多重比较采用LSD法。空气微生物数据属非正态分布性,所以动物舍内细菌菌落采用了中间值(Median)表示^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同季节动物馆舍的环境指标

不同的季节不同的动物馆不同的采样点,环境指标中的温、湿度不一致,风速不同。在春、夏、秋3个季节内密闭式的鸚鵡馆舍内不同的观测点,温度变化没有差异性,冬季C采样点与A采样点差异显著($P<0.05$);湿度在春季的3个采样点差异显著($P<0.05$),秋季接近门的C采样点湿度增大;风速在秋季C采样点与AB采样点均有差异性($P<0.05$)。孔雀为开放式散养,运动场A、B与室内C采样点环境温度

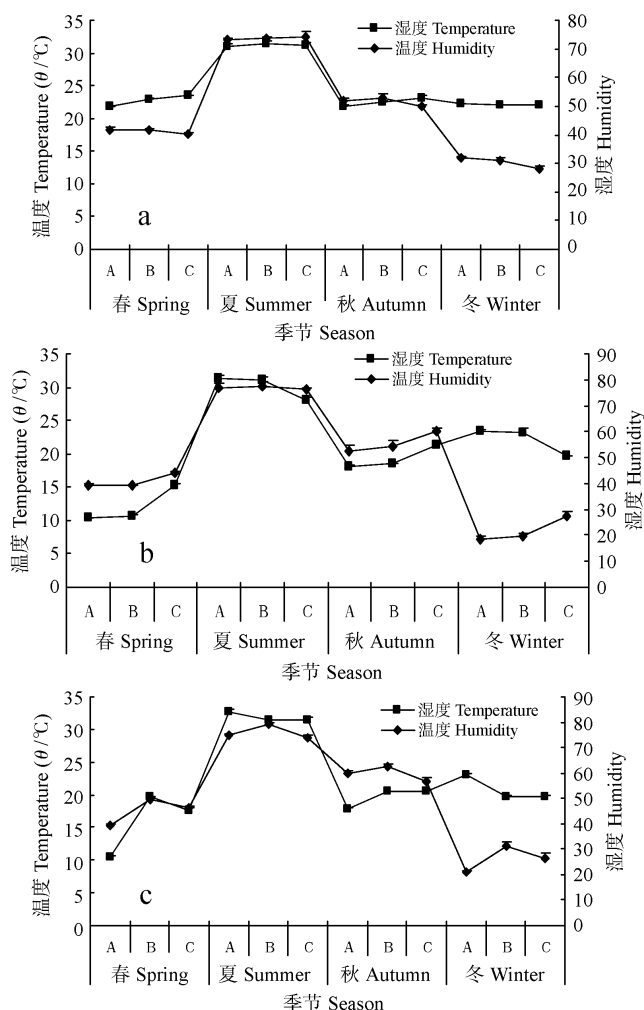


图1 鸚鵡馆(a)、孔雀馆(b)和袋鼠馆(c)内温度、湿度的变化
Fig. 1 Changes of temperature and humidity in parrots' (a), peacocks' (b) and kangaroos' (c) rooms

在春、秋、冬季均有差异性($P<0.05$),一年四季运动场A、B与室内C采样点的湿度和风速均有差异性($P<0.05$)。袋鼠馆为半开放式的,在春、冬季节3个采样点温度差异显著($P<0.05$),夏季向阳的馆舍B与运动场A和背阴的馆舍C有差异性($P<0.05$),秋季背阴的馆舍C与运动场A和向阳的馆舍B有差异性($P<0.05$);湿度在春、冬季节3个采样点差异显著($P<0.05$),秋季运动场的湿度显著低于两个馆舍内;风速在一年四季运动场A与向阳的馆舍B无差异,与背阴的馆舍C有差异性($P<0.05$)。气压在1 012.9~1 013.9范围内。结果见图1和图2。

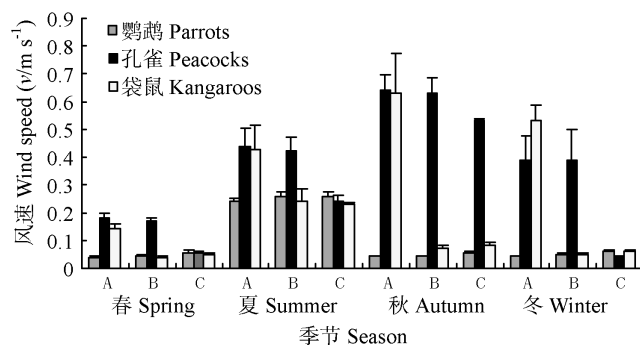


图2 鸚鵡馆、孔雀馆、袋鼠馆内风速的变化
Fig. 2 Changes of wind speed in parrots', peacocks' and kangaroos' rooms

2.2 环境空气中细菌菌落总数

不同的动物舍不同的采样点细菌菌落总数不同,相同的动物舍不同的季节细菌菌落总数差异明显。3种动物馆内细菌菌落总数为孔雀馆(34.85×10^3 cfu/m³) > 鸚鵡馆(16.39×10^3 cfu/m³) > 13.05×10^3 cfu/m³;细菌菌落总数最高的是夏季孔雀馆内的B采样点,为 52.75×10^3 cfu/m³;最低的是冬季袋鼠馆内的A采样点,为 0.5×10^3 cfu/m³。造成这种差异的原因主要与饲养数量有关,孔雀馆饲养孔雀数量多,密度大,虽然是散养细菌菌落总数还是较高,B采样点是孔雀群的主要巢舍与休息区,因此菌落总数最高;鸚鵡是密闭饲养,各采样点细菌菌落总数差异不大;袋鼠是半散养方式,场地大饲养数量少,细菌菌落总数相对较少,A采样点是运动场,细菌菌落总数最少。

鸚鵡馆内细菌菌落总数是夏季>秋季>春季>冬季,孔雀馆内是夏季>秋季>冬季>春季,袋鼠馆内夏季>春季>冬季>秋季。结果见表1。

2.3 环境空气中NH₃、H₂S的含量

由表2可知,不同的动物种类饲养方式不同,环境中NH₃含量不同,在同种动物的不同的采样点,空气中NH₃的含量不同,不同的季节NH₃含量有差异。鸚鵡馆是全封闭式,室内的NH₃含量相对较高,冬季最高;在A采样点是鸚鵡相对集中的地方,NH₃含量高于B、C采样点,差异显著($P<0.05$),C点

表1 动物舍内、外环境空气中的细菌菌落总数

Table 1 The total bacterial counts [$n(\text{cfu})/10^3 \text{ m}^{-3}$] in air of internal and external environments of animals' rooms

季节 Season	动物舍 Animal house	NA	MSA	MAC	SS	血培养基 Blood medium
春季 Spring	鹦鹉 Parrot	15.4	11.53	0.65	0.16	7.92
	孔雀 Peacock	25.2	14.1	10.36	0.83	4.03
	袋鼠 Kangaroo	10.7	9.75	0.47	0.34	7.89
夏季 Summer	鹦鹉 Parrot	21.53	12.43	4.2	0.5	5.03
	孔雀 Peacock	42.61	20.01	41.07	11.67	8.7
	袋鼠 Kangaroo	19.8	15.75	6.6	1.95	8.31
秋季 Autumn	鹦鹉 Parrot	20.91	9.57	10.02	0.37	6.95
	孔雀 Peacock	42.18	14.51	24	10.13	6.46
	袋鼠 Kangaroo	2.86	1.28	0.2	0.83	4.48
冬季 Winter	鹦鹉 Parrot	7.73	6.77	0.86	0	11.12
	孔雀 Peacock	29.4	9.06	21.29	5.61	9.65
	袋鼠 Kangaroo	4.34	3.42	0.36	0.04	1.59

离门较近, NH_3 含量相对较低. 袋鼠馆为半开放式的, 馆舍与馆舍之间不完全间隔, 有一门可以流通, 在春秋两季差别不大, 在夏季运动场A采样点与向阳的室内B采样点 NH_3 无差异 ($P>0.05$), 与背阴的室内C采样点差异显著 ($P<0.05$), 在冬季运动场A采样点 NH_3 低于室内B、C采样点 ($P<0.05$). 孔雀馆饲养的各种孔雀是展出与饲养为一体的, 有内外2个运动场 (A、B采样点) 和厩巢舍 (C采样点), 白天孔雀在运动场上活动, B采样点数量最多, 晚上和下雨在巢舍内, NH_3 含量春、夏、冬3个季节A、B、C采样点差异均显著 ($P<0.05$). 3种动物馆舍内所测 NH_3 含量密闭舍内最高, 但均小于 15 mg/m^3 , 符合畜禽场环境质量标准^[9].

不同动物不同采样点 H_2S 的含量也不同, 春、夏季节鹦鹉馆内A、B采样点 H_2S 的含量高于C采样点 ($P<0.05$); 夏、秋季节孔雀馆的厩巢舍 H_2S 的含量高于内外2个运动场, 3个采样点均有差异性 ($P<0.05$); 秋冬季节袋鼠馆3个采样点 H_2S 的含量均有差异性 ($P<0.05$). 整体比较, 孔雀馆内空气中的 H_2S 的含量高于鹦鹉馆和袋鼠馆. 各馆检测结果均小于 10 mg/m^3 ,

不会对人和动物造成危害^[10].

2.4 动物馆内的环境指标与 NH_3 、 H_2S 和细菌总数的关系

空气温度和相对湿度对空气微生物的存活力有一定的影响, 空气温度对空气细菌水平的影响取决于微生物的种类和取样环境, 而相对湿度能够增加空气细菌的水平, 空气细菌浓度随着温度的增加而增加^[11]. 本研究结果得出细菌总数与温湿度呈正相关, 与风速呈负相关 (图3). 馆舍内温度高、湿度大则细菌总数高, 风速大则细菌总数低.

用SPSS13.0软件对环境指标与 NH_3 、 H_2S 含量进行相关性分析, 得出: 不同的动物馆舍内温、湿度与舍内的有害气体 NH_3 和 H_2S 的浓度呈正相关, 馆舍内温度高、湿度大, NH_3 和 H_2S 的浓度越高, 馆舍内风速与有害气体 NH_3 和 H_2S 的浓度呈负相关, 风速大则有害气体 NH_3 和 H_2S 的浓度降低.

春季鹦鹉馆内的湿度与 NH_3 相关系数 $r=0.856$ ($P<0.05$), 风速与 NH_3 的相关系数 $r=-0.668$ ($P<0.05$), 有显著相关性; 孔雀馆内的温度与 NH_3 相关系数 $r=0.898$

表2 鹦鹉馆、孔雀馆、袋鼠馆内 NH_3 、 H_2S 的含量

Table 2 The concentrations of NH_3 and H_2S in the rooms of parrots, peacocks, and kangaroos

动物舍 Animal house	季节 Season	NH_3			H_2S		
		A	B	C	A	B	C
鹦鹉 Parrot	春 Spring	3.74±0.14 ^a	2.83±0.15 ^b	1.49±0.32 ^c	0.016±0.00026 ^a	0.017±0.00061 ^a	0.014±0.0009 ^b
	夏 Summer	4.76±0.082 ^a	4.72±0.14 ^{ab}	4.34±0.12 ^b	0.017±0.00047 ^{ab}	0.017±0.00049 ^a	0.015±0.00026 ^b
	秋 Autumn	3.22±0.061 ^a	3.04±0.036 ^{bc}	2.96±0.047 ^c	0.016±0.0022	0.019±0.00047	0.017±0.00095
	冬 Winter	5.42±0.11 ^{bc}	5.85±0.067 ^a	5.16±0.094 ^c	0.027±0.0014	0.028±0.00059	0.026±0.00087
孔雀 Peacock	春 Spring	0.48±0.052 ^c	0.85±0.031 ^{bc}	3.65±0.92 ^a	0.025±0.0017	0.032±0.0015	0.031±0.0026
	夏 Summer	0.74±0.043 ^c	0.87±0.045 ^{bc}	1.3±0.17 ^a	0.066±0.0033 ^c	0.070±0.001 ^{bc}	0.095±0.028 ^a
	秋 Autumn	0.52±0.022	0.71±0.046	0.75±0.11	0.028±0.00047 ^c	0.032±0.0014 ^{bc}	0.084±0.002 ^a
	冬 Winter	0.80±0.024 ^c	0.93±0.062 ^{bc}	1.72±0.13 ^a	0.033±0.0032	0.034±0.001	0.042±0.0032
袋鼠 Kangaroo	春 Spring	1.49±0.14	1.55±0.10	1.84±0.16	0.0042±0.00071	0.0044±0.00039	0.0045±0.0011
	夏 Summer	2.30±0.021 ^b	2.34±0.018 ^b	2.88±0.024 ^a	0.0045±0.00034	0.0050±0.00074	0.0054±0.00057
	秋 Autumn	1.49±0.27	1.32±0.047	1.6±0.068	0.0081±0.00049 ^b	0.0093±0.0005 ^{ab}	0.01±0.00042 ^a
	冬 Winter	1.35±0.32 ^b	2.41±0.012 ^a	2.85±0.14 ^a	0.0077±0.00003 ^{ab}	0.0092±0.00036 ^a	0.0054±0.0011 ^b

同行肩部字母不同者为差异显著 ($P<0.05$), 相同者为差异不显著

The data with different letters in the same line indicate significant difference at $P<0.05$, and the data with same letters indicate no significant difference

($P<0.01$), 湿度与 NH_3 相关系数 $r=0.888$ ($P<0.01$), 风速与 NH_3 相关系数 $r=-0.815$ ($P<0.01$).

夏季鸚鵡馆内的湿度与 NH_3 相关系数 $r=0.856$ ($P<0.05$); 孔雀馆内的湿度与 NH_3 相关系数 $r=0.863$ ($P<0.01$), 湿度与 H_2S 相关系数 $r=0.952$ ($P<0.01$), 风速与 H_2S 相关系数 $r=-0.844$ ($P<0.01$).

秋季鸚鵡馆内的温度与 H_2S 相关系数 $r=0.778$ ($P<0.05$); 孔雀馆内的温度与 H_2S 相关系数 $r=0.696$ ($P<0.05$), 湿度与 H_2S 相关系数 $r=0.98$ ($P<0.01$), 风速与 H_2S 相关系数 $r=-0.963$ ($P<0.01$); 袋鼠馆内湿度与 H_2S 相关系数 $r=0.669$ ($P<0.05$).

冬季孔雀馆内的温度与 NH_3 相关系数 $r=0.8$ ($P<0.05$), 湿度与 NH_3 相关系数 $r=0.956$ ($P<0.01$), 风速与 NH_3 相关系数 $r=-0.778$ ($P<0.05$), 温度与 H_2S 相关系数 $r=0.864$ ($P<0.01$), 湿度与 H_2S 相关系数 $r=0.691$ ($P<0.05$), 风速与 H_2S 相关系数 $r=-0.769$ ($P<0.05$); 袋鼠馆内湿度与 NH_3 相关系数 $r=0.866$ ($P<0.01$), 风速与 NH_3 相关系数 $r=-0.914$ ($P<0.01$).

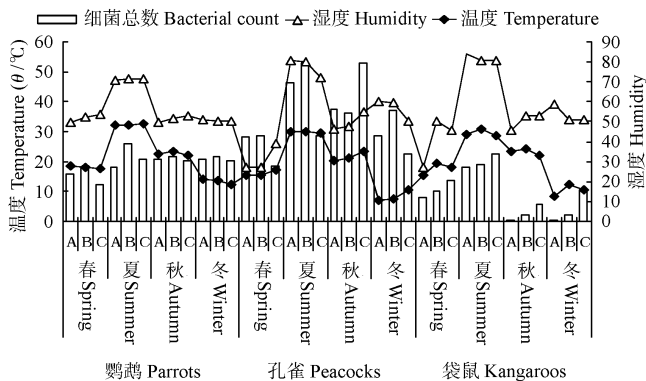


图3 3种动物馆舍内温度、湿度变化与细菌总数的关系
Fig. 3 The relationship between temperature, humidity and total bacterial counts in animals' rooms

3 小结与讨论

3.1 带有异常气味的气体大多是有害气体,它不仅会污染养殖舍内的空气,导致疾病的传播,还会导致养殖场区和附近居民区空气质量的下降,对居民的健康也会造成一定的威胁^[12]. 动物园是圈养野生动物的重要场所,动物种类多、种间差异大、群体数量少,但在饲养、繁殖过程中必然会产生有害气体. 因此,研究如何控制野生动物养殖过程中产生的气味是环境控制的一个重要的方面. 本研究得出鸚鵡馆 NH_3 的含量最高,特别是冬季,原因是鸚鵡馆舍是全封闭式的,空气不流通影响粪便中的氨气排放造成的. H_2S 主要来自于粪中微生物还原的硫酸盐,当动物采食富含蛋白质的饲料而消化不良时,可由肠道排出大量的 H_2S . 同时,粪中的 H_2S 散发量受日粮中硫的含量、粪中 H_2S 的浓度、粪pH值、好氧菌或厌氧菌的发酵、温度、通风状况等因素的影响^[13]. 夏季孔雀馆内

的厩巢舍C监测点 H_2S 浓度最高,是因为孔雀的饲料中富含蛋白质较高,没有完全被吸收,在温度高的时候经细菌发酵,加之厩巢舍通风状况差而引起的.

3.2 动物舍环境的微生物污染来源首先是动物本身,他们通过粪便、体表、呼吸和运动向周围环境散发微生物. 这提示人们,为了减少舍内菌群含量,须采取合理的养殖方式和密度,采取必要的舍内通风、消毒措施. 本研究测定了3个动物馆舍的细菌总数,对照中华人民共和国农业行业标准畜禽场环境质量标准,孔雀馆的细菌总数超标,其他均在规定范围内. 原因是孔雀饲养数量大,地面平养,以运动场为主要活动区,特别是B采样点,是孔雀群的主要采食、就巢舍与休息区. 运动场上有茂密的大树遮阴,全天不见阳光,孔雀在地面上运动,体内某些病原微生物排出体外,容易产生大量的微生物气溶胶. 袋鼠馆的A采样点也是运动场,但场地大,饲养数量少,自然空气流通,有充分的光照,空气中细菌含量最低. 鸚鵡馆是全封闭式,通风条件较差,光照不足,适宜细菌生长繁殖,但饲养数量少,又是笼养,因此,空气中细菌含量没有超标.

3.3 综合分析,影响鸚鵡、孔雀、袋鼠馆内的细菌菌落总数、 NH_3 和 H_2S 浓度的因素是多方面的. 阳光照射不足,通风情况较差, NH_3 和 H_2S 浓度高,细菌易于繁殖. 鸚鵡、孔雀均为鸟禽类,鸚鵡馆内空气中 NH_3 浓度整体高于孔雀馆,主要有两方面原因. 一是与饲养管理方式有关:孔雀除了晚上就巢,白天通常都放在外运动场任其自由活动;鸚鵡饲养于封闭馆内,不通风,饲料、粪尿等在馆内,而这些正是 NH_3 的主要来源. 二是与环境温、湿度有关:采样时鸚鵡馆的温度、湿度均高于孔雀馆,由于 NH_3 易溶于水,因此高温、高湿也会加大 NH_3 浓度. 但在同样的鸚鵡馆,C采样点因靠近门口, NH_3 和 H_2S 浓度就低于其它饲养舍,这是靠近门口处通风条件较好的缘故;孔雀馆中B采样点因位于主要就巢舍内, NH_3 和 H_2S 浓度均高于其它舍. 风速大的地方,所含的细菌、 NH_3 和 H_2S 含量比较少;温湿度比较高的地方细菌相对含量较高. 因此,建议建造野生动物圈舍要依据环境卫生的标准,充分考虑动物的健康和福利,合理的规划与布局各种动物舍之间的功能联系,各种动物舍应背风向阳,便于采光与通风,充分利用阳光中的紫外线的杀菌作用,促进动物的健康生长.

References

- Lou YJ (娄玉杰), Zhou HZ (周海柱). Beef cattle field environment quality and its evaluation. *Mod J Anim Husbandry & Vet Med* (现代畜牧兽医), 2010 (2): 26~27
- Chai TJ (柴同杰), Zhao YL (赵云玲), Liu WB (刘文波), Liu H (刘辉). The resistance against antibiotics of bacteria from a poultry house and their spreading to surroundings of the house. *Chin J Preventive Vet Med*

- (中国预防兽医学报), 2003, **25** (3): 209~214
- 3 Zhu ZP (朱志平), Dong HM (董红敏), Shang B (尚斌), Kang GH (康国虎), Zhu HS (朱海生), Shi Y (石谊). Measurement of ammonia and nitrous oxide concentrations and estimation of the emission rates from gestation pig buildings. *Trans CSAE* (农业工程学报), 2006, **22** (Suppl 2): 175~178
 - 4 Qu K, Lee SW, Bian JS, *et al.* Review hydrogen sulfide: neurochemistry and neurobiology. *Neurochem Intern*, 2008, **52**: 155~165
 - 5 Weng JZ (翁建中), Xu-HS (徐恒省), Wang YC (王亚超), Zhao LY (赵凌宇). Study on monitoring method for detecting total bacteria and mildew in the air. *Environ Monit China* (中国环境监测), 2008, **24** (4): 28~30
 - 6 GB/T18204.1-2000 Methods of microbiological examination for air of public places. Determination of aerobic bacterial count. Beijing: Standards Press of China (北京: 标准出版社), 2005
 - 7 Li RZ (李如志). Livestock Environment Hygiene. 3rd ed. Beijing: Agricultural Press of China (北京: 农业出版社), 2003, **2**: 262~268
 - 8 Wu QL (伍清林), Jin LM (金兰梅), Deng CL (邓长林), Zhou ZK (周正凯), Hua W (花雯), Xu L (徐蕾), Xu X (徐雪), Huan YJ (宦蕴军). A survey on the common pathogens of internal and external environment of zoo animal hold. *Acta Ecol Anim Domastici* (家畜生态学报), 2010, **31** (6): 70~75
 - 9 NY/T 388-1999 Environmental quality standards for livestock and poultry farm
 - 10 Wang KY (汪开英), Dai XR (代小蓉). Livestock and poultry farms air pollution on human health effects. *Chin J Anim Sci* (中国畜牧杂志), 2008, **44** (10): 32~35
 - 11 Fang ZG (方治国), Ouyang ZY (欧阳志云), Hu LF (胡利锋), Wang XK (王效科), Lin XQ (林学强). Advance in characteristics of airborne bacteria communities in outdoor environment. *Chin J Appl Environ Biol* (应用与环境生物学报), 2005, **11** (1): 123~128
 - 12 Li XJ (李秀金). Generation and control of odorous gases on animal farms. *Trans CSAE* (农业工程学报), 2001, **217** (5): 78~81
 - 13 Liu XY (刘希颖), Zhao Y (赵越). Toxic and harmful gases in the barn on the hazards and prevention of livestock. *Feed Ind* (饲料工业), 2004, **25** (10): 58~60