

生物发酵床垫料厚度与肉牛饲养密度的关联性分析

彭夏云^{1,2}, 吴思谦^{1,2}, 黄华强^{1,2}, 贾银海^{1,2*},

吴柱月^{1,2}, 黄明光^{1,2}, 黄 道^{1,2}, 许春荣^{3*}

(1. 广西壮族自治区畜牧研究所, 南宁 5300001; 2. 广西家畜遗传改良重点实验室, 南宁 530001;

3. 广西壮族自治区畜禽品种改良站, 南宁 530001)

摘 要: [目的] 为了探讨广西高温高湿环境下生物垫床牛舍适合的养殖密度, 给广大养殖户提供数据支撑。[方法] 试验采用不同的生物菌种对不同的生物垫床的厚度进行筛选, 得出最佳的生物垫床厚度。按照 15 kg/m², 20 kg/m², 25 kg/m², 30 kg/m², 35 kg/m² 饲养牛体重所占面积对相同面积的垫床饲养密度进行试验。[结果] 研究表明, 以 10 cm 生物垫床的厚度, 养殖能吸纳牛粪尿, 有效地减少粪尿的排放, 20 kg/m² 密度时后备牛对生物发酵垫床适应性好, 与传统饲养方式相比, 牛蹄病发生率降低了 5.55%。[结论] 适宜的生物垫床厚度和适宜的养殖密度不但节省了兽药的使用成本, 而且还降低了劳动力成本, 效果较好。

关键词: 生物垫床; 厚度; 密度; 关联性; 牛

中图分类号: S823

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2020)02-0020-05

引 言

随着现代科学技术的进步, 畜禽养殖业发展速度也在加快, 对解决和改善人类的膳食结构、平衡供给以及农村经济的发展和精准扶贫起到了不可估量的作用, 但也带来了日益严重的环境污染问题。国内外科研人员采用了多种畜禽粪污处理方法, 但还是难从根本上解决粪污的无害化和资源化利用^[1]。由于养殖环境, 管理水平等条件的限制和影响, 难以形成一个固定的模式进行推广, 各地结合自身的发展要求, 采用不同的模式来解决当前养殖业面临的污染问题^[2], 但还是未能从根本上解决。因此, 迫切需要寻找一种更为适用, 可操作性强的粪污处理技术, 这对于解决广西乃至全国畜禽养殖粪污的污染问题, 改善养殖环境, 提高饲养畜禽免疫力和抗病力等方面具有重要的意义。目前, 生物发酵床技术是实现畜禽粪污“零排放”环保型的一种养殖方式^[3]。虽然我国在生物发酵床养殖畜禽方面已经取得了一定的成绩, 但由于广西地区属于亚热带季

风气候, 全年气温较高, 湿度大, 圈舍内比较潮湿, 不同地区发酵生物垫床运用的实际条件不同, 效果也不一致, 从而导致可比性和参照性差, 在生产应用中受到严重限制, 且发酵垫床正常使用受到碳氮比^[4]、含氧量^[5]、pH^[6]、温度^[7]、湿度^[5]、微生物活性^[7]等诸多因素的影响。目前生物垫床还主要集中在养猪上, 肉牛养殖方面虽已有应用^[8], 但应用效果不理想, 通过单位体重面积上采用合适的生物发酵床厚度来决定肉牛的养殖密度国内还未见报道。本试验通过对生物垫床厚度、饲养密度以及蹄病发生率等方面开展研究分析, 旨在为广西区生物垫床养牛技术的应用推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验场地

试验场地选择广西壮族自治区畜牧研究所种牛基地进行。生物垫床牛舍建筑全部采用钢架结构, 牛舍通风、采光好, 牛自由采食、自由饮水。试验时间为 2018 年 10 月—2019 年 1 月。

收稿日期: 2019-10-12 修回日期: 2019-10-18

基金项目: 广西科技重大专项资金项目(桂科 AA17204052); 广西壮族自治区畜牧研究所自选项目(桂牧研自选 2018-06)

作者简介: 彭夏云(1978—), 女, 畜牧师, 本科, 主要从事奶牛饲养管理工作。E-mail: 530918728@qq.com

* 通讯作者: 贾银海(1977—), 男, 畜牧师, 博士, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。E-mail: yinhai18@163.com

许春荣(1975—), 男, 兽医师, 本科, 主要从事牛羊饲养管理技术工作。E-mail: 2679004357@qq.com

1.2 试验材料

结合种牛基地的生产实际,选择木糠作为发酵床制作的主要垫料。微生物菌种选择目前市场上有一定应用的专用于发酵床的菌种(A菌种:宝来利来的粪污(有机肥)发酵剂;B菌种:宜春强微的强微发酵床复合菌),菌种均从厂家直接购入。

1.3 试验方法

1.3.1 菌种活化 首先将菌种用温的红糖水活化,按1:(20~50)比例进行稀释,与玉米粉或者麦麸均匀搅拌,然后将带有菌种的玉米粉或麦麸与准备好的木糠均匀搅拌,在搅拌过程中一边搅拌,一边喷水,使垫料的水分保持在30%左右。

1.3.2 生物垫床制作 把已经和微生物菌种搅拌均匀的垫料木糠堆集发酵7 d,然后按照要求铺垫到各个栏舍中,再把牛放到栏舍中饲养。按 2 g/m^2 的菌种使用量维护垫床。第1个月7 d喷洒1次,第2个月到试验结束每15 d喷洒1次。每个生物垫床面积为 110 m^2 ,共制作发酵床6个,根据试验要求分别设为5 cm、10 cm、15 cm 3个不同厚度。

1.4 试验设计

1.4.1 生物垫床厚度的筛选试验 试验一共分为8组:第1组:A菌种+5 cm木糠垫料;第2组:A菌种+10 cm木糠垫料;第3组:A菌种+15 cm木糠垫料;第4组:B菌种+5 cm木糠垫料;第5组:B菌种+10 cm木糠垫料;第6组:B菌种+15 cm木糠垫料;第7组:A菌种+无(粪)垫料;第8组:B菌种+无(粪)垫料。每组垫床面积为 110 m^2 ,牛饲养密度一样。1~6组按照发酵垫床制作的要求进行,第7组和第8组牛入栏后直接把稀释好的菌种喷洒到无垫料的水泥地板上。

1.4.2 生物垫床饲养密度研究 试验按照牛体重所占面积设立6组,其中设对照组1个,为传统的水泥地板栏舍,试验组为1~5个共5组,分别为 15 kg/m^2 、 20 kg/m^2 、 25 kg/m^2 、 30 kg/m^2 、 35 kg/m^2 ,每组栏舍面积(110 m^2)、牛体重、饲养头数一样。

1.4.3 生物垫床与牛蹄病发生率的关联性分析 试验设6个组分别为:生物垫床组3个和对照组3个,对照组为传统水泥饲养,饲养密度与生物垫床饲养密度相同,分别设定3个饲养密度为5头、6头和7头,饲喂方式和饲喂时间相同,观察牛蹄病发生情况。

1.5 试验数据分析

试验期间,每天观察牛生长健康情况,每天上、下午记录栏舍内温度、湿度,每隔7 d检测 NH_3 浓度1次,以及观察垫床使用情况,并做好相关记录。

采用Microsoft Excel 2003 软件整理试验数据,

并用SAS软件进行分析,以 $P < 0.05$ 为差异显著性标准。

2 结果与分析

2.1 生物垫床厚度的筛选研究

2.1.1 生物垫床的物理变化情况 生物垫床在发酵前8 d,1~6个处理组垫料的水分适宜,颜色均呈淡黄色,但在15~20 d内,各处理组的垫料颜色逐渐加深,呈现浅棕色,生物垫床5 cm(第1组和第4组)生物发酵垫床无板结,但腐烂面积分别为 12.5 m^2 和 12.8 m^2 ,垫床腐坏面积最大;生物垫床10 cm组(第2组和第5组),有5~6 cm板结,牛床位置部分粪尿不能完全吸收、分解,腐烂面积分别为(5.55 m^2 和 5.61 m^2);生物垫床15 cm(第3组和第6组),有10~11 cm板结,牛床位置粪尿部分不能完全吸收、分解,腐烂面积分别为(5.80 m^2 和 5.76 m^2),腐坏面积与2组和5组没有差异,但板结垫料较多,造成浪费,均不适合牛生物垫床饲养要求;第7组无垫料,在试验结束后,栏舍内粪的厚度约有2.5 cm,牛床位置干爽。第8组,栏舍内粪的厚度约有2.5 cm,牛床位置湿度较大。

2.1.2 生物垫床含水量分析 根据生物垫床的物理性状结果,选出第2、5、7、8组,分别用A、B、C、D表示进行生物垫床的含水量的测定分析,1~8期内,4个处理组垫料含水率均有下降,由A组初期平均(63.26 ± 1.86)%下降到末期平均(59.13 ± 1.21)%;B组初期平均(61.76 ± 1.78)%下降到末期平均(58.66 ± 1.17)%;C组初期平均(65.31 ± 2.09)%下降到末期平均(63.57 ± 1.52)%;D组初期平均(67.18 ± 2.16)%下降到末期平均(63.70 ± 1.41)%;但4个处理组间差异不显著($P > 0.05$)。4组垫料含水量在1~8期内,平均含水量均保持在60%以上。由此可知,发酵床垫料含水量均在适宜微生物生长的水分含量范围内,保证了发酵床系统的稳定性(详见表1)。

2.1.3 生物垫床 NH_3 浓度分析 由表2可知, NH_3 浓度在添加生物菌剂的A和B组[(4.91 ± 3.17) mg/m^3 和(5.37 ± 4.06) mg/m^3]在1~8个期内分别降低至(2.68 ± 1.87) mg/m^3 和(2.06 ± 1.67) mg/m^3 ,与空气中 NH_3 浓度差异不显著($P > 0.05$),但C和D组 NH_3 浓度[(4.52 ± 1.75) mg/m^3 和(7.32 ± 1.90) mg/m^3]在1~8个期内均高于A、B组和空气中的浓度,且差异显著($P < 0.05$)。由此可以得出,添加生物菌剂对 NH_3 的释放有抑制作用,可使 NH_3 释放能力相对减弱,有利于改善牛舍的饲养环境。

表 1 生物垫床相对湿度的测定结果 %

编号	A(2)	B(5)	C(7)	D(8)
1	63.26 ± 1.86	61.76 ± 1.78	65.31 ± 2.09	67.18 ± 2.16
2	62.28 ± 0.93	61.42 ± 1.42	64.87 ± 1.93	62.38 ± 1.89
3	61.78 ± 1.85	60.92 ± 1.09	65.65 ± 2.01	64.13 ± 1.95
4	61.25 ± 1.24	60.88 ± 1.56	66.10 ± 1.37	68.12 ± 1.64
5	60.36 ± 1.58	60.02 ± 1.62	68.98 ± 1.52	66.70 ± 1.36
6	60.68 ± 1.53	59.55 ± 1.48	67.96 ± 1.30	67.89 ± 1.59
7	59.52 ± 1.26	60.43 ± 1.31	64.71 ± 1.45	66.28 ± 1.36
8	59.13 ± 1.21	58.66 ± 1.17	63.57 ± 1.52	63.70 ± 1.41
平均值	61.03 ± 1.43	60.46 ± 1.57	64.99 ± 1.64	65.80 ± 1.55

表 2 生物垫床氨气浓度的测定结果 mg/m³

编号	A	B	C	D	空气
1	4.91 ± 3.17 *	5.37 ± 4.06 *	8.24 ± 2.76	11.51 ± 2.18	1.86 ± 0.41
2	3.73 ± 2.15 *	5.06 ± 3.21 *	8.83 ± 2.18	10.82 ± 2.31	2.19 ± 0.83
3	4.36 ± 2.34	3.14 ± 2.52 *	5.76 ± 2.78	6.57 ± 3.12	1.58 ± 1.01
4	3.41 ± 2.68 *	4.04 ± 2.46	7.37 ± 2.69	7.07 ± 2.91	1.36 ± 0.94
5	2.57 ± 2.51	3.16 ± 2.07 *	5.54 ± 2.31	6.05 ± 2.39	1.18 ± 0.66
6	4.17 ± 2.16	4.12 ± 2.17 *	5.84 ± 2.16	7.78 ± 2.23	0.96 ± 0.71
7	3.46 ± 1.99	3.21 ± 2.01 *	4.83 ± 1.93	7.02 ± 2.01	0.77 ± 0.58
8	2.68 ± 1.87 *	2.06 ± 1.67 *	4.52 ± 1.75	7.32 ± 1.90	0.65 ± 0.41

注：* 表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

2.2 生态垫床饲养密度研究

2.2.1 生态垫床单位体重面积吸收粪污情况 通过设置 10 cm 厚的生物垫床,根据每 1 m² 承载牛体重来进行不同密度的牛群试验。按牛体重所占面积设 5 个组,分别为 15 kg/m²,20 kg/m²,25 kg/m²,30 kg/m²,35 kg/m²,每组栏舍面积(110 m²)一样。

由表 3 可知,15 kg/m² 处理组腐坏面积最小为

25 m²,更换垫料次数仅为 1 次,粪尿被完全吸收,运动场还有 1/3 垫料未完全发酵;35 kg/m² 处理组腐坏面积最大,20 kg/m²,25 kg/m² 粪污吸收效果较好,基本可以达到粪尿完全吸收,垫料完全发酵的效果,20 kg/m² 腐坏面积比 25 kg/m² 小,差异显著 ($P < 0.05$),比其他组更适合饲养要求。

表 3 不同体重面积吸收粪污情况结果分析

组别	粪污吸收情况	腐坏面积/m ²	垫料更换次数
1	粪尿被完全吸收,运动场还有 1/3 垫料未完全发酵。	25.0	1
2	粪尿被完全吸收,垫料完全发酵。	56.1	2
3	粪尿被完全吸收,垫料完全发酵。	65.0	2
4	少量粪尿不能完全吸收,垫料完全发酵。	85.4	3
5	大部分粪尿不能完全吸收。	120.4	4

2.2.2 生态垫床单位体重面积氨气浓度 试验结果(表 4)表明,20 kg/m²,25 kg/m²,30 kg/m²,35 kg/m² 4 个组中,20 kg/m²,25 kg/m²,30 kg/m² 与空气中 NH₃ 浓度差异不显著 ($P > 0.05$);35 kg/m² 与

空气中 NH₃ 浓度差异显著 ($P < 0.05$);表明 35 kg/m² 粪尿吸收效果差,NH₃ 浓度高,养殖密度过大。20 kg/m² 粪尿吸收效果好,NH₃ 浓度最低,养殖密度适合。

表 4 生态垫床单位体重面积 NH₃ 测定结果 mg/m³

编号	牛体重所占面积/(kg·m ⁻²)				空气
	20	25	30	35	
1	2.8±0.96	5.3±1.25	3.7±1.03	3.8±1.24*	1.8±0.67
2	2.3±1.20	5.0±1.20	4.4±1.21	3.3±1.52*	2.1±0.47
3	3.1±1.17	5.7±0.91	4.9±0.97	5.7±1.01*	1.5±0.74
4	4.0±0.76	4.1±0.84	5.4±0.79	4.3±1.08*	1.3±0.38
5	3.1±0.91	3.5±0.67	4.1±0.83	6.4±0.82*	1.1±0.45
6	4.1±1.23	2.4±1.01	5.0±0.81	5.3±0.93*	0.9±0.52
7	5.2±1.02	6.4±0.21	4.7±1.04	7.1±0.76*	1.7±0.49
8	2.0±1.36	2.9±1.45	4.2±1.56	5.7±0.63*	1.6±0.28
平均值	3.36±1.07	4.32±0.94	4.53±0.91	5.26±0.99*	1.49±0.50

2.3 生态垫床与牛蹄病发生率的相关性研究

通过试验发现,生态垫床舍饲养的牛比传统水泥地板牛舍内饲养的牛蹄病发生率平均降低了 5.55%。这也表明,生物垫床与牛蹄病的发生存在

相关性,蹄病发生率的降低,不但节省了兽药成本,而且也降低了人工成本。这也从另一方面说明 20 kg/m² 饲养密度时的成本低,效果好(详见表 5)。

表 5 生态垫床牛蹄病发生率 %

编号	生态垫床组	水泥地板组
1	2/5(40.00)	2/5(40.00)
2	2/6(33.33)	3/6(50.00)
3	3/7(42.86)	3/7(42.86)
平均值	38.83	44.28

3 讨论

生物垫床发酵技术处理畜禽粪污不但打破了传统发酵技术的处理方法的局限性,而且还提高了发酵垫料的转化为安全有效的有机肥料的效率。垫料不仅是粪污的载体,同时在发酵的过程中还扮演者微生物 C、N 的提供者^[4],垫料的厚度关系到生物垫床发酵效果的成败,研究中采用不同的厚度开展研究得出,10 cm 的厚度效果明显,腐坏面积小,但是在牛舍内牛只活动多的区域,湿度较大,因此,在生物垫床制作中,根据实际情况,适当适时喷洒菌种,维持菌种的活性,同时按照垫床的初始比例随时对垫料进行补充。

生物垫床的含水量是垫床分解和吸纳粪污的关键^[8],也是影响微生物生长和繁殖的一个重要因素^[9]。李秀金等^[10]通过研究得出,牛粪堆料含水量为 65% 时,比含水量 50% 获得更高的堆温,更有利于杀灭病原菌。当水分含量超过 70% 时,温度难以

上升,导致分解速率急剧下降,不利于粪尿的正常降解^[4]。本试验研究得出,10 cm 生物垫床的含水量为(60.46±1.57)%,与李秀金等^[10]的研究结果基本一致,差异不显著($P>0.05$)。周波等^[11]研究得出,垫床的湿度因季节或者空气湿度不同而略有差异。

试验中选用了 A 和 B 两种菌种,从生产性能角度来看,A 菌种与 B 菌种的应用效果差异不显著,但 B 菌种价格相对较高,影响了其经济效益,因此 A 菌种可作为生物垫床制作的比较理想的菌种,但在不同的条件下,菌种应用的效果还有待进一步研究。

生物垫床养殖肉牛能吸纳粪尿,有效减少粪尿的排放,从而减少对环境的污染^[12]。与传统饲养方式相比,减少了堆粪场的面积,比传统水泥地板牛舍内饲养的牛蹄病发生率降低了 5.55%,改善了牛舍内环境,做到了无污染、零排放,生态效益显著。在天气炎热的 10 月和冷季天气 12 月至翌年 1 月,以 10 cm 发酵床厚度,20 kg/m² 密度时后备牛对生物

发酵垫床适应性好,不但节省了兽药的使用成本,还降低了劳动力成本,效果较好。

4 结论

生物垫床养殖有效地减少了粪尿排放,改善了养殖环境。用10 cm发酵床的厚度,20 kg/m²密度养殖后备牛,牛只对生物发酵垫床适应性好,不但降低了牛蹄病的发生率,节省了兽药成本,而且还降低了劳动力成本,效果显著,可以作为现代养殖的一种模式进行应用推广。

参考文献:

- [1] 陈倩倩,刘波,刘晓港,等.微生物发酵床不同垫料粪臭素含量的比较分析[J].家畜生态学报,2019,40(10):84-87.
- [2] 李东平,余功富,金洁瑜,等.发酵床在反刍动物养殖业中的应用进展研究[J].浙江畜牧兽医,2018(1):31.
- [3] 肖正中,周晓情,吴柱月,等.广西肉牛养殖业发展制约因素调查及解决对策[J].广西畜牧兽医,2017,33(6):290-294.
- [4] MATHOT M, DECRUYENAERE V, LAMBERT R, et al. Deep litter removal frequency rate influences on greenhouse gas emissions from barns for beef heifers and from manure stores[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2016, 223:94-105.
- [5] SIDHARTH A, PRITAM S, RICHA R, et al. Oxygen uptake rate as a tool for on-line estimation of cell biomass and bed temperature in a novel solid-state fermentation bioreactor[J]. Springer Journal, 2018, 41(7):917-929.
- [6] KORAZBEKOVA K U, BAKHOV Z K, SAPARBEKOVA A A, et al. Dry fermentation of agricultural waste in the modified leach-bed reactor with immobilization of microorganisms[J]. Biotechnology, 2013, 12(6):236-244.
- [7] MOSQUERA J, HOL J M G, MONTENY G J, et al. Gaseous emissions from a deep litter farming system for dairy cattle[J]. International Congress Series, 2006, 1293:291-294.
- [8] 李倩倩,吴洁,刘军彪,等.发酵床在奶牛养殖中应用的技术措施[J].中国奶牛,2019(2):1-4.
- [9] 任洁,郑卫民,高秉昱,等.发酵床在奶牛养殖中的推广和应用[J].畜牧兽医杂志,2019,38(1):74-75.
- [10] 李秀金,董仁杰.粪草堆肥特性的实验研究[J].中国农业大学学报,2002,7(2):31-35.
- [11] 周波,李明辉,孟庆祥,等.不同比例垫料的肉牛深层生物垫料技术参数比较[J].家畜生态学报,2013,31(6):44-48.
- [12] 陈永生,欧邦伟,贺代荣,等.微生物发酵床在奶牛生产中的推广应用[J].中国乳业,2015(2):36-39.

Association Analysis Between the Thickness of Microorganism Fermentation Bed and Raising Density in Cattle

PENG Xia-yun^{1,2}, WU Si-qian^{1,2}, HUANG Hua-qiang^{1,2}, JIA Yin-hai^{1,2*},
WU Zhu-yue^{1,2}, HUANG Ming-guang^{1,2}, HUANG Qiu^{1,2}, XU Chun-rong^{3*}

(1. Animal Husbandry Institute of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi 530001;

2. Key Laboratory of Genetic Improvement of Livestock in Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi 530001;

3. Guangxi Zhuang Autonomous Region Livestock and Poultry Breed Improvement Station, Nanning, Guangxi 530001)

Abstract: [Objective] In order to explore the suitable breeding density of the biological bedding cowshed in the high temperature and humidity environment of Guangxi. The purpose is to provide scientific support for the vast number of farmers. [Method] Different biological strains were used to screen the different thickness of the biological bedding, and the best thickness of the biological bedding was obtained. According to 15 kg/m², 20 kg/m², 25 kg/m², 30 kg/m², 35 kg/m² feeding area of cattle weight, the feeding density of the same area of the bedding was tested. [Result] The results showed that with the thickness of 10 cm biological bedding, the bedding could effectively absorb and reduce cattle dung and urine. When the density was 20 kg/m², the reserve cattle had good adaptability to biological fermentation bedding, and the incidence of cattle hoof disease was reduced by 5.55% compared with the traditional feeding mode. [Conclusion] The appropriate thickness of biological bedding and the appropriate density of feeding not only save the cost of veterinary medicine, but also reduce the labor cost, with good effect.

Key words: microorganism fermentation bed; thickness; density; association; cattle