

规模猪场温室气体排放现状的研究

邓柏林¹,马文林²,何宏轩³,史文清¹,王全红⁴

(1.北京市畜牧兽医总站,北京 100107 ;2.北京建筑工程学院,北京 100044 ;3.中国科学院动物研究所,北京 100101 ;
4.北京市畜牧业环境监测站,北京 102200)

摘要:依据北京市养猪业发展情况,选定3个区作为调研区域。在各区选择2家养殖工艺具有代表性的规模猪场,作为主要调研场。在正式开展调研之前,团队组织会议,经过充分研讨,编制调研表格。2011年4—6月,首次深入各猪场进行全面调研。根据调查结果,对调研表格进行修改,在9—11月再次进入这6家猪场进行第2次调查。通过调查,对6家猪场取得了有关猪场概况、养殖规模、猪舍环境、粪污处理方法、能源利用等全面的情况。同时,采集猪场的空气、粪便、污水样品,进行监测,掌握猪场环境控制和污染物处理情况。

关键词:规模猪场;温室气体;排放

随着畜牧业的飞速发展,其与环境之间的矛盾日益凸现,养殖业所生成的污染已严重制约着畜牧业的可持续发展。据有关资料表明,1个万头猪场,日产粪尿50 t,全年可向周围排放约100~160 t氮和20~30 t磷。我国集约化畜禽养殖场排放的粪尿污水化学需氧量(COD)平均超标53倍,悬浮

物(SS)超标14倍,氨氮、总磷等指标超标20倍以上。资料显示,1994年中国农业源温室气体排放占中国温室气体排放总量的17%;农业活动甲烷(CH₄)排放量为1.719 6×10⁷ t,占中国CH₄排放总量的50.15%,其中动物饲养过程中的甲烷排放量为1.104 9×10⁷ t。此外,畜禽粪便中污染物中还包括悬浮

物、有机质、盐、沉积物、气体、细菌、病毒等微生物和N、P、K及其他养分,这些物质进入水体则易形成面源污染。由此可见,养殖排泄物已成为生态环境污染的重要污染源之一。

实现低碳经济途径一是在生产、交换、分配、消费在内的社会再生产过程中的经济活动低碳化,把CO₂排放量尽可能减少到最低限度,获得最大的生态效益;二是在生产、交换、分配、消费在内的社会再生产全过程的能源消费生态

基金项目:北京市农业科技示范项目(20110816);北京市科技计划项目(Z111100001110009);现代农业产业技术体系北京市生猪产业创新团队项目资助。

作者简介:邓柏林,男,博士,高级兽医师。

蹄等疾病的发生。另外在试验过程中我们还发现,在栏中添加娱乐设施不仅能够提高仔猪的生长性能,而且还能减少饲料的浪费。因为没有玩具的仔猪常常会因为拱土这一行为特性,使其吃饱了没事就往饲料里翻拱,致使饲料撒地而浪费。而我们在猪栏中添加娱乐设施,主要是刺激猪鼻子和嘴巴,加强猪的探索活动,减少休息时所发生拱料咬尾等行为。早在上世纪90年代,美国德克萨斯理工大学学者J.Salak曾就为弄清饲料浪费的原因,研究了猪玩耍行为和饲料浪费之间的关系,他们认为如果有“玩具”供猪玩耍,就会减少饲料的浪费^[2]。

对于给猪提供玩具的研究,在国内比较少见,相对来说国外的研究就比较

多。曾有人对玩具是固定好还是自由移动好进行过研究,结果表明固定的玩具更能引起猪的注意力,特别是固定在猪能看到且自由摆动的玩具,而对于摆放在地面可自由移动的玩具,由于会被猪粪隐盖,或会被推到猪栏角落,从而影响仔猪的兴趣^[3]。也有学者对猪喜欢什么类型的玩具最感兴趣,结果是具有弹性的和破坏性的玩具最能引起猪的兴趣。更有人研究了玩具的颜色和气味哪个更能引起猪的兴趣,结果表明猪对玩具的选择是靠嗅觉和味觉^[4],这可能是由于猪视力十分低的缘故。

在过去,养猪专家更多的是关注猪的营养配方、猪场的设计等等,在福利养猪呼声越来越大的今天,猪行为学的研究也越来越受到关注,特别是游戏行

为。我们养猪,除了给吃,给喝,给住,还要给玩,还要给猪一个欢乐的童年。只有猪玩得开心了,心情愉快了,自然胃口就好,生长速度就快了。相信在未来的几年或几十年内,对猪行为学的研究将是一大热门课题。

参考文献

- [1] 周正西,王宝青. 动物学[M]. 北京:中国农业出版社,2006:254.
- [2] 王亚婷. 饲料浪费同饲喂方法和猪的行为有关[J]. 国外畜牧学:猪与禽,1990(4):28-29.
- [3] 周道雷,席磊,李保明,等. 猪的行为特征与饲养方式的改进[J]. 黑龙江畜牧兽医,2006(10):63-64.
- [4] 朱勇文. 对猪行为和福利的初探[J]. 养猪,2011(2):44-46.

(收稿日期:2012-12-07)



化,形成低碳能源和无碳能源的经济体系,保证生态经济清洁、绿色发展和可持续发展

本研究通过选择不同粪污排放和处置方式(沼气池、三级曝气、发酵床、自然堆放等)的规模猪场,通过调查养猪场物质和能量流动途径,低排放养殖技术应用现状,研究规模化养猪场碳排放情况及碳总量的计量方法,并对其养殖场碳减排提出优化建议;同时,以实现低碳养殖为宗旨,开展低碳技术的集成与应用。

根据现场调研情况,制定进行养殖场环境监测和舍内气体、粪便、污水样品采样的方案。对饲料总能和粪能、所采集舍内环境样品中 CH_4 、 N_2O 、 CO_2 和粪便不同处置方式样品中 CH_4 含量及污水中COD、BOD变化值进行检测。测饲料总能和粪能。根据养殖场调查获得的基础数据以及实际检测得出的养殖场碳排放各项因子和系数,统计出养殖场温室气体现状排放量。

1 养殖数据处理

根据各类猪的年出栏量和饲养周期,计算年均饲养量;根据各类猪初期、期末的体重,计算平均体重;以调研猪场各类猪的实际体重对《第一次全国污染源普查·畜禽养殖业源产排污系数手册》中的粪便量、COD和全氮产排污系数进行修正,作为本计算参数使用;根据出栏猪的数量和期末体重,计算猪场年猪总增重。根据饲料消耗总量和养殖规模,计算各类猪日粮供应量。

2 猪肠道甲烷排放量的计算

IPCC手册建议对非反刍动物肠道发酵甲烷排放计算采用层次1方法,但需根据体重校正排放因子。IPCC中给出了成熟猪(假定北京猪70 kg)肠道发酵排放甲烷的默认因子为1.0 kg CH_4 /(头·年),根据各猪场各类猪的平均体重,修正得到各类猪肠道发酵甲烷排放因子。

进一步地,以养殖量乘以排放因子,得出该养殖场通过猪肠道发酵排放的甲烷总量。

3 粪污管理过程温室气体排放量计算

3.1 粪便管理

3.1.1 甲烷气体排放

本研究实测了猪粪便中挥发性固体(VS)的含率,再根据经过体重修正的猪每日排泄粪便量,计算得到猪粪便中的VS量。根据猪每日的VS排放量,以及粪便管理方式,进一步计算粪便甲烷排放因子。以甲烷排放因子乘以养殖规模,就得到甲烷排放量。该计算方法属于层次2的方法。

3.1.2 N_2O 气体排放

3.1.2.1 直接排放

根据《第一次全国污染源普查·畜禽养殖业源产排污系数手册》数据,利用各养殖场提供的各类猪的体重标准,对排污系数进行修正,得到与养殖场养殖情况对应的粪便全氮排污系数。

本计算采用层次1的方法,默认氮排放因子为0.005 kg N_2O /kg 氮。将粪便全氮排污系数、默认排放因子和养殖规模等参数相乘,计算得出猪场每年粪便管理系统直接排放的 N_2O 量。

3.1.2.2 间接排放

粪便管理过程中 N_2O 的间接排放源于氮挥发和淋溶源两种途径,本计算主要计量由于氮挥发导致的 N_2O 间接排放。

根据《第一次全国污染源普查·畜禽养殖业源产排污系数手册》数据,利用各养殖场提供的各类猪的体重标准,对猪粪全氮排污系数进行修正,再乘以默认氮挥发因子(45%)和默认 N_2O 产生因子(0.01),计算 N_2O 间接排放量。

3.2 污水管理过程温室气体排放量计算

根据《第一次全国污染源普查·畜禽养殖业源产排污系数手册》数据,利用各养殖场提供的各类猪的体重标准,对COD排污系数进行修正,得到与养殖场养殖情况对应的COD排污系数,计算得出猪场每年排放的COD总量。猪场污水默认的最大甲烷产生能力为每千克COD产生甲烷0.25 kg,不同的污水处理工艺对应于不同的甲烷修正因子,由此计算得出猪场污水处理设施每年排放的甲烷量。

3.3 能源利用过程温室气体排放量计算

采用层次1的计算方法,仅对燃料使用过程中 CO_2 的排放进行估算。各养殖场用电均由华北电网供电,华北电网供电的 CO_2 排放因子为0.904 0 t/MW·h,由此计算得出猪场用电过程排放 CO_2 的量。查IPCC能源卷获得各类燃料的净发热值和 CO_2 缺省排放因子,由此计算得出种猪场能源利用过程排放 CO_2 的量。

4 养殖场温室气体排放评估

根据IPCC的报告,以100年影响尺度为计,1 kg CH_4 的增温效应是1 kg CO_2 的21倍,而1 kg N_2O 的增温效应是1 kg CO_2 的310倍。按照 CH_4 和 N_2O 的不同增温效应,分别折合成 CO_2 当量值,计算猪场粪污管理过程温室气体排放总 CO_2 当量值。将猪场粪污管理过程温室气体二氧化碳当量排放与能源利用过程二氧化碳排放量相加,得到该猪场综合温室气体排放量。

统计猪场全年生产猪的总增重量,计算单位增重量的 CO_2 当量排放。比较

表1 猪场养殖效率比较

名猪场称	存栏天数				各期猪出栏体重/kg				日增重/kg			
	仔猪	中猪	育肥	合计	乳猪	仔猪	中猪	肥猪	仔猪	中猪	育肥	平均
猪场1	45	35	60	140	7.5	25	60	115	0.39	1.00	0.92	0.77
猪场2	40	30	52	122	13.5	32	65	107.5	0.46	1.10	0.91	0.77
猪场3	37	45	75	157	8.5	24	65	110	0.42	0.91	0.6	0.65
猪场4	35	90	125	9	25	-	95	0.46	0.78	0.69		
猪场5	40	45	70	155	8	30	50	100	0.55	0.44	0.71	0.59
猪场6	35	50	40	125	8	25	60	100	0.49	0.7	1.0	0.58

不同养殖工艺和能源消耗下的单位猪增重排放的温室气体指标,对养殖工艺进行优选。

5 养殖场温室气体排放情况比较

5.1 猪日增重与猪肠道发酵碳排放量的关系

表1总结了6个调研猪场生猪养殖的基本数据。图1绘制了猪肠道发酵排放甲烷量和猪场日均猪增重之间的关系。

从图1看,猪日增重量与其肠道碳排放量之间呈正相关关系,其机理有待进一步探讨。

5.2 日增重与粪便中VS排放的关系

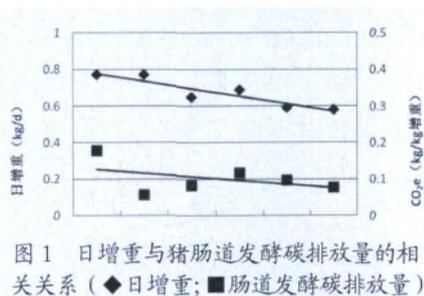


图1 日增重与猪肠道发酵碳排放量的关系 (◆日增重; ■肠道发酵碳排放量)

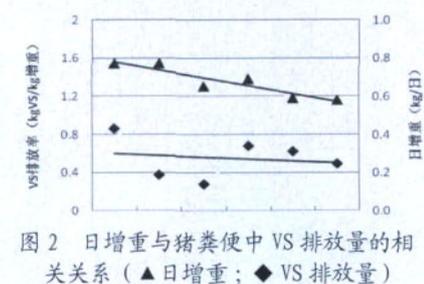


图2 日增重与猪粪便中VS排放量的关系 (▲日增重; ◆VS排放量)

表2 猪场粪污管理工艺比较

名猪场称	猪舍型式				粪管理方式			污水管理方式		
	网床	发酵床	水泥地面	漏缝地板	直接清运	固体堆存	沼气	三级曝气	泰普森	三级沉淀
猪场1										
猪场2										
猪场3										
猪场4										
猪场5										
猪场6										

表3 各养殖场每年能源使用情况

名猪场称	无烟煤/t	褐煤/t	汽油/L	柴油/L	电/kW·h	沼气/m³	液化气/kg
猪场1	39			1 210	72 900	182 500	
猪场2					93 100		
猪场3	6	120	7 560		171 413		965
猪场4	153				67 000		720
猪场5	300		4 419		188 937		
猪场6					114 000	525	1 080

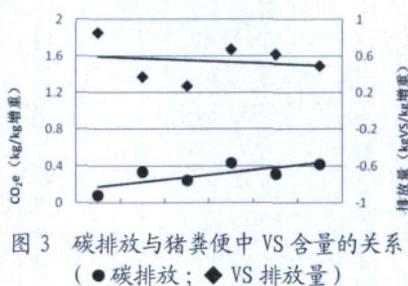


图3 碳排放与猪粪便中VS含量的关系 (●碳排放; ◆VS排放量)

图1表示了日增重与每千克猪增重的粪便中VS排放量的关系。根据图2可知,VS排放率和日增重呈不显著的正相关关系。

5.3 粪便中VS排放和温室气体排放量的关系

表2归纳了各猪场的猪舍型式和粪污管理方式。图3表示了各猪场养殖过程碳排放与猪粪便中VS含量的相关性。从图3数据看,二者也呈不显著的正相关性。龙海务兹的温室气体排放量低,是由于其养殖场建设有沼气,削减了温室气体排放量。

5.4 各养殖场基于能源使用的温室气体排放量

表3列出了各养殖场主要能源类型及其使用量。图4是各养殖场源于单位质量猪增重的能源消耗碳排放量。

对比表3中数据和图4曲线,发现使用无烟煤是使基于能源使用排放温室

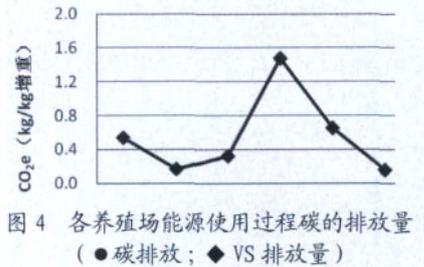


图4 各养殖场能源使用过程中碳的排放量 (●碳排放; ◆VS排放量)

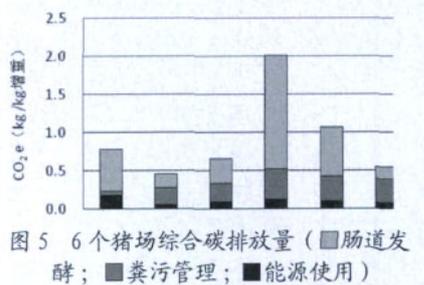


图5 6个猪场综合碳排放量 (■肠道发酵; ■粪污管理; ■能源使用)

气体量显著增加的一个重要原因。

5.5 6个猪场温室气体排放总量比较

图5是对6家养殖场分别的肠道发酵、粪污管理和燃料使用过程中排放的温室气体进行叠加后的温室气体排放总量。

从图5看,除了两个养殖场不使用无烟煤作为能源以外,其余4家养殖场都使用无烟煤这种污染型常规燃料,能源使用过程中排放的温室气体对养殖场总温室气体排放量有较大影响。

6 结论与建议

6.1 结论

根据上述数据分析,可以得出以下几点结论:

1) 猪肠道发酵排放甲烷量和日增重呈正比关系;

2) 根据本调查数据,猪日增重、VS排泄率以及与温室气体排放量之间呈现不显著的正相关关系;

3) 猪场能源使用过程中造成的温室气体排放与是否使用煤炭关系显著,能源使用过程的碳排放直接决定养殖场温室气体排放程度。

6.2 建议

从已经得出的研究结论,建议养殖场温室气体减排,可以从能源类型方面着手,利用低碳排放的绿色能源,如沼气等。

(收稿日期:2013-01-29)



京鹏畜牧现代化猪场“交钥匙”工程建造专家