

猪舍有害气体分析及控制措施研究进展

王娇娇¹ 高云^{1,2*} 雷明刚³ 黎焯^{1,2*} 郁厚安¹

1. 华中农业大学工学院, 武汉 430070; 2. 华中农业大学生猪健康养殖协同创新中心, 武汉 430070;
3. 华中农业大学动物科技学院、动物医学院, 武汉 430070

摘要 随着国内规模化、集约化养殖的发展, 猪舍环境因素对猪只的影响也日益显著, 猪舍的有害气体是猪舍环境控制的第一要素, 猪舍中环境参数, 如温湿度、硫化氢、氨气、二氧化碳等, 对猪只的正常生长及生产性能表现等具有重要的影响, 同时也会影响猪只的料肉比, 从而影响生产和经济效益。本文综述了有害气体对猪的影响以及控制措施研究进展。

关键词 猪舍; 有害气体; 控制

猪舍环境是影响生猪养殖生产的关键因素之一, 猪舍环境因子主要有温湿度、光照、风速、氨气和硫化氢等有害气体以及二氧化碳和氧化氮等温室气体。环境中的温度影响猪的生产性能、幼仔成活率等, 有害气体不仅影响人类身体健康, 而且影响猪的健康生长、诱发疾病以及提高料肉比等, 给养猪业带来经济损失^[1]。我国国家标准《规模猪场环境参数及环境管理》GB/T17824.3-2008 规定保育猪舍的适宜温度是 20~25℃。低温对猪生产性能影响的一切后果都与湿度有关。保育猪舍、哺乳猪舍要求氨气含量不超过 20 mg/m³, 硫化氢的含量不超过 8 mg/m³, 二氧化碳含量不超过 1 300 mg/m³, 其他阶段要求猪舍氨气含量不超过 25 mg/m³; 硫化氢含量不超过 10 mg/m³, 二氧化碳的含量应该不超过 1 500 mg/m³[2]。

随着信息化的快速发展, 国内外对猪舍的环境监控信息系统发展迅速, 能够对猪舍中的有害气

体、温湿度、光照、微尘颗粒等因子进行监测。本文就猪舍有害气体对猪只的影响以及控制措施进行综述。

1 有害气体对猪只的主要影响

随着养殖业的发展, 有害气体对猪只的影响也受到了人们的关注, 关于有害气体对猪只的影响以及不同浓度对猪只造成什么样的影响等研究很多。

1.1 硫化氢的影响

猪舍内的硫化氢主要来自含硫有机物的分解, 如粪尿、饲料、垫草等, 此外, 粪中微生物厌氧还原硫酸盐也会产生大量硫化氢。硫化氢是一种无色、易挥发、有臭鸡蛋气味的有害气体^[3]。它的气味难闻, 即使少量的硫化氢也会产生恶臭。当猪舍内硫化氢浓度在 70~150 mg/m³ 时, 会造成人类轻度中毒; 在 300~600 mg/m³ 时, 会造成人类中度中毒; 而当硫化氢浓度在 700 mg/m³ 以上时, 则会引起重度

收稿日期: 2015-06-02

项目基金: 中央高校基本科研业务费专项(2013PY052); 湖北省自然科学基金项目(2014CFB317); 现代农业产业技术体系项目(CARS-36)

* 通讯作者

王娇娇, 女, 1988 年生, 在读硕士研究生, 研究方向: 农业电气化与自动化。

严把入口关。

4.4 证书的审批验证从严把关

无公害生猪进入市场需要按规定办理《无公害生猪饲养产地证书》和《无公害生猪产品证书》, 即要通过产地认证和产品双重认证。因此, 具有资质

的单位必须获取产地环境、设施、饲料、水质和猪肉产品的检验认证, 达到标准的方可办理证书, 产品才能被市场和消费者认可。那么, 只有国家认可的权威职能部门才能受理和承担 2 种证书的办理业务。该部门必须坚持标准, 严格审批, 讲求实效。

中毒而造成死亡^[4]。保育舍中硫化氢含量最高,对保育猪的危害较大^[5]。

1.2 氨气的影响

氨气是一种有毒、无色、易挥发、易溶于水、有强烈刺激性气味的气体,主要来源于猪的粪便、尿液和地面上浪费饲料有机氮发酵分解,氨气进入呼吸道可引起咳嗽、气管炎等疾病。氨气对猪只的机能影响较大,据研究,猪舍中的氨气浓度一般应该不超过 $8 \sim 10 \text{ mg/m}^3$ ^[6]。当猪舍内的氨气含量为 38 mg/m^3 时,对猪只的增重产生明显的不良影响;当达到 $70 \sim 110 \text{ mg/m}^3$ 时,容易引起猪只打喷嚏、中毒性肝病和心肌损伤等疾病^[7]。

1.3 其他气体的影响

有害气体还有二氧化碳、氧化氮以及一氧化碳等,它们为无色无味的气体。二氧化碳主要来源于猪的呼吸,二氧化碳过高,氧气则相对不足,影响猪只正常生长。一氧化碳过多会影响呼吸、循环以及神经系统^[8]。猪舍中的一氧化碳浓度一般应该不超过 15 mg/m^3 ^[7]。

猪的不同生长阶段有害气体的排放量是不同的。母猪与保育猪的氨气排放量有巨大差异^[9]。幼猪和育肥猪在生长期氨气排放显著增加,夏季氨气排放量最大^[10]。国内外对猪舍中有害气体的研究有很多,朱志平^[11]等通过对猪舍内外氨气浓度监测,对育肥猪的氨气排放量进行了估算,结果表明,育肥猪饲养期间的氨气排放通量为每头 $107.18 \sim 424.42 \text{ mg/h}$ 。余守华^[12]等人通过对有害气体的测定以及算法分析,为有害气体测定的精确性提供了算法依据。

2 有害气体的控制措施

有害气体的控制措施,通常会从猪舍选址、日常管理、饲养密度、通风、粪便处理、饲料优化等方面进行控制,随着社会的发展,一些猪舍设备以及自动监控系统也可以有效地控制有害气体的含量。应尽量将猪舍的选址定在周围有一定绿化措施、周围无居民、无化工厂的地方。同时注意日常管理规范化,饲养密度不宜过大,缩短排粪周期,建立合理的通风系统等都是畜牧养殖所要考虑的问题。

2.1 常规控制措施

1) 通风控制。

随着养猪业的发展,猪舍饲养密度较大,舍内

的有害气体浓度控制是一项重要的任务,通风能借助换气来稀释舍内有害气体的含量,是减少空气中有害气体含量最直接的方法,所以通风系统是保证猪舍内空气质量的关键。

猪舍通风换气不仅会使猪体感到舒适,而且会改善舍内的空气质量。猪舍通风方式有屋顶通风、横向通风以及纵向通风 3 种方式^[13]。根据猪舍选址、布局以及方向等因素选择通风方式。通风虽然可以排除有害气体,但也使得舍内温度降低,温度过低易引发猪只感冒、咳嗽等疾病,所以选择合适大小的通风强度,合理使用通风系统,会增加动物福利。猪舍内环境适宜不仅有利于猪只健康成长,也有利于工作人员更好地工作。

2) 饲养管理。

控制有害气体可以从猪只的饲料着手。在相同营养价值下,减少粪便中氮的含量,从而减少空气中氨气的值。保健养猪技术研究发现可以通过优化饲料配方,进而减少舍内有害气体的排放^[14]。降低猪舍环境污染的方法有提高饲料的转化率、阶段饲养、配置氨基酸平衡日粮、公母分饲、减少铜锌的排泄等^[15-16]。

添加合成的氨基酸,降低粗蛋白质的水平;日粮中添加除臭剂(沸石、海泡石等);添加酶制剂或酸制剂,提高氮的利用率等^[19],都是有效降低有害气体排放的方法。例如博力素,是一种生物料剂,可供猪只食用(将博力素按照一定比例加入水中)^[17],它是一种复合液体益生菌,其不仅可以改善畜禽肠道健康,而且还可以改善环境,竞争性地抑制杀灭环境中的致病菌;在日粮中加入“梅赛味”环保除臭剂,可以减少用水量,有利于改善空气质量,从而减少猪只的呼吸道发病率。降低料肉比,有利于规模化猪场的生产效益^[18]。

3) 粪便处理。

粪便是大部分有害气体的主要来源,所以粪便的清除可以有效地减少舍内有害气体的含量。猪舍粪便清除的方式有水冲粪、水泡粪、人工清粪等。不同的排便方式也会影响猪舍中有害气体的含量。刘秀婷^[20]等人通过不同对比实验结果得出,水泡粪不利于猪舍的保温,增加了猪舍的湿度,提高了有害气体氨气的浓度,保育猪腹泻率升高,如果人力物力允许的话,尽量选择人工清粪。

粪便的 pH 值也影响粪便释放有害气体的量,

所以在粪便中加入化学及生物除臭剂、酸化剂以及其他方法(用化学物质处理粪便和垫料)。如 EM 菌液是利用 80 多种微生物复合培养而成的高效活性菌剂,无污染,无公害^[20]。它具有造就良性生态的基本功能,在猪舍喷洒 EM 菌液,能极显著地降低有害气体氨和硫化氢的浓度,使猪舍内部空气环境状况得到显著改善,为生猪创造了良好的生长环境,对促进当前的养猪业发展具有较为积极的意义。

荷兰人设计了一种猪舍恶臭气体收集治理新技术,猪舍采取封闭式负压设计,所有猪只均在网床上饲养,网床下设集粪尿池,池内盛有水,水面附有一层生物膜,可有效控制粪尿异味扩散。集粪尿池每 7 d 清 1 次,各集粪尿池交替清理,集粪尿池设计一定坡度,清理时打开闸门,粪污主要靠重力排出,仅需少量冲洗水。粪污水排入动物粪污厌氧生物接触氧化处理装置,动物粪污处理产生的沼渣、沼液用于周边农田、果园灌溉,得到资源化利用^[21]。

2.2 自动化监控

由于猪舍中的环境因素对猪只正常生长有着重要作用,环境中某一因素超标都会引起猪只的不适,并且随着技术的发展,监测猪舍内的环境因素也不是一件难事,所以国内外很多专家都做了大量的实验,研究有害气体在哪个浓度范围内会引起猪只什么样的不适,猪舍的结构以及清粪方式对有害气体的产生有什么样的影响,以及这些有害气体是怎么产生和相应的控制措施。并且测量位置是一个很重要的信息,因为人和猪只呼吸的位置不同,而不同高度有害气体的含量也是不同的,在监测的时候应该选择合适的位置。尤其是冬天,外界温度较低,开窗通风会使舍内的温度骤然下降,容易使猪只患上感冒及其他疾病,所以一般不开窗,在冬季监测猪舍环境中的有害气体的量是至关重要的。

程凯^[22]等人利用猪舍氨气自动排气装置实现对猪舍内的氨气监测,同时实现当超过规定值时,启动排风扇。规模化猪舍,利用屋顶进风,地下航道抽风的立体空气综合控制技术,空气质量较好,能够明显降低舍内有害气体的浓度,同时还保证了舍内温度,为猪只生长发育提供了适宜的环境条件。利用规模化猪场立体空气综合技术与普通猪舍普通排风扇通风作比较,用复合气体检测仪检测通风前后的有害气体的浓度。前门、舍中、后门 3 个位置的有害气体的量进行对比得出该技术有效减少了猪

舍内有害气体的量。美国爱荷华州立大学 Randy^[24-25]等采用基于 Zigbee 协议的无线传感器网络,监测猪粪搅拌前后硫化氢气体的浓度变化,对比分析各个测量点浓度变化的范围和趋势。滕翠凤^[26]等人利用传感器采集猪舍中的有害气体含量,并对数据进行分析融合。

2.3 猪舍设备结构

目前,在我国畜禽舍设计中采取舍内恶臭气体收集治理措施的养殖场并不多见。

不同的地面结构产生的氨气的量也是不相同的。汪开英^[27]等人通过在模拟实际生产动物人工气候室对 3 种不同地面结构的育肥猪舍氨气排放相关数据的连续在线检测,研究了不同地面类型猪舍内氨气排放与主要影响因子的相关性及其排放系数。研究得出半缝隙地面猪舍、实心地面猪舍、生物发酵床猪舍内氨气排放系数。猪舍的地面结构与氨气的排放系数是正相关。通过实验比较,生物发酵床的氨气排放量最低。

测量位置与管理因素也会对空气中氨气的值有影响,洪奇华^[28]等通过对比实验得出,畜舍中的氨气的值随着高度的增加而减少,距离地面 0.2 m 处的氨气最高,温度升高,氨气的浓度也会增高,在粪尿混合物中由于微生物脲酶的存在,尿素分解速度要快很多,但是其活性与温度呈现正相关,最适温度 60 ~ 70 °C,在此之前,随着温度的升高而升高,由于猪舍温度不会达到那么高,所以温度越高其活性越大。温度升高也使得溶于水中的氨气分解出来。综上所述,降低温度有利于降低氨气的含量。

氨气易溶于水,所以冲洗会增加空气中的湿度,所以氨气的含量也会更多。通风换气是减少氨气含量的重要方法,但在北方寒冷季节加大通风换气则会降低猪舍温度,对猪生长发育有极大的影响。可以通过降低尿中尿素的浓度和粪浆中氨的浓度、减少粪浆的挥发面积、降低粪浆 pH、降低粪浆温度和及时将粪浆清除出猪舍等方法减少 NH₃ 排放。具体可操作的减排方式主要包括猪舍内采用合理的地板类型、增加清粪频率和调整饲喂方案等^[2]。

3 分析与结论

以上是一些典型的畜禽舍内有害气体的控制方法分析,不管是在猪只的饲料中添加菌剂还是在

猪舍内喷洒药剂,都旨在降低猪舍中的有害气体的含量,现代化的猪舍一般是有漏缝的地板,采用排风扇以及开窗进行空气流通,自动化喂食饮水,所以对于设备上的要求基本上符合,对于生物发酵床还需要垫料与生物菌剂,同时垫料也会产生有害气体,所以一般不会采用。虽然国内外研究猪舍中有害气体的产生以及带来的危害和控制方法的报道有很多,但是较长时间监测猪舍中的有害气体以及其他环境因素量变化的研究不是很多。

猪舍中的有害气体对猪只以及工作人员的危害性较大,所以要格外重视。加强对有害气体的控制措施对动物福利以及生产效益都具有重要意义。现代化技术的发展使得自动化监控猪舍环境因素更加可行,这也将是今后的发展趋势。

参 考 文 献

- [1] 王美芝,吴中红,刘继军.标准化规模化猪场中猪舍的环境控制[J].猪业科学,2011(3):28-31.
- [2] GB/T 17824.3-2008,规模猪场环境参数及环境管理[S].
- [3] 陈珊瑚.空气污染对养猪生产的影响及控制要求[J].现代农业科技,2009(5):246.
- [4] 周益明,杨祥龙,王华,等.畜禽舍硫化氢检测方法的研究现状[J].农机化研究,2008(4):134-136.
- [5] 孙艳青,张璐,李万庆.养猪场恶臭影响量化分析及控制对策研究[C].中国环境科学学会,2010 中国环境科学学会学术年会论文集(第三卷).北京:中国环境科学出版社,2010:3237-3239.
- [6] 白红杰,赵博,范磊,等.4 种有害气体对猪群健康状况的影响及其控制技术[J].河北农业科学,2014,18(4):79-83.
- [7] 张瑞青,张艳霞,王文娣,等.猪舍 NH₃ 浓度自动监控系统的研究[J].农机化研究,2008(4):134-136.
- [8] 戚守登,高晶,杨娟亚.采取综合措施,提高规模化猪场通风换气效果[J].猪业科学,2011(1):84-85.
- [9] 李勋.猪有害气体排放量实时监测系统的建立及应用示范[D].北京:中国农业科学院,2012.
- [10] 王米,孟新宇,赵枝新,等.氨气对畜禽养殖业的危害及防治措施[J].生理代谢调控,2006(7):38-41.
- [11] 朱志平,董红敏,尚斌,等.育肥猪舍氨气浓度测定与排放通量的估算[J].农业环境科学学报,2006,25(4):1076-1080.
- [12] 俞守华,区晶莹,张洁芳.猪舍有害气体测定与温度智能控制算法[J].农业工程学报,2010,2(7):290-294.
- [13] 张慎忠,张果,张湘琪,等.猪场通风的管理[J].中国猪业,2014(11):62-65.
- [14] 刘淑欣,熊德中,冯国文.磷钾营养与葡糖产量品质及抗病性的关系[J].福建农学院学报,1993,22(2):203-207.
- [15] 黄怀,林欣.构建环保型猪场与环境污染的综合治理[J].福建畜牧兽医,2014,36(3):30-33.
- [16] 李文刚.如何通过优化饲料配方减少猪舍有害气体浓度[J].今日养猪业,2011(2):42-43.
- [17] 赵岭乐,牟忠生,张云影,等.博力素对育肥猪舍内氨气含量的影响[J].现代农业科技,2014(12):265.
- [18] 黄晓露,陈吉昌.“梅赛味”环保除臭剂降低猪舍内有害气体及对猪的影响试验报告[J].福建畜牧兽医,2009,31(2):11-12.
- [19] 赵遵明,欧秀群.冬季猪舍内部环境的调控措施[J].猪业科学,2009,26(10):68-70.
- [20] 宗丰.EM 菌液对降低猪舍有害气体含量的实验[J].石河子科技,2008(6):51-52.
- [21] 董艳萍,赵凤藻,王欣.畜舍恶臭污染控制新技术[J].农业灾害研究,2012,2(4):39-42.
- [22] 刘秀婷,杨亮,赵许可,等.不同清粪模式对保育猪生产性能和舍内环境指标的影响[J].畜牧生态,2013,40(6):45-50.
- [23] 程凯,刘光发,逢淑松,等.基于 ATmega8 的猪舍氨气自动排气装置的设计[J].智能计算机与应用,2014,4(2):109-113.
- [24] SWESTKA R J. Hydrogen sulfide spatial distribution and exposure in deep-pit swine housing[D]. Iowa State University, 2010.
- [25] 张飞云.基于 ZigBee 无线网络的智能猪舍控制系统设计[J].广东农业科学,2013(15):185-187.
- [26] 滕翠凤,赵德安,赵建波.多传感器数据融合在猪舍环境中的应用[J].传感器与微系统,2009,28(12):109-112.
- [27] 汪开英,代小蓉,李震宇,等.不同地面结构的育肥猪舍 NH₃ 排放系数[J].农业机械学报,2010,41(1):163-166.
- [28] 洪奇华,陆东海,毛国辉,等.测定位置与管理因素对猪舍中氨气测量值的影响[J].家畜生态学报,2008,29(4):76-78.