

# 封闭式猪舍内微生物气溶胶对生猪生产和健康的影响

韦宏伟<sup>1,2</sup> 刘静波<sup>1\*</sup>

1.西南科技大学生命科学与工程学院,四川涪城 621010;2.四川省遂宁市船山区畜牧食品局,四川遂宁 629000

**摘要** 微生物气溶胶是指空气中病毒、细菌、真菌等微生物所形成的胶体体系,它是畜禽舍环境污染的重要因素之一。舍内病原微生物会导致养殖场畜禽疾病的发生,严重制约着我国畜牧业的发展。本文综述了微生物气溶胶及其在猪舍中的检测方法、分布规律、影响因素和造成的危害。旨在通过阐述,对封闭式猪舍内的微生物气溶胶影响生猪生产和健康的机理有一个全面的认识,为畜禽舍内环境质量评估奠定基础。

**关键词** 微生物气溶胶;封闭式猪舍;生产性能;分布规律

近年来,我国畜禽产业结构得到很大调整,传统的畜牧业逐渐被规模化和产业化的现代畜牧业

所取代。在集约化饲养管理的养殖模式下,畜禽舍内环境问题引起了人们的高度重视。养殖所产生的

收稿日期:2017-08-24

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0500505)

\* 通讯作者

韦宏伟,男,1983年生,硕士,中级兽医师。

## 2 结果与分析

1)益母健仔宝对母猪哺乳期生产的影响。由表1可知,试验组与对照组窝产仔数(头)差异不显著( $P > 0.05$ ),窝产活仔数(头)、平均出生窝重(kg)、窝断奶数(头)、平均断奶窝重(kg)差异极显著( $P < 0.01$ )。

2)益母健仔宝对母猪哺乳期抗病力的影响。由

表1 益母健仔宝对母猪哺乳期生产的影响

项目	试验组	对照组
窝产仔数/头	12.100 0 ± 1.971 35a	11.700 0 ± 2.866 57a
窝产活仔数/头	11.166 7 ± 1.234 092A	9.300 0 ± 9.300 0B
平均出生窝重/kg	12.405 0 ± 5.389 67A	9.833 5 ± 8.167 78B
窝断奶数/头	10.866 71 ± 1.332 18A	8.866 7 ± 3.411 27B
平均断奶窝重/kg	69.513 ± 8.126 91A	53.820 0 ± 22.748 24B

注:同行(列)标注不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ ),不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相同大小写字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ),下同。

表2可知,试验组与对照组哺乳期仔猪发病数(次)差异极显著( $P < 0.01$ ),哺乳发病死亡数(次)、哺乳期母猪发病数(次)差异不显著( $P > 0.05$ )。仔猪在哺乳期治疗药费方面,试验组比对照组减少45.6元;母猪在哺乳期治疗药费方面,试验组比对照组低64.8元。

## 3 小结

对照组与试验组的窝产仔数(头)差异不显著( $P > 0.05$ );窝产活仔数(头)、平均出生窝重(kg)、窝断奶数(头)、平均断奶窝重(kg)差异极显著( $P < 0.01$ )。试验组哺乳期仔猪发病数(次)低于对照组,且差异极显著( $P < 0.01$ )。仔猪在哺乳期治疗药费试验组比对照组少45.6元,母猪在哺乳期治疗药费试验组比对照组低64.8元。说明自配益母健仔宝能提高窝产活仔数、平均出生窝重、窝断奶数、平均断奶窝,降低哺乳期仔猪和母猪的治疗药费。

表2 益母健仔宝对母猪哺乳期抗病力的影响

组别	活产仔数	哺乳期仔猪发病数/次	哺乳发病死亡数/次	母猪头数	哺乳期母猪发病数/次	仔猪治疗药费/元	母猪治疗药费/元
试验组	335	14A	8a	30	4a	68.6	19.5
对照组	279	33B	13a	30	9a	114.2	84.3

粪污、臭味、粉尘等对环境造成严重污染<sup>[1-2]</sup>。在封闭的养殖场内,由于养殖密度大,空气流动性差,空气湿度重,有利于细菌、病毒等微生物的生存和繁殖。这些病原性微生物附着在由饲料碎屑、动物毛屑、动物排泄物和垫料粉尘等形成的微粒上,通过气体介质扩散和传播,降低畜禽的免疫力,使其易感性升高,直接影响动物的健康及生产能力<sup>[3]</sup>,同时也对人体健康和生态环境造成严重的危害。

目前,国外对畜禽舍内微生物气溶胶影响动物健康方面的研究比较多,Prazmo 等<sup>[4]</sup>发现畜禽舍内由内毒素等形成的微生物气溶胶是影响动物健康的重要因素,而在国内关于畜禽养殖场微生物气溶胶对动物生产性能和机体健康的研究还比较薄弱。鉴于此,本文综述了封闭式猪舍内微生物气溶胶对生猪生产和健康的影响,明确其作用机制和影响因素,以期为现代化健康养殖提供理论依据。

## 1 微生物气溶胶的定义

气溶胶(Aerosol)是指悬浮于气体介质中的固体和液体微粒所形成的分散体系。微生物气溶胶(Microbiological aerosol)是指空气中具有生命活性物质的微生物微粒,包括细菌、病毒、放线菌、支原体、花粉、孢子和霉菌等,悬浮于气体介质中所形成的胶体体系,其粒子大小在 0.01 ~ 100  $\mu\text{m}$  之间,目前具有较大研究意义的粒径范围是 0.1 ~ 20.0  $\mu\text{m}$ 。依其种类可划分为细菌气溶胶、真菌气溶胶、病毒气溶胶等<sup>[5]</sup>。微生物气溶胶具有数量多(污水处理厂、医院、动物养殖场和屠宰场等)、分布广泛(大气底层、高空、陆地等)、存活力强(粒径较小的气溶胶可在空气中存活几小时)和传播距离远(口蹄疫病毒至少 60 km)的特点。

微生物气溶胶传播途径可分为水平传播和垂直传播。水平传播就是从一个个个体以水平方向传播给周围其他个体的方式,其中又分为呼吸道感染,即通过带菌动物的唾液、黏液和排泄物等污染空气,形成带有病原体的微粒传播,刺激动物呼吸系统,长期暴露在这样的环境容易引起动物呼吸系统和心血管疾病,比如口蹄疫病毒、炭疽病毒等;消化道感染,即患病动物通过排泄物排出细菌和病毒,污染饲料和水源而引起的传播感染,如伤寒杆菌、痢疾杆菌等肠道致病菌;创伤感染,即某些病原体可通过损伤的皮肤黏膜进入体内引起感染,如致病

性葡萄球菌、链球菌等。垂直传播就是病原体由亲代通过胎盘、产道或初乳等直接传播给下一代的方式,如疱疹病毒、乙肝病毒等<sup>[6-7]</sup>。

## 2 微生物气溶胶的采集和分析方法

### 2.1 微生物气溶胶的采集方法

1)自然沉降法。也称重力沉降法和沉降平板法。于 1881 年由德国细菌学家 Koch 所建立,是根据地心引力作用将空气中携带有微生物气溶胶的粒子以垂直的自然方式逐渐沉降到培养基上,经过培养繁殖生长,计算出菌落数的采样方法。它是最经济实惠、最方便易行的测定空气微生物气溶胶的方法,在之后一直被广泛应用。但也存在不足,很难采集到空气中的小微粒,不易沉降直径在 1 ~ 5  $\mu\text{m}$  的微粒,如由沉降的菌落数来反映空气中微生物的真实数量,结果具有局限性;结果稳定性差,容易受温度、气流、日光和湿度等采样条件的影响。因此,采用自然沉降法只可粗略地估计空气中微生物的种类。

2)惯性撞击法。利用采样器的抽气动力,将含有微生物粒子的空气形成直线或曲线运动的高速气流,使微生物粒子获得足够的惯性,然后改变气流方向,运动着的粒子因惯性而撞击在固体平面上或液体中的一种采样方法。目前空气微生物采样中应用最广泛的一种采样器是由美国学者安德森(Andersen)在 1958 年研究建立的一种 6 级筛孔撞击式空气微生物采样器,被称为 Andersen 采样器。它是由 6 个带有微细圆形孔的金属撞击圆盘构成,每个圆盘上面分布着 400 个小孔,而且从上到下孔径逐渐减小。随着空气的进入,气流速度逐级增大,空气中不同粒径的微生物粒子也会被每个圆盘下面的培养基所收集。因此,经过 6 次撞击后,可采集空气中绝大部分微生物。

### 2.2 微生物气溶胶的分析方法

微生物气溶胶检测方法在研究畜禽舍内环境污染中具有重要的意义。当前检测方法有:①培养计数法。作为最传统、最基本的检测方法,目前被广泛用于微生物气溶胶的分析检测,但因其不能检测出难以培养或死亡的微生物而具有局限性;②电子显微镜计数法。也叫染色计数法,是一种快速、简便、有效的检测法,可精确检测出气溶胶中所有微生物;③生物传感器法。在所有检测技术中是最具

潜力的方法之一。生物传感器由分子识别元件和转换器组成,通过分子识别元件对被测生物物质进行特定识别,并将其产生的物理或化学反应转换成便于传输的电信号或光信号。除此之外,还有 PCR 法、基因芯片技术法、血球计数仪法、质谱法等。

### 3 微生物气溶胶对生猪的影响及减少危害的方法

#### 3.1 微生物气溶胶对生猪的影响

现代畜牧业的高速发展,给生猪养殖带来了可观的效益,但在目前环境下,猪舍内微生物气溶胶及其代谢产物严重影响猪群的健康和生产能力。构成影响的微生物气溶胶大致可分为两大类:一类是飞沫核气溶胶。生猪上呼吸道分泌物经过喷嚏、咳嗽等方式散发到空气中的液体气溶胶被称为飞沫,较小的飞沫中水分蒸发后留下的黏液素、蛋白质、无机盐和微生物等又被称为飞沫核,其微粒直径较小,一般在  $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$  之间,在空气中处于飘浮状态,不易被沉降;另一类是粉尘气溶胶。它是空气微生物的重要载体,主要来源于生猪机体脱落的皮屑、毛发、排泄物以及垫料和饲料等。

随着微生物气溶胶的不断产生和积累,可导致猪群免疫器官萎缩、免疫力下降、生理机能减退、生长缓慢以及生产性能降低。微生物气溶胶致病原因与其微粒粒径大小有关,当生猪吸入粒径大于  $5 \mu\text{m}$  的微粒或固体颗粒时,由于粒径太大,只能到达鼻腔和上呼吸道,从而引起生猪发生咽炎、喉炎及气管炎等疾病;当生猪吸入粒径小于  $2.5 \mu\text{m}$  的细小颗粒时,这些颗粒可通过呼吸道进入小支气管和肺泡,甚至进入血液,常会引起猪只哮喘、支气管炎等疾病<sup>[8-10]</sup>。

#### 3.2 减少封闭式猪舍内微生物气溶胶的方法

1) 控制猪舍环境通风换气。封闭式猪舍是微生物气溶胶形成的重要场所,大量的病原微生物可以通过气溶胶传播,导致传染性疾病的蔓延,比如口蹄疫、猪繁殖与呼吸综合征、猪气喘等<sup>[11]</sup>。因此,畜禽舍内合理的通风换气是控制微生物气溶胶的重要手段,可有效减少舍内污浊的空气、病原微生物和粉尘,同时减少疫病的发生与传播。Chang 等<sup>[12]</sup>研究发现猪舍内气载需氧菌和气载大肠杆菌的浓度在冬季最高,夏季最低。其原因是冬季猪场采用的是全封闭式,造成空气不能流通,夏季采取的是全敞

开式,猪舍内微生物气溶胶能很快扩散到外界。目前通风换气可分为自然通风和机械通风,但是自然通风会受到外界不同因素的影响,具有局限性,所以现在规模化养猪场均采用机械化通风,特别是天气炎热和寒冷的时候,机械化通风能有效控制猪舍内微生物气溶胶的含量。

2) 采用最佳发酵床垫料。发酵床技术广泛应用于养猪业,它是利用垫料发酵技术来控制畜禽粪便排放对环境的污染,达到对周围环境零排放<sup>[13]</sup>。但是用于养猪的发酵床垫料种类繁多,垫料中微生物具有多态性,会对舍内微生物气溶胶的形成产生一定影响。Gadd<sup>[14]</sup>研究发现锯末是最好的猪用发酵床垫料,但锯末资源比较匮乏,价格较贵,目前采用较多的垫料有稻壳、泥炭、菌糠等,通过菌落的发酵可显著减少猪舍内微生物气溶胶的产生。

3) 使用合理配制的饲料。Guarino 等<sup>[15]</sup>研究表明,使用不同的饲料及饲料添加剂会减少养殖场空气中的微粒含量。不同加工工艺的饲料会影响猪群的消化能力,通过粪便排泄发酵,会产生大量的有毒有害气体和病原微生物。因此,在使用饲料过程中要多采用消化率较高、营养因子变异较小的原料,如经过膨化或颗粒化加工的饲料可明显减少有毒有害物质、粉尘和微生物等生成。

4) 采用电场净化装置。在封闭式猪舍内安装电场净化装置可显著减少舍内粉尘及病原微生物。其原理是在电场力的作用下使猪舍内带有电荷的粉尘做相对运动,并将其吸附在猪舍内墙壁或地面上,从而达到净化空气的目的。Dolejs 等<sup>[16]</sup>等利用电场净化装置清除养殖场内微粒时,发现封闭式舍内粉尘最高可降低 94%。

为了养殖人员和动物的健康以及提高生产效益,需要探索最好的养殖模式、建设合理的畜禽养殖场、配制科学的饲料配方等来降低畜禽舍内微生物气溶胶的形成,实现现代化、集约化的健康养殖。

## 4 展 望

在现代集约化、规模化养殖模式下,生产效率得到了提高,但在大力发展的同时,封闭式猪舍内的空气环境恶化也引起了人们的高度重视。舍内产生的高致病性菌、有毒有害气体和高浓度粉尘等形成的微生物气溶胶不仅可以导致养殖环境的污染,

而且还可严重影响猪群的健康, 导致免疫力下降, 生产性能降低, 给养殖产业造成极大的危害和损失, 同时阻碍现代畜牧业健康发展<sup>[7]</sup>。目前, 国内外在微生物气溶胶的研究中, 主要集中在医院、学校、实验室、污水处理厂等区域微生物气溶胶对人类身体健康的影响, 在养殖环节对生猪健康和生产性能影响方面研究较少, 其作用机制方面更没有深入研究。因此, 本文对封闭式猪舍内微生物气溶胶的分布规律、采集方法, 以及对猪群生产和健康影响及机制方面进行了综合阐述, 旨在为我国现代化养殖提供基本理论, 进一步促进现代畜牧养殖业的可持续发展。

### 参 考 文 献

- [1] PEARSON C C, SHARPLES T J. Airborne dust concentrations in livestock buildings and the effect of feed [J]. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1995, 60(3): 145-154.
- [2] OLSON D K, BARK S M. Health hazards affecting the animal confinement farm worker [J]. *American Association of Occupational Health Nurse Journal*, 1996, 44(4): 198-204.
- [3] DRASAR B S. *Escherichia coli* in domestic animals and humans [J]. *Epidemiology & Infection*, 1995, 115(1): 211.
- [4] PRAZMO Z, DUTKIEWICZ J, SKORSKA C, et al. Exposure to airborne gram-negative bacteria, dust and endotoxin in paper factories [J]. *Annals of Agricultural & Environmental Medicine Aaem*, 2003, 52: 937-938.
- [5] BURGE H A. *Bioaerosols* [M]. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995.
- [6] CAMBRA-LÓPEZ M, AAMINK A J A, ZHAO Y, et al. Airborne particulate matter from livestock production systems: a review of an air pollution problem [J]. *Environmental Pollution*, 2010, 158(1): 1-17.
- [7] MARTIN R S, SILVA P J, MOORE K, et al. Particle composition and size distribution in and around a deep-pit swine operation, Ames, IA [J]. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 2008, 59(2): 135-150.
- [8] ZHANG Y, NIJSSEN L, BARBER E M, et al. Sprinkling mineral oil to reduce particulate matter concentration in swine buildings [J]. *Ashrae Trans*, 1994, 100(2): 1043-1050.
- [9] MOSTAFA E, BUESCHER W. Indoor air quality improvement from particle matters for laying hen poultry houses [J]. *Biosystems Engineering*, 2011, 109(1): 22-36.
- [10] WOLINSKY S M. Public health: chicken monster or chicken little [J]. *Science*, 2006, 311(5762): 780-781.
- [11] MOON H S, LEE J H, KIH0 K, et al. Review of recent progress in microsystems for the detection and analysis of airborne microorganisms [J]. *Analytical Letters*, 2012, 45(2-3): 113-129.
- [12] CHANG C W, CHUNG H, HUANG C F, et al. Exposure of workers to airborne microorganisms in open-air swine houses [J]. *Appl Environ Microbiol*, 2001, 67(1): 155-161.
- [13] MORRISON R S, JOHNSTON L J, HILBRANDS A M. The behavior, welfare, growth performance and quality of pigs housed in a deep-litter, large group housing system compared to a conventional confinement system [J]. *Applied Animal Behavior Science*, 2007, 103(1): 12-24.
- [14] GADD J. Tunnel housing of pigs in livestock environment IV [C]. Fourth International Symposium. Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1993: 1040-1048.
- [15] GUARINO M, JACOBSON L D, JANNI K A. Dust reduction from oil-based feed additives [J]. *Applied Engineering in Agriculture*, 2007, 23(3): 329-332.
- [16] DOLEJS J, MASATA O, TOUFAR O. Elimination of dust production from stables for dairy cows [J]. *Czech Journal of Animal Science*, 2006, 51(7): 305-310.
- [17] DOUWES J, THORNE P, PEARCE N, et al. Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects [J]. *Annals of Occupational Hygiene*, 2003, 47(3): 187-200.