

病死畜禽无害化处理技术的研究进展

孙林, 刘平, 陈金和, 许振华, 吴文桃

(江西农业工程职业学院, 江西 樟树 331200)

摘要: 随着畜禽业养殖规模的急剧增长, 病死畜禽的处理问题日益突出。死畜禽的无害化处理是任何一个养殖场都必须面对和解决的问题。文章对我国病死畜禽无害化处理的现状、应用情况进行总结和分析。

关键词: 死畜禽; 无害化处理; 研究

中图分类号: S851.33 文献标志码: A 文章编号: 1001-0084(2020)03-0054-06

Research Progress on Harmless Treatment Technology of Dead Livestock

SUN Lin, LIU Ping, CHEN Jinhe, XU Zhenhua, WU Wentao

(Jiangxi Agricultural Engineering College, Zhangshu 331200, Jiangxi China)

Abstract: With the rapid growth of the livestock and poultry industry, the problem of handling sick and dead livestock is becoming increasingly prominent. The harmless treatment of dead livestock and poultry is a problem that any farm must face and solve. This article summarized and analyzed the current status and application of harmless treatment of sick and dead animals and poultry in China.

Key words: dead livestock; harmless treatment; research

随着我国人民生活水平的提高, 肉蛋奶的需求量急剧增长, 迅速发展的畜禽业产生大量的粪便、污水、病死畜禽, 严重影响到我国的环境安全。其中病死畜禽由于携带了大量的病原微生物, 如果不及时有效地处理, 对人和动物的危害更直接, 尤其非洲猪瘟疫情期间, 病死猪的处理问题尤为突出。死畜禽的无害化处理是任何一个养殖场都必须面对和解决的问题。

2013年9月23日, 原农业部印发了《建立病死猪无害化处理长效机制试点方案》, 规定在全国范围内建立病死猪无害化处理机制, 建立完善的病死猪无害化处理长效制。病死畜禽无害化处理, 是指用物理、化学、生物学等方法处理病死动物尸体及相关动物产品, 消灭其所携带的病原微生物, 消除

动物尸体危害的过程。我国病死动物无害化处理技术主要包括五类, 即掩埋法、焚烧法、化制法、化学处理法以及生物发酵法等方法^[1-3]。本文对我国病死畜禽无害化处理技术的研究现状和应用情况进行总结, 分析了各类处理技术的优缺点, 为今后我国病死动物无害化处理工作提供参考。

1 物理处理法

1.1 掩埋法

掩埋法是指按照相关规定, 将动物尸体及相关动物产品投入掩埋坑中进行覆盖、消毒处理的方法。掩埋法被认为是处理病死猪最基本和最方便的方法。原农业部兽医局在2017年依法重新制定颁布了《病死及病害动物无害化处理技术规范》提到的深埋法适用于发生动物疫情或自然灾害等突发事件

收稿日期: 2019-12-25

基金项目: 2017年江西省教育厅科技项目(171382)

作者简介: 孙林(1982-), 男, 山东烟台人, 硕士, 讲师, 主要从事畜牧生产研究。

时对病死及病害动物的应急处理, 及边远和交通不便地区零星病死畜禽的处理。

养猪生产中病死猪的深埋坑的规格大小应以实际处理病死动物的数量确定, 坑底应高出地下水位 >1.5 cm, 坑底撒一层厚度为 $2\sim 5$ cm的生石灰或漂白粉进行防渗、防漏处理, 掩埋动物的最上层距离地表 >1.5 cm, 覆盖距地表 $20\sim 30$ cm, 覆土厚度 $1\sim 1.2$ cm^[4]。掩埋法具有可操作性强和成本较低的优点, 但该方法可能会造成地下水和土壤污染, 且对掩埋地点选择要求苛刻, 且不能用于患有炭疽等芽孢杆菌类疾病以及牛海绵状脑病、痒病的染疫动物及产品、组织的处理, 且有被不法分子盗挖的危险, 欧盟和美国已经禁止采用此方法, 我国部分地区仍在采用此方法处理病死畜禽^[5-8]。此法易造成病原微生物的再次扩散、也不能资源化利用, 不符合循环农业的理念, 应逐步减少此方法的使用。

1.2 焚烧法

焚烧法主要是指将病死动物尸体投入焚烧炉/窑内或用柴堆进行焚烧, 在 ≥ 850 °C高温下经充分燃烧, 使动物尸体和病原微生物彻底消灭, 把尸体变为灰渣的过程。焚烧法被认为是最安全的处理病死猪的方法。对于确认为口蹄疫、非洲猪瘟、炭疽、高致病性禽流感等严重危害人畜健康的病死畜禽尸体一般需采用焚烧法^[9]。在目前的非洲疫情严峻的情况下, 对病死猪进行焚化处理是一种比较普遍的方法。但焚烧法投入成本较高, 处理量达 10 t的集中处理设施, 售价一般在 100 万 ~ 200 万元^[10-11]。焚烧处理会产生大量烟气污染环境, 造成二次污染, 对烟气污染物也需要进行环保处理, 会进一步增加处理成本。在实际应用中采用焚烧法的无害化处理中心易造成废气废水排放超标, 经常受到周边居民的投诉^[11-12]。目前国内焚烧处理主要有4种方法: 机械炉排、回转窑、流化床和控制风式焚烧。在许多地区的猪场中都备有小型焚尸处理间, 是一种比较普遍采用的方法^[12]。我国《病害动物和病害动物产品生物安全处理规程》中规定“对确诊患口蹄疫、猪瘟、传染性水泡病、猪密螺旋体痢疾、急性猪丹毒等烈性传染病的病死猪须采用焚烧法进行无害化处理”。因此要合理布局一些较大型的焚烧处理中心, 以应对上述提及的几种烈性传染病发生时的病死猪的处理。

1.3 高温化制法

高温化制法是在密闭的高压容器内, 通过向容器夹层或容器内通入高温饱和蒸汽, 在干热、压力或蒸汽的作用下, 处理病死及病害动物和相关动物产品的方法。该方法适用于国家规定应销毁以外的其他疫病死亡的病死猪, 通常分为干化法和湿化法。干化法制病死猪尸体时, 热蒸汽不直接和病死猪尸体接触, 而循环于夹层中。病死猪放入化制机内受到干热与压力的作用而达到化制目的, 主要用于生产肉骨粉、油脂等。湿化法利用蒸汽放出大量的热能, 使油脂溶化和蛋白质凝固, 将病害畜禽及病害畜禽产品在高温、高压下蒸煮化制, 彻底杀灭携带的病原体, 并可以从中提取油脂等副产品, 通常处理物中心温度 ≥ 135 °C, 压力 ≥ 0.3 MPa(绝对压力), 处理时间 ≥ 30 min^[9]。高温化制法在国内实际应用也较多, 但此方法缺点也很明显, 投入成本较高, 对技术和人员要求也较高^[13]。设计年处理病死猪能力 5000 t的处理中心, 项目建设累计需投资 1716 万元, 其中厂房、综合办公楼等土建工程 725 万元, 水电路及网络等配套工程建设 111 万元, 设施设备投入 880 万元^[14]。因此, 在较为发达的区域及较大规模的猪场采用此法进行病死猪的处理, 而在偏远地区和散养户较多的区域则不宜使用。

2 化学处理法

2.1 酸解法

酸解法是指在密闭的容器内, 将病死及病害动物和相关动物产品用硫酸在一定条件下进行分解的方法。将动物尸体或破碎产物, 投入耐酸的水解罐中, 每吨处理物加水 $150\sim 300$ kg, 加入 98% 浓硫酸 $300\sim 400$ kg。密闭加热升温至 $100\sim 108$ °C, 维持压力 ≥ 0.15 MPa, 时间 ≥ 4 h, 至罐体内的动物尸体完全分解为液态。对于硫酸分解法, 成本较高, 危险性也较高, 且对环境有污染, 应用较少。

2.2 碱解法

碱化水解采用氢氧化钠或氢氧化钾作为催化剂, 将尸体水解为无菌水溶液(包含多肽、氨基酸、糖类以及皂类物质)。利用氢氧化钠或氢氧化钾等碱性物质在高温、高压运作的碱化水解法能够消灭朊病毒, 碱化水解法是欧盟和美国常见的处理病死动物方法之一^[15-16]。王涛等采用碱化水解设备处理病死兔尸体, 嗜热脂肪芽孢杆菌彻底灭

活,尸体也得到完全分解^[17]。碱化水解法与焚烧、掩埋等传统处理方法相比具有生物安全性高、灭菌能力强、绿色环保等特点,能对染疫动物进行无害化处理,但目前国内的研究较少,尚无实际应用的报道。

3 生物处理法

生物处理法可分为好氧发酵和厌氧发酵处理法。好氧发酵由于发酵过程中可以产生高温,具有投入少、异味少、有机物分解充分等突出优点,对普通疫病病死动物的处理应用的较多。但对患有炭疽等芽孢杆菌类疫病、非洲猪瘟、疯牛病等的染疫动物尸体处理仍然不够理想^[9]。

3.1 好氧发酵法

3.1.1 静态堆肥法

静态堆肥法又称高温堆肥法,通过微生物作用下的高温发酵使动物尸体等有机物矿质化、腐殖化和无害化而变成腐熟肥料的过程。研究发现静态堆肥处理禽流感病死鸡40 d后,禽流感病毒RNA快速降解,检测不到其存在,堆肥处理病死鸡能够有效灭活鸡粪中病原微生物^[18]。王苗利等研究生物发酵法处理病死猪后堆体温度及微生物含量变化,发现经过21 d发酵,发酵温度最高达70℃;试验病毒(蓝耳、伪狂犬、细小、圆环、传染性胃肠炎、流行性腹泻、流感病毒)均已被杀灭,细菌含量由 1.33×10^8 CFU·g⁻¹下降至 1.37×10^3 CFU·g⁻¹,发酵法对病毒和细菌的杀灭效果显著^[9]。因此堆肥发酵处理普通病死动物尸体的方法简单而有效。

堆肥处理死畜禽的研究最早开始于19世纪80年代末期,美国一些农场利用堆肥处理死禽,最初以条垛式堆肥为主,但条垛式堆肥系统占地面积大,处理周期长,易受外界环境影响,臭气易散发而逐渐被替代。堆肥法处理病死猪按照堆肥工艺分类逐渐出现仓箱式、发酵床、堆沤池等方式。山东省青岛环山种猪科技公司病死猪生物堆肥降解处理场采用三步式堆沤法,设置2个初级堆沤池、1个二期堆沤池和1个储存池,按尸身重为45%、碳氮比30、初水分55%,初级堆沤50 d,二期堆沤15 d,能够彻底地处理病死猪,处理效果能满足规模猪场需要^[20]。该方法处理过程臭味小,不需配备大型设施设备,易于操作,但锯末、秸秆等垫料因未重复使用,需求量相对较大;未添加

有益微生物,处理时间较长。箱式堆肥系统占地面积少,空间限制少,不易受天气条件影响,堆肥过程中的温度、通气、水分含量等因素可以得到很好的控制,因而成为好氧堆肥法中常见的方式。吉安市从2014年4月开始在11个养殖场开展了仓箱式堆肥发酵法处理病死猪试点,仓箱规格为长5~6 m、宽3 m、墙体高2 m、顶棚高3.5 m的长方形堆肥间。地面铺30 cm厚的木屑,靠墙留30 cm的空隙,尸体表面木屑覆 ≥ 20 cm,后面死猪在原基础上逐层堆积覆盖。 ≤ 20 kg猪和胎衣、死胎可一起堆放后覆盖, ≥ 100 kg猪要留 ≥ 30 cm间距排放, ≥ 50 kg猪须剖腹再覆盖。堆肥箱内湿度保持在40%~60%,手捏木屑不成团也挤不出水分。堆肥期为6个月。3个月机械翻动1次。死猪有机质开始分解温度可高达60~70℃,对病菌有很好的杀灭作用, ≤ 20 kg死猪和胎衣30~40 d就可分解到只剩皮毛,50 kg猪需60 d, ≥ 200 kg的母猪分解需4个月^[21]。吴志坚等采用类似的堆肥方法得到相似的结果,在试验180 d时,分别采集样品做病原微生物检测,未检测到猪瘟、蓝耳病、圆环病毒、伪狂犬病等病原微生物^[22]。张浩等使用甘蔗渣进行堆肥处理病死猪的研究,将猪尸体进行碎后堆肥效果更好,60~70 d后碎肉已完全分解,猪瘟、链球菌等在55℃下存活 ≤ 24 h^[23]。为提高堆肥发酵的效果,选择适合的微生物菌种作为堆肥菌剂是必不可少的。董瑞兰等采用枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、酵母菌、放线菌、乳酸菌等菌种的混合菌剂作为添加菌剂研究病死猪的降解速度和效果,堆肥在第2天(夏季)可升高到60℃,经过2周发酵处理完毕,小骨塑化不成形,只剩下大块腿骨和牙齿,提高了发酵效率^[24]。缪伏荣等研究结果表明,复合极端嗜热菌对高温病死猪处理中氨基酸降解效果有明显作用^[25]。静态堆肥法由于采用自然发酵的方法处理病死畜禽尸体,因此一般处理周期较长,普遍需要3~6月才能处理一批,且系统透气性不好,容易产生厌氧发酵,导致死畜禽分解缓慢,效率较低。

3.1.2 动态堆肥法

动态堆肥法指通过控制堆肥过程中的温度、通气、水分含量等因素提高堆肥效果的好氧堆肥法。由于静态堆肥翻堆难度较大,频率较低,因此极易变成厌氧发酵,堆肥处理周期长。在堆肥

过程中进行辅助加热和通风管理,可以提高堆肥效率。杜少甫等研究不同温度对病死猪生物降解效果的影响,发现采用75~85℃发酵,病死猪的生物降解效果最好,病原微生物比自然发酵组明显减少,而干物质、氮、钙、磷含量均明显提高^[26]。尚斌等研究通风率对死猪堆肥处理效果的影响,以猪粪和玉米秸秆为发酵填充料,在发酵箱底部设有送风管道,管道设有通风小孔,控制病死猪堆肥过程中的通风量,发现100、80、60 L·min⁻¹·m⁻³的通风量无差异,经46 d的堆肥发酵后,死猪仅剩余部分骨骼,降解率(湿重)达到95.6%^[27]。谭鹤群等将病死猪、辅料拌合后加入发酵菌种,在50~70℃条件下进行辅热快速好氧发酵处理,调节发酵温度60℃和通风量10 L·min⁻¹·m⁻³,发酵3 d可将病死猪无害化处理转变为干颗粒物料,处理产物能满足后续有机肥生产的要求^[28]。周开锋报道了一种动态堆肥发酵方法,采用一个密闭的旋转桶作为基本构造,由投料口投入病死猪及秸秆等垫料原料,经过缓慢旋转滚筒,尸体与垫料充分混合,微生物作用迅速分解尸体,电机作用下滚筒旋转达到翻耙垫料的功能,风机外源送风,加速了微生物的耗氧发酵。尸体逐渐被分解,7~14 d的生化以及机械处理后,最后到达末端,只剩下骨头,垫料经过处理变成了无病原微生物的复合肥^[29]。该法因使用了封闭的滚筒式发酵罐,很好地解决了垫料翻耙、通风等问题,提高了微生物降解尸体的效率,但占地较广,堆肥处理成本也较高。

3.1.3 生物反应器法

生物反应器法是指为加快发酵在辅助热源基础上提前破碎的生物降解一体机模式,集机械分割、高温(90℃)杀菌、微生物发酵于一体的综合发酵设备进行病死畜禽的无害化处理。杭州加百列生物科技有限公司生产的病死猪高温生物无害化处理一体机,由自带的粉碎机将病死猪粉碎成尸体碎片,投入降解主机,主机内投入一定量的麸皮作为辅料,加入菌种,通过系统自动加热、搅拌叶搅动,使病死猪充分与辅料结合,实现病死猪的高效分解,36 h即可生成如肉松样无害化蛋白质粉,可用做饲料或生产高档有机肥^[20]。该类型的设备也在国内有一定的实际应用。江西省峡江县在仁和镇建立一个病死猪无害化集中处理中心,采用专门的畜禽生物化尸机配合耐高温微生物,24 h即可将病死猪

变身有机肥,从而实现有机废弃物的循环利用,长达24 h的95℃高温处理,完全可杀灭一切有害病毒、细菌、寄生虫等病原体^[29]。但有研究发现,90℃的高温处理72 h仍然可以检出猪瘟病毒且具有活性,此工艺在温度控制、菌种选择、处理时间上仍需进一步优化^[30]。所以对于猪瘟、猪丹毒等烈性传染病的病死猪应该采用焚烧法处理才能彻底杀灭病原。生物反应器法处理病死猪可以快速达到降解的目的,处理周期快,但设备投入大,处理成本高,且不适用于猪粪和病死猪同时处理发酵,需要大量补充秸秆等填充料。

3.2 厌氧发酵法

3.2.1 沼气法

沼气法又称厌氧消化技术,利用受控制的厌氧细菌的分解作用,将有机物经厌氧消化转化为沼气和二氧化碳。在我国主要用于有机废弃物的处理处置,近年来,我国开展了病死猪与猪粪混合厌氧发酵的试验研究。魏东辉等研究病死猪厌氧发酵特性,病死猪厌氧发酵最佳工艺条件为接种物与底物的挥发性固体质量比为5:5,温度为35℃,产生甲烷和含有丰富营养元素的有机质肥料效果较好^[31]。成潇伟等进行病死猪与猪粪混合厌氧消化产气性能研究,在反应温度35℃,病死猪添加比例为12%的情况下发酵产气效果最好,最高甲烷含量可达64.72%,总产气量达5 310 mL,较猪粪单一发酵效率提升26%,且单位TS(总固体含量)和Vs(挥发性固体含量)产气量也分别能够提升30%和22%^[32]。上海市动物无害化处理中心和中国农业大学对病死猪厌氧发酵也有过类似的研究,利用沼气工程来处理病死猪,不仅可以获得清洁能源沼气,还能够实现沼液、粪便的综合利用,可以较大程度的实现病死猪的资源化利用并获得较高的经济效益,但需要人员进行安全监管和沼气设施的定期维护,适宜于在具有大中型沼气工程的规模养殖场推广和使用^[33-34]。

3.2.2 化尸窖法

化尸窖又称深埋法、密闭沉尸井、处理窖、尸腐池、生物降解池、化尸池等,是指按照一定的要求,在地面挖坑后,采用砖和混凝土结构施工建设的密封池,主要依靠适量容积的化尸窖沉积动物尸体,让其自然腐烂降解的方法。在我国一些地区已有普遍使用。肖和良等报道湖南省洞口县病死猪无

害化处理方式,洞口县对病死猪主要采取深埋方式,并制定《洞口县规模养殖场无害化处理化尸窖建设技术规范》,要求水泥硬化(防渗),深度在地表4 m下,池口半径>1.5 m,每个30 m³[35]。洪江庭研究使用“化尸窖+化尸菌”综合配套技术处理病死猪尸体,不仅可以有效杀灭病原体、阻断传染源,而且可以快速分解病死猪尸体,提高化尸窖的利用率,延长使用年限[36]。深埋法比较简单、费用低,且不易产生气味,缺点是占用土地较多,无害化过程缓慢,某些病原微生物长期生存,不做好防渗工作有可能污染土壤或地下水,容易造成二次污染,且受化尸窖容量限制处理能力有限。

4 小结

综上所述,无论是掩埋法、焚烧法、化制法,还是生物处理法,均能达到将病死猪无害化处理的效果,但都有各自的利处和弊端。而在非洲猪瘟疫情处置过程中,按照农业部文件《病死及病害动物无害化处理规范》的规定,对病死猪、被扑杀猪及相关产品进行无害化处理方式主要有焚烧法、化制法、高温法、深埋法和硫酸分解法5种,其中化制法因处理速度快、生物安全性高、资源可再利用而优势明显,投入成本高的缺点会随着我国经济发展和科技的进步而有所改变,病死畜禽的集中无害化处理采用化制法比较适合,目前阶段可以使用焚烧法进行辅助处理,以应对大规模烈性传染病的爆发[37-38]。但从长远来看,生物法处理死畜禽是一种理想的死畜禽处理方法,即实现无害化处理又实现废弃污染物的资源化利用,如果能解决非洲猪瘟等病原微生物的难杀灭的问题,将大有可为。

在目前的状况下,应该采用多种方法相结合的方式,推行建设集中无害化处理点与猪场自建无害化处理设施相结合,由政府部门在养殖密集地区建立统一的大型环保型无害化处理厂供整个周边地区的病死猪进行集中处理,采用化制法+焚烧法加快处理周期,减少病死猪存放时间。小规模养殖场和养殖户因地制宜根据自身情况采用焚烧、沼气等方法,尽量做到病死动物无害化处理的全覆盖,确保病死动物不抛弃、不销售,不加工、不食用,并进行无害化处理,同时提倡普通疫病病死动物采用生物法处理,并加大生物处理法的研究投入,争取早日实现生物处理法对各类病死动物处理的全覆盖,实现绿色可持续发展。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB16548-2006. 病害动物和病害动物产品生物安全处理规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [2] X W P, Tim R, Francis J, et al. A biosecure composting system for disposal of cattle carcasses and manure following infectious disease outbreak[J]. *Journal of Environmental Quality*, 2009, 38(3): 437-450.
- [3] 宋建德, 黄保续, 袁丽萍, 等. 有关国家常用病死动物无害化处理方法应用情况研究[J]. *中国动物检疫*, 2013, 30(9): 11-15.
- [4] 张振玲. 病死猪无害化处理的方法、问题及建议[J]. *猪业科学*, 2019, 36(11): 50-55.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB16548-2006. 病害动物和病害动物产品生物安全处理规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [6] 隆雪明, 肖安东, 匡光伟, 等. 病死猪无害化处理的现状与建议[J]. *中国畜禽种业*, 2019(10): 40-41.
- [7] 范时. 染疫动物尸体堆肥菌剂的制备及效果评价[D]. 大连: 大连理工大学, 2012.
- [8] 丛永博, 曹育明. 病死猪集中无害化处理实务[J]. *中国畜牧业*, 2016(16): 63-65.
- [9] 周汝顺, 易建希, 李艳平, 等. 非洲猪瘟形势下病死猪无害化处理方式探讨[J]. *湖南畜牧兽医*, 2019(6): 12-15.
- [10] 孙培明, 唐宏. 病死猪无害化处理技术综合性分析与讨论[J]. *环境保护*, 2015(4): 55-58.
- [11] 刘良, 吴霞, 杨振鸿, 等. 病死猪无害化处理技术探究[J]. *猪业科学*, 2019, 36(11): 22-23.
- [12] 李泽涛. 吉林省病死猪无公害处理体系与措施研究[J]. *中国畜牧兽医文摘*, 2017, 33(9): 25-26.
- [13] 马彬, 岳辉, 张岩, 等. 洮南市病死猪无害化处理工作的分析与思考[J]. *吉林畜牧兽医*, 2019(9): 53-54.
- [14] 聂新华. 上高县应用干化化制法集中无害化处理病死猪情况初报[J]. *江西畜牧兽医杂志*, 2017(3): 46-47.
- [15] Kricka T, Toth I, Kalamubua S, et al. Efficiency of alkaline hydrolysis method in environment protection[J]. *Collegium Antropol*, 2014, 38(2): 487-492.
- [16] Kaye G, Weber P, Evans A, et al. Efficacy of alkaline hydrolysis as an alternative method for treatment and disposal of infectious animal waste[J]. *Contemporary Topics in Laboratory Animal*

- Science, 1998, 37(3): 43-46.
- [17] 王涛, 吴金辉, 衣颖, 等. 小型染疫动物组织碱水解处理设备的研制[J]. 医疗卫生装备, 2016, 37(3): 5-7.
- [18] 王爽, 金礼吉, 赵彤彤, 等. 感染禽流感病毒鸡尸体的堆肥处理与评价[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2012, 28(9): 45-47.
- [19] 王苗利, 王贵升, 孙圣福, 等. 生物发酵法处理病死猪后堆体温度及微生物含量的跟踪监测[J]. 中国动物检疫, 2015, 32(8): 27-30.
- [20] 周开锋. 几种病死猪生物降解技术应用实效分析[J]. 猪业科学, 2013(10): 46-48.
- [21] 康冬柳, 曾桂根, 朱淑琴, 等. 仓箱式堆肥发酵法处理病死猪试点情况初报[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2014(6): 22-23.
- [22] 吴志坚, 吴志勇, 徐晓云, 等. 病死猪无害化处理效果初探[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2015(1): 9-13.
- [23] 张浩, 覃燕灵, 于俊勇, 等. 发酵堆肥法无害化处理病死猪技术研究[J]. 今日养殖业, 2017(2): 78-82.
- [24] 董瑞兰, 宋春阳, 于光辉, 等. 生物发酵无害化处理病死猪技术的试验与利用[J]. 中国兽医杂志, 2017, 53(4): 82-86.
- [25] 缪伏荣, 李兆龙, 董志岩, 等. 复合极端嗜热菌高温处理病死猪的氨基酸降解效果分析[J]. 福建农业学报, 2018, 33(9): 893-898.
- [26] 杜少甫, 韦光辉, 柳东阳, 等. 不同温度对病死猪生物降解效果的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(35): 170-171.
- [27] 尚斌, 陶秀萍, 董红敏, 等. 死猪堆肥处理通风率的优化试验[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(10): 2 047-2 052.
- [28] 谭鹤群, 聂杰, 万鹏, 等. 病死猪辅热快速好氧发酵工艺参数优化与装备研制[J]. 农业工程学报, 2019, 35(8): 262-268.
- [29] 孔晟, 谢冬生, 汪卫平, 等. 畜禽生物化尸机在病死猪集中无害化处理中的应用[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2015, 3: 27-28.
- [30] 陈腾飞, 吴志明, 刘阳利, 等. 热辅快速生物发酵分解工艺无害化处理病死猪尸体效果评估[J]. 动物医学进展, 2015, 36(5): 81-85.
- [31] 魏东辉, 李文哲, 殷丽丽, 等. 病死猪厌氧发酵特性研究[J]. 环境工程, 2017, 35(6): 98-102.
- [32] 成潇伟, 朱洪光, 张涛, 等. 病死猪与猪粪混合厌氧消化产气性能研究[J]. 中国沼气, 2016, 34(3): 9-13.
- [33] 蒋微微. 病死动物无害化处理过程中的“三废”治理[J]. 农业环境与发展, 2013(3): 57-59.
- [34] 田海林, 林聪, 孙赫, 等. 利用厌氧消化技术处理病死猪的工程应用[J]. 可再生能源, 2014(12): 1 869-1 874.
- [35] 肖和良, 肖建中. 湖南省洞口县病死猪无害化处理方式的研究[J]. 养猪, 2018(6): 87-88.
- [36] 洪江庭. 化尸窖无害化处理病死猪综合配套技术措施[J]. 养猪, 2013(5): 77-79.
- [37] 隆雪明, 肖安东, 匡光伟, 等. 病死猪无害化处理的现状与建议[J]. 中国畜禽种业, 2019, 15(10): 40-41.
- [38] 张昆. 病死畜禽无害化处理体系现状、问题和对策[J]. 中国畜禽种业, 2019, 15(6): 20.

(上接第 53 页)

新速度, 让最新的技术能及时进入标准体系中, 提高标准的时效性和准确性, 尽快实现与食品安全标准体系的接轨, 使得饲用微生物的检测方法、评价要求与食用微生物制品保持一致性和连续性, 但指标限量可以适度放宽; 建立饲用微生物产品的风险评估机制, 严格菌种来源控制、生物污染防治及产品安全性评价; 要明确饲用微生物产品的功能特征, 制定详细的微生物制品标识规范, 商品标签内容要详实具体, 功能描述要客观准确, 特别要注明产品属性, 如治疗类产品还是保健类产品, 避免产品的夸大宣传, 误导消费者。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国农业部. NY/T1444-2007 微生物饲料添加剂

技术通则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.

- [2] 张帆, 韩淑敏, 李琦, 等. 微生物饲料添加剂在现代畜禽养殖中的应用[J]. 畜牧与饲料科学, 2019, 40(1): 60-62.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T23181-2008 微生物饲料添加剂通用要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [4] 中华人民共和国农业部. NY/T1461-2007 饲料微生物添加剂地衣芽孢杆菌[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T22547-2008 饲料添加剂 饲用活性干酵母(酿酒酵母)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [6] 中华人民共和国农业部. NY/T1969-2010 饲料添加剂产阮假丝酵母[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB 13078-2017 饲料卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.