

沼渣制作牛床垫料在规模化奶牛养殖中的应用探究

关贝贝¹, 胡晓燕¹, 陈 佶¹, 赵 凯²

(1. 中农环境工程设计河北有限公司, 河北 石家庄 050000; 2. 河北省农业科技发展中心, 河北 石家庄 050000)

摘 要: 在养殖场泌乳牛舍铺设 3 种沼渣制作的牛床垫料, 研究使用不同垫料条件下奶牛的生产性能, 计算垫料生产和运行成本, 总结沼渣制作牛床垫料的优势及注意事项。沼渣制作牛床垫料解决了规模化奶牛养殖场粪污的处理问题, 减少了牛场垫料使用成本, 增加了副产品经济效益, 有利于规模化奶牛养殖场的健康可持续发展。

关键词: 沼渣; 牛床垫料; 生产性能; 奶牛养殖

中图分类号: F323.22; S216.4; X713 文献标志码: A 文章编号: 1000-1166(2022)06-0068-04

DOI: 10.20022/j.cnki.1000-1166.2022060068

Study on the Application of Cow Mattress Material Made from Biogas Residue in Large-Scale Dairy Farms / GUAN Beibei¹, HU Xiaoyan¹, CHEN Ji¹, ZHAO Kai² / (1. China Agricultural Environmental Engineering Design Hebei Co Ltd, Shijiazhuang 050000, China; 2. Hebei Agricultural Science and Technology Development Center, Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: Three kinds of cattle mattress materials, which were made from biogas residue, were applied in lactation sheds of dairy farms. After investigation of fabricating and running cost for bedding materials, the authors summarized the advantages and precautions of using biogas residue to make cattle mattress materials. This method solves the problem of dealing with the fecal pollution of large-scale dairy farms, reduces the use cost of cow mattresses, and increases the economic benefits of by-products. Therefore, this study can provide a conducive method for healthy and sustainable development of large-scale dairy farms.

Key words: biogas residue; cow mattress material; production performance; cow breeding

近年来,我国奶业格局正朝着规模化、集约化方向快速发展^[1]。但在规模化奶牛养殖发展过程中,粪污产量大^[2],已成为严重制约养殖业可持续发展的重要因素^[3]。规模化养殖场在综合考虑环保、循环模式、经济性、产业拓展等多因素前提下,大多利用沼气工程来处理粪污^[4],产生清洁能源沼气的同时,以期达到牛场粪污减量化、资源化、无害化的目标。但从整体上看,粪污中能被厌氧菌消化利用的有机物质有限^[5],厌氧发酵后仍存在大量沼渣,无法达到完全消纳粪污的目的^[6]。目前,沼渣主要作为肥料施用于农田、蔬菜大棚等^[7],生物有机肥受市场开拓、销售价格等方面影响较大^[8],沼渣的消纳又成了发展中亟待解决的问题。

在规模化奶牛场中,利用沼渣生产牛床垫料回用牛场,即可解决粪污消纳问题,又可为奶牛场提供经济、高品质的牛床垫料,作为一种规模化奶牛养殖

场粪污处理的高效循环模式,有着广阔的应用前景。

牛床是奶牛生活的主要场所,牛床的舒适性直接影响奶牛的趴卧^[9],趴卧时流经乳腺的血流量可增加 20%~25%,从而增加营养效率和产奶量。不良的卧床环境会使奶牛的趴卧时间减少,严重影响奶牛休息和产奶量,肢蹄病及乳房炎等疾病发病率提高^[10]。本研究通过沼渣牛床垫料生产实验以及不同垫料对奶牛生产性能的影响分析,为沼渣制作牛床垫料技术发展及推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验地点

本研究实验地点在内蒙古托克托县某规模化奶牛养殖场进行。

1.2 实验材料

沙子:当地市场购买;稻壳:当地市场购买;沼

收稿日期: 2022-06-09 修回日期: 2022-08-24

项目来源: 河北省高层次创新人才资助项目(F2020001001);河北省重点研发计划—奶业振兴重大技术专项(19227313D)。

作者简介: 关贝贝(1989-)女,汉族,河北石家庄人,农业工程师,主要研究方向为农业/沼气工程设计。

渣: 奶牛场自有沼渣。

1.3 实验方法

取托克托县规模化奶牛场厌氧发酵后的沼渣进行高温好氧发酵处理制作牛床垫料, 与传统沙子、稻壳垫料分类对奶牛卧床进行垫料铺设, 进行生产性能对比及成本分析。

1.3.1 沼渣制作牛床垫料的方法

沼渣采用二级固液分离处理, 一级固液分离后

含水率约 80%, 再经第二级螺旋压榨机分离后含水率降至 60% 以下, 运输至发酵系统制作牛床垫料。实验采用序批式全覆盖智能静态发酵膜工艺对沼渣进行发酵处理, 条垛长 24 m, 宽 6.5 m, 高 1.8 m。添加高温好氧发酵菌, 添加量为 $50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$, 上部覆盖发酵膜, 下部设置通氧设施, 系统设置温度、氧气控制系统, 对物料进行实时监测, 详见图 1。一般发酵周期为 2~3 周, 本次实验发酵周期 15 天。

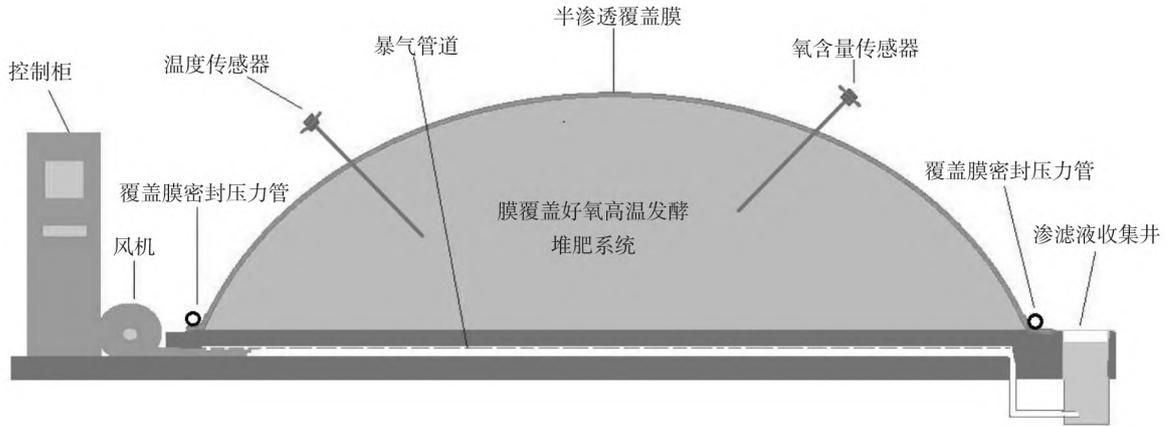


图 1 全覆盖智能静态发酵膜

1.3.2 不同牛床垫料养殖实验

对奶牛场 3 栋泌乳牛舍分别铺设 3 种牛床垫料, 每个卧床栏位长 2.4 m, 宽 1.2 m, 垫料铺设厚度约 0.2 m, 对每栋泌乳牛舍约 800 头泌乳牛进行养殖实验, 每天对垫料进行补充, 每头牛补充量为: 沙子垫料 20 kg、稻壳垫料 3 kg、沼渣垫料 18 kg, 实验周期 30 天。每天对奶牛趴卧时间、泌乳量、肢蹄损伤率、乳房炎症发生率等生产性能指标进行统计测定。奶牛 24 h 在卧床趴卧时间采用牛舍内摄像头监控及电子计数统计的方法进行监测, 泌乳量根据每栋牛舍泌乳牛每日挤奶厅数据进行统计, 肢蹄损伤及乳房炎情况采用挤奶厅兽医检查的方式进行统计。

1.3.3 运行成本核算方法

根据每天不同种类牛床垫料添加量, 通过对其原材料、燃料动力等直接生产成本计算每栋牛舍 800 头奶牛卧床垫料每天的运行成本。

2 结果与分析

2.1 沼渣制作牛床垫料技术指标分析

实验发现, 沼渣发酵 2 天升温至 65°C 左右, 最高可达 80°C 左右, 经过 5~8 d 的持续高温后, 开始降温过程, 这段时间需要加大通风量去除水分, 温度

降至 45°C 左右维持不变, 并对物料进行水分检测, 水分降低至 45% 以下即完成发酵, 温度变化如图 2 所示。

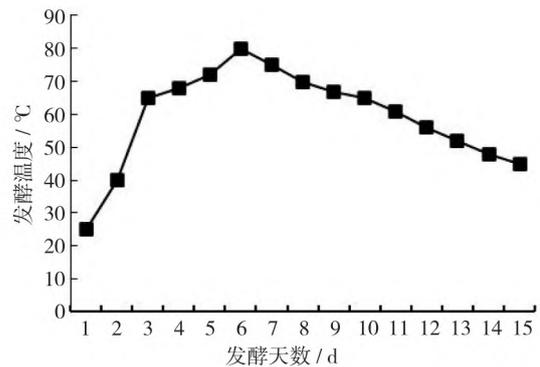


图 2 发酵温度变化图

沼渣随着发酵过程水分降低, 发酵前后物料参数指标如表 1 所示。

表 1 沼渣发酵前后参数指标

项目	发酵前	发酵后
水分的质量分数 / %	≤ 60	≤ 45
物料重量 / $\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$	0.5	0.35

随着发酵过程温度的升高及水分的降低, 能够有效杀灭沼渣中的有害物质。相关实验表明^[11], 大

肠杆菌在中温发酵过程中死亡时间为 21 d, 死亡率 $10^{-4}\%$ 。沼渣采用好氧发酵工艺制作牛床垫料, 可实现高温杀菌, 提高杀菌率, 经检测其指标满足规范要求, 详见表 2。

表 2 沼渣牛床垫料的技术指标

项目	标准指标 ^[12]	检测指标
水分的质量分数/%	≤ 45	45
粪大肠菌群数/个 $\cdot\text{kg}^{-1}$	$\leq 10^5$	< 3000
霉菌/CFU $\cdot\text{g}^{-1}$	不得检出	未检出
金黄色葡萄球菌/CFU $\cdot\text{g}^{-1}$	不得检出	未检出
沙门氏菌/CFU $\cdot\text{g}^{-1}$	不得检出	未检出

2.2 沼渣垫料与其他垫料奶牛养殖生产性能对比分析

根据 3 栋牛舍泌乳牛在不同卧床垫料的趴卧时间、泌乳量、肢蹄损伤率、乳房炎症发生率研究数据表明, 沼渣垫料在趴卧时间及泌乳量等方面, 性能与稻壳垫料相近, 高于沙子垫料; 肢蹄损伤率方面, 稻壳垫料优势略高; 乳房炎发生率方面, 沙子垫料优势较高, 详见图 3、图 4。

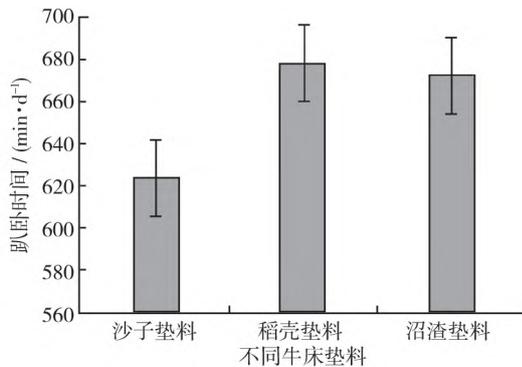


图 3 奶牛在不同牛床垫料趴卧时间比较

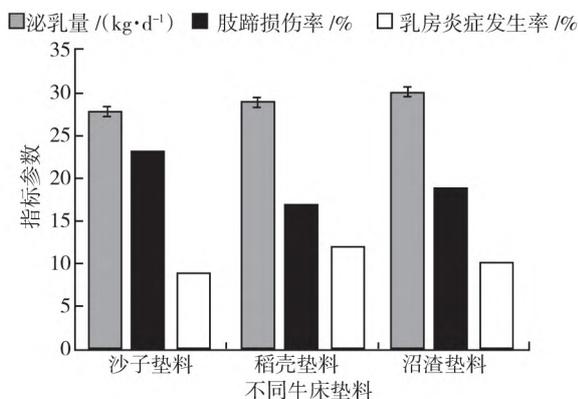


图 4 奶牛在不同牛床垫料其他生产性能比较

从奶牛舒适度方面比较, 趴卧时间间接反映了牛床垫料的舒适性, 依次为稻壳垫料 $679 \pm 18 \text{ min}\cdot\text{d}^{-1}$ 、

沼渣垫料 $672 \pm 22 \text{ min}\cdot\text{d}^{-1}$ 、沙子垫料 $624 \pm 21 \text{ min}\cdot\text{d}^{-1}$, 其中, 稻壳垫料与沼渣垫料趴卧时间相差较少, 说明相比于沙子垫料而言, 稻壳垫料或沼渣垫料较为松软, 让奶牛更舒适。

从泌乳量方面比较, 依次为沼渣垫料 $30.18 \pm 3.09 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$ 、稻壳垫料 $28.91 \pm 3.02 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$ 、沙子垫料 $27.84 \pm 2.76 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$ 。其中, 稻壳垫料与沼渣垫料趴卧时间相差较少, 运动量小, 奶牛在稻壳、沼渣垫料分泌的奶量更多。

在饲料、饮水等牧场管理一致的情况下, 上述两个参数能够直接反映出奶牛趴卧喜好及产奶量, 不受牧场管理是否规范及后续护理是否到位的影响, 完全从属于奶牛自身选择。

从奶牛肢蹄损伤方面比较, 肢蹄损伤率从低到高依次为稻壳垫料 16.84%、沼渣垫料 18.86%、沙子垫料 23.09%。说明稻壳垫料和沼渣垫料较为松软, 沙子相对偏硬, 对肢蹄损伤稍大。

从奶牛乳房炎症方面比较, 由低到高依次为: 沙子垫料 8.98%、沼渣垫料 10.50%、稻壳垫料 12.12%。说明在沙子这类无机垫料上, 奶牛罹患乳腺疾病的风险较小, 且优势明显高于其他两种垫料。在同样的饲养及管理情况下, 沼渣垫料较稻壳而言, 经过了好氧堆肥及高温消杀对乳房炎症及产后感染等疾病, 能够起到积极的预防作用。

2.3 沼渣垫料与其他垫料运行成本对比分析

沙子、稻壳以原材料购买成本计算, 原材料以当地市场价格为准。沼渣垫料为牧场自产, 不计原材料成本, 以生产制作成本进行计算。对比每栋牛舍 800 头泌乳牛每天的卧床垫料成本, 详见表 3。

表 3 沼渣垫料与其他垫料运行成本对比表

种类	用量	原料价格/制作成本	每栋牛舍垫料成本
	($\text{kg}\cdot\text{头}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$)	($\text{元}\cdot\text{t}^{-1}$)	($\text{元}\cdot\text{t}^{-1}$)
沙子垫料	20	50	800
稻壳垫料	3	400	960
沼渣垫料	18	20	288

从垫料成本上比较, 当地稻壳垫料受季节性影响, 价格较为昂贵, 沙子垫料受地域、市场价格波动较大, 沼渣垫料原材料为奶牛场粪便, 只有制作成本, 无原材料成本, 垫料生产成本低廉并且可连续供应, 不受市场影响, 稳定可靠。

2.4 沼渣制作牛床垫料综合分析

综上所述, 利用沼渣制作垫料, 在泌乳牛生产性

能方面, 趴卧时间比沙子垫料增加 7.7%, 与稻壳垫料相近。泌乳量比沙子垫料增加 8.4%, 比稻壳垫料增加 4.4%。肢蹄损伤率比沙子垫料降低 18.3%, 比稻壳垫料高 12%。乳房炎症发生率比沙子垫料高 16.9%, 比稻壳垫料低 13.4%。在运行成本方面, 利用沼渣制作垫料成本低廉, 根据上述比较 3 种垫料在综合性能方面: 沼渣垫料 > 稻壳垫料 > 沙子垫料。

沼渣垫料在生产制作过程中应注意适当增加发酵时间, 以便充分杀死其中有害物, 控制好垫料的水分为 40% ~ 45%, 尽量避免细菌的滋生, 减少乳房炎症发生率, 生产出的垫料应在 12 h 内使用^[13]。在卧床一端设置饮水槽, 尽量减少饮用水对卧床的影响, 当垫料湿度超出 45% 时, 应及时清理更换卧床垫料, 或添加 8% 的熟石灰, 混合均匀可减少乳房炎的发生。

3 结论

综上所述, 利用沼渣制作牛床垫料, 能够在解决规模化奶牛养殖场粪污处理问题的同时实现低成本垫料供给, 达到养殖场环保要求。与其他垫料对比, 沼渣垫料从提高奶牛卧床舒适度、保障产奶量和不影响后续粪污处理等多角度考虑, 均有一定优势。从经济性考虑, 原料不需要从市场购买, 不受市场价格波动的影响, 垫料成本低。另外, 牛粪厌氧发酵产生的沼气作为牧场附加产品, 具有较好的经济效益。因此利用沼渣制作牛床垫料有利于规模化奶牛养殖场的健康可持续发展。

参考文献:

- [1] 张同平. 浅谈规模化养殖场粪污处理及其生物利用途径[J]. 中国畜禽种业, 2019, 15(06): 41.
- [2] 李敏, 宋岩岩, 李爱琴, 等. 规模化养殖场的粪污处理现状及建议[J]. 国外畜牧学(猪与禽), 2017, 37(10): 78-79.
- [3] 韩建波, 杨钦. 畜禽粪污治理存在的环保问题及建议[J]. 中国畜禽种业, 2022, 18(03): 84-85.
- [4] 杨文燕, 刘惠娜, 孙一博, 等. 新农村规模化养殖场粪污无害化处理技术研究[J]. 畜禽业, 2022, 32(09): 73-75.
- [5] 汪婷, 何健, 赵子如, 等. 牛粪沼气发酵过程中物质转化、微生物生理群变化及产甲烷菌多样性研究. 中国沼气学会会议论文集[C]. 杭州: 沼气产业化发展研讨会, 2005: 189-194.
- [6] 闫园园, 李子富, 程世昆, 等. 养殖场厌氧发酵沼液处理研究进展[J]. 中国沼气, 2013, 31(05): 48-52.
- [7] 张小燕. 沼气、沼液和沼渣在设施蔬菜生产中的综合应用[J]. 农业科技与信息, 2020(02): 25-27.
- [8] 常肖锐, 叶项宇, 王政, 等. 生物有机肥研究及应用进展[J]. 现代农业科技, 2021(22): 145-148.
- [9] 金晓东, 邱殿锐, 王丽丽, 等. 不同卧床垫料对奶牛生产性能的影响[J]. 当代畜牧, 2015(30): 4-7.
- [10] 王丽丽, 黄雷, 金晓东, 等. 奶牛畜床垫料的卫生学评价[J]. 畜牧与兽医, 2016, 48(3): 73-76.
- [11] 马传杰. 牛粪厌氧发酵处理研究[D]. 安徽: 安徽农业大学, 2010.
- [12] 内蒙古自治区质量技术监督局. 粪渣发酵牛床垫料质量规范: DB15/T 1155-2017[S].
- [13] 王均良, 毛宏伟. 牛粪垫料的生产与应用[J]. 养殖与饲料, 2019, 19(09): 38-41.